

## 5. ANÁLISIS DE LOS DATOS RECOPIRADOS

Para el análisis de los consumos del hotel nos hemos valido de las facturas aportadas por nuestro cliente. Así pues, la distribución de estos consumos queda de la siguiente manera.

### 5.1 Consumo de agua

Las facturas de agua nos aportaban la siguiente información:

| RECIBO | FECHA      | CANTIDAD (m <sup>3</sup> ) | PERIODO    |            |
|--------|------------|----------------------------|------------|------------|
| 1      | 17/01/2013 | 171,25                     | 01/10/2012 | 31/12/2012 |
| 2      | 03/05/2013 | 160,96                     | 01/01/2013 | 31/03/2013 |
| 3      | 24/07/2013 | 231,59                     | 01/04/2013 | 30/06/2013 |
| 4      | 21/10/2013 | 275,46                     | 01/07/2013 | 30/09/2013 |
| 5      | 31/01/2014 | 211,1                      | 01/10/2013 | 31/12/2013 |
| 6      | 17/01/2013 | 1008,84                    | 01/10/2012 | 31/12/2012 |
| 7      | 03/05/2013 | 787,25                     | 01/01/2013 | 31/03/2013 |
| 8      | 24/07/2013 | 1187,95                    | 01/04/2013 | 30/06/2013 |
| 9      | 21/10/2013 | 1430,75                    | 01/07/2013 | 30/09/2013 |
| 10     | 31/01/2014 | 1297,65                    | 01/10/2013 | 31/12/2013 |

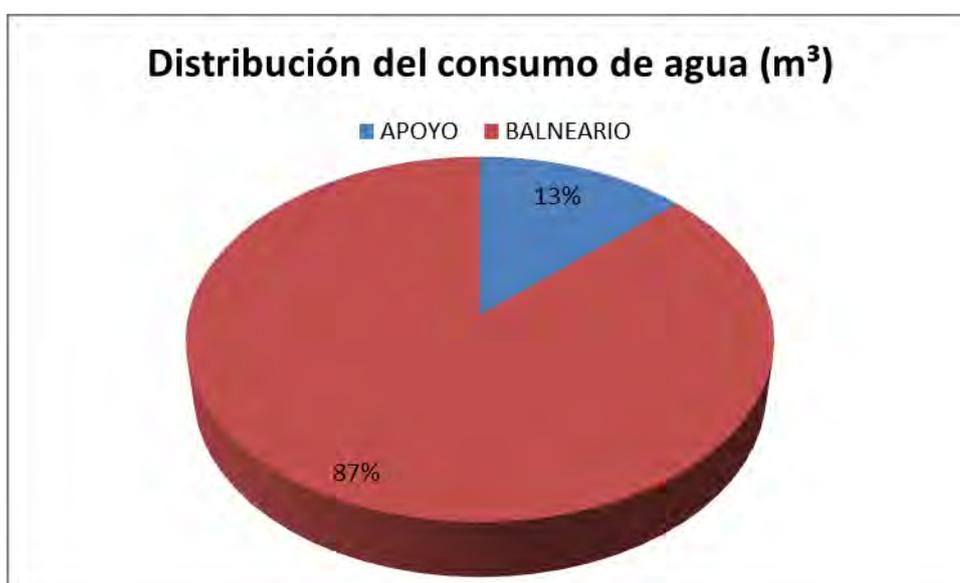
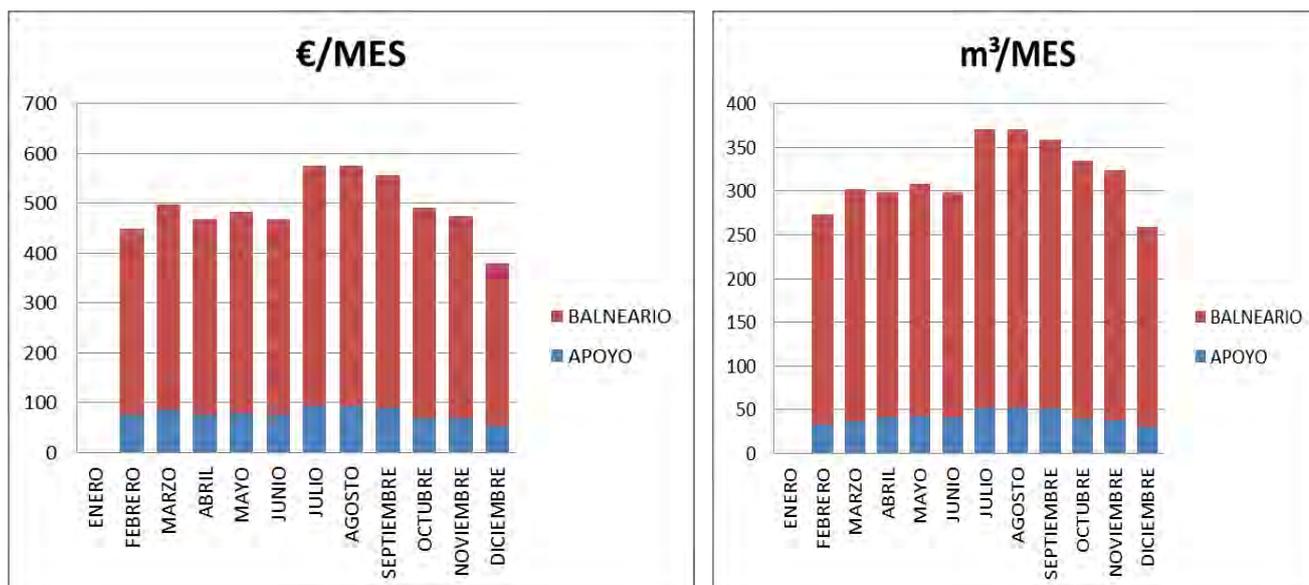
Las primeras cinco facturas le corresponden al edificio de apoyo y las cinco siguientes al edificio principal. Para el análisis de estos datos era necesario saber el consumo mensual, por eso nos valimos de las facturas para sacar cual era el consumo medio diario para un cierto periodo y repartíamos ese consumo a lo largo de todo el periodo. Finalmente sumábamos para cada mes el consumo de todos los días que le pertenecían.



En esta imagen se aprecia cómo se distribuyen las facturas a lo largo del año. Se ha hecho una corrección respecto al periodo de finales de diciembre y

enero puesto que durante ese tiempo el consumo de agua es mínimo. En azul aparece la información sobre el balneario y en rojo sobre el edificio de apoyo.

Al hacer el sumatorio de todos los días de cada mes obtenemos el consumo mensual de agua. Este proceso lo hacemos para obtener el coste en €/mes y el consumo en m<sup>3</sup>/mes. El resultado de estos cálculos es el siguiente:



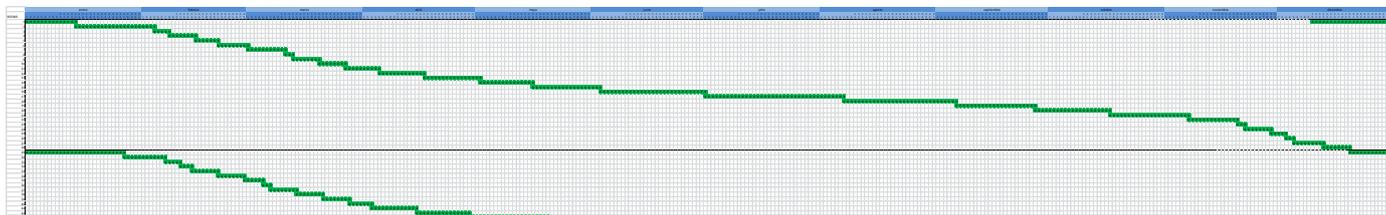
La distribución de estos gráficos dan crédito a la información de nuestro cliente, pues demuestra una afluencia de clientes constante, que aumenta durante los meses de verano. El gasto anual en agua es de 5418 €/año, el consumo es de 3496 m<sup>3</sup>/año, lo cual supone un coste medio de 1,55 €/m<sup>3</sup>.

## 5.2 Consumo de gasoil

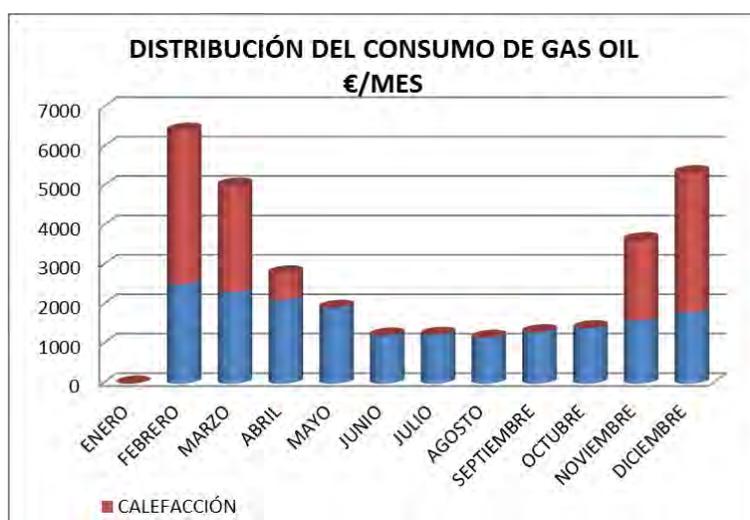
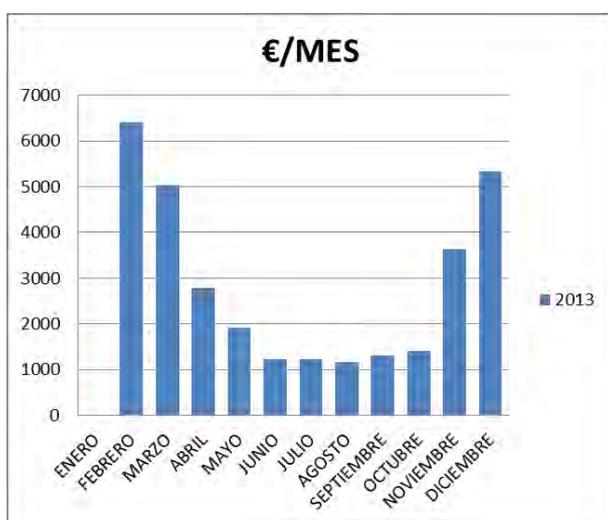
El suministro de gasóleo se realiza puntualmente cada vez que el tanque de gasóleo llega a un nivel determinado, entonces, nuestros clientes llaman al suministrador y compran una cantidad de litros de gasóleo conforme a sus previsiones. En esta ocasión solo se produce consumo de gasóleo en el edificio del hotel. La información obtenida de las facturas es la siguiente:

| RECIBO | FECHA      | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE | PERIODO    |            |
|--------|------------|----------|--------|---------|------------|------------|
| 1      | 14/01/2013 | 1662     | 0,813  | 1634,96 | 10/12/2012 | 14/01/2013 |
| 2      | 04/02/2013 | 2376     | 0,813  | 2337,34 | 14/01/2013 | 04/02/2013 |
| 3      | 08/02/2013 | 690      | 0,824  | 687,96  | 04/02/2013 | 08/02/2013 |
| 4      | 15/02/2013 | 1268     | 0,844  | 1294,93 | 08/02/2013 | 15/02/2013 |
| 5      | 21/02/2013 | 897,1    | 0,832  | 903,13  | 15/02/2013 | 21/02/2013 |
| 6      | 01/03/2013 | 1353     | 0,819  | 1340,81 | 21/02/2013 | 01/03/2013 |
| 7      | 11/03/2013 | 983,1    | 0,808  | 961,16  | 01/03/2013 | 11/03/2013 |
| 8      | 13/03/2013 | 1054,2   | 0,808  | 1030,67 | 11/03/2013 | 13/03/2013 |
| 9      | 20/03/2013 | 1603,4   | 0,808  | 1567,61 | 13/03/2013 | 20/03/2013 |
| 10     | 27/03/2013 | 947,5    | 0,798  | 914,89  | 20/03/2013 | 27/03/2013 |
| 11     | 05/04/2013 | 827,7    | 0,798  | 799,21  | 27/03/2013 | 05/04/2013 |
| 12     | 17/04/2013 | 1181,4   | 0,76   | 1086,42 | 05/04/2013 | 17/04/2013 |
| 13     | 02/05/2013 | 1629,1   | 0,759  | 1496,15 | 17/04/2013 | 02/05/2013 |
| 14     | 16/05/2013 | 1005,9   | 0,759  | 923,81  | 02/05/2013 | 16/05/2013 |
| 15     | 03/06/2013 | 1026,7   | 0,775  | 962,79  | 16/05/2013 | 03/06/2013 |
| 16     | 01/07/2013 | 1179,3   | 0,775  | 1105,89 | 03/06/2013 | 01/07/2013 |
| 17     | 07/08/2013 | 1529,7   | 0,794  | 1469,64 | 01/07/2013 | 07/08/2013 |
| 18     | 06/09/2013 | 1131     | 0,809  | 1107,12 | 07/08/2013 | 06/09/2013 |
| 19     | 27/09/2013 | 971      | 0,78   | 916,43  | 06/09/2013 | 27/09/2013 |
| 20     | 17/10/2013 | 962,7    | 0,78   | 908,60  | 27/09/2013 | 17/10/2013 |
| 21     | 07/11/2013 | 1056,3   | 0,768  | 981,60  | 17/10/2013 | 07/11/2013 |
| 22     | 20/11/2013 | 851      | 0,768  | 790,82  | 07/11/2013 | 20/11/2013 |
| 23     | 22/11/2013 | 1379     | 0,768  | 1281,48 | 20/11/2013 | 22/11/2013 |
| 24     | 29/11/2013 | 987      | 0,781  | 932,72  | 22/11/2013 | 29/11/2013 |
| 25     | 03/12/2013 | 852,5    | 0,781  | 805,62  | 29/11/2013 | 03/12/2013 |
| 26     | 05/12/2013 | 1067     | 0,781  | 1008,33 | 03/12/2013 | 05/12/2013 |
| 27     | 13/12/2013 | 1277     | 0,776  | 1199,05 | 05/12/2013 | 13/12/2013 |
| 28     | 20/12/2013 | 1086,5   | 0,771  | 1013,61 | 13/12/2013 | 20/12/2013 |
| 29     | 27/01/2014 | 1516     | 0,763  | 1399,62 | 20/12/2013 | 27/01/2014 |
| 30     | 07/02/2014 | 1282     | 0,763  | 1183,58 | 27/01/2014 | 07/02/2014 |
| 31     | 11/02/2014 | 799,4    | 0,763  | 738,03  | 07/02/2014 | 11/02/2014 |
| 32     | 14/02/2014 | 1203     | 0,763  | 1110,65 | 11/02/2014 | 14/02/2014 |
| 33     | 21/02/2014 | 1017     | 0,77   | 947,54  | 14/02/2014 | 21/02/2014 |
| 34     | 28/02/2014 | 1099,1   | 0,77   | 1024,03 | 21/02/2014 | 28/02/2014 |
| 35     | 05/03/2014 | 942,9    | 0,77   | 878,50  | 28/02/2014 | 05/03/2014 |
| 36     | 07/03/2014 | 964,2    | 0,77   | 898,35  | 05/03/2014 | 07/03/2014 |
| 37     | 14/03/2014 | 1135     | 0,751  | 1031,39 | 07/03/2014 | 14/03/2014 |
| 38     | 21/03/2014 | 911      | 0,751  | 827,83  | 14/03/2014 | 21/03/2014 |
| 39     | 28/03/2014 | 994      | 0,751  | 903,26  | 21/03/2014 | 28/03/2014 |
| 40     | 03/04/2014 | 783      | 0,751  | 711,52  | 28/03/2014 | 03/04/2014 |
| 41     | 15/04/2014 | 953      | 0,741  | 854,47  | 03/04/2014 | 15/04/2014 |

De igual manera que con el consumo de agua, realizamos un reparto proporcional de estas facturas a lo largo de todo el año.



Quedando el gasto de gasóleo de la siguiente manera:

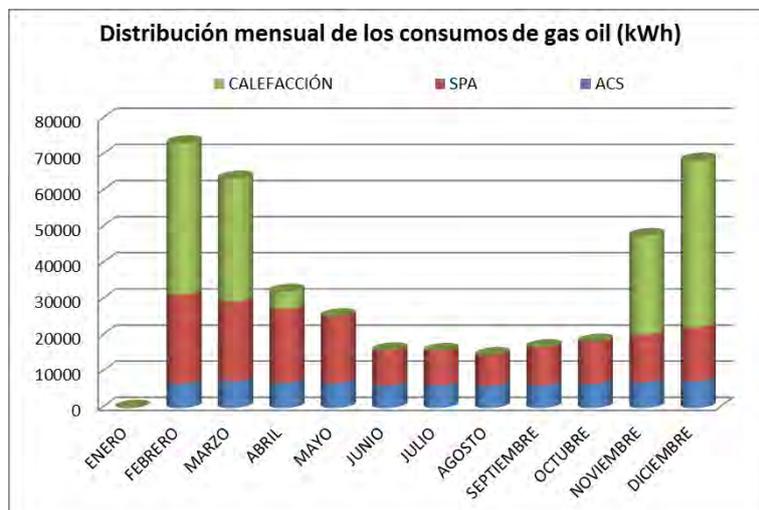
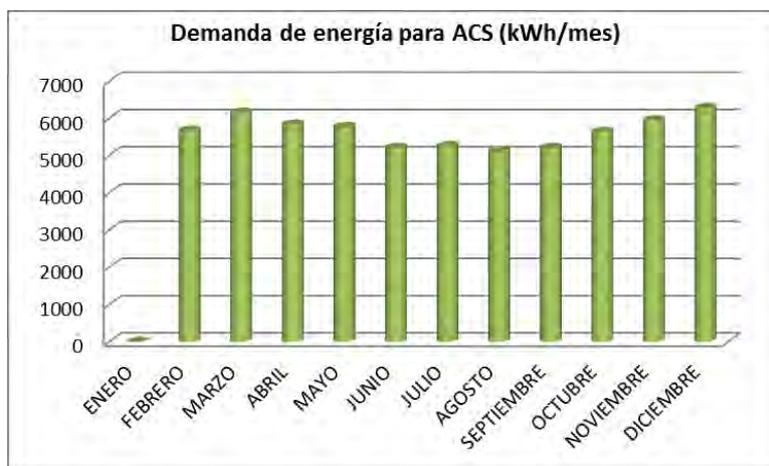


En este gráfico aparece el consumo de gasóleo, que se destina tanto a la instalación de ACS, como la instalación de calefacción, como la del spa. Aquí se puede ver como en los meses centrales el consumo de gasóleo está estable y en los meses de febrero, marzo, abril, noviembre y diciembre este consumo se dispara. Vemos que durante el mes de enero no hay consumo de gasóleo, recordamos que esto se debe a que durante este periodo el hotel está cerrado por reformas.

Esto indica dos cosas, que el consumo de energía para calefacción es muy elevado, y lo que es más importante, que durante los meses centrales, cuando no existe consumo de calefacción, el consumo de energía del spa y la instalación de ACS marcan una tendencia muy estable para estas instalaciones a lo largo de todo el año.

Partiendo de los meses centrales obtenemos el incremento de consumo mensual del spa y de la instalación de ACS, aplicando esto para todos los meses del año podemos distinguir el consumo entre estas dos instalaciones y la de calefacción. Ahora nos queda diferenciar el consumo del agua caliente sanitaria del de la instalación del spa.

Estos datos se pueden pasar a kWh porque sabemos el precio del gasóleo y su poder calorífico inferior 9,98 kWh/l. Como ya hemos calculado el consumo de ACS, la obtención del consumo del spa es inmediato: al consumo de las instalaciones de spa y acs, le restamos el consumo del spa.



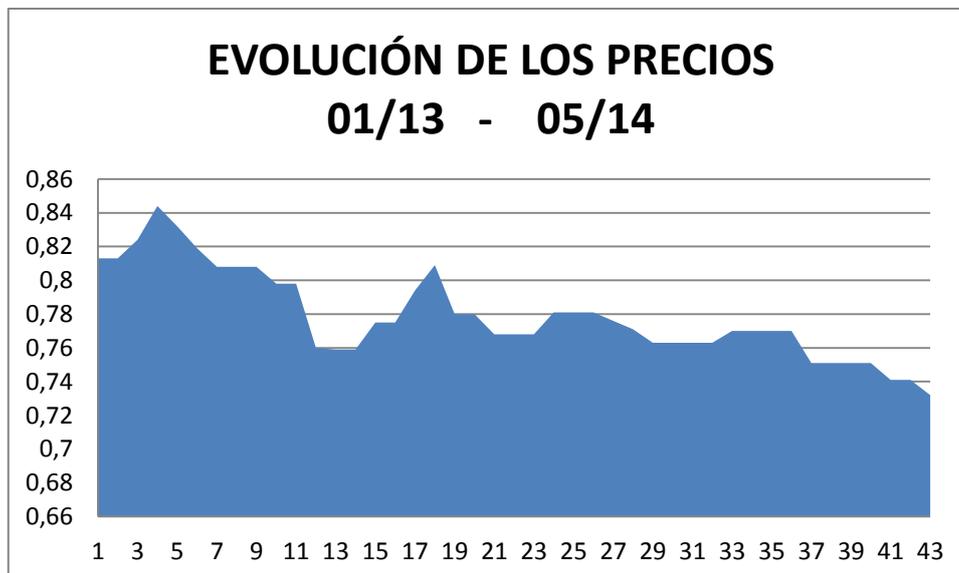
Ya tenemos el consumo mensual de gasóleo en kWh de cada una de las instalaciones, ahora solo tenemos que obtener el consumo anual y contrastarlos:



Finalmente tenemos el consumo total de gasóleo y la parte proporcional de cada instalación:

Al año se consumen 32835,1 l, esto son 319847,6 kWh de los cuales 59784,49 kWh son de la instalación de ACS, 134084,9 kWh del spa y 125978,2 de la instalación de calefacción. Y todo esto realmente son 31462,73 € al año.

Otro dato que hemos obtenido a lo largo del análisis de las facturas es la evolución del coste del gasóleo. Del cual se puede ver su tendencia a la baja salvo picos puntuales en la temporada fría (15/02/2013) y principios de la temporada de otoño (06/09/2013).



### 5.3 Consumo de electricidad

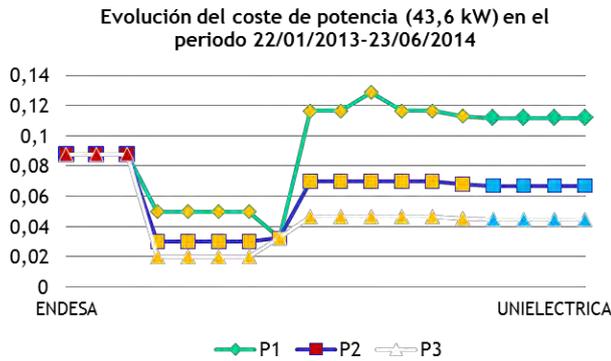
| RECIBO | FECHA      | PERIODO    |            | IMPORTE | EMISOR       | kW    |       |       | kWh  |       |      |
|--------|------------|------------|------------|---------|--------------|-------|-------|-------|------|-------|------|
|        |            |            |            |         |              | P1    | P2    | P3    | E1   | E2    | E3   |
| 1      | 22/01/2013 | 18/12/2012 | 19/01/2013 | 629,67  | ENDESA       | 43,6  | 43,6  | 43,6  | 530  | 1664  | 686  |
| 2      | 30/01/2013 | 26/11/2012 | 28/01/2013 | 1171,05 | ENDESA       | 7,8   |       |       | 5836 |       |      |
| 3      | 27/02/2013 | 19/01/2013 | 20/02/2013 | 162,71  | ENDESA       | 43,6  |       |       |      |       |      |
| 4      | 22/03/2013 | 20/02/2013 | 20/03/2013 | 2898,93 | ENDESA       | 43,6  | 43,6  | 43,6  | 2794 | 11371 | 2482 |
| 6      | 22/04/2013 | 20/03/2013 | 18/04/2013 | 1263,23 | AUDAX        | 37,06 | 37,06 | 37,06 | 1929 | 5812  | 1115 |
| 8      | 23/05/2013 | 18/04/2013 | 21/05/2013 | 1670,19 | AUDAX        | 37,06 | 37,06 | 37,06 | 2353 | 5883  | 1283 |
| 9      | 03/06/2013 | 04/04/2013 | 30/05/2013 | 1073,83 | FENIENERGÍA  | 7,8   |       |       | 6036 |       |      |
| 11     | 20/06/2013 | 21/05/2013 | 18/06/2013 | 1428,19 | AUDAX        | 37,06 | 37,06 | 37,06 | 1912 | 4793  | 980  |
| 12     | 23/07/2013 | 18/06/2013 | 19/07/2013 | 2024,55 | AUDAX        | 37,06 | 37,06 | 37,06 | 2719 | 7027  | 1316 |
| 13     | 02/08/2013 | 30/05/2013 | 29/07/2013 | 1045,36 | FENIENERGÍA  | 7,8   |       |       | 5818 |       |      |
| 14     | 21/08/2013 | 19/07/2013 | 19/08/2013 | 2463,45 | AUDAX        |       |       |       | 3491 | 9859  | 1686 |
| 15     | 20/09/2013 | 19/08/2013 | 18/09/2013 | 1854,33 | AUDAX        | 39    | 41    | 37,06 | 2801 | 7247  | 1406 |
| 16     | 07/10/2013 | 29/07/2013 | 30/09/2013 | 1215,14 | FENIENERGÍA  | 7,8   |       |       | 7366 |       |      |
| 17     | 23/10/2013 | 18/09/2013 | 21/10/2013 | 1983,51 | AUDAX        | 37,06 | 37,06 | 37,06 | 2789 | 7164  | 1342 |
| 18     | 02/12/2013 | 30/09/2013 | 28/11/2013 | 1108,80 | FENIENERGÍA  | 7,8   |       |       | 6488 |       |      |
| 19     | 20/12/2013 | 21/11/2013 | 18/12/2013 | 1916,72 | AUDAX        | 37,06 | 39    | 37,06 | 1842 | 6392  | 1517 |
| 20     | 23/01/2014 | 18/12/2013 | 21/01/2014 | 723,68  | AUDAX        | 37,06 | 37,06 | 37,06 | 517  | 1763  | 655  |
| 21     | 09/02/2014 | 28/11/2013 | 04/02/2014 | 745,71  | FENIENERGÍA  | 7,8   |       |       | 4168 |       |      |
| 22     | 24/02/2014 | 21/01/2014 | 20/02/2014 | 944,82  | AUDAX        | 37,06 | 37,06 | 37,06 | 1172 | 4483  | 1184 |
| 23     | 26/03/2014 | 20/02/2014 | 20/03/2014 | 1184,77 | AUDAX        | 37,06 | 37,06 | 37,06 | 1613 | 6323  | 1294 |
| 24     | 31/03/2014 | 20/03/2014 | 21/03/2014 | 47,98   | UNIELECTRICA | 37,06 | 37,06 | 37,06 | 56   | 225   | 45   |
| 25     | 07/04/2014 | 04/02/2014 | 31/03/2014 | 1055,51 | FENIENERGÍA  | 7,8   |       |       | 6434 |       |      |
| 26     | 24/04/2014 | 21/03/2014 | 17/04/2014 | 1193,70 | UNIELECTRICA | 37,06 | 37,06 | 37,06 | 1852 | 5495  | 1116 |
| 27     | 26/05/2014 | 17/04/2014 | 20/05/2014 | 1455,30 | UNIELECTRICA | 37,06 | 37,06 | 37,06 | 2276 | 6276  | 1351 |
| 28     | 09/06/2014 | 31/03/2014 | 02/06/2014 | 1103,56 | FENIENERGÍA  | 7,8   |       |       | 6688 |       |      |
| 29     | 23/06/2014 | 20/05/2014 | 19/06/2014 | 1508,16 | UNIELECTRICA | 37,06 | 37,06 | 37,06 | 2270 | 5880  | 1261 |

Las facturas de electricidad son las que mayor cantidad de información nos aportan en comparación con las anteriores (potencia y energía consumida, y periodo en el que se produce el consumo energético).

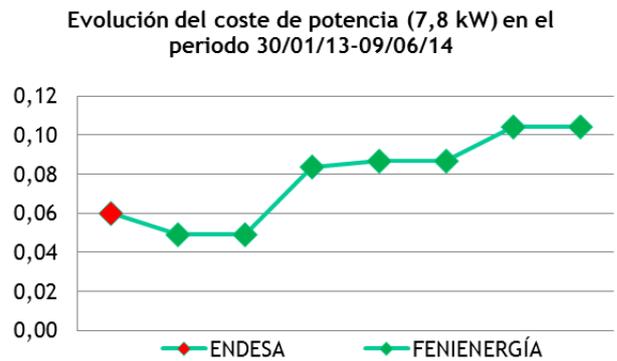
La potencia contratada para el hotel-balneario es de 43,6 kW y tiene un contrato de tres periodos con la tarifa de acceso 3.0 A. Por otro lado, en el edificio de apoyo tienen contratada una potencia de 7,8 kW, con un contrato TUR-2 sin discriminación horaria.

Seguidamente se muestran la evolución del precio de la energía eléctrica.

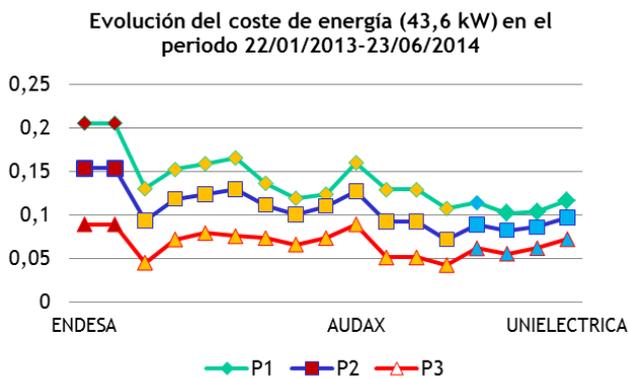
**Evolución del coste fijo (potencia) en el edificio del hotel balneario**



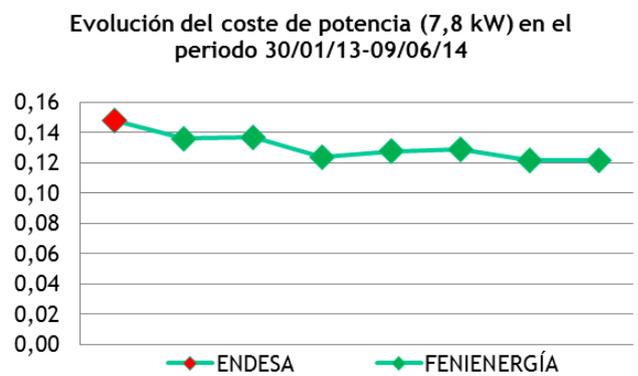
**Evolución del coste fijo (potencia) en el edificio de apoyo**



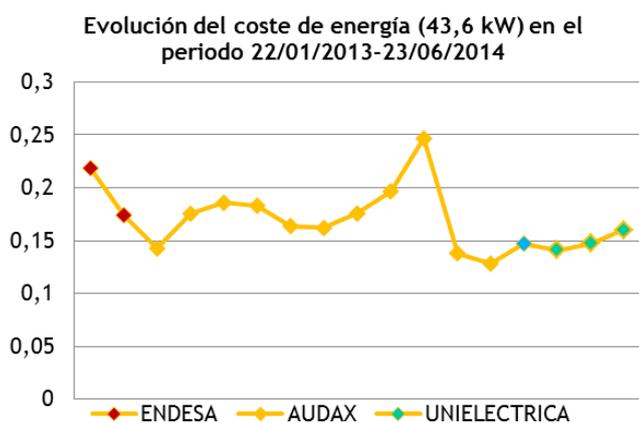
**Evolución del coste variable (energía) en el edificio del hotel balneario**



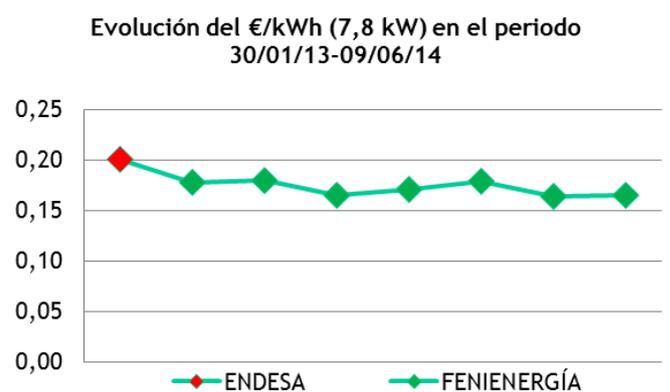
**Evolución del coste variable (energía) en el edificio de apoyo**



**Evolución del coste total en el edificio del hotel balneario**

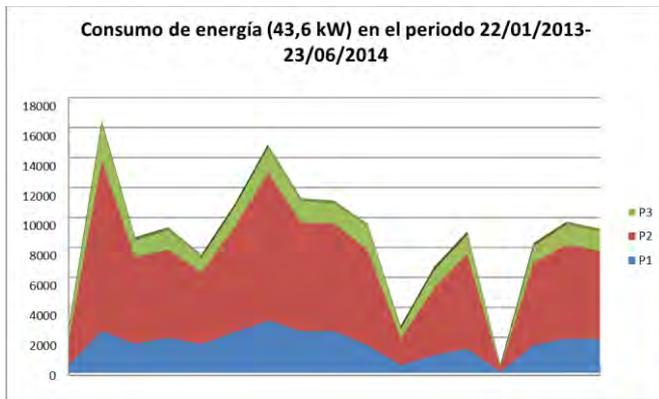


**Evolución del coste total (potencia) en el edificio de apoyo**



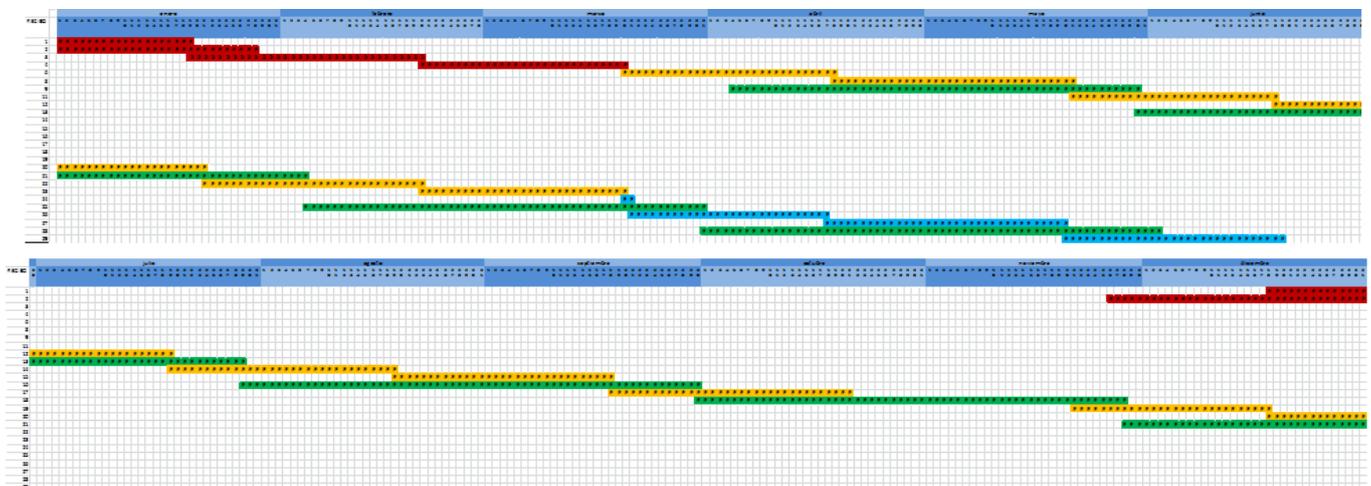
A partir de estas tablas podemos determinar que el coste del kWh está sobre los 0,17 €.

También podemos analizar el consumo por periodos en el edificio del hotel.

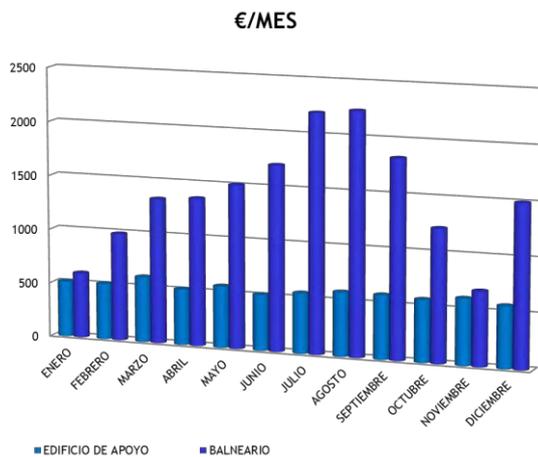


A la vista de estos gráficos podemos ver que el término fijo de la factura ha subido, y el término variable ha bajado dando como resultado a una leve bajada general del precio en el consumo de energía eléctrica.

Hecho esto, ya podemos pasar a evaluar el consumo mensual de energía como hemos hecho anteriormente. La distribución anual de las facturas quedaría de la siguiente forma:



Al realizar la suma del gasto diario medio de cada mes, veremos de qué manera evoluciona el consumo mensual de energía eléctrica y de qué manera se reparte el gasto entre ambos edificios.

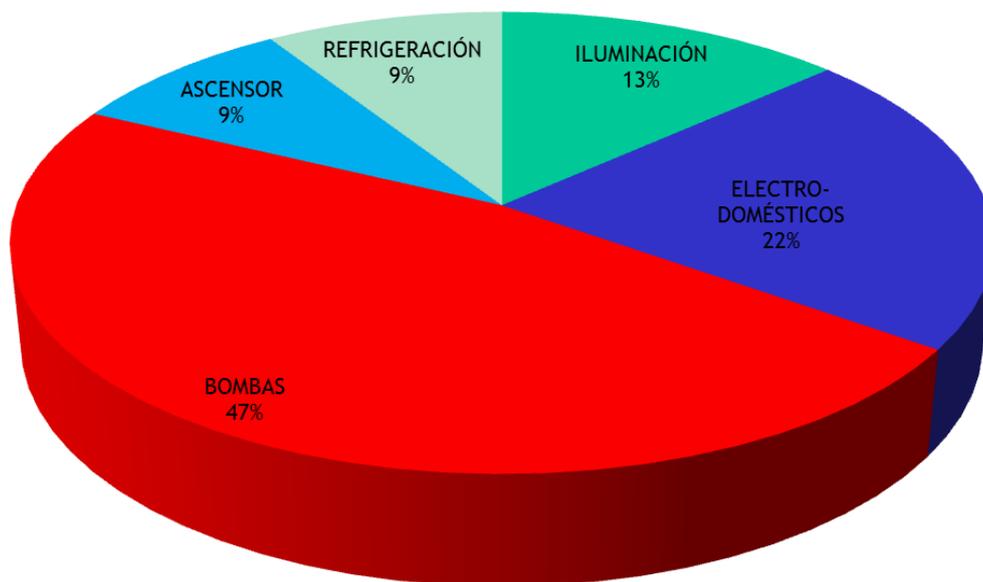


### Reparto del gasto económico



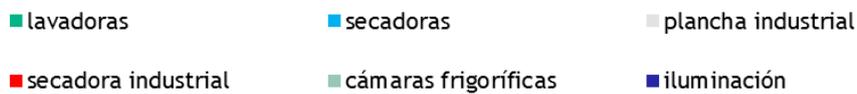
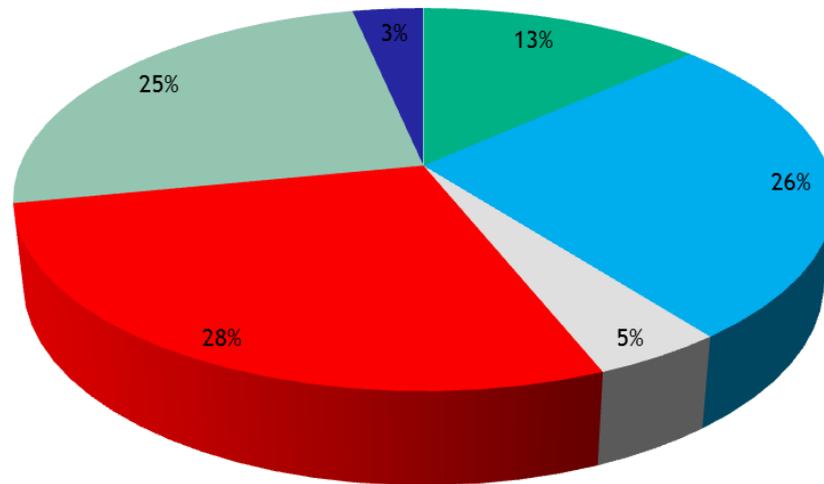
Para ver como se distribuye el consumo tanto dentro del edificio del hotel como del edificio de apoyo, se ha tenido en cuenta la información presentada en el apartado de inventario, contabilizando tanto la potencia como el número de horas de funcionamiento de cada elemento. De esta manera hemos llegado a las siguientes distribuciones de consumo para cada uno de los edificios:

### DISTRIBUCIÓN ANUAL DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA



Distribución del consumo eléctrico en el edificio del hotel

## Distribución del consumo energético

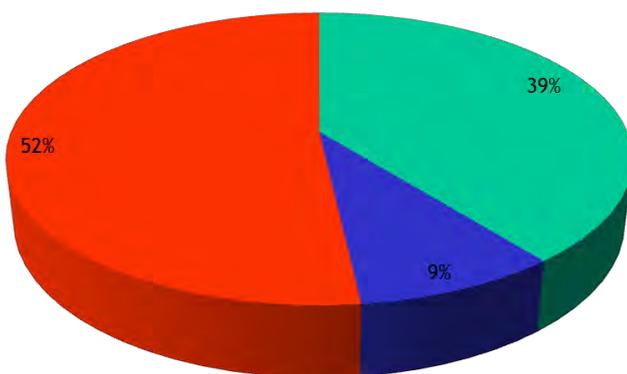


## Distribución del consumo eléctrico en el edificio de apoyo

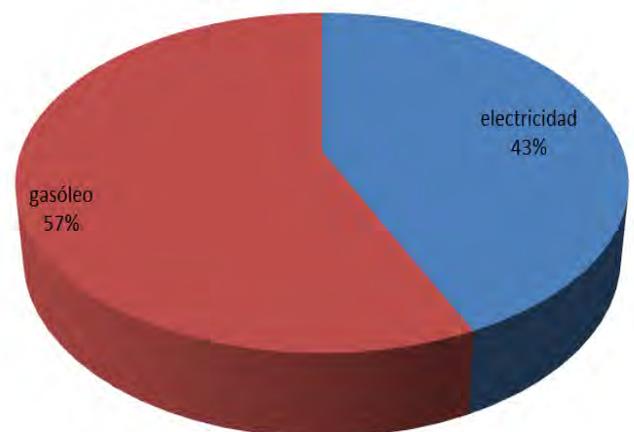
Así pues a lo largo de todo el año se produce un gasto en energía eléctrica de 23884,87 €, un gasto en gasóleo de 31462,73 € y 5418,38 € en agua. Quedando el reparto de gasto como vemos a continuación:

### Distribución en el gasto de luz, agua y gasóleo

■ electricidad ■ agua ■ gasóleo



### Reparto del gasto energético



## 6. PROPUESTAS DE MEJORA

En este apartado veremos las diferentes maneras de obtener un ahorro y analizaremos su rentabilidad económica.

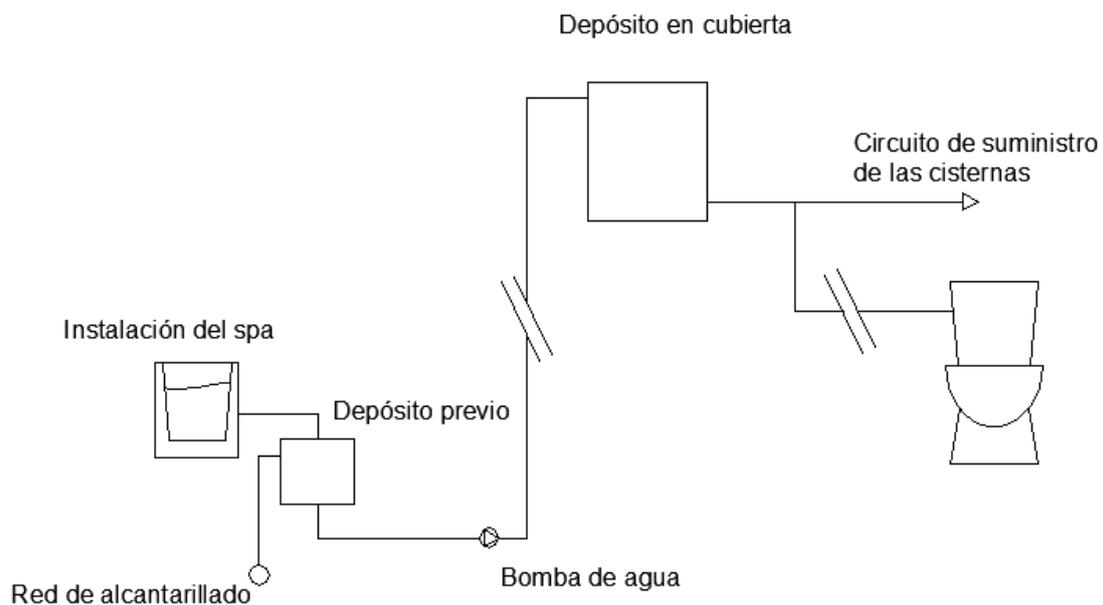
### 6.1 Propuesta para la mejora en el consumo de agua

Aunque el gasto en agua es el menor de todos (5418 €/año), dado que se trata de un balneario, el consumo de agua es muy elevado: 3496 m<sup>3</sup>/año, lo cual, nos hace pensar en medidas encaminadas a reducir este consumo.

#### 6.1.1 Reutilización del agua del spa para las cisternas del w.c.

##### 6.1.1.a Planteamiento

Antes de tirar el agua a la red de alcantarillado el uso más viable para el agua del spa tras su uso para tratamientos termales es el de agua para las cisternas del wc. Así pues se pretende recircular el agua de las duchas y las bañeras del spa a un depósito en la cubierta que actualmente se encuentra en desuso. La obra más importante que habría que realizar sería la adecuación de la instalación que propulsase el agua hasta la cubierta y de allí trazar una red de conductos hasta los aseos.



### 6.1.1.b Ahorro

En todo el hotel existen 46 aseos en habitaciones y 6 aseos comunes. Partiendo de una hipótesis restrictiva los wc de los aseos se utilizarán dos veces y los de las zonas comunes 1 vez. Esto hace un total de 98 usos. Teniendo en cuenta que la capacidad de las cisternas es de 10 l, tendríamos un consumo anual de 357m<sup>3</sup>.

Anteriormente hemos visto como el coste del agua es de 1,55 €/m<sup>3</sup>. Si estas cisternas las llenásemos con el agua del spa nos ahorraríamos al año 553,2 €. Lo cual es una buena cantidad de dinero y también de agua.

### 6.1.1.c Inversión

Los costes estimados derivados de esta obra son los siguientes:

| Descripción de la operación                | UD.     | Precio    | Coste  |
|--|---------|-----------|--------|
| Adecuación de la instalación de evacuación | _       | 350 €     | 350 €  |
| Bomba de agua de 2,2 kW                    | 1       | 400 €     | 400 €  |
| Conducciones                               | 800 m/l | 3,43 €/ml | 2744 € |
|  |         |           | 3494 € |

### 6.1.1.d Rentabilidad económica

Coste: 3494 €

Ahorro: 553,2 €/año

Pay Back:

$$PB = \frac{3494}{553.2} = 6,3 \text{ años}$$

## 6.2 Propuestas para la mejora en el consumo de combustible

El gasto en gasóleo era el mayor de todos: 31462,73 € anuales, lo cual nos hace que centremos nuestro esfuerzo en lograr el mayor ahorro posible en este aspecto.

### 6.2.1 Instalación de captadores solares para la producción de agua caliente

#### 6.2.1.a Planteamiento

Para calcular cuál el número de paneles necesarios para abastecer la demanda de energía térmica de un edificio es necesario saber exactamente cuál es esa demanda. Nosotros ya sabemos cuál es gracias a las facturas de gasóleo: 1.408.739 MJ. Todos los datos de este apartado relativos a la energía se expresarán en MJ puesto que son las unidades que se utilizan para este método de dimensionamiento: CENSOLAR.

Esta demanda hace pensar que la cantidad de captadores necesarios será muy elevada. Pero la ubicación más idónea para la instalación es en la cubierta inclinada (inclinada 25° y orientada al sudeste), porque por el resto de la azotea hay multitud de instalaciones que ocupan espacio, y de cara a la integración arquitectónica este lugar es el más adecuado. Esta situación será la que nos limite el número de captadores que vamos a colocar.

Vamos ya con el dimensionado de esta instalación:

#### 6.2.1.b Estimación de la energía producida por los captadores

El proceso que describimos a continuación se realiza mes a mes para obtener la cantidad de energía producida a lo largo de todo el año.

La energía producida por los captadores llega a través de la radiación solar. En un primer momento, esa energía se refiere a la recibida por un metro cuadrado de superficie horizontal. A esa energía nos referimos como **Irradiación** ( $H_{\text{datos}}$ ) expresado en MJ/m<sup>2</sup>día.

Pero la superficie de captación se encuentra inclinada, por eso el valor de  $H_{\text{datos}}$  se multiplica por un factor corrector **K**, que varía según la latitud y la inclinación de los captadores. El resultado de esta multiplicación es la Irradiación sobre el captador (**I**).

Como veremos más adelante, en función de la situación de la instalación se pueden generar una serie de pérdidas. Estas pérdidas se resumen en el llamado **factor conjunto** ( $f_c$ ).

Al multiplicar la irradiación, el factor K y el factor conjunto obtenemos la **irradiación recibida por el captador** ( $I_E$ ) expresada MJ/m<sup>2</sup>día.

Ocurre que la radiación solar de las primeras y las últimas horas del día no son aprovechables por la instalación. Por eso, CENSOLAR propone las **horas de sol útiles al día**.

Al multiplicar la irradiación recibida por el captador ( $I$ ) por el número de horas de sol útiles al día obtendremos la **Irradiancia media sobre los captadores** ( $I_P$ ) que es la potencia de los captadores expresada en W/m<sup>2</sup>día.

A parte, los captadores tendrán un **rendimiento** ( $r$ ) que dependerá de sus características técnicas, la irradiancia media sobre los captadores ( $I_P$ ) y la diferencia de temperatura entre la superficie del captador y el exterior. La determinación del rendimiento la veremos más adelante.

Si multiplicamos este rendimiento por la irradiación sobre el captador ( $I_E$ ) obtendremos la **energía útil en los captadores**  $E_u$  expresada en MJ/m<sup>2</sup>día.

La energía útil en los captadores no es la que se aprovechará definitivamente, esto se debe a que existen unas **pérdidas térmicas en la instalación** ( $p$ ) que veremos más adelante.

La energía que se aprovechará para el consumo será la **Energía útil al consumo** ( $E_{uc}$ ) expresada en MJ/m<sup>2</sup>día, que tendrá en cuenta la energía útil en los captadores y las pérdidas térmicas en la instalación ( $p$ ) de la siguiente manera:

$$E_{uc} = \left(1 - \frac{p}{100}\right) \cdot E_u$$

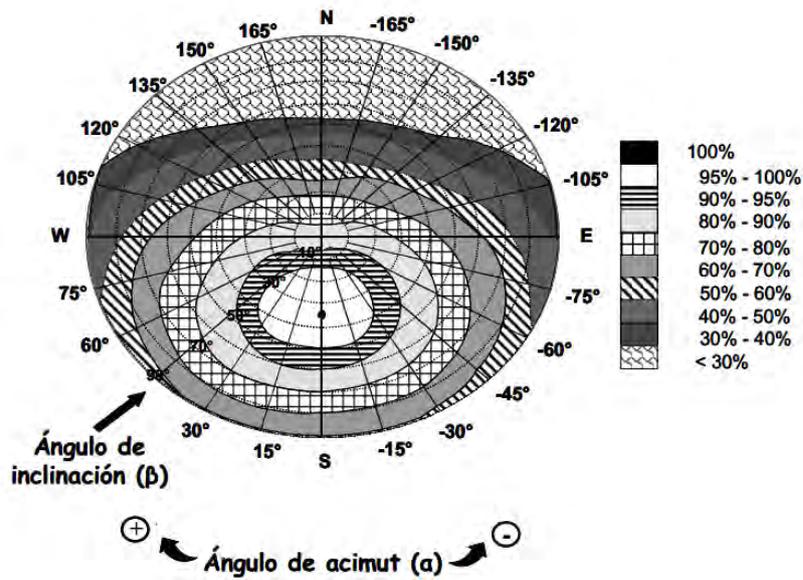
Al multiplicar  $E_{uc}$  por la superficie de captación y el número de días del mes obtendremos la energía generada para ese mes conocida como **Energía solar al consumo** ( $E_s$ ) expresada en MJ/mes. La suma de estos valores para cada mes nos dará como resultado la producción final de energía solar en MJ.

Una vez explicado el proceso de cálculo para la producción de energía, vamos a explicar las pérdidas que hemos citado anteriormente.

Pérdidas:

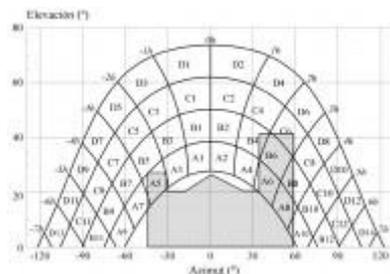
Las pérdidas que influyen en el **factor conjunto** son las siguientes:

Pérdidas por orientación e inclinación (a): establecidas por el código técnico de la edificación según el siguiente esquema.



Establecidas la inclinación (en círculos concéntricos) y la orientación (en divisiones radiales) obtendremos unas pérdidas tipo según el sombreado existente en la intersección de ambas.

Pérdidas por sombras (b): pueden existir objetos exteriores o propios del edificio que proyecten sombras sobre los captadores. Se puede expresar en tanto por uno.



Sobre las curvas se coloca el objeto que proyecta sombras y en función de la superficie que ocupe dentro de las curvas se establecerá cuáles son las pérdidas por sombras de la instalación. Se puede expresar en tanto por uno.

Factor de corrección por tipo de atmósfera (c): este elemento está relacionado con la calidad del aire del entorno donde está ubicada la instalación, por ejemplo para una zona de montaña se establecería un valor de 1,05 si por el contrario estuviese en una zona con polución este factor sería 0,95.

Factor de corrección de intensidad umbral (d): debido al movimiento del sol no se aprovecha al máximo esta energía. Se ha establecido empíricamente que estas pérdidas se sitúan en torno al 6%, por tanto se quedaría un coeficiente de 0,94.

El factor conjunto sería el resultado de la multiplicación de estos factores:

$$fc = a \cdot b \cdot c \cdot d$$

Factores que influyen en el **rendimiento del captador solar (r)**:

El fabricante de los captadores facilita una serie de coeficientes que determinan el rendimiento final de los mismos, a saber:

Rendimiento óptico del captador ( $r_0$ ): es el rendimiento bruto del captador.

Factor de corrección del rendimiento óptico ( $c'$ ): coeficiente que corrige el parámetro anterior.

Rendimiento óptico del captador corregido ( $r_c$ ): es el resultado de la multiplicación de los dos conceptos anteriores.

Factor de rendimiento lineal ( $f_l$ ) y cuadrático ( $f_c$ ): son los factores que junto con la irradiancia media sobre el captador ( $I_p$ ) y la diferencia de temperaturas ( $\Delta T$ ) entre el captador y el exterior, determinan el rendimiento final del captador. La fórmula que determina el rendimiento es la siguiente:

$$r = 100 \cdot \left( r_c - f_l \cdot \frac{\Delta T}{I_p} - f_c \cdot \left( \frac{\Delta T}{I_p} \right)^2 \right)$$

Finalmente las **pérdidas térmicas en la instalación** son la suma de las pérdidas producidas en la instalación de los captadores (codos, tuberías ...) y las pérdidas producidas en la distribución.

Con todo esto ya hemos visto cómo se calcula la energía producida por un determinado número de captadores. Ahora veremos un ejemplo para el mes de febrero y luego adjuntaremos una tabla con el proceso realizado para cada mes.

Producción de energía para el mes de febrero:

Mes: febrero

Días: 28

Modelo de captador: NEO 26

Superficie del captador: 2,5 m<sup>2</sup>

Unidades: 28

Superficie de captación: 70 m<sup>2</sup>

Latitud: 40°    Inclinación: 25°    Orientación: sudeste

Rendimiento óptico del colector ( $r_0$ ): 0,757

Factor de corrección para el rendimiento óptico ( $c'$ ): 0,94

Rendimiento óptico del colector corregido:  $r_c = r_0 \cdot c' = 0,7115$

Factor de rendimiento térmico lineal ( $f_l$ ): 3,957

Factor de rendimiento térmico cuadrático ( $f_c$ ): 0,010

Temperatura del captador: 40°

Se suelen tomar las siguientes temperaturas para cada mes:

| enero | febrero | marzo | abril | mayo | junio | julio | agosto | septiembre | octubre | noviembre | diciembre |
|-------|---------|-------|-------|------|-------|-------|--------|------------|---------|-----------|-----------|
| 40    | 40      | 45    | 45    | 50   | 55    | 55    | 50     | 45         | 45      | 40        | 40        |

Temperatura media diaria: 13°

Fuente: CENSOLAR

|    |             | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SEP | OCT | NOV | DIC |
|----|-------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 1  | ÁLAVA       | 7   | 7   | 11  | 12  | 15  | 19  | 21  | 21  | 19  | 15  | 10  | 7   |
| 2  | ALBACETE    | 6   | 8   | 11  | 13  | 17  | 22  | 26  | 26  | 22  | 16  | 11  | 7   |
| 3  | ALICANTE    | 13  | 14  | 16  | 18  | 21  | 25  | 28  | 28  | 26  | 21  | 17  | 14  |
| 4  | ALMERÍA     | 15  | 15  | 16  | 18  | 21  | 24  | 27  | 28  | 26  | 22  | 18  | 16  |
| 5  | ASTURIAS    | 9   | 10  | 11  | 12  | 15  | 18  | 20  | 20  | 19  | 16  | 12  | 10  |
| 6  | ÁVILA       | 4   | 5   | 8   | 11  | 14  | 18  | 22  | 22  | 18  | 13  | 8   | 5   |
| 7  | BADAJÓZ     | 11  | 12  | 15  | 17  | 20  | 25  | 28  | 28  | 25  | 20  | 15  | 11  |
| 8  | BALEARES    | 12  | 13  | 14  | 17  | 19  | 23  | 26  | 27  | 25  | 20  | 16  | 14  |
| 9  | BARCELONA   | 11  | 12  | 14  | 17  | 20  | 24  | 26  | 26  | 24  | 20  | 16  | 12  |
| 10 | BURGOS      | 5   | 6   | 9   | 11  | 14  | 18  | 21  | 21  | 18  | 13  | 9   | 5   |
| 11 | CÁCERES     | 10  | 11  | 14  | 16  | 19  | 25  | 28  | 28  | 25  | 19  | 14  | 10  |
| 12 | CÁDIZ       | 13  | 15  | 17  | 19  | 21  | 24  | 27  | 27  | 25  | 22  | 18  | 15  |
| 13 | CANTABRIA   | 11  | 11  | 14  | 14  | 16  | 19  | 21  | 21  | 20  | 17  | 14  | 12  |
| 14 | CASTELLÓN   | 13  | 13  | 15  | 17  | 20  | 24  | 26  | 27  | 25  | 21  | 16  | 13  |
| 15 | CEUTA       | 15  | 15  | 16  | 17  | 19  | 23  | 25  | 26  | 24  | 21  | 18  | 16  |
| 16 | CIUDAD REAL | 7   | 9   | 12  | 15  | 18  | 23  | 28  | 27  | 20  | 17  | 11  | 8   |

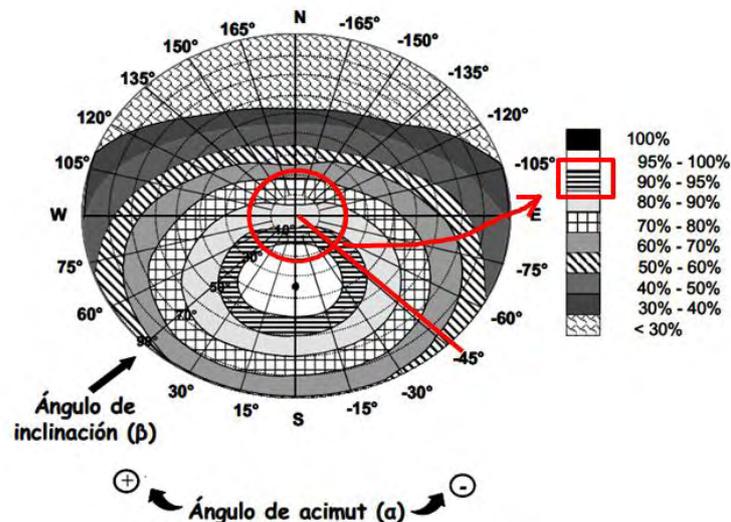
Rendimiento del captador: 43%

Pérdidas por sombras: no existen elementos representativos que puedan proyectar sombras.

Pérdidas por orientación e inclinación (a): 0,925

Factor de corrección por el tipo de atmósfera (c): 0,95

Factor de corrección por intensidad umbral (d): 0,94



Factor conjunto de los anteriores:

$$F_c = a \cdot c \cdot d = 0,925 \cdot 0,95 \cdot 0,94 = 0,88$$

Pérdidas térmicas en la instalación de solar: en la práctica se suele tomar un 10% para este valor.

Pérdidas térmicas en la distribución: en la práctica se suele tomar un 20% para este valor.

Pérdidas térmicas en la instalación: 30%

Irradiación ( $H_{\text{datos}}$ ): 12,2 MJ/m<sup>2</sup>día (para una superficie horizontal)

Este valor se ha obtenido a partir de la siguiente tabla extraída de CENSOLAR:

|                | ENE | FEB  | MAR  | ABR  | MAY  | JUN  | JUL  | AGO  | SEP  | OCT  | NOV | DIC | AÑO  |
|----------------|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|-----|------|
| 1 ÁLAVA        | 4,6 | 6,9  | 11,2 | 13   | 14,8 | 16,6 | 18,1 | 17,3 | 14,3 | 9,5  | 5,5 | 4,1 | 11,3 |
| 2 ALBACETE     | 6,7 | 10,5 | 15   | 19,2 | 21,2 | 25,1 | 26,7 | 23,2 | 18,8 | 12,4 | 8,4 | 6,4 | 16,1 |
| 3 ALICANTE     | 8,5 | 12   | 16,3 | 18,9 | 23,1 | 24,8 | 25,8 | 22,5 | 18,3 | 13,6 | 9,8 | 7,6 | 16,8 |
| 4 ALMERÍA      | 8,9 | 12,2 | 16,4 | 19,6 | 23,1 | 24,6 | 25,3 | 22,5 | 18,5 | 13,9 | 10  | 8   | 16,9 |
| 5 ASTURIAS     | 5,3 | 7,7  | 10,6 | 12,2 | 15   | 15,2 | 16,8 | 14,8 | 12,4 | 9,8  | 5,9 | 4,6 | 10,9 |
| 6 ÁVILA        | 6   | 9,1  | 13,5 | 17,7 | 19,4 | 22,3 | 26,3 | 25,3 | 18,8 | 11,2 | 6,9 | 5,2 | 15,1 |
| 7 BADAJOZ      | 6,5 | 10   | 13,6 | 18,7 | 21,8 | 24,6 | 25,9 | 23,8 | 17,9 | 12,3 | 8,2 | 6,2 | 15,8 |
| 8 BALEARES     | 7,2 | 10,7 | 14,4 | 16,2 | 21   | 22,7 | 24,2 | 20,6 | 16,4 | 12,1 | 8,5 | 6,5 | 15   |
| 9 BARCELONA    | 6,5 | 9,5  | 12,9 | 16,1 | 18,6 | 20,3 | 21,6 | 18,1 | 14,6 | 10,8 | 7,2 | 5,8 | 13,5 |
| 10 BURGOS      | 5,1 | 7,9  | 12,4 | 16   | 18,7 | 21,5 | 23   | 20,7 | 16,7 | 10,1 | 6,5 | 4,5 | 13,6 |
| 11 CÁCERES     | 6,8 | 10   | 14,7 | 19,6 | 22,1 | 25,1 | 28,1 | 25,4 | 19,7 | 12,7 | 8,9 | 6,6 | 16,6 |
| 12 CÁDIZ       | 8,1 | 11,5 | 15,7 | 18,5 | 22,2 | 23,8 | 25,9 | 23   | 18,1 | 14,2 | 10  | 7,4 | 16,5 |
| 13 CANTABRIA   | 5   | 7,4  | 11   | 13   | 16,2 | 17   | 18,1 | 15,5 | 12   | 9,5  | 5,8 | 4,5 | 11,2 |
| 14 CASTELLÓN   | 8   | 12,2 | 15,5 | 17,4 | 20,6 | 21,4 | 23,9 | 19,5 | 16,6 | 13,1 | 8,6 | 7,3 | 15,3 |
| 15 CEUTA       | 8,9 | 13,1 | 18,6 | 21   | 24,3 | 26,7 | 26,8 | 24,3 | 19,1 | 14,2 | 11  | 8,6 | 18,1 |
| 16 CIUDAD REAL | 7   | 10,1 | 15   | 18,7 | 21,4 | 23,7 | 25,3 | 23,2 | 18,8 | 12,5 | 8,7 | 6,5 | 15,9 |
| 17 CÓRDOBA     | 7,2 | 10,1 | 15,1 | 18,5 | 21,8 | 25,9 | 28,5 | 25,1 | 19,9 | 12,6 | 8,6 | 6,9 | 16,7 |

Coeficiente K: para la latitud de 40° y la inclinación de 25° obtenemos un valor de 1,23 según la siguiente tabla:

| K (40°) | ENERO | FEBRERO | MARZO | ABRIL | MAYO | JUNIO | JULIO | AGOSTO | SEPTIEMBRE | OCTUBRE | NOVIEMBRE | DECIEMBRE | TOTAL |
|---------|-------|---------|-------|-------|------|-------|-------|--------|------------|---------|-----------|-----------|-------|
| 0       | 1     | 1       | 1     | 1     | 1    | 1     | 1     | 1      | 1          | 1       | 1         | 1         | 12    |
| 5       | 1,07  | 1,06    | 1,05  | 1,03  | 1,02 | 1,01  | 1,02  | 1,03   | 1,05       | 1,08    | 1,09      | 1,09      | 12,6  |
| 10      | 1,14  | 1,11    | 1,08  | 1,05  | 1,03 | 1,02  | 1,03  | 1,06   | 1,1        | 1,14    | 1,17      | 1,16      | 13,09 |
| 15      | 1,2   | 1,16    | 1,12  | 1,07  | 1,03 | 1,02  | 1,04  | 1,08   | 1,14       | 1,21    | 1,25      | 1,24      | 13,56 |
| 20      | 1,25  | 1,2     | 1,14  | 1,08  | 1,03 | 1,02  | 1,03  | 1,09   | 1,17       | 1,26    | 1,32      | 1,3       | 13,89 |
| 25      | 1,3   | 1,23    | 1,16  | 1,08  | 1,02 | 1     | 1,02  | 1,09   | 1,19       | 1,3     | 1,38      | 1,36      | 14,13 |
| 30      | 1,34  | 1,26    | 1,17  | 1,07  | 1,01 | 0,98  | 1,01  | 1,09   | 1,2        | 1,34    | 1,43      | 1,41      | 14,31 |
| 35      | 1,37  | 1,28    | 1,17  | 1,06  | 0,98 | 0,95  | 0,98  | 1,07   | 1,21       | 1,37    | 1,47      | 1,45      | 14,36 |
| 40      | 1,39  | 1,29    | 1,16  | 1,04  | 0,95 | 0,92  | 0,95  | 1,05   | 1,21       | 1,39    | 1,5       | 1,48      | 14,33 |
| 45      | 1,4   | 1,29    | 1,15  | 1,01  | 0,91 | 0,88  | 0,92  | 1,03   | 1,2        | 1,39    | 1,52      | 1,5       | 14,2  |
| 50      | 1,41  | 1,28    | 1,13  | 0,98  | 0,87 | 0,83  | 0,87  | 0,99   | 1,18       | 1,39    | 1,54      | 1,52      | 13,99 |
| 55      | 1,4   | 1,27    | 1,1   | 0,94  | 0,82 | 0,78  | 0,82  | 0,95   | 1,15       | 1,38    | 1,54      | 1,52      | 13,67 |
| 60      | 1,39  | 1,24    | 1,07  | 0,89  | 0,77 | 0,72  | 0,77  | 0,9    | 1,12       | 1,36    | 1,53      | 1,51      | 13,27 |
| 65      | 1,37  | 1,21    | 1,03  | 0,84  | 0,71 | 0,66  | 0,71  | 0,85   | 1,07       | 1,34    | 1,51      | 1,5       | 12,8  |
| 70      | 1,34  | 1,17    | 0,98  | 0,78  | 0,64 | 0,59  | 0,64  | 0,79   | 1,02       | 1,3     | 1,49      | 1,47      | 12,21 |
| 75      | 1,3   | 1,13    | 0,92  | 0,72  | 0,57 | 0,52  | 0,57  | 0,73   | 0,97       | 1,25    | 1,45      | 1,44      | 11,57 |
| 80      | 1,25  | 1,08    | 0,86  | 0,65  | 0,5  | 0,45  | 0,5   | 0,66   | 0,9        | 1,2     | 1,41      | 1,4       | 10,86 |
| 85      | 1,2   | 1,02    | 0,8   | 0,58  | 0,43 | 0,37  | 0,42  | 0,58   | 0,84       | 1,14    | 1,35      | 1,35      | 10,08 |
| 90      | 1,14  | 0,95    | 0,73  | 0,5   | 0,35 | 0,29  | 0,34  | 0,5    | 0,76       | 1,07    | 1,29      | 1,29      | 9,21  |

La irradiación sobre el captador será:

$$I_E = H_{\text{datos}} \cdot K \cdot f_c = 12,2 \cdot 1,23 \cdot 0,88 = 13,3 \text{ MJ/m}^2\text{día}$$

El número de horas de sol útiles para el mes de febrero y Castellón son 9, según la siguiente tabla.

|                | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SEP | OCT | NOV | DIC | AÑO  |
|----------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|
| 1 ÁLAVA        | 5   | 6   | 8   | 10  | 11  | 12  | 13  | 12  | 11  | 10  | 8   | 5   | 9,3  |
| 2 ALBACETE     | 5   | 6   | 8   | 10  | 11  | 12  | 13  | 12  | 11  | 10  | 8   | 5   | 9,3  |
| 3 ALICANTE     | 8   | 9   | 11  | 13  | 14  | 15  | 16  | 15  | 14  | 13  | 11  | 8   | 12,3 |
| 4 ALMERÍA      | 8   | 9   | 11  | 13  | 14  | 15  | 16  | 15  | 14  | 13  | 11  | 8   | 12,3 |
| 5 ASTURIAS     | 6   | 7   | 9   | 11  | 12  | 13  | 14  | 13  | 12  | 11  | 9   | 6   | 10,3 |
| 6 ÁVILA        | 4   | 5   | 7   | 9   | 10  | 11  | 12  | 11  | 10  | 9   | 7   | 4   | 8,3  |
| 7 BADAJOZ      | 6   | 7   | 9   | 11  | 12  | 13  | 14  | 13  | 12  | 11  | 9   | 6   | 10,3 |
| 8 BALEARES     | 8   | 9   | 11  | 13  | 14  | 15  | 16  | 15  | 14  | 13  | 11  | 8   | 12,3 |
| 9 BARCELONA    | 8   | 9   | 11  | 13  | 14  | 15  | 16  | 15  | 14  | 13  | 11  | 8   | 12,3 |
| 10 BURGOS      | 4   | 5   | 7   | 9   | 10  | 11  | 12  | 11  | 10  | 9   | 7   | 4   | 8,3  |
| 11 CÁCERES     | 6   | 7   | 9   | 11  | 12  | 13  | 14  | 13  | 12  | 11  | 9   | 6   | 10,3 |
| 12 CÁDIZ       | 8   | 9   | 11  | 13  | 14  | 15  | 16  | 15  | 14  | 13  | 11  | 8   | 12,3 |
| 13 CANTABRIA   | 8   | 9   | 11  | 13  | 14  | 15  | 16  | 15  | 14  | 13  | 11  | 8   | 12,3 |
| 14 CASTELLÓN   | 8   | 9   | 11  | 13  | 14  | 15  | 16  | 15  | 14  | 13  | 11  | 8   | 12,3 |
| 15 CEUTA       | 8   | 9   | 10  | 12  | 13  | 13  | 14  | 13  | 13  | 12  | 11  | 8   | 11,3 |
| 16 CIUDAD REAL | 5   | 6   | 8   | 10  | 11  | 12  | 13  | 12  | 11  | 10  | 8   | 5   | 9,3  |
| 17 CÓRDOBA     | 6   | 7   | 9   | 11  | 12  | 13  | 14  | 13  | 12  | 11  | 9   | 6   | 10,3 |
| 18 LA CORUÑA   | 8   | 9   | 11  | 13  | 14  | 15  | 16  | 15  | 14  | 13  | 11  | 8   | 12,3 |
| 19 CUENCA      | 4   | 5   | 7   | 9   | 10  | 11  | 12  | 11  | 10  | 9   | 7   | 4   | 8,3  |

La irradiancia media sobre los captadores será:

$$I_p = I_e \cdot n \cdot \frac{1000}{3,6} = 13,3 \cdot 9 \cdot \frac{1000}{3,6} = 410 \text{ W/m}^2\text{día}$$

Rendimiento del captador:

$$r = 100 \cdot \left( r_c - F_l \cdot \frac{\Delta T}{I_p} - F_c \cdot \left( \frac{\Delta T}{I_p} \right)^2 \right)$$

$$r = 100 \cdot \left( 0,7115 - 3,957 \frac{40 - 13}{410} - 0,01 \left( \frac{40 - 13}{410} \right)^2 \right) = 43\%$$

Energía útil en los colectores:

$$E_u = I_E \cdot r = 13,3 \cdot 0,43 = 5,7 \text{ MJ/m}^2\text{día}$$

Energía útil al consumo:

$$E_{uc} = E_u \cdot \left( 1 - \frac{p}{100} \right) = 5,7 \cdot \left( 1 - \frac{30}{100} \right) = 4 \text{ MJ/m}^2\text{día}$$

Energía solar al consumo:

$$E_s = E_{uc} \cdot d \cdot S = 4 \cdot 28 \cdot 70 = 7888 \text{ MJ/mes}$$

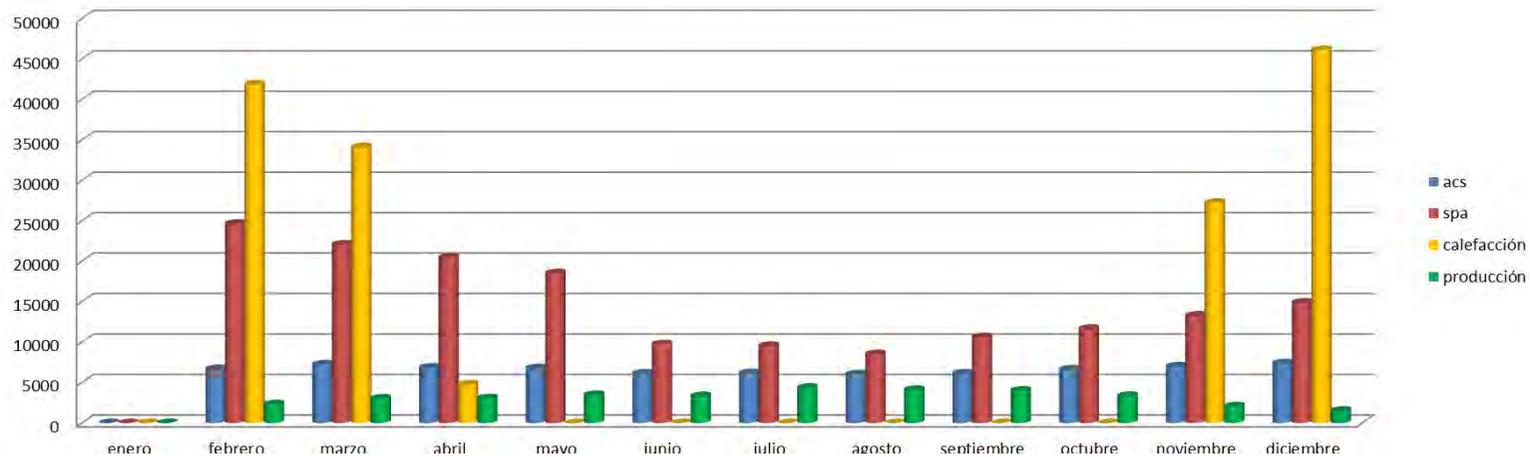
Ya hemos visto cómo se calcula la energía aportada por los captadores para un mes determinado, ahora veremos el cálculo para todo el año.

## Auditoría energética y propuesta de medidas de mejora sobre el Hotel Balneario de Villavieja

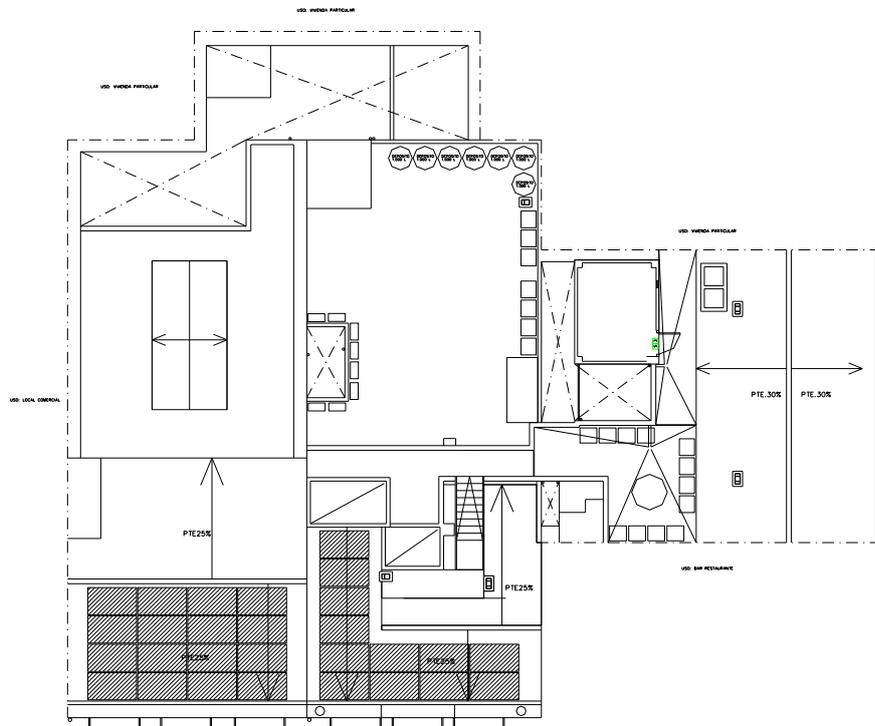
|            | no de días | demanda térmica (MJ) | Irradiación Hdatos (MJ/m <sup>2</sup> día) | Coeficiente K de inclinación | Factor conjunto para la irradiación | Irradiación sobre el captador (MJ/m <sup>2</sup> día) | Horas de sol útiles al día | Irradiancia media sobre los captadores (W/m <sup>2</sup> día) | Temperatura media diurna (°C) | Temperatura media captador (°C) | Rendimiento del captador (%) | Energía util en los colectores (MJ/m2 día) | Energía util al consumo (MJ/m2 día) | Energía util al consumo (MJ/m2 mes) | Energía solar al consumo (MJ/ mes) | Energía solar al consumo aprovechada (MJ/ mes) | Energía solar al consumo aprovechada (kWh/ mes) |
|------------|------------|----------------------|--|------------------------------|-------------------------------------|---|----------------------------|---|-------------------------------|---------------------------------|------------------------------|--|-------------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------|--|---|
| enero      | 31         | 0                    | 8  | 1,3                          | 1,15                                | 9,20  | 8                          | 319,49  | 13                            | 40                              | 35,44                        | 3,26                                       | 2,28                                | 70,75                               | 4952,76                            | 0  | 0   |
| febrero    | 28         | 263547,36            | 12,2                                       | 1,23                         | 1,09                                | 13,28   | 9                          | 409,77  | 13                            | 40                              | 43,31                        | 5,75                                       | 4,02                                | 112,69                              | 7888,24                            | 7888,24  | 2191,18   |
| marzo      | 31         | 228346,19            | 15,5                                       | 1,16                         | 1,03                                | 15,91   | 9                          | 490,98  | 15                            | 45                              | 45,15                        | 7,18                                       | 5,03                                | 155,84                              | 10909,06                           | 10909,06                                       | 3030,30   |
| abril      | 30         | 115605,72            | 17,4                                       | 1,08                         | 0,96                                | 16,63   | 9,5                        | 486,14  | 17                            | 45                              | 46,75                        | 7,77                                       | 5,44                                | 163,24                              | 11426,90                           | 11426,90                                       | 3174,14   |
| mayo       | 31         | 91170,33             | 20,6                                       | 1,02                         | 0,90                                | 18,59   | 9,5                        | 543,57  | 20                            | 50                              | 47,66                        | 8,86                                       | 6,20                                | 192,28                              | 13459,40                           | 13459,40                                       | 3738,72   |
| junio      | 30         | 57175,55             | 21,4                                       | 1                            | 0,88                                | 18,93   | 9,5                        | 553,61  | 24                            | 55                              | 47,26                        | 8,95                                       | 6,26                                | 187,92                              | 13154,70                           | 13154,70                                       | 3654,08   |
| julio      | 31         | 56640,76             | 23,9                                       | 1,02                         | 0,90                                | 21,57   | 9,5                        | 630,65  | 26                            | 55                              | 51,63                        | 11,14                                      | 7,79                                | 241,64                              | 16914,54                           | 16914,54                                       | 4698,48   |
| agosto     | 31         | 52478,35             | 19,5                                       | 1,09                         | 0,96                                | 18,81   | 9,5                        | 549,86  | 27                            | 50                              | 53,64                        | 10,09                                      | 7,06                                | 218,91                              | 15323,47                           | 15323,47                                       | 4256,52   |
| septiembre | 30         | 60363,66             | 16,6                                       | 1,19                         | 1,05                                | 17,48   | 9                          | 539,42  | 25                            | 45                              | 55,75                        | 9,74                                       | 6,82                                | 204,60                              | 14321,70                           | 14321,70                                       | 3978,25   |
| octubre    | 31         | 65913,48             | 13,1                                       | 1,3                          | 1,15                                | 15,07   | 9                          | 465,03  | 21                            | 45                              | 49,50                        | 7,46                                       | 5,22                                | 161,84                              | 11328,51                           | 11328,51                                       | 3146,81   |
| noviembre  | 30         | 171168,86            | 8,6  | 1,38                         | 1,22                                | 10,50   | 8                          | 364,59  | 16                            | 40                              | 43,53                        | 4,57                                       | 3,20                                | 95,98                               | 6718,91                            | 6718,91  | 1866,36   |
| diciembre  | 31         | 246329,42            | 7,3  | 1,36                         | 1,20                                | 8,78  | 7,5                        | 325,32  | 13                            | 40                              | 36,08                        | 3,17                                       | 2,22                                | 68,76                               | 4813,44                            | 4813,44  | 1337,07   |

|       |            |            |
|-------|------------|------------|
| TOTAL | 126258,877 | 35071,9103 |
|-------|------------|------------|

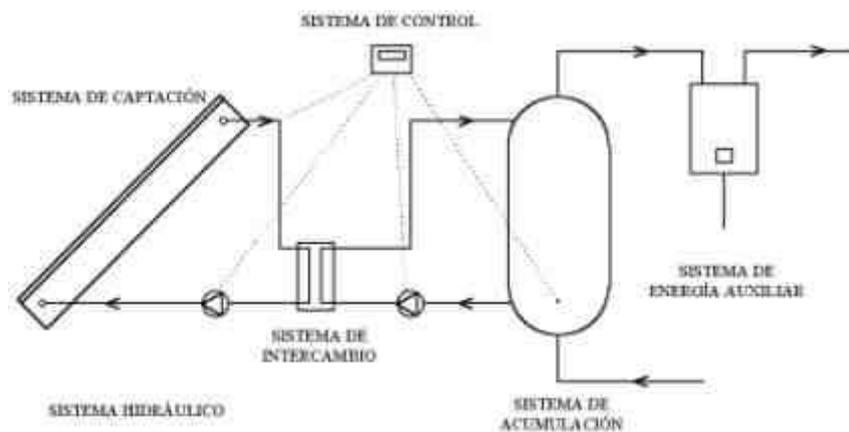
### Producción de energía con los captadores solares (kWh)



### 6.2.1.c Esquema de la instalación



1A PROPUESTA: 28 CAPTADORES EN CUBIERTA INCLINADA



### 6.2.1.c Ahorro

Con la puesta de estos colectores se generarían un total de 35071,91 kWh, como hemos dicho aproximadamente el 10% de 319847,6 kWh, que es el consumo anual de gasóleo. Teniendo en cuenta que el poder calorífico inferior del gasóleo es de 9,98 kWh/l y el precio del combustible es de 0,813 €/l obtendríamos un ahorro anual de 2857 € anuales.

$$A = 35071,91 \text{ kWh} \cdot \frac{1}{9,98} \cdot \frac{\text{kWh}}{\text{l}} \cdot 0,813 \cdot \frac{\text{€}}{\text{l}} = 2857 \text{ €/año}$$

#### 6.2.1.d Inversión

Por contrapartida esta instalación tendría el siguiente coste:

|                     |    | COSTE   | INVERSIÓN |
|---------------------|----|---------|-----------|
| CAPTADORES          | 28 | 365,12  | 10223,36  |
| SOPORTES            | 14 | 125,75  | 1760,5    |
| ACUMULADOR          | 1  | 2444,16 | 2444,16   |
| CIRUCITO HIDRÁULICO | 1  | 6906    | 6906      |
| CIRCUITO ELÉCTRICO  | 1  | 340,51  | 340,51    |
| CONTROL             | 1  | 5670,25 | 5670,25   |
| MANTENIMIENTO       |    |         | 581 €/año |
| TOTAL               |    |         | 27344,78  |

#### 6.2.1.e Rentabilidad económica

Ahorro anual: 2857 €

Inversión inicial: 27344,78 €

Costes de mantenimiento: 581 €/año

Pay-back = 27344,78 / 2857 = 9,57 años