USE OF GEOTHERMAL ENERGY FOR HEATING SYSTEMS

Reznichenko, Artem

JULY 2013

STUDENT:
ARTEM REZNICHENKO

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA
SUPERVISOR: ANDREA SALANDIN

JADE HOCHSCHULE
SUPERVISORS: THOMAS WEβELS
JAN MIDDELBERG

TABLE OF CONTENTS

1 Introduction and objectives

1.1 Introduction

This project makes a study of heat extraction from the soil in order to provide heat to a building. This energy is renewable and clean. Low temperature geothermal energy has very low levels of use. In the last decades, the use of renewable energy is growing exponentially.

The biggest part of energy consumption goes to heating systems, that is why the use of geothermal energy can save lots of natural resources and can be economically profitable.

This project covers technically and economically the possibility of a geothermal heat pump installation for a detached house, located in Oldenburg (Germany).

1.2 Objectives

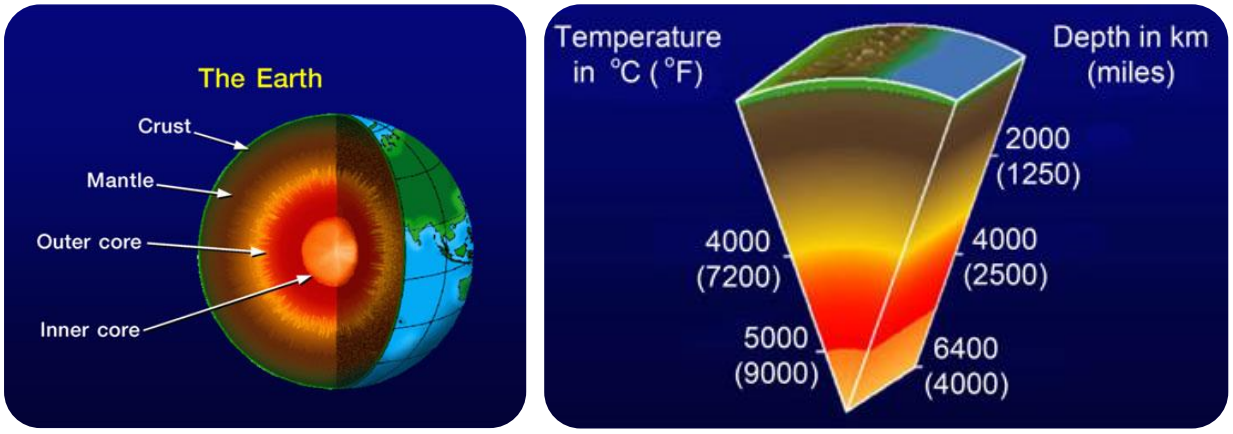
Nowadays, geothermal installation use to be very expensive compared to other sources of heating/cooling systems, in the other hand, geothermal systems offers really high performance that saves much energy. For this reason a good study of the house and its installation is needed.

In heat pump systems the highest performance is given where the difference of temperature between cold and hot spot is lower. The soil offers almost constant temperature along the year which is 12-15ºC depending on the location. That helps to reduce temperature difference between cold and hot spot and makes the system more profitable.

First of all, this project makes a study of ambient temperatures in Oldenburg that would enclose the house. Then a theoretical house is built and its different parts of envelope are studied and compared (types of walls, roofs, concrete decks…). Then, once performance of the materials and price is compared, a geothermal installation is calculated. And finally these results are compared to other types of heating/cooling systems in order to know whether it is economically profitable or not.

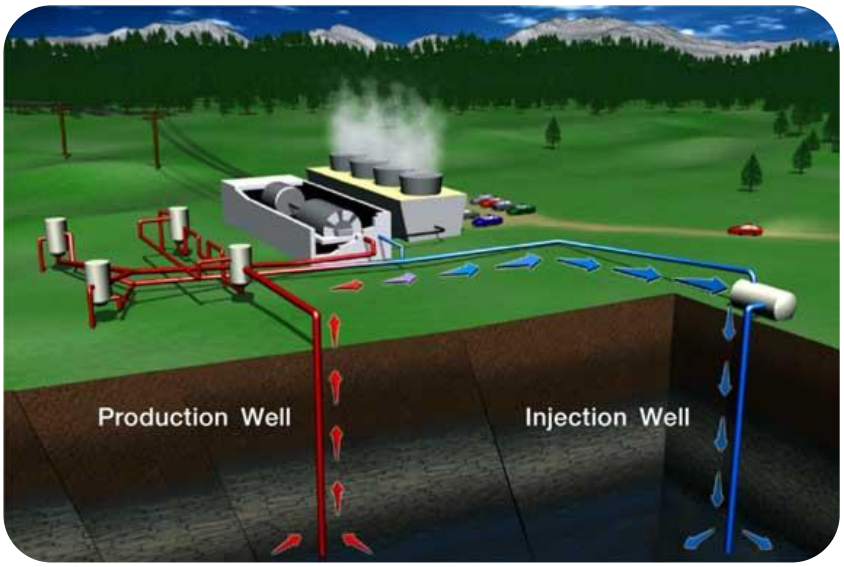
2 Geothermal energy

Geothermal energy is the energy stored in the form of heat under the earth's surface. It is classified by the temperature of the source in the following categories:

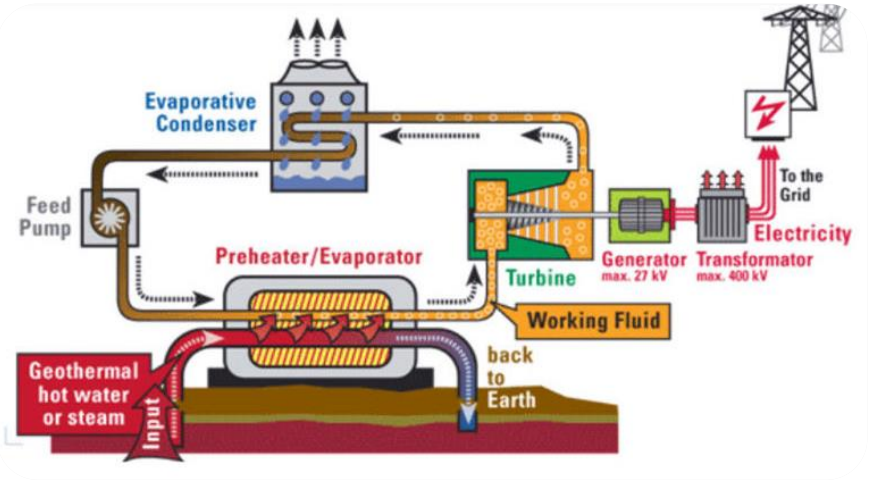


2.1 High temperature T>150ºC

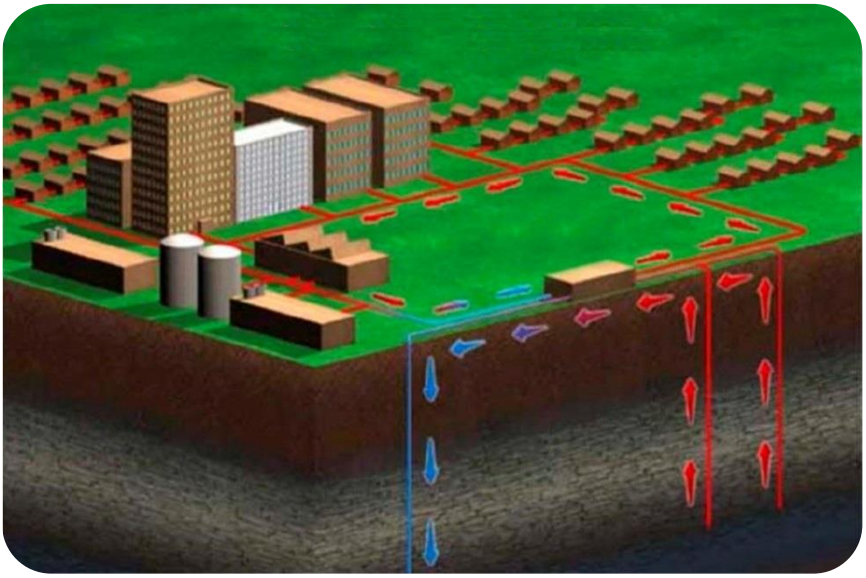
This source of heat can be used directly to generate electric energy by means of turbines. Water is being injected into the ground and hot steam with big pressure is obtained. This pressure makes the turbines move in order to generate electric energy.



2.2 Intermediate temperature 90ºC < T < 150ºC



This heat can be used for generateing energy with binary cycles and direct use in industrial processes and heating systems. In binary cycles, there is not enough temperature to produce high pressure steam so other fluids with lower boiling point are used. It can also be used in direct heating system within industrial purposes.



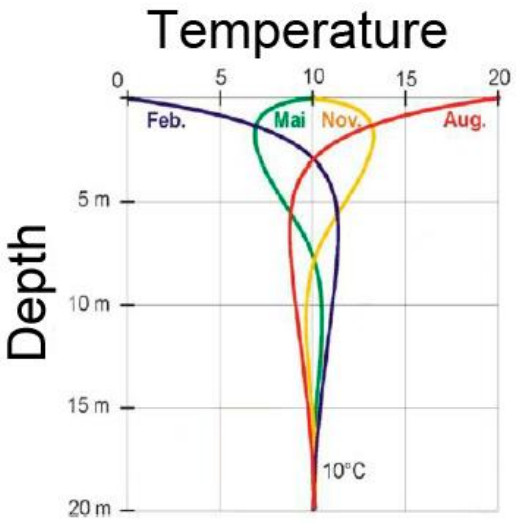
2.3 Low temperature 30ºC < T <90ºC

This temperature can be used directly with heating purposes in residential sector. It can also be a supporting thermal energy for industrial processes.

2.4 Very low temperatures T < 30ºC

It is used in heating system using **Geothermal Heat Pumps**. This type of heat generation will be described along this work. Heat pumps are usually used in heating systems but they can also be used for cooling.

The heat variation changes throughout the soil depth in the way we can see in the next picture:

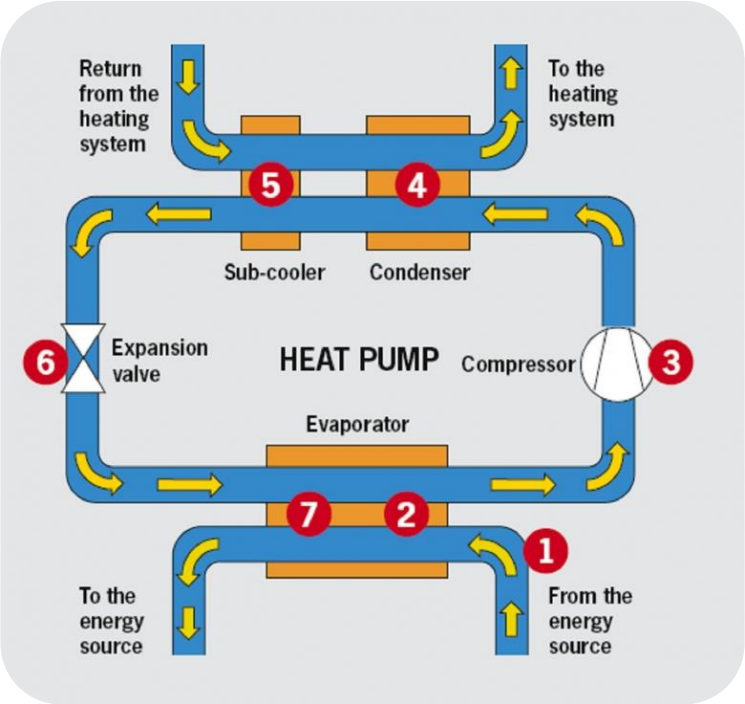


That means that after approximately 20m depth, temperature variation can be considered null, constant temperature along the year.

Geothermal heat pumps are based on extracting heat from the cold spot (source) to the hot spot (space we want to heat). The system used is the same that every heat pump uses, heat exchange of 3 different fluids:

- Fluid that extracts the energy from the cold spot
- Refrigerant gas of the GHP circuit
- Fluid that carries heat to the hot spot

Like in most of heat pump, heat and cooling are allowed just inversing the flow of the fluids.



2.5 Different types of catchment for extracting the heat:

- **Horizontal closed loop**

This type of installation is generally most cost-effective for residential installations, particularly for new construction where enough land is available. Pipes are buried 2-5m deep creating a circuit to exchange thermal energy. It becomes a problem when not enough surface is available.

- **Vertical closed loop**

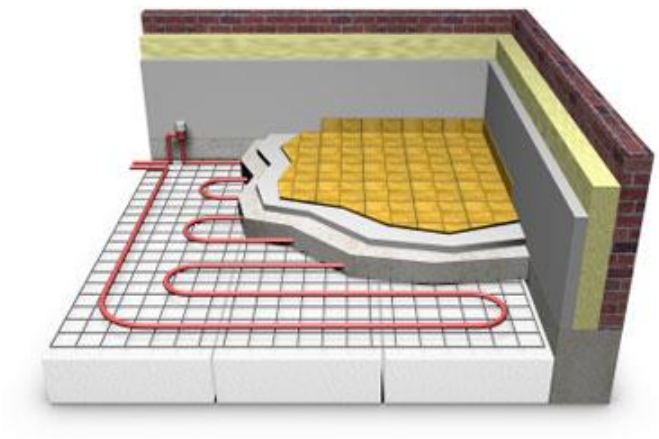
Large commercial buildings and schools often use vertical systems because the land area required for horizontal loops would be prohibitive. With this system, holes (approx. 20cm diameter) are drilled about 10 m apart and 50-200m deep. Into these holes go two pipes that are connected at the bottom with a U-bend to form a loop. The vertical loops are connected with horizontal pipe placed in trenches, and connected to the heat pump in the building.

- **Open loop**

This type of system uses underground water as the heat exchange fluid that circulates directly through the GHP system. Once it has circulated through the system, the water returns to the ground through the well. This option is practical only where there is an adequate supply of relatively clean water, and all local codes and regulations allow this system.

2.6 Different heat-distributing systems:

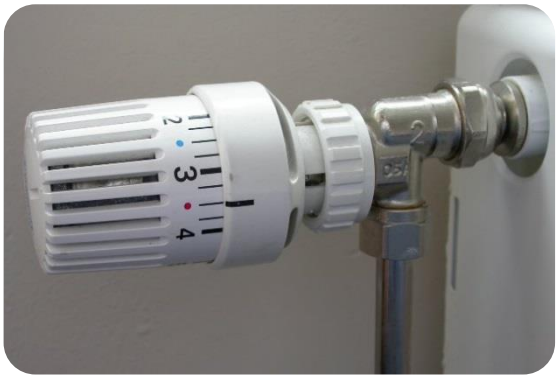
- **Radiant floor**



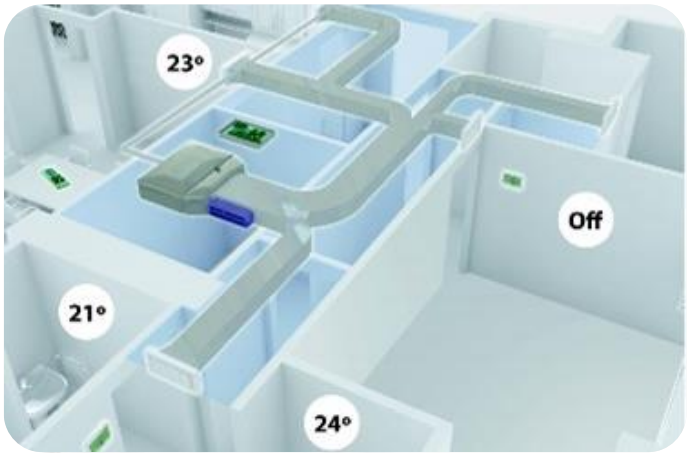
Heat is transferred to inside through pipes inside the floor. This pipe circuit is located under the different layers of the floor and allows the consistent transfer of heat along the room. Hot water is flowing across the circuit helped by water pump.
The main advantage of this system is the operation temperature which is significantly lower than in other systems (35-40ºC).

- **Radiators**

Another system is the use of radiators in order to reach confort temperatures. With this system air is heated up to 60-75ºC which creates unpleasant heat distribution and air flow and also reduces the efficiency of the whole system.



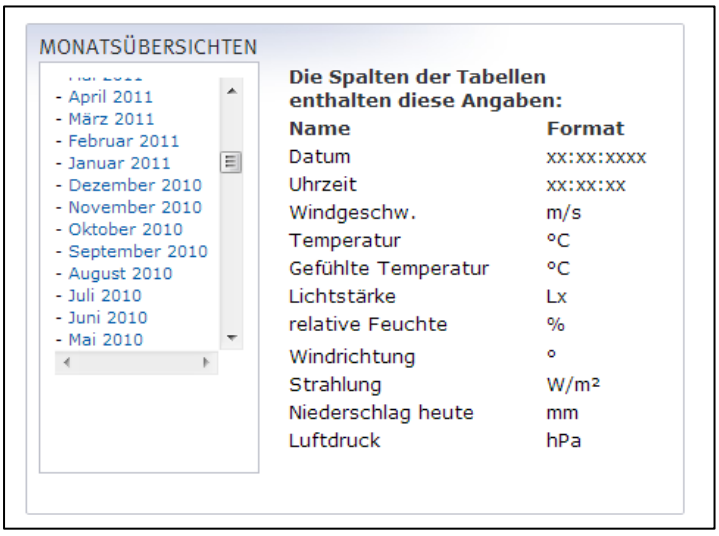
- **Air ducts**
  This system is based on the installation of air ducts throughout the house which blows hot (or cold) air. This system also needs high temperatures to be effective (50-65ºC)



3 Obtaining Oldenburg's temperature data

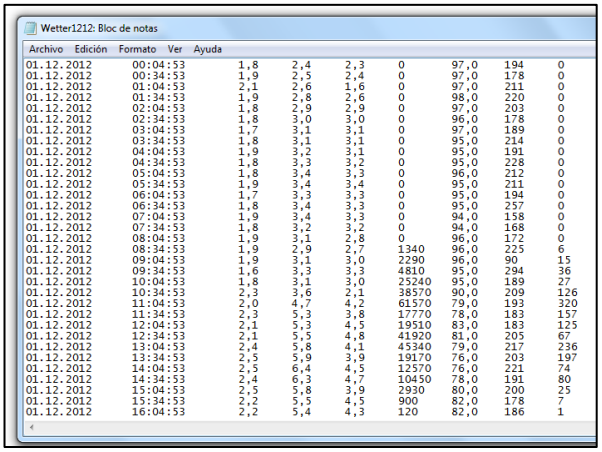
For a correct energy loses' study, ambient temperatures should be known. In this chapter temperature data is analyzed and results for further study obtained.

Source: **Carl Von Ossietzky University**, Oldenburg.
Website: http://www.uni-oldenburg.de/wetter/



This website shows the temperature registers of the last 10 years taken every 30 minutes and classified by months, all of them in separate .txt files.

Ilustration 1 Temperature data format



Ilustration 2 Data in a .txt file (example)

In order to study that data I needed to synthetize all this registers copying the content of each text file (one by one) und pasting it into Microsoft Excel, total: **92.362 rows**.

92350	11/05/2013	3:30:00	1,8	11,1	11,1	0	74,7	140	0	0	1014
92351	11/05/2013	3:00:00	2	11,4	11,1	0	73,4	191	0	0	1014
92352	11/05/2013	9:00:00	0,8	11,4	11,4	1612	75,2	129	205	0	1009
92353	11/05/2013	2:30:00	1,7	11,6	11,6	0	74,4	203	0	0	1014
92354	11/05/2013	2:00:00	3,8	11,8	7,9	30818	76	158	0	0	1015
92355	11/05/2013	1:00:00	3,8	11,9	7,9	30818	77,1	158	0	0	1015
92356	11/05/2013	1:30:00	3,8	11,9	7,9	30818	76,3	158	0	0	1015
92357	11/05/2013	0:30:00	3,8	11,9	8	30818	79,6	158	0	0	1015
92358	11/05/2013	9:30:00	1,7	12	12	31160	66,1	154	273	0	1009
92359	11/05/2013	0:00:00	3,8	12,1	8,1	30818	80,1	158	0	0	1015
92360	11/05/2013	10:30:00	2	13	12,7	37656	62,7	167	372	0	1009
92361	11/05/2013	11:00:00	2,7	13,9	12,1	83956	62,4	192	550	0	1009
92362	11/05/2013	11:30:00	2,7	15	13,3	96825	62,4	209	864	0	1009
92363	11/05/2013	12:00:00	3,1	15,9	13,7	42882	62,4	186	469	0	1009
92364											
92365											
92366											
92367											
92368											

Ilustration 3 Microsoft Excel rows

With this document I could find maximum and minimum temperatures of the last 5 and half years, but I also needed statistical average temperatures classified by months in order to calculate average energy consumption during the year.

The only way to do that was through Database consults, so I had to transfer my data to a database server. I used MySQL databases and PHP website programming language to show the queries.

```
7   <meta http-equiv="Content-Type" content="text/html; charset=utf-8" />
8   <title>Temperatures</title>
9   </head>
10
11  <body>
12
13  <table width="361" border="1">
14    <tr>
15      <td width="80">Month</td>
16      <td width="87">T min</td>
17      <td width="87">T max</td>
18      <td width="79">T avg</td>
19    </tr>
20    <?php
21
22                                  $consulta1=mysql_query("SELECT Dia, mes,
    min(temperatura), max(temperatura), avg(temperatura) FROM tiempo GROUP BY year,mes
    ORDER BY year");
23                  while ($respuesta=mysql_fetch_array($consulta1)){
24
25                      echo " <tr><td>".$respuesta['mes']."</td><td>". $respuesta[
    'min(temperatura)']."</td>";
26                      echo "<td>".$respuesta['max(temperatura)']."</td>";
27                      echo "<td>".$respuesta['avg(temperatura)']."</td>";
28                  }
29   ?>
30
31  </table>
32
33
34  </body>
    <body>
    Propiedades
```

Ilustration 4 Example base data consult using Dreamweaver + PHP + MySQL

And as a result this table was obtained:

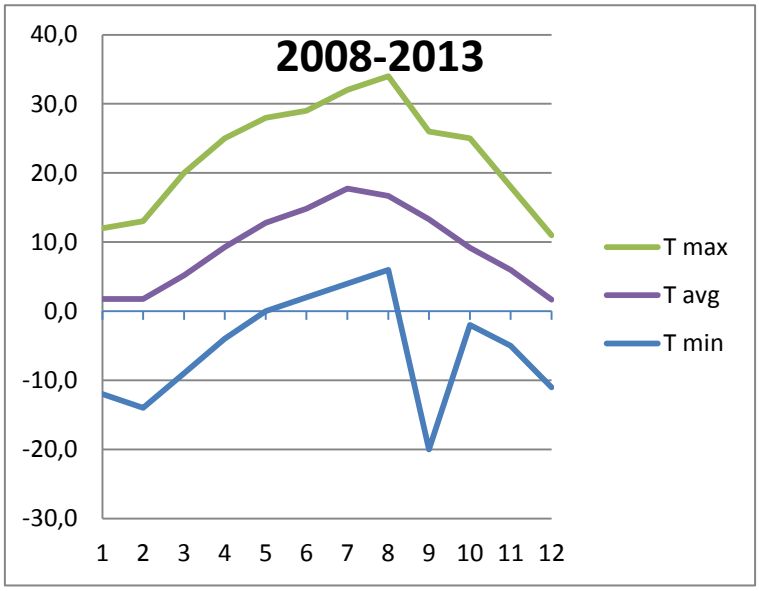
Month	T min	T max	T avg
2008			
1	-2.00	11.00	4.774689
2	-5.00	13.00	4.147164
3	-4.00	16.00	4.654105
4	-2.00	21.00	7.745833
5	3.00	27.00	14.189516
6	6.00	27.00	16.025000
7	15.00	29.00	21.402235
8	8.00	27.00	16.488575
9	3.00	23.00	12.784722
10	0.00	18.00	9.320755
11	-2.00	14.00	5.656250
12	-8.00	9.00	1.925403
2009			
1	-9.00	6.00	0.743280
2	-3.00	10.00	2.276786
3	0.00	11.00	8.937500
4	2.00	23.00	12.086231
5	4.00	23.00	12.764113
6	5.00	24.00	13.922222
7	0.00	28.00	16.668011
8	8.00	32.00	17.746305
9	-20.00	25.00	13.857639
10	-1.00	17.00	8.401389
11	1.00	15.00	8.205092
12	-10.00	10.00	1.439763
2010			
1	-12.00	3.00	-1.961057
2	-7.00	12.00	0.118304
3	-9.00	20.00	5.005384
4	-1.00	25.00	8.783878
5	0.00	22.00	9.627016
6	0.00	28.00	14.874172
7	8.00	32.00	19.242608
8	6.00	24.00	15.614865
9	3.00	21.00	12.277778
10	0.00	20.00	9.021477
11	-5.00	13.00	4.618750
2011			
12	-11.00	7.00	-2.397582
1	-6.00	12.00	2.190860
2	-7.00	11.00	2.520089
3	-3.00	17.00	4.701884
4	1.00	25.00	11.776389
5	0.00	27.00	13.261425
6	4.00	29.00	15.290278
7	10.00	23.00	15.088710
8	9.00	27.00	15.987231
9	6.00	25.00	14.376217
10	1.00	25.00	9.825503
11	-1.00	18.00	5.563107
12	0.00	11.00	4.344638
2012			
1	-7.00	11.00	3.208193
2	-14.00	11.00	0.703890
3	0.00	17.00	7.191117
4	-2.00	21.00	7.855556
5	2.00	28.00	13.779570
6	5.00	24.00	14.097917
7	8.00	30.00	16.353495
8	10.00	34.00	17.558468
9	4.00	26.00	13.086987
10	-2.00	21.00	9.294829
11	0.00	12.00	5.959028
12	-7.00	11.00	3.136425
2013			
1	-7.00	11.00	1.583726
2	-3.00	8.00	0.788255
3	-7.00	15.00	0.792708
4	-4.00	22.00	7.485176
5	0.00	23.00	13.106509

Table 1 MySQL consult results

This table shows the minimum, maximum and average temperature of each month in the last 5 and a half years, enough data to start calculation of energy consumption.
The last step was paste this data back to Microsoft Excel and create graphical information.
The information needed for this project is the average temperature of each month during the year from the last five and a half years:

5 years and 5 months average Temperature			
Month	T min	T max	T avg
1	-12,0	12,0	1,8
2	-14,0	13,0	1,8
3	-9,0	20,0	5,2
4	-4,0	25,0	9,3
5	0,0	28,0	12,8
6	2,0	29,0	14,8
7	4,0	32,0	17,8
8	6,0	34,0	16,7
9	-20,0	26,0	13,3
10	-2,0	25,0	9,2
11	-5,0	18,0	6,0
12	-11,0	11,0	1,7

Table 2 Minimum, maximum and average temperatures



Graph 1 Minimum, maimum an average temperaturas

The temperatures obtained of each month of the last five and a half years can be seen in **Annex A0.**

4 Built example

4.1 Construction and properties of the building

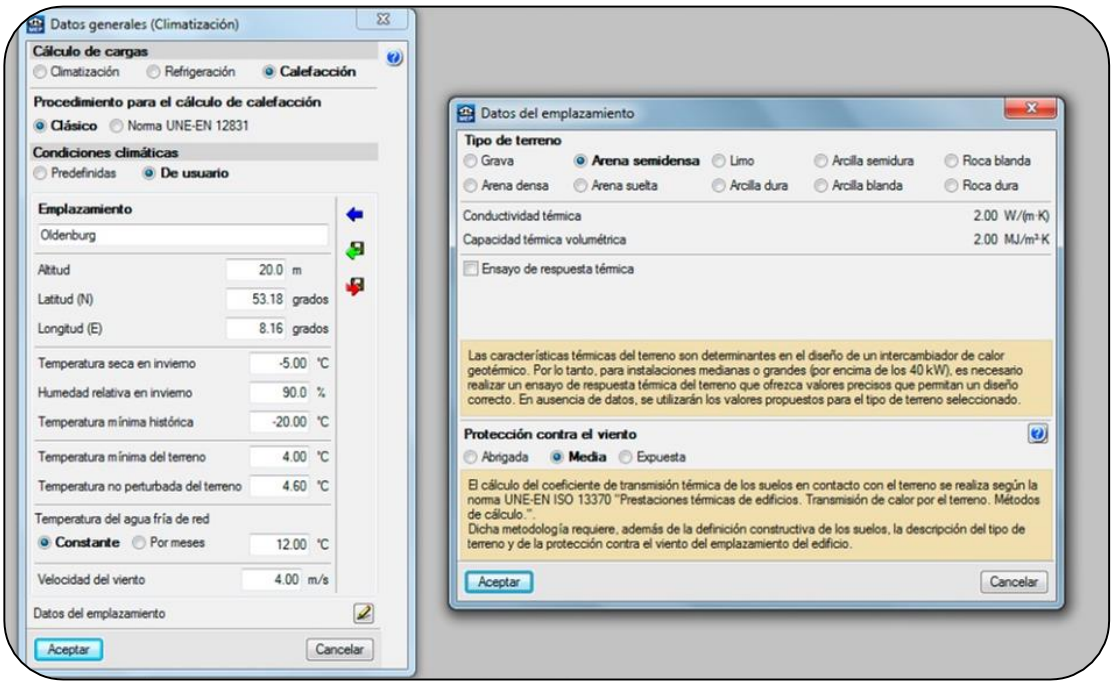
In order to proceed with this study we need to know how different components of a building can influence on its energy consumption. For this reason a virtual creation of an example building is needed. The example building is a detached house with middle-big size situated in Oldenburg (Germany), altitude = 20m, latitude = 53.1º and longitude =8.2º.
The house was built in Oldenburg's style, 2 floors, sharp tile roof, small windows…)
It is composed of main bedroom and four more secondary bedrooms, two complete bathrooms, kitchen, living room and two corridors. The construction area of the whole house is 297.68 m^2 and useful floor area is 288.10 m^2. Below are enclosed the surfaces of each room and house plans.

Surfaces (m^2)	
Bedroom 1	26
Hall 0	11
Kitchen	24
Bathroom 1	20
Living room	46
Bathroom 2	10
Bedroom 3	23
Bedroom 4	20
Main bedroom	28
Hall 1	9

Once the house is designed it is time to construct it in specific software which will help to study the influence of the building envelope. The program used is CYPE MEP 2013 (See Annex A2 for a more complete description). This program allows a complete energetic study of the building. Below is the built house.

During the construction the definition of each construction element is required (composition of walls, roofs, floors, windows and doors…) which will be described later.

Once the construction is completed all the envelope data should be introduced, such as outside temperature, humidity, wind, orientation of the building, adjacent constructions…



5 Study of the building envelope and its degree of influence

The building envelope plays a very important role in thermal conditioning of a house and it is the most important factor when a thermal installation is calculated.

5.1 Calculation method

The method to calculate the transmittance of an element is based **on DIN EN ISO 6946** norm:

$$U = \frac{1}{R_T}$$

where

- U: Thermal transmittance (W/m^{2}K)
- R_T: Total thermal resistance, which is calculated with:

$$R_T = R_{si} + R_1 + R_2 + \cdots + R_n + R_{se}$$

where

- R_1 , R_1 , R_1 ,…, R_n: Thermal resistance of each layer which compose the enclosure (walls o floors) which can be obtained using the following equation:

$$R_i = \frac{e_i}{\lambda_i}$$

where

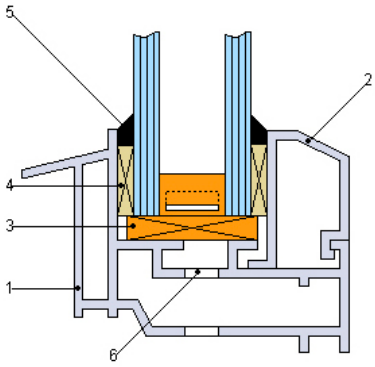
- e_i: layer's thickness
- λ_i: thermal conductivity of the material that forms that layer
- R_{si} and R_{se}: superficial resistance which correspond to the air inside and outside. They are obtained from the following table:

Posición del cerramiento y sentido del flujo de calor	Rse	Rsi
Cerramientos verticales o con pendiente sobre la horizontal >60° y flujo horizontal	0,04	0,13
Cerramientos horizontales o con pendiente sobre la horizontal ≤60° y flujo ascendente	0,04	0,10
Cerramientos horizontales y flujo descendente	0,04	0,17

Table 1: Superficial resistance of enclosures in contact with outside air.

In the following pages different elements of the building are studied and compared. The most important factors to consider are the thermal transmittance and the price. Some variables remain unchanged (windows and doors) which are described below.

Windows' properties:
Thermic transmittance U of the glass: 2.5W/m2K
Thermic transmittance U of the frame: 5.69W/m2K
Window thermal transmittance U = 3.89W/m2K



1: Bastidor.
2: Junquillo.
3: Calzo de apoyo.
4: Calzo lateral.
5: Sistema de estanqueidad.
6: Orificio para drenaje.

Ilustration 5 Window section

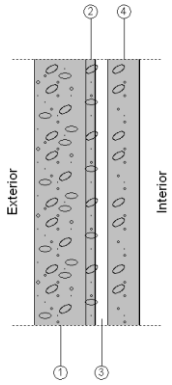
Entrance door properties:
Thermic transmittance U = 3.0W/m2K

The composition of internal doors does not influence in energy calculations.

5.2 Analysis of wall types

Six different types of wall are compared below. There are changes in their thermal insulation and their typology as well. The properties of each material can be seen in **Annex A4.**

Type 1: Two brick layers + air chamber (without thermal insulation)

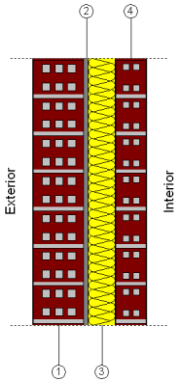


Layers:

1 - **Brick** (1/2 pie LM métrico o catalán 40 mm< G < 50 mm)	11.5 cm
2 - **Cement mortar** (Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1000 < d < 1250)	2 cm
3 - **Not ventilated air camber**	3 cm
4 - **Brick** (Tabicón de LH doble [60 mm < E < 90 mm])	7 cm
Total thickness:	23.5 cm

Energy demand limitation U_m: **1.52 W/m2K**

Type 2: Two brick layers + 6cm rockwool insulation

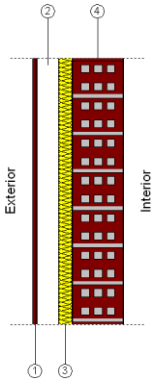


Layers:

1 - **Perforated brick** (Fábrica de ladrillo cerámico perforado cara vista)	11.5 cm
2 - **Cement mortar** (Enfoscado de cemento a buena vista)	1 cm
3 - **Rockwool** (Lana mineral)	6 cm
4 - **Air brick** (Fábrica de ladrillo cerámico hueco)	7 cm
Total thickness:	25.5 cm

Energy demand limitation U_m: **0.45 W/m2K**

Type 3: Ventilated façade (thermal insulation 3 cm)

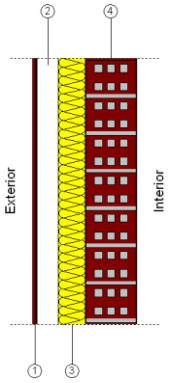


Layers:

1 - **Porcelain stoneware** (Revestimiento de placa de gres porcelánico con grapa vista "TAU CERÁMICA")	0.82 cm
2 - **Very ventilated air chamber**	5 cm
3 - **Rockwool**	3 cm
4 - **Perforated brick**	11.5 cm
Total thickness:	20.32 cm

Energy demand limitation U_m: **0.74 W/m2K**

Type 4: Ventilated façade (thermal insulation 6 cm)

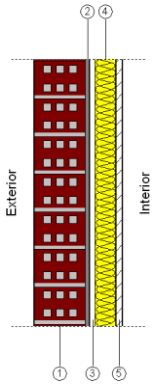


Layers:

1 - **Porcelain stoneware** (Revestimiento de placa de gres porcelánico con grapa vista "TAU CERÁMICA")	0.82 cm
2 - **Very ventilated air chamber**	5 cm
3 - **Rockwool**	6 cm
4 - **Perforated brick**	11.5 cm
Total thickness:	23.32 cm

Energy demand limitation U_m: **0.44 W/m2K**

Type 5: Self-supporting gypsum board wall (thermal insulation 3.5 cm)

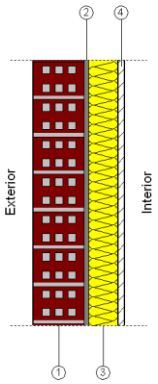


Layers:

1 - **Perforated face brick**	11.5 cm
2 - **Cement mortar**	1 cm
3 - **Separation**	1.3 cm
4 - **Rockwool**	4.5 cm
5 - **Gypsum board**	1.5 cm
Total thickness:	19.8 cm

Energy demand limitation U_m: **0.54 W/m2K**

Type 6: Self-supporting gypsum board wall (thermal insulation 6 cm)



Layers:

1 - **Perforated face brick**	11.5 cm
2 - **Cement mortar**	1 cm
3 - **Rockwool**	6.5 cm
4 - **Gypsum board**	1.5 cm
Total thickness:	20.5 cm

Energy demand limitation U_m: **0.45 W/m2K**

5.3 Comparison of the thermal performance of the walls

Each wall type was calculated with outside temperature -5ºC and temperature +2ºC.
As **Annex A1** probes, energy demand varies almost linearly, that means that two different values are enough in order to calculate energy demand with our temperature range.

See **Annex A5** in order to know the origin of the prices*.

Obtained results:

Type of wall	U (kcal/(h·m²°C))	T outside -5ºC (kcal/h)	T outside +2ºC (kcal/h)	Price Wall (€)*
1	1,31	28057,8	20662,1	14423,93
2	0,39	23232,5	17135,4	16401,11
3	0,64	24724,9	18227,5	31008,3
4	0,38	23314,0	17195,6	31917,33
5	0,47	23986,1	17662,0	14196,81
6	0,39	23431,7	17282,4	14370,43

Table 3 Obtained results with outside temperature -5ºC and +2ºC

*The cost of the whole wall is considered

Interpolation and conversion of the results into (W), energy demand depending on the outside temperature:

Month	Jan.	Febr.	Mar.	Aplil	May	June	July	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.
Avg T (ºC)	1,8	1,8	5,2	9,3	12,8	14,8	17,8	16,7	13,3	9,2	6,0	1,7
Type 1 (W)	24324	24321	20077	15071	10772	8249	4675	5992	10172	15213	19111	24406
Type 2 (W)	20171	20168	16669	12542	8998	6918	3972	5057	8503	12660	15873	20239
Type 3 (W)	21457	21454	17726	13327	9551	7334	4194	5351	9023	13453	16877	21529
Type 4 (W)	20242	20239	16728	12586	9030	6943	3986	5075	8533	12704	15929	20310
Type 5 (W)	20792	20790	17161	12880	9204	7046	3990	5116	8690	13002	16334	20863
Type 6 (W)	20344	20341	16813	12650	9076	6978	4006	5101	8576	12769	16009	20412

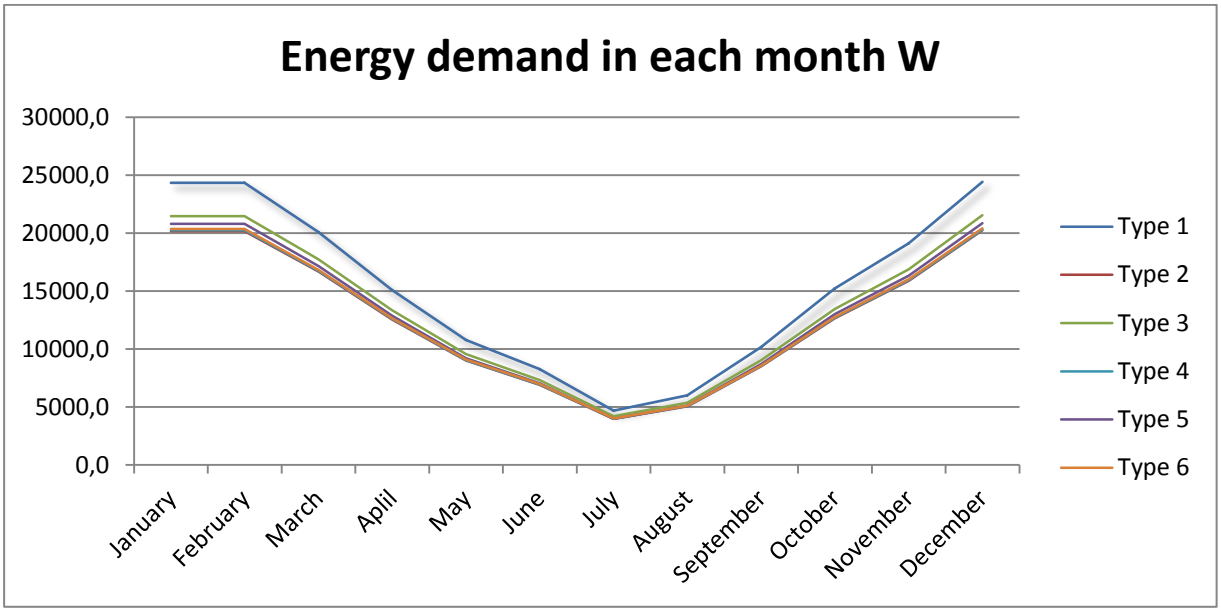
Table 4 Interpolation of the results in order to obtain energy demand of each month

Yearly energy consumption **(kWh)***:

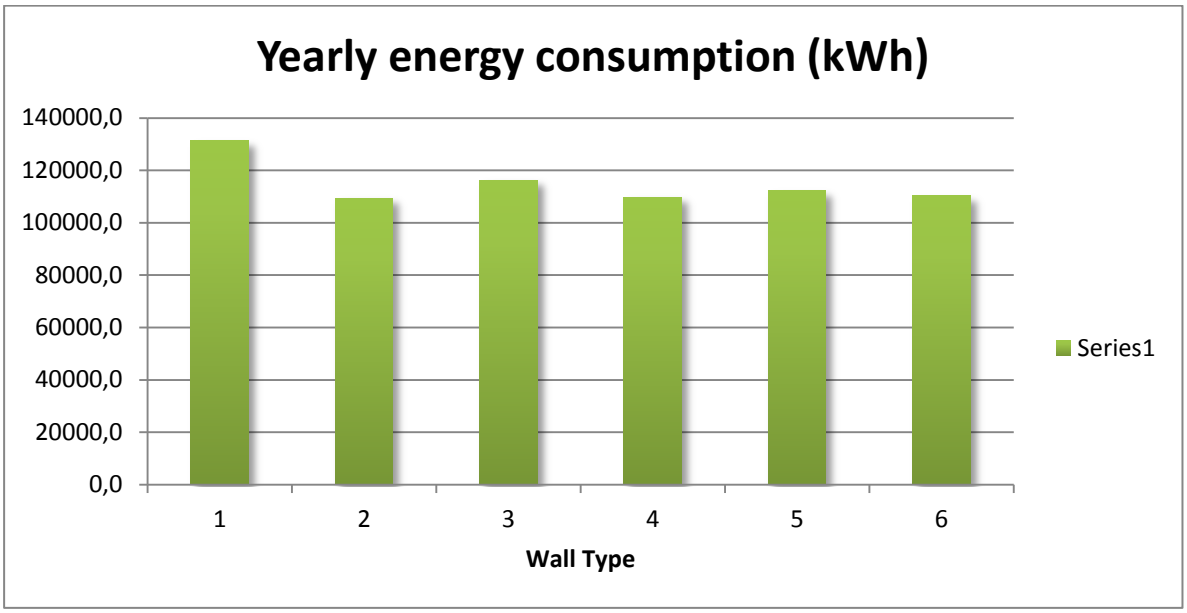
Type 1	131319,1
Type 2	109279,0
Type 3	116123,0
Type 4	109664,2
Type 5	112228,7
Type 6	110217,6

Table 5 Yearly energy consumption

*Calculated considering energy consumption 24 a day, 30 days a month. The sum of all the months.



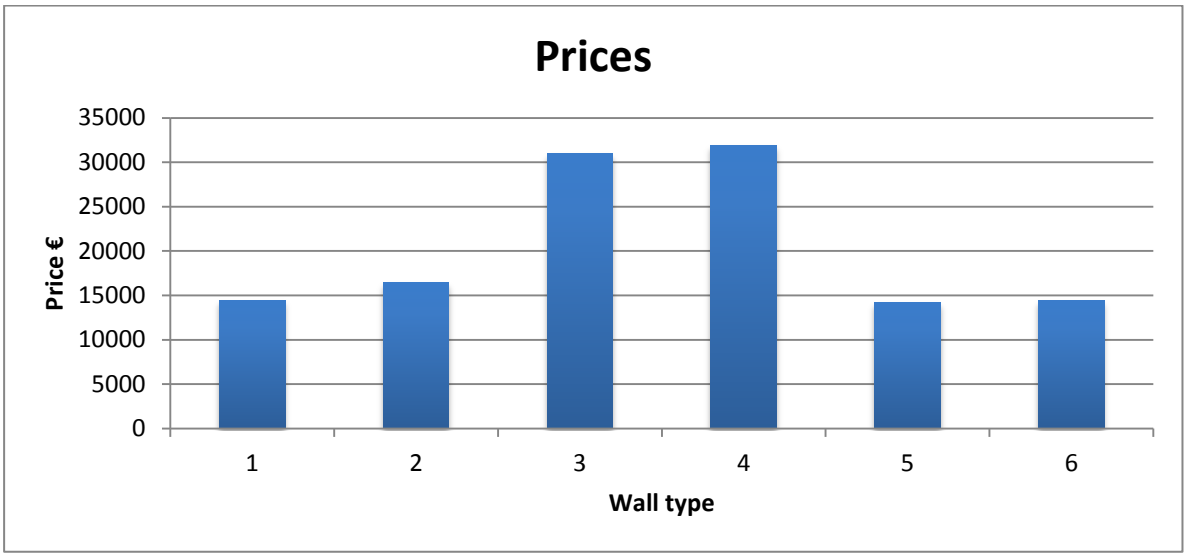
Graph 2 Energy demand in each month depending on the wall type



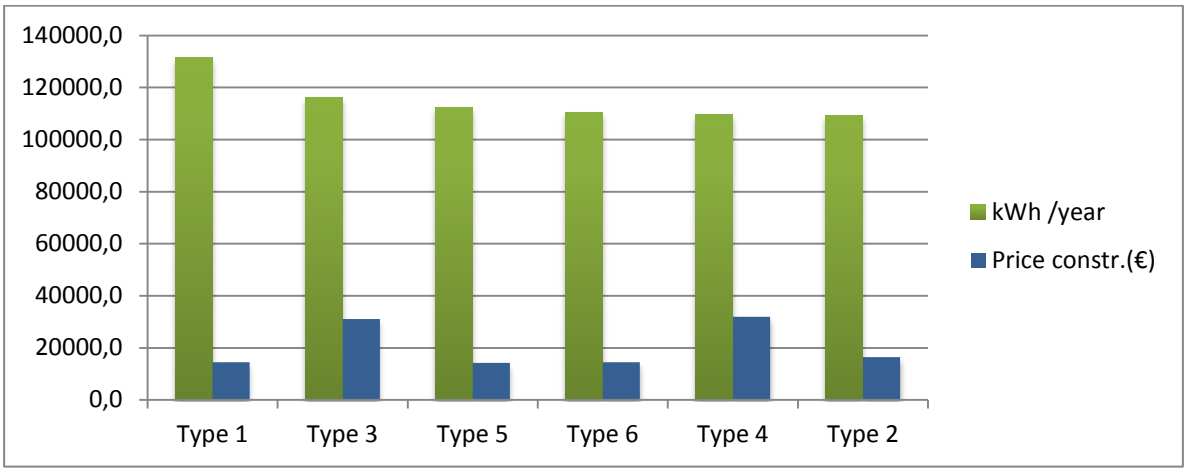
Graph 3 Yearly energy consumption depending on the wall type

5.4 Comparison of the wall costs

The walls have different typology, so the variation of the prices is not only due to thermal insulation properties but also the final appearance and architectural design. The choice of the wall type will be based on its performance (thermal conductivity).



Graph 4 wall prices



Graph 5 Wall prices and yearly consumption

In the following table construction prices and energy saving are compared

Types	Yearly energy demand kWh / year	Prices construction (€)	% kWh/year savings (with regard to Type1)	kWh yearly savings (with regard to Type1)	% price increase (with regard to type 1)	Price increase (€) (with regard to Type 1)
Type 1	131319,1	14423,93	0,0%	0,0	0,00%	0
Type 2	109279,0	16401,11	16,8%	22040,1	13,71%	1977,18
Type 3	116123,0	31008,3	11,6%	15196,2	114,98%	16584,37
Type 4	109664,2	31917,33	16,5%	21655,0	121,28%	17493,4
Type 5	112228,7	14196,81	14,5%	19090,4	-1,57%	-227,12
Type 6	110217,6	14370,43	16,1%	21101,6	-0,37%	-53,5

Table 6 Energy savings (Walls)

In the following table an estimative consideration is made. Costs of construction and energy consumption are calculated, assuming that electricity price per kWh is 0.25€ and the house has a heat pump system installed with a COP (Coefficient Of Performance) 1 and 3:

With **COP = 1**

Type	Price construction (€)	Yearly energy consumption kWh / COP	Total 1 year (€)	Total 10 years (€)	Total 20 years (€)	Total 30 years (€)
Type 1	14423,93	131319,14	47253,72	342721,78	671019,64	999317,49
Type 2	16401,11	109279,00	43720,86	289598,60	562796,09	835993,58
Type 3	31008,3	116122,98	60039,05	321315,76	611623,21	901930,67
Type 4	31917,33	109664,16	59333,37	306077,72	580238,11	854398,49
Type 5	14196,81	112228,71	42253,99	294768,59	575340,38	855912,16
Type 6	14370,43	110217,56	41924,82	289914,33	565458,22	841002,12
COP =	1	kWh Price =	0,25			

Table 7 Estimative yearly energy consumption COP=1

With **COP = 3**

	Price construction (€)	Yearly energy consumption kWh / COP	Total 1 year (€)	Total 10 years (€)	Total 20 years (€)	Total 30 years (€)
Type 1	14423,93	43773,05	25367,19	123856,55	233289,17	342721,78
Type 2	16401,11	36426,33	25507,69	107466,94	198532,77	289598,60
Type 3	31008,3	38707,66	40685,22	127777,45	224546,60	321315,76
Type 4	31917,33	36554,72	41056,01	123304,13	214690,92	306077,72
Type 5	14196,81	37409,57	23549,20	107720,74	201244,67	294768,59
Type 6	14370,43	36739,19	23555,23	106218,40	198066,36	289914,33
COP =	3	kWh Price =	0,25			

Table 8 Estimative yearly energy consumption COP=3

As we can see, the greater is the electricity consumption the smaller is the construction price influence. The walls with better thermal performance and best price ranges are **Type 2** and **Type 6**.

The final choice is to use wall **Type 2** for this example house because its construction is more reliable because is formed by 2 brick layers which increase its resistance and improves how the wall behaves in terms of noise and humidity.

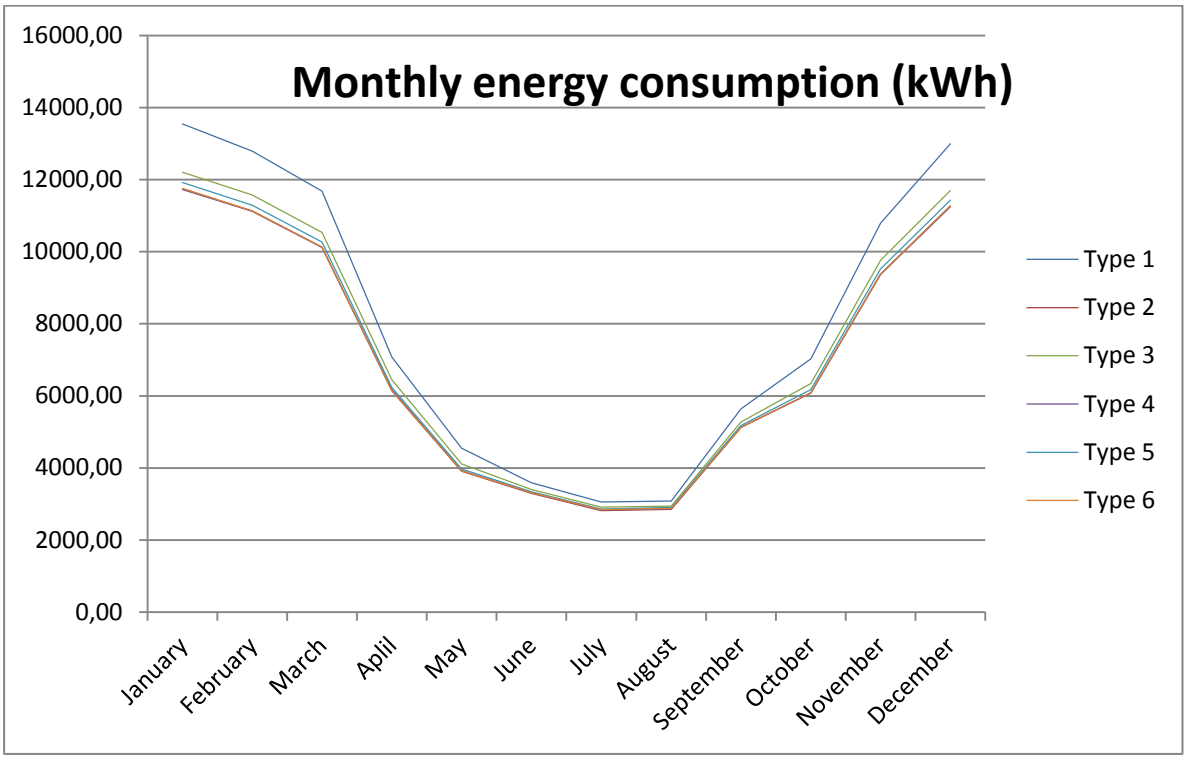
5.5 Energy demand according to EnergyPlus

In this section energy demands are calculated again but using EnergyPlus system. This system is developed by U.S Department of Energy in order to calculate in depth the energy demands of a building considering its occupation, ventilation, illumination… See **Annex A3** for a more detailed description. See **Annex B2** for complete informs of each wall obtained with EnergyPlus.

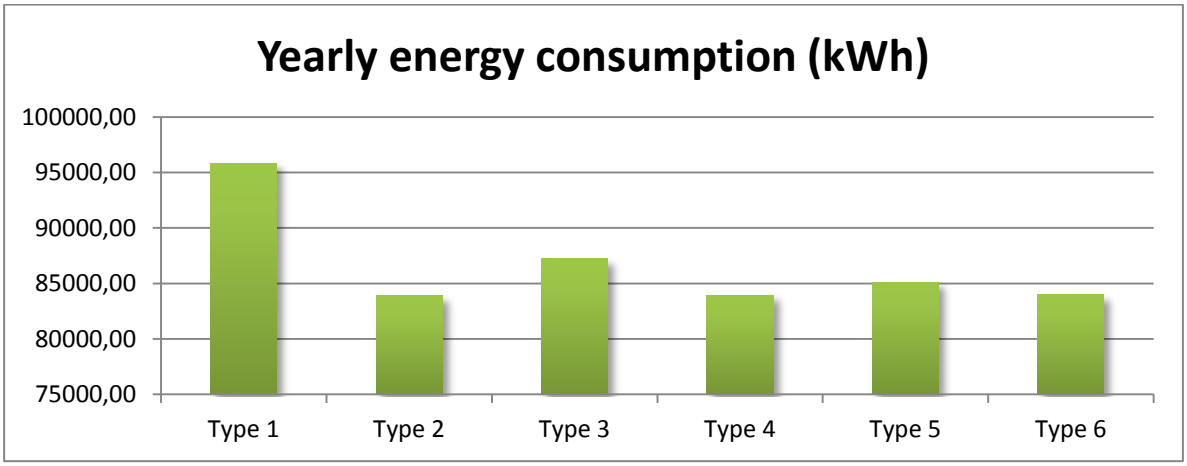
The obtained results are:

	Type 1	Type 2	Type 3	Type 4	Type 5	Type 6
U	1,31	0,39	0,64	0,38	0,47	0,39
January	13543,581	11751,599	12206,797	11728,551	11921,578	11751,599
February	12791,64	11129,303	11575,858	11120,66	11287,758	11126,422
March	11682,455	10123,834	10535,817	10118,072	10270,765	10123,834
Aplil	7078,617	6145,173	6444,797	6171,102	6234,484	6142,292
May	4546,218	3909,517	4111,187	3929,684	3975,78	3915,279
June	3592,607	3292,983	3405,342	3310,269	3339,079	3310,269
July	3056,741	2820,499	2912,691	2837,785	2863,714	2840,666
August	3082,67	2852,19	2944,382	2866,595	2904,048	2881
September	5643,879	5122,418	5275,111	5131,061	5177,157	5128,18
October	7023,878	6084,672	6338,2	6078,91	6176,864	6084,672
November	10795,107	9383,417	9757,947	9371,893	9521,705	9383,417
December	12996,191	11267,591	11699,741	11244,543	11431,808	11267,591
Yearly energy demand (kWh)	95833,584	83883,196	87207,87	83909,125	85104,74	83955,221

Table 9 Energylus results (Walls)

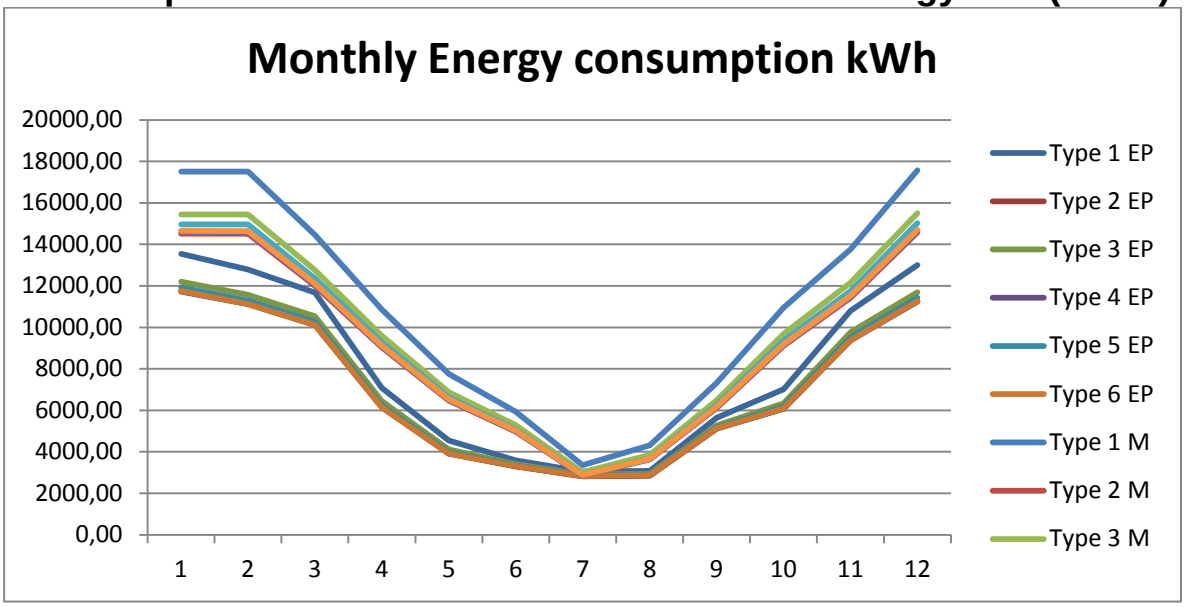


Graph 6 EnergyPlus Monthly energy consumption

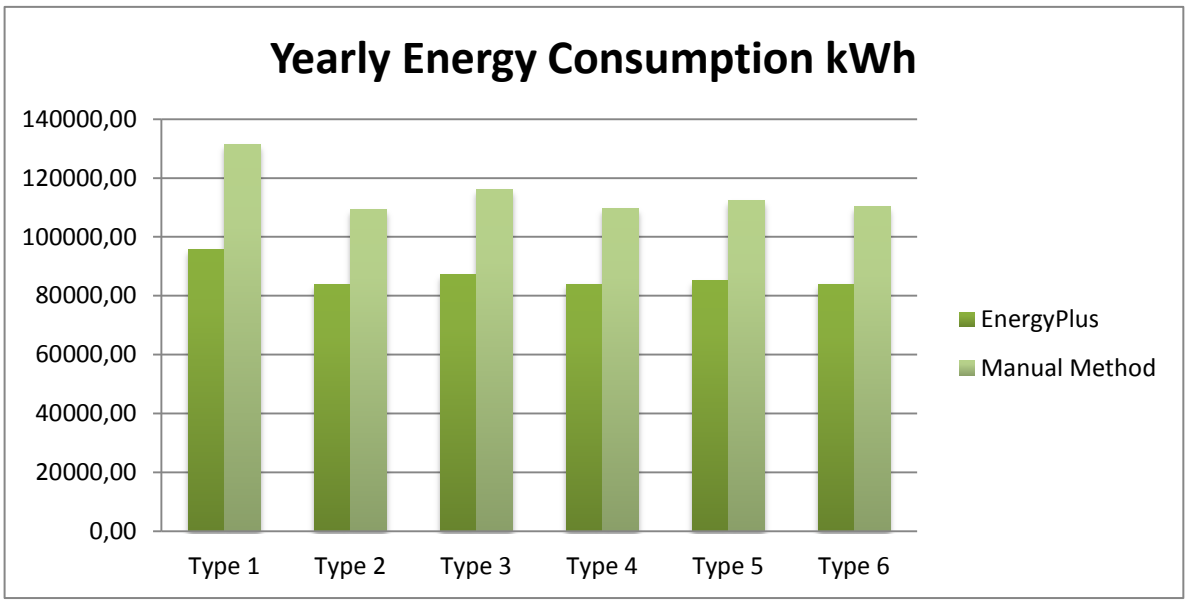


Graph 7 Yearly energy consumption with EnergyPlus

5.6 Comparison between manual method and EnergyPlus (Walls)



Graph 8 Comparison: Monthly energy consumption



Graph 9 Comparison: Yearly energy consumption

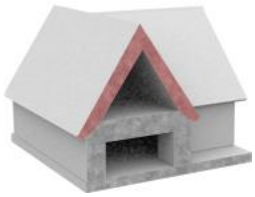
As we can see, EnergyPlus' results are slightly lower due to the fact that it considers more factors for it calculations. In the following table both method are compared numerically:

	EnergyPlus yearly kWh	Manual method yearly kWh	kWh increace	% increace
Type 1	95833,58	131319,14	35485,56	37%
Type 2	83883,20	109279,00	25395,80	30%
Type 3	87207,87	116122,98	28915,11	33%
Type 4	83909,13	109664,16	25755,03	31%
Type 5	85104,74	112228,71	27123,97	32%
Type 6	83955,22	110217,56	26262,34	31%

Table 10 Numerical comparison

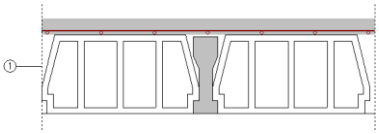
As an average there is a **32%** increase in energy consumption with the manual method.

5.7 Analysis of roof types



Five different types of roof are compared down below. Unlike the comparison of the walls, the roof comparison is made on the same typology changing the thickness of the insulation material. In **Annex A4** the properties of the different materials are described.

Type 1: One-way spanning slab (without any insulation)



Layers:

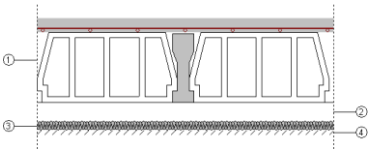
1 - **One-way spanning slab** (Forjado unidireccional 25+5 cm (Bovedilla de hormigón))	30 cm
Total thickness:	30 cm

Energy demand limitation

U_c Cooling: 2.05 kcal/(h·m²°C)

U_c Heating: **2.86 W/m2K**

Type 2: One-way spanning slab + insulation (3 cm Rockwool)



Layers:

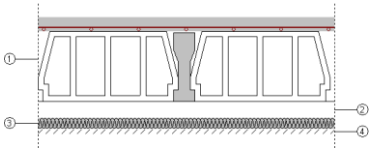
1 - **One-way spanning slab** (Forjado unidireccional 25+5 cm (Bovedilla de hormigón))	30 cm
2 - **Not ventilated air chamber**	7 cm
3 - **Rockwool**	3 cm
4 - **Gypsum board**	1.6 cm
5 - **Paint**	---
Total thickness:	41.6 cm

Energy demand limitation U

U_c Cooling: 0.57 kcal/(h·m²°C)

U_c Heating: **0.69 W/m2K**

Type 3: One-way spanning slab + insulation (4 cm Rockwool)



Layers:

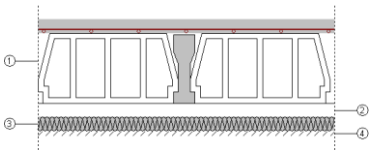
1 - **One-way spanning slab** (Forjado unidireccional 25+5 cm (Bovedilla de hormigón))	30 cm
2 - **Not ventilated air chamber**	6 cm
3 - **Rockwool**	4 cm
4 - **Gypsum board**	1.6 cm
5 - **Paint**	---
Total thickness:	41.6 cm

Energy demand limitation U

U_c Cooling: 0.48 kcal/(h·m²°C)

U_c Heating: **0.58 W/m2K**

Type 4: One-way spanning slab + insulation (5 cm Rockwool)



Layers:

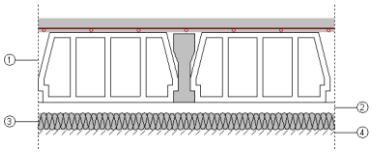
1 - **One-way spanning slab** (Forjado unidireccional 25+5 cm (Bovedilla de hormigón))	30 cm
2 - **Not ventilated air chamber**	5 cm
3 - **Rockwool**	5 cm
4 - **Gypsum board**	1.6 cm
5 - **Paint**	---
Total thickness:	41.6 cm

Energy demand limitation U

U_c Cooling: 0.41 kcal/(h·m²°C)

U_c Heating: **0.5 W/m2K**

Type 5: One-way spanning slab + insulation (6 cm Rockwool)



Layers:

1 - **One-way spanning slab** (Forjado unidireccional 25+5 cm (Bovedilla de hormigón))	30 cm
2 - **Not ventilated air chamber**	4 cm
3 - **Rockwool**	6 cm
4 - **Gypsum board**	1.6 cm
5 - **Paint**	---
Total thickness	41.6 cm

Energy demand limitation U

U_c Cooling: 0.36 kcal/(h·m²°C)

U_c Heating: **0.44 W/m2K**

5.8 Comparison of the thermal performance or the roofs

Having decided the type of wall (Type2), type of roof should be chosen. The following results were obtained using CYPECAD MEP (see **Annex A2**) with outside temperatures -5ºC and +2ºC and with walls composed according to Wall Type 2. After that an interpolation for Oldenburg's monthly temperatures is possible (see **Annex A1**).

Type	U (W/m2K)	T outside -5 (kcal/h)	T outside 2 (kcal/h)	Price of insulation (structure not included)
1	2,86	23232,5	17135,4	- €
2	0,70	12464,4	9266,4	1.217,91 €
3	0,58	11891,7	8847,9	1.357,95 €
4	0,50	11490,8	8554,9	1.542,55 €
5	0,44	11204,4	8345,6	1.886,28 €

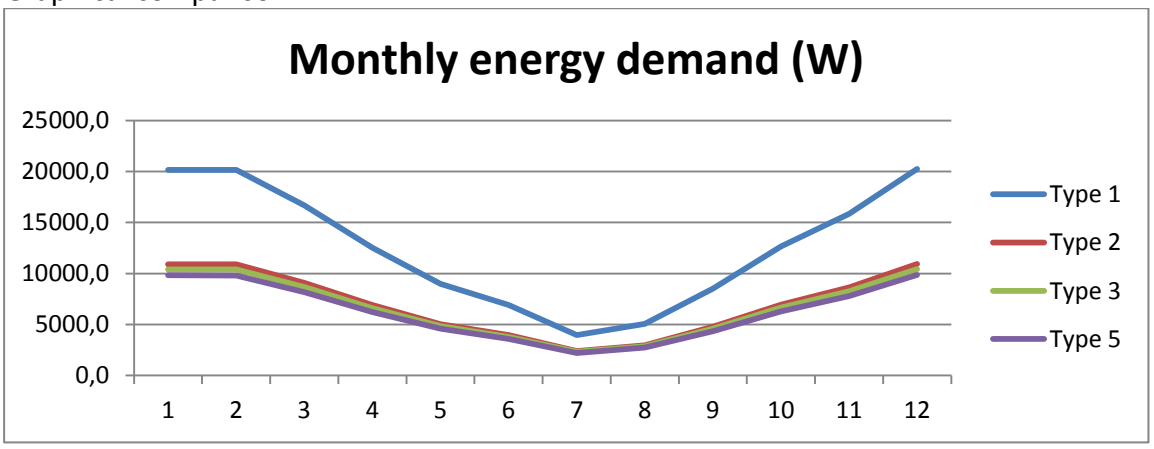
Table 11 Roofs: Obtained results with outside temperature -5 and +2ºC

Interpolation to Oldenburg temperatures (temperatures obtained in **Annex A0):**

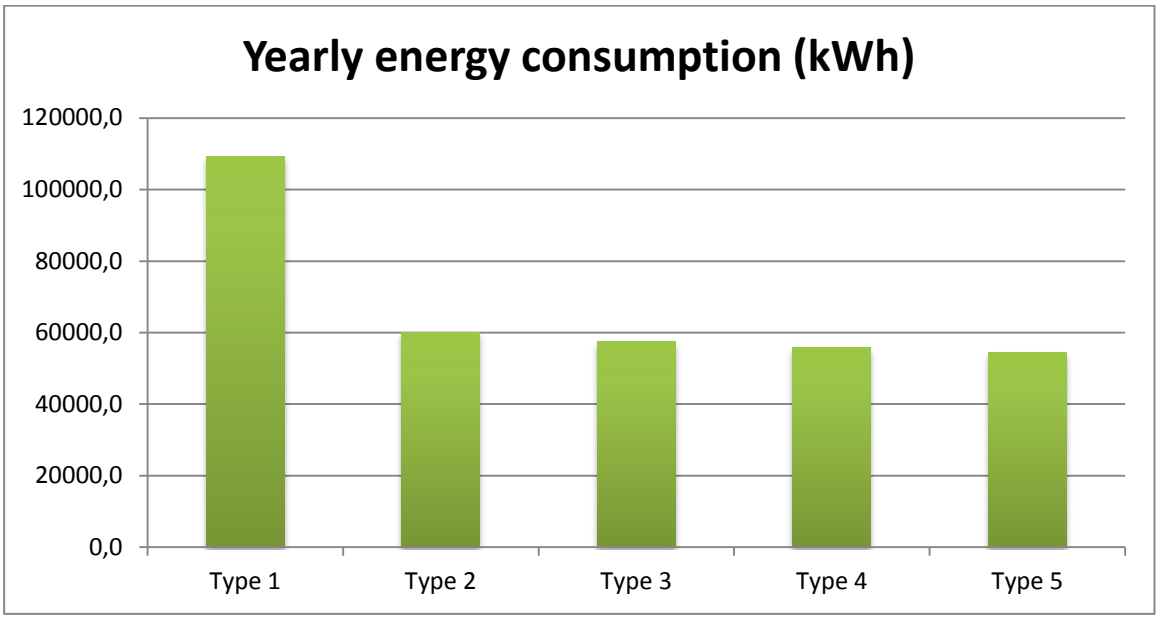
Month	Avg T OLD (ºC)	Type 1 (W)	Type 2 (W)	Type 3 (W)	Type 4 (W)	Type 5 (W)
January	1,8	20171,4	10904,2	10411,3	10066,3	9819,8
February	1,8	20168,9	10902,9	10410,1	10065,1	9818,6
March	5,2	16669,9	9067,6	8663,3	8380,2	8178,0
Aplil	9,3	12542,7	6902,8	6602,9	6392,9	6242,8
May	12,8	8998,7	5044,0	4833,7	4686,3	4581,1
June	14,8	6918,5	3952,9	3795,2	3684,7	3605,8
July	17,8	3972,1	2407,5	2324,3	2265,9	2224,3
August	16,7	5057,8	2976,9	2866,3	2788,7	2733,3
September	13,3	8503,8	4784,4	4586,6	4448,0	4349,1
October	9,2	12660,2	6964,5	6661,6	6449,5	6297,9
November	6,0	15873,2	8649,7	8265,6	7996,6	7804,4
December	1,7	20239,1	10939,7	10445,1	10098,9	9851,5
Per year (kWh)		**109279,0**	**60117,9**	**57503,5**	**55672,5**	**54364,8**

Table 12 Interpolation of the data

Graphical comparison:



Graph 10 Monthly energy demand



Graph 11 Yearly energy conmsumption

5.9 Comparison of the roof costs

In the following table an estimative consideration is made. Costs of construction and energy consumption are calculated, assuming that electricity price per kWh is 0.25€ and the house has a heat pump system installed with a COP (Coefficient Of Performance) 1 and 3:

1kWh = 0.25€ COP = 1						
Roof Type	(€) Price construction	(kWh) Yearly energy consumption / COP	(€) Total price 1 year	(€) Total price 10 years	(€) Total price 20 years	(€) Total price 30 years
1	- €	109279,0	27.319,75€	273.197,49 €	546.394,98 €	819.592,47 €
2	1.217,91 €	60117,9	16.247,38 €	151.512,66 €	301.807,41 €	452.102,15 €
3	1.357,95 €	57503,5	15.733,83 €	145.116,73 €	288.875,51 €	432.634,29 €
4	1.542,55 €	55672,5	15.460,68 €	140.723,86 €	279.905,18 €	419.086,49 €
5	1.886,28 €	54364,8	15.477,49 €	137.798,35 €	273.710,43 €	409.622,50 €

Graph 12 Estimative comparison COP=1

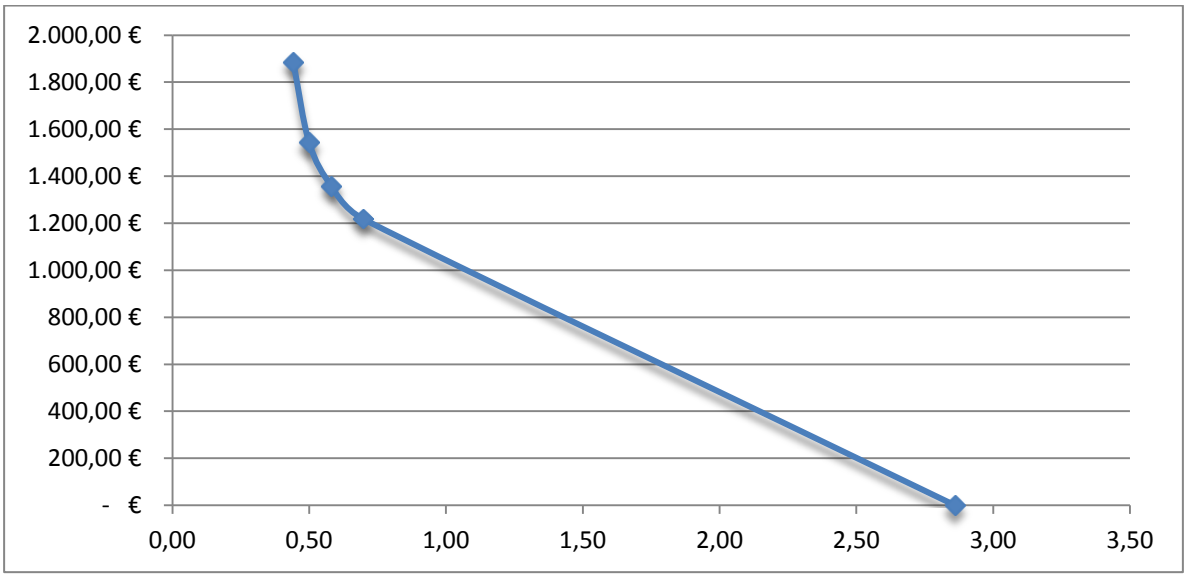
1kWh = 0.25€ COP = 3						
Roof Type	(€) Price construction	(kWh) Yearly energy consumption / COP	(€) Total price 1 year	(€) Total price 10 years	(€) Total price 20 years	(€) Total price 30 years
1	- €	36426,3	9.106,58 €	91.065,83 €	182.131,66 €	273.197,49 €
2	1.217,91 €	20039,3	6.227,73 €	51.316,16 €	101.414,41 €	151.512,66 €
3	1.357,95 €	19167,8	6.149,91 €	49.277,54 €	97.197,14 €	145.116,73 €
4	1.542,55 €	18557,5	6.181,93 €	47.936,32 €	94.330,09 €	140.723,86 €
5	1.886,28 €	18121,6	6.416,68 €	47.190,30 €	92.494,33 €	137.798,35 €

Graph 13 Estimative comparison COP=3

Once performance and price are analyzed, the best considered option is **Roof Type 5**.
Unlike the wall prices, were the prices included the whole wall (structure and insulation), the roof prices include only insulation. That means that a better evolution of insulation can be made. The costs are obtained like describes **Annex A5**.
Graphical comparison:

Graph 14 Comparison of the prices

In the following graph the increment of the price along the decrease of U factor (W/m2K) can be seen:



Graph 15 Price evolution with better thermal transmittance

In this graph we see an exponential price increase which means that at some point it makes no sense to invest more money in insulation because the performance of the roof will not improve significantly.

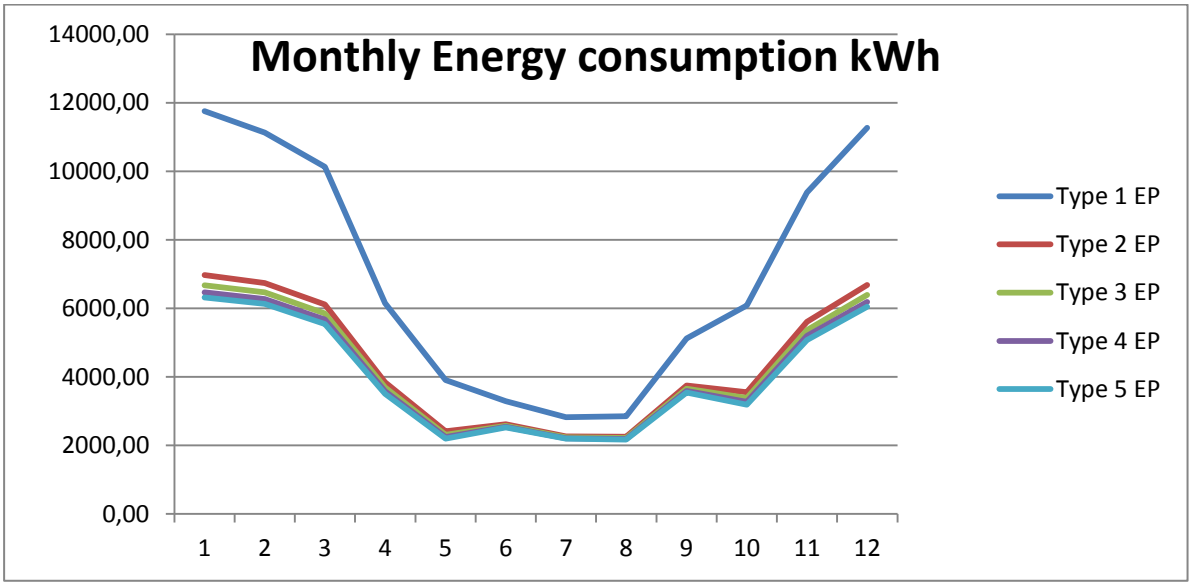
5.10 Energy demand of the roof according to EnergyPlus

EnergyPlus system is described in **Annex A3.**

The following results were obtained by this software: (see Annex B3 for complete EnergyPlus informs)

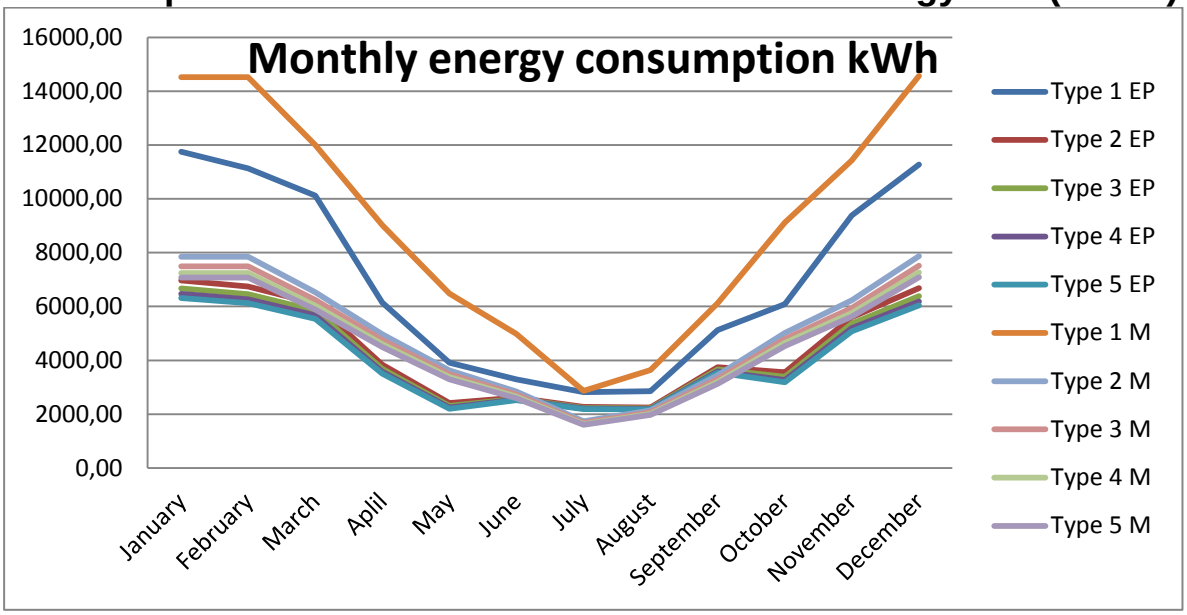
Months	Type 1 kWh	Type 2 kWh	Type 3 kWh	Type 4 kWh	Type 5 kWh
U (W/m2K)	2,86	0,69	0,58	0,5	0,44
January	11751,6	6972,0	6673,8	6465,0	6315,8
February	11129,3	6741,5	6461,9	6266,2	6126,4
March	10123,8	6107,7	5851,8	5672,7	5544,7
Aplil	6145,2	3840,4	3687,8	3581,1	3504,8
May	3909,5	2408,5	2311,9	2244,3	2196,0
June	3293,0	2615,9	2573,6	2543,9	2522,7
July	2820,5	2267,3	2233,5	2209,7	2192,8
August	2852,2	2250,1	2214,5	2189,6	2171,8
September	5122,4	3748,2	3656,7	3592,6	3546,8
October	6084,7	3552,3	3386,2	3269,9	3186,9
November	9383,4	5606,4	5364,1	5194,4	5073,3
December	11267,6	6681,0	6391,2	6188,4	6043,5
Yearly energy demand (kWh)	83885,7	52792,0	50807,4	49418,2	48425,9

Table 13 EnergyPlus results

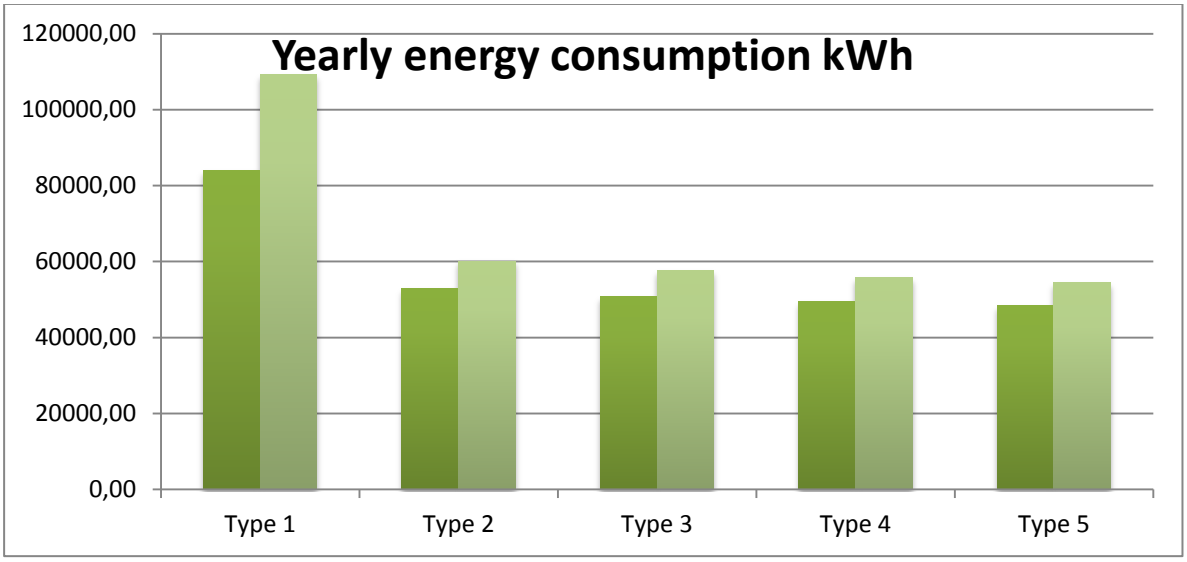


Graph 16 EnergyPlus monthly energy consumption

5.11 Comparison between manual method and EnergyPlus (Roofs)



Graph 17 Comparison beween manual method and EnergyPlus



Graph 18 Comparison yearly energy consumption

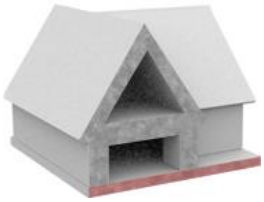
Now, when energy consumption is lower, the difference between the two methods is also lower.

	EnergyPlus Yearly Energy demand kWh	Manual method Yearly energy demand kWh	Increace kWh	Increace %
Type 1	83885,66	109279,0	25393,34	30%
Type 2	52792,04	60117,9	7325,86	14%
Type 3	50807,44	57503,5	6696,07	13%
Type 4	49418,22	55672,5	6254,30	13%
Type 5	48425,92	54364,8	5938,91	12%

Graph 19 Numerical comparison

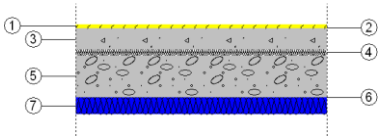
As an average, EnergyPlus has **16%** less energy consumption than manual method.

5.12 Analysis of concrete decks



Three different types of concrete deck are compared down below.

Type 1: Concrete deck + insulation (4 cm extruded polystyrene)

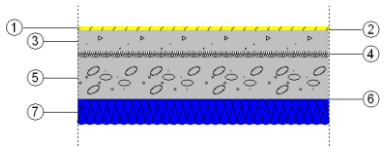


Layers:

1 -	**Laminate flooring**	0.7 cm
2 -	**High density polystyrene scheet**	0.3 cm
3 -	**Self-leveling mortar**	5 cm
4 -	**Expanded polystyrene** (Panel portatubos aislante de poliestireno expandido (EPS), "UPONOR IBERIA")	1.3 cm
5 -	**Concrete deck (mass concrete)**	10 cm
6 -	**Polytyrene film**	0.02 cm
7 -	**Extruded polyterene**	4 cm
Total thickness:		21.32 cm

Energy demand limitation U **0.29 W/m2K**

Type 2: Concrete deck + insulation (6 cm extruded polystyrene)

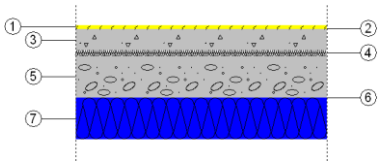


Layers:

1 -	**Laminate flooring**	0.7 cm
2 -	**High density polystyrene scheet**	0.3 cm
3 -	**Self-leveling mortar**	5 cm
4 -	**Expanded polystyrene** (Panel portatubos aislante de poliestireno expandido (EPS), "UPONOR IBERIA")	1.3 cm
5 -	**Concrete deck (mass concrete)**	10 cm
6 -	**Polytyrene film**	0.02 cm
7 -	**Extruded polyterene**	6 cm
Total thickness:		23.32 cm

Energy demand limitation U: **0.24 W/m2K**

Type 3: Concrete deck + insulation (10 cm extruded polystyrene)



Layers:

1 -	**Laminate flooring**	0.7 cm
2 -	**High density polystyrene scheet**	0.3 cm
3 -	**Self-leveling mortar**	5 cm
4 -	**Expanded polystyrene** (Panel portatubos aislante de poliestireno expandido (EPS), "UPONOR IBERIA")	1.3 cm
5 -	**Concrete deck (mass concrete)**	10 cm
6 -	**Polytyrene film**	0.02 cm
7 -	**Extruded polyterene**	10 cm
Total thickness:		27.32 cm

Energy demand limitation U: **0.18 W/m2K**

The parameters for walls are the ones defined like **Wall Type 2** and for roofs defined like **Roof Type 5**

5.13 Comparison of the thermal performance of concrete decks

Obtained data:

Type	U (W/m2K)	T outside -5 (kcal/h)	T outside 2 (kcal/h)	(€) Price of insulation (C.deck not included)
Type 1	0,29	11204,4	8345,6	2.592,75 €
Type 2	0,24	11085,1	8232,8	3.421,46 €
Type 3	0,18	10966,7	8114,3	5.078,90 €

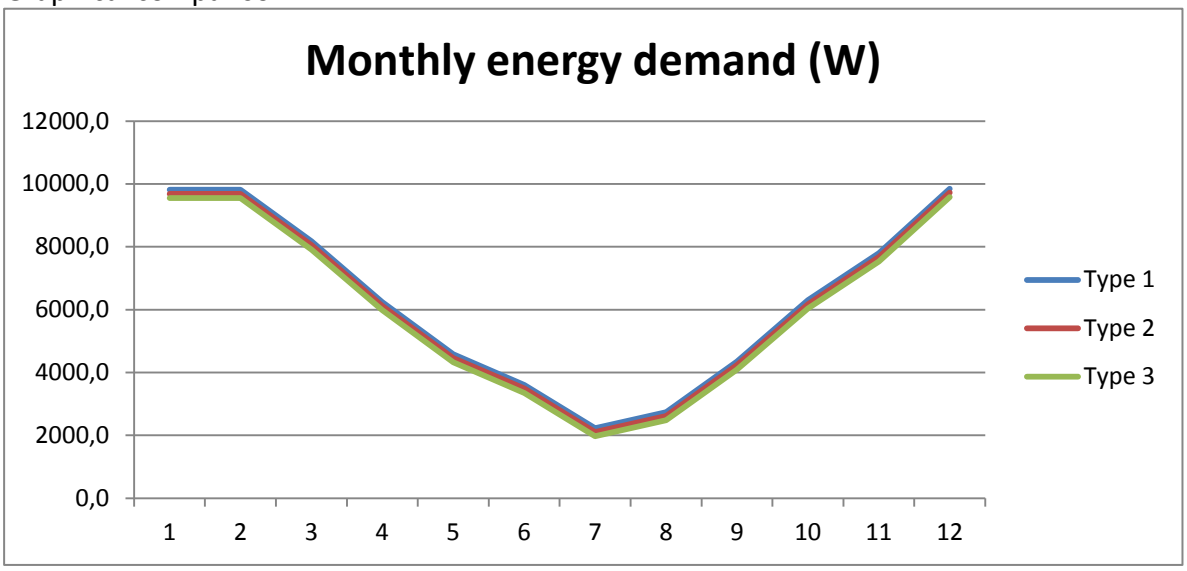
Table 14 Obtained data with outside temperatures -5 and +2ºC

Interpolated data:

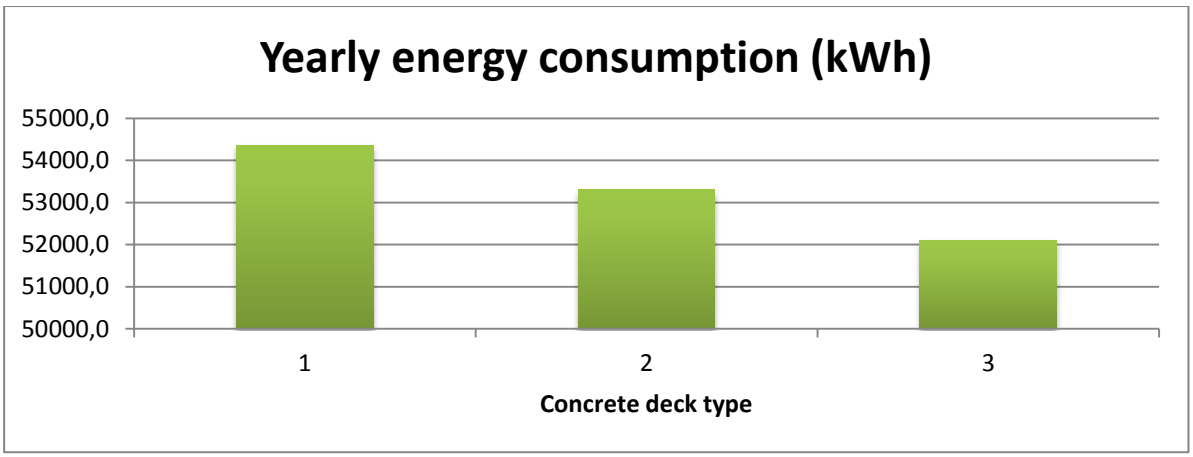
Month	Avg T OLD (ºC)	Type 1 (W)	Type 2 (W)	Type 3 (W)
January	1,8	9819,8	9688,3	9550,6
February	1,8	9818,6	9687,2	9549,4
March	5,2	8178,0	8050,3	7912,5
Aplil	9,3	6242,8	6119,5	5981,6
May	12,8	4581,1	4461,6	4323,6
June	14,8	3605,8	3488,5	3350,5
July	17,8	2224,3	2110,1	1972,1
August	16,7	2733,3	2618,0	2480,0
September	13,3	4349,1	4230,1	4092,1
October	9,2	6297,9	6174,5	6036,6
November	6,0	7804,4	7677,6	7539,7
December	1,7	9851,5	9720,0	9582,2
	Per year (kWh)	**54364,8**	**53298,6**	**52107,1**

Table 15 Interpolated data

Graphical comparison:

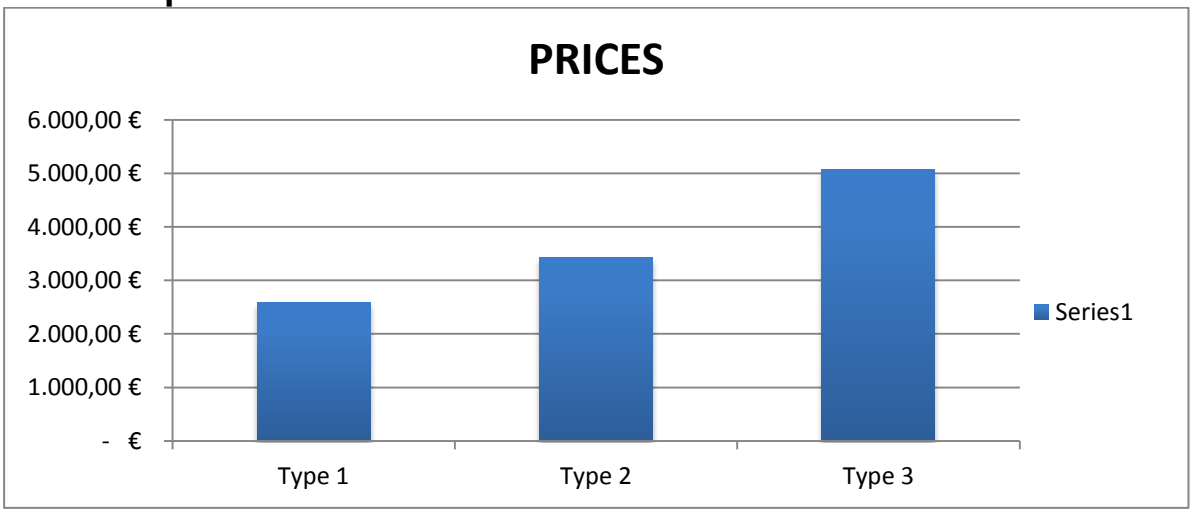


Graph 20 Monthly energy demand comparison



Graph 21 Yearrly energy consumption comparison

5.14 Comparison of concrete desk costs



Graph 22 Comparison of the concrete deck costs

Type	Price construction	Increace price (wih regard to previous type)	Yearly Energy consumption kWh	Energy savings (with regard to previous))	%price increace	% Energy demand
Type 1	2.592,75 €	-	54364,8	-	-	-
Type 2	3.421,46 €	828,71 €	53298,6	1066,2	32%	-2%
Type 3	5.078,90 €	1.657,44 €	52107,1	1191,5	48%	-2%

Table 16 Comparison of the concrete dech costs

In the following table an estimative consideration is made. Costs of construction and energy consumption are calculated, assuming that electricity price per kWh is 0.25€ and the house has a heat pump system installed with a COP (Coefficient Of Performance) 1 and 3:

1kWh = 0,25 €	**COP = 1**					
Type	(€)Price construction	kWh Yearly energy consumption / COP	(€)Total price 1 year	(€) Total price 10 years	(€) Total price 20 years	(€) Total price 30 years
Type 1	2.592,75 €	54364,8	16.183,96 €	138.504,82 €	274.416,90 €	410.328,97 €
Type 2	3.421,46 €	53298,6	16.746,11 €	136.667,98 €	269.914,51 €	403.161,03 €
Type 3	5.078,90 €	52107,1	18.105,67 €	135.346,57 €	265.614,23 €	395.881,90 €

Table 17 Estimative energy consumption comparison COP=1

1kWh = 0,25 €	**COP = 3**					
Type	(€)Price construction	kWh Yearly energy consumption / COP	(€)Total price 1 year	(€) Total price 10 years	(€) Total price 20 years	(€) Total price 30 years
Type 1	2.592,75 €	18121,6	7.123,15 €	47.896,77 €	93.200,80 €	138.504,82 €
Type 2	3.421,46 €	17766,2	7.863,01 €	47.836,97 €	92.252,48 €	136.667,98 €
Type 3	5.078,90 €	17369,0	9.421,16 €	48.501,46 €	91.924,01 €	135.346,57 €

Table 18 Estimative energy consumption comparison COP=3

Once performance and price are analyzed, the best option is **Concrete desk Type 3**.

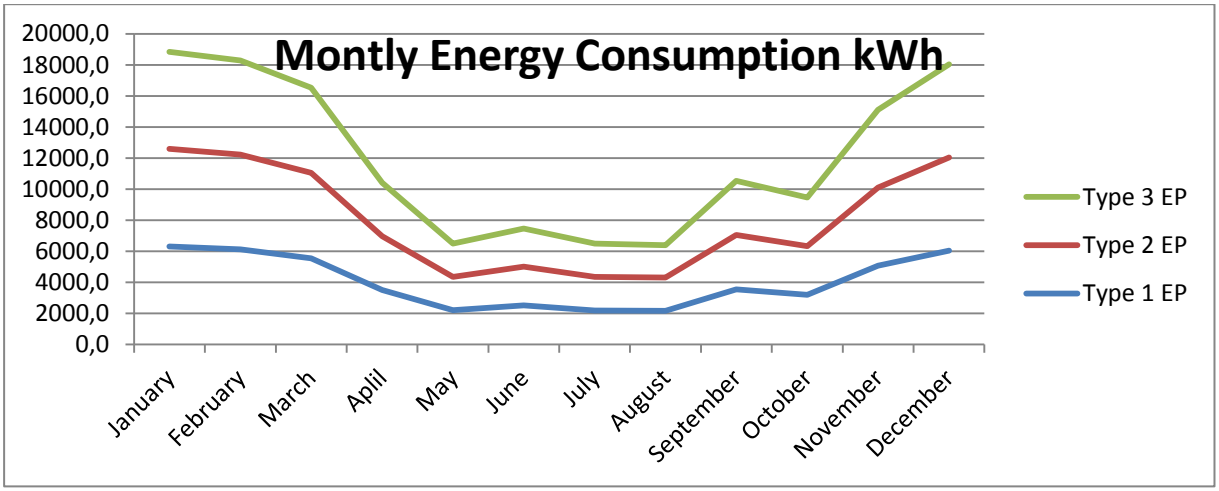
5.15 Energy demand according to EnergyPlus

Obtained data:

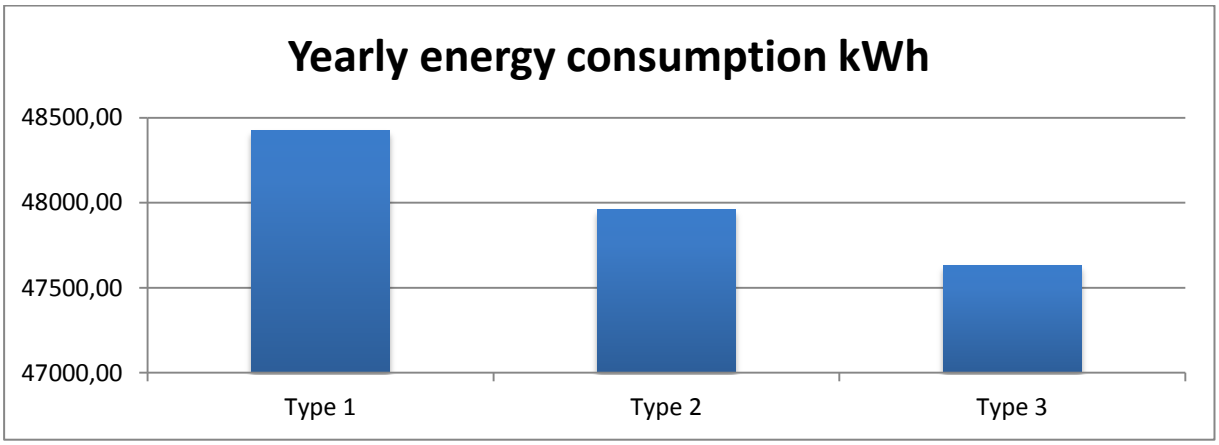
Months	**Type 1**	**Type 2**	**Type 3**
U (W/m2K)	**0,29**	**0,24**	**0,18**
January	6315,82988	6271,937	6248,889
February	6126,36176	6087,553	6070,267
March	5544,73871	5502,71	5479,662
Aplil	3504,82124	3465,843	3437,033
May	2195,99988	2160,75	2131,94
June	2522,73918	2489,184	2457,493
July	2192,77994	2160,75	2129,059
August	2171,76559	2131,94	2094,487
September	3546,84994	3509,058	3477,367

October	3186,89441	3146,052	3117,242
November	5073,27153	5033,107	5007,178
December	6043,49065	6001,123	5980,956
Yearly energy demand (kWh)	**48425,5427**	**47960,007**	**47631,573**

Table 19 Data from EnergyPlus



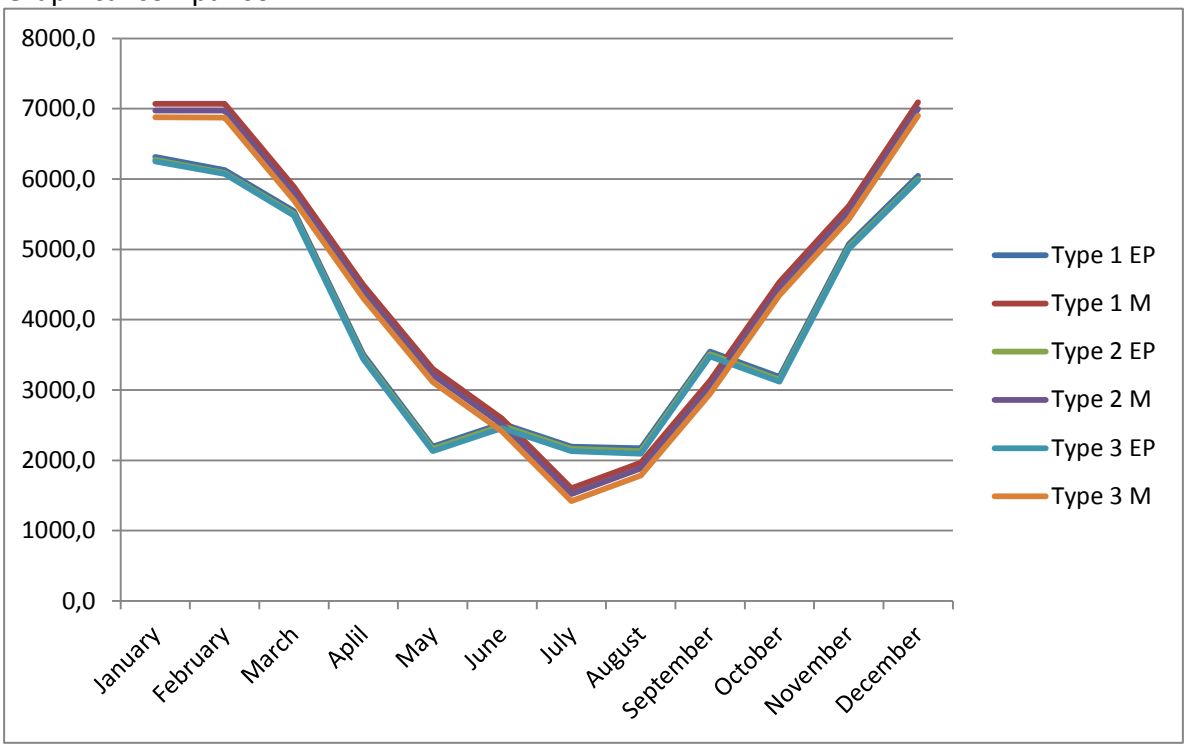
Graph 23 EnergyPlus monthly energy consumption



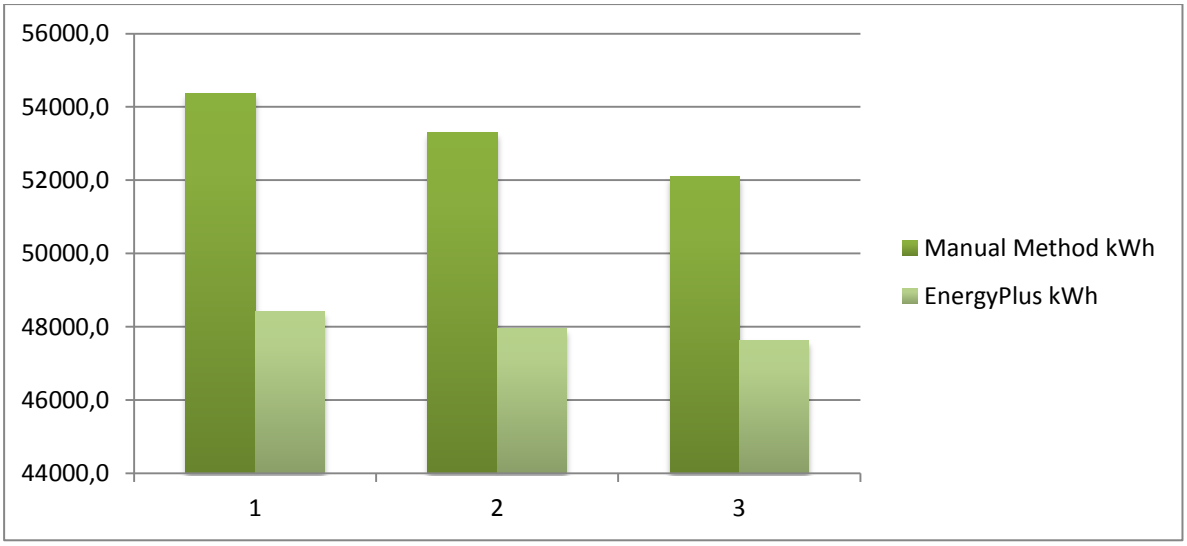
Graph 24 EnergyPlus yearly energy consumption

5.16 Comparison between manual method y EnergyPlus

Graphical comparison:



Graph 25 Comparison between manual method and EnergyPlus



Graph 26 comparison between manual method and EnergyPlus

	EnergyPlus Yearly Energy demand kWh	Manual method Yearly energy demand kWh	Increace kWh	Increace %
Type 1	48425,54	54364,8	5939,29	12%
Type 2	47960,01	53298,6	5338,60	11%
Type 3	47631,57	52107,1	4475,49	9%

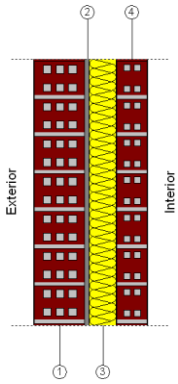
Table 20 comparison between manual method and EnergyPlus

As an average, EnergyPlus has **11%** less energy consumption than manual method.

6 Final results

6.1 Type of wall chosen

Type 2: Two brick layers + 6cm rockwool insulation



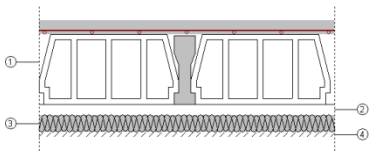
Layers:

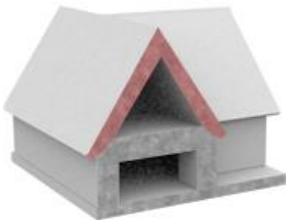
1 - **Perforated brick**	11.5 cm
2 - **Cement mortar**	1 cm
3 - **Rockwool**	6 cm
4 - **Air brick**	7 cm
Total thickness:	25.5 cm

Energy demand limitation $U_{m:}$ **0.45 W/m2K**

6.2 Type of roof chosen

Type 5: One-way spanning slab + insulation (6 cm Rockwool)





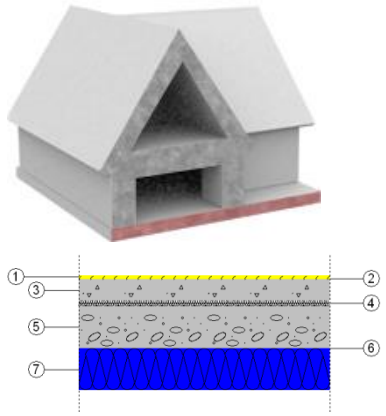
Layers:

1 - **One-way spanning slab**	30 cm
2 - **Not ventilated air chamber**	4 cm
3 - **Rockwool**	6 cm
4 - **Gypsum board**	1.6 cm
5 - **Paint**	---
Total thickness	41.6 cm

Energy demand limitation U_c Heating: **0.44 W/m2K**

6.3 Type of concrete deck chosen

Type 3: Concrete deck + insulation (10 cm extruded polystyrene)



Layers:

1 -	**Laminate flooring**	0.7 cm
2 -	**High density polystyrene scheet**	0.3 cm
3 -	**Self-leveling mortar**	5 cm
4 -	**Expanded polystyrene**	1.3 cm
5 -	**Concrete deck (mass concrete)**	10 cm
6 -	**Polytyrene film**	0.02 cm
7 -	**Extruded polyterene**	10 cm
Total thickness:		27.32 cm

Energy demand limitation U: **0.18 W/m2K**

6.4 Energy demands

Energy demands used for calculating and designing the heat system are the results obtained with EnergyPlus software because it considers refrigeration and use intermittence which is closer to reality. These results are listed below:

Heating system:

Month	Energy demand kWh
January	6248,89
February	6070,27
March	5479,66
April	3437,03
May	2131,94
June	2457,49
July	2129,06
August	2094,49
September	3477,37
October	3117,24
November	5007,18
December	5980,96
Yearly energy demand (kWh)	**47631,57**

Cooling system:

	May	Jun	Jul	Aug	Total
Energy demand kWh	2,6	218,9	108,2	69,6	**399,311**

7 Geothermal Heat Pump installations

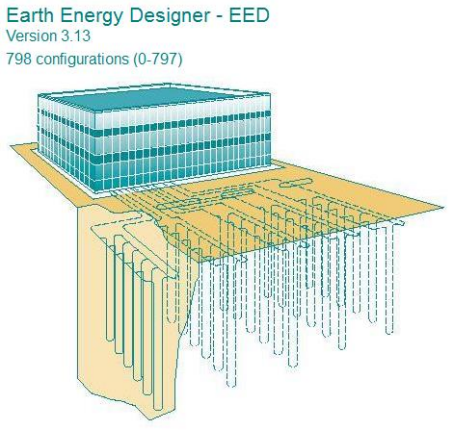
7.1 Design of the installation

Geothermal Heat Pump installation is a big economic investment and should be meticulously selected and calculated.

Ilustration 6 Vertical loops

Once energy demand is calculated it is time to design the GHP installation.
The selected design type is vertical loop system (see different types in chapter 2.5).
That system can be limited by local codes and regulations but does not require much free surface near the building (like happens with horizontal system).
Important factor to consider during the design of the installation:

- Separation between bore holes (which mostly depends on the soil type and energy demand)
- Depth of each bore hole (which depends on length of the pipes needed to cover the energy demand)
- Materials characteristics (pipes, internal fluid, connections…)
- Time of use of the GHP. The soil can thermally saturate if the design of the installation is not proper to the real use.



Ilustration 7 Earth Energy Designer main cover

All these factors should be considered for optimal energy performance. That is the reason for using complex and large formulas that are involved in calculation process. In order to make these calculations simpler specific software is used: **EED Earth Energy Design**.

This advanced software can calculate the different parts of the installation. Once all data is introduced EED calculates, in very large and complex tasks, the approximate required boreholes' size.

The program has an easy-to-use interface. The borehole thermal resistance is calculated in the program, using

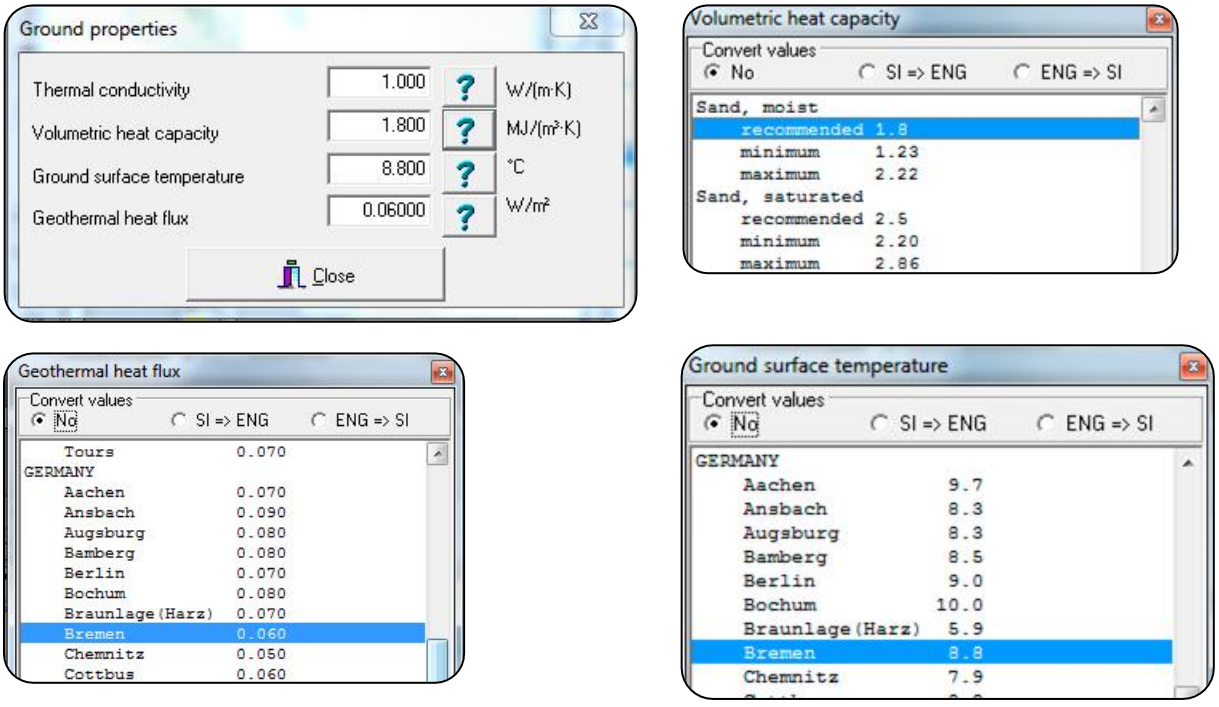
the borehole geometry, grouting material, pipe material and geometry. The borehole pattern may be chosen from a database of 800 basic configurations.

EED is based on parameter studies with a numerical simulation model (SBM) resulting in analytical solutions of the heat flow with several combinations for the borehole pattern and geometry (g-functions). Those g-functions depend on the spacing between the boreholes at the ground surface and the borehole depth. Calculation of brine temperatures is done for monthly heat/cool loads. Databases provide the key ground parameters (thermal conductivity and specific heat) as well as properties of pipe materials and heat carrier fluids. The monthly average heating and cooling loads are the input data. A printed output report and output graphical processing are provided.

Earth Energy Designer requires complete information about the geothermal heat pump installation and values of surrounding elements which are listed below.

7.2 Ground properties:

Thermal conductivity:	Sand, moist	1.000 W/mK
Volumetric heat capacity	Sand, moist	1.800 MJ/m3K
Ground surface temperature	Bremen	8.800 ºC
Geothermal heat flux	Bremen	0.060W/m2

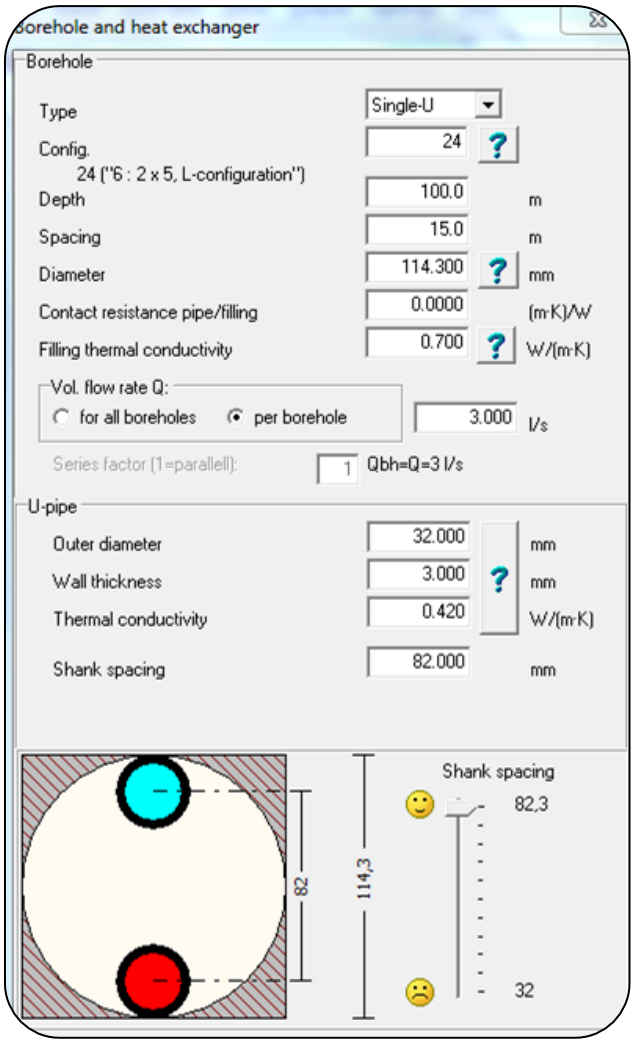


Ilustration 8 Ground Properties

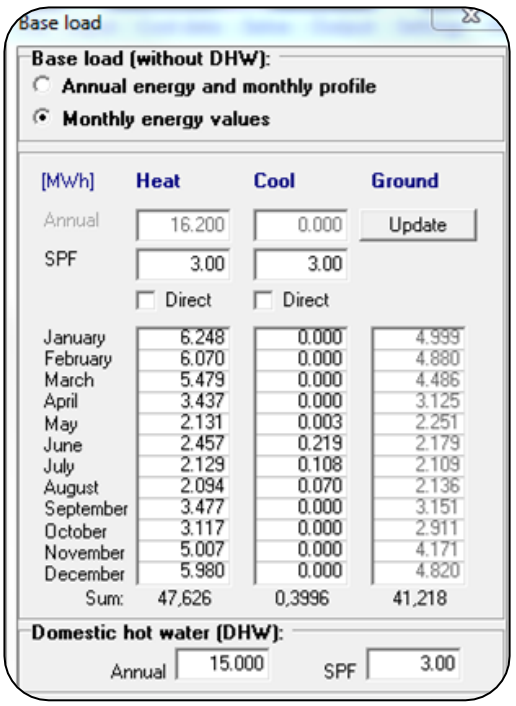
7.3 Base load and Peak heat and cool power

It this part energy demand along the year should be introduced. Obtained results in chapter 6 are introduced (MW/h). Also peak power is recommended. This power is obtained considering the power needed with minimal temperature + 3ºC during two days in a row. Maximum temperatures-3ºC are considered for cooling peaks, which in June is 26ºC, July 29ºC and August 31ºC (based on **Annex A0**) and peak duration was assumed 16h.

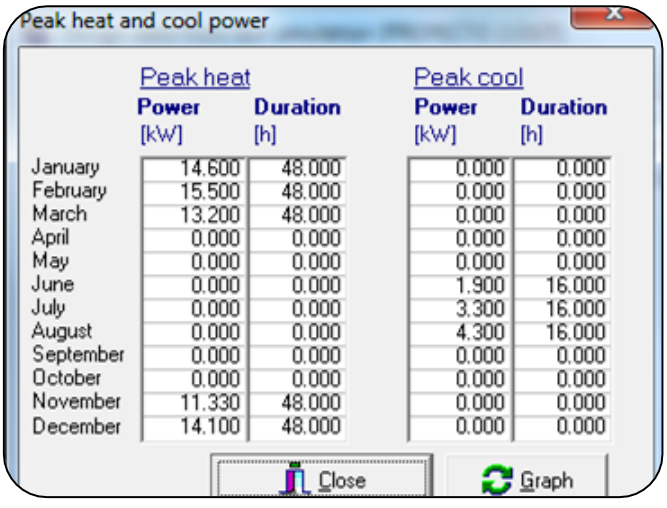
Month	January	February	March	November	December
Temp.Min+3ºC	-9,0	-11,0	-6,0	-2,0	-8,0
Energy demand kW	14,6	15,5	13,2	11,33	14,1



Ilustration 10 Barehole and pipes properties



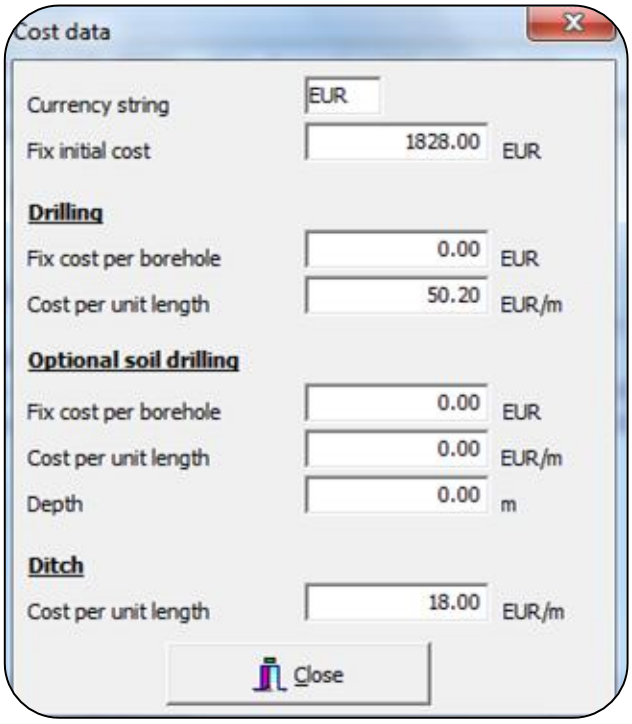
Ilustration 12 Base load



Ilustration 11 Peaks load

7.4 Prices

EED software gives the possibility to calculate price installation introducing market prices. The prices introduced are listed in **Annex A6 Geothermal installation's prices**.
The values for calculation in EED are the following:

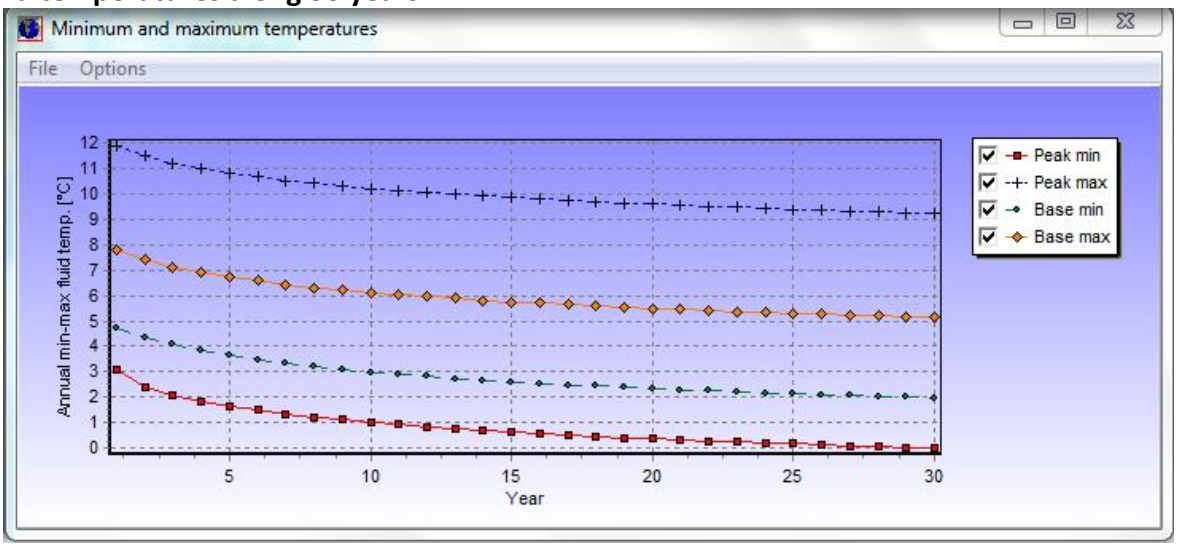


Ilustration 13 Prices in EED

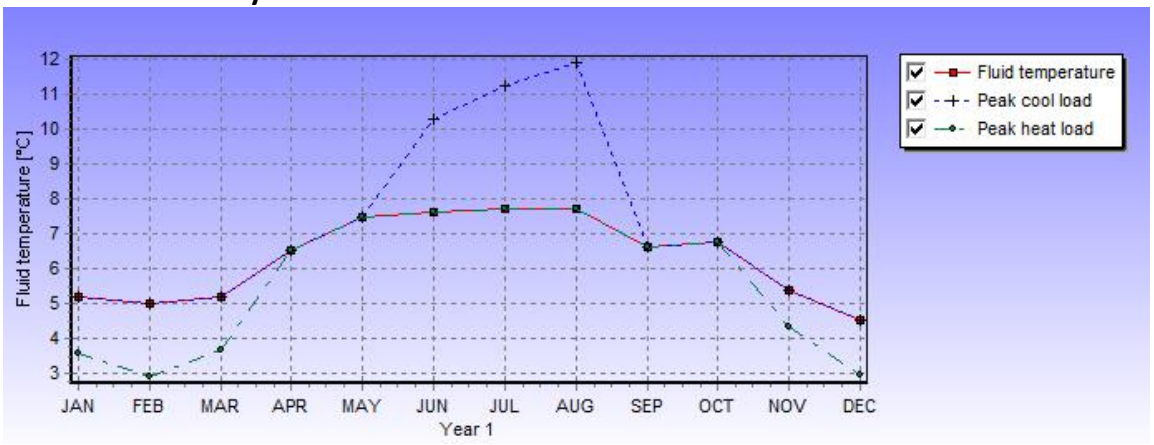
7.5 Geothermal circuit design

Once all data was introduced in Earth Energy Design software the following results were obtained:
Total borehole length: **611.92m**
Number of boreholes: **6**
Borehole depth: **101.99m**
Approximate Price: **33.897 €**
Fluid temperatures in year 30:

Fluid temperatures along 30 years:



A progressive cooling of the soil can be seen along the years. That happens because the heat extracted from the underground during the winter is higher than the heat introduced in it during the summer.
The results of the **first year** are:



That means that if we wish to maintain heat pump installation's performance like first year during the winter, we need to inject almost the same amount of heat in each summer. An improvement during the winter season is also possible if in summer season we inject more heat than we extracted the winter before.

7.6 Selecting a heat pump

In **Chapter 5** different construction elements were compared en order to discover energy needs of the house. Energy demand, considering minimum outside temperature -11ºC, is **15594.9 W.** That should be the maximum power of the future heat pump.

There are lots of heat pumps manufacturing companies. The factors to consider during the selection are COP (Coefficient Of Performance) and the price.

The selected Heat pump has the following characteristics:

System: water-water, reversible, indoor installation, buffer tank 35l, domestic hot water production 25l/min.
Model: Logatherm WPS 23 R “BUDERUS”
Power: 22.5KW cooling, 23KW heating
COP: 4.69
EER: 3.88
Price: 13349.47 €

8 Geothermal heat pump system VS other heating systems

Based on prices of the GHP installation calculated before, prices of different systems are compared*.

*All prices are approximate.

There are different heat providing systems (sources) and different heat distributing systems. Different combinations are listed below:

- GHP + radiant floor
- GHP + radiators
- Electric boiler + radiators
- Electric boiler + radiant floor
- Gas boiler + radiators
- Gas boiler + radiant floor
- Diesel boiler + radiators
- Diesel boiler + radiant floor

The required power corresponds to outside temperature **-11ºC** which for our built house (Chapter 4) makes **15.594.9 W**. With this information, prices of different elements are considered and shown in the following table:

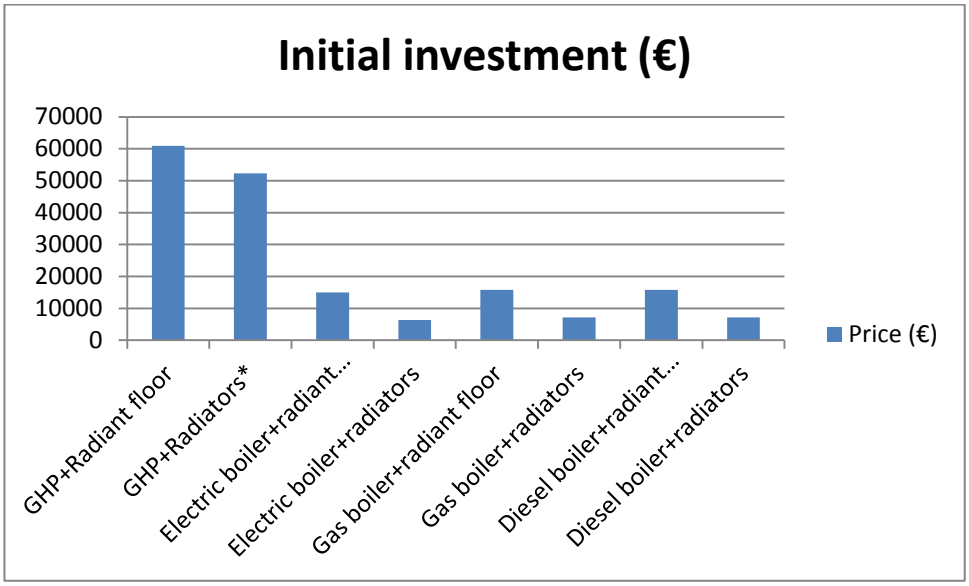
Description	Quantity	Price U €	Total €
m2 Radiant floor	201,6	68,13	13735
U Radiator Aluminium element (AT 50ºC) 64.24W/U for temperature -11ºC (15594.9W)	242	21	5082
U Gas Boiler 30KW	1	2026,95	2027
U Electric Boiler 15KW	1	1291,62	1292
U Diesel Boiler 20KW	1	2074,27	2074
U GHP system (Boreholes+heat pump)	1	47246,47	47246

These prices refer to Spanish market, extracted from www.generadordeprecios.info, developed by Spanish Company Cype Ingenieros S.A.

All these system have the following initial investments:

Compared heating systems	Prices (€)
GHP+Radiant floor	60981
GHP+Radiators*	52328
Electric boiler+radiant floor	15027
Electric boiler+radiators	6374
Gas boiler+radiant floor	15762
Gas boiler+radiators	7109
Diesel boiler+radiant floor	15809
Diesel boiler+radiators	7156

*GHP systems don't use the same type of radiators. There would be more elements and the price would be higher because AT is lower.



Tree different energy sources are involved: **electricity**, **gas** and **diesel**. Current price of these sources in **€** are listed below:

Source	Price € /kWh	Origin
Diesel kWh price=	0,086	http://www.datosmacro.com
Gas kWh price=	0,0536	http://www.toptarif.de
El. kWh Price =	0,2669	http://www.toptarif.de

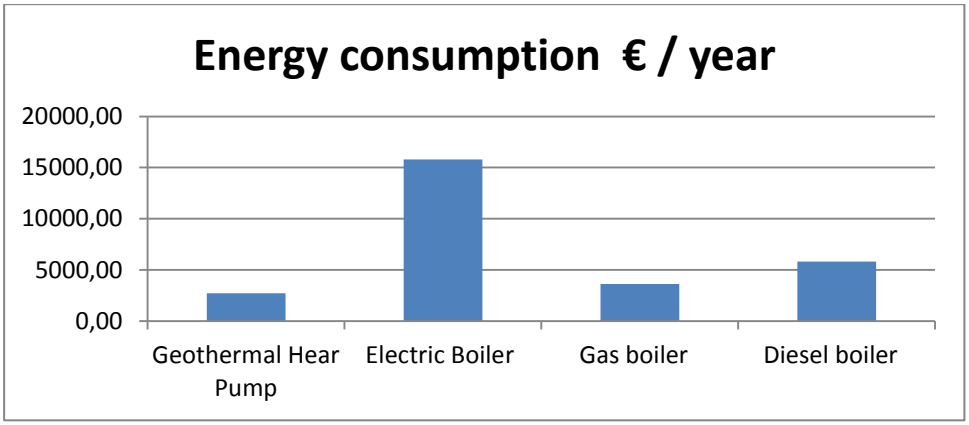
With all that data we can simulate costs along the years:

System	Initial investment (€)	Yearly Energy Consumption kWh	COP of Performance of the system	Year 1 (€)	Year 10 (€)	Year 20 (€)	Year 30 (€)	Year 40 (€)
GHP+Radiant floor	60981	47361,57	4,69	63676,7	87934,1	114886,8	141839,5	168792,2
GHP+Radiators*	52328		4,69	55023,7	79281,1	106233,8	133186,5	160139,2
Electric boiler+radiant floor	15027		0,8	30827,6	173036,7	331046,7	489056,7	647066,8
Electric boiler+radiators	6374		0,8	22174,6	164383,7	322393,7	480403,7	638413,8
Gas boiler+radiant floor	15762		0,7	19388,5	52027,4	88292,8	124558,3	160823,7
Gas boiler+radiators	7109		0,7	10735,5	43374,4	79639,8	115905,2	152170,7
Diesel boiler+radiant floor	15809		0,7	21628,0	73996,3	132183,4	190370,5	248557,6
Diesel boiler+radiators	7156		0,7	12975,0	65343,3	123530,4	181717,5	239904,6

GHP COP belongs to the chosen heat pump. Electric boil's performance is considered 80%; gas and diesel are considered with 70% performance.

In the previous table the evolution of the price can be seen. Direct electric heating systems are the most expensive ones and shouldn't be considered for heating. Geothermal Heat Pump installation is very expensive and, even considering the energy savings, it takes too long to see an advantage over gas system. Due to low prices of the source, **gas systems result much more profitable**. Energy consumption is shown down below:

	Energy consumption kWh	Price € /kWh	Price €/year
Geothermal Hear Pump	10098,42	0,2669	2695,27
Electric Boiler	59201,96	0,2669	15801,00
Gas boiler	67659,39	0,0536	3626,54
Diesel boiler	67659,39	0,086	5818,71



9 Conclusions

As a conclusion of this project we are able to say that:

- In this particular case, and financially speaking, GHP System is not profitable enough to consider it for a heating system. The best solution is the use of gas boilers due to its price and price of its installation.
- Evolution of gas price in the following years should be considered. Profitability of gas system depends on its availability and evolution of its price.
- There are different geothermal circuit designs and different heat pumps. The final choose will depend on each case. The use of a different design could reduce the price and make the system more profitable. The evolution of the technology will make us able to create cheaper heat pumps with bigger efficiency that could reduce its price.
- Geothermal energy is the most environmentally friendly between studied systems. Environmental impact that this GHP system avoids cannot be measured economically.

Bibliography

Dickson, M., M. Fanelli. What is Geotermal Energy?. Instituto di Geoscienze e Georisorse, CNR, Pisa, Italia, Feb.2004.

Jaime Pous, Lluís Jutglar. Energía geotérmica. Barcelona, 2004.

International Institute of Refligeration. Compression Cycles for Environmentally Acceptable Refrigeration, Air Conditioning and Heat Pump Systems. Paris.

Ibrahim Dinçer. Refrigeration systems and applications. 2003.

Technical Spanish association of Air conditioning systems (ATECYR). Guía técnica. Diseño de sitemas de bomba de calor geotérmica. 2010

Websites

https://www.aenor.es	Spanish association of standardization and certification
http://wwwgeothermal.org	International Geothermal Association
http://www.cype.es	Cype Ingenieros S.A.
http://www.ciatesa.es	Air conditioning systems, heating systems
http://www.toptarif.de	Energy rates search engine
http://www.datosmacro.com	Economic data and statistics
http://www.baumarkt.de	Construction, building transformation
http://www.igme.es	Geologic and mining Spanish Institute
http://www.mitic.es	Ministry of commerce and Turism of Spain
http://www.uni-oldenburg.de/wetter/	Weather Oldenburg's data

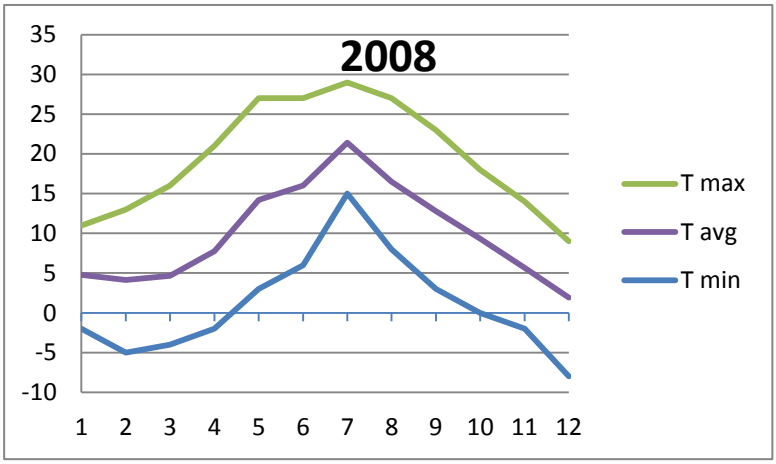
Annexes

Annex A0

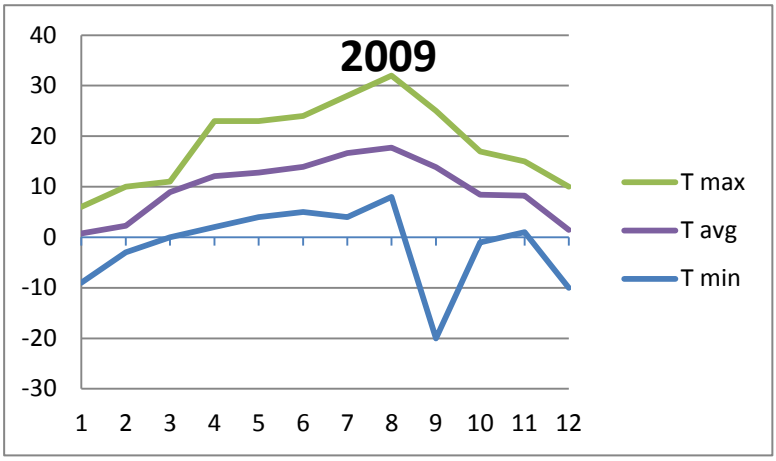
Obtaining temperature data from Carl Von Ossietzky University's data base

Once all the registers are synthetized with MySQL data base consults and pasted again to Microsoft Excel, the result is the following:

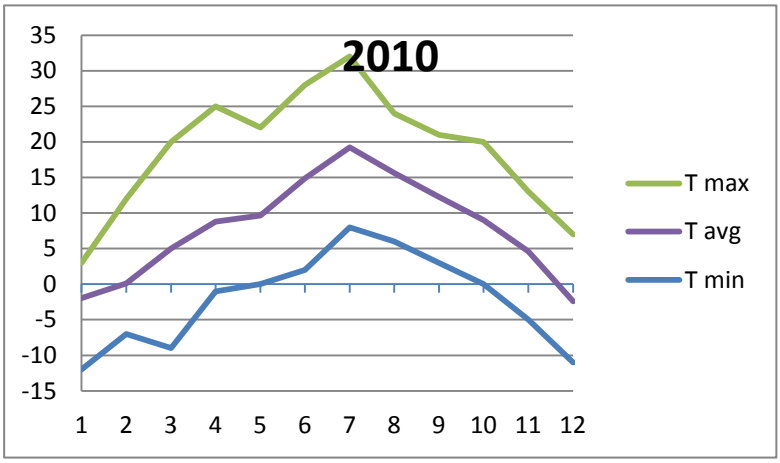
2008			
Month	T min	T max	T avg
1	-2	11	4,8
2	-5	13	4,1
3	-4	16	4,7
4	-2	21	7,7
5	3	27	14,2
6	6	27	16,0
7	15	29	21,4
8	8	27	16,5
9	3	23	12,8
10	0	18	9,3
11	-2	14	5,7
12	-8	9	1,9



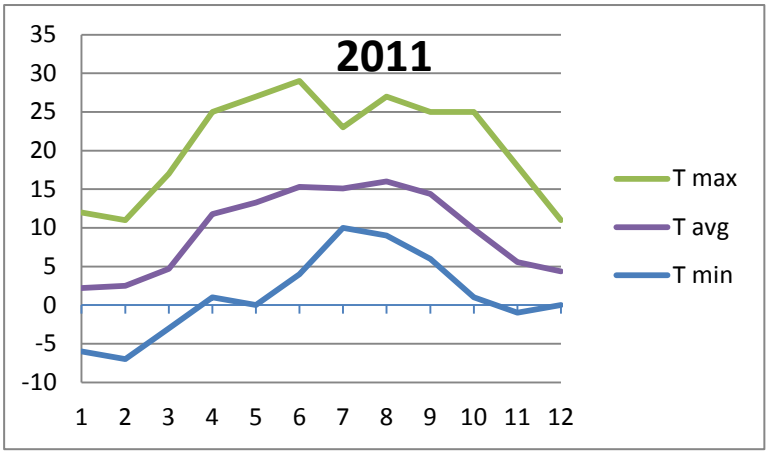
2009			
Month	T min	T max	T avg
1	-9	6	0,7
2	-3	10	2,3
3	0	11	8,9
4	2	23	12,1
5	4	23	12,8
6	5	24	13,9
7	4	28	16,7
8	8	32	17,7
9	-20	25	13,9
10	-1	17	8,4
11	1	15	8,2
12	-10	10	1,4



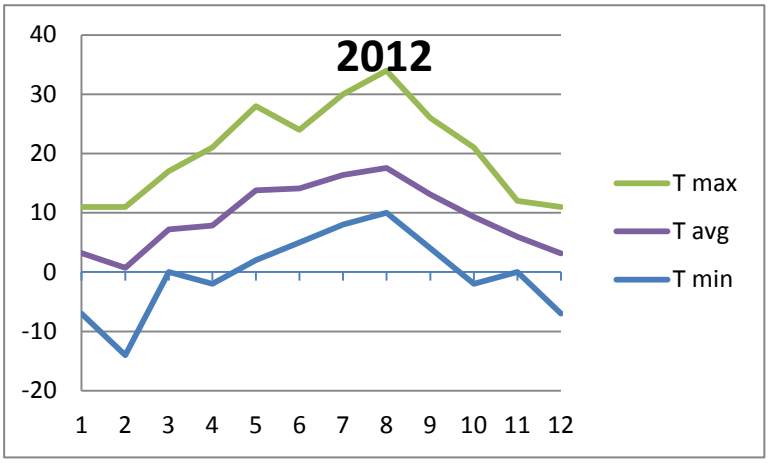
2010			
Month	T min	T max	T avg
1	-12	3	-2,0
2	-7	12	0,1
3	-9	20	5,0
4	-1	25	8,8
5	0	22	9,6
6	2	28	14,9
7	8	32	19,2
8	6	24	15,6
9	3	21	12,3
10	0	20	9,0
11	-5	13	4,6
12	-11	7	-2,4



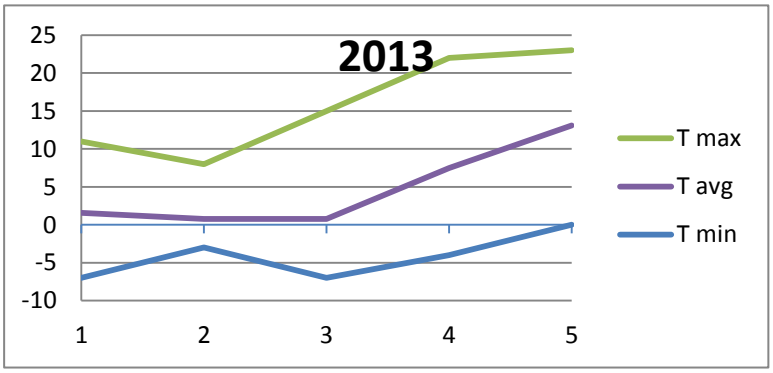
2011			
Month	T min	T max	T avg
1	-6	12	2,2
2	-7	11	2,5
3	-3	17	4,7
4	1	25	11,8
5	0	27	13,3
6	4	29	15,3
7	10	23	15,1
8	9	27	16,0
9	6	25	14,4
10	1	25	9,8
11	-1	18	5,6
12	0	11	4,3



2012			
Month	T min	T max	T avg
1	-7	11	3,2
2	-14	11	0,7
3	0	17	7,2
4	-2	21	7,9
5	2	28	13,8
6	5	24	14,1
7	8	30	16,4
8	10	34	17,6
9	4	26	13,1
10	-2	21	9,3
11	0	12	6,0
12	-7	11	3,1

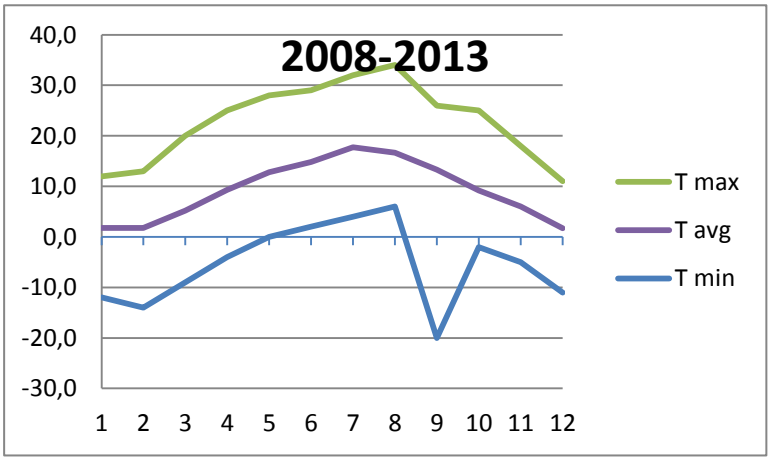


2013			
Month	T min	T max	T avg
1	-7	11	1,6
2	-3	8	0,8
3	-7	15	0,8
4	-4	22	7,5
5	0	23	13,1



Putting all that data together we finally obtain our desired temperatures:

5 years 5 months average Temp.			
Month	T min	T max	T avg
1	-12,0	12,0	1,8
2	-14,0	13,0	1,8
3	-9,0	20,0	5,2
4	-4,0	25,0	9,3
5	0,0	28,0	12,8
6	2,0	29,0	14,8
7	4,0	32,0	17,8
8	6,0	34,0	16,7
9	-20,0	26,0	13,3
10	-2,0	25,0	9,2
11	-5,0	18,0	6,0
12	-11,0	11,0	1,7

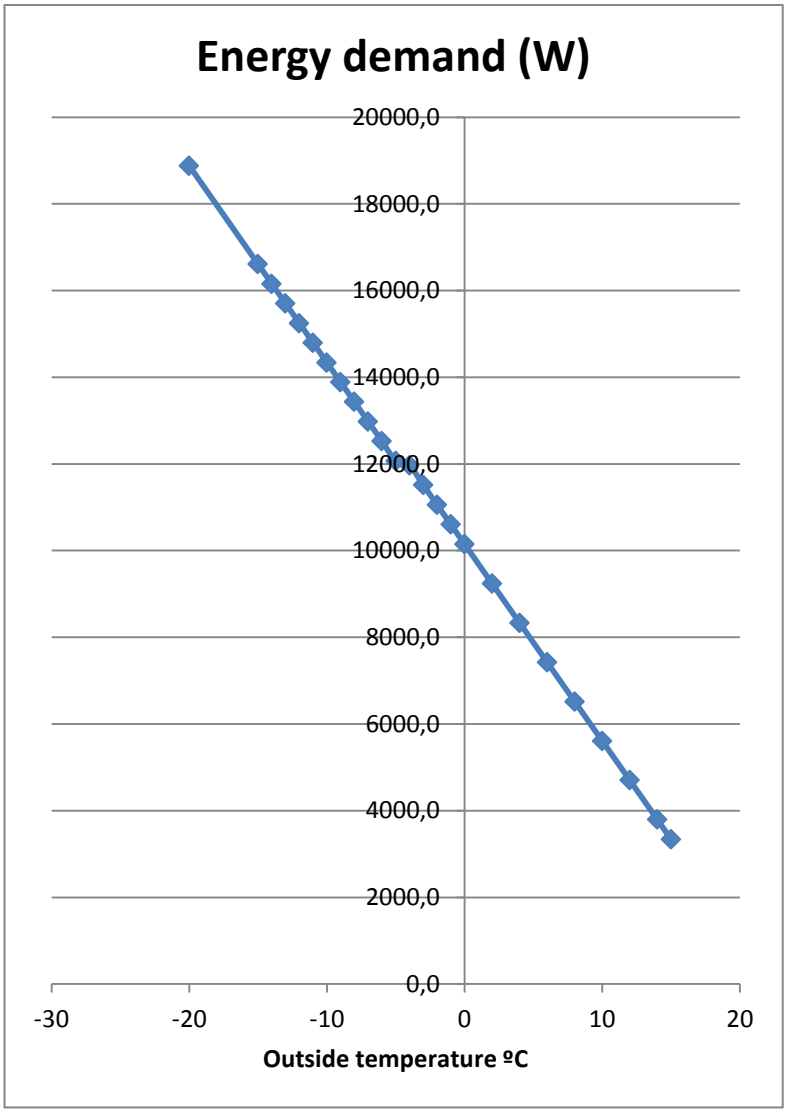


Annex A1

Evolution of energy demand with outside temperature

In the following table the evolution of energy demand depending on the outside temperature can be seen. This simulation was realized with CypeCad MEP (see **Annex A2** for its description) software with an example house in order to prove that interpolation method can be used for further calculations because the relationship between outside temperature and energy demand in each moment is practically lineal.
From now on 2 values of energy demand (with 2 different outside temperatures) will be calculated and interpolation applied.

Outside T ºC	En. demand(kcal/h)	En. Demand(W)
-20	16236,3	18879,4186
-15	14283,9	16609,186
-14	13893,4	16155,1163
-13	13503	15701,1628
-12	13112,5	15247,093
-11	12722	14793,0233
-10	12331,5	14338,9535
-9	11941,1	13885
-8	11550,6	13430,9302
-7	11160,1	12976,8605
-6	10769,6	12522,7907
-5	10379,1	12068,7209
-4	10289,4	11964,4186
-3	9899,1	11510,5814
-2	9508,8	11056,7442
-1	9118,5	10602,907
0	8727,5	10148,2558
2	7944	9237,2093
4	7163,1	8329,18605
6	6382,2	7421,16279
8	5602,2	6514,18605
10	4822,2	5607,2093
12	4042,2	4700,23256
14	3262,2	3793,25581
15	2869,4	3336,51163



Annex A2

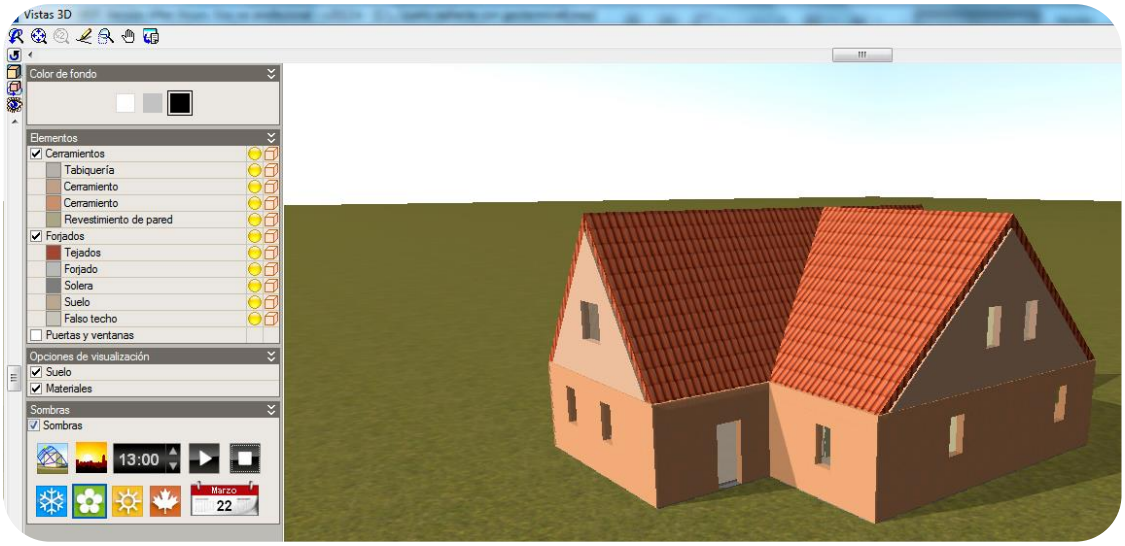
How CYPECAD MEP works

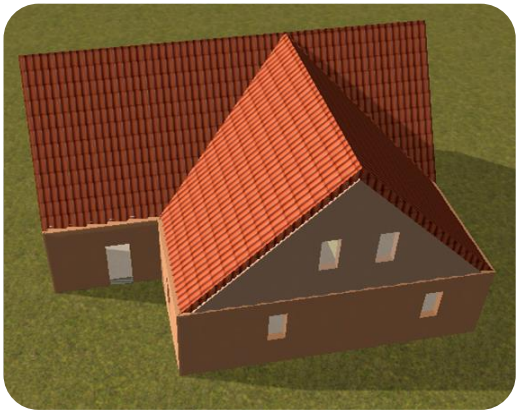
CYPECAD MEP is a program developed by the Spanish company CYPE Ingenieros, S.A., designed for calculation, sizing and verification of different building systems. This program allows a complete energetic study of the building. It is capable to study and evaluate building energy losses. It is also able to make an acoustic study, energetic qualification, fire protect systems, healthiness, heating and cooling systems, solar and geothermal energy, gas systems, illumination, electricity and telecommunication which are not relevant for this project.

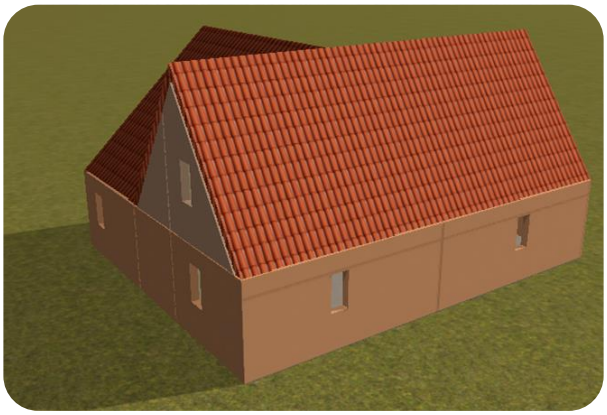
For this project a free demo version of CYPECAD MEP 2013 was used, downloaded directly from the official site: www.cype.es

This software is quite complex, so a previous experience is needed.

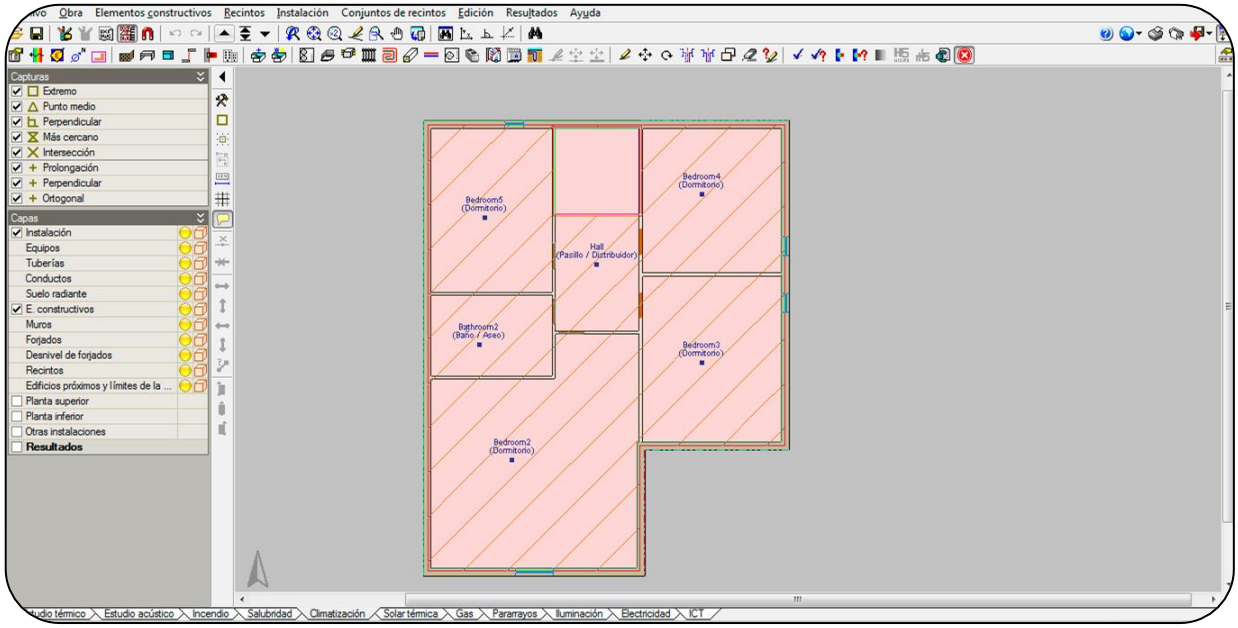
First of all, a building should be constructed. The design can be realized in any CAD program (like AutoCad), obtaining a template to construct the 3D building in CYPECAD MEP or it can be done in BIM format (Archicad or Revit) obtaining directly the 3D version. In this concrete case, the design was realized in Autodesk Autocad 2012 and then it was used in order to construct the building in 3 dimensions.

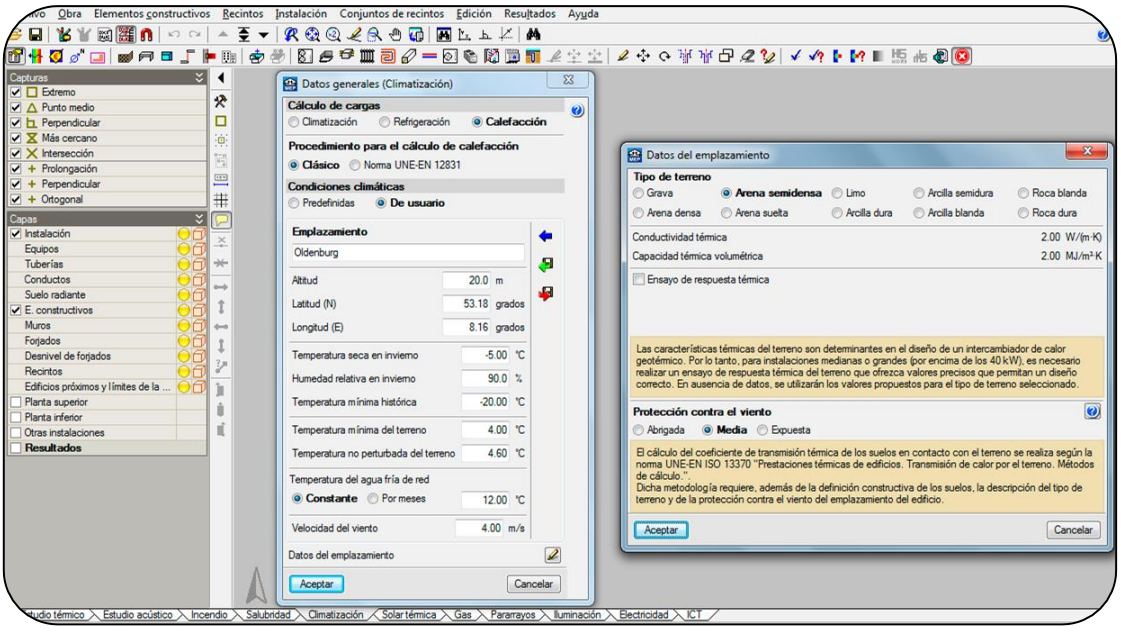




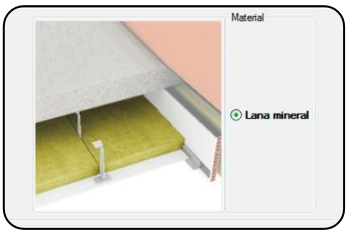


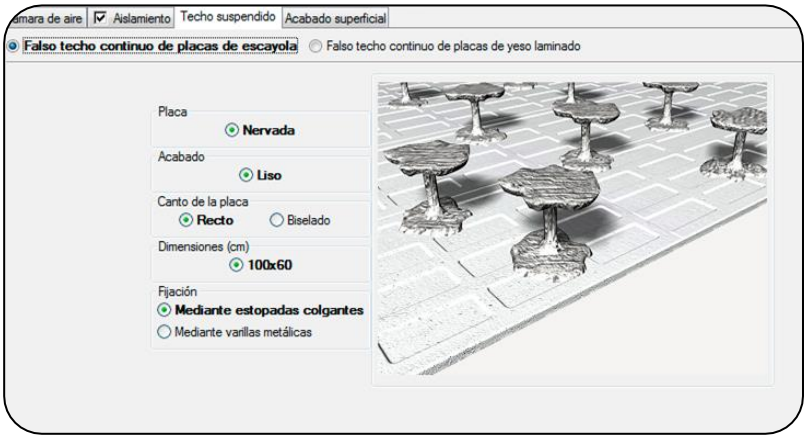
It is necessary to define the characteristics of every single element used during the construction (every layer inside the walls, ceilings, floors, concrete decks, windows and doors…). In addition it is necessary to define the environment (coordinates, inside/outside temperatures, humidity, the possible shadows, wind speed, orientation of the building…)
The house was built with Oldenburg environment data (temperature, humidity, coordinates…)



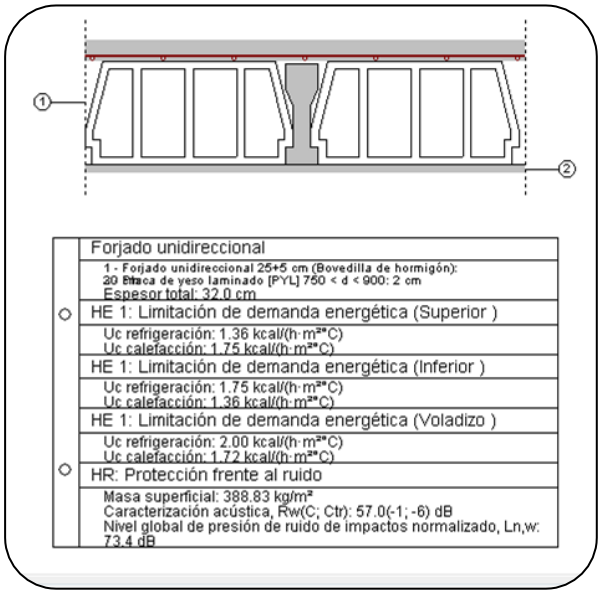


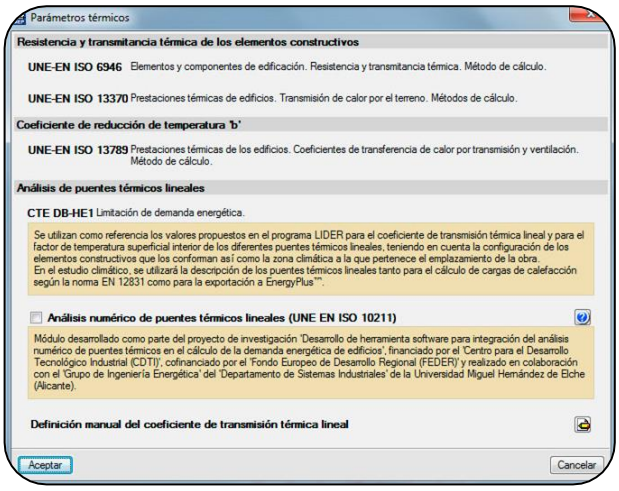

Panel semirrígido de lana de roca volcánica no revestido
Espesor (mm)
30
40
50
60
Colocación
Fijado con pelladas de adhesivo cementoso
Fijado mecánicamente
Fijado con mortero adhesivo proyectado


Material
Lana mineral


Cámara de aire
Aislamiento
Techo suspendido
Acabado superficial
Falso techo continuo de placas de escayola
Falso techo continuo de placas de yeso laminado
Placa
Nervada
Acabado
Liso
Canto de la placa
Recto
Biselado
Dimensiones (cm)
100x60
Fijación
Mediante estopadas colgantes
Mediante varillas metálicas


Aislamiento horizontal
Aislamiento perimetral
Encachado
De hormigón en masa
De hormigón en masa con fibras
De hormigón armado
Espesor (cm)
Hormigón
Extendido y vibrado
Acabado
Casa comercial
Tipo de vertido
Desde camión
Con cubilote
Con bomba
Clase general de exposición (Art. 8.2 EHE-08)
I
Clase específica de exposición (Art. 8.2 EHE-08)
Qa
Qb
Qc
H
F
E
Ninguna
Resistencia (N/mm²)
10
15
20
25
30
35
Tamaño máximo del árido (mm)
12
20
40
Consistencia
Fluida
Blanda
Plástica


1
2
Forjado unidireccional
1 - Forjado unidireccional 25+5 cm (Bovedilla de hormigón): 20 Entrega de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900: 2 cm
Espesor total: 32.0 cm
HE 1: Limitación de demanda energética (Superior)
Uc refrigeración: 1.36 kcal/(h·m²ºC)
Uc calefacción: 1.75 kcal/(h·m²ºC)
HE 1: Limitación de demanda energética (Inferior)
Uc refrigeración: 1.75 kcal/(h·m²ºC)
Uc calefacción: 1.36 kcal/(h·m²ºC)
HE 1: Limitación de demanda energética (Voladizo)
Uc refrigeración: 2.00 kcal/(h·m²ºC)
Uc calefacción: 1.72 kcal/(h·m²ºC)
HR: Protección frente al ruido
Masa superficial: 388.83 kg/m²
Caracterización acústica, Rw(C; Ctr): 57.0(-1; -6) dB
Nivel global de presión de ruido de impactos normalizado, Ln,w: 73.4 dB


Parámetros térmicos
Resistencia y transmitancia térmica de los elementos constructivos
UNE-EN ISO 6946 Elementos y componentes de edificación. Resistencia y transmitancia térmica. Método de cálculo.
UNE-EN ISO 13370 Prestaciones térmicas de edificios. Transmisión de calor por el terreno. Métodos de cálculo.
Coeficiente de reducción de temperatura 'b'
UNE-EN ISO 13789 Prestaciones térmicas de los edificios. Coeficientes de transferencia de calor por transmisión y ventilación. Método de cálculo.
Análisis de puentes térmicos lineales
CTE DB-HE1 Limitación de demanda energética.
Se utilizan como referencia los valores propuestos en el programa LIDER para el coeficiente de transmisión térmica lineal y para el factor de temperatura superficial interior de los diferentes puentes térmicos lineales, teniendo en cuenta la configuración de los elementos constructivos que los conforman así como la zona climática a la que pertenece el emplazamiento de la obra.
En el estudio climático, se utilizará la descripción de los puentes térmicos lineales tanto para el cálculo de cargas de calefacción según la norma EN 12831 como para la exportación a EnergyPlus™.
Análisis numérico de puentes térmicos lineales (UNE EN ISO 10211)
Módulo desarrollado como parte del proyecto de investigación 'Desarrollo de herramienta software para integración del análisis numérico de puentes térmicos en el cálculo de la demanda energética de edificios', financiado por el 'Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial (CDTI)', cofinanciado por el 'Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER)' y realizado en colaboración con el 'Grupo de Ingeniería Energética' del 'Departamento de Sistemas Industriales' de la Universidad Miguel Hernández de Elche (Alicante).
Definición manual del coeficiente de transmisión térmica lineal
Aceptar
Cancelar

Annex A3

EnergyPlus software

EnergyPlus is a whole building energy simulation program, developed by U.S. Energy Department, created in order to calculate energy demands. It is used by engineers, architects, and researchers to model energy use in buildings.
Once construction data is loaded, it calculates (through simulation) energy needs during the year.
EnergyPlus software models heating, cooling, lighting, ventilation, and other energy flows.
This software has no graphical window, that means the building has to be built in a different software and be loaded in EnergyPlus. The house of this project is built in CypeCad MEP (see Annex A2) and then loaded into EnergyPlus system.

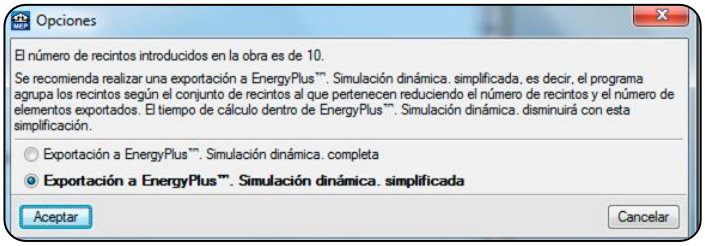


Image 1 Two different method to export, simple or complete.

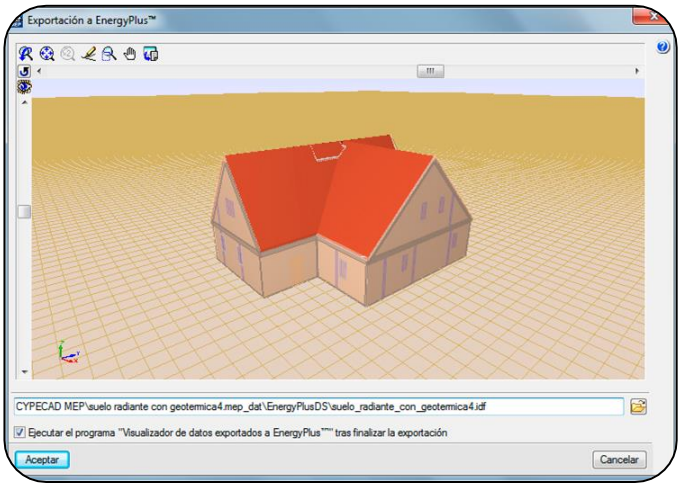


Image 2 Exporting to EnergyPlus

Once the file is exported and loaded into EnergyPlus software, it needs environmental settings from the place where the building is located; in this case Bremen's characteristics are loaded.

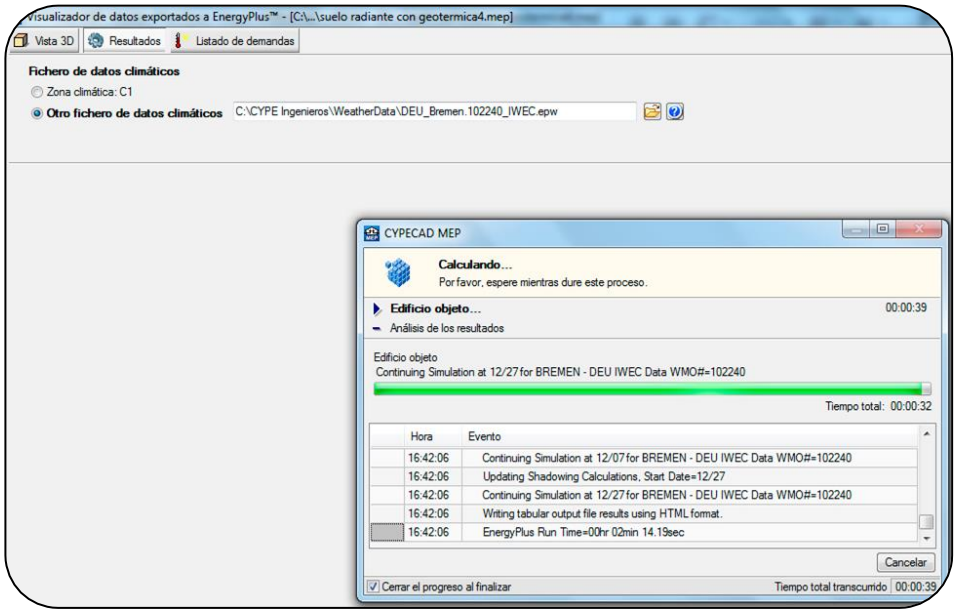


Image 3 Environmental settings loaded and calculating

The results obtained after calculations are: energy demand kWh/m2 along the year of each enclosure.

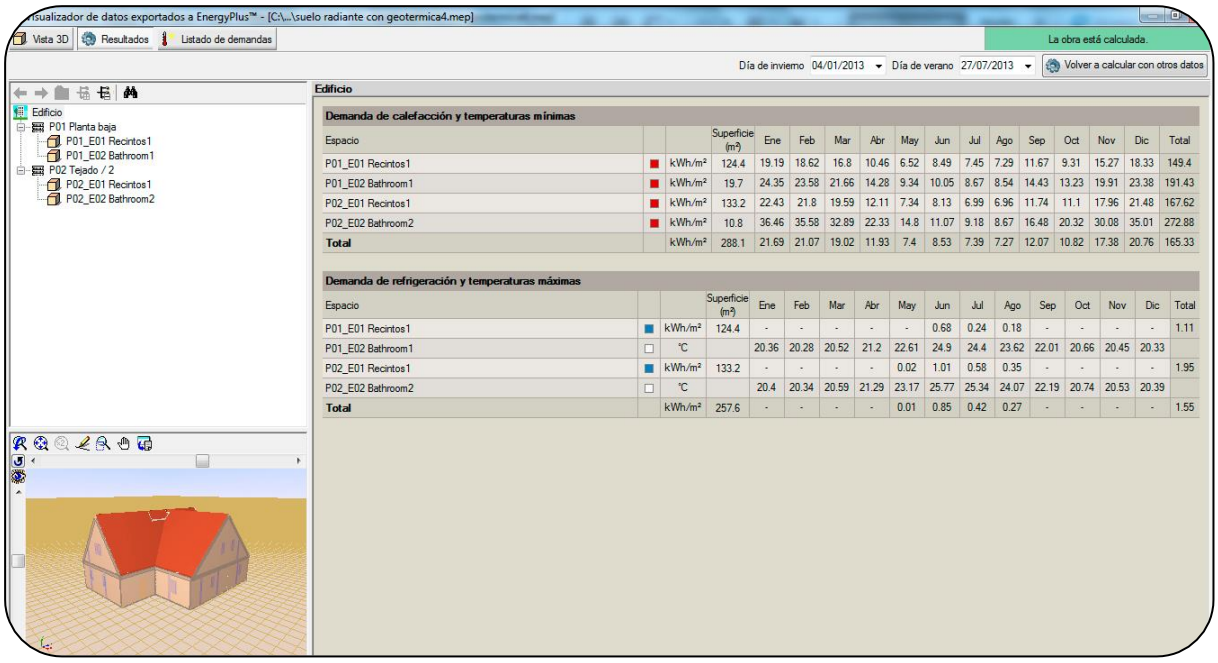


Image 4 Obtained results

The **official description** is listed below:
EnergyPlus is an energy analysis and thermal load simulation program. Based on a user's description of a building from the perspective of the building's physical make-up, associated mechanical systems, etc., EnergyPlus will calculate the heating and cooling loads necessary to maintain thermal control setpoints, conditions throughout an secondary HVAC system and coil loads, and the energy consumption of primary plant equipment as well as many other simulation details that are necessary to verify that the simulation is performing as the actual building would. Many of the simulation characteristics are listed down below:

- Integrated, simultaneous solution where the building response and the primary and secondary systems are tightly coupled (iteration performed when necessary)
- Sub-hourly, user-definable time steps for the interaction between the thermal zones and the environment; variable time steps for interactions between the thermal zones and the HVAC systems (automatically varied to ensure solution stability)
- ASCII text based weather, input, and output files that include hourly or sub-hourly environmental conditions, and standard and user definable reports, respectively
- Heat balance based solution technique for building thermal loads that allows for simultaneous calculation of radiant and convective effects at both in the interior and exterior surface during each time step
- Transient heat conduction through building elements such as walls, roofs, floors, etc. using conduction transfer functions
- Improved ground heat transfer modeling through links to three-dimensional finite difference ground models and simplified analytical techniques
- Combined heat and mass transfer model that accounts for moisture adsorption/desorption either as a layer-by-layer integration into the conduction transfer functions or as an effective moisture penetration depth model (EMPD)
- Thermal comfort models based on activity, inside dry bulb, humidity, etc.
- Anisotropic sky model for improved calculation of diffuse solar on tilted surface.
- Advanced fenestration calculations including controllable window blinds, electrochromic glazings, layer-by-layer heat balances that allow proper assignment of solar energy absorbed by window panes, and a performance library for numerous commercially available windows
- Daylighting controls including interior illuminance calculations, glare simulation and control, luminaire controls, and the effect of reduced artificial lighting on heating and cooling

No program is able to handle every simulation situation. However, it is the intent of EnergyPlus to handle as many building and HVAC design options either directly or indirectly through links to other programs in order to calculate thermal loads and/or energy consumption on for a design day or an extended period of time (up to, including, and beyond a year).
More details on each of these features can be found in the official website:
http://apps1.eere.energy.gov/buildings/energyplus/pdfs/engineeringreference.pdf

Annex A4

Construction materials' properties

In this annex properties of the materials used in the building process are shown. These values are the official ones collected by CTE (Spanish Building Technical Code) catalog made by Ministry of Development of Spain.

Material	ρ	λ	μ
Facebrick	2170	0,991	10
Self-leveling mortar	1900	1,300	10
Polystyrene film	920	0,330	100000
One way spanning slab 25+5 cm	1241.11	1,428	80
Ceramic air brick	930	0,437	10
Gypsum plaster	1150	0,570	6
High density polystyrene layer	70	0,050	100
Cement mortar 1000 < □ < 1250	1125	0,550	10
Expanded polystyrene (radiant floor)	30	0,036	20
Laminated floor	475	0,150	70
Extruded polystyrene	38	0,034	100
Enameled ceramic tiles	2500	2,300	30
Concrete deck (mass concrete)	2500	2,300	80
Double air brick [60 mm < E < 90 mm]	930	0,431	10

Abbreviations			
ρ	*Density (kg/m³)*	μ	*Water resistance factor*
λ	*Thermal conductivity (W/ m°C))*		

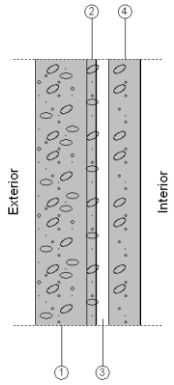
Annex A5

Origin of the costs

The prices of the different building elements used in this project come from Generador de Precios (Prices Generator), a tool created by Cype Ingenieros S.A. that has current market prices of almost all building products. An online version of it can be seen in its official website http://www.generadordeprecios.info
Official budget items are described down below:

1 Prices of the walls

Due to different wall typology entire wall construction is considered (not only insulation).
Wall Type 1: Two brick layers + air chamber (without thermal insulation)



Layers:

1 - **Brick** (1/2 pie LM métrico o catalán 40 mm< G < 50 mm)	11.5 cm
2 - **Cement mortar** (Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1000 < d < 1250)	2 cm
3 - **Not ventilated air camber**	3 cm
4 - **Brick** (Tabicón de LH doble [60 mm < E < 90 mm])	7 cm
Total thickness:	23.5 cm

Energy demand limitation U_m: **1.52 W/m2K**

4) Brick 7cm m²

A) Descripción: Ejecución de hoja interior de cerramiento de fachada de 7 cm de espesor, de fábrica de ladrillo cerámico hueco (súper machetón), para revestir, 30x15x7 cm, recibida con mortero de cemento M-5. Incluso p/p de enjarjes, mermas, roturas, formación de huecos, jambas y mochetas, cajeado en el perímetro de los huecos para alojar los elementos de fijación de la carpintería exterior, juntas de dilatación, ejecución de encuentros y puntos singulares.B) Incluye: Todas. Replanteo, planta a planta. Rectificación de irregularidades del forjado terminado. Marcado en los pilares de los niveles de referencia general de planta y de nivel de piso preciso para pavimento e instalaciones. Asiento de la primera hilada sobre capa de mortero. Colocación y aplomado de miras de referencia. Tendido de hilos entre miras. Colocación de plomos fijos en las aristas. Colocación de las piezas por hiladas a nivel. Realización de todos los trabajos necesarios para la resolución de los huecos.C) Criterio de medición de proyecto: Superficie medida según documentación gráfica de Proyecto, sin duplicar esquinas ni encuentros, deduciendo los huecos de superficie mayor de 4 m².D) Criterio de medición de obra: Se medirá la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto, sin duplicar esquinas ni encuentros, deduciendo los huecos de superficie mayor de 4 m².

187,41m2 x 17,43€/m2 = **3.266,56€**

1) Brick 11.5cm m²

A) Descripción: Ejecución de hoja exterior de 1/2 pie de espesor en cerramiento de fachada de fábrica, de ladrillo cerámico cara vista perforado hidrofugado, salmón, acabado liso, 24x11,5x5 cm, con junta de 1 cm, rehundida, recibida con mortero de cemento M-7,5, con apoyo mínimo de las 2/3 partes del ladrillo sobre el forjado, o sobre angulares de acero laminado galvanizado en caliente fijados a los frentes de forjado si, por errores de ejecución, el ladrillo no apoya sus 2/3 partes sobre el forjado. Incluso p/p de enjarjes, mermas, roturas, revestimiento de los frentes de forjado con ladrillos cortados, colocados con mortero de alta adherencia, encuentro con pilares, formación de esquinas, petos de cubierta, formación de dinteles mediante ladrillos a sardinel con fábrica armada, jambas y mochetas, juntas de dilatación, ejecución de encuentros y puntos singulares y limpieza final de la fábrica ejecutada.B) Incluye: Todas. Definición de los planos de fachada mediante plomos. Replanteo, planta a planta. Rectificación de irregularidades del forjado terminado. Colocación y aplomado de miras de referencia. Tendido de hilos entre miras. Colocación de plomos fijos en las aristas. Colocación de las piezas por hiladas a nivel. Revestimiento de los frentes de forjado, muros y pilares. Realización de todos los trabajos necesarios para la resolución de los huecos. Repaso de las juntas y limpieza del paramento.C) Criterio de medición de proyecto: Superficie medida según documentación gráfica de Proyecto, sin duplicar esquinas ni encuentros, incluyendo el revestimiento del frente de forjado, deduciendo los huecos de superficie mayor de 2 m², añadiendo a cambio la superficie de la parte interior del hueco, correspondiente al desarrollo de jambas y dinteles. D) Criterio de medición de obra: Se medirá la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto, sin duplicar esquinas ni encuentros, incluyendo el revestimiento del frente de forjado, deduciendo los huecos de superficie mayor de 2 m², añadiendo a cambio la superficie de la parte interior del hueco, correspondiente al desarrollo de jambas y dinteles.

214,22m2 x 44,84€/m2 = **9.605,62€**

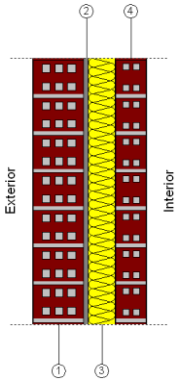
2) Cement mortar m²

A) Descripción: Formación de revestimiento continuo de mortero de cemento M-5, a buena vista, de 10 mm de espesor, aplicado sobre un paramento vertical interior, en el trasdós de la hoja exterior de fachada con cámara de aire, hasta 3 m de altura, acabado superficial rugoso. Incluso p/p de preparación de la superficie soporte, formación de juntas, rincones, maestras con separación entre ellas no superior a tres metros, remates en los encuentros con paramentos, revestimientos u otros elementos recibidos en su superficie. B) Incluye: Todas. Despiece de paños de trabajo. Realización de maestras. Aplicación del mortero. Realización de juntas y encuentros. Acabado superficial. Curado del mortero.C) Criterio de medición de proyecto: Superficie medida según documentación gráfica de Proyecto, sin deducir huecos menores de 4 m² y deduciendo, en los huecos de superficie mayor de 4 m², el exceso sobre los 4 m².D) Criterio de medición de obra: Se medirá la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto, deduciendo, en los huecos de superficie mayor de 4 m², el exceso sobre los 4 m².

187,4m2 x 18,28€/m2 = **1.551,75€**

Total Wall Type 1: 14.423.93€

Wall Type 2: Two brick layers + 6cm rockwool insulation



Layers:

1 - **Perforated brick** (Fábrica de ladrillo cerámico perforado cara vista)	11.5 cm
2 - **Cement mortar** (Enfoscado de cemento a buena vista)	1 cm
3 - **Rockwool** (Lana mineral)	6 cm
4 - **Air brick** (Fábrica de ladrillo cerámico hueco)	7 cm
Total thickness:	25.5 cm

Energy demand limitation U_m: **0.45 W/m2K**

Same wall composition as Wall Type 1 + Rockwool insulation

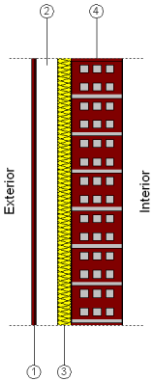
3) Rockwool m²

A) Descripción: Suministro y colocación de aislamiento por el interior en cerramiento de doble hoja de fábrica cara vista formado por panel semirrígido de lana de roca volcánica, según UNE-EN 13162, no revestido, de 60 mm de espesor, resistencia térmica 1,7 m²K/W, conductividad térmica 0,035 W/(mK), colocado a tope para evitar puentes térmicos, fijado con pelladas de adhesivo cementoso y posterior sellado de todas las uniones entre paneles con cinta de sellado de juntas. Incluso p/p de cortes, fijaciones y limpieza.B) Incluye: Todas. Corte y preparación del aislamiento. Colocación del aislamiento.C) Criterio de medición de proyecto: Superficie medida según documentación gráfica de Proyecto.D) Criterio de medición de obra: Se medirá la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.

187,41m2 x 10,55€/m2 = **1.977,18€**

Total Wall Type 2: 16.401.11€

Wall Type 3: Ventilated façade (thermal insulation 3 cm)



Layers:

1 - **Porcelain stoneware** (Revestimiento de placa de gres porcelánico con grapa vista "TAU CERÁMICA")	0.82 cm
2 - **Very ventilated air chamber**	5 cm
3 - **Rockwool**	3 cm
4 - **Perforated brick**	11.5 cm
Total thickness:	20.32 cm

Energy demand limitation U_m: **0.74 W/m2K**

4) Perforated brick m²

A) Descripción: Ejecución de hoja interior en cerramiento de fachada ventilada de 1/2 pie de espesor, de fábrica de ladrillo cerámico perforado para revestir, 24x11,5x7,5 cm, recibida con mortero de cemento M-5. Incluso p/p de enjarjes, mermas, roturas, formación de dinteles mediante vigueta prefabricada T-18, revestida con piezas cerámicas, colocadas con mortero de alta adherencia, jambas y mochetas, cajeado en el perímetro de los huecos para alojar los elementos de fijación de la carpintería exterior, juntas de dilatación, ejecución de encuentros y puntos singulares.B) Incluye: Todas. Definición de los planos de fachada mediante plomos. Replanteo, planta a planta. Marcado en los pilares de los niveles de referencia general de planta y de nivel de piso preciso para pavimento e instalaciones. Asiento de la primera hilada sobre capa de mortero. Colocación y aplomado de miras de referencia. Tendido de hilos entre miras. Colocación de plomos fijos en las aristas. Colocación de las piezas por hiladas a nivel. Realización de todos los trabajos necesarios para la resolución de los huecos. C) Criterio de medición de proyecto: Superficie medida según documentación gráfica de Proyecto, sin duplicar esquinas ni encuentros, deduciendo los huecos de superficie mayor de 3 m².D) Criterio de medición de obra: Se medirá la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto, sin duplicar esquinas ni encuentros, deduciendo los huecos de superficie mayor de 3 m².

187,45m2 x 26,97€/m2 = **5.055,53€**

1) Porcelain stoneware m²

A) Descripción: Ejecución de hoja exterior de sistema de fachada ventilada de 1,05 cm de espesor, de baldosa cerámica de gres porcelánico, estilo mármol "TAU CERÁMICA", capacidad de absorción de agua E<0,5%, grupo BIa, 30x60 cm, según UNE-EN 14411, con bordes rectificados; incluso p/p de perfilería para subestructura vertical, grapas de anclaje y elementos de fijación, colocada mediante el sistema de anclaje visto de grapa, mediante estructura auxiliar fijada al paramento, sobre la que se fijan las grapas mediante tornillos autoblocantes de acero inoxidable o remaches de aluminio, quedando la grapa centrada en las juntas de las baldosas, sirviendo de retención y apoyo de las piezas. Incluso p/p de formación de dinteles, vierteaguas, jambas y mochetas, juntas, realización de encuentros y piezas especiales. B) Incluye: Todas. Preparación de los elementos de sujeción incorporados previamente a la obra. Replanteo de los ejes verticales y horizontales de las juntas. Preparación de los elementos de sujeción. Realización de todos los trabajos necesarios para la resolución de los huecos. Alineación, aplomado y nivelación del revestimiento cerámico. Fijación definitiva del revestimiento. Rejuntado. Relleno de las juntas de movimiento. Limpieza final del paramento.C) Criterio de medición de proyecto: Superficie medida según documentación gráfica de Proyecto, deduciendo los huecos de superficie mayor de 1 m², añadiendo a cambio la superficie de la parte interior del hueco, correspondiente al desarrollo de jambas y dinteles. No se ha incrementado la medición por roturas y recortes, ya que en la descomposición se ha considerado un 5% más de piezas.D) Criterio de medición de obra: Se medirá la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto, deduciendo los huecos de superficie mayor de 1 m², añadiendo a cambio la superficie de la parte interior del hueco, correspondiente al desarrollo de jambas y dinteles.

213,04m2 x 112,30€/m2 = **23.924,39€**

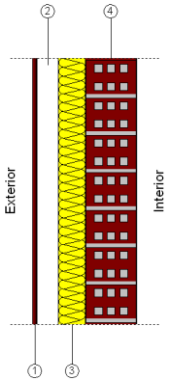
3) Rockwool m²

A) Descripción: Suministro y colocación de aislamiento por el exterior de fachada ventilada formado por panel rígido de lana de roca volcánica, según UNE-EN 13162, no revestido, de 30 mm de espesor, resistencia térmica 0,85 m²K/W, conductividad térmica 0,034 W/(mK), colocado a tope para evitar puentes térmicos, fijado mecánicamente y posterior sellado de todas las uniones entre paneles con cinta de sellado de juntas. Incluso p/p de cortes, fijaciones y limpieza.B) Incluye: Todas. Corte y preparación del aislamiento. Colocación del aislamiento.C) Criterio de medición de proyecto: Superficie medida según documentación gráfica de Proyecto.D) Criterio de medición de obra: Se medirá la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.

214,19m2 x 9,47€/m2 = 2.028,38€

Total Wall Type 3: 31.008.3€

Wall Type 4: Ventilated façade (thermal insulation 6 cm)



Layers:

1 - **Porcelain stoneware** (Revestimiento de placa de gres porcelánico con grapa vista "TAU CERÁMICA")	0.82 cm
2 - **Very ventilated air chamber**	5 cm
3 - **Rockwool**	6 cm
4 - **Perforated brick**	11.5 cm
Total thickness:	23.32 cm

Energy demand limitation U_m: **0.44 W/m2K**

Same typology as Wall Type 3 but better insulation (6cm of rockwool instead of 3cm)

3) Rockwool m²

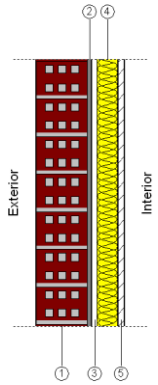
A) Descripción: Suministro y colocación de aislamiento por el exterior de fachada ventilada formado por panel rígido de lana de roca volcánica, según UNE-EN 13162, no revestido, de 60 mm de espesor, resistencia térmica 1,75 m²K/W, conductividad térmica 0,034 W/(mK), colocado a tope para evitar puentes térmicos, fijado mecánicamente y posterior sellado de todas las uniones entre paneles con cinta de sellado de juntas. Incluso p/p de cortes, fijaciones y limpieza.B) Incluye: Todas. Corte y preparación del aislamiento. Colocación del aislamiento.C) Criterio de medición de proyecto: Superficie medida según documentación gráfica de Proyecto.D) Criterio de medición de obra: Se medirá la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.

214,20m2 x 13,67€/m2 = **2.928,11€**

2.928,11 - 2.028,38 = 899.73€ (increace)

Total Wall Type 4: 31.917.33€

Wall Type 5: Self-supporting gypsum board wall (thermal insulation 3.5 cm)



Layers:

1 - **Perforated face brick**	11.5 cm
2 - **Cement mortar**	1 cm
3 - **Separation**	1.3 cm
4 - **Rockwool**	4.5 cm
5 - **Gypsum board**	1.5 cm
Total thickness:	19.8 cm

Energy demand limitation U_m: **0.54 W/m2K**

5) Gypsum boards m²

A) Descripción: Suministro y montaje de trasdosado autoportante libre sobre cerramiento, W 625 "KNAUF", de 63 mm de espesor total, compuesto por placa de yeso laminado tipo Standard (A) de 15 mm de espesor, atornillada directamente a una estructura autoportante de acero galvanizado formada por canales horizontales, sólidamente fijados al suelo y al techo y montantes verticales de 48 mm y 0,6 mm de espesor con una modulación de 600 mm y con disposición normal "N", montados sobre canales junto al cerramiento vertical. Incluso p/p de replanteo de la perfilería, zonas de paso y huecos; colocación en todo su perímetro de cintas o bandas estancas, en la superficie de apoyo o contacto de la perfilería con los paramentos; anclajes de canales y montantes metálicos; corte y fijación de las placas mediante tornillería; tratamiento de las zonas de paso y huecos; ejecución de ángulos; tratamiento de juntas mediante pasta y cinta de juntas; recibido de las cajas para alojamiento de mecanismos eléctricos y de paso de instalaciones, previo replanteo de su ubicación en las placas y perforación de las mismas, y limpieza final. Totalmente terminado y listo para imprimar, pintar o revestir (sin incluir en este precio el aislamiento a colocar entre paneles).B) Incluye: Todas. Replanteo y trazado en el forjado inferior y en el superior de la perfilería. Colocación de banda de estanqueidad y canales inferiores, sobre solado terminado o base de asiento. Colocación de banda de estanqueidad y canales superiores, bajo forjados. Colocación y fijación de los montantes sobre los elementos horizontales. Colocación de las placas mediante fijaciones mecánicas. Replanteo de las cajas para alojamiento de mecanismos eléctricos y de paso de instalaciones, y posterior perforación de las placas. Tratamiento de las juntas entre placas. Recibido de las cajas para alojamiento de mecanismos eléctricos y de paso de instalaciones. C) Criterio de medición de proyecto: Superficie medida según documentación gráfica de Proyecto, sin duplicar esquinas ni encuentros, siguiendo los criterios de medición expuestos en la norma UNE 92305: para huecos de superficie mayor o igual a 5 m² e inferior o igual a 8 m², se deducirá la mitad del hueco y para huecos de superficie mayor a 8 m², se deducirá todo el hueco.D) Criterio de medición de obra: Se medirá la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto, sin duplicar esquinas ni encuentros, siguiendo los criterios de medición expuestos en la norma UNE 92305: para huecos de superficie mayor o igual a 5 m² e inferior o igual a 8 m², se deducirá la mitad del hueco y para huecos de superficie mayor a 8 m², se deducirá todo el hueco.

187,45m2 x 19,48€/m2 = **3.651,53€**

1) Perforated face brick m²

A) Descripción: Ejecución de hoja exterior de 1/2 pie de espesor en cerramiento de fachada de fábrica, de ladrillo cerámico cara vista perforado hidrofugado, salmón, acabado liso, 24x11,5x5 cm, con junta de 1 cm, rehundida, recibida con mortero de cemento M-7,5, con apoyo mínimo de las 2/3 partes del ladrillo sobre el forjado, o sobre angulares de acero laminado galvanizado en caliente fijados a los frentes de forjado si, por errores de ejecución, el ladrillo no apoya sus 2/3 partes sobre el forjado. Incluso p/p de enjarjes, mermas, roturas, revestimiento de los frentes de forjado con ladrillos cortados, colocados con mortero de alta adherencia, encuentro con pilares, formación de esquinas, petos de cubierta, formación de dinteles mediante ladrillos a sardinel con fábrica armada, jambas y mochetas, juntas de dilatación, ejecución de encuentros y puntos singulares y limpieza final de la fábrica ejecutada.B) Incluye: Todas. Definición de los planos de fachada mediante plomos. Replanteo, planta a planta. Rectificación de irregularidades del forjado terminado. Colocación y aplomado de miras de referencia. Tendido de hilos entre miras. Colocación de plomos fijos en las aristas. Colocación de las piezas por hiladas a nivel. Revestimiento de los frentes de forjado, muros y pilares. Realización de todos los trabajos necesarios para la resolución de los huecos. Repaso de las juntas y limpieza del paramento.C) Criterio de medición de proyecto: Superficie medida según documentación gráfica de Proyecto, sin duplicar esquinas ni encuentros, incluyendo el revestimiento del frente de forjado, deduciendo los huecos de superficie mayor de 2 m², añadiendo a cambio la superficie de la parte interior del hueco, correspondiente al desarrollo de jambas y dinteles. D) Criterio de medición de obra: Se medirá la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto, sin duplicar esquinas ni encuentros, incluyendo el revestimiento del frente de forjado, deduciendo los huecos de superficie mayor de 2 m², añadiendo a cambio la superficie de la parte interior del hueco, correspondiente al desarrollo de jambas y dinteles.

214,19m2 x 44,84€/m2 = **9.604,28€**

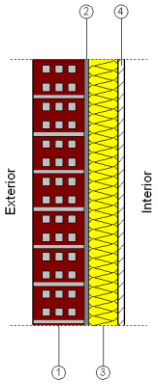
4) Rockwool m²

A) Descripción: Suministro y colocación de aislamiento entre los montantes de la estructura portante del trasdosado autoportante de placas (no incluido en este precio), formado por panel de lana de vidrio, según UNE-EN 13162, sin revestimiento, de 45 mm de espesor, resistencia térmica 1,25 m²K/W, conductividad térmica 0,036 W/(mK). Incluso p/p de cortes, fijaciones y limpieza.B) Incluye: Corte y preparación del aislamiento. Colocación del aislamiento entre los montantes.C) Criterio de medición de proyecto: Superficie medida según documentación gráfica de Proyecto.D) Criterio de medición de obra: Se medirá la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.

187,45m2 x 5,02€/m2 = **941,00€**

Total Wall Type 5: 14.196.81€

Wall Type 6: Self-supporting gypsum board wall (thermal insulation 6 cm)



Layers:

1 - **Perforated face brick**	11.5 cm
2 - **Cement mortar**	1 cm
3 - **Rockwool**	6.5 cm
4 - **Gypsum board**	1.5cm
Total thickness:	20.5 cm
Energy demand limitation U_m:	**0.45 W/m2K**

Same typology as Wall Type 5 but better insulation (6.5cm of rockwool instead of 4.5cm)

3) Rockwool m²

A) Descripción: Suministro y colocación de aislamiento entre los montantes de la estructura portante del trasdosado autoportante de placas (no incluido en este precio), formado por panel de lana de vidrio, según UNE-EN 13162, sin revestimiento, de 65 mm de espesor, resistencia térmica 1,8 m²K/W, conductividad térmica 0,036 W/(mK). Incluso p/p de cortes, fijaciones y limpieza.B) Incluye: Corte y preparación del aislamiento. Colocación del aislamiento entre los montantes.C) Criterio de medición de proyecto: Superficie medida según documentación gráfica de Proyecto.D) Criterio de medición de obra: Se medirá la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.

187,44m2 x 5,95€/m2 = **1.115,27€**

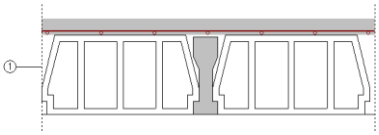
1.115,27 – 941 = **174.27 € (increace)**

Total Wall Type 6: 14370.43€

2 Prices of the roofs

All roof types have the same typology, only insulation price is shown.

Type 1: One-way spanning slab (without any insulation)



Layers:

1 - **One-way spanning slab** (Forjado unidireccional 25+5 cm (Bovedilla de hormigón))	30 cm
Total thickness:	30 cm

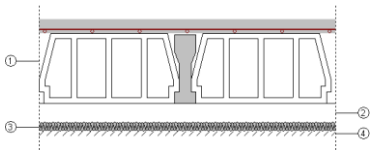
Energy demand limitation U_c Cooling: 2.05 kcal/(h·m²°C)

U_c Heating: **2.86 W/m2K**

***This roof type has no insulation**

Total Roof Type 1: 0,00€

Type 2: One-way spanning slab + insulation (3 cm Rockwool)



Layers:

1 - **One-way spanning slab** (Forjado unidireccional 25+5 cm (Bovedilla de hormigón))	30 cm
2 - **Not ventilated air chamber**	7 cm
3 - **Rockwool**	3 cm
4 - **Gypsum board**	1.6 cm
5 - **Paint**	---
Total thickness:	41.6 cm

Energy demand limitation U U_c Cooling: 0.57 kcal/(h·m²°C)

U_c Heating: **0.69 W/m2K**

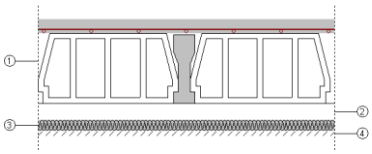
3) Rockwool m²

A) Descripción: Suministro y colocación de aislamiento acústico sobre falso techo de placas, formado por panel semirrígido de lana de roca volcánica, según UNE-EN 13162, no revestido, de 30 mm de espesor, resistencia térmica 0,85 m²K/W, conductividad térmica 0,035 W/(mK). Incluso p/p de cortes del aislante.B) Incluye: Todas. Corte, ajuste y colocación del aislamiento.C) Criterio de medición de proyecto: Superficie medida entre paramentos, según documentación gráfica de Proyecto, sin descontar huecos para instalaciones.D) Criterio de medición de obra: Se medirá la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto, sin descontar huecos para instalaciones.

212,18m2 x 5,74€/m2 = **1.217,91€**

Total Roof Type 2: 1.217,91€

Type 3: One-way spanning slab + insulation (4 cm Rockwool)



Layers:

1 - **One-way spanning slab** (Forjado unidireccional 25+5 cm (Bovedilla de hormigón))	30 cm
2 - **Not ventilated air chamber**	6 cm
3 - **Rockwool**	4 cm
4 - **Gypsum board**	1.6 cm
5 - **Paint**	---
Total thickness:	41.6 cm

Energy demand limitation U U_c Cooling: 0.48 kcal/(h·m²°C)

U_c Heating: **0.58 W/m2K**

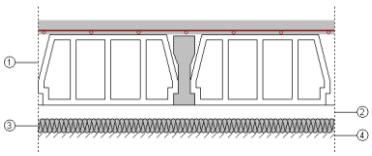
3) Rockwool m²

A) Descripción: Suministro y colocación de aislamiento acústico sobre falso techo de placas, formado por panel semirrígido de lana de roca volcánica, según UNE-EN 13162, no revestido, de 40 mm de espesor, resistencia térmica 1,1 m²K/W, conductividad térmica 0,035 W/(mK). Incluso p/p de cortes del aislante.B) Incluye: Todas. Corte, ajuste y colocación del aislamiento.C) Criterio de medición de proyecto: Superficie medida entre paramentos, según documentación gráfica de Proyecto, sin descontar huecos para instalaciones.D) Criterio de medición de obra: Se medirá la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto, sin descontar huecos para instalaciones.

212,18m2 x 6,40€/m2 = **1.357,95€**

Total Roof Type 1: 1.357,95€

Type 4: One-way spanning slab + insulation (5 cm Rockwool)



Layers:

1 - **One-way spanning slab** (Forjado unidireccional 25+5 cm (Bovedilla de hormigón))	30 cm
2 - **Not ventilated air chamber**	5 cm
3 - **Rockwool**	5 cm
4 - **Gypsum board**	1.6 cm
5 - **Paint**	---
Total thickness:	41.6 cm

Energy demand limitation U U_c Cooling: 0.41 kcal/(h·m²°C)

U_c Heating: **0.5 W/m2K**

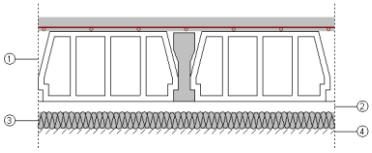
3) Rockwool m²

A) Descripción: Suministro y colocación de aislamiento acústico sobre falso techo de placas, formado por panel semirrígido de lana de roca volcánica, según UNE-EN 13162, no revestido, de 50 mm de espesor, resistencia térmica 1,4 m²K/W, conductividad térmica 0,035 W/(mK). Incluso p/p de cortes del aislante.B) Incluye: Todas. Corte, ajuste y colocación del aislamiento.C) Criterio de medición de proyecto: Superficie medida entre paramentos, según documentación gráfica de Proyecto, sin descontar huecos para instalaciones.D) Criterio de medición de obra: Se medirá la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto, sin descontar huecos para instalaciones.

212,18m2 x 7,27€/m2 = **1.542,55€**

Total Roof Type 4: 1.542.55€

Type 5: One-way spanning slab + insulation (6 cm Rockwool)



Layers:

1 - **One-way spanning slab** (Forjado unidireccional 25+5 cm (Bovedilla de hormigón))	30 cm
2 - **Not ventilated air chamber**	4 cm
3 - **Rockwool**	6 cm
4 - **Gypsum board**	1.6 cm
5 - **Paint**	---
Total thickness	41.6 cm

Energy demand limitation U U_c Cooling: 0.36 kcal/(h·m²°C)

U_c Heating: **0.44 W/m2K**

3) Rockwool m²

A) Descripción: Suministro y colocación de aislamiento acústico sobre falso techo de placas, formado por panel semirrígido de lana de roca volcánica, según UNE-EN 13162, no revestido, de 60 mm de espesor, resistencia térmica 1,7 m²K/W, conductividad térmica 0,035 W/(mK). Incluso p/p de cortes del aislante.B) Incluye: Todas. Corte, ajuste y colocación del aislamiento.C) Criterio de medición de proyecto: Superficie medida entre paramentos, según documentación gráfica de Proyecto, sin descontar huecos para instalaciones.D) Criterio de medición de obra: Se medirá la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto, sin descontar huecos para instalaciones.

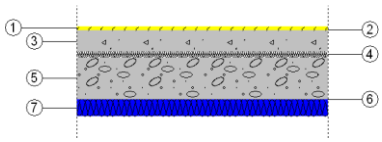
212,18m2 x 8,89€/m2 = **1.886,28€**

Total Roof Type 5: 1.886,28€

3 Prices of the concrete decks

Horizontal insulation is considered in the price

Type 1: Concrete deck + insulation (4 cm extruded polystyrene)



Layers:

1 - **Laminate flooring**	0.7 cm
2 - **High density polystyrene scheet**	0.3 cm
3 - **Self-leveling mortar**	5 cm
4 - **Expanded polystyrene** (Panel portatubos aislante de poliestireno expandido (EPS), "UPONOR IBERIA")	1.3 cm
5 - **Concrete deck (mass concrete)**	10 cm
6 - **Polytyrene film**	0.02 cm
7 - **Extruded polyterene**	4 cm
Total thickness:	21.32 cm

Energy demand limitation U **0.29 W/m2K**

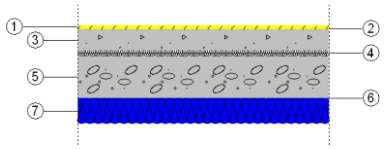
7) Rockwool m²

A) Descripción: Suministro y colocación de aislamiento térmico horizontal de soleras en contacto con el terreno, constituido por panel rígido de poliestireno extruido, de superficie lisa y mecanizado lateral a media madera, de 40 mm de espesor, resistencia a compresión >= 300 kPa, resistencia térmica 1,2 m²K/W, conductividad térmica 0,034 W/(mK) y film de polietileno dispuesto sobre el aislante a modo de capa separadora, preparado para recibir una solera de mortero u hormigón (no incluida en este precio). Incluso p/p de preparación de la superficie soporte y cortes del aislante.B) Incluye: Limpieza y preparación de la superficie soporte. Preparación del aislamiento. Colocación del aislamiento sobre el terreno. Colocación del film de polietileno.C) Criterio de medición de proyecto: Superficie medida según documentación gráfica de Proyecto.D) Criterio de medición de obra: Se medirá la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.

150,13m2 x 17,27€/m2 = **2.592,75€**

Total Concrete deck Type 1: 2.592,75€

Type 2: Concrete deck + insulation (6 cm extruded polystyrene)



Layers:

1 -	**Laminate flooring**	0.7 cm
2 -	**High density polystyrene scheet**	0.3 cm
3 -	**Self-leveling mortar**	5 cm
4 -	**Expanded polystyrene** (Panel portatubos aislante de poliestireno expandido (EPS), "UPONOR IBERIA")	1.3 cm
5 -	**Concrete deck (mass concrete)**	10 cm
6 -	**Polytyrene film**	0.02 cm
7 -	**Extruded polyterene**	6 cm
Total thickness:		23.32 cm

Energy demand limitation U: **0.24 W/m2K**

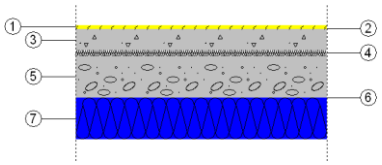
7) Rockwool m²

A) Descripción: Suministro y colocación de aislamiento térmico horizontal de soleras en contacto con el terreno, constituido por panel rígido de poliestireno extruido, de superficie lisa y mecanizado lateral a media madera, de 60 mm de espesor, resistencia a compresión >= 300 kPa, resistencia térmica 1,8 m²K/W, conductividad térmica 0,034 W/(mK) y film de polietileno dispuesto sobre el aislante a modo de capa separadora, preparado para recibir una solera de mortero u hormigón (no incluida en este precio). Incluso p/p de preparación de la superficie soporte y cortes del aislante.B) Incluye: Limpieza y preparación de la superficie soporte. Preparación del aislamiento. Colocación del aislamiento sobre el terreno. Colocación del film de polietileno.C) Criterio de medición de proyecto: Superficie medida según documentación gráfica de Proyecto.D) Criterio de medición de obra: Se medirá la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.

150,13 x 22,79 = **3.421,46**

Total Concrete deck Type 2: 3.421,46€

Type 3: Concrete deck + insulation (10 cm extruded polystyrene)



Layers:

1 -	**Laminate flooring**	0.7 cm
2 -	**High density polystyrene scheet**	0.3 cm
3 -	**Self-leveling mortar**	5 cm
4 -	**Expanded polystyrene** (Panel portatubos aislante de poliestireno expandido (EPS), "UPONOR IBERIA")	1.3 cm
5 -	**Concrete deck (mass concrete)**	10 cm
6 -	**Polytyrene film**	0.02 cm
7 -	**Extruded polyterene**	10 cm
Total thickness:		27.32 cm

Energy demand limitation U: **0.18 W/m2K**

7) Rockwool m^2

A) Descripción: Suministro y colocación de aislamiento térmico horizontal de soleras en contacto con el terreno, constituido por panel rígido de poliestireno extruido, de superficie lisa y mecanizado lateral a media madera, de 100 mm de espesor, resistencia a compresión >= 300 kPa, resistencia térmica 2,8 m²K/W, conductividad térmica 0,034 W/(mK) y film de polietileno dispuesto sobre el aislante a modo de capa separadora, preparado para recibir una solera de mortero u hormigón (no incluida en este precio). Incluso p/p de preparación de la superficie soporte y cortes del aislante.B) Incluye: Limpieza y preparación de la superficie soporte. Preparación del aislamiento. Colocación del aislamiento sobre el terreno. Colocación del film de polietileno.C) Criterio de medición de proyecto: Superficie medida según documentación gráfica de Proyecto.D) Criterio de medición de obra: Se medirá la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.

150,13 x 33,83 = **5.078,90**

Total Concrete deck Type 3: 5.078,90€

Annex A6

1 Geothermal installation's prices

These prices refer to Spanish market, extracted from www.generadordeprecios.info, developed by Spanish Company Cype Ingenieros S.A.:

Chapter of the draft budget	Quantity	Price (€)	Total (€)
U Transportation of the equipment	1	1159	1159
m Perforation of the soil 110mm diameter, introduction of the geothermal probe and soil filling		20	
m Geothermal probe U-type, 32mm outer diameter		26	
U Connection's manhole placed in the surface	1	281	281
U Collector in technical room	1	388	388
m Ditch in surface including pipes		18	
l Heat carrier fluid		4.20	
Geothermal heat pump model Logatherm WPS by Buderus, 22.5KW, COP 4.69, EER 3.88, DHW+buffer tank	1	13349.47	13349.47

- Fix initial cost: 1159 + 281 + 388 = **1828 €**
- Cost per drilling unit length: 20 + 26 + 4.2 = **50.2€ / m**
- Ditch: **18 € / m**

- Fluid per lineal meter:
  - 2 x π x r = 2 x π x 0.15 ~ **1 l/m** (4.2€/m)

Annex B1

2 Thermal loads generated informs

1.- PARÁMETROS GENERALES

Emplazamiento: Oldenburg
Altitud sobre el nivel del mar: 20 m
Percentil para invierno: 97.5 %
Temperatura seca en invierno: -20.00 °C
Humedad relativa en invierno: 90 %
Velocidad del viento: 4 m/s
Temperatura del terreno: 4.00 °C
Porcentaje de mayoración por la orientación N: 20 %
Porcentaje de mayoración por la orientación S: 0 %
Porcentaje de mayoración por la orientación E: 10 %
Porcentaje de mayoración por la orientación O: 10 %
Suplemento de intermitencia para calefacción: 5 %
Porcentaje de mayoración de cargas (Invierno): 0 %

2.- RESUMEN DE LOS RESULTADOS DE CÁLCULO DE LOS RECINTOS

Calefacción

Conjunto: Recintos1						
Recinto	Planta	Carga interna sensible (kcal/h)	Ventilación		Potencia	
			Caudal (m³/h)	Carga total (kcal/h)	Por superficie (kcal/(h·m²))	Total (kcal/h)
Living room	Planta baja	1599.10	176.64	2039.68	55.62	3638.79
Bedroom1	Planta baja	827.78	71.95	830.78	62.24	1658.56
Bathroom1	Planta baja	711.68	54.00	311.77	55.79	1023.45
Kitchen	Planta baja	742.33	186.38	1076.08	70.25	1818.41
Hall	Tejado / 2	421.45	46.52	268.56	40.05	690.01
Bedroom2	Tejado / 2	1387.48	116.78	1348.50	63.26	2735.98
Bedroom3	Tejado / 2	749.53	63.21	729.94	63.19	1479.47
Bedroom4	Tejado / 2	638.33	54.94	634.38	62.55	1272.71
Bedroom5	Tejado / 2	751.23	54.28	626.83	68.54	1378.06
Bathroom2	Tejado / 2	229.10	54.00	311.77	54.37	540.87
		Total	**878.7**			
					Carga total simultánea	**16236.3**

3.- RESUMEN DE LOS RESULTADOS PARA CONJUNTOS DE RECINTOS

Calefacción		
Conjunto	Potencia por superficie (kcal/(h·m²))	Potencia total (kcal/h)
Recintos1	60.0	16236.3

1.- PARÁMETROS GENERALES

Emplazamiento: Oldenburg
Altitud sobre el nivel del mar: 20 m
Percentil para invierno: 97.5 %
Temperatura seca en invierno: -15.00 °C
Humedad relativa en invierno: 90 %
Velocidad del viento: 4 m/s
Temperatura del terreno: 4.00 °C
Porcentaje de mayoración por la orientación N: 20 %
Porcentaje de mayoración por la orientación S: 0 %
Porcentaje de mayoración por la orientación E: 10 %
Porcentaje de mayoración por la orientación O: 10 %
Suplemento de intermitencia para calefacción: 5 %
Porcentaje de mayoración de cargas (Invierno): 0 %

2.- RESUMEN DE LOS RESULTADOS DE CÁLCULO DE LOS RECINTOS

Calefacción

Conjunto: Recintos1						
Recinto	Planta	Carga interna sensible (kcal/h)	Ventilación		Potencia	
			Caudal (m³/h)	Carga total (kcal/h)	Por superficie (kcal/(h·m²))	Total (kcal/h)
Living room	Planta baja	1417.36	176.64	1790.94	49.04	3208.30
Bedroom1	Planta baja	732.24	71.95	729.47	54.85	1461.70
Bathroom1	Planta baja	628.61	54.00	273.75	49.19	902.36
Kitchen	Planta baja	657.05	186.38	944.85	61.88	1601.90
Hall	Tejado / 2	370.06	46.52	235.81	35.17	605.87
Bedroom2	Tejado / 2	1218.27	116.78	1184.05	55.54	2402.33
Bedroom3	Tejado / 2	658.12	63.21	640.92	55.48	1299.04
Bedroom4	Tejado / 2	560.48	54.94	557.02	54.92	1117.50
Bedroom5	Tejado / 2	659.62	54.28	550.38	60.18	1210.00
Bathroom2	Tejado / 2	201.16	54.00	273.75	47.74	474.91
		Total	**878.7**			
					Carga total simultánea	**14283.9**

3.- RESUMEN DE LOS RESULTADOS PARA CONJUNTOS DE RECINTOS

Calefacción		
Conjunto	Potencia por superficie (kcal/(h·m²))	Potencia total (kcal/h)
Recintos1	52.8	14283.9

1.- PARÁMETROS GENERALES

Emplazamiento: Oldenburg
Altitud sobre el nivel del mar: 20 m
Percentil para invierno: 97.5 %
Temperatura seca en invierno: -14.00 °C
Humedad relativa en invierno: 90 %
Velocidad del viento: 4 m/s
Temperatura del terreno: 4.00 °C
Porcentaje de mayoración por la orientación N: 20 %
Porcentaje de mayoración por la orientación S: 0 %
Porcentaje de mayoración por la orientación E: 10 %
Porcentaje de mayoración por la orientación O: 10 %
Suplemento de intermitencia para calefacción: 5 %
Porcentaje de mayoración de cargas (Invierno): 0 %

2.- RESUMEN DE LOS RESULTADOS DE CÁLCULO DE LOS RECINTOS

Calefacción

Conjunto: Recintos1						
Recinto	Planta	Carga interna sensible (kcal/h)	Ventilación		Potencia	
			Caudal (m³/h)	Carga total (kcal/h)	Por superficie (kcal/(h·m²))	Total (kcal/h)
Living room	Planta baja	1381.01	176.64	1741.19	47.72	3122.20
Bedroom1	Planta baja	713.13	71.95	709.20	53.38	1422.33
Bathroom1	Planta baja	611.99	54.00	266.15	47.87	878.14
Kitchen	Planta baja	639.99	186.38	918.60	60.21	1558.60
Hall	Tejado / 2	359.78	46.52	229.26	34.19	589.04
Bedroom2	Tejado / 2	1184.43	116.78	1151.16	54.00	2335.59
Bedroom3	Tejado / 2	639.84	63.21	623.12	53.94	1262.96
Bedroom4	Tejado / 2	544.92	54.94	541.55	53.39	1086.46
Bedroom5	Tejado / 2	641.30	54.28	535.10	58.51	1176.39
Bathroom2	Tejado / 2	195.58	54.00	266.15	46.41	461.72
		Total	**878.7**			
					Carga total simultánea	**13893.4**

3.- RESUMEN DE LOS RESULTADOS PARA CONJUNTOS DE RECINTOS

Calefacción		
Conjunto	Potencia por superficie (kcal/(h·m²))	Potencia total (kcal/h)
Recintos1	51.3	13893.4

1.- PARÁMETROS GENERALES

Emplazamiento: Oldenburg
Altitud sobre el nivel del mar: 20 m
Percentil para invierno: 97.5 %
Temperatura seca en invierno: -13.00 °C
Humedad relativa en invierno: 90 %
Velocidad del viento: 4 m/s
Temperatura del terreno: 4.00 °C
Porcentaje de mayoración por la orientación N: 20 %
Porcentaje de mayoración por la orientación S: 0 %
Porcentaje de mayoración por la orientación E: 10 %
Porcentaje de mayoración por la orientación O: 10 %
Suplemento de intermitencia para calefacción: 5 %
Porcentaje de mayoración de cargas (Invierno): 0 %

2.- RESUMEN DE LOS RESULTADOS DE CÁLCULO DE LOS RECINTOS

Calefacción

Conjunto: Recintos1						
Recinto	Planta	Carga interna sensible (kcal/h)	Ventilación		Potencia	
			Caudal (m³/h)	Carga total (kcal/h)	Por superficie (kcal/(h·m²))	Total (kcal/h)
Living room	Planta baja	1344.66	176.64	1691.44	46.41	3036.11
Bedroom1	Planta baja	694.02	71.95	688.94	51.90	1382.96
Bathroom1	Planta baja	595.38	54.00	258.54	46.55	853.92
Kitchen	Planta baja	622.94	186.38	892.36	58.54	1515.30
Hall	Tejado / 2	349.50	46.52	222.71	33.21	572.21
Bedroom2	Tejado / 2	1150.59	116.78	1118.27	52.46	2268.86
Bedroom3	Tejado / 2	621.56	63.21	605.32	52.40	1226.87
Bedroom4	Tejado / 2	529.35	54.94	526.07	51.87	1055.42
Bedroom5	Tejado / 2	622.98	54.28	519.81	56.84	1142.78
Bathroom2	Tejado / 2	189.99	54.00	258.54	45.08	448.53
		Total	**878.7**			
					Carga total simultánea	**13503.0**

3.- RESUMEN DE LOS RESULTADOS PARA CONJUNTOS DE RECINTOS

Calefacción		
Conjunto	Potencia por superficie (kcal/(h·m²))	Potencia total (kcal/h)
Recintos1	49.9	13503.0

1.- PARÁMETROS GENERALES

Emplazamiento: Oldenburg
Altitud sobre el nivel del mar: 20 m
Percentil para invierno: 97.5 %
Temperatura seca en invierno: -12.00 °C
Humedad relativa en invierno: 90 %
Velocidad del viento: 4 m/s
Temperatura del terreno: 4.00 °C
Porcentaje de mayoración por la orientación N: 20 %
Porcentaje de mayoración por la orientación S: 0 %
Porcentaje de mayoración por la orientación E: 10 %
Porcentaje de mayoración por la orientación O: 10 %
Suplemento de intermitencia para calefacción: 5 %
Porcentaje de mayoración de cargas (Invierno): 0 %

2.- RESUMEN DE LOS RESULTADOS DE CÁLCULO DE LOS RECINTOS

Calefacción

Conjunto: Recintos1						
Recinto	Planta	Carga interna sensible (kcal/h)	Ventilación		Potencia	
			Caudal (m³/h)	Carga total (kcal/h)	Por superficie (kcal/(h·m²))	Total (kcal/h)
Living room	Planta baja	1308.31	176.64	1641.70	45.09	2950.01
Bedroom1	Planta baja	674.91	71.95	668.68	50.42	1343.59
Bathroom1	Planta baja	578.77	54.00	250.94	45.23	829.71
Kitchen	Planta baja	605.88	186.38	866.11	56.86	1472.00
Hall	Tejado / 2	339.22	46.52	216.16	32.24	555.38
Bedroom2	Tejado / 2	1116.75	116.78	1085.38	50.91	2202.13
Bedroom3	Tejado / 2	603.28	63.21	587.51	50.86	1190.79
Bedroom4	Tejado / 2	513.78	54.94	510.60	50.34	1024.38
Bedroom5	Tejado / 2	604.65	54.28	504.52	55.17	1109.17
Bathroom2	Tejado / 2	184.40	54.00	250.94	43.76	435.34
		Total	**878.7**			
					Carga total simultánea	**13112.5**

3.- RESUMEN DE LOS RESULTADOS PARA CONJUNTOS DE RECINTOS

Calefacción		
Conjunto	Potencia por superficie (kcal/(h·m²))	Potencia total (kcal/h)
Recintos1	48.5	13112.5

1.- PARÁMETROS GENERALES

Emplazamiento: Oldenburg
Altitud sobre el nivel del mar: 20 m
Percentil para invierno: 97.5 %
Temperatura seca en invierno: -11.00 °C
Humedad relativa en invierno: 90 %
Velocidad del viento: 4 m/s
Temperatura del terreno: 4.00 °C
Porcentaje de mayoración por la orientación N: 20 %
Porcentaje de mayoración por la orientación S: 0 %
Porcentaje de mayoración por la orientación E: 10 %
Porcentaje de mayoración por la orientación O: 10 %
Suplemento de intermitencia para calefacción: 5 %
Porcentaje de mayoración de cargas (Invierno): 0 %

2.- RESUMEN DE LOS RESULTADOS DE CÁLCULO DE LOS RECINTOS

Calefacción

Conjunto: Recintos1						
Recinto	Planta	Carga interna sensible (kcal/h)	Ventilación		Potencia	
			Caudal (m³/h)	Carga total (kcal/h)	Por superficie (kcal/(h·m²))	Total (kcal/h)
Living room	Planta baja	1271.97	176.64	1591.95	43.78	2863.91
Bedroom1	Planta baja	655.80	71.95	648.42	48.94	1304.22
Bathroom1	Planta baja	562.15	54.00	243.33	43.91	805.49
Kitchen	Planta baja	588.83	186.38	839.87	55.19	1428.69
Hall	Tejado / 2	328.94	46.52	209.61	31.26	538.55
Bedroom2	Tejado / 2	1082.91	116.78	1052.49	49.37	2135.40
Bedroom3	Tejado / 2	585.00	63.21	569.71	49.32	1154.71
Bedroom4	Tejado / 2	498.21	54.94	495.13	48.82	993.34
Bedroom5	Tejado / 2	586.33	54.28	489.23	53.50	1075.56
Bathroom2	Tejado / 2	178.81	54.00	243.33	42.43	422.15
		Total	**878.7**			
					Carga total simultánea	**12722.0**

3.- RESUMEN DE LOS RESULTADOS PARA CONJUNTOS DE RECINTOS

Calefacción		
Conjunto	Potencia por superficie (kcal/(h·m²))	Potencia total (kcal/h)
Recintos1	47.0	12722.0

1.- PARÁMETROS GENERALES

Emplazamiento: Oldenburg
Altitud sobre el nivel del mar: 20 m
Percentil para invierno: 97.5 %
Temperatura seca en invierno: -10.00 °C
Humedad relativa en invierno: 90 %
Velocidad del viento: 4 m/s
Temperatura del terreno: 4.00 °C
Porcentaje de mayoración por la orientación N: 20 %
Porcentaje de mayoración por la orientación S: 0 %
Porcentaje de mayoración por la orientación E: 10 %
Porcentaje de mayoración por la orientación O: 10 %
Suplemento de intermitencia para calefacción: 5 %
Porcentaje de mayoración de cargas (Invierno): 0 %

2.- RESUMEN DE LOS RESULTADOS DE CÁLCULO DE LOS RECINTOS

Calefacción

Conjunto: Recintos1						
Recinto	Planta	Carga interna sensible (kcal/h)	Ventilación		Potencia	
			Caudal (m³/h)	Carga total (kcal/h)	Por superficie (kcal/(h·m²))	Total (kcal/h)
Living room	Planta baja	1235.62	176.64	1542.20	42.46	2777.82
Bedroom1	Planta baja	636.69	71.95	628.15	47.47	1264.84
Bathroom1	Planta baja	545.54	54.00	235.73	42.59	781.27
Kitchen	Planta baja	571.77	186.38	813.62	53.52	1385.39
Hall	Tejado / 2	318.66	46.52	203.06	30.28	521.72
Bedroom2	Tejado / 2	1049.07	116.78	1019.60	47.83	2068.67
Bedroom3	Tejado / 2	566.72	63.21	551.91	47.78	1118.62
Bedroom4	Tejado / 2	482.64	54.94	479.66	47.29	962.30
Bedroom5	Tejado / 2	568.01	54.28	473.94	51.82	1041.95
Bathroom2	Tejado / 2	173.22	54.00	235.73	41.11	408.95
		Total	**878.7**			
					Carga total simultánea	**12331.5**

3.- RESUMEN DE LOS RESULTADOS PARA CONJUNTOS DE RECINTOS

Calefacción		
Conjunto	Potencia por superficie (kcal/(h·m²))	Potencia total (kcal/h)
Recintos1	45.6	12331.5

1.- PARÁMETROS GENERALES

Emplazamiento: Oldenburg
Altitud sobre el nivel del mar: 20 m
Percentil para invierno: 97.5 %
Temperatura seca en invierno: -9.00 °C
Humedad relativa en invierno: 90 %
Velocidad del viento: 4 m/s
Temperatura del terreno: 4.00 °C
Porcentaje de mayoración por la orientación N: 20 %
Porcentaje de mayoración por la orientación S: 0 %
Porcentaje de mayoración por la orientación E: 10 %
Porcentaje de mayoración por la orientación O: 10 %
Suplemento de intermitencia para calefacción: 5 %
Porcentaje de mayoración de cargas (Invierno): 0 %

2.- RESUMEN DE LOS RESULTADOS DE CÁLCULO DE LOS RECINTOS

Calefacción

Conjunto: Recintos1						
Recinto	Planta	Carga interna sensible (kcal/h)	Ventilación		Potencia	
			Caudal (m³/h)	Carga total (kcal/h)	Por superficie (kcal/(h·m²))	Total (kcal/h)
Living room	Planta baja	1199.27	176.64	1492.45	41.14	2691.72
Bedroom1	Planta baja	617.58	71.95	607.89	45.99	1225.47
Bathroom1	Planta baja	528.93	54.00	228.13	41.27	757.05
Kitchen	Planta baja	554.72	186.38	787.38	51.85	1342.09
Hall	Tejado / 2	308.38	46.52	196.51	29.31	504.89
Bedroom2	Tejado / 2	1015.23	116.78	986.71	46.28	2001.94
Bedroom3	Tejado / 2	548.43	63.21	534.10	46.24	1082.54
Bedroom4	Tejado / 2	467.07	54.94	464.18	45.77	931.25
Bedroom5	Tejado / 2	549.68	54.28	458.65	50.15	1008.34
Bathroom2	Tejado / 2	167.64	54.00	228.13	39.78	395.76
		Total	**878.7**			
					Carga total simultánea	**11941.1**

3.- RESUMEN DE LOS RESULTADOS PARA CONJUNTOS DE RECINTOS

Calefacción		
Conjunto	Potencia por superficie (kcal/(h·m²))	Potencia total (kcal/h)
Recintos1	44.1	11941.1

1.- PARÁMETROS GENERALES

Emplazamiento: Oldenburg
Altitud sobre el nivel del mar: 20 m
Percentil para invierno: 97.5 %
Temperatura seca en invierno: -8.00 °C
Humedad relativa en invierno: 90 %
Velocidad del viento: 4 m/s
Temperatura del terreno: 4.00 °C
Porcentaje de mayoración por la orientación N: 20 %
Porcentaje de mayoración por la orientación S: 0 %
Porcentaje de mayoración por la orientación E: 10 %
Porcentaje de mayoración por la orientación O: 10 %
Suplemento de intermitencia para calefacción: 5 %
Porcentaje de mayoración de cargas (Invierno): 0 %

2.- RESUMEN DE LOS RESULTADOS DE CÁLCULO DE LOS RECINTOS

Calefacción

Conjunto: Recintos1						
Recinto	Planta	Carga interna sensible (kcal/h)	Ventilación		Potencia	
			Caudal (m³/h)	Carga total (kcal/h)	Por superficie (kcal/(h·m²))	Total (kcal/h)
Living room	Planta baja	1162.92	176.64	1442.70	39.83	2605.62
Bedroom1	Planta baja	598.47	71.95	587.63	44.51	1186.10
Bathroom1	Planta baja	512.31	54.00	220.52	39.95	732.83
Kitchen	Planta baja	537.66	186.38	761.13	50.17	1298.79
Hall	Tejado / 2	298.10	46.52	189.96	28.33	488.06
Bedroom2	Tejado / 2	981.39	116.78	953.82	44.74	1935.21
Bedroom3	Tejado / 2	530.15	63.21	516.30	44.70	1046.45
Bedroom4	Tejado / 2	451.50	54.94	448.71	44.24	900.21
Bedroom5	Tejado / 2	531.36	54.28	443.37	48.48	974.73
Bathroom2	Tejado / 2	162.05	54.00	220.52	38.45	382.57
		Total	**878.7**			
					Carga total simultánea	**11550.6**

3.- RESUMEN DE LOS RESULTADOS PARA CONJUNTOS DE RECINTOS

Calefacción		
Conjunto	Potencia por superficie (kcal/(h·m²))	Potencia total (kcal/h)
Recintos1	42.6	11550.6

1.- PARÁMETROS GENERALES

Emplazamiento: Oldenburg
Altitud sobre el nivel del mar: 20 m
Percentil para invierno: 97.5 %
Temperatura seca en invierno: -7.00 °C
Humedad relativa en invierno: 90 %
Velocidad del viento: 4 m/s
Temperatura del terreno: 4.00 °C
Porcentaje de mayoración por la orientación N: 20 %
Porcentaje de mayoración por la orientación S: 0 %
Porcentaje de mayoración por la orientación E: 10 %
Porcentaje de mayoración por la orientación O: 10 %
Suplemento de intermitencia para calefacción: 5 %
Porcentaje de mayoración de cargas (Invierno): 0 %

2.- RESUMEN DE LOS RESULTADOS DE CÁLCULO DE LOS RECINTOS

Calefacción

Conjunto: Recintos1						
Recinto	Planta	Carga interna sensible (kcal/h)	Ventilación		Potencia	
			Caudal (m³/h)	Carga total (kcal/h)	Por superficie (kcal/(h·m²))	Total (kcal/h)
Living room	Planta baja	1126.57	176.64	1392.95	38.51	2519.52
Bedroom1	Planta baja	579.37	71.95	567.36	43.03	1146.73
Bathroom1	Planta baja	495.70	54.00	212.92	38.63	708.61
Kitchen	Planta baja	520.61	186.38	734.88	48.50	1255.49
Hall	Tejado / 2	287.82	46.52	183.41	27.35	471.23
Bedroom2	Tejado / 2	947.55	116.78	920.93	43.20	1868.48
Bedroom3	Tejado / 2	511.87	63.21	498.50	43.15	1010.37
Bedroom4	Tejado / 2	435.93	54.94	433.24	42.72	869.17
Bedroom5	Tejado / 2	513.04	54.28	428.08	46.81	941.11
Bathroom2	Tejado / 2	156.46	54.00	212.92	37.13	369.38
		Total	**878.7**			
					Carga total simultánea	**11160.1**

3.- RESUMEN DE LOS RESULTADOS PARA CONJUNTOS DE RECINTOS

Calefacción		
Conjunto	Potencia por superficie (kcal/(h·m²))	Potencia total (kcal/h)
Recintos1	41.3	11160.1

1.- PARÁMETROS GENERALES

Emplazamiento: Oldenburg
Altitud sobre el nivel del mar: 20 m
Percentil para invierno: 97.5 %
Temperatura seca en invierno: -6.00 °C
Humedad relativa en invierno: 90 %
Velocidad del viento: 4 m/s
Temperatura del terreno: 4.00 °C
Porcentaje de mayoración por la orientación N: 20 %
Porcentaje de mayoración por la orientación S: 0 %
Porcentaje de mayoración por la orientación E: 10 %
Porcentaje de mayoración por la orientación O: 10 %
Suplemento de intermitencia para calefacción: 5 %
Porcentaje de mayoración de cargas (Invierno): 0 %

2.- RESUMEN DE LOS RESULTADOS DE CÁLCULO DE LOS RECINTOS

Calefacción

Conjunto: Recintos1						
Recinto	Planta	Carga interna sensible (kcal/h)	Ventilación		Potencia	
			Caudal (m³/h)	Carga total (kcal/h)	Por superficie (kcal/(h·m²))	Total (kcal/h)
Living room	Planta baja	1090.22	176.64	1343.21	37.20	2433.43
Bedroom1	Planta baja	560.26	71.95	547.10	41.56	1107.36
Bathroom1	Planta baja	479.08	54.00	205.31	37.31	684.40
Kitchen	Planta baja	503.55	186.38	708.64	46.83	1212.19
Hall	Tejado / 2	277.54	46.52	176.86	26.38	454.40
Bedroom2	Tejado / 2	913.71	116.78	888.04	41.66	1801.74
Bedroom3	Tejado / 2	493.59	63.21	480.69	41.61	974.28
Bedroom4	Tejado / 2	420.36	54.94	417.76	41.19	838.13
Bedroom5	Tejado / 2	494.72	54.28	412.79	45.14	907.50
Bathroom2	Tejado / 2	150.87	54.00	205.31	35.80	356.19
		Total	**878.7**			
					Carga total simultánea	**10769.6**

3.- RESUMEN DE LOS RESULTADOS PARA CONJUNTOS DE RECINTOS

Calefacción		
Conjunto	Potencia por superficie (kcal/(h·m²))	Potencia total (kcal/h)
Recintos1	39.8	10769.6

1.- PARÁMETROS GENERALES

Emplazamiento: Oldenburg
Altitud sobre el nivel del mar: 20 m
Percentil para invierno: 97.5 %
Temperatura seca en invierno: -5.00 °C
Humedad relativa en invierno: 90 %
Velocidad del viento: 4 m/s
Temperatura del terreno: 4.00 °C
Porcentaje de mayoración por la orientación N: 20 %
Porcentaje de mayoración por la orientación S: 0 %
Porcentaje de mayoración por la orientación E: 10 %
Porcentaje de mayoración por la orientación O: 10 %
Suplemento de intermitencia para calefacción: 5 %
Porcentaje de mayoración de cargas (Invierno): 0 %

2.- RESUMEN DE LOS RESULTADOS DE CÁLCULO DE LOS RECINTOS

Calefacción

Conjunto: Recintos1						
Recinto	Planta	Carga interna sensible (kcal/h)	Ventilación		Potencia	
			Caudal (m³/h)	Carga total (kcal/h)	Por superficie (kcal/(h·m²))	Total (kcal/h)
Living room	Planta baja	1053.87	176.64	1293.46	35.88	2347.33
Bedroom1	Planta baja	541.15	71.95	526.84	40.08	1067.99
Bathroom1	Planta baja	462.47	54.00	197.71	35.99	660.18
Kitchen	Planta baja	486.50	186.38	682.39	45.15	1168.89
Hall	Tejado / 2	267.26	46.52	170.31	25.40	437.57
Bedroom2	Tejado / 2	879.86	116.78	855.15	40.11	1735.01
Bedroom3	Tejado / 2	475.31	63.21	462.89	40.07	938.20
Bedroom4	Tejado / 2	404.79	54.94	402.29	39.66	807.09
Bedroom5	Tejado / 2	476.39	54.28	397.50	43.47	873.89
Bathroom2	Tejado / 2	145.28	54.00	197.71	34.48	342.99
		Total	**878.7**			
					Carga total simultánea	**10379.1**

3.- RESUMEN DE LOS RESULTADOS PARA CONJUNTOS DE RECINTOS

Calefacción		
Conjunto	Potencia por superficie (kcal/(h·m²))	Potencia total (kcal/h)
Recintos1	38.3	10379.1

1.- PARÁMETROS GENERALES

Emplazamiento: Oldenburg
Altitud sobre el nivel del mar: 20 m
Percentil para invierno: 97.5 %
Temperatura seca en invierno: -4.00 °C
Humedad relativa en invierno: 90 %
Velocidad del viento: 4 m/s
Temperatura del terreno: 4.00 °C
Porcentaje de mayoración por la orientación N: 20 %
Porcentaje de mayoración por la orientación S: 0 %
Porcentaje de mayoración por la orientación E: 10 %
Porcentaje de mayoración por la orientación O: 10 %
Suplemento de intermitencia para calefacción: 5 %
Porcentaje de mayoración de cargas (Invierno): 0 %

2.- RESUMEN DE LOS RESULTADOS DE CÁLCULO DE LOS RECINTOS

Calefacción

Conjunto: Recintos1						
Recinto	Planta	Carga interna sensible (kcal/h)	Ventilación		Potencia	
			Caudal (m^3/h)	Carga total (kcal/h)	Por superficie (kcal/(h·m²))	Total (kcal/h)
Living room	Planta baja	1160.96	176.64	1243.71	36.76	2404.67
Bedroom1	Planta baja	581.78	71.95	506.57	40.84	1088.36
Bathroom1	Planta baja	486.98	54.00	190.10	36.91	677.09
Kitchen	Planta baja	525.86	186.38	656.15	45.66	1182.01
Hall	Tejado / 2	256.98	46.52	163.76	24.42	420.74
Bedroom2	Tejado / 2	846.02	116.78	822.26	38.57	1668.28
Bedroom3	Tejado / 2	457.03	63.21	445.09	38.53	902.11
Bedroom4	Tejado / 2	389.23	54.94	386.82	38.14	776.04
Bedroom5	Tejado / 2	458.07	54.28	382.21	41.79	840.28
Bathroom2	Tejado / 2	139.70	54.00	190.10	33.15	329.80
		Total	**878.7**			
					Carga total simultánea	**10289.4**

3.- RESUMEN DE LOS RESULTADOS PARA CONJUNTOS DE RECINTOS

Calefacción		
Conjunto	Potencia por superficie (kcal/(h·m²))	Potencia total (kcal/h)
Recintos1	38.0	10289.4

1.- PARÁMETROS GENERALES

Emplazamiento: Oldenburg
Altitud sobre el nivel del mar: 20 m
Percentil para invierno: 97.5 %
Temperatura seca en invierno: -3.00 °C
Humedad relativa en invierno: 90 %
Velocidad del viento: 4 m/s
Temperatura del terreno: 4.00 °C
Porcentaje de mayoración por la orientación N: 20 %
Porcentaje de mayoración por la orientación S: 0 %
Porcentaje de mayoración por la orientación E: 10 %
Porcentaje de mayoración por la orientación O: 10 %
Suplemento de intermitencia para calefacción: 5 %
Porcentaje de mayoración de cargas (Invierno): 0 %

2.- RESUMEN DE LOS RESULTADOS DE CÁLCULO DE LOS RECINTOS

Calefacción

Conjunto: Recintos1						
Recinto	Planta	Carga interna sensible (kcal/h)	Ventilación		Potencia	
			Caudal (m^3/h)	Carga total (kcal/h)	Por superficie (kcal/(h·m²))	Total (kcal/h)
Living room	Planta baja	1124.75	176.64	1193.96	35.44	2318.71
Bedroom1	Planta baja	562.68	71.95	486.31	39.37	1048.99
Bathroom1	Planta baja	470.37	54.00	182.50	35.59	652.87
Kitchen	Planta baja	508.87	186.38	629.90	43.99	1138.77
Hall	Tejado / 2	246.71	46.52	157.21	23.45	403.91
Bedroom2	Tejado / 2	812.18	116.78	789.37	37.03	1601.55
Bedroom3	Tejado / 2	438.75	63.21	427.28	36.99	866.03
Bedroom4	Tejado / 2	373.66	54.94	371.35	36.61	745.00
Bedroom5	Tejado / 2	439.75	54.28	366.92	40.12	806.67
Bathroom2	Tejado / 2	134.11	54.00	182.50	31.82	316.61
		Total	**878.7**			
					Carga total simultánea	**9899.1**

3.- RESUMEN DE LOS RESULTADOS PARA CONJUNTOS DE RECINTOS

Calefacción		
Conjunto	Potencia por superficie (kcal/(h·m²))	Potencia total (kcal/h)
Recintos1	36.5	9899.1

1.- PARÁMETROS GENERALES

Emplazamiento: Oldenburg
Altitud sobre el nivel del mar: 20 m
Percentil para invierno: 97.5 %
Temperatura seca en invierno: -2.00 °C
Humedad relativa en invierno: 90 %
Velocidad del viento: 4 m/s
Temperatura del terreno: 4.00 °C
Porcentaje de mayoración por la orientación N: 20 %
Porcentaje de mayoración por la orientación S: 0 %
Porcentaje de mayoración por la orientación E: 10 %
Porcentaje de mayoración por la orientación O: 10 %
Suplemento de intermitencia para calefacción: 5 %
Porcentaje de mayoración de cargas (Invierno): 0 %

2.- RESUMEN DE LOS RESULTADOS DE CÁLCULO DE LOS RECINTOS

Calefacción

Conjunto: Recintos1						
Recinto	Planta	Carga interna sensible (kcal/h)	Ventilación		Potencia	
			Caudal (m^3/h)	Carga total (kcal/h)	Por superficie (kcal/(h·m²))	Total (kcal/h)
Living room	Planta baja	1088.53	176.64	1144.21	34.13	2232.74
Bedroom1	Planta baja	543.57	71.95	466.05	37.89	1009.62
Bathroom1	Planta baja	453.75	54.00	174.90	34.27	628.65
Kitchen	Planta baja	491.88	186.38	603.65	42.32	1095.54
Hall	Tejado / 2	236.43	46.52	150.66	22.47	387.08
Bedroom2	Tejado / 2	778.34	116.78	756.48	35.48	1534.82
Bedroom3	Tejado / 2	420.47	63.21	409.48	35.45	829.94
Bedroom4	Tejado / 2	358.09	54.94	355.87	35.09	713.96
Bedroom5	Tejado / 2	421.42	54.28	351.63	38.45	773.06
Bathroom2	Tejado / 2	128.52	54.00	174.90	30.50	303.42
		Total	**878.7**			
					Carga total simultánea	**9508.8**

3.- RESUMEN DE LOS RESULTADOS PARA CONJUNTOS DE RECINTOS

Calefacción		
Conjunto	Potencia por superficie (kcal/(h·m²))	Potencia total (kcal/h)
Recintos1	35.2	9508.8

1.- PARÁMETROS GENERALES

Emplazamiento: Oldenburg
Altitud sobre el nivel del mar: 20 m
Percentil para invierno: 97.5 %
Temperatura seca en invierno: -1.00 °C
Humedad relativa en invierno: 90 %
Velocidad del viento: 4 m/s
Temperatura del terreno: 4.00 °C
Porcentaje de mayoración por la orientación N: 20 %
Porcentaje de mayoración por la orientación S: 0 %
Porcentaje de mayoración por la orientación E: 10 %
Porcentaje de mayoración por la orientación O: 10 %
Suplemento de intermitencia para calefacción: 5 %
Porcentaje de mayoración de cargas (Invierno): 0 %

2.- RESUMEN DE LOS RESULTADOS DE CÁLCULO DE LOS RECINTOS

Calefacción

Conjunto: Recintos1						
Recinto	Planta	Carga interna sensible (kcal/h)	Ventilación		Potencia	
			Caudal (m^3/h)	Carga total (kcal/h)	Por superficie (kcal/(h·m²))	Total (kcal/h)
Living room	Planta baja	1052.31	176.64	1094.46	32.81	2146.77
Bedroom1	Planta baja	524.46	71.95	445.79	36.41	970.24
Bathroom1	Planta baja	437.14	54.00	167.29	32.95	604.43
Kitchen	Planta baja	474.89	186.38	577.41	40.65	1052.30
Hall	Tejado / 2	226.15	46.52	144.11	21.49	370.25
Bedroom2	Tejado / 2	744.50	116.78	723.59	33.94	1468.09
Bedroom3	Tejado / 2	402.19	63.21	391.68	33.91	793.86
Bedroom4	Tejado / 2	342.52	54.94	340.40	33.56	682.92
Bedroom5	Tejado / 2	403.10	54.28	336.35	36.78	739.45
Bathroom2	Tejado / 2	122.93	54.00	167.29	29.17	290.23
		Total	**878.7**			
					Carga total simultánea	**9118.5**

3.- RESUMEN DE LOS RESULTADOS PARA CONJUNTOS DE RECINTOS

Calefacción		
Conjunto	Potencia por superficie (kcal/(h·m²))	Potencia total (kcal/h)
Recintos1	33.7	9118.5

1.- PARÁMETROS GENERALES

Emplazamiento: Oldenburg
Altitud sobre el nivel del mar: 20 m
Percentil para invierno: 97.5 %
Temperatura seca en invierno: 0.00 °C
Humedad relativa en invierno: 90 %
Velocidad del viento: 4 m/s
Temperatura del terreno: 4.00 °C
Porcentaje de mayoración por la orientación N: 20 %
Porcentaje de mayoración por la orientación S: 0 %
Porcentaje de mayoración por la orientación E: 10 %
Porcentaje de mayoración por la orientación O: 10 %
Suplemento de intermitencia para calefacción: 5 %
Porcentaje de mayoración de cargas (Invierno): 0 %

2.- RESUMEN DE LOS RESULTADOS DE CÁLCULO DE LOS RECINTOS

Calefacción

Conjunto: Recintos1						
Recinto	Planta	Carga interna sensible (kcal/h)	Ventilación		Potencia	
			Caudal (m³/h)	Carga total (kcal/h)	Por superficie (kcal/(h·m²))	Total (kcal/h)
Living room	Planta baja	1016.09	176.64	1044.72	31.50	2060.80
Bedroom1	Planta baja	505.35	71.95	425.52	34.93	930.87
Bathroom1	Planta baja	420.53	54.00	159.69	31.63	580.21
Kitchen	Planta baja	457.90	186.38	551.16	38.98	1009.06
Hall	Tejado / 2	215.08	46.52	137.56	20.47	352.63
Bedroom2	Tejado / 2	710.66	116.78	690.70	32.40	1401.36
Bedroom3	Tejado / 2	383.90	63.21	373.87	32.37	757.78
Bedroom4	Tejado / 2	326.95	54.94	324.93	32.04	651.88
Bedroom5	Tejado / 2	384.78	54.28	321.06	35.11	705.84
Bathroom2	Tejado / 2	117.35	54.00	159.69	27.85	277.03
		Total	**878.7**			
					Carga total simultánea	**8727.5**

3.- RESUMEN DE LOS RESULTADOS PARA CONJUNTOS DE RECINTOS

Calefacción		
Conjunto	Potencia por superficie (kcal/(h·m²))	Potencia total (kcal/h)
Recintos1	32.2	8727.5

Anexo. Listado resumen de cargas térmicas
El ejemplo del cype con sonda geotérmica Fecha: 14/05/13

1.- PARÁMETROS GENERALES

Emplazamiento: Oldenburg
Altitud sobre el nivel del mar: 20 m
Percentil para invierno: 97.5 %
Temperatura seca en invierno: 2.00 °C
Humedad relativa en invierno: 90 %
Velocidad del viento: 4 m/s
Temperatura del terreno: 4.00 °C
Porcentaje de mayoración por la orientación N: 20 %
Porcentaje de mayoración por la orientación S: 0 %
Porcentaje de mayoración por la orientación E: 10 %
Porcentaje de mayoración por la orientación O: 10 %
Suplemento de intermitencia para calefacción: 5 %
Porcentaje de mayoración de cargas (Invierno): 0 %

2.- RESUMEN DE LOS RESULTADOS DE CÁLCULO DE LOS RECINTOS

Calefacción

Conjunto: Recintos1						
Recinto	Planta	Carga interna sensible (kcal/h)	Ventilación		Potencia	
			Caudal (m³/h)	Carga total (kcal/h)	Por superficie (kcal/(h·m²))	Total (kcal/h)
Living room	Planta baja	943.65	176.64	945.22	28.87	1888.87
Bedroom1	Planta baja	465.66	71.95	385.00	31.92	850.66
Bathroom1	Planta baja	385.83	54.00	144.48	28.91	530.31
Kitchen	Planta baja	423.92	186.38	498.67	35.64	922.59
Hall	Tejado / 2	194.60	46.52	124.45	18.52	319.05
Bedroom2	Tejado / 2	642.98	116.78	624.92	29.31	1267.89
Bedroom3	Tejado / 2	347.34	63.21	338.26	29.28	685.61
Bedroom4	Tejado / 2	295.81	54.94	293.98	28.99	589.79
Bedroom5	Tejado / 2	348.13	54.28	290.48	31.76	638.61
Bathroom2	Tejado / 2	106.17	54.00	144.48	25.19	250.65
		Total	**878.7**			
					Carga total simultánea	**7944.0**

3.- RESUMEN DE LOS RESULTADOS PARA CONJUNTOS DE RECINTOS

Calefacción		
Conjunto	Potencia por superficie (kcal/(h·m²))	Potencia total (kcal/h)
Recintos1	29.3	7944.0

Anexo. Listado resumen de cargas térmicas
El ejemplo del cype con sonda geotérmica Fecha: 14/05/13

1.- PARÁMETROS GENERALES

Emplazamiento: Oldenburg
Altitud sobre el nivel del mar: 20 m
Percentil para invierno: 97.5 %
Temperatura seca en invierno: 4.00 °C
Humedad relativa en invierno: 90 %
Velocidad del viento: 4 m/s
Temperatura del terreno: 4.00 °C
Porcentaje de mayoración por la orientación N: 20 %
Porcentaje de mayoración por la orientación S: 0 %
Porcentaje de mayoración por la orientación E: 10 %
Porcentaje de mayoración por la orientación O: 10 %
Suplemento de intermitencia para calefacción: 5 %
Porcentaje de mayoración de cargas (Invierno): 0 %

2.- RESUMEN DE LOS RESULTADOS DE CÁLCULO DE LOS RECINTOS

Calefacción

Conjunto: Recintos1						
Recinto	Planta	Carga interna sensible (kcal/h)	Ventilación		Potencia	
			Caudal (m³/h)	Carga total (kcal/h)	Por superficie (kcal/(h·m²))	Total (kcal/h)
Living room	Planta baja	871.21	176.64	845.72	26.24	1716.93
Bedroom1	Planta baja	427.60	71.95	344.47	28.97	772.07
Bathroom1	Planta baja	352.75	54.00	129.27	26.28	482.02
Kitchen	Planta baja	389.94	186.38	446.18	32.30	836.11
Hall	Tejado / 2	174.11	46.52	111.35	16.57	285.47
Bedroom2	Tejado / 2	575.30	116.78	559.14	26.23	1134.43
Bedroom3	Tejado / 2	310.78	63.21	302.66	26.20	613.44
Bedroom4	Tejado / 2	264.67	54.94	263.04	25.93	527.71
Bedroom5	Tejado / 2	311.49	54.28	259.90	28.42	571.39
Bathroom2	Tejado / 2	94.21	54.00	129.27	22.46	223.48
		Total	**878.7**			
					Carga total simultánea	**7163.1**

3.- RESUMEN DE LOS RESULTADOS PARA CONJUNTOS DE RECINTOS

Calefacción		
Conjunto	Potencia por superficie (kcal/(h·m²))	Potencia total (kcal/h)
Recintos1	26.5	7163.1

Anexo. Listado resumen de cargas térmicas
El ejemplo del cype con sonda geotérmica Fecha: 14/05/13

1.- PARÁMETROS GENERALES

Emplazamiento: Oldenburg
Altitud sobre el nivel del mar: 20 m
Percentil para invierno: 97.5 %
Temperatura seca en invierno: 6.00 °C
Humedad relativa en invierno: 90 %
Velocidad del viento: 4 m/s
Temperatura del terreno: 4.00 °C
Porcentaje de mayoración por la orientación N: 20 %
Porcentaje de mayoración por la orientación S: 0 %
Porcentaje de mayoración por la orientación E: 10 %
Porcentaje de mayoración por la orientación O: 10 %
Suplemento de intermitencia para calefacción: 5 %
Porcentaje de mayoración de cargas (Invierno): 0 %

2.- RESUMEN DE LOS RESULTADOS DE CÁLCULO DE LOS RECINTOS

Calefacción

Conjunto: Recintos1						
Recinto	Planta	Carga interna sensible (kcal/h)	Ventilación		Potencia	
			Caudal (m³/h)	Carga total (kcal/h)	Por superficie (kcal/(h·m²))	Total (kcal/h)
Living room	Planta baja	798.77	176.64	746.23	23.62	1545.00
Bedroom1	Planta baja	389.54	71.95	303.94	26.02	693.48
Bathroom1	Planta baja	319.68	54.00	114.06	23.64	433.74
Kitchen	Planta baja	355.95	186.38	393.69	28.96	749.64
Hall	Tejado / 2	153.63	46.52	98.25	14.62	251.88
Bedroom2	Tejado / 2	507.61	116.78	493.35	23.14	1000.97
Bedroom3	Tejado / 2	274.22	63.21	267.05	23.12	541.27
Bedroom4	Tejado / 2	233.54	54.94	232.09	22.88	465.63
Bedroom5	Tejado / 2	274.09	54.28	229.33	25.04	503.42
Bathroom2	Tejado / 2	83.13	54.00	114.06	19.82	197.19
		Total	**878.7**			
					Carga total simultánea	**6382.2**

3.- RESUMEN DE LOS RESULTADOS PARA CONJUNTOS DE RECINTOS

Calefacción		
Conjunto	Potencia por superficie (kcal/(h·m²))	Potencia total (kcal/h)
Recintos1	23.6	6382.2

1.- PARÁMETROS GENERALES

Emplazamiento: Oldenburg
Altitud sobre el nivel del mar: 20 m
Percentil para invierno: 97.5 %
Temperatura seca en invierno: 8.00 °C
Humedad relativa en invierno: 90 %
Velocidad del viento: 4 m/s
Temperatura del terreno: 4.00 °C
Porcentaje de mayoración por la orientación N: 20 %
Porcentaje de mayoración por la orientación S: 0 %
Porcentaje de mayoración por la orientación E: 10 %
Porcentaje de mayoración por la orientación O: 10 %
Suplemento de intermitencia para calefacción: 5 %
Porcentaje de mayoración de cargas (Invierno): 0 %

2.- RESUMEN DE LOS RESULTADOS DE CÁLCULO DE LOS RECINTOS

Calefacción

Conjunto: Recintos1						
Recinto	Planta	Carga interna sensible (kcal/h)	Ventilación		Potencia	
			Caudal (m³/h)	Carga total (kcal/h)	Por superficie (kcal/(h·m²))	Total (kcal/h)
Living room	Planta baja	726.33	176.64	646.73	20.99	1373.06
Bedroom1	Planta baja	351.47	71.95	263.42	23.08	614.89
Bathroom1	Planta baja	286.61	54.00	98.85	21.01	385.46
Kitchen	Planta baja	321.97	186.38	341.20	25.62	663.17
Hall	Tejado / 2	133.14	46.52	85.15	12.67	218.30
Bedroom2	Tejado / 2	439.93	116.78	427.57	20.06	867.51
Bedroom3	Tejado / 2	237.65	63.21	231.44	20.04	469.10
Bedroom4	Tejado / 2	202.40	54.94	201.15	19.83	403.54
Bedroom5	Tejado / 2	237.55	54.28	198.75	21.70	436.30
Bathroom2	Tejado / 2	72.04	54.00	98.85	17.18	170.90
		Total	**878.7**			
					Carga total simultánea	**5602.2**

3.- RESUMEN DE LOS RESULTADOS PARA CONJUNTOS DE RECINTOS

Calefacción		
Conjunto	Potencia por superficie (kcal/(h·m²))	Potencia total (kcal/h)
Recintos1	20.7	5602.2

Anexo. Listado resumen de cargas térmicas
El ejemplo del cype con sonda geotérmica Fecha: 14/05/13

1.- PARÁMETROS GENERALES

Emplazamiento: Oldenburg
Altitud sobre el nivel del mar: 20 m
Percentil para invierno: 97.5 %
Temperatura seca en invierno: 10.00 °C
Humedad relativa en invierno: 90 %
Velocidad del viento: 4 m/s
Temperatura del terreno: 4.00 °C
Porcentaje de mayoración por la orientación N: 20 %
Porcentaje de mayoración por la orientación S: 0 %
Porcentaje de mayoración por la orientación E: 10 %
Porcentaje de mayoración por la orientación O: 10 %
Suplemento de intermitencia para calefacción: 5 %
Porcentaje de mayoración de cargas (Invierno): 0 %

2.- RESUMEN DE LOS RESULTADOS DE CÁLCULO DE LOS RECINTOS

Calefacción

Conjunto: Recintos1						
Recinto	Planta	Carga interna sensible (kcal/h)	Ventilación		Potencia	
			Caudal (m³/h)	Carga total (kcal/h)	Por superficie (kcal/(h·m²))	Total (kcal/h)
Living room	Planta baja	653.89	176.64	547.23	18.36	1201.12
Bedroom1	Planta baja	313.41	71.95	222.89	20.13	536.30
Bathroom1	Planta baja	253.54	54.00	83.65	18.38	337.18
Kitchen	Planta baja	287.99	186.38	288.70	22.28	576.69
Hall	Tejado / 2	112.66	46.52	72.05	10.72	184.71
Bedroom2	Tejado / 2	372.25	116.78	361.79	16.97	734.04
Bedroom3	Tejado / 2	201.09	63.21	195.84	16.95	396.93
Bedroom4	Tejado / 2	171.26	54.94	170.20	16.78	341.46
Bedroom5	Tejado / 2	201.00	54.28	168.17	18.36	369.17
Bathroom2	Tejado / 2	60.96	54.00	83.65	14.54	144.61
		Total	**878.7**			
					Carga total simultánea	**4822.2**

3.- RESUMEN DE LOS RESULTADOS PARA CONJUNTOS DE RECINTOS

Calefacción		
Conjunto	Potencia por superficie (kcal/(h·m²))	Potencia total (kcal/h)
Recintos1	17.8	4822.2

Anexo. Listado resumen de cargas térmicas
El ejemplo del cype con sonda geotérmica Fecha: 14/05/13

1.- PARÁMETROS GENERALES

Emplazamiento: Oldenburg
Altitud sobre el nivel del mar: 20 m
Percentil para invierno: 97.5 %
Temperatura seca en invierno: 12.00 °C
Humedad relativa en invierno: 90 %
Velocidad del viento: 4 m/s
Temperatura del terreno: 4.00 °C
Porcentaje de mayoración por la orientación N: 20 %
Porcentaje de mayoración por la orientación S: 0 %
Porcentaje de mayoración por la orientación E: 10 %
Porcentaje de mayoración por la orientación O: 10 %
Suplemento de intermitencia para calefacción: 5 %
Porcentaje de mayoración de cargas (Invierno): 0 %

2.- RESUMEN DE LOS RESULTADOS DE CÁLCULO DE LOS RECINTOS

Calefacción

Conjunto: Recintos1						
Recinto	Planta	Carga interna sensible (kcal/h)	Ventilación		Potencia	
			Caudal (m³/h)	Carga total (kcal/h)	Por superficie (kcal/(h·m²))	Total (kcal/h)
Living room	Planta baja	581.45	176.64	447.74	15.73	1029.19
Bedroom1	Planta baja	275.35	71.95	182.37	17.18	457.72
Bathroom1	Planta baja	220.46	54.00	68.44	15.75	288.90
Kitchen	Planta baja	254.01	186.38	236.21	18.94	490.22
Hall	Tejado / 2	92.18	46.52	58.95	8.77	151.13
Bedroom2	Tejado / 2	304.57	116.78	296.01	13.89	600.58
Bedroom3	Tejado / 2	164.53	63.21	160.23	13.87	324.76
Bedroom4	Tejado / 2	140.12	54.94	139.25	13.73	279.38
Bedroom5	Tejado / 2	164.46	54.28	137.60	15.02	302.05
Bathroom2	Tejado / 2	49.88	54.00	68.44	11.89	118.31
		Total	**878.7**			
					Carga total simultánea	**4042.2**

3.- RESUMEN DE LOS RESULTADOS PARA CONJUNTOS DE RECINTOS

Calefacción		
Conjunto	Potencia por superficie (kcal/(h·m²))	Potencia total (kcal/h)
Recintos1	15.0	4042.2

Anexo. Listado resumen de cargas térmicas
El ejemplo del cype con sonda geotérmica Fecha: 14/05/13

1.- PARÁMETROS GENERALES

Emplazamiento: Oldenburg
Altitud sobre el nivel del mar: 20 m
Percentil para invierno: 97.5 %
Temperatura seca en invierno: 14.00 °C
Humedad relativa en invierno: 90 %
Velocidad del viento: 4 m/s
Temperatura del terreno: 4.00 °C
Porcentaje de mayoración por la orientación N: 20 %
Porcentaje de mayoración por la orientación S: 0 %
Porcentaje de mayoración por la orientación E: 10 %
Porcentaje de mayoración por la orientación O: 10 %
Suplemento de intermitencia para calefacción: 5 %
Porcentaje de mayoración de cargas (Invierno): 0 %

2.- RESUMEN DE LOS RESULTADOS DE CÁLCULO DE LOS RECINTOS

Calefacción

Conjunto: Recintos1						
Recinto	Planta	Carga interna sensible (kcal/h)	Ventilación		Potencia	
			Caudal (m³/h)	Carga total (kcal/h)	Por superficie (kcal/(h·m²))	Total (kcal/h)
Living room	Planta baja	509.01	176.64	348.24	13.10	857.25
Bedroom1	Planta baja	237.29	71.95	141.84	14.23	379.13
Bathroom1	Planta baja	187.39	54.00	53.23	13.12	240.62
Kitchen	Planta baja	220.03	186.38	183.72	15.60	403.75
Hall	Tejado / 2	71.69	46.52	45.85	6.82	117.54
Bedroom2	Tejado / 2	236.89	116.78	230.23	10.80	467.12
Bedroom3	Tejado / 2	127.97	63.21	124.62	10.79	252.59
Bedroom4	Tejado / 2	108.98	54.94	108.31	10.68	217.29
Bedroom5	Tejado / 2	127.91	54.28	107.02	11.68	234.93
Bathroom2	Tejado / 2	38.79	54.00	53.23	9.25	92.02
		Total	**878.7**			
					Carga total simultánea	**3262.2**

3.- RESUMEN DE LOS RESULTADOS PARA CONJUNTOS DE RECINTOS

Calefacción		
Conjunto	Potencia por superficie (kcal/(h·m²))	Potencia total (kcal/h)
Recintos1	12.0	3262.2

1.- PARÁMETROS GENERALES

Emplazamiento: Oldenburg
Altitud sobre el nivel del mar: 20 m
Percentil para invierno: 97.5 %
Temperatura seca en invierno: 15.00 °C
Humedad relativa en invierno: 90 %
Velocidad del viento: 4 m/s
Temperatura del terreno: 4.00 °C
Porcentaje de mayoración por la orientación N: 20 %
Porcentaje de mayoración por la orientación S: 0 %
Porcentaje de mayoración por la orientación E: 10 %
Porcentaje de mayoración por la orientación O: 10 %
Suplemento de intermitencia para calefacción: 5 %
Porcentaje de mayoración de cargas (Invierno): 0 %

2.- RESUMEN DE LOS RESULTADOS DE CÁLCULO DE LOS RECINTOS

Calefacción

Conjunto: Recintos1						
Recinto	Planta	Carga interna sensible (kcal/h)	Ventilación		Potencia	
			Caudal (m^3/h)	Carga total (kcal/h)	Por superficie (kcal/(h·m^2))	Total (kcal/h)
Living room	Planta baja	471.36	176.64	298.49	11.77	769.85
Bedroom1	Planta baja	218.26	71.95	121.58	12.75	339.83
Bathroom1	Planta baja	170.85	54.00	45.63	11.80	216.48
Kitchen	Planta baja	202.32	186.38	157.48	13.90	359.80
Hall	Tejado / 2	61.45	46.52	39.30	5.85	100.75
Bedroom2	Tejado / 2	203.05	116.78	197.34	9.26	400.39
Bedroom3	Tejado / 2	109.69	63.21	106.82	9.25	216.51
Bedroom4	Tejado / 2	93.41	54.94	92.84	9.15	186.25
Bedroom5	Tejado / 2	108.94	54.28	91.73	9.98	200.67
Bathroom2	Tejado / 2	33.25	54.00	45.63	7.93	78.88
Total			**878.7**			
Carga total simultánea						**2869.4**

3.- RESUMEN DE LOS RESULTADOS PARA CONJUNTOS DE RECINTOS

Calefacción		
Conjunto	Potencia por superficie (kcal/(h·m^2))	Potencia total (kcal/h)
Recintos1	10.6	2869.4

Annex B2

3 EnergyPlus results for different types of wall

Analysis of energy demand evolution depending on different outside temperatures using

1.- General description

1.1.- Conjunto de recintos

Conjunto de recintos	Recinto	Tipo de recinto
Recintos1	P01_Living room	Recintos1
	P01_Bathroom1	Baño / Aseo
	P02_Bedroom2	Recintos1
	P02_Bathroom2	Baño / Aseo

1.2.- Condiciones interiores

1.2.1.- Temperaturas de calefacción

Tipo de recinto	Temperatura de consigna, con ocupación	Temperatura de consigna, sin ocupación
Recintos1	21.0	17.0
Baño / Aseo	21.0	17.0

1.2.2.- Temperaturas de refrigeración

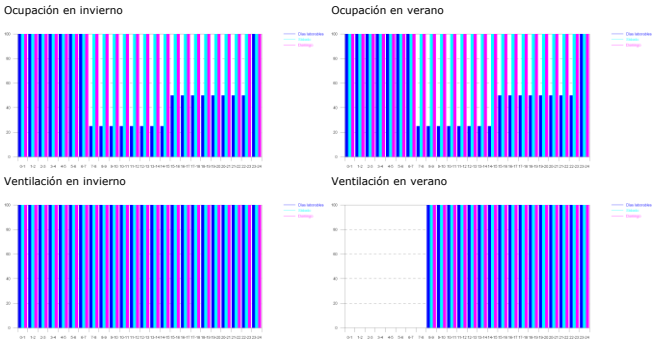
Tipo de recinto	Temperatura de consigna, con ocupación	Temperatura de consigna, sin ocupación
Recintos1	24.0	28.0
Baño / Aseo	24.0	24.0

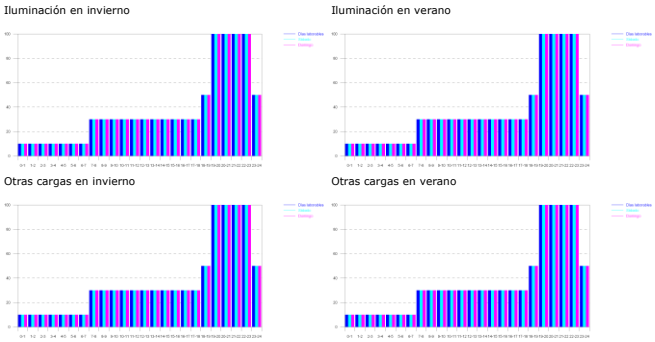
1.2.3.- Descripción de las condiciones interiores de los recintos

Tipo de recinto	Ocupación	Potencia de iluminación instalada	Otras cargas	Caudal de ventilación máximo m³/h
Recintos1	33.0 m²/persona	4.4 W/m²	4.4 W/m²	335.8
Baño / Aseo	33.0 m²/persona	0.0 W	0.0 W	54.0

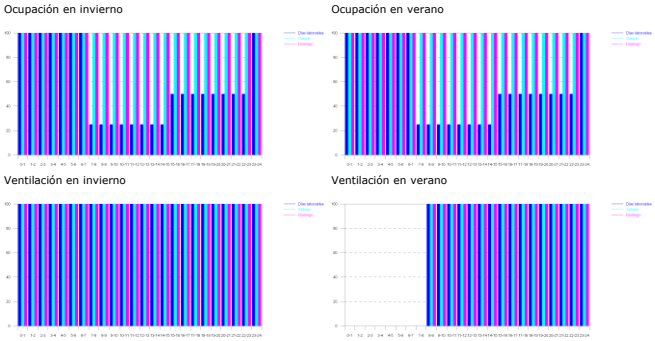
1.2.4.- Tablas de actividad para cada tipo de recinto

Tipo de recinto Recintos1





Tipo de recinto Baño / Aseo



2a.- Energy consumption for Wall Type 1

2.1.- Confort de verano

Conjunto de recintos	Recinto	Número de horas en las que T > $T_{máx\ Confort}$	Temperatura máxima
Recintos1	P01_Bathroom1	76	25.7
	P02_Bathroom2	247	28.8

3.- DEMANDA TÉRMICA

3.1.- Demanda térmica mensual del edificio

3.1.1.- Demanda térmica de calefacción del edificio

Conjunto	Superficie (m^2)	Meses (kWh/m^2)												Total (kWh/m^2)
		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
Recintos 1	288.10	47.01	44.40	40.55	24.57	15.78	12.47	10.61	10.70	19.59	24.38	37.47	45.11	332.64
Total	**288.10**	**47.01**	**44.40**	**40.55**	**24.57**	**15.78**	**12.47**	**10.61**	**10.70**	**19.59**	**24.38**	**37.47**	**45.11**	**332.64**

3.1.2.- Demanda térmica de refrigeración del edificio

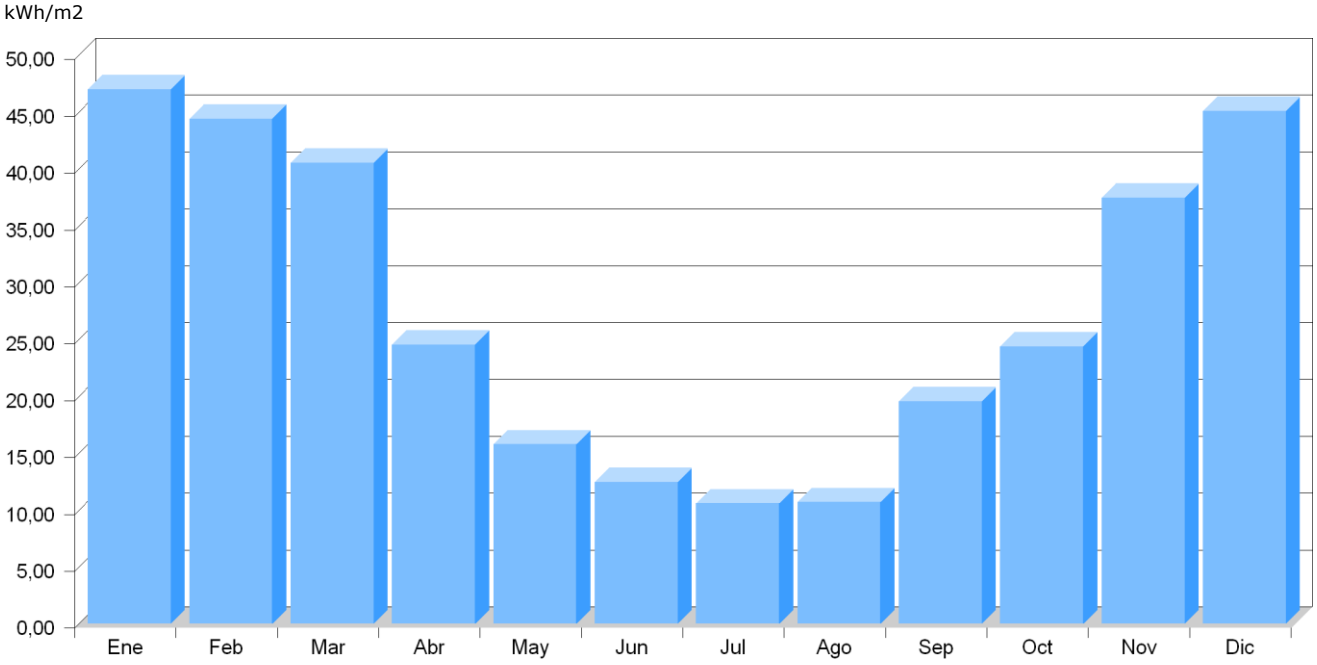
Conjunto	Superficie (m^2)	Meses (kWh/m^2)												Total (kWh/m^2)
		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
Recintos1	257.62	-	-	-	-	0.11	1.70	0.96	0.51	-	-	-	-	3.28
Total	**257.62**	**-**	**-**	**-**	**-**	**0.11**	**1.70**	**0.96**	**0.51**	**-**	**-**	**-**	**-**	**3.28**

3.2.- Demanda térmica mensual de los recintos

3.2.1.- Demanda térmica de calefacción de los recintos

Recintos1

Recinto	Superficie (m²)	Meses (kWh/m²)												Total (kWh/m²)
		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
P01_E01 Recintos1	124.38	30.59	29.09	26.71	16.56	10.72	10.58	9.15	9.05	15.38	15.67	24.39	29.35	227.24
P01_E02 Bathroom1	19.67	38.95	37.30	34.65	22.64	15.11	13.00	11.09	11.05	19.47	21.62	31.75	37.47	294.11
P02_E01 Recintos1	133.24	60.56	56.94	51.74	30.60	19.41	13.66	11.49	11.83	22.63	31.19	48.09	58.12	416.27
P02_E02 Bathroom2	10.81	83.59	78.83	72.50	45.82	30.45	18.59	15.52	15.27	30.72	45.73	67.59	80.12	584.72
Total	**288.10**	**47.01**	**44.40**	**40.55**	**24.57**	**15.78**	**12.47**	**10.61**	**10.70**	**19.59**	**24.38**	**37.47**	**45.11**	**332.64**

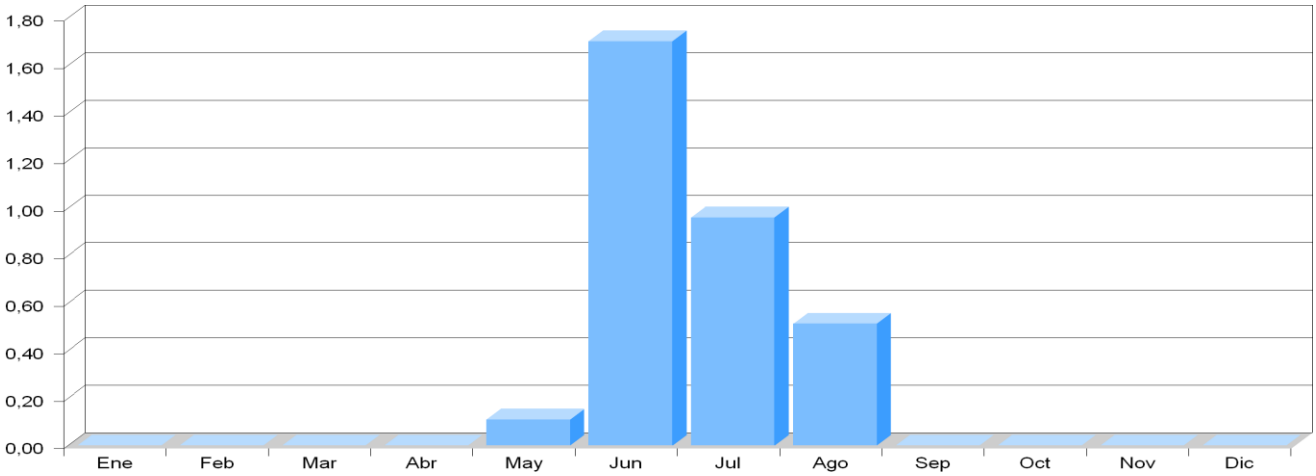


3.2.2.- Demanda térmica de refrigeración de los recintos

Recintos1

Recinto	Superficie (m²)	Meses (kWh/m²)												Total (kWh/m²)
		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
P01_E01 Recintos1	124.38	-	-	-	-	-	0.94	0.31	0.19	-	-	-	-	1.43
P02_E01 Recintos1	133.24	-	-	-	-	0.21	2.41	1.57	0.82	-	-	-	-	5.01
Total	**257.62**	**-**	**-**	**-**	**-**	**0.11**	**1.70**	**0.96**	**0.51**	**-**	**-**	**-**	**-**	**3.28**

kWh/m2



2b.- Energy consumption for Wall Type 2

2.1.- Confort de verano

Conjunto de recintos	Recinto	Número de horas en las que T > $T_{máx\ Confort}$	Temperatura máxima
Recintos1	P01_Bathroom1	45	24.9
	P02_Bathroom2	247	28.8

3.- DEMANDA TÉRMICA

3.1.- Demanda térmica mensual del edificio

3.1.1.- Demanda térmica de calefacción del edificio

Conjunto	Superficie (m²)	Meses (kWh/m²)												Total (kWh/m²)
		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
Recintos1	288.10	40.79	38.63	35.14	21.33	13.57	11.43	9.79	9.90	17.78	21.12	32.57	39.11	291.14
Total	**288.10**	**40.79**	**38.63**	**35.14**	**21.33**	**13.57**	**11.43**	**9.79**	**9.90**	**17.78**	**21.12**	**32.57**	**39.11**	**291.14**

3.1.2.- Demanda térmica de refrigeración del edificio

Conjunto	Superficie (m²)	Meses (kWh/m²)												Total (kWh/m²)
		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
Recintos1	257.62	-	-	-	-	0.11	1.52	0.87	0.45	-	-	-	-	2.95
Total	**257.62**	**-**	**-**	**-**	**-**	**0.11**	**1.52**	**0.87**	**0.45**	**-**	**-**	**-**	**-**	**2.95**

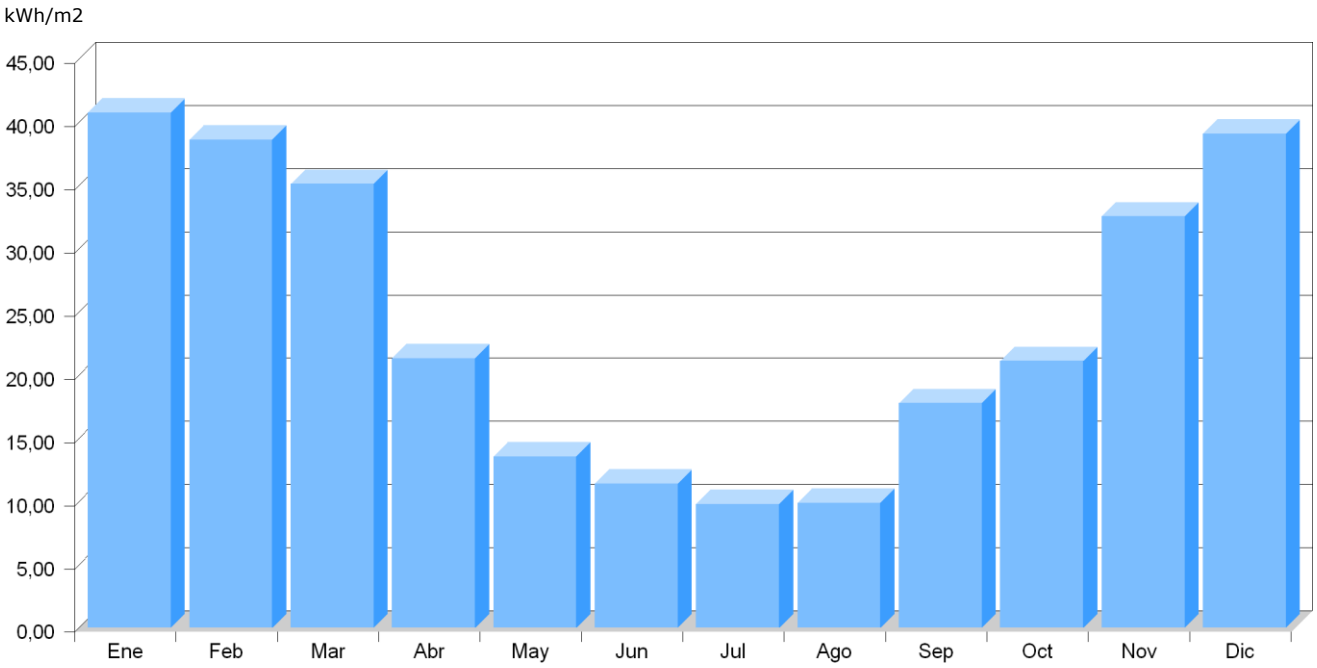
3.2.- Demanda térmica mensual de los recintos

3.2.1.- Demanda térmica de calefacción de los recintos

Recintos1

Recinto	Superficie (m²)	Meses (kWh/m²)												Total (kWh/m²)
		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
P01_E01 Recintos1	124.38	21.75	20.96	19.09	12.07	7.67	9.18	8.08	7.98	12.86	11.06	17.45	20.83	168.98
P01_E02 Bathroom1	19.67	26.91	25.92	24.00	16.01	10.65	10.94	9.51	9.44	15.81	15.07	22.13	25.89	212.27
P02_E01 Recintos1	133.24	57.26	53.85	48.85	28.84	18.18	13.05	10.99	11.33	21.67	29.47	45.48	54.93	393.89
P02_E02 Bathroom2	10.81	82.08	77.42	71.14	44.89	29.76	18.21	15.20	14.97	30.16	44.84	66.35	78.65	573.68

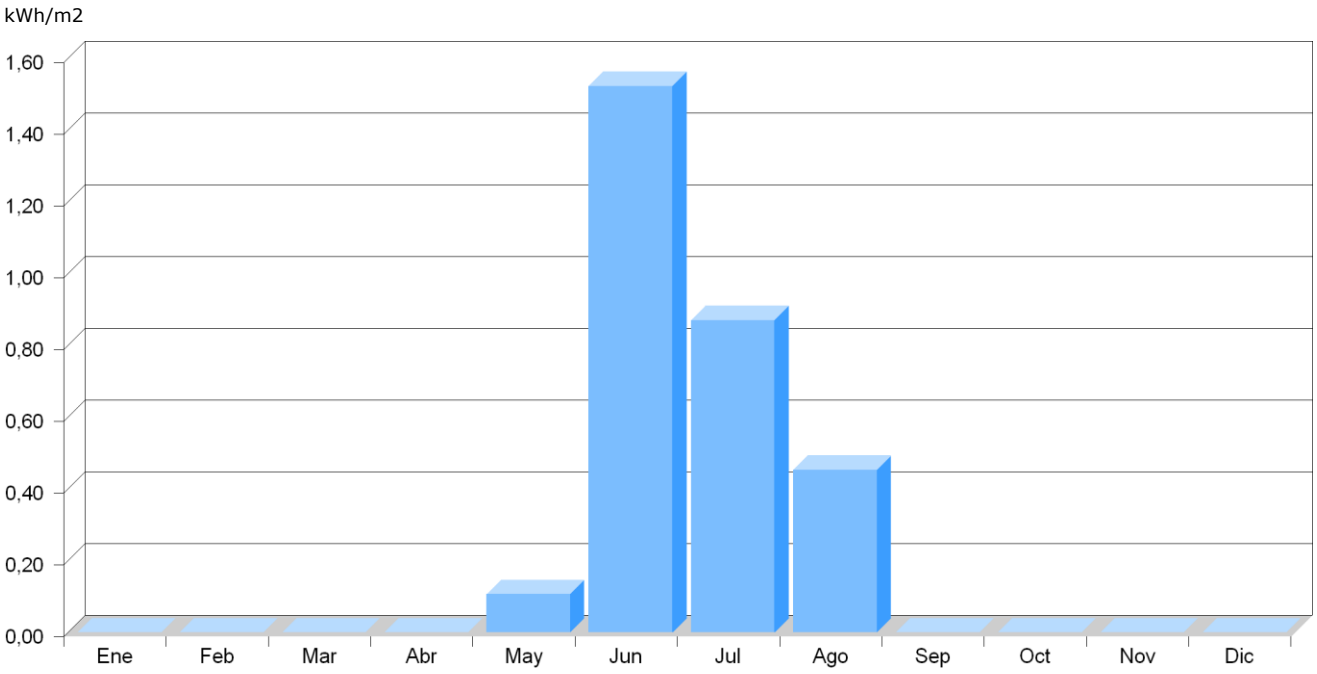
Recinto	Superficie (m²)	Meses (kWh/m²)												Total (kWh/m²)
		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
Total	**288.10**	**40.79**	**38.63**	**35.14**	**21.33**	**13.57**	**11.43**	**9.79**	**9.90**	**17.78**	**21.12**	**32.57**	**39.11**	**291.14**



3.2.2.- Demanda térmica de refrigeración de los recintos

Recintos1

Recinto	Superficie (m²)	Meses (kWh/m²)												Total (kWh/m²)
		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
P01_E01 Recintos1	124.38	-	-	-	-	-	0.67	0.19	0.11	-	-	-	-	0.98
P02_E01 Recintos1	133.24	-	-	-	-	0.21	2.32	1.50	0.77	-	-	-	-	4.80
Total	**257.62**	**-**	**-**	**-**	**-**	**0.11**	**1.52**	**0.87**	**0.45**	**-**	**-**	**-**	**-**	**2.95**



2c.- Energy consumption for Wall Type 3

2.1.- Confort de verano

Conjunto de recintos	Recinto	Número de horas en las que T > $T_{máx\ Confort}$	Temperatura máxima
Recintos1	P01_Bathroom1	53	25.1
	P02_Bathroom2	241	28.8

3.- DEMANDA TÉRMICA

3.1.- Demanda térmica mensual del edificio

3.1.1.- Demanda térmica de calefacción del edificio

Conjunto	Superficie (m^2)	Meses (kWh/m^2)												Total (kWh/m^2)
		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
Recintos 1	288.10	42.37	40.18	36.57	22.37	14.27	11.82	10.11	10.22	18.31	22.00	33.87	40.61	302.70
Total	**288.10**	**42.37**	**40.18**	**36.57**	**22.37**	**14.27**	**11.82**	**10.11**	**10.22**	**18.31**	**22.00**	**33.87**	**40.61**	**302.70**

3.1.2.- Demanda térmica de refrigeración del edificio

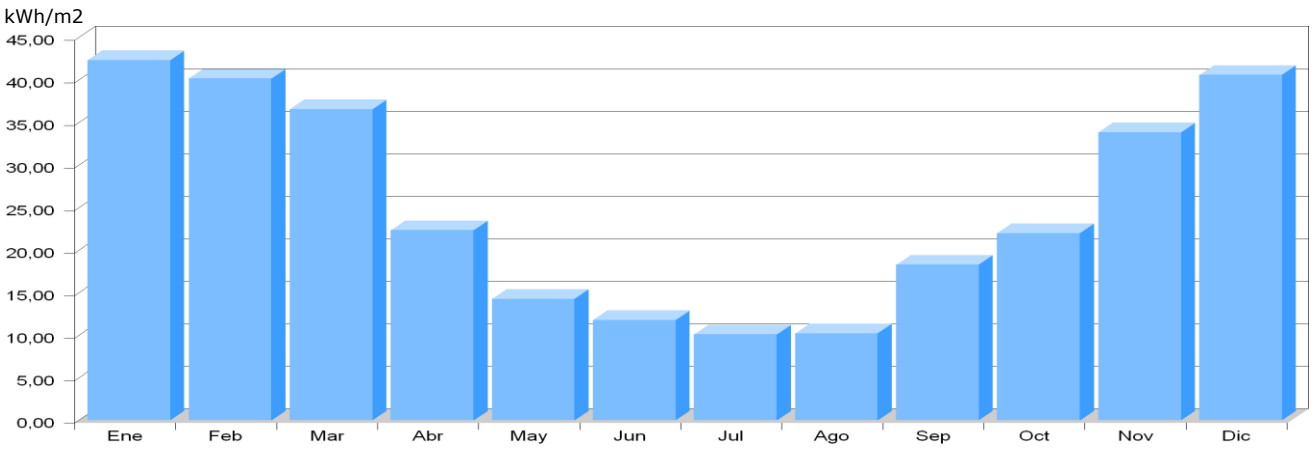
Conjunto	Superficie (m^2)	Meses (kWh/m^2)												Total (kWh/m^2)
		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
Recintos1	257.62	-	-	-	-	0.10	1.52	0.86	0.44	-	-	-	-	2.92
Total	**257.62**	**-**	**-**	**-**	**-**	**0.10**	**1.52**	**0.86**	**0.44**	**-**	**-**	**-**	**-**	**2.92**

3.2.- Demanda térmica mensual de los recintos

3.2.1.- Demanda térmica de calefacción de los recintos

Recintos1

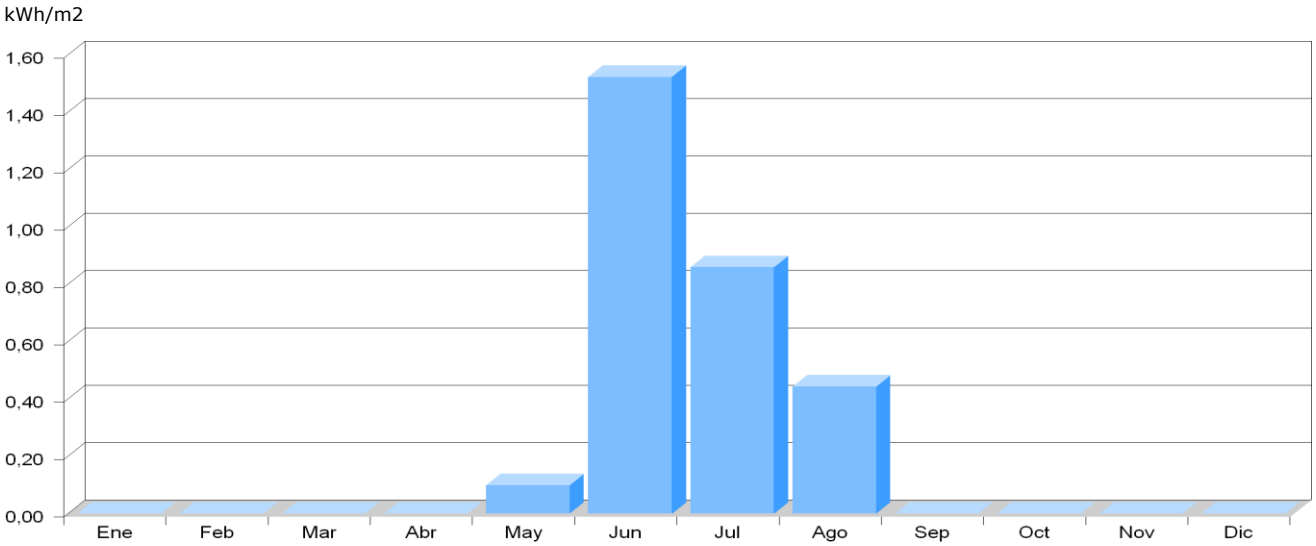
Recinto	Superficie (m^2)	Meses (kWh/m^2)												Total (kWh/m^2)
		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
P01_E01 Recintos1	124.38	23.98	23.14	21.09	13.47	8.62	9.69	8.48	8.41	13.56	12.28	19.27	22.95	184.94
P01_E02 Bathroom1	19.67	29.93	28.84	26.67	17.86	11.92	11.63	10.06	10.01	16.79	16.72	24.59	28.75	233.76
P02_E01 Recintos1	133.24	58.11	54.72	49.66	29.48	18.62	13.30	11.20	11.55	21.99	29.97	46.20	55.74	400.54
P02_E02 Bathroom2	10.81	82.48	77.82	71.52	45.22	30.01	18.36	15.34	15.11	30.35	45.10	66.70	79.04	577.04
Total	**288.10**	**42.37**	**40.18**	**36.57**	**22.37**	**14.27**	**11.82**	**10.11**	**10.22**	**18.31**	**22.00**	**33.87**	**40.61**	**302.70**



3.2.2.- Demanda térmica de refrigeración de los recintos

Recintos1

Recinto	Superficie (m²)	Meses (kWh/m²)												Total (kWh/m²)
		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
P01_E01 Recintos1	124.38	-	-	-	-	-	0.71	0.21	0.12	-	-	-	-	1.04
P02_E01 Recintos1	133.24	-	-	-	-	0.19	2.28	1.46	0.74	-	-	-	-	4.68
Total	**257.62**	**-**	**-**	**-**	**-**	**0.10**	**1.52**	**0.86**	**0.44**	**-**	**-**	**-**	**-**	**2.92**



2d.- Energy consumption for Wall Type 4

2.1.- Confort de verano

Conjunto de recintos	Recinto	Número de horas en las que T > $T_{máx\ Confort}$	Temperatura máxima
Recintos1	P01_Bathroom1	41	24.8
	P02_Bathroom2	244	28.8

3.- DEMANDA TÉRMICA

3.1.- Demanda térmica mensual del edificio

3.1.1.- Demanda térmica de calefacción del edificio

Conjunto	Superficie (m²)	Meses (kWh/m²)												Total (kWh/m²)
		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
Recintos1	288.10	40.71	38.60	35.12	21.42	13.64	11.49	9.85	9.95	17.81	21.10	32.53	39.03	291.23
Total	**288.10**	**40.71**	**38.60**	**35.12**	**21.42**	**13.64**	**11.49**	**9.85**	**9.95**	**17.81**	**21.10**	**32.53**	**39.03**	**291.23**

3.1.2.- Demanda térmica de refrigeración del edificio

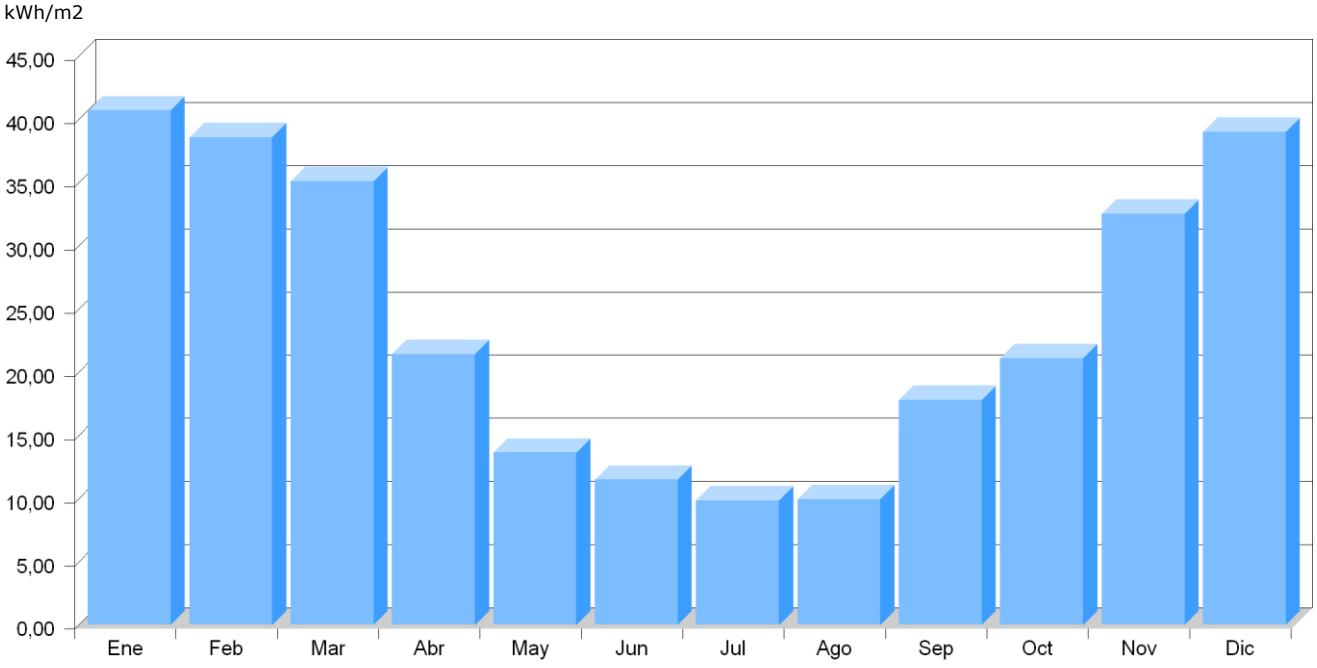
Conjunto	Superficie (m²)	Meses (kWh/m²)												Total (kWh/m²)
		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
Recintos1	257.62	-	-	-	-	0.10	1.48	0.83	0.43	-	-	-	-	2.85
Total	**257.62**	**-**	**-**	**-**	**-**	**0.10**	**1.48**	**0.83**	**0.43**	**-**	**-**	**-**	**-**	**2.85**

3.2.- Demanda térmica mensual de los recintos

3.2.1.- Demanda térmica de calefacción de los recintos

Recintos1

Recinto	Superficie (m²)	Meses (kWh/m²)												Total (kWh/m²)
		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
P01_E01 Recintos1	124.38	21.63	20.91	19.05	12.17	7.75	9.26	8.15	8.06	12.87	11.03	17.39	20.70	168.96
P01_E02 Bathroom1	19.67	26.73	25.78	23.86	16.02	10.71	11.02	9.60	9.53	15.81	14.98	22.00	25.70	211.73
P02_E01 Recintos1	133.24	57.22	53.86	48.86	28.94	18.25	13.09	11.03	11.37	21.70	29.49	45.48	54.89	394.18
P02_E02 Bathroom2	10.81	82.06	77.42	71.13	44.93	29.81	18.23	15.23	15.00	30.18	44.84	66.34	78.63	573.81
Total	**288.10**	**40.71**	**38.60**	**35.12**	**21.42**	**13.64**	**11.49**	**9.85**	**9.95**	**17.81**	**21.10**	**32.53**	**39.03**	**291.23**

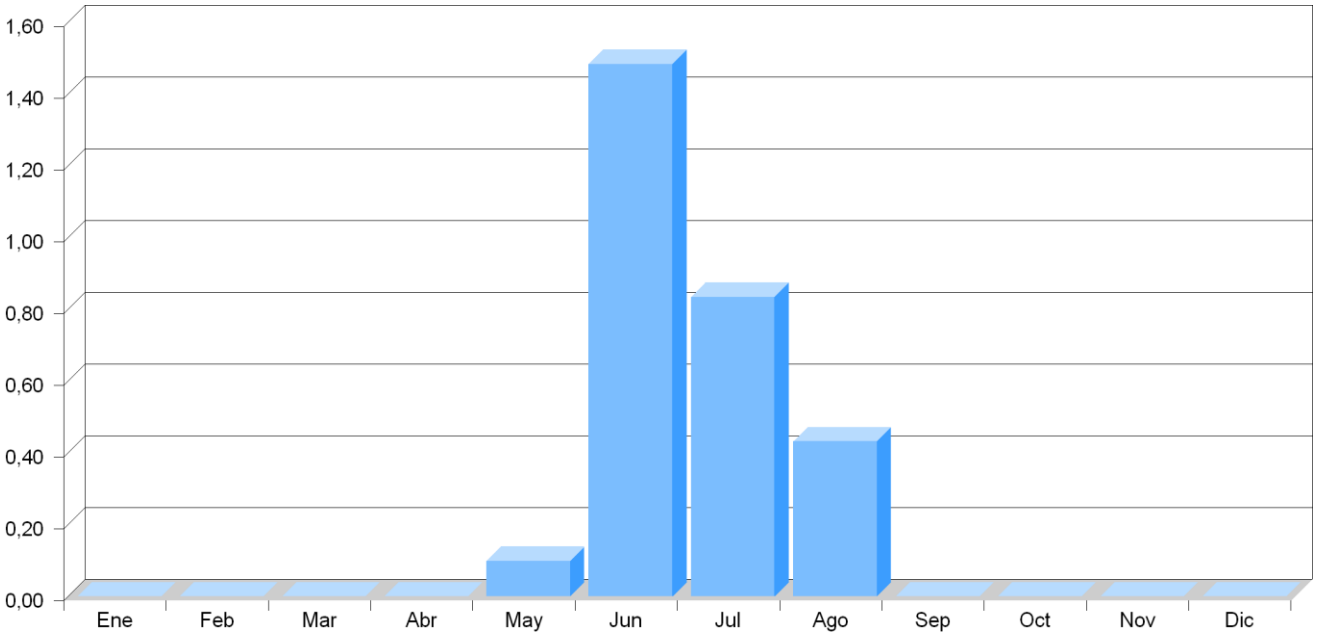


3.2.2.- Demanda térmica de refrigeración de los recintos

Recintos1

Recinto	Superficie (m²)	Meses (kWh/m²)												Total (kWh/m²)
		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
P01_E01 Recintos1	124.38	-	-	-	-	-	0.64	0.18	0.10	-	-	-	-	0.92
P02_E01 Recintos1	133.24	-	-	-	-	0.19	2.27	1.45	0.74	-	-	-	-	4.65
Total	**257.62**	**-**	**-**	**-**	**-**	**0.10**	**1.48**	**0.83**	**0.43**	**-**	**-**	**-**	**-**	**2.85**

kWh/m2



2e.- Energy consumption for Wall Type 5

2.1.- Confort de verano

Conjunto de recintos	Recinto	Número de horas en las que T > $T_{máx\ Confort}$	Temperatura máxima
Recintos1	P01_Bathroom1	62	25.2
	P02_Bathroom2	252	28.8

3.- DEMANDA TÉRMICA

3.1.- Demanda térmica mensual del edificio

3.1.1.- Demanda térmica de calefacción del edificio

Conjunto	Superficie (m^2)	Meses (kWh/m^2)												Total (kWh/m^2)
		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
Recintos1	288.10	41.38	39.18	35.65	21.64	13.80	11.59	9.94	10.08	17.97	21.44	33.05	39.68	295.38
Total	**288.10**	**41.38**	**39.18**	**35.65**	**21.64**	**13.80**	**11.59**	**9.94**	**10.08**	**17.97**	**21.44**	**33.05**	**39.68**	**295.38**

3.1.2.- Demanda térmica de refrigeración del edificio

Conjunto	Superficie (m^2)	Meses (kWh/m^2)												Total (kWh/m^2)
		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
Recintos1	257.62	-	-	-	-	0.12	1.61	0.96	0.52	-	-	-	-	3.21
Total	**257.62**	**-**	**-**	**-**	**-**	**0.12**	**1.61**	**0.96**	**0.52**	**-**	**-**	**-**	**-**	**3.21**

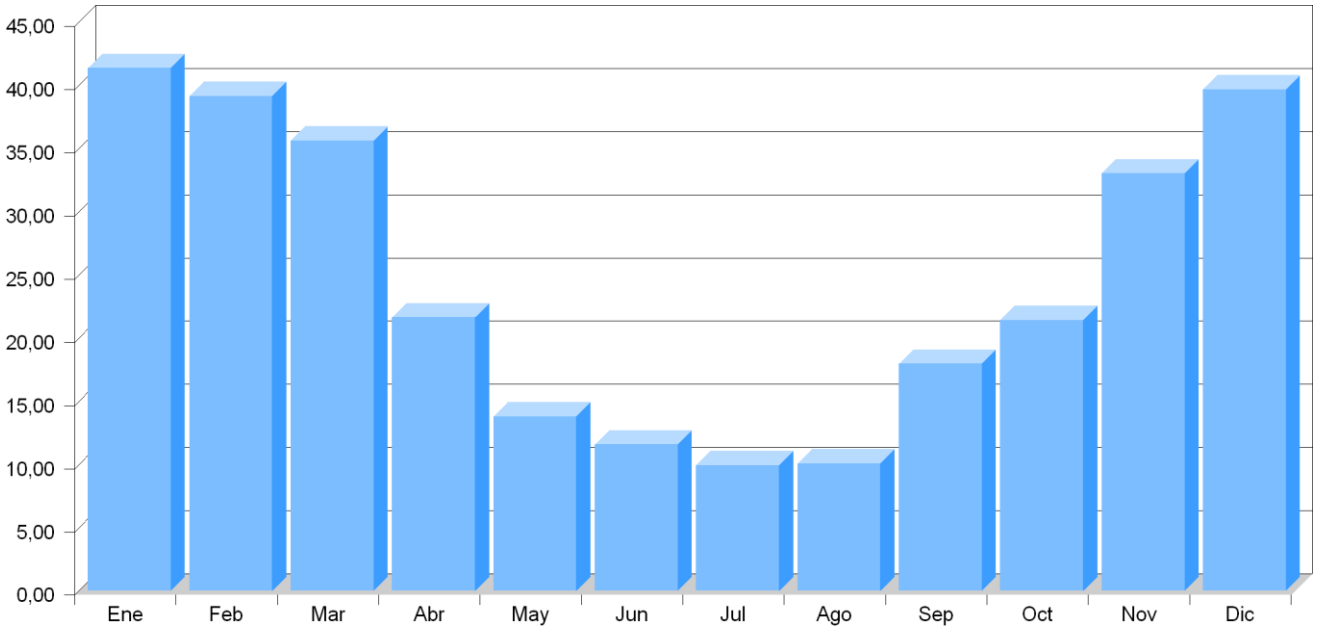
3.2.- Demanda térmica mensual de los recintos

3.2.1.- Demanda térmica de calefacción de los recintos

Recintos1

Recinto	Superficie (m²)	Meses (kWh/m²)												Total (kWh/m²)
		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
P01_E01 Recintos1	124.38	22.59	21.73	19.81	12.50	7.99	9.41	8.28	8.23	13.11	11.51	18.12	21.63	174.90
P01_E02 Bathroom1	19.67	28.05	27.00	24.99	16.62	11.07	11.19	9.72	9.68	16.17	15.70	23.06	26.97	220.22
P02_E01 Recintos1	133.24	57.57	54.14	49.12	29.01	18.33	13.15	11.09	11.47	21.77	29.64	45.74	55.23	396.27
P02_E02 Bathroom2	10.81	82.23	77.56	71.27	44.97	29.83	18.24	15.23	15.00	30.21	44.93	66.48	78.80	574.75
Total	**288.10**	**41.38**	**39.18**	**35.65**	**21.64**	**13.80**	**11.59**	**9.94**	**10.08**	**17.97**	**21.44**	**33.05**	**39.68**	**295.38**

kWh/m2

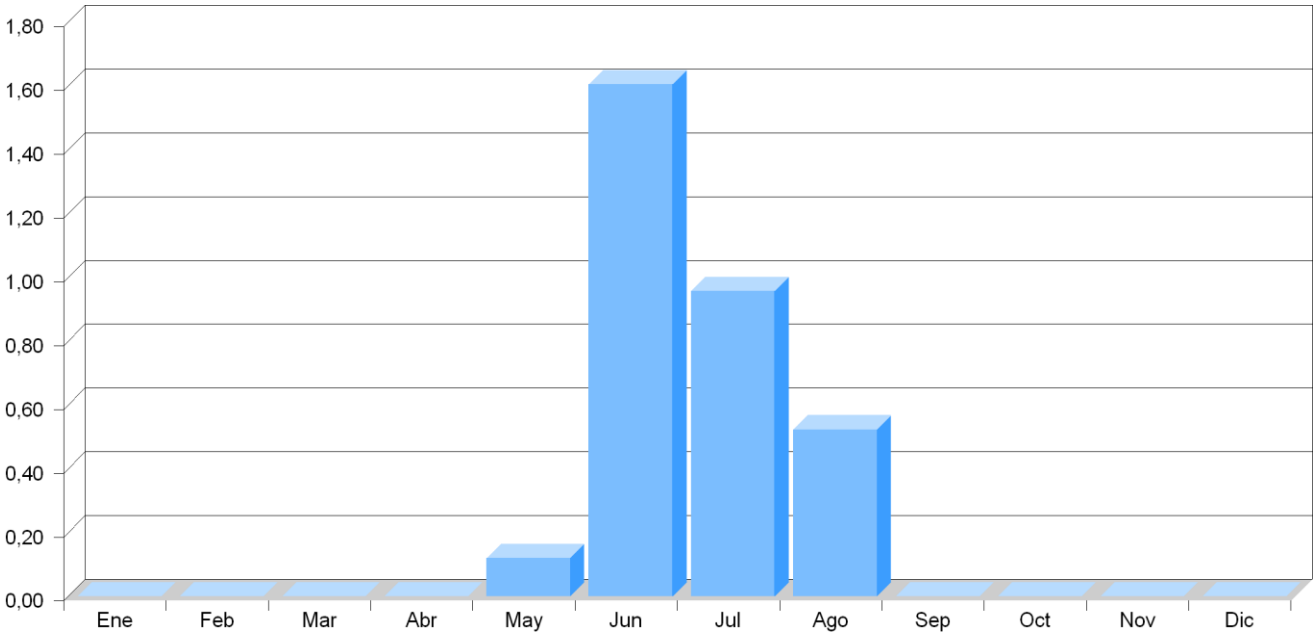


3.2.2.- Demanda térmica de refrigeración de los recintos

Recintos1

Recinto	Superficie (m²)	Meses (kWh/m²)												Total (kWh/m²)
		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
P01_E01 Recintos1	124.38	-	-	-	-	-	0.78	0.28	0.19	-	-	-	-	1.25
P02_E01 Recintos1	133.24	-	-	-	-	0.23	2.37	1.59	0.84	-	-	-	-	5.03
Total	**257.62**	**-**	**-**	**-**	**-**	**0.12**	**1.61**	**0.96**	**0.52**	**-**	**-**	**-**	**-**	**3.21**

kWh/m2



2f.- Energy consumption for Wall Type 6

2.1.- Confort de verano

Conjunto de recintos	Recinto	Número de horas en las que T > $T_{máx\ Confort}$	Temperatura máxima
Recintos1	P01_Bathroom1	56	25.1
	P02_Bathroom2	252	28.8

3.- DEMANDA TÉRMICA

3.1.- Demanda térmica mensual del edificio

3.1.1.- Demanda térmica de calefacción del edificio

Conjunto	Superficie (m^2)	Meses (kWh/m^2)												Total (kWh/m^2)
		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
Recintos1	288.10	40.79	38.62	35.14	21.32	13.59	11.49	9.86	10.00	17.80	21.12	32.57	39.11	291.41
Total	**288.10**	**40.79**	**38.62**	**35.14**	**21.32**	**13.59**	**11.49**	**9.86**	**10.00**	**17.80**	**21.12**	**32.57**	**39.11**	**291.41**

3.1.2.- Demanda térmica de refrigeración del edificio

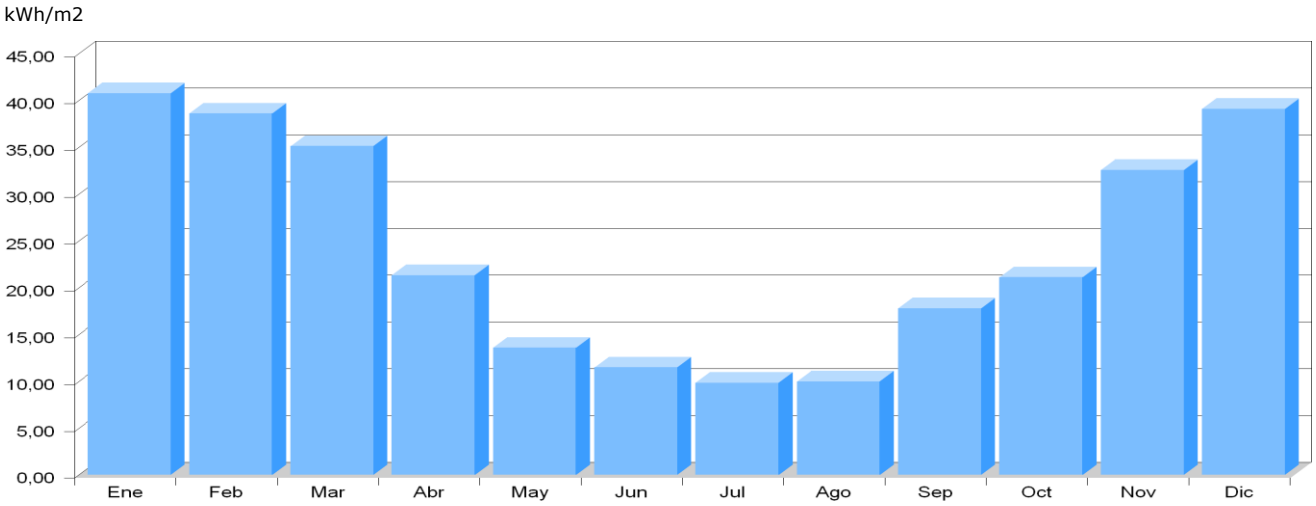
Conjunto	Superficie (m^2)	Meses (kWh/m^2)												Total (kWh/m^2)
		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
Recintos1	257.62	-	-	-	-	0.12	1.58	0.94	0.51	-	-	-	-	3.16
Total	**257.62**	**-**	**-**	**-**	**-**	**0.12**	**1.58**	**0.94**	**0.51**	**-**	**-**	**-**	**-**	**3.16**

3.2.- Demanda térmica mensual de los recintos

3.2.1.- Demanda térmica de calefacción de los recintos

Recintos1

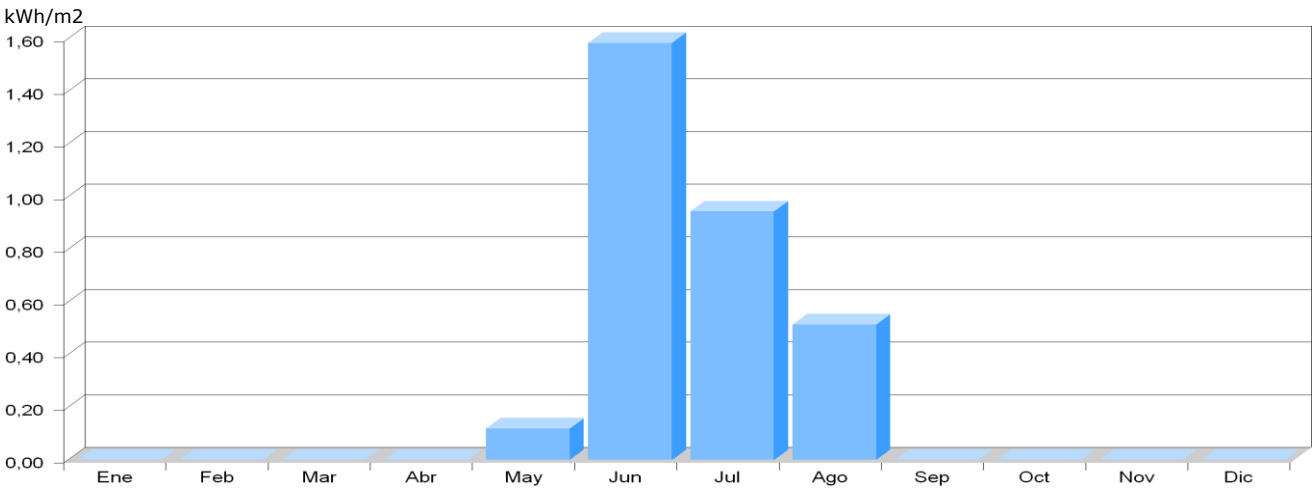
Recinto	Superficie (m²)	Meses (kWh/m²)												Total (kWh/m²)
		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
P01_E01 Recintos1	124.38	21.75	20.95	19.09	12.07	7.70	9.27	8.18	8.12	12.87	11.07	17.45	20.82	169.33
P01_E02 Bathroom1	19.67	26.87	25.87	23.95	15.97	10.64	10.99	9.57	9.52	15.81	15.06	22.10	25.83	212.19
P02_E01 Recintos1	133.24	57.26	53.85	48.85	28.84	18.22	13.09	11.05	11.42	21.68	29.48	45.49	54.93	394.17
P02_E02 Bathroom2	10.81	82.08	77.42	71.13	44.88	29.76	18.20	15.20	14.97	30.16	44.84	66.35	78.65	573.66
Total	**288.10**	**40.79**	**38.62**	**35.14**	**21.32**	**13.59**	**11.49**	**9.86**	**10.00**	**17.80**	**21.12**	**32.57**	**39.11**	**291.41**



3.2.2.- Demanda térmica de refrigeración de los recintos

Recintos1

Recinto	Superficie (m²)	Meses (kWh/m²)												Total (kWh/m²)
		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
P01_E01 Recintos1	124.38	-	-	-	-	-	0.75	0.26	0.17	-	-	-	-	1.19
P02_E01 Recintos1	133.24	-	-	-	-	0.23	2.36	1.58	0.83	-	-	-	-	5.01
Total	**257.62**	**-**	**-**	**-**	**-**	**0.12**	**1.58**	**0.94**	**0.51**	**-**	**-**	**-**	**-**	**3.16**



Annex B3

4 EnergyPlus results for different types of roof

In the following pages EnergyPlus-generated informs are showed.
Roof analyzed types were Type 1, Type 2 and Type 4. The remaining types were calculated through interpolation.
Roof Type 1 results can be seen in **Annex B2 wall Type 2.**

1.- General description

1.1.- Conjunto de recintos

Conjunto de recintos	Recinto	Tipo de recinto
Recintos1	P01_Living room	Recintos1
	P01_Bathroom1	Baño / Aseo
	P02_Bedroom2	Recintos1
	P02_Bathroom2	Baño / Aseo

1.2.- Condiciones interiores

1.2.1.- Temperaturas de calefacción

Tipo de recinto	Temperatura de consigna, con ocupación	Temperatura de consigna, sin ocupación
Recintos1	21.0	17.0
Baño / Aseo	21.0	17.0

1.2.2.- Temperaturas de refrigeración

Tipo de recinto	Temperatura de consigna, con ocupación	Temperatura de consigna, sin ocupación
Recintos1	24.0	28.0
Baño / Aseo	24.0	24.0

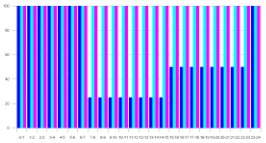
1.2.3.- Descripción de las condiciones interiores de los recintos

Tipo de recinto	Ocupación	Potencia de iluminación instalada	Otras cargas	Caudal de ventilación máximo m³/h
Recintos1	33.0 m²/persona	4.4 W/m²	4.4 W/m²	335.8
Baño / Aseo	33.0 m²/persona	0.0 W	0.0 W	54.0

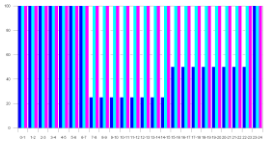
1.2.4.- Tablas de actividad para cada tipo de recinto

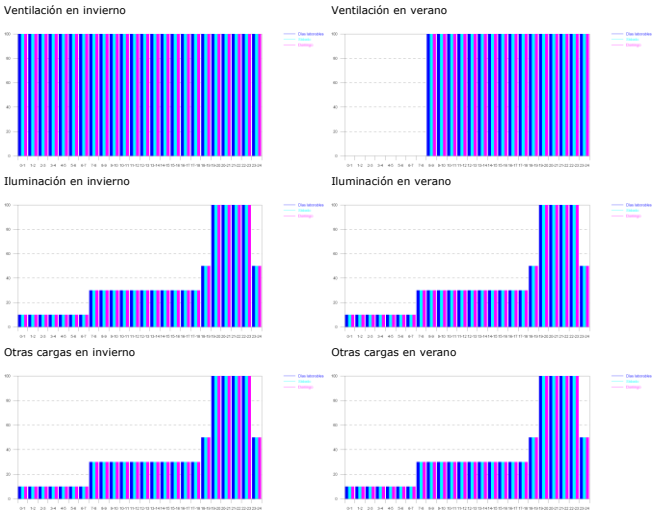
Tipo de recinto Recintos1

Ocupación en invierno

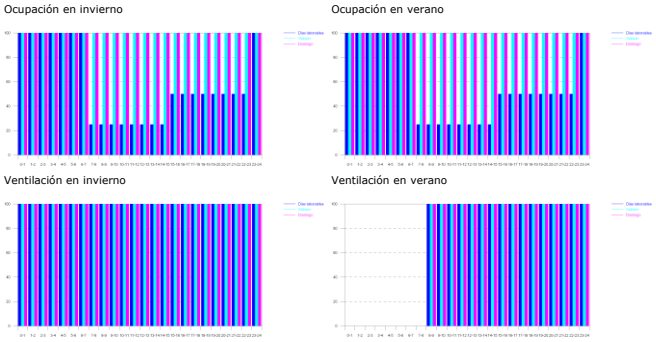


Ocupación en verano





Tipo de recinto Baño / Aseo



2a.- Energy demand Roof Type 2

2.1.- Confort de verano

Conjunto de recintos	Recinto	Número de horas en las que T > $T_{máx\ Confort}$	Temperatura máxima
Recintos1	P01_Bathroom1	34	24.7
	P02_Bathroom2	110	26.1

3.- DEMANDA TÉRMICA

3.1.- Demanda térmica mensual del edificio

3.1.1.- Demanda térmica de calefacción del edificio

Conjunto	Superficie (m²)	Meses (kWh/m²)												Total (kWh/m²)
		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
Recintos1	288.10	24.20	23.40	21.20	13.33	8.36	9.08	7.87	7.81	13.01	12.33	19.46	23.19	183.22
Total	**288.10**	**24.20**	**23.40**	**21.20**	**13.33**	**8.36**	**9.08**	**7.87**	**7.81**	**13.01**	**12.33**	**19.46**	**23.19**	**183.22**

3.1.2.- Demanda térmica de refrigeración del edificio

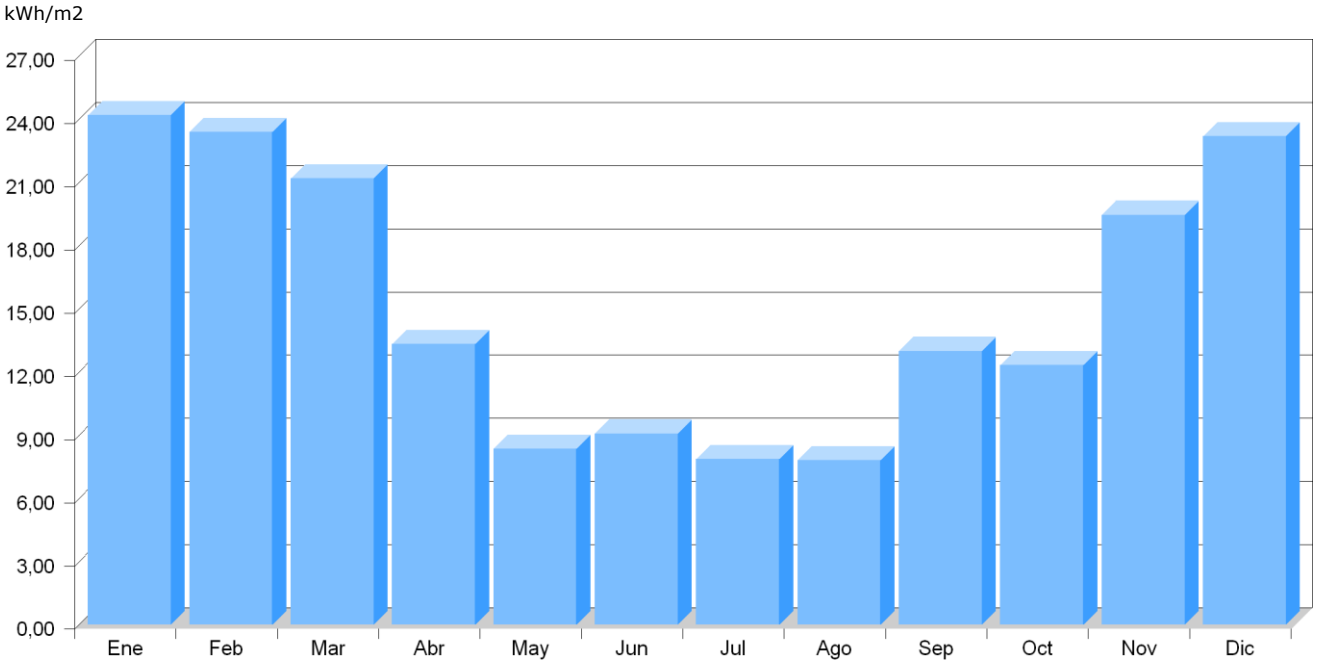
Conjunto	Superficie (m²)	Meses (kWh/m²)												Total (kWh/m²)
		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
Recintos1	257.62	-	-	-	-	0.01	0.88	0.42	0.24	-	-	-	-	1.55
Total	**257.62**	**-**	**-**	**-**	**-**	**0.01**	**0.88**	**0.42**	**0.24**	**-**	**-**	**-**	**-**	**1.55**

3.2.- Demanda térmica mensual de los recintos

3.2.1.- Demanda térmica de calefacción de los recintos

Recintos1

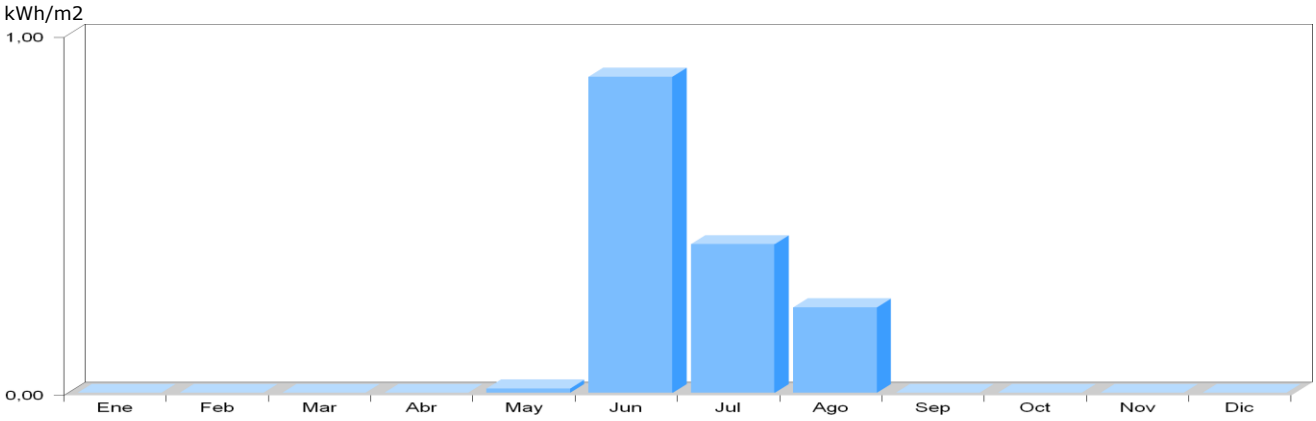
Recinto	Superficie (m²)	Meses (kWh/m²)												Total (kWh/m²)
		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
P01_E01 Recintos1	124.38	19.81	19.17	17.38	10.99	6.98	8.90	7.85	7.74	12.16	9.89	15.84	18.93	155.64
P01_E02 Bathroom1	19.67	25.02	24.17	22.30	14.89	9.91	10.61	9.23	9.14	15.05	13.88	20.54	24.02	198.75
P02_E01 Recintos1	133.24	26.73	25.82	23.27	14.32	8.73	8.78	7.51	7.53	13.06	13.47	21.45	25.66	196.33
P02_E02 Bathroom2	10.81	41.97	40.74	37.62	25.27	16.73	12.06	10.03	9.55	18.31	23.44	34.58	40.36	310.67
Total	**288.10**	**24.20**	**23.40**	**21.20**	**13.33**	**8.36**	**9.08**	**7.87**	**7.81**	**13.01**	**12.33**	**19.46**	**23.19**	**183.22**



3.2.2.- Demanda térmica de refrigeración de los recintos

Recintos1

Recinto	Superficie (m²)	Meses (kWh/m²)												Total (kWh/m²)
		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
P01_E01 Recintos1	124.38	-	-	-	-	-	0.61	0.18	0.11	-	-	-	-	0.89
P02_E01 Recintos1	133.24	-	-	-	-	0.02	1.14	0.64	0.36	-	-	-	-	2.16
Total	**257.62**	**-**	**-**	**-**	**-**	**0.01**	**0.88**	**0.42**	**0.24**	**-**	**-**	**-**	**-**	**1.55**



2b.- Energy demand Roof Type 4

2.1.- Confort de verano

Conjunto de recintos	Recinto	Número de horas en las que T > $T_{máx\ Confort}$	Temperatura máxima
Recintos1	P01_Bathroom1	33	24.7
	P02_Bathroom2	99	25.8

3.- DEMANDA TÉRMICA

3.1.- Demanda térmica mensual del edificio

3.1.1.- Demanda térmica de calefacción del edificio

Conjunto	Superficie (m²)	Meses (kWh/m²)												Total (kWh/m²)
		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
Recintos1	288.10	22.44	21.75	19.69	12.43	7.79	8.83	7.67	7.60	12.47	11.35	18.03	21.48	171.53
Total	**288.10**	**22.44**	**21.75**	**19.69**	**12.43**	**7.79**	**8.83**	**7.67**	**7.60**	**12.47**	**11.35**	**18.03**	**21.48**	**171.53**

3.1.2.- Demanda térmica de refrigeración del edificio

Conjunto	Superficie (m²)	Meses (kWh/m²)												Total (kWh/m²)
		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
Recintos1	257.62	-	-	-	-	0.01	0.82	0.38	0.23	-	-	-	-	1.44
Total	**257.62**	**-**	**-**	**-**	**-**	**0.01**	**0.82**	**0.38**	**0.23**	**-**	**-**	**-**	**-**	**1.44**

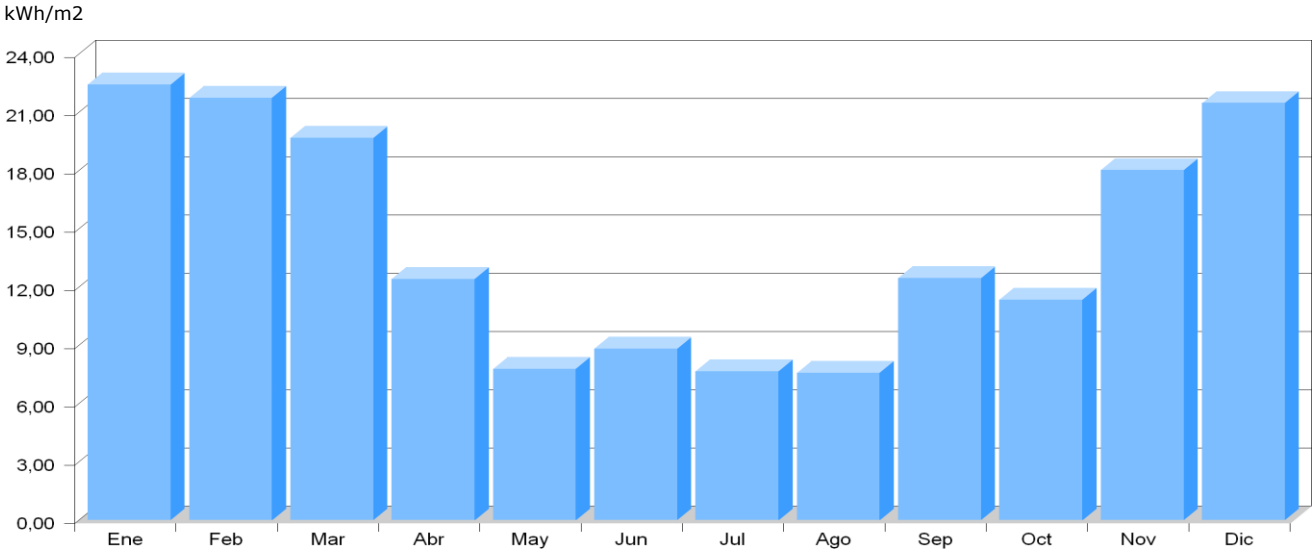
3.2.- Demanda térmica mensual de los recintos

3.2.1.- Demanda térmica de calefacción de los recintos

Recintos1

Recinto	Superficie (m²)	Meses (kWh/m²)												Total (kWh/m²)
		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
P01_E01 Recintos1	124.38	19.55	18.93	17.15	10.83	6.88	8.86	7.81	7.70	12.06	9.72	15.62	18.67	153.80
P01_E02 Bathroom1	19.67	24.76	23.93	22.07	14.73	9.80	10.56	9.18	9.09	14.94	13.71	20.32	23.76	196.84
P02_E01 Recintos1	133.24	23.53	22.83	20.54	12.71	7.73	8.35	7.17	7.16	12.12	11.73	18.86	22.56	175.29

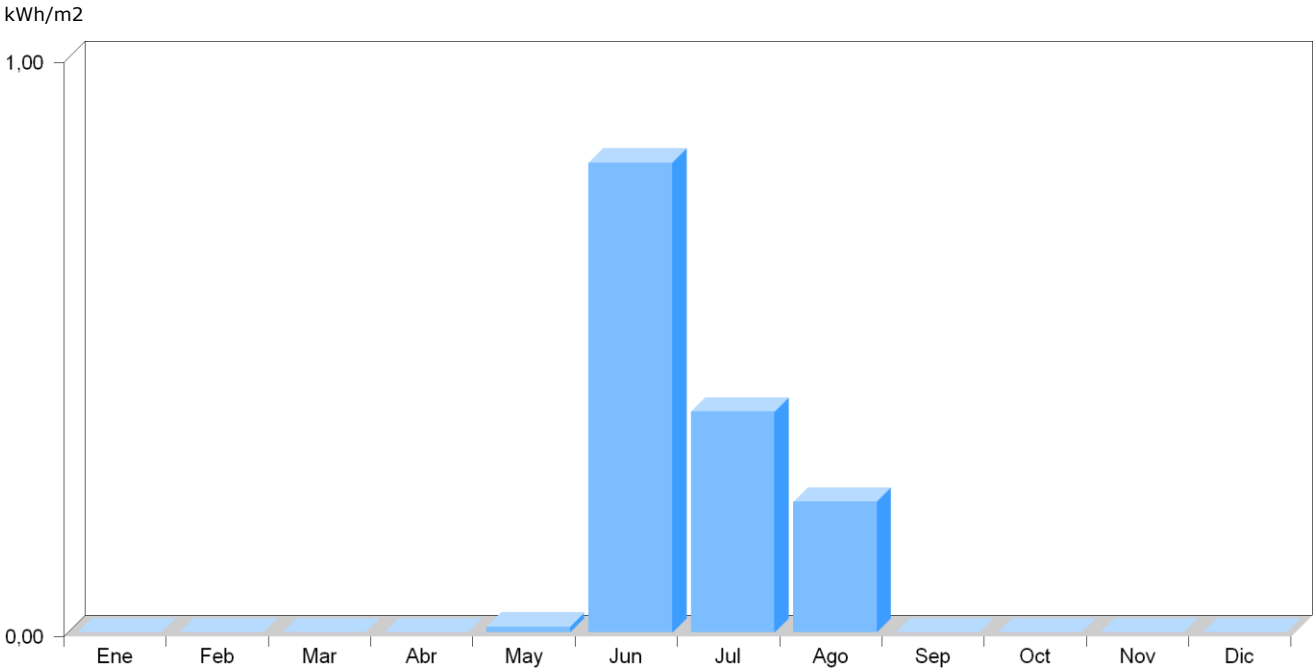
Recinto	Superficie (m²)	Meses (kWh/m²)												Total (kWh/m²)
		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
P02_E02 Bathroom2	10.81	37.88	36.91	34.11	23.12	15.35	11.41	9.48	8.99	17.01	21.15	31.25	36.39	283.05
Total	**288.10**	**22.44**	**21.75**	**19.69**	**12.43**	**7.79**	**8.83**	**7.67**	**7.60**	**12.47**	**11.35**	**18.03**	**21.48**	**171.53**



3.2.2.- Demanda térmica de refrigeración de los recintos

Recintos1

Recinto	Superficie (m²)	Meses (kWh/m²)												Total (kWh/m²)
		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
P01_E01 Recintos1	124.38	-	-	-	-	-	0.60	0.18	0.11	-	-	-	-	0.88
P02_E01 Recintos1	133.24	-	-	-	-	0.02	1.03	0.58	0.34	-	-	-	-	1.96
Total	**257.62**	**-**	**-**	**-**	**-**	**0.01**	**0.82**	**0.38**	**0.23**	**-**	**-**	**-**	**-**	**1.44**



Annex B4

5 EnergyPlus results for different types of concrete deck

In the following pages EnergyPlus-generated informs are showed.
Concrete decks analyzed types were Type 1, Type 2 and Type 3.
Concrete deck Type 1 results can be seen in **Annex B3 Roof Type 5.**

1.- General Description

1.1.- Conjunto de recintos

Conjunto de recintos	Recinto	Tipo de recinto
Recintos1	P01_Living room	Recintos1
	P01_Bathroom1	Baño / Aseo
	P02_Bedroom2	Recintos1
	P02_Bathroom2	Baño / Aseo

1.2.- Condiciones interiores

1.2.1.- Temperaturas de calefacción

Tipo de recinto	Temperatura de consigna, con ocupación	Temperatura de consigna, sin ocupación
Recintos1	21.0	17.0
Baño / Aseo	21.0	17.0

1.2.2.- Temperaturas de refrigeración

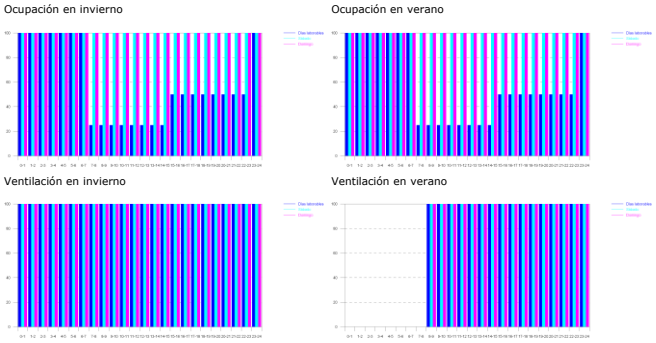
Tipo de recinto	Temperatura de consigna, con ocupación	Temperatura de consigna, sin ocupación
Recintos1	24.0	28.0
Baño / Aseo	24.0	24.0

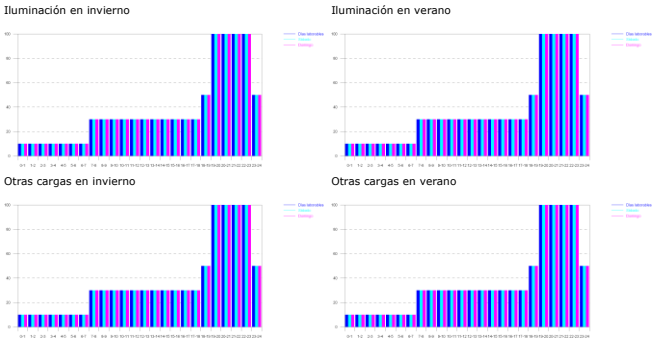
1.2.3.- Descripción de las condiciones interiores de los recintos

Tipo de recinto	Ocupación	Potencia de iluminación instalada	Otras cargas	Caudal de ventilación máximo m³/h
Recintos1	33.0 m²/persona	4.4 W/m²	4.4 W/m²	335.8
Baño / Aseo	33.0 m²/persona	0.0 W	0.0 W	54.0

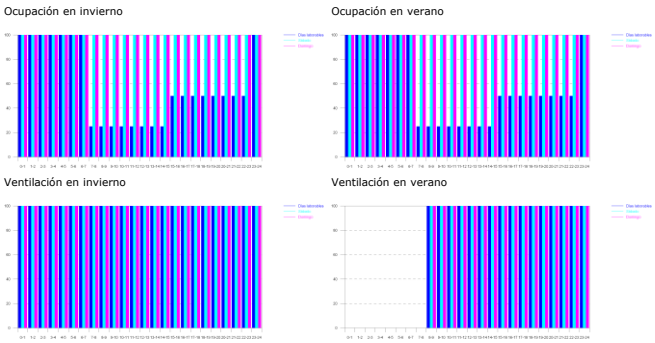
1.2.4.- Tablas de actividad para cada tipo de recinto

Tipo de recinto Recintos1





Tipo de recinto Baño / Aseo



2a.- Cocrete deck Type 2

2.1.- Confort de verano

Conjunto de recintos	Recinto	Número de horas en las que T > $T_{máx\ Confort}$	Temperatura máxima
Recintos1	P01_Bathroom1	38	24.8
	P02_Bathroom2	93	25.8

3.- DEMANDA TÉRMICA

3.1.- Demanda térmica mensual del edificio

3.1.1.- Demanda térmica de calefacción del edificio

Conjunto	Superficie (m²)	Meses (kWh/m²)												Total (kWh/m²)
		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
Recintos1	288.10	21.77	21.13	19.10	12.03	7.50	8.64	7.50	7.40	12.18	10.92	17.47	20.83	166.48
Total	**288.10**	**21.77**	**21.13**	**19.10**	**12.03**	**7.50**	**8.64**	**7.50**	**7.40**	**12.18**	**10.92**	**17.47**	**20.83**	**166.48**

3.1.2.- Demanda térmica de refrigeración del edificio

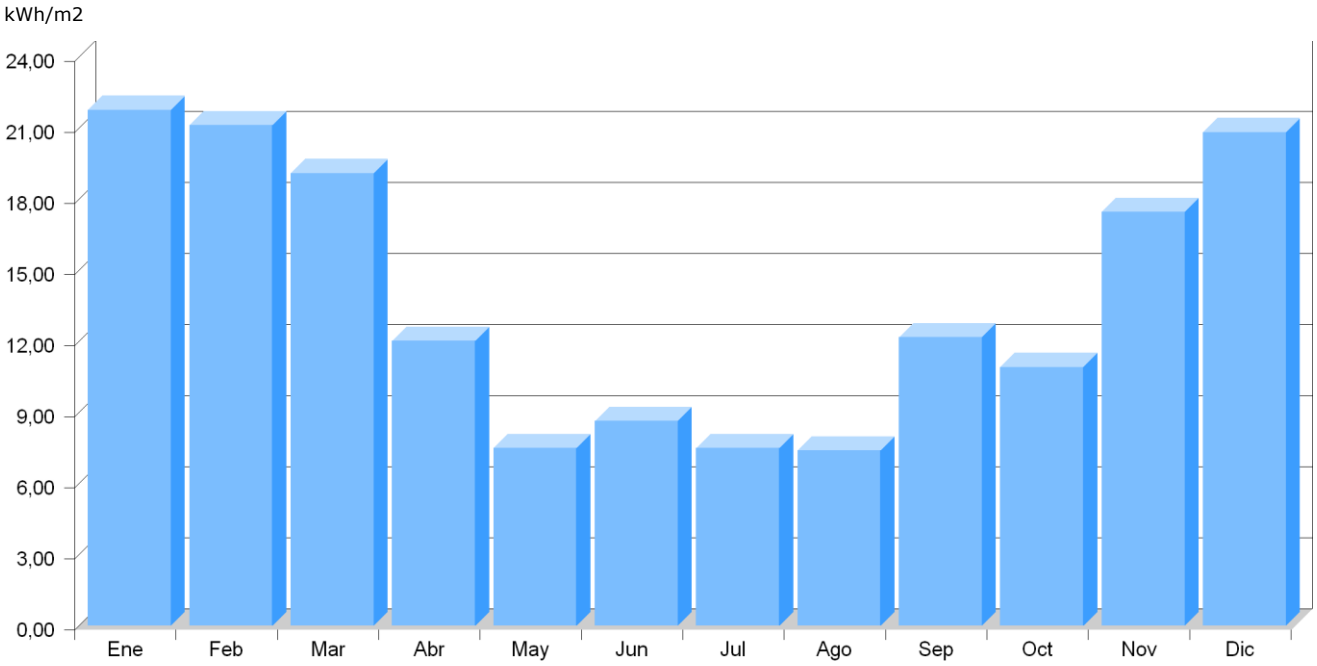
Conjunto	Superficie (m²)	Meses (kWh/m²)												Total (kWh/m²)
		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
Recintos1	257.62	-	-	-	-	0.01	0.82	0.39	0.24	-	-	-	-	1.47
Total	**257.62**	**-**	**-**	**-**	**-**	**0.01**	**0.82**	**0.39**	**0.24**	**-**	**-**	**-**	**-**	**1.47**

3.2.- Demanda térmica mensual de los recintos

3.2.1.- Demanda térmica de calefacción de los recintos

Recintos1

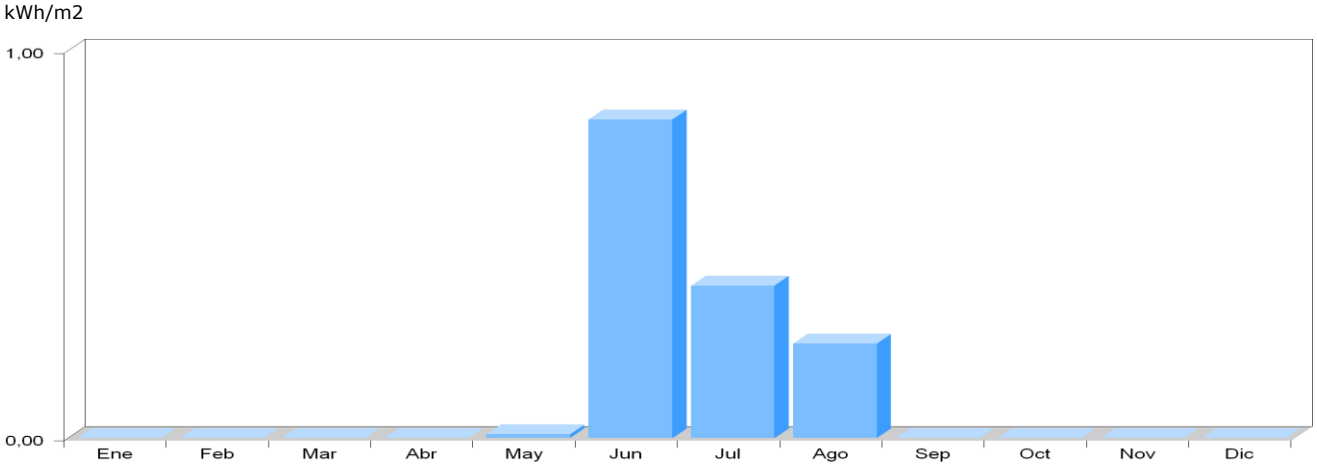
Recinto	Superficie (m²)	Meses (kWh/m²)												Total (kWh/m²)
		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
P01_E01 Recintos1	124.38	19.33	18.74	16.94	10.62	6.69	8.67	7.63	7.50	11.85	9.49	15.41	18.46	151.32
P01_E02 Bathroom1	19.67	24.51	23.71	21.82	14.48	9.55	10.30	8.92	8.81	14.67	13.45	20.08	23.53	193.84
P02_E01 Recintos1	133.24	22.45	21.81	19.61	12.14	7.37	8.17	7.02	7.00	11.77	11.12	17.97	21.50	167.92
P02_E02 Bathroom2	10.81	36.48	35.60	32.91	22.36	14.84	11.13	9.24	8.74	16.53	20.35	30.10	35.03	273.32
Total	**288.10**	**21.77**	**21.13**	**19.10**	**12.03**	**7.50**	**8.64**	**7.50**	**7.40**	**12.18**	**10.92**	**17.47**	**20.83**	**166.48**



3.2.2.- Demanda térmica de refrigeración de los recintos

Recintos1

Recinto	Superficie (m²)	Meses (kWh/m²)												Total (kWh/m²)
		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
P01_E01 Recintos1	124.38	-	-	-	-	-	0.64	0.21	0.14	-	-	-	-	0.99
P02_E01 Recintos1	133.24	-	-	-	-	0.02	1.00	0.57	0.34	-	-	-	-	1.92
Total	**257.62**	**-**	**-**	**-**	**-**	**0.01**	**0.82**	**0.39**	**0.24**	**-**	**-**	**-**	**-**	**1.47**



2b.- Cocrete deck Type 3

2.1.- Confort de verano

Conjunto de recintos	Recinto	Número de horas en las que T > $T_{máx\ Confort}$	Temperatura máxima
Recintos1	P01_Bathroom1	51	24.9
	P02_Bathroom2	95	25.8

3.- DEMANDA TÉRMICA

3.1.- Demanda térmica mensual del edificio

3.1.1.- Demanda térmica de calefacción del edificio

Conjunto	Superficie (m²)	Meses (kWh/m²)												Total (kWh/m²)
		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
Recintos1	288.10	21.69	21.07	19.02	11.93	7.40	8.53	7.39	7.27	12.07	10.82	17.38	20.76	165.33
Total	**288.10**	**21.69**	**21.07**	**19.02**	**11.93**	**7.40**	**8.53**	**7.39**	**7.27**	**12.07**	**10.82**	**17.38**	**20.76**	**165.33**

3.1.2.- Demanda térmica de refrigeración del edificio

Conjunto	Superficie (m²)	Meses (kWh/m²)												Total (kWh/m²)
		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
Recintos1	257.62	-	-	-	-	0.01	0.85	0.42	0.27	-	-	-	-	1.55
Total	**257.62**	**-**	**-**	**-**	**-**	**0.01**	**0.85**	**0.42**	**0.27**	**-**	**-**	**-**	**-**	**1.55**

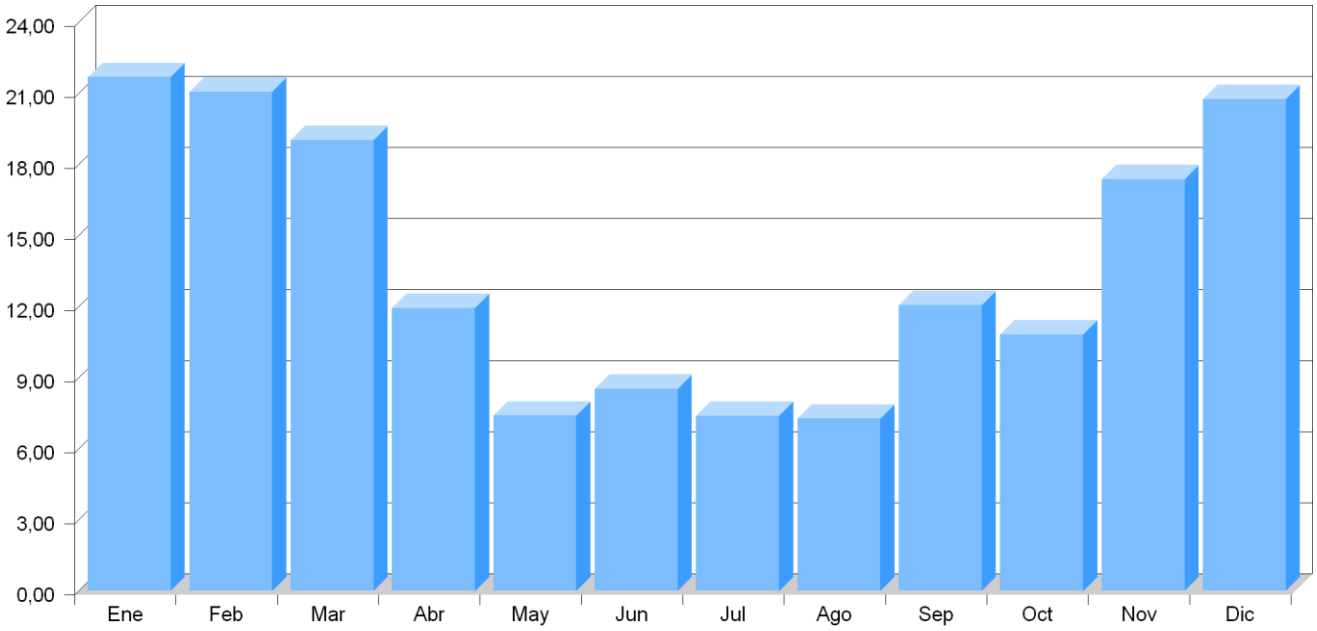
3.2.- Demanda térmica mensual de los recintos

3.2.1.- Demanda térmica de calefacción de los recintos

Recintos1

Recinto	Superficie (m²)	Meses (kWh/m²)												Total (kWh/m²)
		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
P01_E01 Recintos1	124.38	19.19	18.62	16.80	10.46	6.52	8.49	7.45	7.29	11.67	9.31	15.27	18.33	149.40
P01_E02 Bathroom1	19.67	24.35	23.58	21.66	14.28	9.34	10.05	8.67	8.54	14.43	13.23	19.91	23.38	191.43
P02_E01 Recintos1	133.24	22.43	21.80	19.59	12.11	7.34	8.13	6.99	6.96	11.74	11.10	17.96	21.48	167.62
P02_E02 Bathroom2	10.81	36.46	35.58	32.89	22.33	14.80	11.07	9.18	8.67	16.48	20.32	30.08	35.01	272.88
Total	**288.10**	**21.69**	**21.07**	**19.02**	**11.93**	**7.40**	**8.53**	**7.39**	**7.27**	**12.07**	**10.82**	**17.38**	**20.76**	**165.33**

kWh/m2



3.2.2.- Demanda térmica de refrigeración de los recintos

Recintos1

Recinto	Superficie (m²)	Meses (kWh/m²)												Total (kWh/m²)
		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
P01_E01 Recintos1	124.38	-	-	-	-	-	0.68	0.24	0.18	-	-	-	-	1.11
P02_E01 Recintos1	133.24	-	-	-	-	0.02	1.01	0.58	0.35	-	-	-	-	1.95
Total	**257.62**	**-**	**-**	**-**	**-**	**0.01**	**0.85**	**0.42**	**0.27**	**-**	**-**	**-**	**-**	**1.55**