

Trabajo Fin de Máster  
Máster Universitario en Ingeniería Industrial

Automatización y Optimización de las Actividades  
de una Comercializadora

Autor: Jose Conde Buezas

Tutor: Ángel Luis Trigo García

Dpto. Ingeniería Eléctrica  
Escuela Técnica Superior de Ingeniería  
Universidad de Sevilla

Sevilla, 2018





Trabajo Fin de Máster  
Máster Universitario en Ingeniería Industrial

# **Automatización y Optimización de las Actividades de una Comercializadora**

Autor:

Jose Conde Buezas

Tutor:

Ángel Luis Trigo García

Profesor Contratado Doctor

Dpto. Ingeniería Eléctrica

Escuela Técnica Superior de Ingeniería

Universidad de Sevilla

Sevilla, 2018



Trabajo Fin de Máster: Automatización y Optimización de las Actividades de una Comercializadora

Autor: Jose Conde Buezas  
Tutor: Ángel Luis Trigo García

El tribunal nombrado para juzgar el Trabajo arriba indicado, compuesto por los siguientes miembros:

Presidente:

Vocales:

Secretario:

Acuerdan otorgarle la calificación de:

Sevilla, 2018

El Secretario del Tribunal



*A mi familia*  
*A mis maestros*



En este trabajo se aborda la automatización y optimización de las principales actividades de una comercializadora eléctrica. Para ello, haciendo uso del programa Matlab, se crean distintas funciones que permiten realizar estas operaciones de una manera rápida, precisa y fiable.

Las actividades objeto de este trabajo son:

- Estimación del consumo eléctrico de contratos de baja tensión.
- Cálculo de costes (liquidaciones OMIE y REE)
- Cálculo de garantías (OMIE y REE)

Se han utilizado datos de:

- ESIOS (Sistema de Información del Operador del Sistema).
- SIMEL (Sistema de Información de Medidas Eléctricas).
- Datos reales de una comercializadora.



The automation and optimization of the main activities of an electrical marketing company is addressed in this paper. To achieve this goal, it has been created different Matlab functions which allow us to execute these operations in a quick, exact and reliable way.

The focus of this paper is on the following activities:

- Estimate of electrical consumption for low voltage contract clients.
- Cost calculation (OMIE, REE).
- Guarantees calculation (OMIE, REE).

Data from the following sources have been used:

- ESIOS (Sistema de Información del Operador del Sistema).
- SIMEL (Sistema de Información de Medidas Eléctricas).
- Real data from an electrical marketing company.



<b>Resumen</b>	<b>ix</b>
<b>Abstract</b>	<b>xi</b>
<b>Índice</b>	<b>xiii</b>
<b>Índice de Tablas</b>	<b>xv</b>
<b>Índice de Ilustraciones</b>	<b>xvii</b>
<b>1. Introducción</b>	<b>1</b>
<b>2. Estado del arte</b>	<b>3</b>
<b>3. Sistema eléctrico español</b>	<b>5</b>
<b>4. Mercado eléctrico español</b>	<b>7</b>
4.1. <i>Mercado diario</i>	8
4.1.1. Agentes del mercado diario	8
4.1.2. Ofertas al mercado diario	9
4.1.3. Proceso de casación de ofertas	10
<b>5. La comercialización</b>	<b>15</b>
5.1. <i>Backoffice</i>	15
5.2. <i>Compra de energía eléctrica en OMIE</i>	16
5.2.1. Estimación del consumo eléctrico	16
5.2.2. Predicción de precio	20
5.3. <i>Compras en los mercados a plazo</i>	21
5.4. <i>Liquidaciones</i>	22
5.4.1. Liquidaciones OMIE	22
5.4.2. Liquidaciones REE	23
5.5. <i>Garantías</i>	26
5.5.1. Garantías OMIE	26
5.5.2. Garantías REE	27
<b>6. Implementación</b>	<b>29</b>
6.1. <i>Estimación del consumo eléctrico de contratos de baja tensión</i>	29
6.1.1. Datos de partida	30
6.1.2. Cálculo de perfiles finales	40
6.1.3. Cálculo del Consumo Anual Equivalente (CAE)	43
6.1.4. Pérdidas	45
6.1.5. Estimación del consumo eléctrico	45
6.2. <i>Cálculo de costes. Liquidaciones.</i>	48
6.2.1. Liquidaciones OMIE	48
6.2.2. Liquidaciones REE	49
6.3. <i>Cálculo de garantías</i>	58
6.3.1. Garantías OMIE	58
6.3.2. Garantías REE	61
<b>7. Resultados</b>	<b>63</b>

7.1. <i>Estimación del consumo eléctrico de contratos de baja tensión</i>	63
7.2. <i>Cálculo de costes. Liquidaciones</i>	72
7.3. <i>Cálculo de garantías</i>	73
<b>8. Conclusiones</b>	<b>75</b>
<b>Referencias</b>	<b>77</b>
<b>Glosario</b>	<b>79</b>

# ÍNDICE DE TABLAS

---

Tabla 1. Calendario liquidaciones. ....	23
Tabla 2. Grupos de cliente. ....	46
Tabla 3. Última liquidación disponible del mes. ....	68
Tabla 4. Errores considerando pérdidas eléctricas. ....	69
Tabla 5. Errores sin considerar pérdidas eléctricas. ....	69
Tabla 6. Porcentaje de acierto en la compra de energía eléctrica. ....	71
Tabla 7. Efecto del horizonte de predicción sobre el sistema de estimación del consumo. ....	72



# ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Listado de comercializadoras vs Demanda Nacional. Fuentes: CNMC y REE. ....	3
Ilustración 2. Cuota de mercado (2017). ....	4
Ilustración 3. Descripción simplificada del Sistema Eléctrico en España. Fuente: [2]. ....	6
Ilustración 4. Welfare. ....	10
Ilustración 5. Curva agregada de ofertas de compra y venta. ....	11
Ilustración 6. Punto de casación simple y complejo. ....	12
Ilustración 7. Descripción CUPS. Fuente: [1]. ....	16
Ilustración 8. Periodos de discriminación horaria para tarifa 2.0 DHA. ....	17
Ilustración 9. Periodos de discriminación horaria para tarifa 2.0 DHS. ....	17
Ilustración 10. Periodos de discriminación horaria para tarifa 2.1 DHA. ....	17
Ilustración 11. Periodos de discriminación horaria para tarifa 2.1 DHS. ....	18
Ilustración 12. Periodos de discriminación horaria para tarifa 3.0 A. ....	18
Ilustración 13. Periodos de discriminación horaria para tarifa 3.1 A. ....	18
Ilustración 14. Periodos de discriminación horaria para tarifas 6.X. ....	18
Ilustración 15. Liquidación de SWAPS. Fuente: [1]. ....	21
Ilustración 16. Liquidaciones disponibles en un mes M. ....	24
Ilustración 17. Diagrama de flujo para la estimación del consumo eléctrico. ....	29
Ilustración 18. Web para la descarga de la demanda de referencia y perfiles iniciales. ....	31
Ilustración 19. Web para la descarga de los ficheros DEMR_AAAAMM. ....	32
Ilustración 20. Web para la descarga de los ficheros DEMD_AAAAMMDD. ....	34
Ilustración 21. Web para la descarga del fichero DemandaPrevista_AAAAMMDD. ....	35
Ilustración 22. Web para la descarga del fichero PERFF_AAAAMM. ....	37
Ilustración 23. Web para la descarga de los ficheros de pérdidas. ....	39
Ilustración 24. Diagrama de flujo para el cálculo de los perfiles finales. ....	40
Ilustración 25. Ejemplo de construcción de la demanda horaria. Día 15/03/2018. ....	41
Ilustración 26. Ejemplo de construcción de la demanda horaria. Día 28/03/2018. ....	42
Ilustración 27. Diagrama de flujo para el cálculo del CAE. ....	43
Ilustración 28. Ejemplo cálculo del CAE. ....	44
Ilustración 29. Proceso de estimación de la energía a comprar. ....	47
Ilustración 30. Diagrama de flujo para el cálculo de liquidaciones de OMIE. ....	48
Ilustración 31. Diagrama de flujo para el cálculo de las liquidaciones de REE. ....	49
Ilustración 32. Web para la descarga de los archivos liquicomun. ....	51
Ilustración 33. Diagrama de flujo para el cálculo de las garantías de OMIE. ....	58
Ilustración 34. Ejemplo de evolución de la garantía (OMIE). ....	60
Ilustración 35. Diagrama de flujo para el cálculo de GOA. ....	61
Ilustración 36. Evolución del consumo estimado y de la cartera de clientes. ....	63
Ilustración 37. Evolución del consumo estimado y de la cartera de clientes en enero y febrero de 2018. ....	64
Ilustración 38. Distribución de tarifas del total de la cartera de clientes. ....	64
Ilustración 39. Consumo anual por tarifa del total de la cartera de clientes. ....	65
Ilustración 40. Curva de consumo 29/09/2017. ....	65
Ilustración 41. Curva de consumo 15/11/2017. ....	66
Ilustración 42. Curva de consumo 18/12/2017. ....	66
Ilustración 43. Curva de consumo 25/01/2018. ....	67
Ilustración 44. Curva de consumo 16/02/2018. ....	67
Ilustración 45. Curva de consumo 28/02/2018. ....	68
Ilustración 46. Evolución del error en la estimación frente al número de clientes. ....	70
Ilustración 47. Evolución del error en la estimación frente al consumo anual de la cartera de clientes. ....	71
Ilustración 48. Histograma del error entre $P_{mp}$ y $1.15 \cdot P_{MEFFPower}$ . ....	73
Ilustración 49. Histograma de la diferencia entre $1.15 \cdot P_{MEFFPower}$ y el precio de casación del mercado diario. ....	74



# 1. INTRODUCCIÓN

---

En los últimos años la electricidad ha ido adquiriendo una mayor presencia en la vida de todos los ciudadanos, convirtiéndose en un bien esencial para el funcionamiento de nuestra sociedad. Es la forma de energía más utilizada tanto en la industria como en los hogares debido a que se puede producir en grandes cantidades, transportar a largas distancias y transformar fácilmente en otros tipos de energía.

La Agencia Internacional de la Energía considera que el futuro será cada vez más eléctrico. Esto hace que el precio de la electricidad se esté convirtiendo en un elemento muy importante para la sociedad en su conjunto, tanto para los usuarios domésticos, como para la empresa y la industria por el impacto que representa en su competitividad en un entorno abierto y globalizado.



## 2. ESTADO DEL ARTE

En España a lo largo de los últimos años, se ha producido un notable aumento del número de comercializadoras eléctricas. A su vez, desde el año 2007 hasta el año 2015, debido a la crisis económica, la demanda nacional de energía eléctrica ha ido disminuyendo. No obstante, a partir del año 2015 la demanda cambia de tendencia debido al crecimiento económico que empieza a experimentar el país.

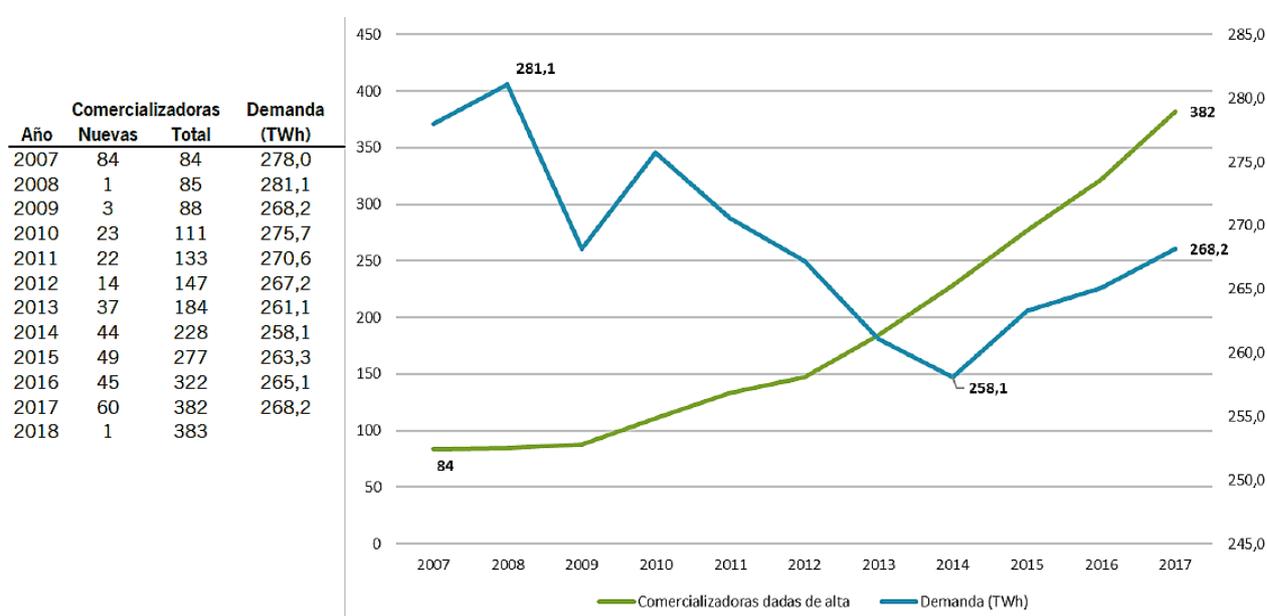


Ilustración 1: Listado de comercializadoras vs Demanda Nacional. Fuentes: CNMC y REE.

En 2017, con un total de 228.373.383,16 MWh liquidados, la cuota de mercado de cada una de las comercializadoras fue:

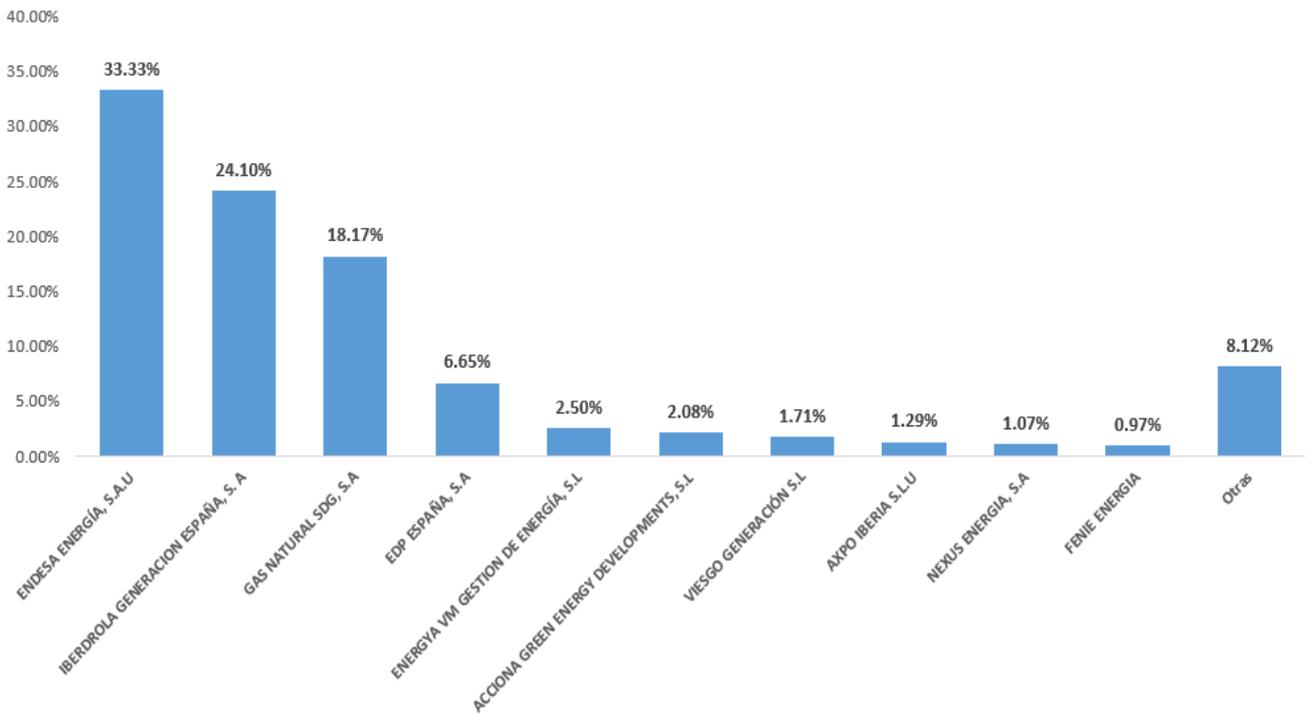


Ilustración 2. Cuota de mercado (2017).

Endesa, Iberdrola y Gas Natural dominan el mercado acumulando el 75.61 % de cuota de mercado, el restante 24.39 % se reparte entre el resto de comercializadoras.

El aumento del número de comercializadoras y el reparto actual de la cuota de mercado dará lugar a un mercado en el que la competencia para captar clientes será más intensa y planteará desafíos importantes a las entidades del sector. Este mercado exigirá una mayor agilidad y tener una gestión ordenada y profesional de las operaciones diarias.

### 3. SISTEMA ELÉCTRICO ESPAÑOL

---

El sistema eléctrico es el conjunto de elementos que permiten la generación, transporte y la distribución de la energía eléctrica. Tras la liberalización del sector eléctrico, el sistema de suministro eléctrico se divide en cuatro actividades:

- **Generación:** se encarga de la producción de energía eléctrica a partir de energía primaria mediante centrales térmicas, nucleares o renovables. Una vez generada la energía eléctrica, se eleva su tensión para posteriormente verterla a la red de transporte. La generación es una actividad liberalizada.
- **Transporte:** recibe la electricidad de los generadores, la transporta en alta tensión (220 kV y 400 kV) y la entrega a la red de distribución. La red de transporte está formada por líneas eléctricas de alta tensión interconectadas de forma mallada y por subestaciones donde se reduce la tensión de la electricidad a medida que nos acercamos a los centros de consumo. En España el encargado de gestionar y operar la red de transporte es Red Eléctrica de España (REE) y debe garantizar la seguridad y la continuidad de suministro.
- **Distribución:** recibe la energía de la red de transporte, se encarga del suministro de energía al usuario final. La red de distribución está formada por líneas de reparto de alta tensión (132, 66, 45 y 30 kV), líneas de media tensión (25, 20, 15, 13 y 11 kV), líneas de baja tensión (230/400 V) y de instalaciones donde se va reduciendo la tensión hasta los valores utilizables por los usuarios. Las distribuidoras construyen, mantienen, gestionan y operan las instalaciones de distribución de su propiedad y garantizan la calidad y continuidad del suministro. También llevan a cabo las lecturas de los equipos de medida de los consumidores.
- **Comercialización:** no participa en la gestión física de la electricidad, su función es comprar energía eléctrica en el mercado o a través de contratos bilaterales con generadores para posteriormente venderla a los consumidores. Se encargan de facturar la energía. La comercialización es una actividad liberalizada.

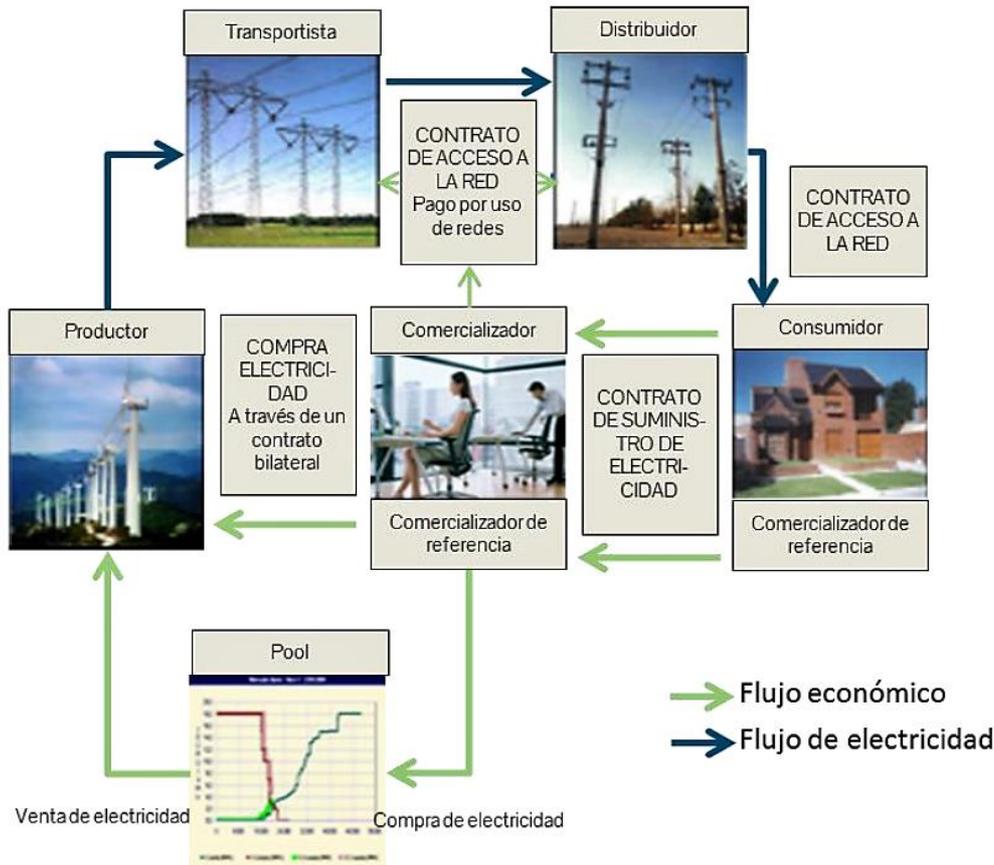


Ilustración 3. Descripción simplificada del Sistema Eléctrico en España. Fuente: [2]

La Ley del Sector Eléctrico establece que el Operador del Mercado y el Operador del Sistema asumen las funciones necesarias para realizar la gestión económica y la garantía de la gestión técnica del sistema eléctrico. Ambos deben funcionar con un elevado grado de coordinación para hacer frente a situaciones excepcionales que puedan producirse en las redes de transporte o en el sistema de generación de electricidad.

El objetivo de REE como Operador del Sistema es satisfacer la demanda manteniendo en todo momento el equilibrio entre generación y consumo (incluyendo las pérdidas eléctricas). Por ello, cada día debe prever qué demanda va a alcanzarse en cada una de las horas del día siguiente. Es aquí donde interviene el mercado de electricidad.

El Operador del Mercado es el responsable de la gestión económica del sistema referida a los mercados diario e intradiario de electricidad. Le corresponde recibir las ofertas de venta y de adquisición de energía eléctrica, la gestión de estas, y ejecutar la liquidación en los mercados diario e intradiario.

## 4. MERCADO ELÉCTRICO ESPAÑOL

---

En el mercado ibérico de la energía eléctrica (MIBEL) el Operador del Mercado (OMI) pasa a convertirse en una entidad compuesta por dos sociedades: OMIP y OMIE.

El mercado ibérico de electricidad lo componen los mercados a plazo, el mercado diario y los mercados intradiarios.

Los mercados a plazo de electricidad son un conjunto de mercados en los que, con años, meses, semanas o días de antelación a la entrega física de la energía, se intercambian contratos de compraventa de electricidad con plazos de entrega superiores a 24 horas (semanas, meses, trimestres, años).

El mercado diario es el principal mercado de electricidad en la Península Ibérica y funciona los 365 días del año. Se trata de un mercado marginalista, el punto de equilibrio entre la oferta y la demanda establece el precio y el volumen de energía contratada en cada hora. Este sistema permite reducir el precio de la electricidad, porque los generadores intentarán ofrecer su energía al precio más bajo que puedan para asegurarse que sus centrales sean seleccionadas para funcionar. Todos los días se reciben ofertas de compra y de venta de energía eléctrica para el día siguiente. A continuación, se procesan las ofertas empleando un algoritmo europeo de casación denominado Euphemia.

Al programa establecido en el mercado diario se añaden los programas establecidos mediante la contratación bilateral, dando lugar al programa diario base de funcionamiento (PDBF). A continuación, el Operador del Sistema realiza un análisis para determinar si el sistema eléctrico es seguro. Si el programa no es viable técnicamente, el Operador del Sistema lo modificará. Esto es el llamado proceso de restricciones técnicas.

Una vez finalizado el mercado diario, y tras el proceso de restricciones técnicas, se llevan a cabo los servicios de ajuste del sistema. Consiste en establecer una reserva de potencia que entre en juego en caso de pérdida de un generador o variación brusca de la demanda. Esta reserva de potencia, llamada reserva secundaria, la forman generadores que pueden mover su producción en tiempo real para mantener el equilibrio entre generación y demanda.

A continuación, se establecen los mercados intradiarios que permiten a los compradores y vendedores que lo deseen realizar ofertas de compra y venta de energía eléctrica para ajustar sus programas de producción y de consumo a sus mejores previsiones de lo que van a necesitar en el tiempo real. Se

compone de seis sesiones gestionadas por el Operador del Mercado. Tras cada una de estas sesiones se ejecuta el proceso de restricciones técnicas.

En caso de que el desequilibrio previsto entre generación y demanda sea superior a 300 MWh en uno o más períodos horarios consecutivos, el Operador del Sistema convoca el mercado de gestión de desvíos.

Por último, se establece la reserva de regulación terciaria. Se utiliza en aquellos casos en los que se hace uso de la reserva secundaria y, por tanto, esta queda por debajo de los valores de consigna.

## **4.1. Mercado diario**

El mercado diario tiene por objeto llevar a cabo las transacciones de compraventa de energía eléctrica para el día siguiente. Los agentes del mercado presentan las ofertas de venta y compra de energía eléctrica al Operador del Mercado. Éstas serán incluidas en un proceso de casación con efectos para el horizonte diario correspondiente al día siguiente de la sesión.

Las sesiones de contratación del mercado diario se estructuran en periodos de programación equivalentes a una hora. Se considera como un horizonte de programación los 24 periodos de programación correspondientes a las 24 horas de un día natural, (23 o 25 en los días de cambio de hora oficial).

### **4.1.1. Agentes del mercado diario**

- **Productores de energía eléctrica:** Personas físicas o jurídicas que tienen la función de generar energía eléctrica, así como las de construir, operar y mantener las centrales de producción, tanto en régimen ordinario como en régimen especial.
- **Comercializadores:** Personas jurídicas que, accediendo a las redes de transporte o distribución, tienen como función la venta de energía eléctrica a los consumidores o a otros sujetos del sistema.
- **Consumidores Directos en Mercado:** Son aquellos consumidores que adquieran energía eléctrica directamente en el mercado de producción para su propio consumo.
- **Representantes:** Se consideran como tales los que actúan por cuenta de un sujeto del Mercado, sea en nombre de dicho sujeto (representación directa), sea en nombre propio, (representación indirecta). En este segundo caso, los efectos del negocio jurídico realizado por el representante se imputan directamente a éste, sin perjuicio de la relación interna que le ligue con su representado.

- Gestores de cargas del sistema: son aquellas sociedades de servicios de recarga energética, que, siendo consumidores, están habilitados para la reventa de energía eléctrica para servicios de recarga energética para vehículos eléctricos.

#### 4.1.2. Ofertas al mercado diario

Las ofertas de compra o venta de energía eléctrica deben ser presentadas por los agentes o por su representante al Operador del Mercado por cada unidad de adquisición o de producción de las que sean titulares y para cada periodo de programación de un mismo horizonte de programación. Las ofertas de venta pueden ser simples o incorporar condiciones complejas, mientras que las ofertas económicas de compra de energía eléctrica sólo podrán ser simples, sin incorporar condiciones complejas.

Las ofertas simples de venta o adquisición de energía pueden tener para cada periodo de programación hasta un máximo de 25 tramos, cada uno de los cuales se compone de un precio y de una cantidad de energía, con un precio diferente para cada uno de dichos tramos, siendo este creciente para las ofertas de venta, y decreciente para las ofertas de adquisición. Las ofertas simples no incluyen ninguna condición compleja.

Las ofertas complejas son aquellas que cumplen con los requisitos exigidos para las ofertas simples e incorporan una, varias o la totalidad de las siguientes condiciones técnicas o económicas siguientes:

- Condición de indivisibilidad: La condición de indivisibilidad permite que un vendedor de energía declare indivisible el primer tramo de su oferta para una hora determinada del día. De esta forma, si un tramo indivisible de la oferta resulta casado, lo será por toda la energía ofertada y no por una fracción de esta. Los vendedores solo pueden incorporar la condición de indivisibilidad en aquellas ofertas que no declaren ninguna otra condición compleja.
- Gradiente de carga: Permite establecer la diferencia máxima entre la energía de una hora y la energía de la hora siguiente de la unidad de producción para evitar cambios bruscos en las unidades de producción que no pueden, técnicamente, seguir las mismas. De este modo, esta condición permite incorporar datos técnicos de las centrales eléctricas.
- Condición de ingresos mínimos: La oferta de venta de energía que presenten solo se entiende presentada a los efectos de la casación si obtiene unos ingresos mínimos para el conjunto de periodos de programación. Los ingresos mínimos se expresan como una cantidad fija, declarada en euros, sin decimales y, como una cantidad variable declarada en euros por MWh, pudiéndose incluir dos cifras decimales. La condición de ingresos mínimos no podrá ser tal que supere en más de un 100% al ingreso resultante de la aceptación completa de la oferta al precio ofertado.

- Condición de parada programada: Si una unidad de producción ha sido descartada de la casación por motivos de incumplimiento de la condición de ingresos mínimos solicitada, se le permite realizar una parada programada en un tiempo máximo de tres horas. De esta forma, se le permite ofertar durante, como máximo, las tres primeras horas del día, de forma que se aproveche la energía generada en el proceso de parada. La única condición es que la energía sea decreciente en cada hora.

Únicamente se podrá presentar una oferta de venta o adquisición para un mismo horizonte diario y una misma unidad de venta o adquisición.

#### 4.1.3. Proceso de casación de ofertas

El Operador del Mercado realizará la casación de las ofertas de ventas y adquisición de energía por medio del algoritmo Euphemia.

El precio en cada periodo de programación será el correspondiente al resultado Euphemia. Este algoritmo busca la optimización del denominado welfare, que corresponde a la suma para el conjunto de todos los periodos horarios del horizonte de programación del beneficio de las ofertas de compra, más el beneficio de las ofertas de venta, más la renta de congestión. Se entiende por beneficio de las ofertas de compra la diferencia entre el precio de la oferta de compra casada y el precio marginal recibido, por beneficio de las ofertas de venta la diferencia entre el precio marginal recibido y el precio de oferta de venta casado, y por renta de congestión la cantidad de energía de un mercado a otro por la diferencia de precios marginales ente los mercados.

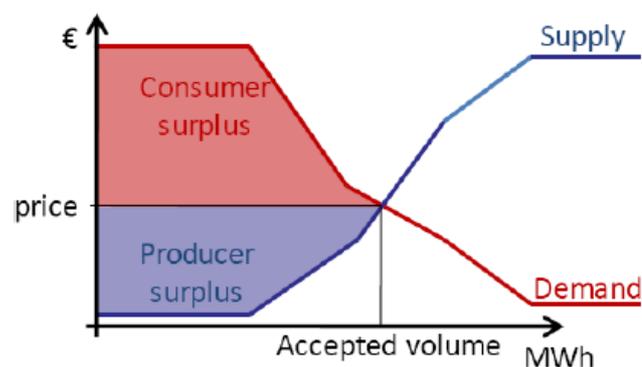


Ilustración 4. Welfare

El resultado del algoritmo Euphemia está limitado a las condiciones de intercambio establecidas en cada mercado entre las zonas de oferta. En este sentido el flujo neto entre las zonas de oferta internas al mercado ibérico (flujo entre España y Portugal) y las fronteras del sistema ibérico (flujo entre España

y Francia, y flujo entre España y Marruecos), estarán limitadas a la capacidad disponible para el mercado comunicada por los operadores del sistema responsables de dicha comunicación.

Una vez los agentes del mercado han entregado las ofertas de venta y adquisición, el Operador del Mercado (OMIE) determina para cada hora del día siguiente, la curva agregada de oferta de venta añadiendo por orden ascendente el precio de las cantidades de energía ofertadas con independencia de la unidad de venta y a su vez, determina la curva agregada de oferta de compra añadiendo por orden descendente el precio de las cantidades de energía ofertadas con independencia de la unidad de compra, siendo el precio menor 0 y el superior 180.30 €/MWh. Si representamos gráficamente, obtendremos una gráfica con dos curvas agregadas que se cruzan, donde el eje de abscisas es la energía y el eje de ordenadas es el precio. Calculando la intersección entre las curvas para cada hora, se determina el punto de equilibrio del mercado con lo que queda determinado el precio y el volumen de energía casada para esa hora y sesión. Es a este precio al que venderán todas aquellas unidades de producción cuyo precio de venta sea inferior al precio marginal y también es el precio al que comprarán los consumidores cuyo precio de adquisición de energía quedase por encima de este precio marginal.

Como ejemplo se muestra las curvas agregadas de oferta y demanda extraídas de la página web del Operador del Mercado (OMIE) correspondientes al día 09/06/2016 en la hora 13:00.

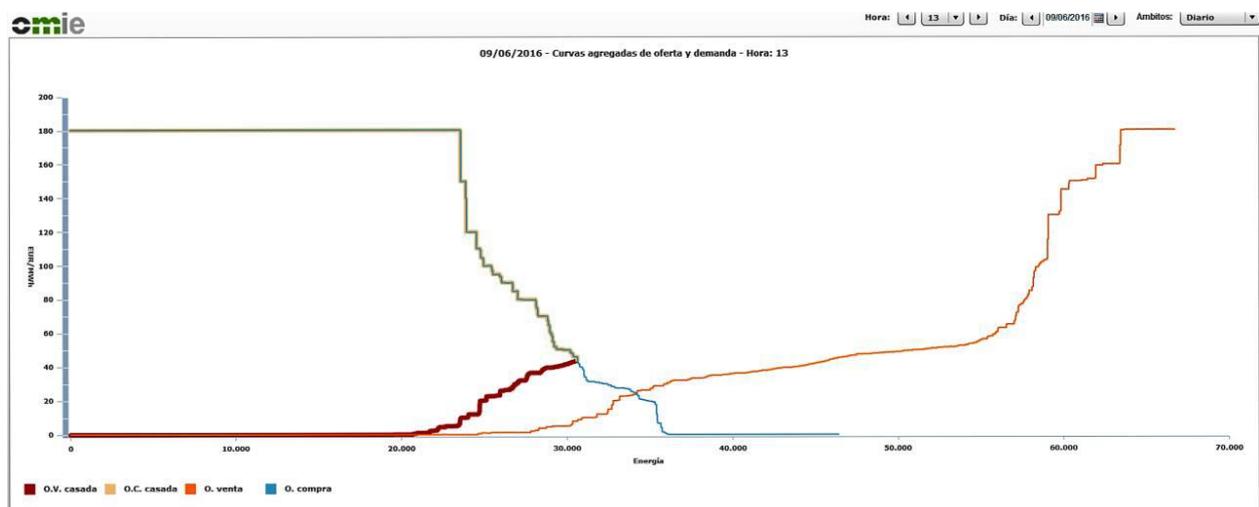


Ilustración 5. Curva agregada de ofertas de compra y venta

Como se ha visto anteriormente, se consideran dos tipos de ofertas: ofertas simples y complejas. En primer lugar, se realiza un método de casación simple con el que se obtiene, para cada periodo de programación, el precio marginal y el volumen de energía que se acepta para cada unidad de venta y adquisición. A continuación, el algoritmo Euphemia encuentra una nueva solución teniendo en cuenta las ofertas complejas. Las condiciones complejas provocan un desplazamiento de la curva agregada de venta hacia la izquierda, lo que hace que el precio aumente respecto a la casación simple.

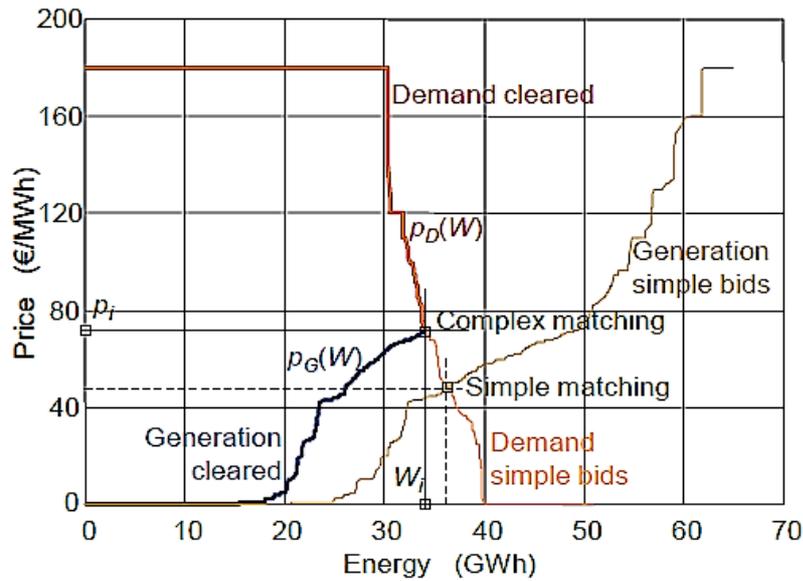


Ilustración 6. Punto de casación simple y complejo

Una vez realizado el proceso de casación de Euphemia, quedarán asignados los valores de los tramos de energía casados y no casados de todas las ofertas que han declarado alguna de las condiciones complejas, así como los valores de los tramos de energía casados y no casados por el conjunto de ofertas que no han declarado ninguna condición compleja.

Finalmente, el Operador del Sistema (REE-Red Eléctrica Española) valida la planificación de las unidades siempre que respeten las restricciones técnicas del sistema. De esta forma, queda constituido el Programa Diario Viable Definitivo.

Si durante el proceso de casación el intercambio entre mercados llega a su valor máximo, ya sea de exportación o de importación, los mercados evolucionarán de manera desacoplada alcanzando cada uno un precio marginal correspondiente a las ofertas de su mercado, esto se conoce como separación de mercados (Market Splitting). En el caso de que las interconexiones no se saturen, el precio marginal que se alcanza será el mismo para ambos mercados.

#### 4.1.3.1. Determinación de la curva de oferta de venta

El Operador del Mercado establecerá, para cada periodo de programación del horizonte diario, el orden de precedencia económica de las ofertas de venta partiendo de la más barata, hasta llegar a la más cara necesaria para cubrir la demanda de energía en dicho periodo de programación. En el caso de que existan tramos de energía al mismo precio se ordenarán con los siguientes criterios:

- Fecha, hora, minuto y segundo de inserción en el sistema de información del Operador del Mercado de la oferta de menor a mayor.

- Volumen de energía del tramo de menor a mayor. En el caso de que la mencionada fecha, hora, minuto y segundo también coincida en ambas ofertas, estas serán ordenadas por la cantidad de energía en el tramo.
- Orden alfabético de menor a mayor. En caso de que la cantidad de energía también coincida se ordenarán por orden alfabético, y numérico en su caso, decreciente.

#### **4.1.3.2. Determinación de la curva de oferta de compra**

El Operador del Mercado establecerá para cada periodo de programación de un horizonte diario, el orden de precedencia económica de las ofertas de compra partiendo de la más cara, hasta llegar a la más barata en dicho periodo de programación. En el caso de que existan tramos de energía al mismo precio se ordenarán con los siguientes criterios:

- Fecha, hora, minuto y segundo de inserción en el sistema de información del Operador del Mercado de la oferta de menor a mayor.
- Volumen de energía del tramo de menor a mayor. En el caso de que la mencionada fecha, hora, minuto y segundo también coincida en ambas ofertas, estas serán ordenadas por la cantidad de energía en el tramo.
- Orden alfabético de menor a mayor. En caso de que la cantidad de energía también coincida se ordenarán por orden alfabético, y numérico en su caso, decreciente.



## 5. LA COMERCIALIZACIÓN

---

Definición de comercializadora por el artículo 6.1.f) de la Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico: “son aquellas sociedades mercantiles, o sociedades cooperativas de consumidores y usuarios, que, accediendo a las redes de transporte o distribución, adquieren energía para su venta a los consumidores, a otros sujetos del sistema o para realizar operaciones de intercambio internacional en los términos establecidos por la ley”

La actividad de la comercialización se encuentra regulada en los artículos 46 y 47 de la Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico y en los artículos 70 a 74 del Real Decreto 1955/2000, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de energía eléctrica.

Se pueden distinguir dos tipos de comercializadoras:

- Comercializadora de referencia: son aquellas autorizadas por el Ministerio de Industria, Energía y Turismo a ofrecer el PVPC (Precio Voluntario al Pequeño Consumidor) y el bono social.
- Comercializadoras de mercado libre: no llevan a cabo una actividad regulada. Adquieren la energía en el mercado de forma libre y posteriormente la venden a sus clientes.

El listado completo de comercializadoras es publicado por la Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia (CNMC).

A continuación, se describen las operaciones que tiene que llevar a cabo una comercializadora eléctrica. Se entra en mayor profundidad en aquellas operaciones que son objeto de este trabajo. Estas son las que se indican en *Resumen*.

### 5.1. Backoffice

Es la gestión administrativa de la comercializadora. Las tareas que engloba son:

- Switching. Gestionar las altas, bajas y modificaciones de contrato de un CUPS (Código Universal de Punto de Suministro). El CUPS es un código único que identifica al consumidor.

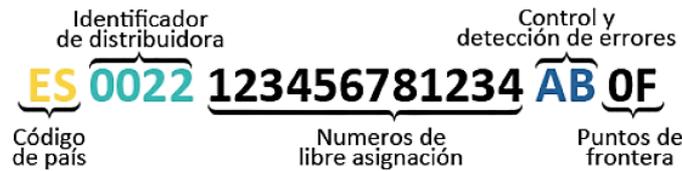


Ilustración 7. Descripción CUPS. Fuente: [1]

- Gestión de medidas eléctricas (metering). El SIPS (Sistema de Información de Puntos de Suministro de gas y electricidad) contiene los consumos mensuales de los tres últimos años de cada CUPS. Los consumos mensuales se muestran por periodos de discriminación horaria.
- Facturación (compras y ventas).

## 5.2. Compra de energía eléctrica en OMIE

La principal función de una comercializadora es comprar energía eléctrica en el mercado para posteriormente venderla a los consumidores o a otros sujetos del sistema. Para ello, las comercializadoras tienen que estimar la energía eléctrica que su cartera de clientes va a consumir en barras de central (consumo más pérdidas eléctricas) y el precio al que va a casar el mercado en cada una de las horas del día.

### 5.2.1. Estimación del consumo eléctrico

Llegados a este punto, es conveniente explicar brevemente qué son las tarifas de acceso y cómo se clasifican.

Las tarifas de acceso son los grupos tarifarios en los que se clasifican los puntos de suministro, con características comunes a la hora de aplicar las pérdidas eléctricas, los peajes y otros cargos, como pueden ser la energía reactiva, los excesos de potencia. Las tarifas de acceso se clasifican según el nivel de tensión y la potencia contratada:

Tipo de tensión	Código	Periodos de discriminación horaria	Tensión de suministro	Potencia contratable
Baja Tensión	2.0 A	1	Hasta 1 kV	Hasta 10 kW
	2.0 DHA	2		
	2.0 DHS	3		
	2.1 A	1		Entre 10 y 15 kW
	2.1 DHA	2		
	2.1 DHS	3		
	3.0 A	3		
Alta Tensión	3.1 A	3	Entre 1 y 30 kV	Hasta 450 kW
	6.1 A	6		Más de 450 kW
	6.1 B	6	Entre 30 y 36 Kv	Más de 450 kW
	6.2	6	Entre 36 y 72.5 kV	Más de 450 kW
	6.3	6	Entre 72.5 y 145 kV	Más de 450 kW
	6.4	6	Más de 145 kV	Más de 450 kW

Table 1. Tarifas de acceso.

Los periodos de discriminación horaria permiten hacer una distinción de períodos horarios durante el mismo día para establecer diferentes precios por el kWh. A continuación, se muestra el calendario con los diferentes periodos de discriminación horaria de cada tarifa:

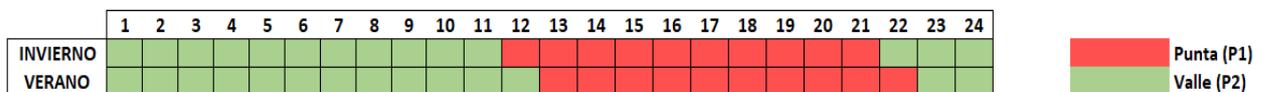


Ilustración 8. Periodos de discriminación horaria para tarifa 2.0 DHA

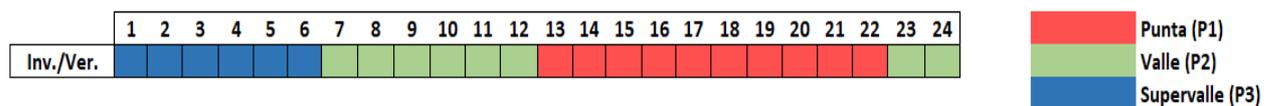


Ilustración 9. Periodos de discriminación horaria para tarifa 2.0 DHS

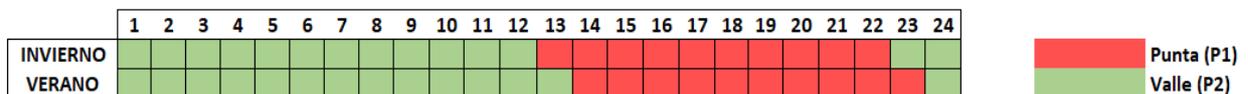


Ilustración 10. Periodos de discriminación horaria para tarifa 2.1 DHA.

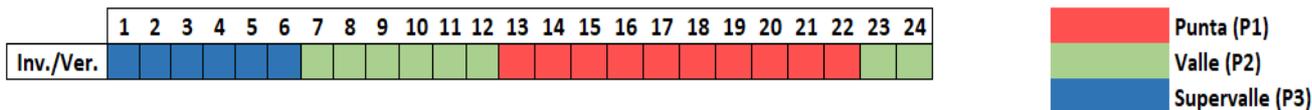


Ilustración 11. Periodos de discriminación horaria para tarifa 2.1 DHS.

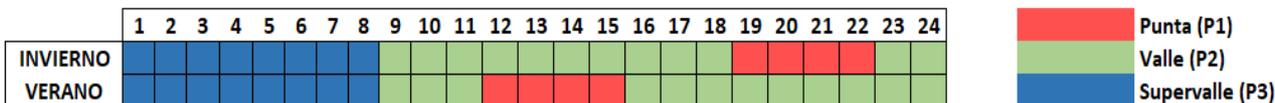


Ilustración 12. Periodos de discriminación horaria para tarifa 3.0 A.

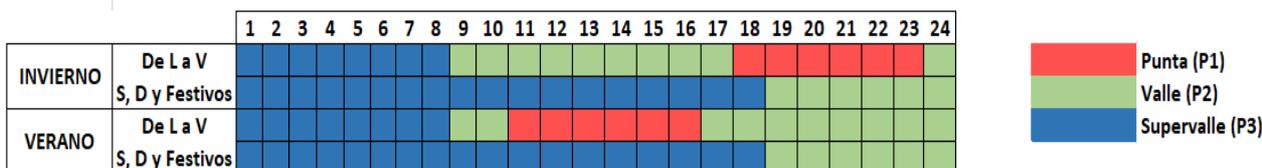


Ilustración 13. Periodos de discriminación horaria para tarifa 3.1 A

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Enero	P6	P2	P2	P1	P1	P1	P2	P2	P2	P2	P1	P1	P1	P2	P2	P2								
Febrero	P6	P2	P2	P1	P1	P1	P2	P2	P2	P2	P1	P1	P1	P2	P2	P2								
Marzo	P6	P4	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P4	P4														
Abril	P6	P5																						
Mayo	P6	P5																						
Junio (1-15)	P6	P4	P3	P3	P3	P3	P3	P4																
Junio (15-30)	P6	P2	P2	P2	P1	P2	P2	P2	P2															
Julio	P6	P2	P2	P2	P1	P2	P2	P2	P2															
Agosto	P6																							
Septiembre	P6	P4	P3	P3	P3	P3	P3	P4																
Octubre	P6	P5																						
Noviembre	P6	P4	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P4	P4														
Diciembre	P6	P2	P2	P1	P1	P1	P2	P2	P2	P2	P2	P1	P1	P1	P2	P2								

Ilustración 14. Periodos de discriminación horaria para tarifas 6.X.

En función del tipo de tarifa se estima el consumo eléctrico:

- Contratos de baja tensión: usando históricos de consumos de cada uno de los clientes (SIPS), los parámetros de pérdidas, los perfiles, las demandas peninsulares reales habidas en los días

anteriores y la previsión de la demanda eléctrica peninsular, se obtiene el consumo eléctrico de la cartera de clientes para cada una de las horas del día.

- Contratos de alta tensión: usando históricos de consumos de cada uno de los clientes (SIPS), la curva horaria hasta el día previo a la compra preferentemente, parámetros de pérdidas, las demandas peninsulares reales habidas en los días anteriores y la previsión de la demanda eléctrica peninsular, se obtiene un valor separado para todos los clientes cada hora, y un agregado final, suma de los anteriores.

Como se indica en *Resumen*, este trabajo aborda la estimación del consumo eléctrico de contratos de baja tensión. Para ver el detalle de cómo se hace esta estimación, ir al capítulo 6. *Implementación*.

En los siguientes apartados se explican algunos conceptos que intervienen en el proceso de estimación del consumo eléctrico de contratos de baja tensión.

#### 5.2.1.1. Perfilados

Asignan a los consumidores un patrón de comportamiento en función de su grupo tarifario. Los perfiles permiten repartir el consumo por horas. Por tanto, se utilizan para obtener la demanda horaria, a partir de registros de medida no horarios. Esta es la forma de estimar cuando no se dispone de teled medida: el consumo horario de un CUPS se calcula multiplicando el consumo mensual del SIPS por los perfiles.

El perfilado se puede definir como el peso, en tanto por uno, de cada hora en el consumo anual:

$$\sum_{h=1}^{8760} P_h = 1$$

Se calculan según el método de cálculo descrito en la *Resolución de 26 de diciembre de 2017 de la Dirección General de Política Energética y Minas*. Para ello, se parte de unos perfiles iniciales y de una demanda de referencia que publica el BOE. Para actualizar los perfiles iniciales, calculando así el perfilado final, es necesario conocer la demanda en todas las horas del mes en curso.

En el capítulo 6. *Implementación* se entra en detalle en el cálculo de los perfiles.

#### 5.2.1.2. Consumo Anual Equivalente (CAE)

Como se ha explicado, los perfiles permiten calcular la demanda horaria a partir de registros de medida no horarios. Al no disponer de registros de medida de los días futuros, se hace una estimación a partir del consumo y del perfilado habidos en la misma fecha, pero del año anterior. Es aquí donde entra en juego el Consumo Anual Equivalente.

El Consumo Anual Equivalente es particular para cada CUPS, no como el perfilado que es común para todos los consumidores que pertenezcan a un mismo grupo tarifario.

Conocido el SIPS y tarifa de un CUPS y los perfiles finales publicados por REE, se puede calcular el Consumo Anual Equivalente de dicho CUPS por intervalo de tiempo y periodo de discriminación horaria.

Como se ha comentado anteriormente, el SIPS contiene el consumo agregado de los últimos 3 años por meses (i) y periodos de discriminación horaria (p). El CAE por intervalo de tiempo (i) y periodo de discriminación horaria (p) será el cociente entre el consumo del SIPS en el periodo (p) del intervalo (i) del año anterior y el sumatorio de los perfiles finales, que correspondan según la tarifa, de aquellas horas que pertenezcan a dicho periodo de discriminación horaria (p) e intervalo de tiempo (i).

$$\left. \begin{array}{l} \text{Consumo}_{ip} \leftrightarrow \sum_{h \in i,p} P_h \\ \text{Consumo Anual (CAE)} \leftrightarrow \sum_{h \in \text{Año}} P_h = 1 \end{array} \right\} CAE_{ip} = \text{Consumo}_{ip} / \sum_{\forall h \in i,p} P_h$$

Una vez conocido el CAE de un cliente, se calcula su consumo horario multiplicando dicho CAE por el perfilado final, del año en curso, que corresponda según la hora y tarifa.

En el capítulo 6. *Implementación* se entra en detalle en el cálculo del CAE.

### 5.2.2. Predicción de precio

La predicción del precio al que va a casar el mercado es realmente útil para definir la estrategia de compra y de venta.

El precio de casación del mercado depende de:

- Tecnologías que forman el PDBF (Programa diario base de funcionamiento). El PDBF es establecido en base a la casación de ofertas de generación y demanda recibidas de los agentes del mercado diario más los contratos bilaterales.
- Precios de los combustibles.
- Agua embalsada.
- Intercambios internacionales.
- Demanda (climatología, laboralidad...)

- Otros

### 5.3. Compras en los mercados a plazo

Como se explica en el capítulo 4, *Mercado eléctrico español*, los mercados a plazo son un conjunto de mercados en los que, con años, meses, semanas o días de antelación a la entrega física de la energía, se intercambian contratos de compra-venta de electricidad con plazos de entrega superiores a 24 horas (semanas, meses, trimestres, años).

Permite tener una referencia de precio estable para un determinado periodo de tiempo, evitando la alta variación en los precios del mercado diario de electricidad.

Estos mercados permiten:

- Enviar señales de precio.
- Transferencia de riesgos entre agentes.

El precio de la electricidad en los mercados a plazo varía en función de las expectativas que los agentes tienen sobre la evolución de ciertas variables (precios de combustibles, previsión de las tecnologías que forman el PDBF, agua embalsada, climatología, laboralidad, etc.). Para determinar el precio de casación de los mercados a plazo, se han de realizar previsiones de la evolución del precio del mercado spot.

Los instrumentos en los mercados a plazo son:

- **SWAPS:** Instrumento financiero mediante el cual una entidad compra electricidad a un precio fijo y otra entidad la vende por el mismo precio. Cuando se negocia, ambas partes acuerdan un plazo de vencimiento. Aunque no requiere un intercambio físico de electricidad, hay que complementarlo con la compra/venta de energía en el pool. Liquidada por diferencia frente al precio del pool en el momento en que vence el contrato.

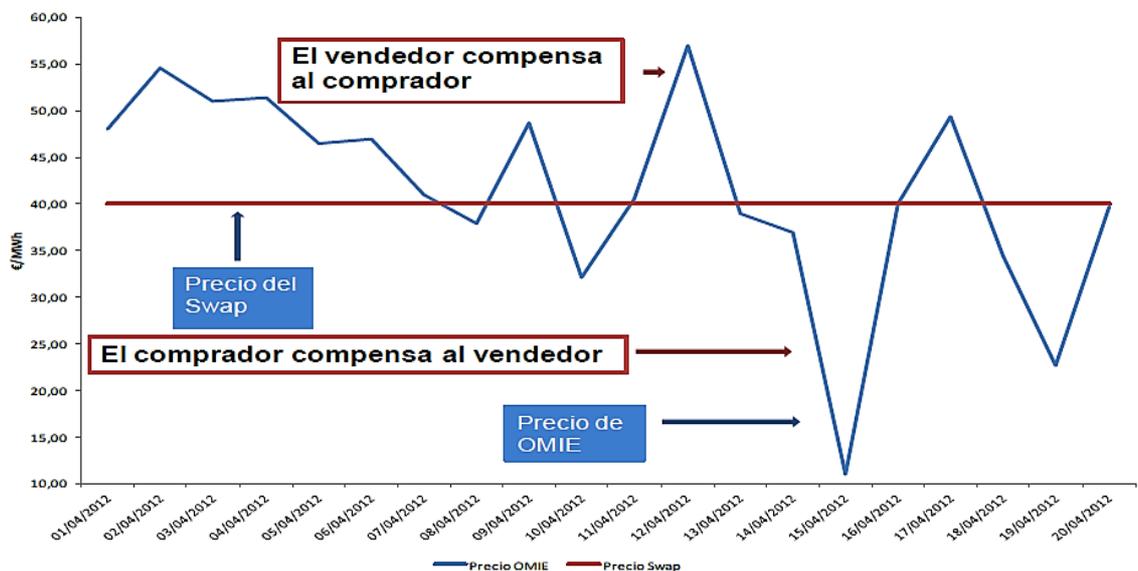


Ilustración 15. Liquidación de SWAPS. Fuente: [1]

- Futuros: Similar al SWAPS, la diferencia radica en que los futuros se van liquidando diariamente.
- Opciones: Contrato por el cual se negocia el derecho a comprar o vender un producto a un determinado precio mediante el pago de una prima. Permite limitar pérdidas pagando una prima (seguro).

Estos instrumentos se utilizan para:

- Cobertura física: herramienta para gestionar el riesgo de precio. Permite a los compradores y vendedores cubrir sus posiciones.
- Especulación financiera.

## 5.4. Liquidaciones

Se trata del cálculo oficial del monto de los pagos y cobros que cada agente del mercado debe realizar.

Las liquidaciones son calculadas por OMIE y REE.

### 5.4.1. Liquidaciones OMIE

Garantizan el correcto flujo económico entre vendedores (derechos de cobro) y compradores (obligaciones de pago). OMIE está encargado de satisfacer los derechos y obligaciones que contraen los agentes como resultado de sus contrataciones en el mercado.

En la liquidación se realizan las siguientes anotaciones para cada hora y sesión del mercado diario e intradiario, aplicando el precio marginal español o portugués según la zona a la que pertenezca la unidad:

- Unidad vendedora: derecho de cobro calculado como el producto de la energía vendida por el precio de casación del mercado.
- Unidad compradora: obligación de pago calculada como el producto de la energía comprada por el precio de casación del mercado.

La liquidación diaria de cada agente se obtiene como la suma de las anotaciones horarias.

El operador del mercado expide diariamente facturas correspondientes al día anterior. Los agentes disponen de un plazo de tres días para presentar las reclamaciones que consideren oportunas. Estas reclamaciones deben ser resueltas por el Operador del Mercado en un plazo no superior a tres días.

El primer día hábil de cada semana el Operador del Mercado publica a cada agente las notas agregadas de cargo y abono con el importe neto a pagar o cobrar como resultado de las liquidaciones de la semana anterior:

- Los agentes deudores tienen que hacer efectivos los pagos el tercer día hábil de la semana.
- Los agentes acreedores reciben el cobro el día hábil posterior a la fecha de pagos.

#### 5.4.2. Liquidaciones REE

Consiste en anotar en el registro de anotaciones de cuenta (RAC), el detalle horario de energías, precios e importes de cada transacción por unidad de programación. Los archivos de liquidación se agrupan por meses. Hasta la cuarta semana del mes M+11 no se tendrá la liquidación definitiva.

El calendario de liquidaciones es el siguiente:

Liquidaciones del mes M	Alcance	Factura (Pago/Cobro)	Importe liquidación	Importe factura
Liquidación inicial Provisional 1º	1 al 15	4ª semana M	C1	C1
Liquidación inicial Provisional 2ª	Mes	2ª semana M+1	C2	C2-C1
Liquidación intermedia Provisional	Mes	4ª semana M+3	C3	C3-C2
Liquidación Final Provisional	Mes	4ª semana M+8	C4	C4-C3
Liquidación Final Definitiva	Mes	4ª semana M+11	C5	C5-C4

Tabla 1. Calendario liquidaciones.

El calendario del año 2018 se puede descargar desde el siguiente enlace:

[http://www.ree.es/sites/default/files/01\\_ACTIVIDADES/Documentos/Documentacion-Simel/Calendario\\_SIMEL\\_2018.pdf](http://www.ree.es/sites/default/files/01_ACTIVIDADES/Documentos/Documentacion-Simel/Calendario_SIMEL_2018.pdf)

En un mes M cualquiera, las liquidaciones disponibles son las que se representan con una celda verde:

	C2	A3	C3	A4	C4	A5	C5
M-13							
M-12							
M-11							
M-10							
M-9							
M-8							
M-7							
M-6							
M-5							
M-4							
M-3							
M-2							
M-1							
M							
	C2	A3	C3	A4	C4	A5	C5

Ilustración 16. Liquidaciones disponibles en un mes M.

C2: Cierre Liquidación Inicial Provisional Primera.

A3: Avance Liquidación Inicial Provisional Segunda.

C3: Cierre Liquidación Inicial Provisional Segunda.

A4: Avance Liquidación Final Provisional.

C4: Cierre Liquidación Final Provisional.

A5: Avance Liquidación Final Definitiva.

C5: Cierre Liquidación Final Definitiva.

En C2 la energía liquidada es una estimación que hace REE en función de las compras del sujeto en el mercado. A partir de A3, la energía liquidada se corresponde con la energía medida por las distribuidoras más las pérdidas estimadas. Conforme se avanza en las liquidaciones, la energía liquidada se va ajustando mejor a la energía realmente consumida por los clientes.

Los costes que forman la liquidación son los siguientes:

- Costes a repartir entre la demanda:
  - ✓ Restricciones al PDBF (Programa Diario Base de Funcionamiento): resolución de las restricciones técnicas identificadas en el Programa Diario Base de Funcionamiento

mediante la modificación de los programas de las Unidades de Programación y el posterior proceso de reequilibrio generación-demanda.

- ✓ Restricciones tiempo real: Proceso realizado por el operador del sistema consistente en la resolución de las restricciones técnicas identificadas durante la operación en tiempo real mediante la modificación de los programas de las unidades de programación.
- ✓ Reserva de potencia: Coste de los servicios de ajuste del sistema. Algunos generadores fijan un valor intermedio de generación para poder mover su producción en tiempo real ayudando a mantener el equilibrio entre generación y demanda.
- ✓ Banda secundaria: La regulación secundaria es un servicio complementario que tiene por objeto el mantenimiento del equilibrio generación-demanda, corrigiendo los desvíos respecto a los programas de intercambio previstos en la interconexión España- Francia, y las desviaciones de la frecuencia.
- ✓ Incumplimiento energía balance.
- ✓ Saldo desvíos: Coste de compensar los desfases entre lo real y lo previsto en el mercado. Se asigna a los generadores y comercializadores que hayan tenido desvíos.
- ✓ Fallo programación.
- ✓ Intercambio de apoyo con precio.
- ✓ Saldo entre sistemas.
- ✓ Interrumpibilidad: Disposición de los grandes consumidores de energía eléctrica que, en respuesta a una orden dada por el operador del sistema, reducen su consumo para mantener el equilibrio entre generación y demanda, percibiendo a cambio una retribución económica soportada por la demanda.
- ✓ Control factor potencia.
- Costes que dependen de la actuación en el mercado:
  - ✓ Coste desvíos: Los desvíos son la diferencia entre la energía medida y la energía programada en el mercado. Pueden ser desvíos a subir (resultan cuando la producción medida en barras de central es mayor a la programada en el mercado o cuando el consumo medido es menor que el programado en el mercado) o desvíos a bajar (resultan cuando la producción medida en barras de central es menor a la programada en el mercado o cuando

el consumo medido es mayor que el programado en el mercado). Estos desvíos suponen un sobrecoste al sistema.

- Costes que dependen de la tarifa de acceso:
  - ✓ Pagos por capacidad. es un pago por disponibilidad. Se trata de un incentivo económico a las centrales de generación por la disponibilidad de generación para cubrir la demanda en horas de punta a precios razonables.

## 5.5. Garantías

Son mecanismos que aseguran que cada agente pagará las cantidades debidas a OMIE o a REE.

### 5.5.1. Garantías OMIE

Para poder comprar, el agente tiene que presentar una garantía que le sirva para responder de las obligaciones que contraiga en virtud de sus adquisiciones en el mercado. En caso de incumplimiento del pago, el operador del mercado ejecutará las garantías del agente incumplidor para hacer frente a los derechos de cobro de los agentes acreedores. La falta de esta garantía impedirá al agente intervenir como comprador en el mercado de producción.

Las garantías que hay que presentar ante OMIE son:

- Garantías de Operación: es la garantía que un agente debe disponer para poder realizar compras en el mercado diario e intradiario. Se calcula como el sumatorio, para cada una de las horas del día, del producto de la energía de la oferta de compra por el precio de dicha oferta.

$$GO = \sum_{i=1}^{24} E_{oferta_i} * P_{oferta_i}$$

- Garantía de Crédito: da cobertura a las obligaciones económicas que derivan de la actuación de un agente en el mercado. Una vez casado el mercado, OMIE pasa a retener esta garantía que se calcula como el sumatorio, para cada una de las horas del día, del producto de la energía comprada por el precio de casación del mercado.

$$GC = \sum_{i=1}^{24} E_{comprada} * P_{casación_i}$$

- Garantías complementarias: cubren situaciones de especial riesgo.

El Operador del Mercado realiza un seguimiento diario de las garantías y las liberará cuando el agente lo solicite, si ha cumplido todas sus obligaciones.

### 5.5.2. Garantías REE

Las comercializadoras deben acreditar su capacidad económica mediante la presentación de esta garantía de acuerdo con el Procedimiento de Operación 14.3.

La garantía se presenta ante MEF TECNOLOGÍA Y SERVICIOS, S.A.U.. Existen tres tipos de garantía:

- **GOB: Garantías de Operación Básica.** Para iniciar la participación en el mercado. Garantiza el pago quincenal de C1. Se revisa trimestralmente (marzo, junio, septiembre y diciembre) teniendo vigencia durante todo el trimestre más un mes. Para su cálculo:
  - ✓ **Sujetos nuevos:** se toma el máximo valor entre la previsión de compra de energía en los próximos 35 días, la previsión de potencia máxima por 24 horas y por 9 días, 10.000 €.
  - ✓ **Sujetos con historia:** se toma el máximo valor entre el histórico del último año móvil de la previsión de compra de energía en los próximos 35 días, previsión de potencia máxima por 24 horas y por 9 días.

Se redondeará al alza a un múltiplo de mil euros, y un mínimo de 10.000 €.

- **GOA: Garantías de Operación Adicional.** Cubre las posibles variaciones que puede haber entre la C2 y la C5. Se solicita a todos los sujetos para los meses en que no se disponga de Liquidación Final Definitiva. Su vigencia debe ser, como mínimo, de doce meses. El importe de garantía de operación adicional (GOA) en un mes M para el conjunto de meses sin Liquidación Final Definitiva se calculará como suma de la garantía de operación adicional de cada uno de dichos meses sin Liquidación Final Definitiva:

$$GOA_M = \sum_m GOA_m$$

$GOA_m$  se calcula conforme el *P.O. 14.3 Garantías de pago*.

- **Garantía excepcional:** exigible a los sujetos en aquellos supuestos en que el Operador del Sistema lo considere necesario. No son usuales.



## 6. IMPLEMENTACIÓN

Las actividades que son objeto de este trabajo son:

- Estimación del consumo eléctrico de contratos de baja tensión
- Cálculo de costes (liquidaciones OMIE REE)
- Cálculo de garantías (OMIE REE)

### 6.1. Estimación del consumo eléctrico de contratos de baja tensión

El objetivo de este apartado es establecer un sistema que permita realizar de la manera más eficaz y automatizada posible la estimación de energía eléctrica que un conjunto de clientes va a consumir en cada una de las horas del día. El alcance son los puntos con contratos en baja tensión.

Para calcular la energía a comprar se necesitan los siguientes datos:

- Consumo del CUPS del último año.
- Tarifa del CUPS.
- Pérdida horaria a aplicar según tarifas.
- Perfilado horario a aplicar por tarifa.

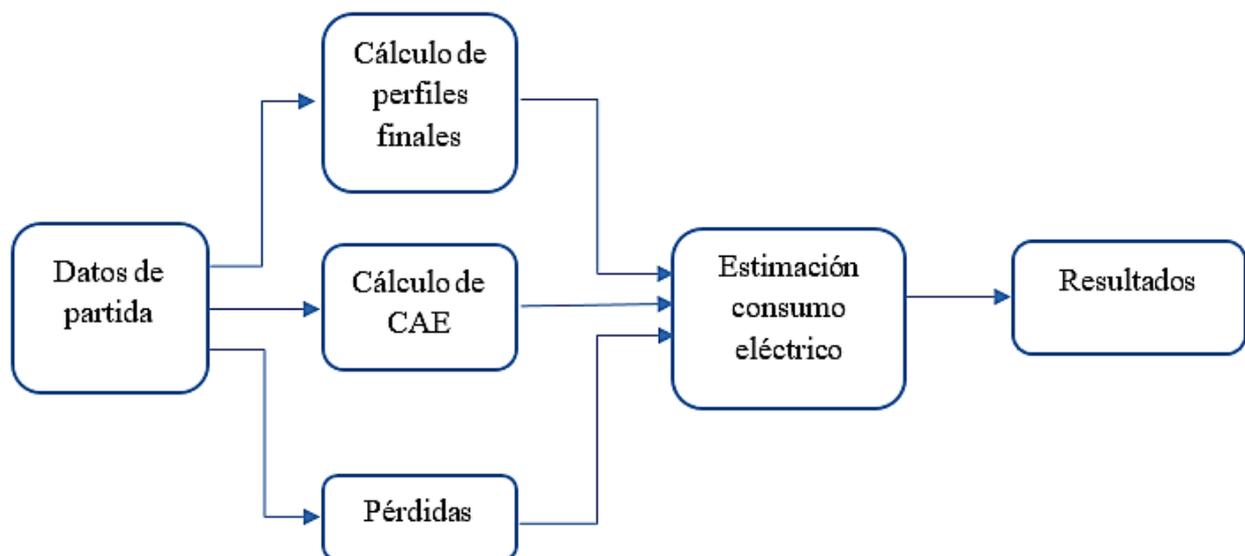


Ilustración 17. Diagrama de flujo para la estimación del consumo eléctrico

### 6.1.1. Datos de partida

En este apartado se enumeran y explican los ficheros que hay que descargar para poder estimar el consumo eléctrico. Para cada fichero se especifica: la descripción del contenido, la dirección web desde donde se pueden descargar, la extensión y el formato del nombre con el que hay que guardar el archivo para que pueda ser leído por las funciones de Matlab.

#### 6.1.1.1. Perfiles iniciales y demanda de referencia

Publicado por REE a finales del año AAAA, contiene los perfiles iniciales y la demanda de referencia por tarifa y hora para el año (AAAA+1).

- Consumidores con peaje de acceso 2.0A y 2.1A y equipos de medida de un solo período → Perfil tipo a (Pa).
- Consumidores con peaje de acceso 2.0 DHA y 2.1 DHA y equipo de medida adaptado al horario de dichos peajes de acceso → Perfil tipo b (Pb).
- Consumidores con peaje de acceso 3.0 A y 3.1 A con medida en baja tensión y registro en 6 períodos → Perfil tipo c (Pc).
- Consumidores con peaje de acceso 2.0 DHS y 2.1 DHS y equipos de medida adaptado al horario de dichos peajes de acceso → Perfil tipo d (Pd).

Además, define los coeficientes  $\alpha_i$ ,  $\beta_i$  y  $\gamma_i$  para cada una de las tarifas necesarios para el cálculo de los perfiles finales.

Descripción de la cabecera del fichero:

- Columna 1: Mes del año
- Columna 2: Día del mes
- Columna 3: Hora del día
- Columna 4: Perfil inicial tipo A (Pa0)
- Columna 5: Perfil inicial tipo B (Pb0)
- Columna 6: Perfil inicial tipo C (Pc0)
- Columna 7: Perfil inicial tipo D (Pd0)
- Columna 8: Demanda horaria de referencia (MW)

La dirección web donde se descarga este fichero es: <http://www.ree.es/es/actividades/operacion-del-sistema-electrico/medidas-electricas>

## Medidas eléctricas

De acuerdo con el artículo 30.2 de la Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico, entre las funciones del operador del sistema está "la responsabilidad del sistema de medidas del sistema eléctrico nacional, debiendo velar por su buen funcionamiento y correcta gestión y ejerciendo las funciones de encargado de lectura de los puntos frontera que reglamentariamente se establezcan".

Para el desarrollo de la citada función, Red Eléctrica de España gestiona desde el año 1998, de forma neutral e independiente, el concentrador principal del Sistema de Información de Medidas Eléctricas (SIMEL).

El sistema de medidas eléctricas constituye un elemento básico necesario para el funcionamiento de un mercado abierto y para efectuar el cierre de las energías intercambiadas entre los distintos sujetos, que posibilita su liquidación económica.

> ¿Qué es el Simel?

> Documentación

> Solicitud de acceso seguro a información de medidas

> Informes Simel

▼ **Perfiles de consumo**

Red Eléctrica, como operador del sistema, calcula y publica regularmente los perfiles finales de consumo y la demanda del sistema eléctrico peninsular, válida exclusivamente a efectos de la determinación de estos perfiles finales.

Perfil final es el perfil de carga que se utilizará para obtener las medidas horarias de los consumidores de un determinado tipo, a partir de registros de medida no horarios.

Los perfiles finales se calculan según el método de cálculo descrito en la [Resolución de 26 de diciembre de 2017 de la Dirección General de Política Energética y Minas \(PDF, 46 MB\)](#).

La **demanda de referencia y perfiles iniciales para el año 2018 (XLSX, 706 KB)** son los establecidos en la resolución anteriormente indicada y están disponibles en formato Excel para su consulta.

La demanda del sistema a efectos de la determinación de los perfiles finales de consumo se obtiene integrando horariamente los datos de demanda estimados en tiempo real por Red Eléctrica, a partir de telemedidas y valores programados.

Los datos mensuales se publican antes de que transcurran cinco días desde el final del mes de consumo al que se refieren. Las correcciones de los datos de demanda, que puedan producirse con posterioridad a la publicación de los perfiles de consumo, serán tenidas en cuenta únicamente a los efectos informativos que correspondan, sin afectar en ningún caso al cálculo de estos perfiles.

Paquetes de acceso Información de Medidas Eléctricas

Perfiles de consumo

Perfiles finales de consumo - Mensual

Demanda del sistema a efectos de cálculo de perfiles - Mensual

Demanda del sistema a efectos de cálculo de perfiles - Diario provisional

Ilustración 18. Web para la descarga de la demanda de referencia y perfiles iniciales.

El fichero a descargar se debe guardar con el siguiente nombre y extensión: *perfiles\_iniciales\_AAAA.xlsx* donde AAAA es el año que se desea descargar.

### 6.1.1.2. Demanda del sistema a efecto de cálculo de perfiles. Mensual.

Estos ficheros hay que descargarlos mensualmente. Son publicados por REE el día siguiente de acabar el mes MM y contienen la demanda horaria real en dicho mes. Son necesarios para la actualización de los perfilados a partir de los perfiles iniciales.

Descripción de la cabecera del fichero:

- Columna 1: Año
- Columna 2: Mes del año
- Columna 3: Día del mes

- Columna 4: Hora del día
- Columna 5: Verano (1) / Invierno (0)
- Columna 6: Demanda horaria (MW)

La dirección web donde se descarga este fichero es: <http://www.ree.es/es/actividades/operacion-del-sistema-electrico/medidas-electricas>

El sistema de medidas eléctricas constituye un elemento básico necesario para el funcionamiento de un mercado abierto y para efectuar el cierre de las energías intercambiadas entre los distintos sujetos, que posibilita su liquidación económica.

> ¿Qué es el Simel?

> Documentación

> Solicitud de acceso seguro a información de medidas

> Informes Simel

▼ Perfiles de consumo

Red Eléctrica, como operador del sistema, calcula y publica regularmente los perfiles finales de consumo y la demanda del sistema eléctrico peninsular, válida exclusivamente a efectos de la determinación de estos perfiles finales.

Perfil final es el perfil de carga que se utilizará para obtener las medidas horarias de los consumidores de un determinado tipo, a partir de registros de medida no horarios.

Los perfiles finales se calculan según el método de cálculo descrito en la [Resolución de 26 de diciembre de 2017 de la Dirección General de Política Energética y Minas \(PDF, 46 MB\)](#).

La [demanda de referencia y perfiles iniciales para el año 2018 \(XLSX, 706 KB\)](#) son los establecidos en la resolución anteriormente indicada y están disponibles en formato Excel para su consulta.

La demanda del sistema a efectos de la determinación de los perfiles finales de consumo se obtiene integrando horariamente los datos de demanda estimados en tiempo real por Red Eléctrica, a partir de telemedidas y valores programados.

Los datos mensuales se publican antes de que transcurran cinco días desde el final del mes de consumo al que se refieren. Las correcciones de los datos de demanda, que puedan producirse con posterioridad a la publicación de los perfiles de consumo, serán tenidas en cuenta únicamente a los efectos informativos que correspondan, sin afectar en ningún caso al cálculo de estos perfiles.

Paquetes de acceso Información de Medidas Eléctricas

Perfiles de consumo

Perfiles finales de consumo - Mensual

Demanda del sistema a efectos de cálculo de perfiles - Mensual

Demanda del sistema a efectos de cálculo de perfiles - Diario provisional

Fecha

Mes \*  Año \*

Ilustración 19. Web para la descarga de los ficheros DEMR\_AAAAMM

Nombre y extensión: Al solicitar fichero se descarga un archivo .gz llamado DEMR\_AAAAMM.gz donde:

- AAAA: Año del mes que queremos obtener.
- MM: Mes que queremos obtener.

Este archivo contiene a otro llamado *DEMR\_AAAAMM.txt* que es el archivo que se desea obtener.

#### **6.1.1.3. Demanda del sistema a efecto de cálculo de perfiles. Diario provisional.**

Estos ficheros hay que descargarlos diariamente. Son publicados por REE al acabar el día DD y contienen la demanda horaria real de dicho día. Son necesarios para la actualización de los perfilados a partir de los perfiles iniciales.

Descripción de la cabecera del fichero:

- Columna 1: Año
- Columna 2: Mes del año
- Columna 3: Día del mes
- Columna 4: Hora del día
- Columna 5: Verano (1) / Invierno (0)
- Columna 6: Demanda horaria(MW)

La dirección web donde se descarga el fichero es: <http://www.ree.es/es/actividades/operacion-del-sistema-electrico/medidas-electricas>

El sistema de medidas eléctricas constituye un elemento básico necesario para el funcionamiento de un mercado abierto y para efectuar el cierre de las energías intercambiadas entre los distintos sujetos, que posibilita su liquidación económica.

- > ¿Qué es el Simel?
- > Documentación
- > Solicitud de acceso seguro a información de medidas
- > Informes Simel
- ▼ Perfiles de consumo

Red Eléctrica, como operador del sistema, calcula y publica regularmente los perfiles finales de consumo y la demanda del sistema eléctrico peninsular, válida exclusivamente a efectos de la determinación de estos perfiles finales.

Perfil final es el perfil de carga que se utilizará para obtener las medidas horarias de los consumidores de un determinado tipo, a partir de registros de medida no horarios.

Los perfiles finales se calculan según el método de cálculo descrito en la [Resolución de 26 de diciembre de 2017 de la Dirección General de Política Energética y Minas \(PDF, 46 MB\)](#).

La [demanda de referencia y perfiles iniciales para el año 2018 \(XLSX, 706 KB\)](#) son los establecidos en la resolución anteriormente indicada y están disponibles en formato Excel para su consulta.

La demanda del sistema a efectos de la determinación de los perfiles finales de consumo se obtiene integrando horariamente los datos de demanda estimados en tiempo real por Red Eléctrica, a partir de telemedidas y valores programados.

Los datos mensuales se publican antes de que transcurran cinco días desde el final del mes de consumo al que se refieren. Las correcciones de los datos de demanda, que puedan producirse con posterioridad a la publicación de los perfiles de consumo, serán tenidas en cuenta únicamente a los efectos informativos que correspondan, sin afectar en ningún caso al cálculo de estos perfiles.

Paquetes de acceso Información de Medidas Eléctricas

Perfiles de consumo

Perfiles finales de consumo - Mensual  
 Demanda del sistema a efectos de cálculo de perfiles - Mensual  
 **Demanda del sistema a efectos de cálculo de perfiles - Diario provisional**

Fecha

Día:  Mes:  Año:

**Solicitar fichero**

Ilustración 20. Web para la descarga de los ficheros DEMD\_AAAAMMDD

Nombre y extensión. Al solicitar fichero se descarga un archivo .gz llamado DEMD\_AAAAMMDD.gz donde

- AAAA: Año del día que se quiere obtener.
- MM: Mes del día que se quiere obtener.
- DD: Día que se quiere obtener

Este archivo contiene a otro llamado *DEMD\_AAAAMMDD.txt* que es el archivo que se desea obtener.

#### 6.1.1.4. Previsión de la demanda eléctrica peninsular

Permite obtener la previsión de la demanda horaria para el día actual y para los siguientes siete días. Cada día del año debe hacerse la descarga de este fichero cambiando la fecha con el objetivo de tener

una previsión de la demanda horaria para el día actual y los siguientes siete días. Se utilizan para la actualización de los perfiles finales a partir de los perfiles iniciales.

Descripción de la cabecera del fichero:

- Columna 1: id
- Columna 2: Name
- Columna 3: geoid
- Columna 4: geoname
- Columna 5: Demanda horaria prevista
- Columna 6: Fecha (año-mes-día-hora)

La dirección web desde la cual realizar la descarga es:

[https://www.esios.ree.es/es/analisis/460?vis=1&start\\_date=06-10-2017T00%3A00&end\\_date=06-10-2017T23%3A00&compare\\_start\\_date=05-10-2017T00%3A00&groupby=hour](https://www.esios.ree.es/es/analisis/460?vis=1&start_date=06-10-2017T00%3A00&end_date=06-10-2017T23%3A00&compare_start_date=05-10-2017T00%3A00&groupby=hour)

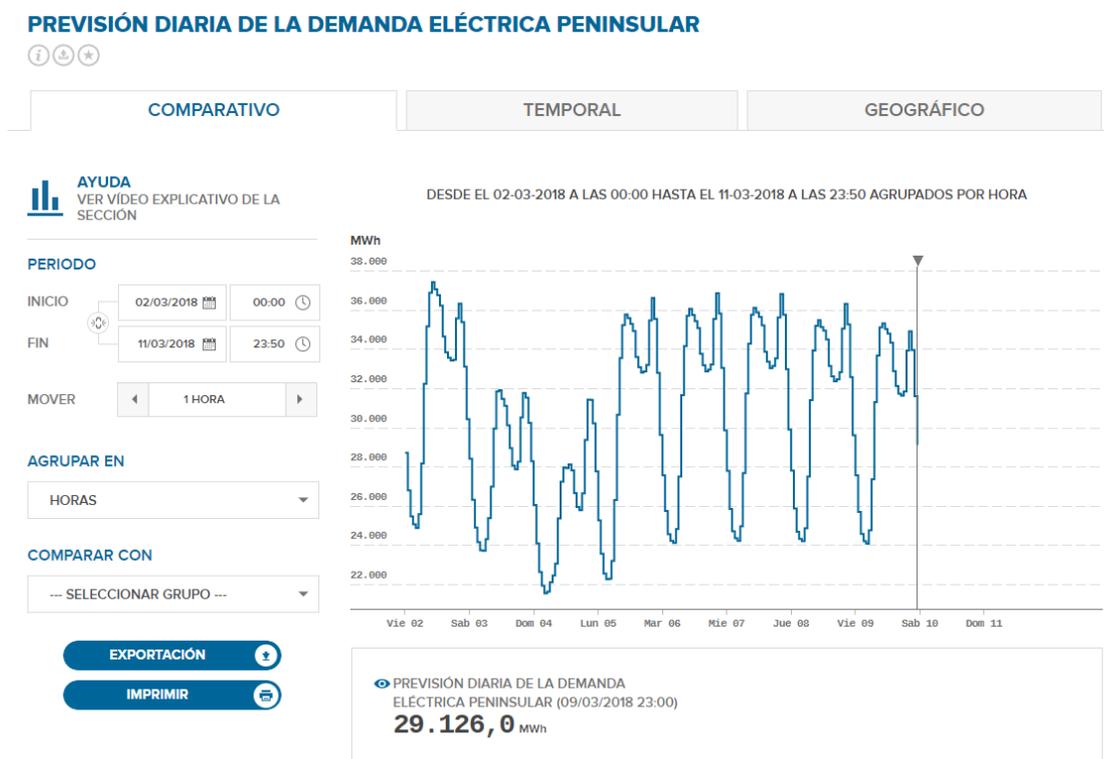


Ilustración 21. Web para la descarga del fichero DemandaPrevista\_AAAAMMDD

En el campo INICIO seleccionar la fecha del día actual y en el FIN seleccionar la fecha del séptimo día después de la fecha actual (el resultado es el mismo si en el campo FIN se elige la fecha de un día muy alejado del día actual ya que el horizonte máximo de previsión es de siete días).

Nombre y extensión. Al exportar fichero elegir CSV. Se descargará un archivo con el siguiente formato: `export_PrevisiónDiariaDeLaDemandaEléctricaPeninsular_AAAA-MM-DD_hh_mm.csv` donde:

- AAAA: Año en el momento de la descarga.
- MM: Mes en el momento de la descarga.
- DD: Día en el momento de la descarga.
- hh: Hora en el momento de la descarga.
- mm: Minuto en el momento de la descarga.

El archivo debe ser guardado con el siguiente formato: *DemandaPrevista\_AAAAMMDD.csv* donde:

- AAAA: Año de la fecha actual.
- MM: Mes de la fecha actual.
- DD: Día de la fecha actual.

#### 6.1.1.5. Perfiles finales de consumo. Mensual.

Publicado por REE al finalizar el mes MM contiene los perfiles finales por tarifa y hora de dicho mes. Es necesario descargarlos mensualmente.

Descripción de la cabecera del fichero:

- Columna 1: Año
- Columna 2: Mes del año
- Columna 3: Día del mes
- Columna 4: Hora del día
- Columna 5: Verano (1) / Invierno (0)
- Columna 6: Perfil fina tipo A (Paf)
- Columna 7: Perfil final tipo B (Pbf)
- Columna 8: Perfil final tipo C (Pcf)
- Columna 9: Perfil final tipo D (Pdf)

La dirección web donde se descarga el fichero es: <http://www.ree.es/es/actividades/operacion-del-sistema-electrico/medidas-electricas>

El sistema de medidas eléctricas constituye un elemento básico necesario para el funcionamiento de un mercado abierto y para efectuar el cierre de las energías intercambiadas entre los distintos sujetos, que posibilita su liquidación económica.

> ¿Qué es el Simel?

> Documentación

> Solicitud de acceso seguro a información de medidas

> Informes Simel

▼ Perfiles de consumo

Red Eléctrica, como operador del sistema, calcula y publica regularmente los perfiles finales de consumo y la demanda del sistema eléctrico peninsular, válida exclusivamente a efectos de la determinación de estos perfiles finales.

Perfil final es el perfil de carga que se utilizará para obtener las medidas horarias de los consumidores de un determinado tipo, a partir de registros de medida no horarios.

Los perfiles finales se calculan según el método de cálculo descrito en la [Resolución de 26 de diciembre de 2017 de la Dirección General de Política Energética y Minas \(PDF, 46 MB\)](#).

La [demanda de referencia y perfiles iniciales para el año 2018 \(XLSX, 706 KB\)](#) son los establecidos en la resolución anteriormente indicada y están disponibles en formato Excel para su consulta.

La demanda del sistema a efectos de la determinación de los perfiles finales de consumo se obtiene integrando horariamente los datos de demanda estimados en tiempo real por Red Eléctrica, a partir de telemidas y valores programados.

Los datos mensuales se publican antes de que transcurran cinco días desde el final del mes de consumo al que se refieren. Las correcciones de los datos de demanda, que puedan producirse con posterioridad a la publicación de los perfiles de consumo, serán tenidas en cuenta únicamente a los efectos informativos que correspondan, sin afectar en ningún caso al cálculo de estos perfiles.

Paquetes de acceso Información de Medidas Eléctricas

Perfiles de consumo

**Perfiles finales de consumo - Mensual**

Demanda del sistema a efectos de cálculo de perfiles - Mensual

Demanda del sistema a efectos de cálculo de perfiles - Diario provisional

Fecha

Mes \*  Año \*

**Solicitar fichero**

Ilustración 22. Web para la descarga del fichero PERFF\_AAAAMM

Nombre y extensión. Al solicitar fichero se descarga un archivo .gz llamado PERFF\_AAAAMM.gz donde:

- AAAA: Año del mes que queremos obtener.
- MM: Mes que queremos obtener.

Este archivo contiene a otro llamado *PERFF\_AAAAMM.txt* que es el archivo que se desea obtener.

#### 6.1.1.6. Listado de clientes

Se especifica para cada cliente el CUPS, la tarifa, la fecha de alta del contrato y la fecha de baja (si existiese). El nombre del fichero es *CUPS y TARIFA.csv*. Será necesario actualizar la lista cuando se incorporen o se den de baja clientes.

Fichero construido con datos aportados por la comercializadora.

#### 6.1.1.7. Sistema de información de puntos de suministro (SIPS)

Contiene el consumo agregado de los últimos 3 años por meses y períodos de discriminación horaria. Es necesario disponer del SIPS de cada uno de los clientes dados de alta.

Descripción de la cabecera del fichero:

- Columna 1: Fecha inicio del periodo de facturación (año-mes-día)
- Columna 2: Fecha fin del periodo de facturación (año-mes-día)
- Columna 3: Consumo en P1
- Columna 4: Consumo en P2
- Columna 5: Consumo en P3
- Columna 6: Consumo en P4
- Columna 7: Consumo en P5
- Columna 8: Consumo en P6

El archivo debe ser guardado con el siguiente formato: *SIPS\_XXXX.xlsx* donde:

- XXXX: CUPS del cliente.

Estos ficheros han sido aportados por la comercializadora.

#### 6.1.1.8. Pérdida horaria por tarifa

Como pérdida horaria para aplicar en el mes MM obtendremos los datos de la publicación del cierre provisional “A1\_liquicomun.zip” en el mes (MM-4). Se descargan cuatro ficheros. Cada fichero se aplica a unas tarifas concretas que se indican más adelante.

Descripción de los ficheros: contienen una matriz cuyas filas son días, las columnas horas y los valores son los porcentajes de pérdida aplicable cada día a una hora para una tarifa concreta según el fichero.

La dirección web donde se descarga el fichero es:

[https://www.esios.ree.es/es/descargas?date\\_type=datos&start\\_date=15-11-2017&end\\_date=15-11-2017&taxonomy\\_terms%5B%5D=Liquidaciones](https://www.esios.ree.es/es/descargas?date_type=datos&start_date=15-11-2017&end_date=15-11-2017&taxonomy_terms%5B%5D=Liquidaciones)

## DESCARGAS

Publicación: Filtra los documentos existentes según la fecha en la que se han publicado.

Datos: Filtra los documentos existentes según la fecha de los datos que incluyen.

DATOS ▼ 01 / 03 / 2017 ▼ 31 / 03 / 2018 ▼ **BUSCAR POR FECHA** 📅

---

BUSCAR AMBITO ▼ LIQUIDACIONES ▼

Documento	Ámbito	Área	Fecha De Datos	Publicado
 <b>A1_liquicomun</b>	Mercados y precios	Liquidaciones	01/03/2018 - 31/03/2018	02/03/2018
 <b>A2_liquicomun</b>	Mercados y precios	Liquidaciones	01/02/2018 - 28/02/2018	01/03/2018
 <b>A3_liquicomun</b>	Mercados y precios	Liquidaciones	01/11/2017 - 30/11/2017	27/02/2018
 <b>C2_liquicomun</b>	Mercados y precios	Liquidaciones	01/03/2017 - 31/01/2018	11/04/2017 - 09/02/2018

Ilustración 23. Web para la descarga de los ficheros de pérdidas.

Como se muestra en la ilustración 23, hay que filtrar según la fecha de los datos que se deseen incluir. Como se quiere obtener las pérdidas del mes MM, establecer como fecha de inicio el primer día del mes y como fecha fin el último día del mes.

Los ficheros que se necesitan se encuentran dentro de la carpeta *A1\_liquicomun*. Estos ficheros son:

- A1\_perd20A\_AAAAMM01\_AAAAMMDDf
- A1\_perd20D\_AAAAMM01\_AAAAMMDDf
- A1\_perd20DHS\_AAAAMM01\_AAAAMMDDf
- A1\_perd30A\_AAAAMM01\_AAAAMMDDf

Estos ficheros hay que renombrarlos siguiendo el siguiente formato:

- *Perdidas20A\_AAAAMM.csv* → Se aplica a las tarifas 2.0A y 2.1A
- *Perdidas20DHA\_AAAAMM.csv* → Se aplica a las tarifas 2.0DHA y 2.1DHA
- *Perdidas20DHS\_AAAAMM.csv* → Se aplica a las tarifas 2.0DHS y 2.1DHS
- *Perdidas30A\_AAAAMM.csv* → Se aplica a las tarifas 3.0A

Donde:

- AAAA: Año de la fecha actual.
- MM: Mes de la fecha actual.
- DDf: Día final del mes MM (30 o 31 según el mes)

### 6.1.2. Cálculo de perfiles finales

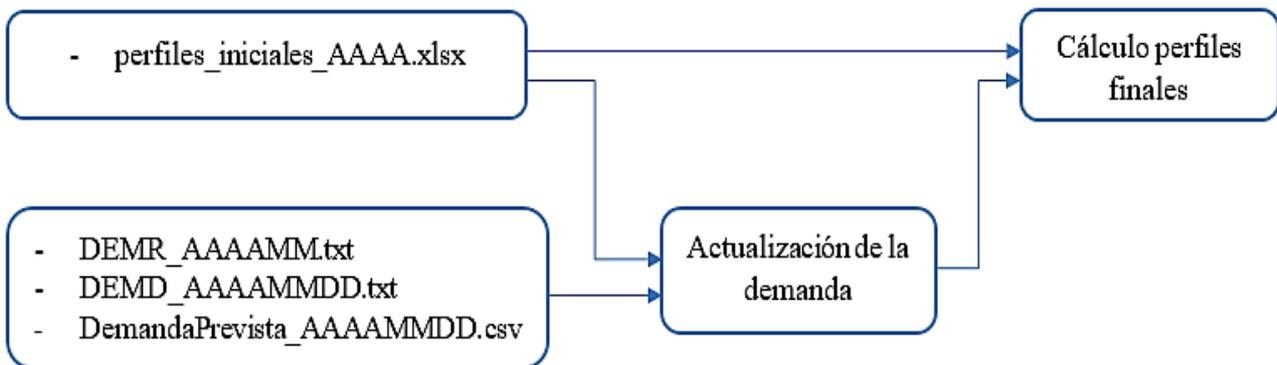


Ilustración 24. Diagrama de flujo para el cálculo de los perfiles finales.

#### 6.1.2.1. Actualización de la demanda

Para el cálculo de perfiles necesitamos conocer la demanda horaria de todas las horas del mes en curso. La actualización de la demanda es un proceso complejo porque muta diariamente. En un día DD de un mes MM cualquiera tenemos las siguientes demandas:

- Demanda real para los meses anteriores al mes en curso → DEMR\_AAAAMM.txt
- Demanda real para los días del mes en curso anteriores al día actual → DEMD\_AAAAMMDD.txt
- Demanda prevista por REE para los días DD hasta DD+7 (8 días) → DemandaPrevista\_AAAAMMDD.csv
- Para el resto de días donde no tengamos datos (de DD+8 hasta final del mes) se hará una estimación de la demanda. Se multiplican los valores de demanda de referencia del fichero *perfiles\_iniciales\_AAAA.xlsx* por un coeficiente *coef*.

Este coeficiente es el valor promedio del cociente entre la demanda real o estimada (según sea de día anteriores o días posteriores) y la demanda de referencia. Para obtener el coeficiente (*coef*) se tomará el promedio del mes anterior ( $coef_{MM-1}$ ) con el promedio de los días del mes existente de los que dispongamos de datos reales o estimados ( $coef_{MM}$ ).

$$coef = \frac{[coef_{MM} * (DD + 7) + coef_{MM-1} * (Dias_{MM} - (DD + 7))]}{Dias_{MM}}$$

$$coef_{MM} = \frac{\sum_{i=1}^{((DD+7)*24)} \left( \frac{DemandaHorariaReal(MM)_i}{DemandaHorariaReferencia(MM)_i} \right)}{(DD + 7) * 24}$$

$$coef_{MM-1} = \frac{\sum_{i=1}^{(Dias_{MM-1} * 24)} \left( \frac{DemandaHorariaReal(MM-1)_i}{DemandaHorariaReferencia(MM-1)_i} \right)}{Dias_{MM-1} * 24}$$

Donde:

- ✓  $Dias_{MM}$ : Número de días del mes en curso
- ✓  $Dias_{MM-1}$ : Número de días del mes anterior al mes en curso
- ✓  $DemandaHorariaReal(MM)_i$ : Demanda en la hora  $i$  del mes en curso
- ✓  $DemandaHorariaReal(MM-1)_i$ : Demanda en la hora  $i$  del mes anterior al mes en curso
- ✓  $DemandaHorariaReferencia(MM)_i$ : Demanda de referencia en la hora  $i$  del mes en curso
- ✓  $DemandaHorariaReferencia(MM-1)_i$ : Demanda de referencia en la hora  $i$  del mes anterior al mes en curso
- ✓  $DD+7$ : Número de días del mes actual de los que dispongo datos reales o estimados por REE.

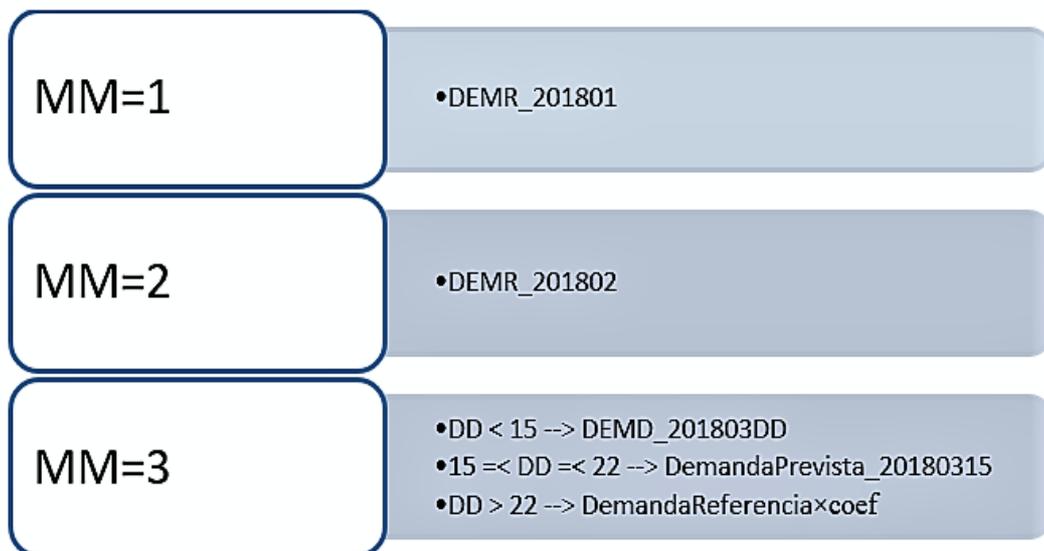


Ilustración 25. Ejemplo de construcción de la demanda horaria. Día 15/03/2018

MM=1	• DEMR_201801
MM=2	• DEMR_201802
MM=3	• DD < 28 → DEMD_201803DD • 28 =< DD =< 31 → DemandaPrevista_20180328
MM=4	• 1 =< DD =< 4 --> DemandaPrevista_20180328 • DD > 4 --> DemandaReferencia×coef

Ilustración 26. Ejemplo de construcción de la demanda horaria. Día 28/03/2018

#### 6.1.2.2. Cálculo del perfilado final

Los perfiles finales se calculan según el método de cálculo descrito en la *Resolución de 26 de diciembre de 2017 de la Dirección General de Política Energética y Minas*.

El resultado es un fichero que contiene los perfiles finales por hora y tarifa desde el 1 de hasta el último día del mes del que se tengan valores de demanda prevista por REE. La cabecera de este fichero es:

- Columna 1: año.
- Columna 2: mes.
- Columna 3: día.
- Columna 4: hora.
- Columna 5: perfil tipo A (Pa).
- Columna 6: perfil tipo B (Pb).
- Columna 7: perfil tipo C (Pc).
- Columna 8: perfil tipo D (Pd).

#### 6.1.2.3. Funciones de Matlab

- *Calcula\_Perfiles\_Finales.m* → El algoritmo recibe como dato de entrada la fecha del día en curso y como resultado devuelve un fichero que contiene los perfiles finales por hora y tarifa desde el 1 de enero hasta el último día del mes del que se tengan valores de demanda prevista por REE.
- *Actualiza\_demanda\_real.m* → Genera una matriz en la que se especifica la demanda en cada una de las horas desde el 1 de enero del año actual hasta el mes actual (inclusive). Esta función es llamada desde *Calcula\_Perfiles\_Finales.m*.

- *Valores\_permanentes\_SinGuardarFicheros.m* → Esta función calcula una serie de coeficientes necesarios para el cálculo de los perfiles. Estos coeficientes no varían a lo largo del año. Esta función es llamada desde *Calcula\_Perfiles\_Finales.m*.
- *import\_datosiniciales.m* → importa el archivo *perfiles\_iniciales\_AAAA.xlsx*.
- *import\_DemandaPrevista\_CSV.m* → Importa los ficheros *DemandaPrevista\_AAAAMMDD.csv* almacenando en un vector los valores de la demanda horaria estimada.
- *import\_DEMD.m* → Importa los ficheros *DEMD\_AAAAMMDD.txt*.
- *import\_DEMR.m* → Importa los ficheros *DEMR\_AAAAMM.txt*.
- *import\_PERFF.m* → Importa los ficheros *PERFF\_AAAAMM.txt*.

### 6.1.3. Cálculo del Consumo Anual Equivalente (CAE)

El objetivo es calcular los CAE de cada uno de los clientes dados de alta. Para el cálculo del CAE por periodo de discriminación horaria (p) e intervalo de tiempo (i) tomamos la lectura del consumo de la misma fecha del año anterior y la dividimos por el sumatorio de los perfiles finales, que correspondan según la tarifa, de aquellas horas que pertenezcan a dicho periodo de discriminación horaria (p) e intervalo de tiempo (i).

Al final obtendremos para cada cliente un fichero con sus CAE por horas.

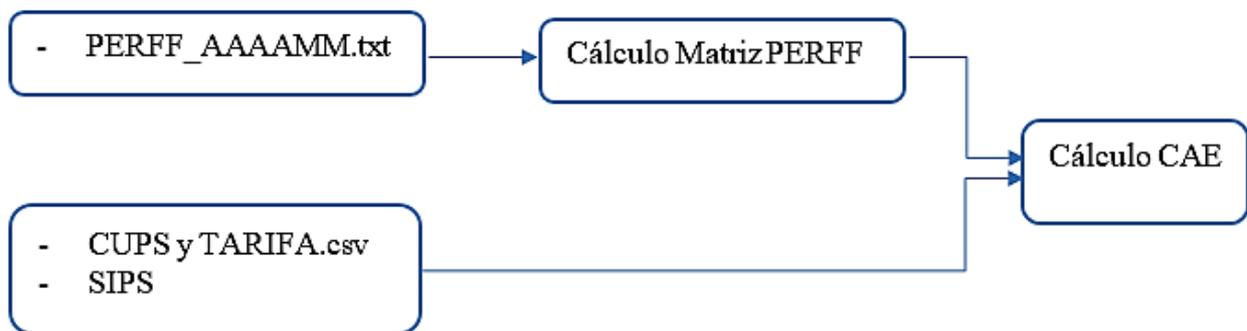


Ilustración 27. Diagrama de flujo para el cálculo del CAE.

#### 6.1.3.1. Cálculo Matriz PERFF

Se crea una matriz que contenga los perfiles finales publicados por REE desde el 1 de enero del (Año en curso-2) hasta (Mes actual-1) del año en curso. La estructura de esta matriz es:

- Columna 1: año.
- Columna 2: mes.
- Columna 3: día.
- Columna 4: hora.
- Columna 5: perfil final A (Pa).

- Columna 6: perfil final B (Pb).
- Columna 7: perfil final C (Pc).
- Columna 8: perfil final D (Pd).
- Columna 9: verano (1) / invierno (0).

### 6.1.3.2. Cálculo de los CAE

Para cada cliente de la lista *CUPS* y *TARIFA.csv* se calcula su CAE horario.

Dado un CUPS, conocida su tarifa, el SIPS y los perfiles finales publicados por REE, se puede calcular el CAE.

En primer lugar, para cada uno de los periodos de facturación en los que se divide el SIPS se agrupan los perfiles finales por periodo de discriminación horaria.

A continuación, conocido el sumatorio de los perfiles finales y el consumo eléctrico del SIPS, se calcula el CAE por intervalo de tiempo y periodo de discriminación horaria dividiendo el consumo entre el sumatorio de perfiles. Véase el siguiente ejemplo:

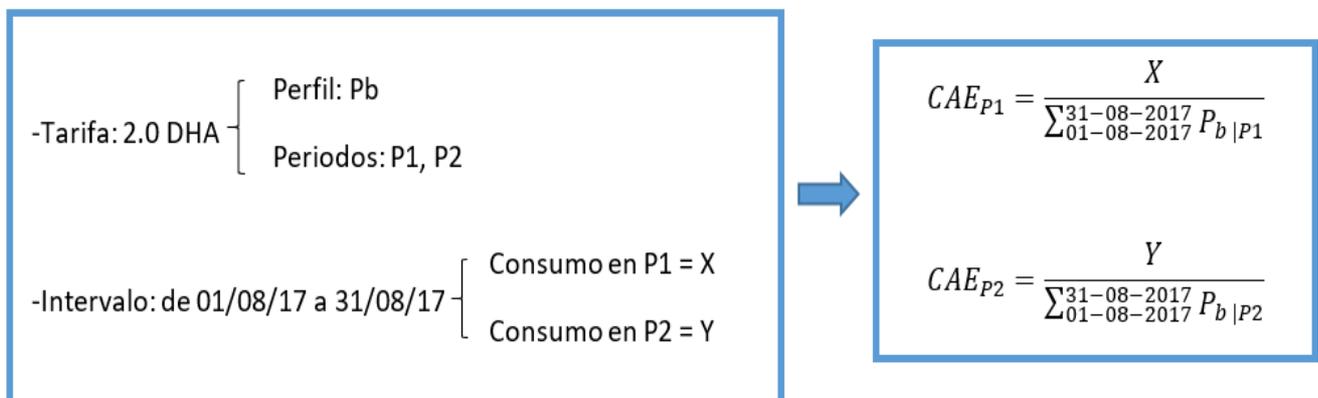


Ilustración 28. Ejemplo cálculo del CAE.

Por último, se construye una matriz que contenga, para cada hora, el CAE que le corresponda según el intervalo y periodo al que pertenezca. La estructura de esta matriz es:

- Columna 1: Año
- Columna 2: Mes del año
- Columna 3: Día del mes
- Columna 4: Hora del día
- Columna 5: CAE

Esta matriz se almacena en un fichero *CAE\_XXXX.txt* donde *XXXX* es el CUPS.

### 6.1.3.3. Funciones de Matlab

- *CAE\_por\_cliente.m* → Recorre la lista *CUPS* y *TARIFA.xlsx* y para cada uno de los clientes devuelve un archivo .txt con sus CAE. El nombre y extensión de estos ficheros es: *CAE\_XXXX.txt* donde *XXXX* es el CUPS.
- *Calcula\_CAE.m* → Esta función es la que calcula los CAE de un cliente dado su CUPS, tarifa y SIPS. Es llamada desde la función *CAE\_por\_cliente.m*
- *PERFF\_actualidad.m* → Devuelve una matriz que contiene los perfiles finales publicados por REE desde (Mes actual-8) del año pasado hasta (Mes actual-1) del año actual.
- *Periodo\_cada\_hora\_2016.m* → Esta función devuelve una matriz en la que se especifica el periodo (P1, P2, P3, P4, P5 o P6) al que pertenece cada una de las horas del año 2016 según la tarifa.
- *Periodo\_cada\_hora\_2017.m* → Esta función devuelve una matriz en la que se especifica el periodo (P1, P2, P3, P4, P5 o P6) al que pertenece cada una de las horas del año 2017 según la tarifa.
- *Periodo\_cada\_hora\_2018.m* → Esta función devuelve una matriz en la que se especifica el periodo (P1, P2, P3, P4, P5 o P6) al que pertenece cada una de las horas del año 2018 según la tarifa.
- *import\_ListaCUPS\_csv.m* → Importa el archivo *CUPS* y *TARIFA.csv*.
- *import\_SIPS\_14.m* → Importa el SIPS.

### 6.1.4. Pérdidas

En este apartado se importan los archivos de pérdidas que son necesarios para el cálculo de la energía a comprar. Los cuatro archivos de pérdidas que hay que descargar mensualmente y las tarifas a los que se aplica cada uno de ellos se muestran en el apartado 6.1.1.8 *Pérdida horaria por tarifa*.

#### 6.1.4.1. Funciones de Matlab

*import\_perdidas\_csv.m* → Importa cualquiera de los cuatro archivos de pérdidas.

### 6.1.5. Estimación del consumo eléctrico

Conocido los perfiles finales, los consumos anuales equivalentes de cada uno de los clientes y las pérdidas se puede estimar el consumo eléctrico. Es necesario introducir dos fechas para hacer este cálculo:

- Fecha del día del que se quiere hacer la estimación (*Fecha\_Compra*).
- Fecha del día actual (*Fecha\_Actual*) para actualizar los perfiles.

En primer lugar, se agrupan los clientes según sus tarifas.

Tarifa	Perfil	Periodos	Grupo de tarifa
2.0 A	Pa	P1	1
2.1 A			
2.0 DHA	Pb	P1, P2	2
2.1 DHA			
3.0 A	Pc	P1, P2, P3, P4, P5, P6	3
2.0 DHS	Pd	P1, P2, P3	4
2.1 DHS			

Tabla 2. Grupos de cliente.

A continuación, para cada grupo de tarifa, se agrupan hora a hora sus CAE. Hay que tener en cuenta que los CAE calculados son de un año anterior al año en curso. Por tanto, hay que distinguir entre:

- *Fecha\_Compra* → Fecha del día en el que se quiere hacer la estimación del consumo eléctrico.
- *Fecha\_CAE* → Fecha del día del que se toman los CAE.

En un principio, *Fecha\_CAE* es igual a *Fecha\_Compra*, pero del año anterior. Sin embargo, si:

*Fecha\_Compra* = Día entre semana  
*Fecha\_CAE* = Fin de semana o festivo  $\Rightarrow$  Incrementar *Fecha\_CAE* hasta que sea un día entre semana.

*Fecha\_Compra* = Fin de semana o festivo  
*Fecha\_CAE* = Día entre semana  $\Rightarrow$  Incrementar *Fecha\_CAE* hasta que sea un día de fin de semana o festivo.

Una vez definido *Fecha\_CAE*, se suma hora a hora los CAE de los clientes que pertenezcan al mismo grupo de tarifa. Esto da como resultado cuatro vectores, uno por cada grupo de tarifa, de 24 celdas cada uno (salvo en los días de 23 horas y 25 horas que tendría 23 y 25 celdas respectivamente) que contienen el CAE acumulado en cada hora del día *Fecha\_CAE*.

El siguiente paso es multiplicar hora a hora el sumatorio de los CAE por el perfilado final (del día *Fecha\_Compra* actualizado con *Fecha\_Actual*) que corresponda según la tarifa (ver tabla 2). De esta manera, se obtiene la energía que consumirá cada grupo de tarifa en barras de central. A esta energía hay que añadirle el porcentaje de pérdidas.

Por último, se calcula la energía total a comprar en cada hora del día sumando hora a hora la energía (incluyendo pérdidas) de los cuatro grupos de tarifa.

Como solo se puede comprar energía eléctrica en escalones de 0.1MWh se redondea la energía calculada al primer decimal.

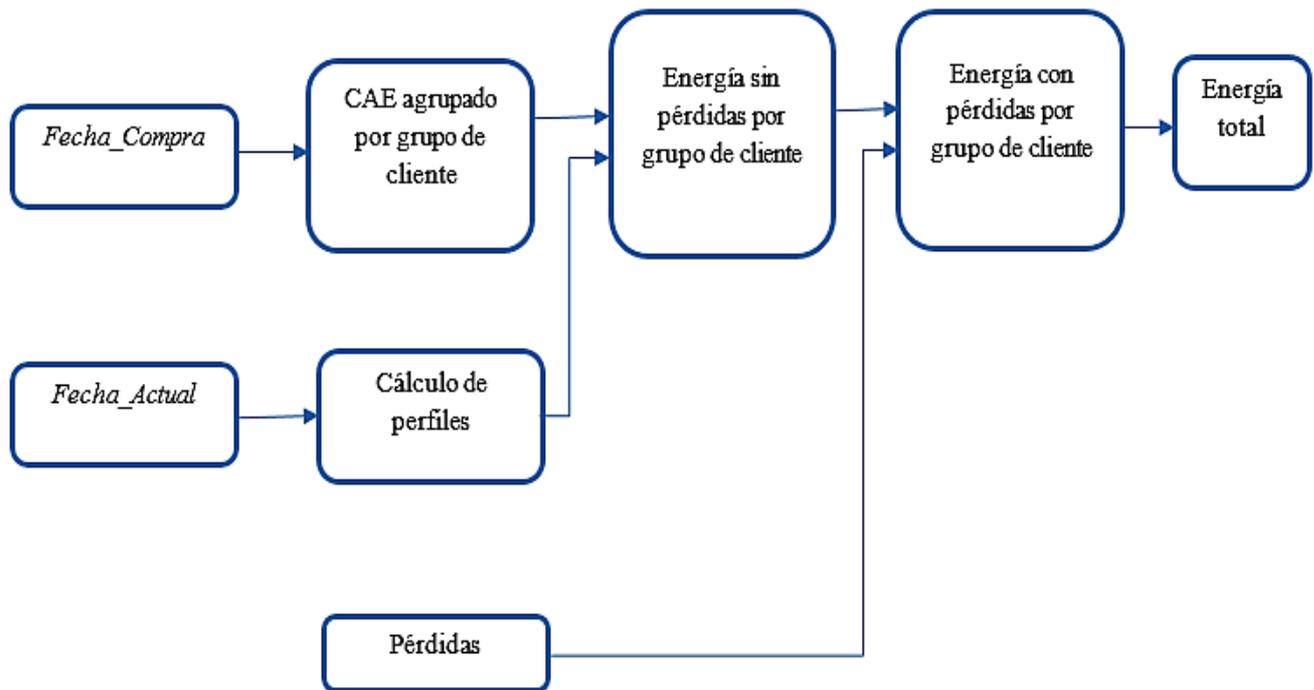


Ilustración 29. Proceso de estimación de la energía a comprar.

#### 6.1.5.1. Funciones de Matlab

- *Calcula\_Energia\_a\_Comprar.m* →. Los datos de entrada que debe introducir el usuario son:
  - ✓ *Fecha\_Actual*: para el cálculo de los perfiles horarios.
  - ✓ *Fecha\_Compra*: Fecha del día del que se desea estimar el consumo eléctrico (AAAA/MM/DD).

Los ficheros de salida son:

- ✓ *Energia\_Horaria\_Estimada\_AAAMMDD.txt* → Contiene el consumo horario estimado del conjunto de los clientes para el día DD del mes MM del año AAAA.
- ✓ *Energia\_Horaria\_Compra\_AAAAMMDD.txt* → Contiene la energía a comprar en cada hora del día DD del mes MM del año AAAA. Es el resultado de redondear el consumo horario estimado al primer decimal.
- *Calcula\_Dia\_Semana.m* → Esta función recibe como dato de entrada una fecha (año-mes-día) e indica el día de la semana de esa fecha.
- *Import\_CAE.m* → Importa y almacena en una matriz los ficheros CAE\_XXXX.txt.

## 6.2. Cálculo de costes. Liquidaciones.

El objetivo es establecer un sistema que permita calcular las liquidaciones para comprobar si el valor calculado, tanto por OMIE como por REE, es correcto o no.

### 6.2.1. Liquidaciones OMIE

El objetivo es calcular las liquidaciones de OMIE.

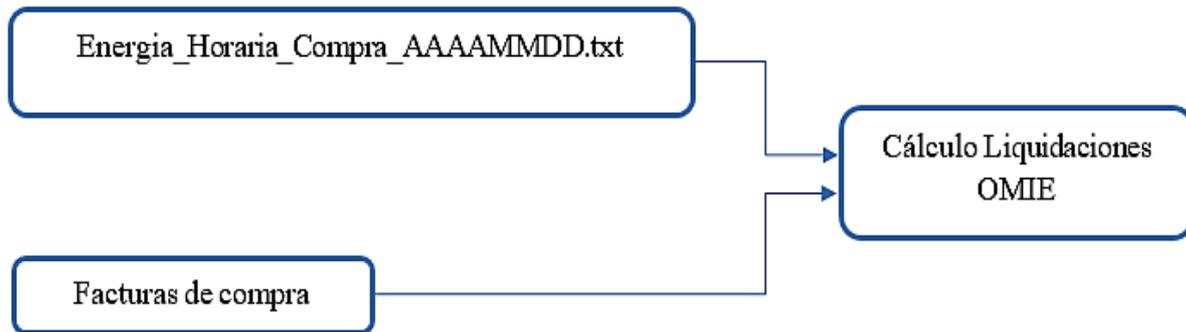


Ilustración 30. Diagrama de flujo para el cálculo de liquidaciones de OMIE.

#### 6.2.1.1. Energía comprada

La energía comprada en el mercado diario se encuentra almacenada en el fichero *Energia\_Horaria\_Compra\_AAAAMMDD.txt*. Este fichero resulta de ejecutar la función *Calcula\_Energia\_a\_Comprar.m* (ver apartado 6.1.5.1. Funciones de Matlab).

#### 6.2.1.2. Facturas de compra

Son ficheros que OMIE envía a los sujetos que participan en el mercado. De ellos se extrae el precio de casación del mercado diario en cada una de sus sesiones. La cabecera de estos ficheros es:

- Columna 1: hora del día
- Columna 2: precio España de casación (€/MWh)
- Columna 3: precio Portugal de casación (€/MWh)
- Columna 4: Splitting (S: se ha producido Market Splitting // Celda vacía: no se ha producido Market Splitting)
- Columna 5: energía comprada

Han sido aportadas por la comercializadora.

#### 6.2.1.3. Cálculo de las liquidaciones de OMIE

Las liquidaciones de OMIE se calculan multiplicando, hora a hora, la energía comprada por el precio de casación del mercado. A este producto hay que añadirle los impuestos.

#### 6.2.1.4. Funciones de Matlab

- *Calcula\_Liquidaciones\_OMIE.m* → Esta función calcula las liquidaciones de OMIE. El usuario debe introducir un par de fechas que delimitan el intervalo de tiempo en el que se van a calcular las liquidaciones.

- ✓ Fecha inicio del intervalo.
- ✓ Fecha fin del intervalo (AAAA-MM-DD).

Como resultado, esta función devuelve dos ficheros de texto:

- ✓ *Liquidacion\_Diaria\_AAAAMMDD.txt*: → Matriz que almacena la liquidación diaria para todos los días pertenecientes al intervalo de tiempo introducido. La cabecera de este fichero es:
  - Columna 1: año
  - Columna 2: mes
  - Columna 3: día
  - Columna 4: liquidación del día
- ✓ *Liquidacion\_Mensual\_AAAAMM.txt* → Matriz que almacena la liquidación mensual de todos los meses pertenecientes al intervalo de tiempo introducido. La cabecera del fichero es:
  - Columna 1: año
  - Columna 2: mes
  - Columna 3: liquidación del mes
- *import\_EnergiaComprada.m* → Importa y almacena en un vector los ficheros *Energia\_Horaria\_Compra\_AAAAMMDD.txt*.
- *import\_PreciosCasacion.m* → Importa y almacena en vectores las columnas 1 y 2 de las facturas de compra.

#### 6.2.2. Liquidaciones REE

El objetivo es calcular las liquidaciones de REE. Deben ser calculadas al comienzo de cada mes.

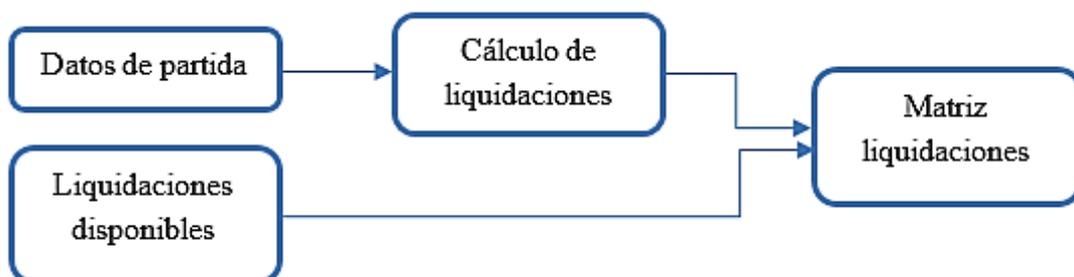


Ilustración 31. Diagrama de flujo para el cálculo de las liquidaciones de REE.

### 6.2.2.1. Datos de partida

En este apartado se enumeran y explican los ficheros que son necesarios descargar para poder calcular las liquidaciones de REE. De cada fichero se especifica, la descripción del contenido, la dirección web desde donde se pueden descargar, la extensión y el formato del nombre con el que hay que guardar el archivo para que pueda ser leído por las funciones de Matlab.

#### 6.2.2.1.1. Archivos *grcosdnc*

Para cada hora del mes, contiene los costes a repartir entre la demanda que componen la liquidación expresados en €/MWh de energía liquidada. Existe un archivo *grcosdnc* por mes y liquidación disponible. La estructura de este fichero es:

- Columna 1: fecha (año-mes-día-hora).
- Columna 2: restricciones PBF (Plan Básico de Funcionamiento).
- Columna 3: restricciones en tiempo real.
- Columna 4: reserva de potencia.
- Columna 5: banda secundaria.
- Columna 6: incumplimiento energía balance.
- Columna 7: saldo desvíos.
- Columna 8: fallo programación.
- Columna 9: coste medio desvíos.
- Columna 10: intercambio apoyo con precio (SC).
- Columna 11: saldo entre sistemas.
- Columna 12: control factor de potencia.
- Columna 13: coste total.
- Columna 14: energía MWh barras de central.

La dirección web donde se descarga este fichero es:

[https://www.esios.ree.es/es/descargas?date\\_type=datos&start\\_date=15-11-2017&end\\_date=15-11-2017&taxonomy\\_terms%5B%5D=Liquidaciones](https://www.esios.ree.es/es/descargas?date_type=datos&start_date=15-11-2017&end_date=15-11-2017&taxonomy_terms%5B%5D=Liquidaciones)

## DESCARGAS

Publicación: Filtra los documentos existentes según la fecha en la que se han publicado.

Datos: Filtra los documentos existentes según la fecha de los datos que incluyen.

DATOS
▼

01 / 10 / 2017
▼

31 / 10 / 2017
▼

BUSCAR POR FECHA
📅

---

BUSCAR

ÁMBITO
▼

LIQUIDACIONES
▼

Documento	▲ Ámbito	↕ Área	↕ Fecha De Datos	↕ Publicado
C2_liquicomun	Mercados y precios	Liquidaciones	01/10/2017 - 31/10/2017	13/11/2017
C3_liquicomun	Mercados y precios	Liquidaciones	01/10/2017 - 31/10/2017	21/02/2018

Ilustración 32. Web para la descarga de los archivos liquicomun.

Como se muestra en la ilustración, hay que filtrar según la fecha de los datos que se deseen incluir. Para el mes deseado, se establece como fecha de inicio el primer día del mes y como fecha fin el último día del mes. El fichero *grcosdnc* se encuentra dentro de la carpeta *liquicomun*.

El nombre y extensión con el que guardar el archivo es: *XX\_grcosdnc\_Fechaini\_Fechafin.csv* donde:

- XX: puede ser C2, A3, C3, A4, C4, A5, C5.
- Fechaini: fecha de inicio del intervalo de datos (año-mes-día).
- Fechafin: fecha de finalización del intervalo de datos (año-mes-día).

### 6.2.2.1.2. Archivo *prdvpeba* y *prdvpesu*

Contienen una matriz cuyas filas son días, las columnas horas y los valores son los precios de los desvíos a bajar (para los ficheros *prdvpeba*) o los precios de los desvíos a subir (para los ficheros *prdvpesu*). Existe un archivo *prdvpeba* y un archivo *prdvpesu* por mes y liquidación disponible.

Estos ficheros se encuentran dentro de la carpeta *liquicomun*.

El nombre y extensión con el que guardar los archivos es: *XX\_prdvpeba\_Fechaini\_Fechafin.csv* y *XX\_prdvpesu\_Fechaini\_Fechafin.csv* donde:

- XX: puede ser C2, A3, C3, A4, C4, A5, C5.
- Fechaini: fecha de inicio del intervalo de datos (año-mes-día).
- Fechafin: fecha de finalización del intervalo de datos (año-mes-día).

### 6.2.2.1.3. Archivo *reganecu*

Son ficheros diarios que contienen el desglose de costes por horas de un sujeto. De este archivo se extrae información acerca de la energía liquidada del sujeto y de los pagos por capacidad. Solo se utilizará para el cálculo de la liquidación C2.

Son ficheros que OMIE envía a los sujetos que participan en el mercado. En este caso, ha sido aportado por la comercializadora.

La estructura de los ficheros *reganecu* es:

- Columna 1: fecha del apunte (año-mes-día).
- Columna 2: hora.
- Columna 3: código de la unidad de programación de la comercializadora.
- Columna 4: energía liquidada (MWh).
- Columna 5: reservado nulo.
- Columna 6: precio del servicio en €/MWh.
- Columna 7: reservado nulo.
- Columna 8: importe (energía\*precio).
- Columna 9: reservado nulo.
- Columna 10: código de agente vendedor (nada para una comercializadora)
- Columna 11: segmento (especificación del coste del sistema, PC3=pagos por capacidad).
- Columna 12: estado y número de la facturación de la liquidación.
- Columna 13: código de la unidad de programación de la comercializadora.
- Columna 14: cuenta (relacionado con el segmento).
- Columna 15: signo del importe (negativo cuando pagamos, positivo cuando nos pagan).
- Columna 16: signo de la magnitud.
- Columna 17: código EIC (Energy Identification Code) de la comercializadora.
- Columna 18: código de la magnitud.
- Columna 19: código del precio.
- Columna 20: código del apunte.
- Columna 21: tipo de oferta (C=compra).
- Columna 22: tipo de UPR (20=comercializadora).
- Columna 23: energía de contrato bilateral.
- Columna 24: sesión (0=MD, 1 al 7=IDs).

La información que hay que extraer se encuentra almacenada en las columnas 4, 6 y 11.

El nombre y extensión con el que guardar los archivos es: *XX\_reganecu\_Fecha\_EIC.csv*:

- XX: puede ser C2, A3, C3, A4, C4, A5, C5.
- Fecha: fecha del día del intervalo de datos (año-mes-día).
- EIC: código EIC de la comercializadora.

#### 6.2.2.1.4. Archivo *medperup*

Son ficheros mensuales que contienen una matriz donde las filas son días, las columnas son horas y los valores son la energía consumida por el sujeto en barras de central y las pérdidas de energía, por grupo tarifario.

Son ficheros que OMIE envía a los sujetos que participan en el mercado. Han sido aportados por la comercializadora.

La estructura de los ficheros *medperup* es:

- Columna 1: código de la unidad de programación de la comercializadora.
- Columna 2: fecha del apunte (día-mes-año).
- Columna 3: grupo tarifario.
- Columna 4: baja tensión (BT) o alta tensión (AT).
- Columna 5: MED\_CLE=energía liquidada en barras de central o PER\_K2B=pérdida asignada.
- Columna 6 a 30: energía horaria en MWh.

De este archivo se extrae la energía liquidada en cada hora del día (suma, para todos los grupos tarifarios, de la energía consumida en barras de central más las pérdidas). Se utiliza para el cálculo de las liquidaciones A3, C3, A4, C4, A5 y C5.

El nombre y extensión con el que guardar los archivos es: *XX\_medperup\_Fechaini\_Fechafin\_EIC.csv*:

- XX: Puede ser A3, C3, A4, C4, A5, C5.
- Fechaini: fecha de inicio del intervalo de datos (año-mes-día).
- Fechafin: fecha de finalización del intervalo de datos (año-mes-día).
- EIC: código EIC (Energy Identification Code) de la comercializadora.

#### 6.2.2.1.5. Archivo *Interrumpibilidad*

Contiene un coeficiente por mes. Este coeficiente es el mismo para todas las comercializadoras y multiplicándolo por la energía liquidada se obtiene el pago por interrumpibilidad.

La estructura del fichero es:

- Columna 1: coeficiente de ininterrumpibilidad.
- Columna 2: fecha (año-mes).

La dirección web donde se descarga este fichero es:

[https://www.esios.ree.es/es/analisis/1280?vis=1&start\\_date=01-01-2018T00%3A00&end\\_date=31-03-2018T23%3A50&compare\\_start\\_date=01-01-2018T00%3A00&groupby=month](https://www.esios.ree.es/es/analisis/1280?vis=1&start_date=01-01-2018T00%3A00&end_date=31-03-2018T23%3A50&compare_start_date=01-01-2018T00%3A00&groupby=month)

El nombre y extensión con el que guardar el archivo es: *Interrumpibilidad.csv*

#### 6.2.2.1.6. Archivo *Pagos por capacidad*

Contiene una matriz cuyas filas son las tarifas de acceso, las columnas los periodos de discriminación horaria y los valores son los precios unitarios, en €/MWh, para la financiación de los pagos por capacidad.

Este fichero se utiliza para calcular los pagos por capacidad en las liquidaciones A3, C3, A4, C4, A5 y C5. Para ello, se multiplica la energía liquidada en cada hora por el valor de la matriz que corresponda según la tarifa y el periodo.

Los pagos por capacidad vienen recogidos en la Orden IET/2735/2015, del 17 de diciembre. La dirección web es: <https://www.boe.es/boe/dias/2015/12/18/pdfs/BOE-A-2015-13782.pdf>

El nombre y extensión con el que guardar el archivo es: *Precio Pagos por Capacidad.xlsx*.

#### 6.2.2.1.7. Energía comprada

La energía comprada en el mercado diario se encuentra almacenada en el fichero *Energia\_Horaria\_Compra\_AAAAMMDD.txt*. Este fichero resulta de ejecutar la función *Calcula\_Energia\_a\_Comprar.m* (ver apartado 6.1.5.1. Funciones de Matlab).

### 6.2.2.2. Liquidaciones disponibles

Introduciendo la fecha actual y un intervalo de tiempo, el objetivo es conocer cuáles son las liquidaciones (C2, A3, C3, A4, C4, A5, C5) que se pueden calcular en cada uno de los meses que pertenecen a dicho intervalo de tiempo.

#### 6.2.2.2.1. Funciones de Matlab

- *Liq\_RoE.m* → Recibe como dato de entrada 3 fechas:
  - ✓ Fecha actual (año-mes).
  - ✓ Fecha de inicio del intervalo (año-mes).
  - ✓ Fecha de finalización del intervalo (año-mes).

Considerando el calendario de liquidaciones, devuelve una matriz cuyas filas son los meses del intervalo, las columnas son las diferentes liquidaciones (C2, A3, C3, A4, C4, A5, C5) y los valores son 1 (si es posible calcular la liquidación) o 0 (si la liquidación no se puede calcular).

### 6.2.2.3. Cálculo de liquidaciones.

En este apartado se aborda el cálculo de las liquidaciones (C2, A3, C3, A4, C4, A5, C5).

#### 6.2.2.3.1. Cálculo de C2

Los ficheros que se utilizan son: *grcosdnc*, *prdvpeba*, *prdvpesu*, *reganecu*, *interumpibilidad*, *Energia\_Horaria\_Compra*.

- Costes a repartir entre la demanda.

Se calcula multiplicando hora a hora la energía liquidada, obtenida del *reganecu*, por los costes del *grcosdnc*.

Para el coste por interrumpibilidad, el cálculo se hace multiplicando la energía liquidada por el coeficiente de interrumpibilidad que corresponda.

- Pagos por capacidad.

Se calcula multiplicando hora a hora la energía liquidada por el precio de los pagos por capacidad que corresponda a esa hora. Este precio se encuentra almacenado en la columna 6 del *reganecu* siempre que, en esa misma fila, en la columna 11 el segmento sea "PC3".

- Costes asociados a la actuación en el mercado.

Se trata del coste de los desvíos. Se compara hora a hora la energía liquidada con la energía comprada en el mercado.

✓ Si  $E_{comprada} < E_{liquidada} \rightarrow CDB = (E_{comprada} - E_{liquidada}) * PDB, CDS=0.$

✓ Si  $E_{comprada} > E_{liquidada} \rightarrow CDS = (E_{comprada} - E_{liquidada}) * PDS, CDB=0.$

Donde:

✓ CDB es el coste del desvío a bajar.

✓ CDS es el coste del desvío a subir.

✓ PDB es el precio unitario del desvío a bajar (*prdvpeba*) que corresponda según el día y la hora.

✓ PDS es el precio unitario del desvío a subir (*prdvpesu*) que corresponda según el día y la hora.

El valor de la liquidación se obtiene sumando todos los costes anteriores.

#### 6.2.2.3.2. Cálculo del resto de liquidaciones

La manera de calcular las liquidaciones A3, C3, A4, C4, A5 y C5 es similar.

Los ficheros que se utilizan son: *grcosdnc*, *prdvpeba*, *prdvpesu*, *medperup*, *Interumpibilidad*, *Pagos por capacidad*, *Energia\_Horaria\_Compra*.

En primer lugar, se calcula la energía liquidada en cada hora del mes. Esto se hace a partir del fichero *medperup*, agrupando la energía en barras de central y las pérdidas.

A continuación se calculan los costes que componen la liquidación:

- Costes a repartir entre la demanda.  
Se calcula de la misma manera que en el cálculo de C2.
- Pagos por capacidad.  
Se calcula multiplicando hora a hora la energía del *medperup* (ya sea energía en barras de central o pérdidas) por el precio de los pagos por capacidad que corresponda según la tarifa (que indique *medperup*) y el periodo de discriminación horaria al que pertenezca la hora en cuestión.
- Costes asociados a la actuación en el mercado.  
Se calcula de la misma manera que en el cálculo de C2.

El valor de la liquidación se obtiene sumando todos los costes anteriores.

#### 6.2.2.3.3. Funciones de Matlab

- *Calcula\_C2.m* → Esta función recibe como dato de entrada la fecha (año-mes) del mes de la liquidación y el código EIC de la comercializadora. Para calcular C2 hay que importar los siguientes ficheros: *C2\_grcosdnc*, *C2\_prdvpeba*, *C2\_prdvpesu*, *Energia\_Horaria\_Compra*, *C2\_reganecu* e *Interrumpibilidad*. Devuelve un fichero de texto con el valor de la liquidación.
- *Calcula\_A3.m* → Esta función recibe como dato de entrada la fecha (año-mes) del mes de la liquidación y el código EIC de la comercializadora. Para calcular A3 hay que importar los siguientes ficheros: *A3\_grcosdnc*, *A3\_prdvpeba*, *A3\_prdvpesu*, *Energia\_Horaria\_Compra*, *A3\_medperup*, *Pagos por capacidad* e *Interrumpibilidad*. Devuelve un fichero de texto con el valor de la liquidación.
- *Calcula\_C3.m* → Esta función recibe como dato de entrada la fecha (año-mes) del mes de la liquidación y el código EIC de la comercializadora. Para calcular C3 hay que importar los siguientes ficheros: *C3\_grcosdnc*, *C3\_prdvpeba*, *C3\_prdvpesu*, *Energia\_Horaria\_Compra*, *C3\_medperup*, *Pagos por capacidad* e *Interrumpibilidad*. Devuelve un fichero de texto con el valor de la liquidación.
- *Calcula\_A4.m* → Esta función recibe como dato de entrada la fecha (año-mes) del mes de la liquidación y el código EIC de la comercializadora. Para calcular A4 hay que importar los siguientes ficheros: *A4\_grcosdnc*, *A4\_prdvpeba*, *A4\_prdvpesu*, *Energia\_Horaria\_Compra*,

A4\_medperup, Pagos por capacidad e Interrumpibilidad. Devuelve un fichero de texto con el valor de la liquidación.

- *Calcula\_C4.m* → Esta función recibe como dato de entrada la fecha (año-mes) del mes de la liquidación y el código EIC de la comercializadora. Para calcular C4 hay que importar los siguientes ficheros: C4\_grcosdnc, C4\_prdvpeba, C4\_prdvpesu, Energia\_Horaria\_Compra, C4\_medperup, Pagos por capacidad e Interrumpibilidad. Devuelve un fichero de texto con el valor de la liquidación.
- *Calcula\_A5.m* → Esta función recibe como dato de entrada la fecha (año-mes) del mes de la liquidación y el código EIC de la comercializadora. Para calcular A5 hay que importar los siguientes ficheros: A5\_grcosdnc, A5\_prdvpeba, A5\_prdvpesu, Energia\_Horaria\_Compra, A5\_medperup, Pagos por capacidad e Interrumpibilidad. Devuelve un fichero de texto con el valor de la liquidación.
- *Calcula\_C5.m* → Esta función recibe como dato de entrada la fecha (año-mes) del mes de la liquidación y el código EIC de la comercializadora. Para calcular C5 hay que importar los siguientes ficheros: C5\_grcosdnc, C5\_prdvpeba, C5\_prdvpesu, Energia\_Horaria\_Compra, C5\_medperup, Pagos por capacidad e Interrumpibilidad. Devuelve un fichero de texto con el valor de la liquidación.

#### 6.2.2.4. Matriz de liquidaciones

El objetivo es crear una matriz cuyas filas sean meses, las columnas las distintas liquidaciones (C2, A3, C3, A4, C4, A5, C5) y las celdas sean el valor de la liquidación. En caso de que no exista liquidación, la celda estará en blanco.

Para lograrlo, se parte de la matriz que resulta de ejecutar la función *Liq\_RoE.m*. Se recorre dicha matriz y para aquellas celdas con valor 1, se ejecuta la función de Matlab que corresponda a la liquidación que indique su columna y con la fecha que indique su fila.

##### 6.2.2.4.1. Funciones de Matlab

- *Calcula\_MatrizLiqui.m* → Esta función recibe como datos de entrada:
  - ✓ Fecha de inicio de liquidaciones (año-mes): marca el comienzo del intervalo.
  - ✓ Fecha de fin de liquidaciones (año-mes): marca el fin del intervalo.
  - ✓ Fecha actual (año-mes): para saber que liquidaciones se pueden calcular en cada mes.
  - ✓ Código EIC del sujeto.

Devuelve la matriz de liquidaciones explicada en el apartado 6.2.2.4. *Matriz de liquidaciones* y la guarda en un fichero de texto.

### 6.2.2.5. Estimación de C5

Para estimar el Cierre Liquidación Final Definitiva (C5), se siguen los pasos del apartado 6.2.2.3.2. *Cálculo del resto de liquidaciones* con las siguientes variaciones:

- Sustituir la energía liquidada del archivo *medperup* por la energía estimada de los ficheros *Energia\_Horaria\_Estimada\_AAAMMDD.txt* (ver apartado 6.1.5.1. *Funciones de Matlab*).
- Utilizar los ficheros *grcosdnc*, *prdvpeba*, *prdvpesu* de la liquidación anterior más próxima que esté disponible.

## 6.3. Cálculo de garantías

### 6.3.1. Garantías OMIE

El objeto de este apartado es predecir la evolución diaria de la garantía a fin de comprobar si es suficiente para poder participar en el mercado.

Para conocer la evolución de la garantía se necesitan los siguientes datos:

- Consumo diario de energía de la cartera de clientes desde el día actual hasta el miércoles de la semana siguiente.
- Precios de cierre del mercado en los días futuros.
- Garantía disponible en el día actual.
- Devolución de las garantías de crédito

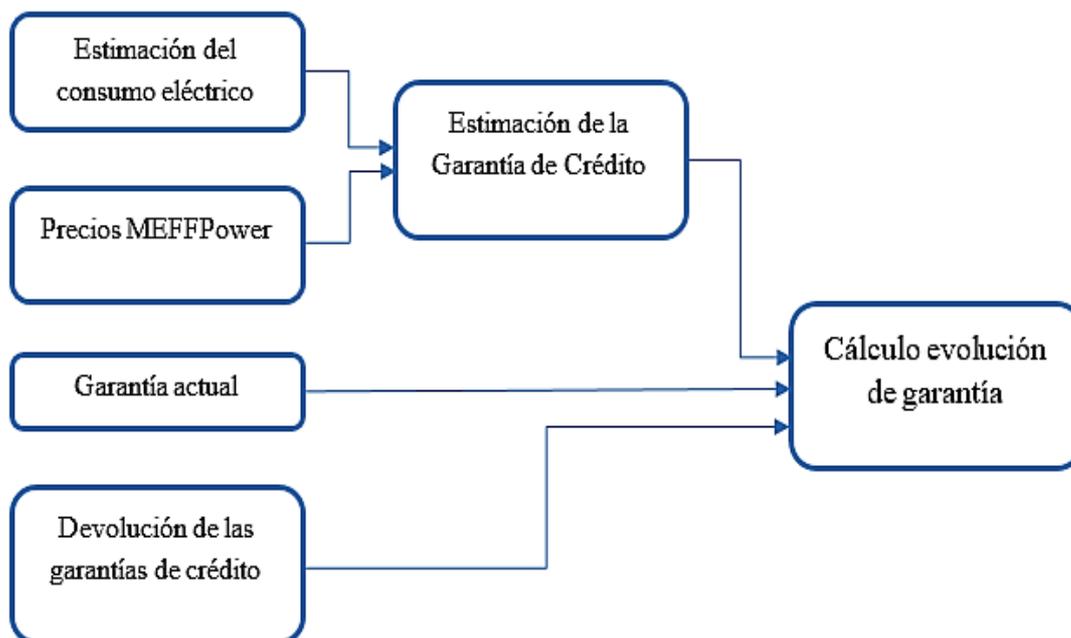


Ilustración 33. Diagrama de flujo para el cálculo de las garantías de OMIE.

### 6.3.1.1. Estimación del consumo eléctrico

Haciendo uso de la función de Matlab *Calcula\_Energia\_a\_Comprar.m*, explicada en el apartado 6.1.5.1. *Funciones de Matlab* de este trabajo, se obtiene la estimación de energía diaria que consumirán el conjunto de clientes desde el día actual hasta el miércoles de la semana siguiente.

### 6.3.1.2. Precios MEFFPower

Contiene los precios futuros de cierre del mercado. La descripción de la cabecera de este fichero es:

- Columna 1: Fecha del día.
- Columna 2: Precio base de cierre del mercado.
- Columna 3: Diferencia entre el precio base de cierre y la cotización del precio base del día anterior.
- Columna 4: Variación, en tanto por ciento, del precio base de cierre con respecto el precio base del día anterior.
- Columna 5: Precio punta de cierre del mercado.
- Columna 6: Diferencia entre el precio punta de cierre y la cotización del precio punta del día anterior.
- Columna 7: Variación, en tanto por ciento, del precio punta de cierre con respecto el precio punta del día anterior.

La dirección web desde la cual realizar la descarga es: <http://www.meff.es/esp/Derivados-Commodities/Precios-Cierre>

### 6.3.1.3. Garantía actual

Es el valor de la garantía en el momento actual. Es necesario que sea introducido manualmente por el usuario.

### 6.3.1.4. Estimación de la garantía de crédito

La garantía de crédito de los días futuros se estima con la siguiente aproximación:

$$GC' = (1.15 * P) * E * 1.21$$

Donde:

- $P \rightarrow$  Precio base de cierre del mercado. Se obtiene del archivo MEFFPower.
- $1.15 \rightarrow$  Coeficiente para aumentar el precio base de cierre del mercado. Para estar del lado de la seguridad y tener en cuenta el apuntamiento.

- $E \rightarrow$  Energía diaria que se comprará en el mercado para el conjunto de clientes. Se obtiene al ejecutar *Calcula\_Energia\_a\_Comprar.m*.
- 1.21  $\rightarrow$  Considera el IVA.

### 6.3.1.5. Evolución de la garantía

Cada día de la semana la garantía se reduce en una cantidad igual a la Garantía de Crédito como consecuencia de la participación en el mercado. El tercer día hábil de la semana, día en el que el Operador del Mercado cobra la liquidación correspondiente a la semana anterior, se devuelven las Garantías de Crédito de los días de la semana recién liquidada.

Para predecir la evolución de la garantía, es necesario estimar la Garantía de Crédito de los días futuros, hasta el miércoles de la semana siguiente.

En la siguiente ilustración se muestra un ejemplo de cómo evoluciona la garantía siendo el día actual el segundo lunes.

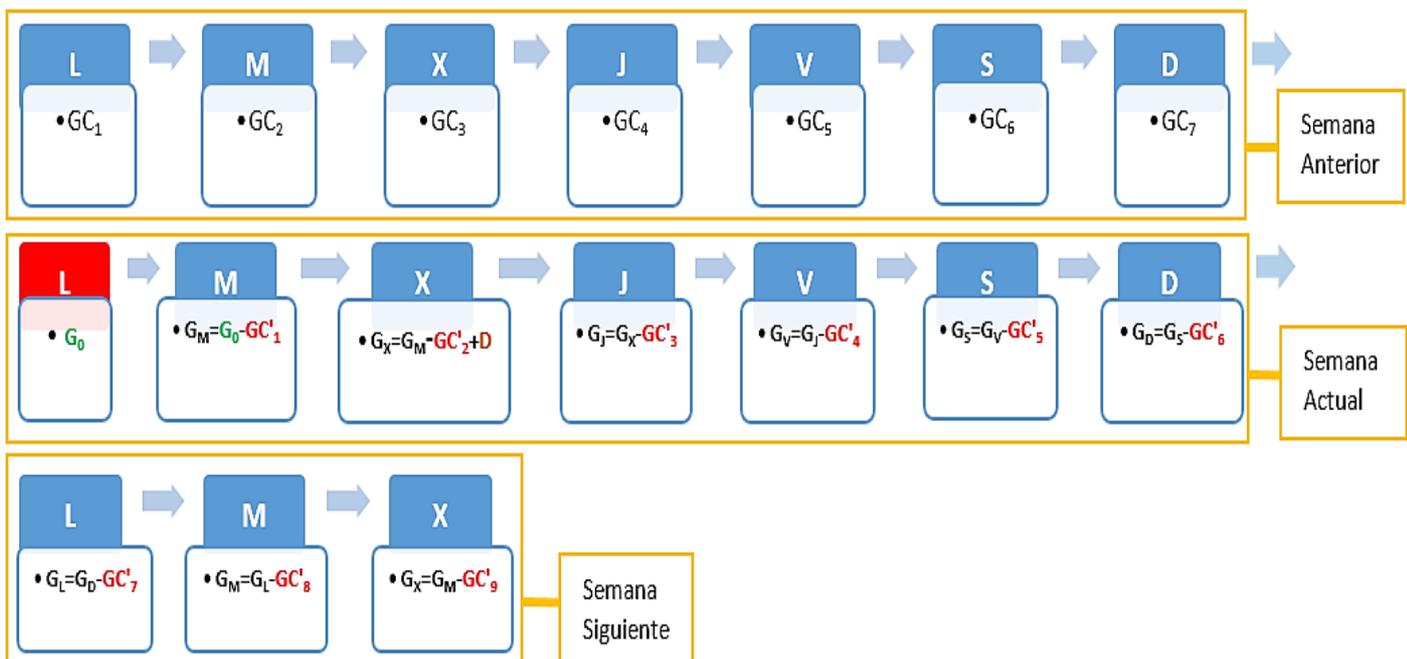


Ilustración 34. Ejemplo de evolución de la garantía (OMIE).

Donde:

- $GC_i \rightarrow$  Garantía de crédito real de los días anteriores al día actual.
- $G_0 \rightarrow$  Garantía inicial. La garantía disponible en la fecha actual.
- $GC'_i \rightarrow$  Garantía de crédito estimada en el día  $i$ .
- $D \rightarrow$  Devolución de las garantías de crédito de la semana anterior.  $D = \sum_{i=1}^7 GC_i$

- $G_Y \rightarrow$  Garantía disponible estimada en el día Y.

#### 6.3.1.6. Funciones de Matlab

- *Calcula\_Garantias\_OMIE.m*  $\rightarrow$  Función que calcula la evolución de la garantía desde el día actual hasta el miércoles de la semana siguiente. Los datos de entrada que debe introducir el usuario son:
  - ✓ Fecha actual (año, mes, día)
  - ✓ Garantía inicial.

Como resultado, devuelve una matriz con la siguiente estructura:

- ✓ Columna 1: año
- ✓ Columna 2: mes
- ✓ Columna 3: día
- ✓ Columna 4: valor de la garantía
- *import\_MEFFPower.m*  $\rightarrow$  Importa las dos primeras columnas del archivo MEFFPower.
- *Calcula\_Energia\_a\_Comprar.m*  $\rightarrow$  Ver apartado 6.1.5.1. *Funciones de Matlab*.

#### 6.3.2. Garantías REE

En este apartado se aborda el cálculo de las Garantías de Operación Adicional (GOA). Como se ha explicado en el apartado 5.5.2. *Garantías REE*, estas garantías cubren las obligaciones de pago derivadas de futuras liquidaciones correctoras de la liquidación inicial para cada mes que no disponga de Liquidación Final Definitiva. Por tanto, deben calcularse mensualmente para los meses en que no se disponga de Liquidación Final Definitiva.



Ilustración 35. Diagrama de flujo para el cálculo de GOA

##### 6.3.2.1. Matriz de liquidaciones

Es el dato de entrada necesario para el cálculo de la GOA. Esta matriz contiene un histórico de todas las liquidaciones disponibles de los últimos 12 meses. La estructura de esta matriz es:

- Columna 1: fecha (año-mes).
- Columna 2: Cierre Liquidación Inicial Provisional Primera (C2).
- Columna 3: Avance Liquidación Inicial Provisional Segunda (A3).
- Columna 4: Cierre Liquidación Inicial Provisional Segunda (C3).

- Columna 5: Avance Liquidación Final Provisional (A4).
- Columna 6: Cierre Liquidación Final Provisional (C4).
- Columna 7: Avance Liquidación Final Definitiva (A5).
- Columna 8: Cierre Liquidación Final Definitiva (C5).

Si en un mes, alguna liquidación no está disponible la celda correspondiente estará en blanco.

### 6.3.2.2. Cálculo de GOA

El importe de Garantía de Operación Adicional en un mes  $M$  para el conjunto de meses sin Liquidación Final Definitiva se calculará como la suma de la Garantía de Operación Adicional de cada uno de dichos meses sin Liquidación Final Definitiva:

$$GOA_M = \sum_m GOA_m$$

El método de cálculo para determinar  $GOA_m$  es el que establece el *P.O. 14.3 Garantías de pago*. Los cálculos dependen de cuál sea la última liquidación facturada (C2, A3, C3, A4, C4) en el mes.

### 6.3.2.3. Funciones de Matlab

- *Calcula\_GOA.m* → Calcula el valor de  $GOA_M$ . Recibe como dato de entrada la matriz de liquidaciones. Recorre esta matriz y para los meses en los que no se disponga de Liquidación Final Definitiva calcula  $GOA_m$  en función de la última liquidación facturada. Como resultado devuelve el valor de  $GOA_M$  y una matriz que tiene la siguiente estructura:
  - ✓ Columna 1: año
  - ✓ Columna 2: mes
  - ✓ Columna 3:  $GOA_m$
- *import\_Liquidaciones.m* → Importa la matriz de liquidaciones.

# 7. RESULTADOS

En este capítulo se presentan los resultados de cada una de las actividades automatizadas en este trabajo.

## 7.1. Estimación del consumo eléctrico de contratos de baja tensión

Los resultados del sistema de estimación del consumo eléctrico son dos ficheros de texto:

- Energia\_Horaria\_Estimada\_AAAMMDD.txt → Contiene el consumo horario estimado en MWh del conjunto de los clientes para el día DD del mes MM del año AAAA.
- Energia\_Horaria\_Compra\_AAAAMMDD.txt → Contiene la energía a comprar en cada hora del día DD del mes MM del año AAAA. Es el resultado de redondear el consumo horario estimado al primer decimal.

Los resultados que se presentan pertenecen al intervalo de tiempo comprendido entre agosto de 2017 y febrero de 2018. El número de clientes dados de alta va evolucionando a lo largo del intervalo de tiempo pasando de 2 clientes el 01/08/2017 a 96 el día 28/02/2018. En la siguiente gráfica se observa como varía el consumo diario estimado (MWh) y el número de clientes a lo largo del periodo de tiempo considerado.

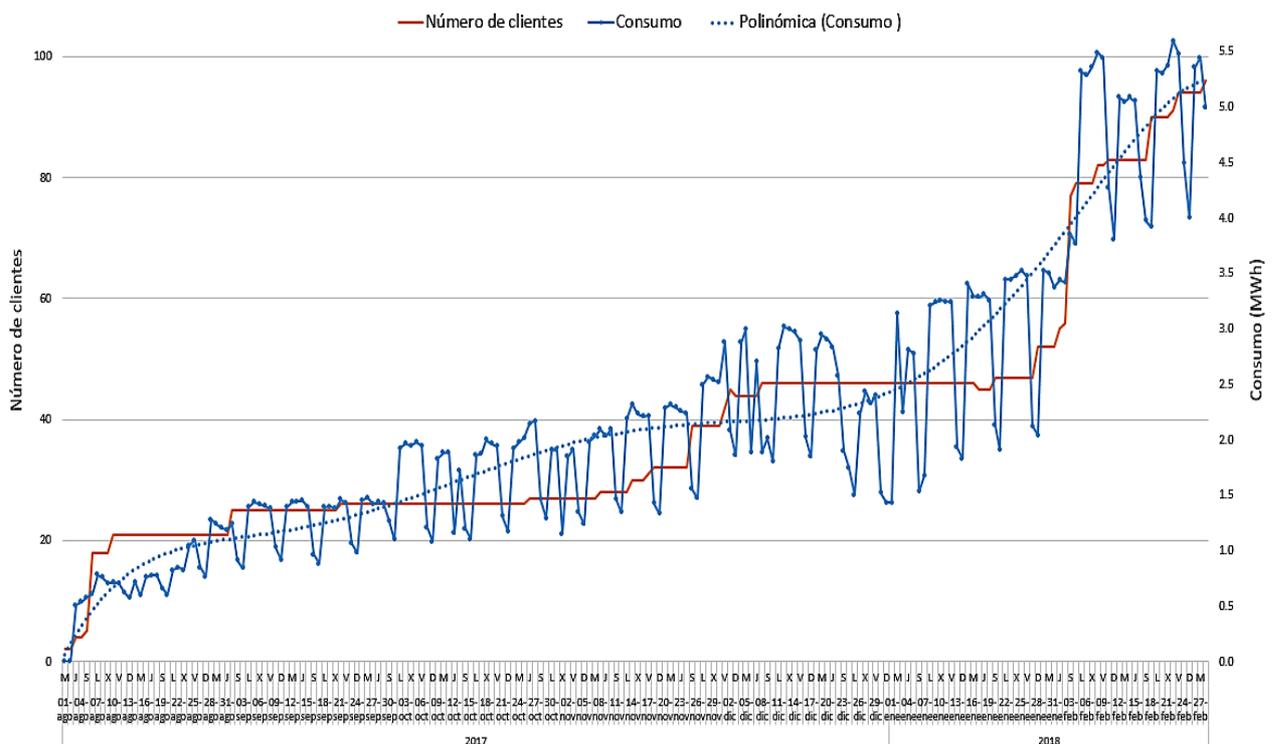


Ilustración 36. Evolución del consumo estimado y de la cartera de clientes.

Se aprecia como aumenta el consumo eléctrico a medida que crece la cartera de clientes.

Haciendo enfoque en un par de meses, por ejemplo, enero y febrero de 2018:

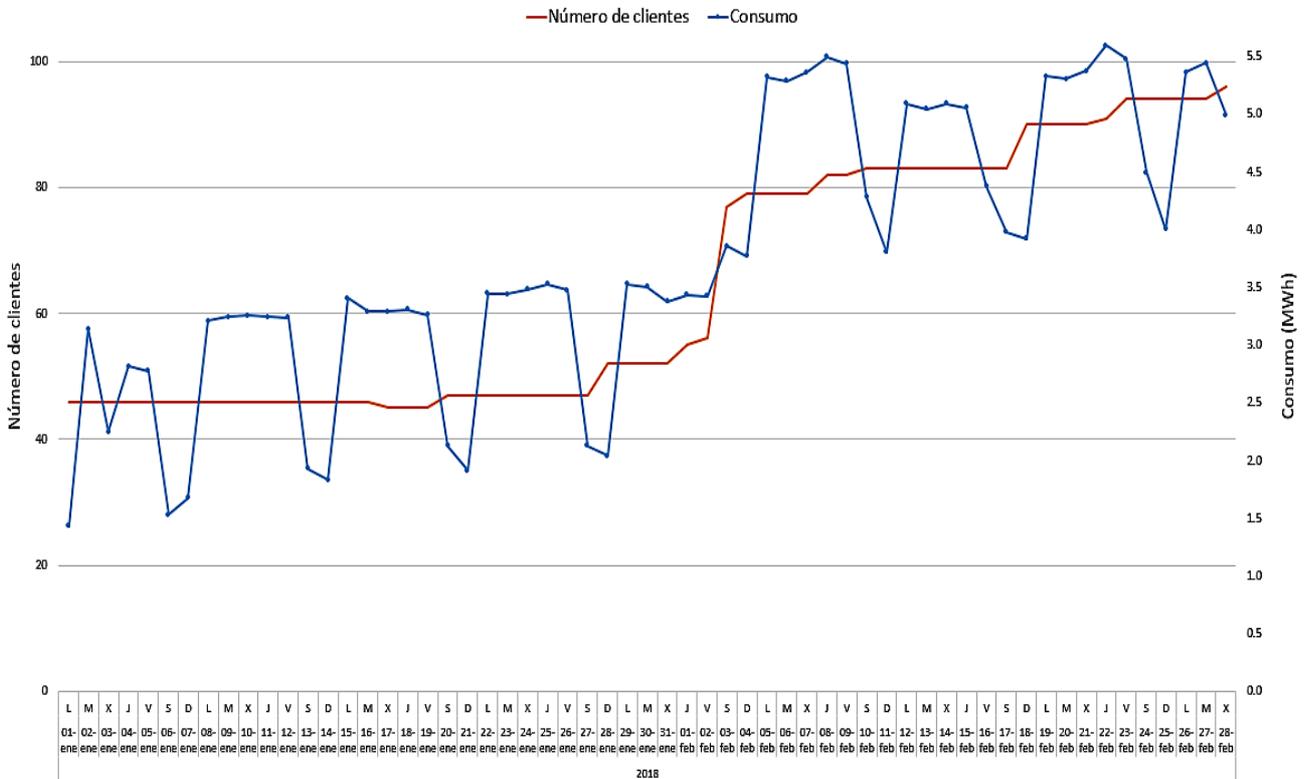


Ilustración 37. Evolución del consumo estimado y de la cartera de clientes en enero y febrero de 2018.

Se observa como el consumo estimado es mayor en los días entre semana que en los fines de semana y fiesta. Esto es debido a la naturaleza de los clientes:

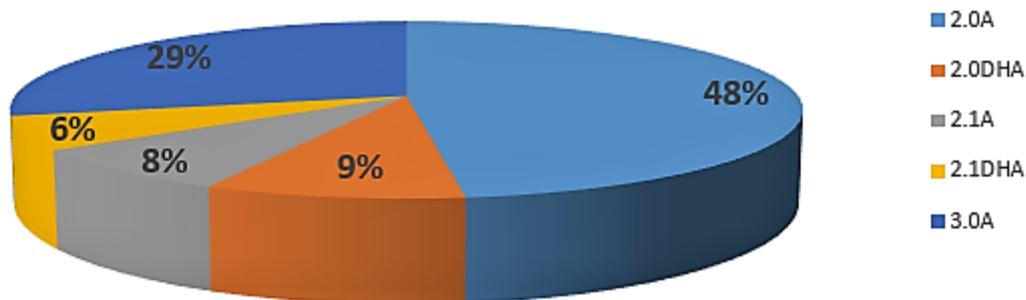


Ilustración 38. Distribución de tarifas del total de la cartera de clientes.

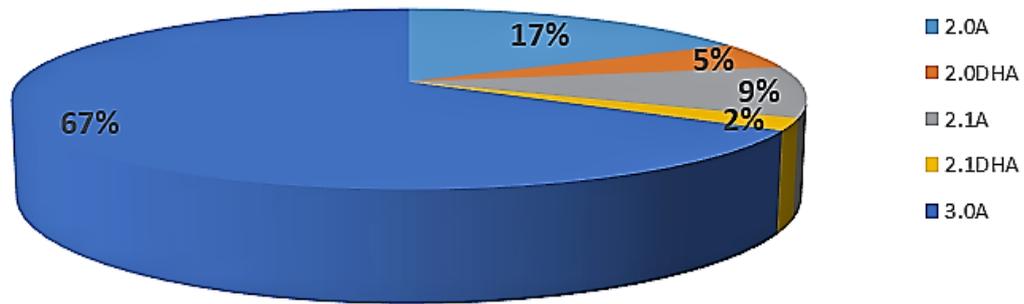


Ilustración 39. Consumo anual por tarifa del total de la cartera de clientes.

A continuación, se muestran algunos ejemplos de curvas del consumo horario estimado:

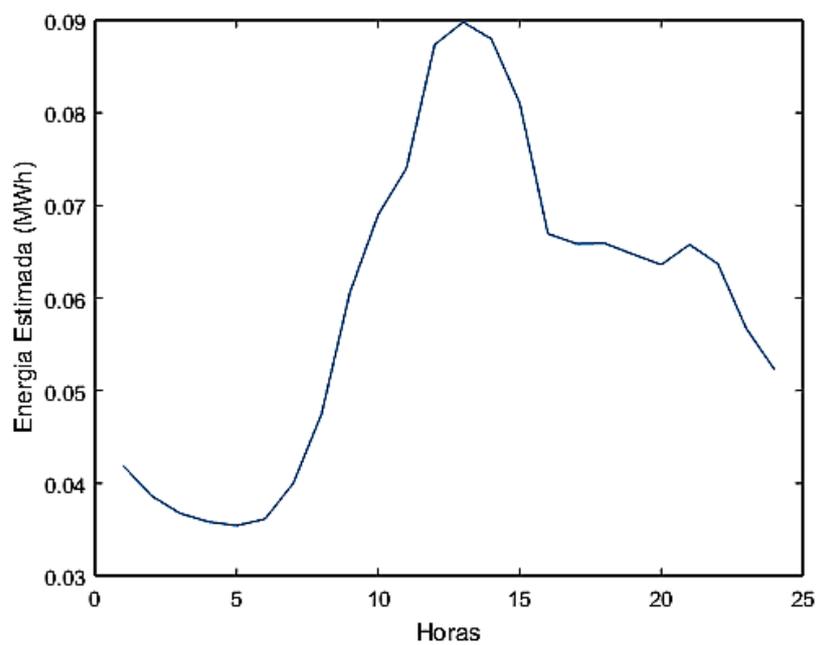


Ilustración 40. Curva de consumo 29/09/2017.

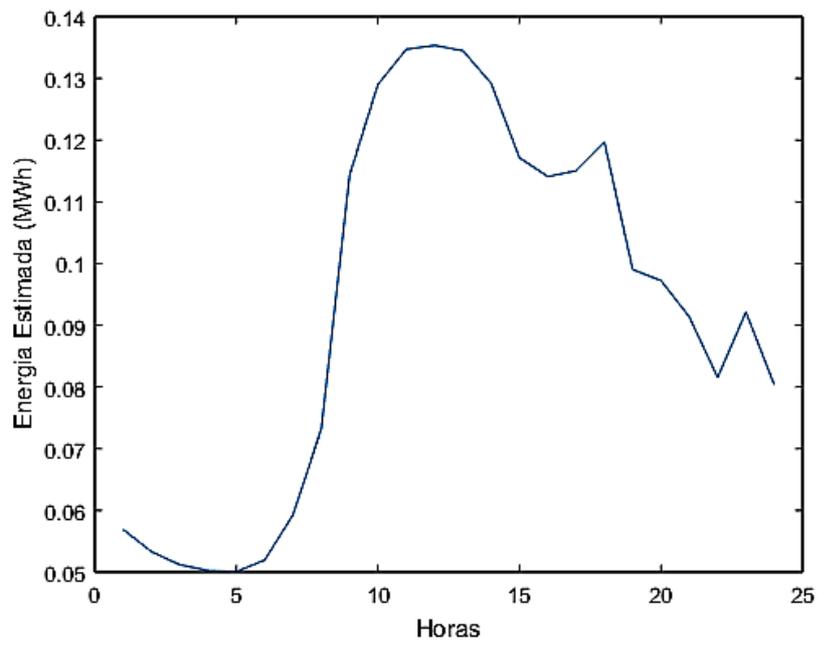


Ilustración 41. Curva de consumo 15/11/2017.

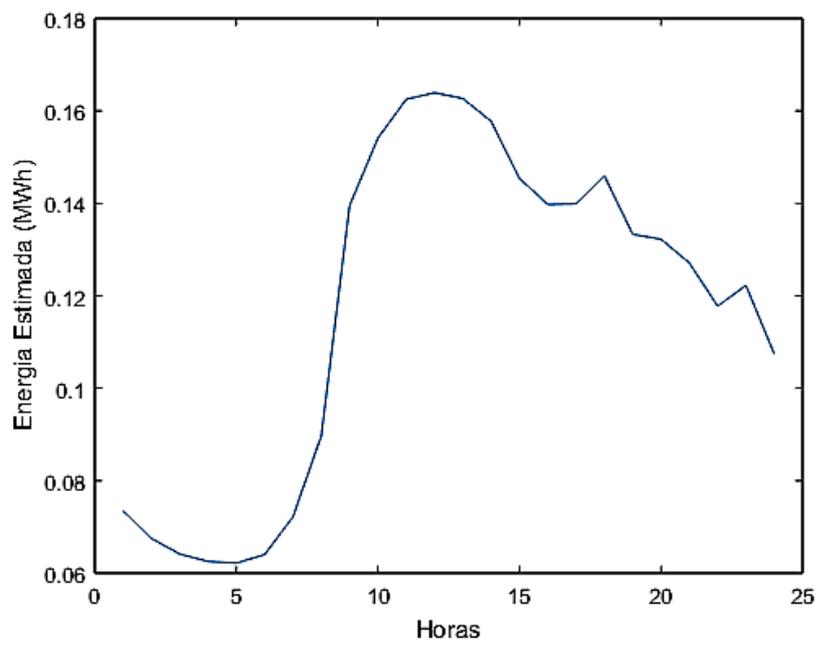


Ilustración 42. Curva de consumo 18/12/2017.

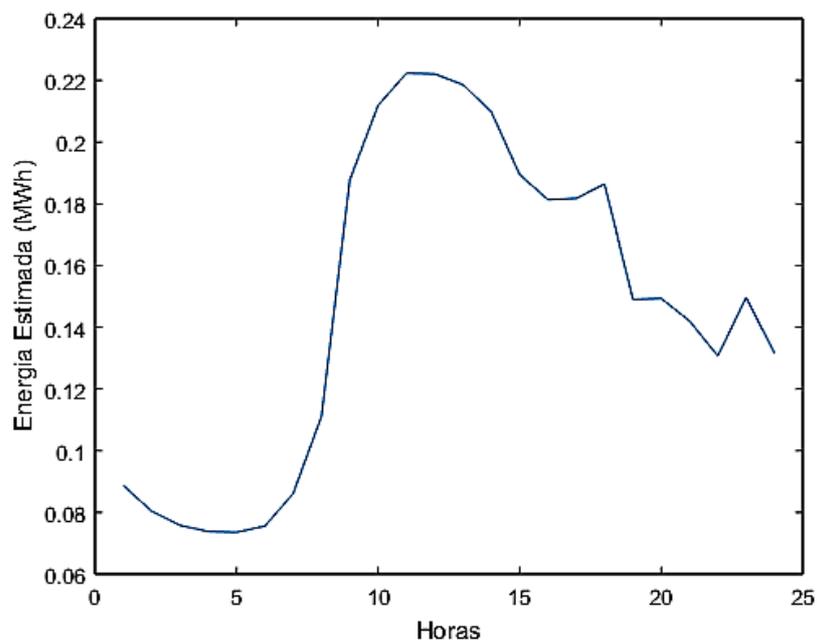


Ilustración 43. Curva de consumo 25/01/2018.

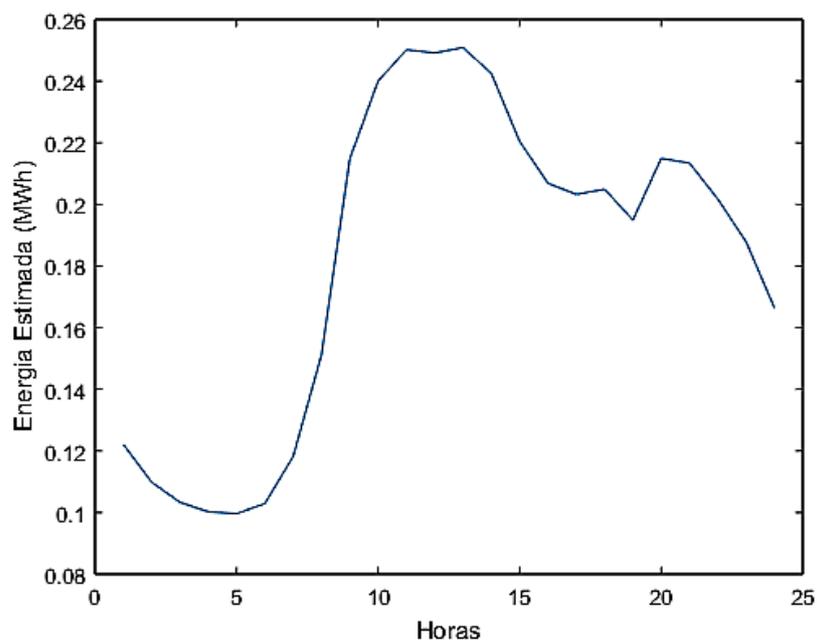


Ilustración 44. Curva de consumo 16/02/2018.

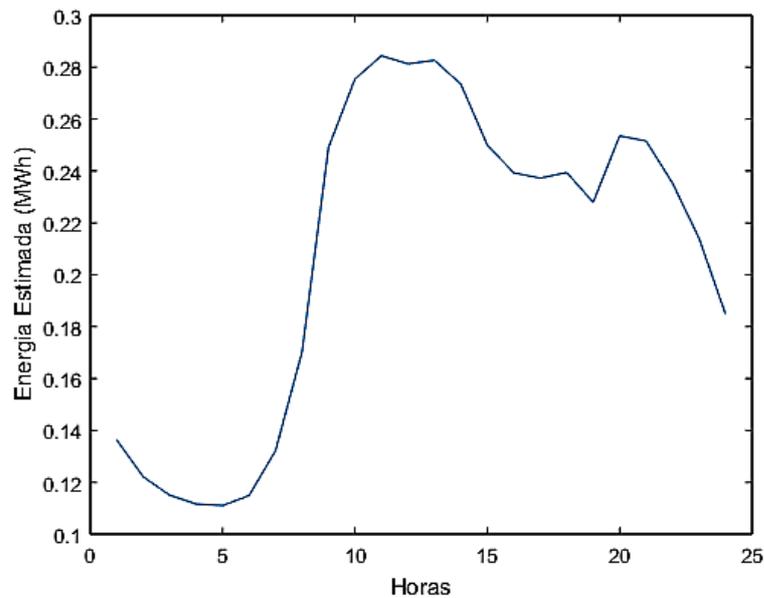


Ilustración 45. Curva de consumo 28/02/2018.

Para comprobar la exactitud del sistema se compara la energía estimada con la energía que realmente ha sido consumida. Como se ha explicado en el apartado 5.4.2. *Liquidaciones REE*, no se dispone de la liquidación final definitiva hasta el mes M+11. Por esta razón, para hacer la comprobación, se utilizarán las liquidaciones más actualizadas que se dispongan en cada uno de los meses. En la tabla 3 se muestra la liquidación utilizada en cada mes.

Mes	Liquidación
08/2017	C4
09/2017	C4
10/2017	C3
11/2017	C3
12/2017	C3
01/2018	C3
02/2018	-

Tabla 3. Última liquidación disponible del mes.

El error entre la energía estimada y la liquidada se calcula como:

$$Error (\%) = \left[ \frac{|E_{estimada} - E_{liquidada}|}{E_{liquidada}} \right] * 100$$

En las tablas 4 y 5 se agrupan las horas de cada mes por rango de error. Los valores correspondientes al mes de septiembre no se muestran al no ser representativos debido al bajo número de clientes durante este mes.

- En la tabla 4, en el cálculo del error, la energía estimada y la energía liquidada incluyen las pérdidas eléctricas.
- En la tabla 5, se ha eliminado las pérdidas eléctricas tanto de la energía estimada como de la energía liquidada.

Rango de error	09/2017	10/2017	11/2017	12/2017	01/2018	02/2018	Total
0-10%	20.14 %	39.60 %	53.61 %	26.34 %	32.66 %	-	34.22 %
10-20%	17.92 %	26.17 %	28.89 %	35.08 %	27.96 %	-	27.28 %
20-30%	27.36 %	18.39 %	10.97 %	27.69 %	21.77 %	-	21.40 %
30-40%	14.58 %	11.68 %	5.14 %	9.68 %	11.96 %	-	10.65 %
40-50%	10.42 %	3.62 %	1.25 %	1.21 %	4.57 %	-	4.22 %
50-60%	8.33 %	0.40 %	0.14 %	0	0.81 %	-	1.91 %
60-70%	1.25 %	0	0	0	0.27 %	-	0.3 %
70-80%	0	0	0	0	0	-	0
80-90%	0	0	0	0	0	-	0
90-100%	0	0.13 %	0	0	0	-	0.03%
<b>Promedio error</b>	<b>25.52 %</b>	<b>16.23 %</b>	<b>11.89 %</b>	<b>17.28 %</b>	<b>17.91 %</b>	<b>-</b>	<b>17.75 %</b>

Tabla 4. Errores considerando pérdidas eléctricas.

Rango de error	09/2017	10/2017	11/2017	12/2017	01/2018	02/2018	Total
0-10%	19.03 %	40.72 %	57.36 %	26.61 %	33.06 %	-	35.18 %
10-20%	19.03 %	28.32 %	28.47 %	34.68 %	28.63 %	-	27.85 %
20-30%	26.39 %	17.58 %	9.72 %	27.42 %	20.56 %	-	20.36 %
30-40%	14.72 %	10.47 %	3.61 %	10.08 %	11.83 %	-	10.21 %
40-50%	10.69 %	2.68 %	0.69 %	1.21 %	4.84 %	-	4.03 %
50-60%	8.61 %	0.54 %	0.14 %	0	0.81 %	-	1.99 %
60-70%	1.53 %	0	0	0	0.27 %	-	0.35 %
70-80%	0	0	0	0	0	-	0
80-90%	0	0	0	0	0	-	0
90-100%	0	0.13 %	0	0	0	-	0
<b>Promedio error</b>	<b>26.02 %</b>	<b>15.55 %</b>	<b>10.94 %</b>	<b>17.37 %</b>	<b>17.80 %</b>	<b>-</b>	<b>17.52 %</b>

Tabla 5. Errores sin considerar pérdidas eléctricas.

De estas tablas se pueden extraer dos conclusiones:

- A medida que la cartera de clientes aumenta, el error disminuye hasta un punto en el que se estabiliza. Conforme el volumen de energía, aumenta, el comportamiento anómalo (consumir más o menos de lo esperado) de uno de los clientes es compensado por el resto.

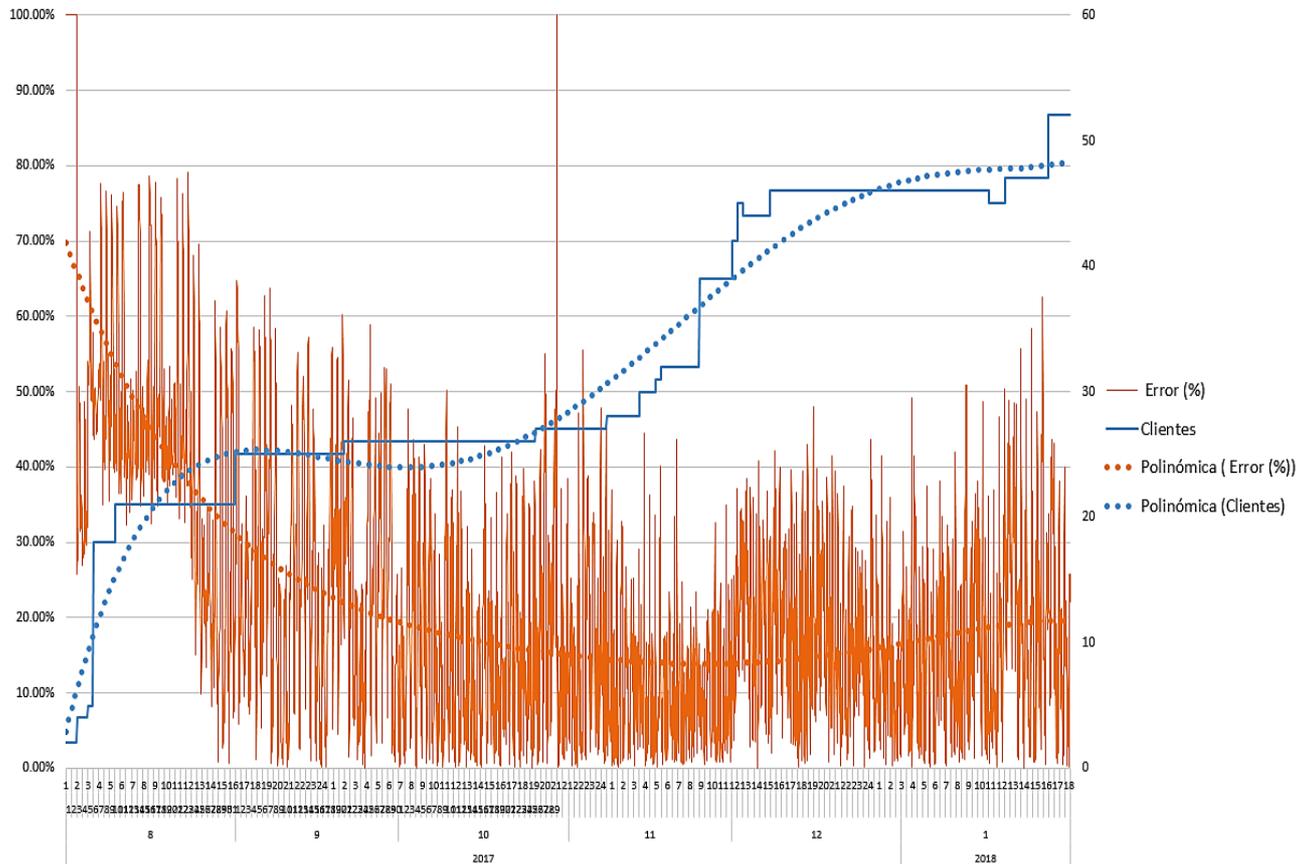


Ilustración 46. Evolución del error en la estimación frente al número de clientes

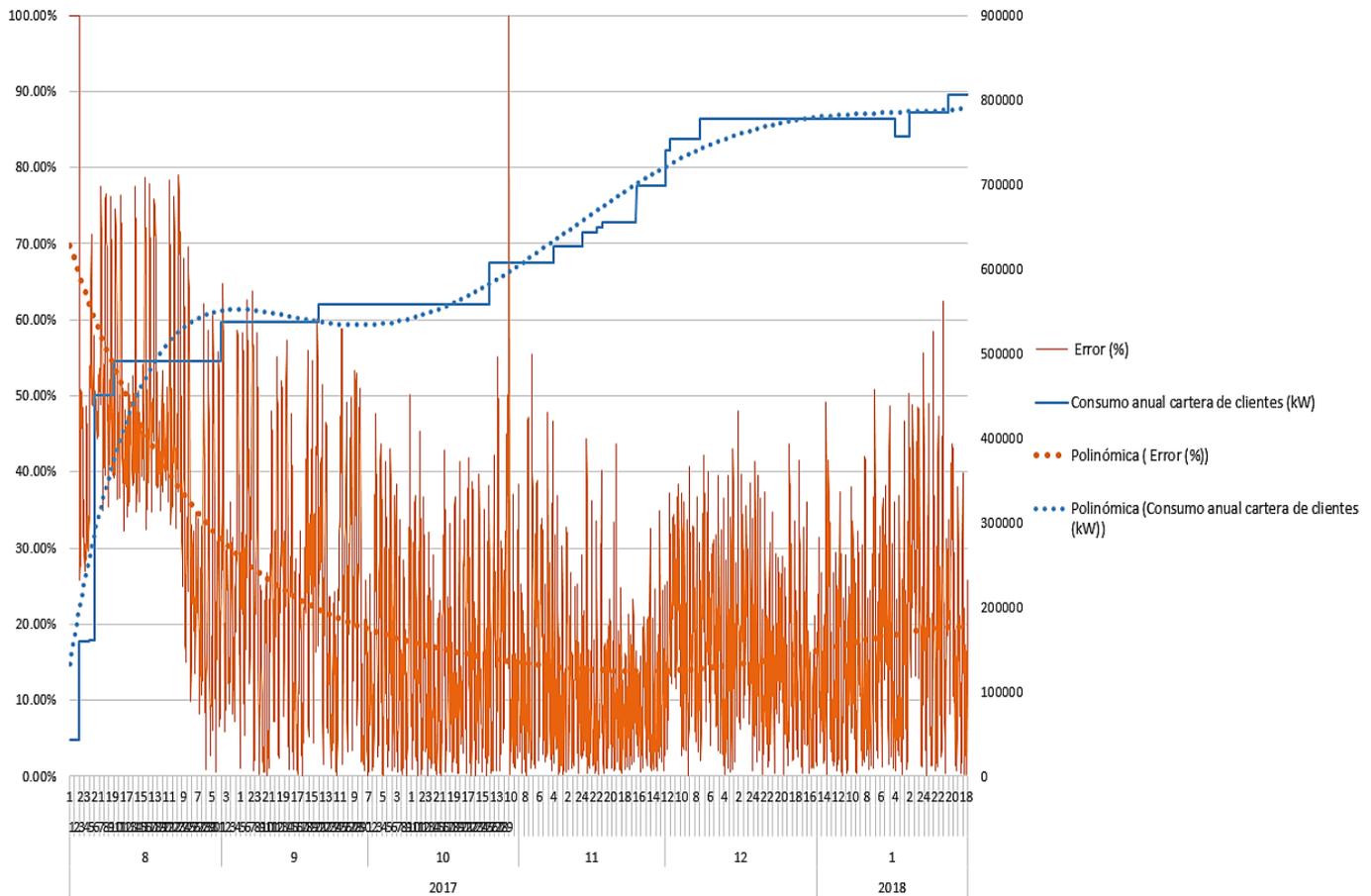


Ilustración 47. Evolución del error en la estimación frente al consumo anual de la cartera de clientes

- Las pérdidas eléctricas incrementan ligeramente el error. Para la estimación del consumo eléctrico se utilizan como pérdidas eléctricas las que se indican en los ficheros del apartado 6.1.1.8. *Pérdida horaria por tarifa*. Estas pérdidas difieren de las pérdidas reales y por tanto incrementan el error en la estimación del consumo eléctrico.

A continuación, se analiza cómo afecta a la compra el error entre la energía estimada y la realmente consumida. Para ello, se compara la energía comprada con las que se hubieran hecho con un sistema de estimación perfecto (consumo estimado igual a energía liquidada). En la tabla 6, se indica el porcentaje de horas en las que ambas compras coinciden.

	09/2017	10/2017	11/2017	12/2017	01/2018	02/2018	Total
<b>Compra no cambia</b>	70.69 %	79.87 %	83.33 %	85.48 %	87.90 %	-	81.73 %

Tabla 6. Porcentaje de acierto en la compra de energía eléctrica.

Se puede decir que en el 81.73% de las horas se acierta en la compra de energía. Si hacemos este análisis por meses, se aprecia que a medida que la cartera de clientes aumenta, el acierto en la compra de energía crece.

Se procede a estudiar la influencia que tiene aumentar el horizonte de predicción sobre el sistema de estimación del consumo. En la tabla 7 se muestra la variación en tanto por ciento entre la energía estimada con un horizonte de predicción de un día y con un horizonte de predicción de una semana. También se indica el porcentaje de horas en los que la energía comprada hubiera cambiado.

<b>Promedio variación energía estimada</b>	3.8 %
<b>Compra no cambia</b>	94.83 %
<b>Compra cambia</b>	5.17 %

Tabla 7. Efecto del horizonte de predicción sobre el sistema de estimación del consumo.

A la vista de los resultados, la estimación apenas cambia con un horizonte de predicción de una semana.

Las fuentes de error del sistema de estimación del consumo eléctrico son:

- El Consumo Anual Equivalente utilizado en la estimación del día DD/MM/AAAA se calcula con el consumo en esa fecha, pero del año anterior. El consumo de un cliente puede cambiar de un año a otro. Por tanto, habría que hacer un seguimiento de la evolución del consumo e ir actualizando el CAE acorde a dicha evolución.
- El perfilado es nacional y no particular para cada CUPS.
- El sistema de estimación no considera las fiestas locales, solo las fiestas nacionales. En la ilustración 37, se observa el efecto que tiene sobre la energía estimada que un día sea de finde de semana o festivo.
- A la vista de algunos de los ficheros SIPS, se puede afirmar que el Sistema de Información de los Puntos de Suministros presenta deficiencias que afectan al resultado del sistema de estimación.

## 7.2. Cálculo de costes. Liquidaciones

En el cálculo de las liquidaciones de OMIE y de REE no se comete error alguno ya que se trata de un cálculo y no de una estimación.

Sin embargo, la estimación del Cierre Liquidación Final Definitiva (C5) tiene un error asociado. El error es fruto de la diferencia existente entre la energía estimada y la energía liquidada en C5. El error en la estimación del consumo eléctrico se ha estudiado en el apartado anterior.

### 7.3. Cálculo de garantías

Con respecto al cálculo de las garantías de OMIE, el error en el que se incurre radica en la estimación de la garantía de crédito, concretamente en la diferencia entre el precio diario ponderado al que casa el mercado y el precio base de cierre del mercado de MEFFPower multiplicado por 1.15.

El precio diario ponderado se calcula como:

$$P_{mp} = \frac{\sum_{i=1}^{24} (E_i * PMD_i)}{\sum_{i=1}^{24} E_i}$$

Donde:

- $E_i$ : energía comprada en el mercado diario en la hora  $i$ .
- $PMD_i$ : precio de casación del mercado diario en la hora  $i$ .

En la ilustración 48 se muestra el histograma del error entre estos dos precios. Los datos utilizados corresponden al intervalo de tiempo comprendido entre el 09/03/2018 y el 30/04/2018.

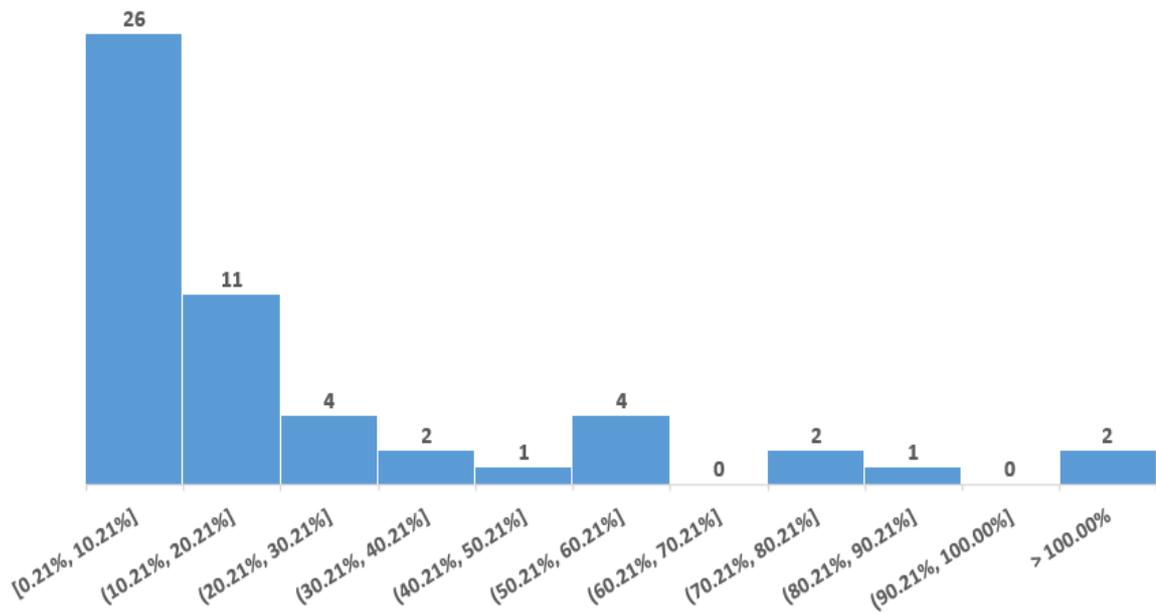


Ilustración 48. Histograma del error entre  $P_{mp}$  y  $1.15 * P_{MEFFPower}$ .

Para estar del lado de la seguridad, el precio base de MEFFPower multiplicado por 1.15 debe ser mayor que el precio de casación del mercado diario. Para el intervalo definido, el 73.41% de las horas se está del lado de la seguridad. Además, cuando no se está del lado de la seguridad la diferencia no suele ser muy grande. Esto se puede ver en la ilustración 49.

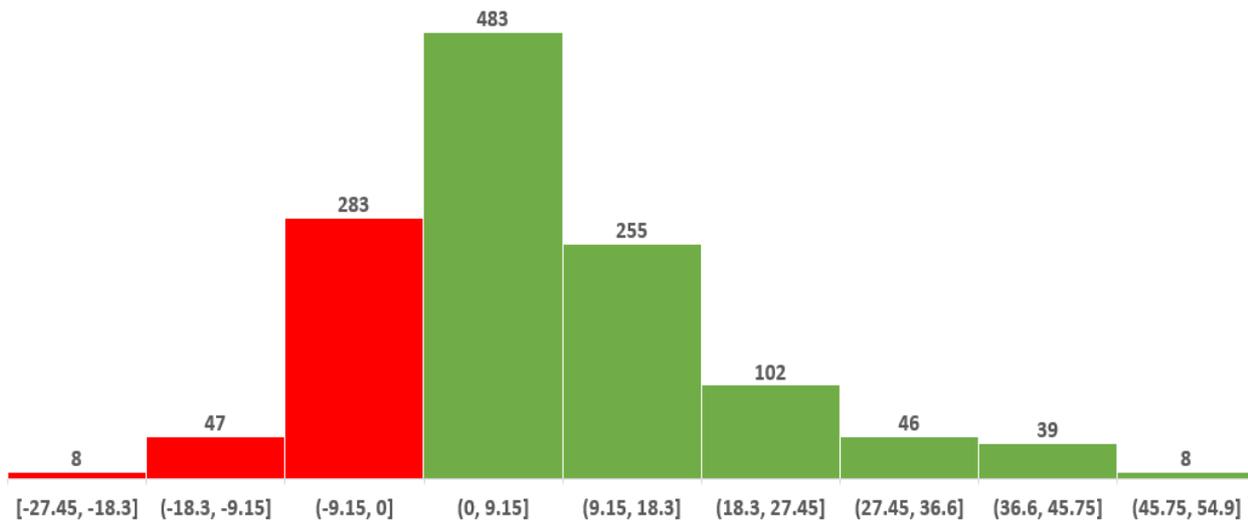


Ilustración 49. Histograma de la diferencia entre  $1.15 \cdot P_{MEFFPower}$  y el precio de casación del mercado diario.

En caso de querer aumentar el porcentaje de seguridad, se sustituye el coeficiente 1.15 por otro mayor.

En el cálculo de las garantías de REE, al tener como dato de partida el valor de las liquidaciones C2, A3, C3, A4, C4 y al seguir el *P.O. 14.3*, el error en el cálculo es prácticamente nulo.

## 8. CONCLUSIONES

---

1. Con las liquidaciones disponibles hasta la fecha (tabla 3), el promedio del error cometido en la estimación del consumo eléctrico es del 17.75 %.
2. A medida que aumenta el número de clientes, el error en la estimación del consumo eléctrico disminuye hasta un punto en el que se estabiliza.
3. Los valores de pérdidas eléctricas utilizados incrementan el error en la estimación del consumo eléctrico, pero no de manera significativa.
4. En el 81.73 % de los casos se acierta en la energía a comprar en el mercado. A medida que la cartera de clientes crece, este porcentaje de acierto aumenta.
5. La estimación del sistema apenas varía con un horizonte de predicción de 1 semana.



# REFERENCIAS

---

- [1] Ingebau, «Curso de Operación para Comercializadora», 2017.
- [2] Pablo Castillo Campos, «Liquidaciones de Actividades Reguladas del Sector Eléctrico. Evolución de Ingresos y Costes» *Trabajo Fin de Máster*, 2016.
- [3] Antoio Alonso Fuentes, «Mercados a Plazo de la Electricidad en España» *Tesis de Máster*, 2008.
- [4] Red Eléctrica de España, «Glosario» <http://www.ree.es/es/sala-de-prensa/glosario>.
- [5] Creara, «Liquidaciones y garantías del mercado de electricidad» <http://www.creara.es/actualidad/liquidaciones-garantias-del-mercado-electricidad>.
- [6] Red Eléctrica de España, «Procedimiento de Operación 14.3 Garantías de Pago».
- [7] OMIE, «Mercado Electricidad» <http://www.omie.es/inicio/mercados-y-productos/conoces-nuestro-mercado-de-electricidad>.
- [8] Departamento de Ingeniería Eléctrica, Universidad de Sevilla, «Economía del sector eléctrico. Mercado eléctrico español».
- [9] Red Eléctrica de España, «La operación del sistema eléctrico para Dummies».



# GLOSARIO

---

CAE: Consumo Anual Equivalente

CNMC: Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia

CUPS: Código Universal de Punto de Suministro

ESIOS: Sistema de Información del Operador del Sistema

GOA: Garantía de Operación Adicional

GOB: Garantía de Operación Básica

MIBEL: Mercado Ibérico de la Energía Eléctrica

OMI: Operador Mercado Ibérico

OMIE: Operador del Mercado Ibérico Español

OMIP: Operador del Mercado Ibérico Portugués

PDBF: Plan Diario Base de Funcionamiento

RAC: Registro Anotaciones de Cuenta

REE: Red Eléctrica de España

SIMEL: Sistema de Información Medidas Eléctricas

SIPS: Sistema de Información de Punto de Suministro