



Metodología para estimar y verificar el ahorro del gasto energético: el caso de un edificio de viviendas multifamiliar

Autor: Jorge Garrido Padró

Institución: Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de la Comunidad Valenciana

Resumen

Para disponer de indicadores fiables de eficiencia, realizar una correcta evaluación financiera de las inversiones destinadas a disminuir el gasto energético, en definitiva, para mejorar la competitividad, se requiere previamente poder cuantificar de una manera rigurosa el ahorro económico que motiva todo ello. El presente documento desarrolla una metodología en base a la cual estimar *a priori* y verificar *a posteriori*, durante un cierto periodo de tiempo, el ahorro económico asociado al consumo energético, el cual depende de diferentes parámetros clave, más allá de la cantidad de energía consumida. Como complemento a esta metodología se incluye el caso de estudio de un edificio de viviendas multifamiliar sobre el que se calcula la estimación del ahorro a obtener por el consumo de electricidad, estimándolo previamente a la implantación de medidas desinadas a tal efecto y verificándolo, después, durante el periodo de tiempo en cual se han implantado dichas medidas.

Palabras clave: Eficiencia energética; Ahorro del gasto energético eléctrico; Competitividad y energía

1. Introducción

A raíz de la estrategia diseñada desde la Unión Europea, en España se han aprobado Planes de Acción de Ahorro y Eficiencia Energética (en julio de 2005 el Plan 2005-2007, en julio de 2007 el Plan 2008-2012, en agosto de 2008 el Plan 2008-2011, en junio de 2010 el Plan 2011-2020) a la par que se ha continuado desarrollando la liberalización del mercado energético español. Derivado de todo ello se han desarrollado diferentes reglamentaciones: El Código Técnico de la Edificación (C.T.E.) en marzo de 2006, la obligación de certificar energéticamente los edificios en enero de 2007, la aprobación de un nuevo Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE) en 2007, la eliminación de tarifas reguladas de alta tensión a partir del 1 de julio de 2008 y de baja tensión a partir del 1 de julio de 2009 liberalizando por completo el mercado eléctrico español, siendo el objetivo último de todo ello contribuir a la mejora de la competitividad de la economía española.

2. Objetivo

Para aumentar la productividad manteniendo la cantidad de bienes y servicios producidos se ha de disminuir la cantidad de recursos empleados en obtenerlos, o lo que es lo mismo, implica ahorrar. El objetivo del presente documento es establecer una metodología para calcular correctamente el ahorro, lo cual no sólo resulta indispensable para obtener unos indicadores fiables de la eficiencia, sino que permitirá también realizar una correcta evaluación financiera de las inversiones a realizar para lograr obtenerlo. Establecer una metodología de cálculo, para estimar el ahorro primero y verificarlo después es, en definitiva, el primer paso para mejorar la competitividad.

3. Alcance

El alcance del presente documento se limita el ahorro económico derivado del consumo energético acorde a la variación de los parámetros clave que influyen en su gasto. Como complemento a esta metodología se incluye el caso de estudio genérico de un edificio de viviendas multifamiliar sobre el que se calcula la estimación del ahorro a obtener por el consumo de electricidad, estimándolo previamente a la implantación de medidas desinadas a tal efecto y verificándolo después, durante el periodo de tiempo en cual se han implantado dichas medidas.

4. Definiciones previas

A continuación se definen una serie de conceptos que serán empleados en la metodología a desarrollar:

Cliente: Se denomina así a la persona física o jurídica titular del ente consumidor de energía cuyo ahorro económico derivado del consumo energético quiere ser calculado.

Gestor: Se denomina así a la persona física o jurídica cuya intervención es el origen exclusivo de la variación de la energía consumida por el ente consumidor de energía y/o de los parámetros que influyen en su gasto total final.

Periodo del Ahorro: Plazo de tiempo durante el cual se cuantifica el ahorro, ya sea potencial o real.

Acción de Ahorro: Acción llevada a cabo por el Gestor durante el Periodo del Ahorro causa de la modificación de uno o varios parámetros clave condicionantes del gasto económico final asociado al consumo de energía.

Ahorro Potencial: Es la diferencia, estimada durante un plazo de tiempo en el futuro, entre el gasto económico que asumiría el Cliente por la electricidad consumida si no existiera intervención del Gestor y el gasto que asumiría existiendo intervención del Gestor.

Ahorro Real: Es la diferencia, observada durante un periodo de tiempo pasado, entre el gasto económico que hubiera asumido el Cliente por la energía consumida si no hubiera existido intervención del Gestor y el gasto durante el mismo plazo pero habiendo existido intervención del Gestor.

Modelo de Consumo Normal: Patrón de consumo energético anual que caracteriza a una instalación con una producción y unos medios productivos concretos, previamente a cualquier intervención encaminada a variar el gasto y/o consumo de energía, obtenido en base cuantos parámetros clave caracterizan el gasto y consumo de la energía durante 12 mensualidades correlativas.

Modelo de Consumo Pactado: Consumo energético acordado entre el Cliente y el Gestor en caso de que durante el Periodo del Ahorro el Cliente tuviera previsto implantar alguna medida de ahorro energético independientemente de las implantadas por el Gestor y/o modificar la producción y/o los recursos productivos de la instalación.

Modelo de Consumo Optimizado: Consumo energético obtenido durante el Periodo del Ahorro, para la misma producción y mismos recursos productivos de la instalación que los establecidos en el Modelo de Consumo de referencia elegido, Normal o Pactado, tras ser aplicadas la medidas correctoras de eficiencia energética indicadas por el Gestor.

Modelo de Consumo Verificado: Consumo energético realmente observado durante el Periodo del Ahorro.

Condiciones Normales: Condiciones contractuales pactadas con terceros que rigen el gasto económico del consumo energético previamente a la intervención del Gestor.

Condiciones Optimizadas: Condiciones contractuales que rigen el gasto económico del consumo energético que vinculan al Cliente con terceros que, tras ser revisadas y modificadas por del Gestor, procuren el menor gasto económico durante el Periodo del Ahorro tomando como base el Modelo de Consumo de referencia elegido, Normal o Pactado.

Condiciones Verificadas: Condiciones contractuales, que rigen el gasto económico del consumo energético, realmente aplicadas al Cliente por terceros durante el Periodo del Ahorro.

5. Metodología para calcular el ahorro derivado del gasto energético

5.1. Definición del alcance

Energía es la capacidad para realizar un trabajo, pero el término también se refiere habitualmente al recurso natural a partir del cual dicho trabajo puede ser extraído. Puesto que en la naturaleza se presentan diferentes recursos energéticos, resulta imprescindible definir cuáles de ellos son objeto de estudio a la hora de cuantificar el ahorro económico a obtener. Igualmente, se debe definir claramente el ente consumidor de energía cuyo ahorro será objeto de estudio y el Periodo del Ahorro o plazo de tiempo durante el cual ha de ser calculado.

5.2. Recopilación de datos

5.2.1. Identificación de parámetros clave

Existen diferentes condicionantes que determinan el gasto económico final asociado al consumo de energía. Se hace necesario por lo tanto identificar cada uno de ellos, pudiéndose clasificar en: Parámetros técnicos y económicos.

Parámetros Técnicos:

- Indicadores del consumo total de energía. Miden la cantidad total de energía consumida para generar un volumen dado de productos o actividad. Se mide en Julios, kWh, calorías, tFOE, BOE, Btu, etc.
- Condiciones de suministro: Tensión (V), Presión (bar), Potencia (kW), Temperatura (°C) etc.
- Indicadores de calidad: Factor de potencia, Tasa de Distorsión Armónica (THD), PCS (kWh/m³ N), PCI (kWh/m³ N), etc.
- Etc.

Parámetros Económicos:

- Precios aplicables (€)
- Condicionantes normativos: Fórmulas de fijación del precio, compensaciones, incentivos, penalizaciones...
- Impuestos aplicables.
- Precio de equipo de medida.
- Otros parámetros económicos: Conversión euro-dólar, indicadores de variación de precios, etc.
- Etc.

5.2.2. Fuentes de información

Para que los resultados sean contrastables por terceros se deben identificar las fuentes de información a partir de las cuales se han obtenido los parámetros indicados en el apartado anterior.

5.2.3. Registro histórico de datos

Identificados los parámetros clave y las fuentes de información, se debe registrar un volumen de datos mínimo que caracterice el gasto económico derivado del consumo energético del ente consumidor de energía y que comprenda por lo menos un periodo de tiempo igual que el plazo durante el cual el ahorro quiere ser calculado. Para calcular el Ahorro Potencial, es conveniente disponer de un registro histórico previamente al Periodo del Ahorro considerado. Para calcular el Ahorro Real, además, es imprescindible haber realizado también un registro de datos durante el Periodo del Ahorro.

5.3. Periodo del Ahorro

Se ha de establecer el Periodo del Ahorro. Para calcular el Ahorro Potencial el Periodo del Ahorro debe comprender un plazo de tiempo futuro, del cual no disponemos registrados datos reales. Para calcular el Ahorro Real el Periodo del Ahorro debe comprender un plazo de tiempo pasado, del cual disponemos de datos reales registrados.

5.4. Creación de los Modelos de Consumo: Normal, Pactado y Verificado

A partir del registro histórico de datos y del comportamiento energético previsto previamente a la intervención del Gestor se generan el Modelo de Consumo Normal y el Modelo de Consumo Pactado respectivamente. Para calcular el Ahorro Real es imprescindible la generación del Modelo de Consumo Verificado en base a los datos realmente registrados durante el Periodo del Ahorro a verificar.

5.5. Condiciones económicas

En el cálculo del Ahorro Potencial como en el del Ahorro Real se han de considerar las Condiciones Normales. Para realizar el cálculo del Ahorro Real es imprescindible emplear también las Condiciones Verificadas.

5.6. Escenarios previamente a la intervención del Gestor

Teniendo en cuenta las definiciones y parámetros clave explicados en los apartados anteriores se procede a cuantificar durante el Periodo del Ahorro el gasto en energía previamente a la intervención del Gestor.

5.7. Optimización de parámetros clave

Durante el Periodo del Ahorro observado se registran las Acciones de Ahorro realizadas, las fechas en las que el Gestor las implanta y la consecuente modificación de los parámetros clave, cuya variación determina el Ahorro Potencial o el Ahorro Real, según sea el caso de estudio. Las Acciones de Ahorro habitualmente tienen asociado un gasto económico, el cual también deberá ser contabilizado a efectos de calcular sus propios indicadores de rentabilidad.

5.8. Escenarios posteriormente a la intervención del Gestor

De la modificación de los parámetros clave, previstas por el Gestor en el Escenario 1 y realmente llevadas en el escenario 2, junto con las definiciones y parámetros clave explicados en los apartados anteriores se procede a cuantificar durante el Periodo del Ahorro el gasto en energía posteriormente a la intervención del Gestor.

5.9. Cálculo del ahorro

Atendiendo a las definiciones del apartado 4 de este documento, a las fechas de las Acciones de Ahorro implantadas, a los diferentes Modelos de Consumo generados y a las condiciones económicas aplicadas, se calcula el Ahorro Potencial y/o Ahorro Real durante el Periodo del Ahorro observado en cada caso.

Todo ahorro es consecuencia de la aplicación de una o varias Acciones de Ahorro, con su correspondiente inversión económica asociada, y equivalente por lo tanto al concepto de ingreso generado por dichas Acciones de Ahorro. Por esta razón, de cara a analizar la idoneidad de llevar a cabo las Acciones de Ahorro mediante el estudio de sus indicadores de rentabilidad, en el cálculo del Ahorro, Real o Potencial, no se incluye el gasto correspondiente a las Acciones de Ahorro que lo generan. Los ahorros como ingresos y la inversión realizada como gasto son utilizados en el cálculo de los indicadores de rentabilidad de la inversión a realizar en cada Acción de Ahorro.

6. Caso de estudio: Edificio de viviendas multifamiliar

6.1. Definición del alcance

Se realiza el estudio del ahorro económico derivado de la electricidad consumida por las zonas comunes de un edificio multifamiliar de 75 viviendas sito en la ciudad de Valencia (España) durante 12 meses identificado biunívocamente a través de su Código Universal de Punto de Suministro.

El cálculo del ahorro se realiza en dos escenarios: Una estimación del Ahorro Potencial realizada *a priori*, durante un plazo de tiempo en el que un Gestor prevé implantar una serie de acciones cuyo Ahorro Potencial va a ser estimado, denominado 'Escenario 1' y una verificación del Ahorro Real realizada *a posteriori* una vez transcurrido el Periodo del ahorro durante el cual el Gestor implantó las acciones de ahorro, denominado 'Escenario 2'.

6.2. Recopilación de datos

6.2.1. Identificación de parámetros clave

Parámetros Técnicos:

- Tensión de suministro (kV)
- Potencia máxima demandada por periodo horario (kW)
- Energía activa demandada por periodo horario (kWh)
- Energía reactiva demandada por periodo horario (kVArh)

Parámetros Económicos:

- Potencia contratada por periodo horario (kW)
- Precio aplicado sobre la potencia contratada (€/kW y día)
- Precio aplicado sobre la energía consumida (c€/kWh)
- Impuestos aplicables (€)
- Precio del equipo de medida (€)
- Normativa de aplicación sobre precios regulados, penalizaciones, etc...
- Condiciones contractuales pactadas con terceros aplicables sobre el gasto de la energía eléctrica consumida (descuentos, fechas de aplicación, etc...)

6.2.2. Fuentes de información

Los datos empleados en el caso de estudio han sido obtenidos a través de la información contenida en el contrato que vincula al titular de la instalación con su compañía comercializadora de electricidad, así como de las facturas eléctricas emitidas durante un año acorde a las mediciones efectuadas por un equipo de medida que haya superado la evaluación de conformidad, según el control metrológico establecido en el capítulo II del Real Decreto 889/2006, de 21 de julio, por el que se regula el control metrológico del Estado sobre instrumentos de medida. Los registros de los parámetros clave verificados correspondientes al Escenario 2 son ficticios, pero válidos a efectos del desarrollo de la metodología desarrollada.

6.2.3. Registro histórico de datos

A continuación se recopila el registro histórico de parámetros clave el cual permitirá generar más adelante los Modelos de Consumo.

Datos generales:

POBLACIÓN	PROVINCIA
Valencia	Valencia

El punto de suministro, queda claramente definido a través de su Código Universal de Punto de Suministro acorde a la estructura definida en la Resolución de 16 de noviembre de 2009, de la Secretaría de Estado de Energía. No se indica dicho código en el presente documento para preservar la privacidad del titular de la instalación.

Siendo los parámetros clave que caracterizan su comportamiento a efectos de cuantificar el gasto económico derivado del consumo eléctrico:

Tensión suministro (kV) < 1 kV	Tarifa ATR 3.0A	Periodos 3
-----------------------------------	--------------------	---------------

POTENCIAS CONTRATADAS		
P1 33 kW	P2 33 kW	P3 33 kW

POTENCIA DEMANDADA (kW)			
MES	P1	P2	P3
enero-13	1,00	1,00	1,00
febrero-13	1,00	1,00	1,00
marzo-13	1,00	1,00	1,00
abril-13	1,00	1,00	1,00
mayo-13	1,00	1,00	1,00
junio-13	1,00	1,00	1,00
julio-13	8,00	7,00	6,00
agosto-13	7,00	7,00	6,00
septiembre-13	6,00	7,00	4,00
octubre-13	8,00	7,00	7,00
noviembre-13	9,00	8,00	8,00
diciembre-13	7,00	8,00	7,00

ENERGÍA ACTIVA DEMANDADA (kWh)			
MES	P1	P2	P3
enero-13	728,00	1693,00	744,00
febrero-13	578,00	1354,00	589,00
marzo-13	626,00	1493,00	664,00
abril-13	601,00	1441,00	598,00
mayo-13	542,00	1305,00	538,00
junio-13	615,00	1463,00	612,00
julio-13	534,00	1339,00	566,00
agosto-13	494,00	1237,00	589,00
septiembre-13	547,00	1320,00	528,00
octubre-13	600,00	1401,00	554,00
noviembre-13	656,00	1605,00	634,00
diciembre-13	560,00	1375,00	535,00

ENERGÍA REACTIVA DEMANDADA (kVarh)			
MES	P1	P2	P3
enero-13	396,00	1.124,00	790,00
febrero-13	304,00	892,00	614,00
marzo-13	336,00	986,00	689,00
abril-13	333,00	1.005,00	670,00
mayo-13	320,00	949,00	612,00

junio-13	354,00	1.074,00	699,00
julio-13	338,00	1.025,00	674,00
agosto-13	371,00	1.100,00	722,00
septiembre-13	337,00	1.014,00	633,00
octubre-13	345,00	1.020,00	644,00
noviembre-13	384,00	1.130,00	718,00
diciembre-13	339,00	968,00	619,00

6.3. Periodo del Ahorro

En ambos escenarios, Escenario 1 y Escenario 2, el Período del Ahorro comprende 12 meses, desde el mes de Abril de 2014 hasta el mes de Marzo de 2015.

6.4. Creación de los Modelos de Consumo: Normal, Pactado y Verificado

Modelo de Consumo Normal

Tanto en el Escenario 1 como en el Escenario 2 durante el Periodo del Ahorro el Cliente no tiene previsto en ninguno de los dos Escenarios implantar medidas de ahorro energético independientemente de las implantadas por el Gestor y/o modificar la producción y/o los recursos productivos de la instalación, por lo tanto el Modelo de Consumo Normal se generaría a partir del registro histórico de parámetros clave, extrapolando dichos datos en base mensual al Periodo del Ahorro. Sin embargo, tanto el Cliente como el Gestor advierten una anomalía en el registro de datos, en concreto en las potencias demandadas de enero a junio de 2013 cuyos valores son erróneos debido a un fallo en el equipo de medida. Por esta razón Cliente y Gestor deciden consensuar un Modelo de Consumo Pactado aplicable en ambos escenarios durante el Periodo del Ahorro.

Modelo de Consumo Pactado

En ambos Escenarios, Escenario 1 y Escenario 2, Cliente y Gestor acuerdan el siguiente Modelo de Consumo Pactado:

MES	POTENCIA DEMANDADA PACTADA (kW)		
	P1	P2	P3
enero-14	8,00	8,00	7,00
febrero-14	8,00	8,00	7,00
marzo-14	8,00	8,00	7,00
abril-14	8,00	8,00	7,00
mayo-14	8,00	8,00	7,00
junio-14	8,00	8,00	7,00
julio-14	8,00	7,00	6,00
agosto-14	7,00	7,00	6,00
septiembre-14	6,00	7,00	4,00
octubre-14	8,00	7,00	7,00
noviembre-14	9,00	8,00	8,00
diciembre-14	7,00	8,00	7,00

ENERGÍA ACTIVA DEMANDADA PACTADA (kWh)

MES	P1	P2	P3
enero-14	728,00	1.693,00	744,00
febrero-14	578,00	1.354,00	589,00
marzo-14	626,00	1.493,00	664,00
abril-14	601,00	1.441,00	598,00
mayo-14	542,00	1.305,00	538,00
junio-14	615,00	1.463,00	612,00
julio-14	534,00	1.339,00	566,00
agosto-14	494,00	1.237,00	589,00
septiembre-14	547,00	1.320,00	528,00
octubre-14	600,00	1.401,00	554,00
noviembre-14	656,00	1.605,00	634,00
diciembre-14	560,00	1.375,00	535,00

ENERGÍA REACTIVA DEMANDADA PACTADA (kVarh)

MES	P1	P2	P3
enero-14	396,00	1.124,00	790,00
febrero-14	304,00	892,00	614,00
marzo-14	336,00	986,00	689,00
abril-14	333,00	1.005,00	670,00
mayo-14	320,00	949,00	612,00
junio-14	354,00	1.074,00	699,00
julio-14	338,00	1.025,00	674,00
agosto-14	371,00	1.100,00	722,00
septiembre-14	337,00	1.014,00	633,00
octubre-14	345,00	1.020,00	644,00
noviembre-14	384,00	1.130,00	718,00
diciembre-14	339,00	968,00	619,00

Modelo de Consumo Verificado

Este modelo, de aplicación exclusiva en el Escenario 2, se conforma con los registros reales obtenidos durante el Periodo del Ahorro, siendo:

POTENCIA DEMANDADA VERIFICADA (kW)

MES	P1	P2	P3
enero-14	8,00	8,00	7,00
febrero-14	7,00	8,00	7,00
marzo-14	9,00	8,00	7,00
abril-14	8,00	9,00	6,00
mayo-14	7,00	7,00	5,00
junio-14	7,00	7,00	5,00
julio-14	6,00	9,00	5,00
agosto-14	6,00	8,00	5,00
septiembre-14	6,00	8,00	5,00
octubre-14	8,00	9,00	6,00
noviembre-14	7,00	8,00	7,00

diciembre-14	8,00	8,00	7,00
--------------	------	------	------

ENERGÍA ACTIVA DEMANDADA VERIFICADA (kWh)			
MES	P1	P2	P3
enero-14	691,60	1.523,70	595,20
febrero-14	549,10	1.218,60	471,20
marzo-14	594,70	1.343,70	531,20
abril-14	570,95	1.296,90	478,40
mayo-14	514,90	1.174,50	430,40
junio-14	584,25	1.316,70	489,60
julio-14	507,30	1.205,10	452,80
agosto-14	469,30	1.113,30	471,20
septiembre-14	519,65	1.188,00	422,40
octubre-14	570,00	1.260,90	443,20
noviembre-14	623,20	1.444,50	507,20
diciembre-14	532,00	1.237,50	428,00

ENERGÍA REACTIVA DEMANDADA VERIFICADA (kVarh)			
MES	P1	P2	P3
enero-14	216,80	499,20	192,00
febrero-14	143,20	313,60	141,20
marzo-14	168,80	388,80	161,20
abril-14	166,40	404,00	156,00
mayo-14	156,00	359,20	139,60
junio-14	183,20	359,20	159,20
julio-14	160,40	320,00	144,20
agosto-14	146,80	360,00	147,60
septiembre-14	169,60	311,20	130,40
octubre-14	176,00	376,00	135,20
noviembre-14	107,20	444,00	144,40
diciembre-14	171,20	374,40	125,20

6.5. Condiciones económicas

Condiciones Normales

Tanto en el Escenario 1 como en el Escenario 2 las Condiciones Normales se establecen en base a las condiciones contractuales y parámetros clave registrados el mes previo al inicio del Periodo del Ahorro. Acorde a dichas condiciones, desde Diciembre de 2013 hasta Marzo de 2014 los precios de potencia y energía son:

PRECIOS DE POTENCIA* (€/kW y día)		
P1	P2	P3
0,108735	0,065241	0,043494

*Precios en €/kW día y no incluyen ni IVA ni Impuesto eléctrico.

PRECIOS DE ENERGÍA** (c€/kWh)		
P1	P2	P3
13,5868	11,0510	7,9246

**Precios en c€/kWh y no incluyen ni IVA ni Impuesto eléctrico.

Repitiéndose en esta ocasión los mismos precios a partir de Abril de 2014:

PRECIOS DE POTENCIA* (€/kW y día)

P1	P2	P3
0,108735	0,065241	0,043494

*Precios en €/kW día y no incluyen ni IVA ni Impuesto eléctrico.

PRECIOS DE ENERGÍA (c€/kWh)**

P1	P2	P3
13,5868	11,0510	7,9246

**Precios en c€/kWh y no incluyen ni IVA ni Impuesto eléctrico.

Siendo de aplicación por contrato un descuento del 10% sobre el consumo de energía desde Marzo de 2013 hasta Febrero de 2014 y del 10% desde Marzo de 2014 hasta Febrero de 2015.

Las potencias contratadas con la distribuidora son:

POTENCIAS CONTRATADAS

P1	P2	P3
33 kW	33 kW	33 kW

Con un pago mensual en concepto de alquiler del contador de 12,00 €

Condiciones Verificadas

Durante el Periodo del Ahorro correspondiente al escenario 2 se registran los precios aplicados a la potencia y a la energía, siendo:

PRECIOS DE POTENCIA VERIFICADOS* (€/kW y mes)

MES	P1	P2	P3
enero-14	3,37079	2,02247	1,34831
febrero-14	3,04458	1,82675	1,21783
marzo-14	3,37079	2,02247	1,34831
abril-14	3,26205	1,95723	1,30482
mayo-14	3,37079	2,02247	1,34831
junio-14	3,26205	1,95723	1,30482
julio-14	3,37079	2,02247	1,34831
agosto-14	3,37079	2,02247	1,34831
septiembre-14	3,26205	1,95723	1,30482
octubre-14	3,37079	2,02247	1,34831
noviembre-14	3,26205	1,95723	1,30482
diciembre-14	3,37079	2,02247	1,34831

*Precios en €/kW mes y no incluyen ni IVA ni Impuesto eléctrico.

PRECIOS DE ENERGÍA VERIFICADOS** (c€/kWh)			
MES	P1	P2	P3
enero-14	13,59	11,05	7,92
febrero-14	13,59	11,05	7,92
marzo-14	13,59	11,05	7,92
abril-14	11,04	10,21	6,02
mayo-14	11,04	10,21	6,02
junio-14	11,04	10,21	6,02
julio-14	11,04	10,21	6,02
agosto-14	11,04	10,21	6,02
septiembre-14	11,04	10,21	6,02
octubre-14	11,04	10,21	6,02
noviembre-14	11,04	10,21	6,02
diciembre-14	11,04	10,21	6,02

**Precios en c€/kWh y no incluyen ni IVA ni Impuesto eléctrico.

6.6. Escenarios previamente a la intervención del Gestor

A través de una simulación dinámica, determinista y discreta mediante eventos mensuales, se obtiene el gasto eléctrico en cada uno de los escenarios durante el Periodo del Ahorro acorde a los parámetros clave descritos en los apartados anteriores. Los cálculos de este caso de estudio han sido realizados mediante la Plataforma Web Kalkener, accesible al público en general a través de Internet mediante la URL www.kalkener.com.

En la ejecución de dichas simulaciones se han tenido en cuenta los siguientes condicionantes:

- No se ha incluido una aproximación para los incrementos de peajes de acceso a redes regulados semestrales, ni en los precios de potencia ni en los de energía.
- En el cálculo de la facturación del exceso de potencia demandada se han considerado las instrucciones establecidas en el artículo 9 del R.D. 1164/2001 de 26 de octubre.
- El cálculo de la penalización por exceso de consumo de energía reactiva se realiza acorde a lo establecido en el artículo 9 del R.D. 1164/2001 de 26 de octubre y posteriores modificaciones.

Obteniéndose los siguientes resultados:

Escenario 1

GASTO ELÉCTRICO*	
Mes	Gasto Sin Gestor (€)
enero-14	568,61
febrero-14	475,93
marzo-14	524,29
abril-14	506,09
mayo-14	486,00
junio-14	514,65
julio-14	507,09
agosto-14	506,69
septiembre-14	496,98
octubre-14	506,67
noviembre-14	537,54
diciembre-14	495,80

*Sin IVA.

Escenario 2

Para calcular el gasto eléctrico durante el Periodo del Ahorro en este escenario, además de los parámetros clave registrados durante dicho periodo, se han de tener en cuenta las acciones de ahorro realizadas por el Gestor, cuyas modificaciones y fechas de implantación se detallan en el apartado 6.7.

GASTO ELÉCTRICO*	
Mes	Gasto Sin Gestor (€)
enero-14	565,02
febrero-14	477,96
marzo-14	521,79
abril-14	503,52
mayo-14	482,87
junio-14	506,75
julio-14	484,50
agosto-14	470,89
septiembre-14	496,98
octubre-14	506,67
noviembre-14	537,54
diciembre-14	495,80

*Sin IVA.

6.7. Optimización de parámetros clave

Escenario 1

El Gestor, en base su experiencia y conocimiento, cree viable implantar diferentes acciones de ahorro con el objetivo de modificar determinados parámetros clave haciendo así disminuir el gasto eléctrico dedicado durante el Periodo del Ahorro. Las acciones y sus correspondientes parámetros clave modificados son:

- **Modificación de potencias contratadas**

Teniendo en cuenta los diferentes condicionantes e imprevistos que pudieran influir tanto en la demanda de potencia como en la demanda de energía de la instalación, el Gestor diseña la siguiente acción de ahorro:

MODIFICACIÓN DE POTENCIAS CONTRATADAS		
P1	P2	P3
9,00 kW	9,00 kW	16,00 kW

Fecha de implantación prevista: Marzo de 2014

Gasto previsto asociado: 248,04 €

- **Compensación de energía reactiva**

Por compensación de energía reactiva se entiende la reducción o eliminación de la demanda de energía reactiva (necesaria para producir campos magnéticos en motores eléctricos, por ejemplo) de la red de distribución eléctrica, evitando así las penalizaciones que por ley se imponen cuando dicha demanda es excesiva.

El Gestor diseña la obtención de un nuevo factor de potencia objetivo, a conseguir en los meses y todos los periodos: $\cos\phi=1$

Fecha de implantación prevista: Junio de 2014

Gasto previsto asociado: 2.780,00 €

- **Modificación de precios de energía y/o potencia**

Desde el 1 de julio de 2009 los consumidores conectados en baja tensión con potencias contratadas mayores de 10 kW y todos los consumidores con suministros en alta tensión superiores a 1 kV, sólo pueden contratar el suministro eléctrico en la modalidad de libre mercado. Esto supone la posibilidad de elegir, de entre cuantas comercializadoras que operen en el mercado eléctrico, aquella cuyos precios mejor se adapten a la instalación consumidora. El Gestor diseña como acción de ahorro realizar una correcta gestión de compras y modificar los precios.

NUEVOS PRECIOS DE POTENCIA* (€/kW y día)		
P1	P2	P3
0,108735	0,065241	0,043494

*Precios en €/kW día no incluyen ni IVA ni Impuesto eléctrico.

NUEVOS PRECIOS DE ENERGÍA** (c€/kWh)		
P1	P2	P3
11,043	10,2111	6,0232

*Precios en c€/kWh no incluyen ni IVA ni Impuesto eléctrico.

Siendo la vigencia de aplicación de estos precios desde abril de 2014 hasta marzo de 2015, no previendo la aplicación de ningún descuento sobre el consumo.

Fecha de implantación prevista: Abril de 2014

Gasto previsto asociado: 0,00 €

• **Implantación de medidas de eficiencia energética**

El Gestor diseña una serie de acciones de ahorro destinadas a disminuir el consumo de energía durante el Periodo del ahorro, cuantificando su impacto como un tanto por ciento respecto del Modelo de Consumo Pactado en todos los meses a partir de su implantación. Dicho impacto se representa en la siguiente tabla:

PORCENTAJE DE AHORRO ESPERADO		
P1	P2	P3
20%	20%	20%

Fecha de implantación prevista: Enero de 2014

Gasto previsto asociado: 3.890,00 €

Escenario 2

El Gestor, durante el Periodo del Ahorro implanta diferentes acciones de ahorro modificando así determinados parámetros clave con su consiguiente repercusión en el gasto final soportado. Las acciones registradas y sus correspondientes parámetros clave modificados son:

• **Modificación de potencias contratadas**

Debido a exigencias técnicas de la compañía distribuidora, finalmente el Gestor gestiona el siguiente cambio de parámetros clave con valores diferentes a los previstos inicialmente en el Escenario 1:

POTENCIAS CONTRATADAS MODIFICADAS		
P1	P2	P3
17,32 kW	17,32 kW	17,32 kW

Fecha de implantación real: Marzo de 2014

Gasto real asociado: 55,00 €

• **Compensación de energía reactiva**

Si bien su fecha de implantación sufre un retraso respecto a la establecida en el Escenario 1, la acción de ahorro emprendida por el Gestor consigue mejorar el factor de potencia en la instalación tal, verificable a través de los registros de energía reactiva verificada (descritos en el Modelo de Consumo Verificado).

Fecha de implantación real: Septiembre de 2014

Gasto real asociado: 3.550,00 €

- **Modificación de precios de energía y/o potencia**

Finalizada la vigencia del contrato con la compañía comercializadora inicial, el Gestor tramita un cambio de comercializadora con unas condiciones económicas más favorables, siendo:

NUEVOS PRECIOS DE POTENCIA* (€/kW y día)		
P1	P2	P3
0,108735	0,065241	0,043494

*Precios en €/kW día no incluyen ni IVA ni Impuesto eléctrico.

NUEVOS PRECIOS DE ENERGÍA** (c€/kWh)		
P1	P2	P3
11,043	10,2111	6,0232

*Precios en c€/kWh no incluyen ni IVA ni Impuesto eléctrico.

No aplicándose en las nuevas condiciones contractuales ningún descuento sobre el consumo.

Fecha de implantación real: Abril de 2014

- **Implantación de medidas de eficiencia energética**

Durante todo el Periodo del Ahorro el Gestor realiza acciones encaminadas a disminuir el consumo energético en la instalación, obteniendo como resultado de ello los registros de energía activa demandada verificada (descritos en el Modelo de Consumo Verificado):

Fecha de implantación real: Enero de 2014

Gasto real asociado: 3.023,00 €

6.8. Escenarios posteriormente a la intervención del Gestor

A través de una simulación dinámica, determinista y discreta mediante eventos mensuales, se obtiene el gasto eléctrico en cada uno de los escenarios durante el Periodo del Ahorro acorde a los parámetros clave descritos en los apartados anteriores. Los cálculos de este caso de estudio han sido realizados mediante la Plataforma Web Kalkener, accesible al público en general a través de Internet mediante la URL www.kalkener.com.

En la ejecución de dichas simulaciones se han tenido en cuenta los siguientes condicionantes:

- No se ha incluido una aproximación para los incrementos de peajes de acceso a redes regulados semestrales, ni en los precios de potencia ni en los de energía.

- En el cálculo de la facturación del exceso de potencia demandada se han considerado las instrucciones establecidas en el artículo 9 del R.D. 1164/2001 de 26 de octubre.
- El cálculo de la penalización por exceso de consumo de energía reactiva se realiza acorde a lo establecido en el artículo 9 del R.D. 1164/2001 de 26 de octubre y posteriores modificaciones.

Además de los parámetros clave se tienen en cuenta las acciones de ahorro, previstas en el Escenario 1 y realizadas en el Escenario 2, y sus fechas de implantación, obteniéndose los siguientes resultados:

Escenario 1

GASTO ELÉCTRICO*	
Mes	Gasto Con Gestor (€)
enero-14	497,04
febrero-14	419,05
marzo-14	327,45
abril-14	307,58
mayo-14	289,31
junio-14	288,27
julio-14	269,11
agosto-14	256,56
septiembre-14	263,50
octubre-14	279,96
noviembre-14	308,81
diciembre-14	272,55

*Sin IVA.

Escenario 2

GASTO ELÉCTRICO*	
Mes	Gasto Con Gestor (€)
enero-14	529,13
febrero-14	449,01
marzo-14	395,68
abril-14	372,92
mayo-14	352,89
junio-14	375,59
julio-14	353,98
agosto-14	341,29
septiembre-14	327,53
octubre-14	345,88
noviembre-14	372,45
diciembre-14	338,00

*Sin IVA.

6.9. Cálculo del ahorro

Atendiendo a las definiciones de ahorro, se obtiene para cada uno de los escenarios:

Escenario 1

GASTO ELÉCTRICO ESCENARIO 1(€)			
MES	SIN GESTOR*	CON GESTOR*	AHORRO POTENCIAL (€)
Enero-14	568,61	497,04	71,57
Febrero-14	475,93	419,05	56,88
Marzo-14	524,29	327,45	196,85
Abril-14	506,09	307,58	198,51
Mayo-14	486,00	289,31	196,70
Junio-14	514,65	288,27	226,38
Julio-14	507,09	269,11	237,98
Agosto-14	506,69	256,56	250,13
Septiembre-14	496,98	263,50	233,48
Octubre-14	506,67	279,96	226,71
Noviembre-14	537,54	308,81	228,72
Diciembre-14	495,80	272,55	223,25

*Sin IVA.

El Ahorro Potencial total resulta:

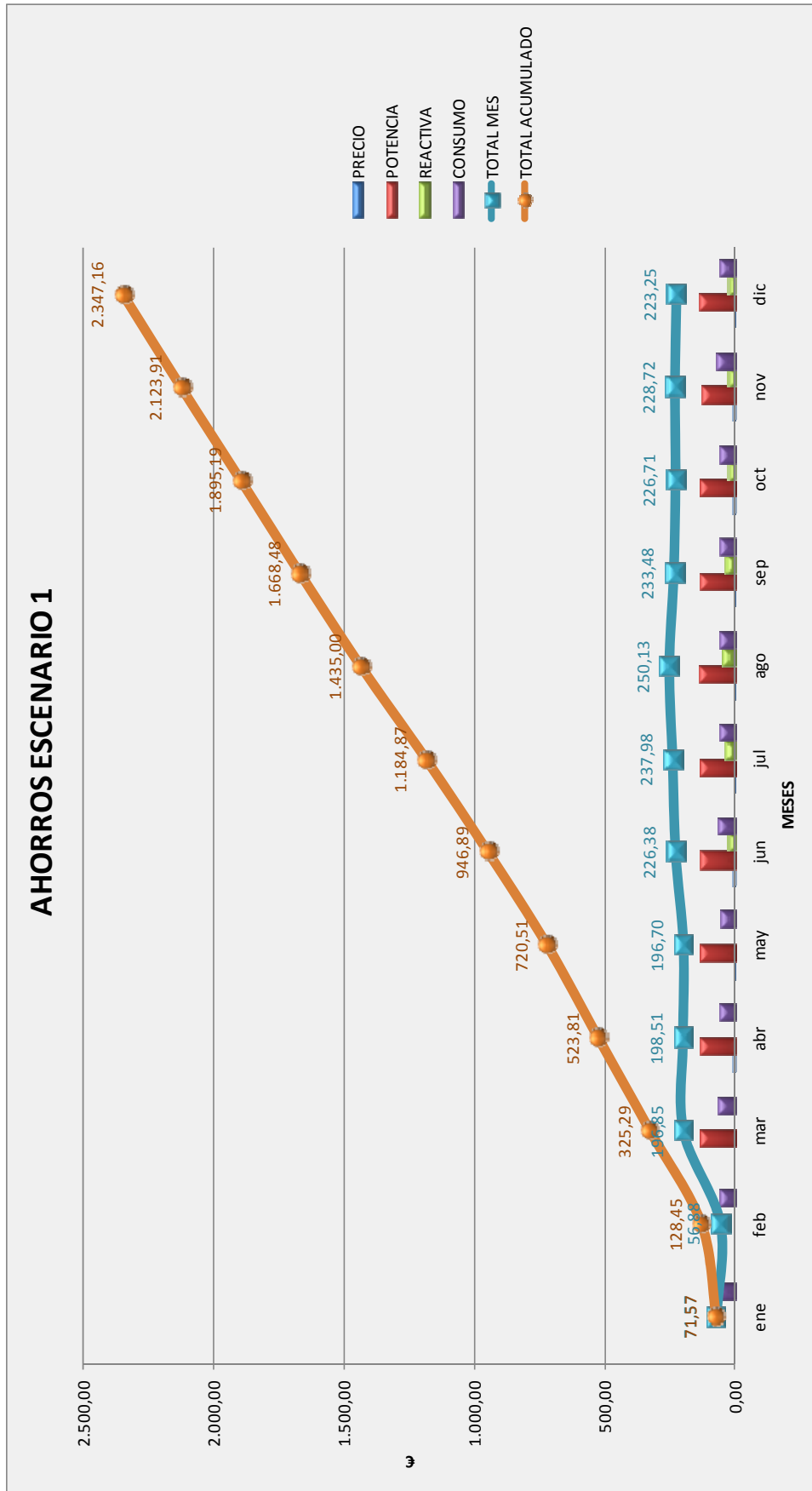
Ahorro Potencial:	2.347,16 €
-------------------	-------------------

Teniendo en cuenta sus fechas de implantación, se desglosa el ahorro previsto en cada una de las Acciones de Ahorro previstas durante el Periodo del Ahorro, obteniéndose:

DESGLOSE DEL AHORRO POR ACCIONES A IMPLANTAR				
TOTAL	PRECIO	POTENCIA	REACTIVA	EFICIENCIA
2.347,16 €	71,53	1.327,32	219,91	728,40
IMPLANTACIÓN:	<i>Abril-14</i>	<i>Marzo-14</i>	<i>Junio-14</i>	<i>Enero-14</i>

Siendo:

- PRECIO: Ahorro a obtener por el cambio de precio de energía y potencia
- POTENCIA: Ahorro a obtener por el cambio del potencia contratada
- REACTIVA: Ahorro a obtener por la compensación de energía reactiva
- EFICIENCIA: Ahorro a obtener debido a políticas de disminución del consumo de energía



Gráfica 1. Resumen del Ahorro Potencial total incluyendo su desglose por Acciones de Ahorro

Escenario 2

GASTO ELÉCTRICO ESCENARIO 2 (€)			
MES	SIN GESTOR*	CON GESTOR*	AHORRO POTENCIAL (€)
Enero-14	568,61	497,04	71,57
Febrero-14	475,93	419,05	56,88
Marzo-14	524,29	327,45	196,85
Abril-14	506,09	307,58	198,51
Mayo-14	486,00	289,31	196,70
Junio-14	514,65	288,27	226,38
Julio-14	507,09	269,11	237,98
Agosto-14	506,69	256,56	250,13
Septiembre-14	496,98	263,50	233,48
Octubre-14	506,67	279,96	226,71
Noviembre-14	537,54	308,81	228,72
Diciembre-14	495,80	272,55	223,25

*Sin IVA.

El Ahorro Real total resulta:

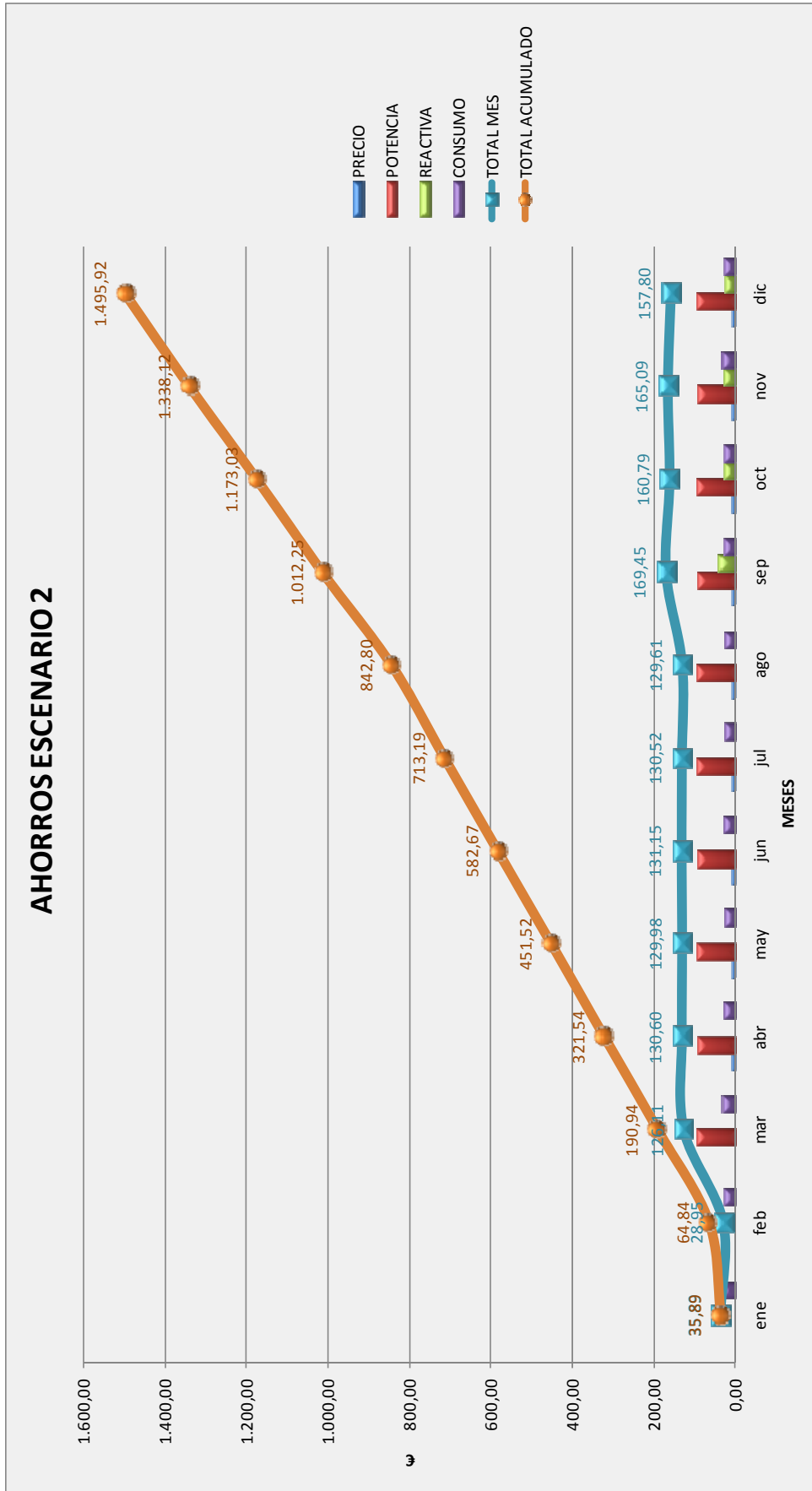
Ahorro Real:	1.495,92 €
---------------------	-------------------

Teniendo en cuenta sus fechas de implantación, se desglosa el ahorro verificado en cada una de las Acciones de Ahorro realizadas durante el Periodo del Ahorro, obteniéndose:

DESGLOSE DEL AHORRO POR ACCIONES IMPLANTADAS				
TOTAL	PRECIO	POTENCIA	REACTIVA	EFICIENCIA
1.495,92 €	77,67 €	932,27 €	125,79 €	360,20 €
IMPLANTACIÓN	<i>Abril-14</i>	<i>Marzo-14</i>	<i>Septiembre-14</i>	<i>Enero-14</i>

Siendo:

- **PRECIO:** Ahorro obtenido por el cambio de precio de energía y potencia
- **POTENCIA:** Ahorro obtenido por el cambio del potencia contratada
- **REACTIVA:** Ahorro obtenido por la compensación de energía reactiva
- **EFICIENCIA:** Ahorro obtenido debido a políticas de disminución del consumo de energía



Gráfica 2. Resumen del Ahorro Real total incluyendo su desglose por Acciones de Ahorro

7. Conclusiones

Al igual que el gasto económico consecuente del consumo de energía depende de varios factores, como lo son el precio de la energía, las condiciones de su disponibilidad, las regulaciones que incentivan o perjudican su consumo, etc., el cálculo de su ahorro asociado no sólo debe tenerlos todos en cuenta, sino que además se debe restringir durante un periodo de tiempo concreto y a las acciones desarrolladas por el agente generador de dicho ahorro, acusando el momento en que dichas acciones son implantadas.

Realizar un correcto cálculo del ahorro es la base para realizar la correcta evaluación financiera de las inversiones necesarias que lo originan, para obtener indicadores fiables de eficiencia, para tomar correctamente decisiones a futuro o comprobar si las acciones emprendidas en el pasado resultaron tal cual se previeron, etc. En definitiva, calcular correctamente el ahorro es un paso previo indispensable para mejorar la competitividad.

La metodología desarrollada en el presente documento expone los conceptos necesarios y la secuencia lógica a seguir para lograr cuantificar, tanto *a priori* como *a posteriori* el ahorro económico asociado al consumo energético de una manera rigurosa y contrastable por terceros, permitiendo asegurar la veracidad del resultado obtenido.