

METODOLOGÍA DE OPTIMIZACIÓN PARA MAXIMIZAR LOS BENEFICIOS ECONÓMICOS DEL AGREGADOR EN SU CARTERA DE CLIENTES

OPTIMISATION METHODOLOGY TO MAXIMISE THE ECONOMIC BENEFITS OF THE AGGREGATOR ON ITS CUSTOMER BASE

Jorge Cano Martínez¹

IIE / Electrical Department / UPV¹

Elisa Peñalvo López²

IIE / Electrical Department / UPV²

Vicente León Martínez³

IIE / Electrical Department / UPV³

Iván Valencia Salazar⁴

IIE / Electrical Department / UPV⁴

INTRODUCCIÓN

El desarrollo de la generación, el transporte, la distribución y el consumo de energía eléctrica ha determinado el cambio de una estructura de suministro de energía a granel al sistema de suministro de microrredes. La evolución hacia un mercado eléctrico liberalizado con una alta penetración de las fuentes de energía renovable (FER) requiere una actualización de la arquitectura tradicional del sistema eléctrico. Es necesario aplicar nuevas metodologías de gestión de la energía del sistema y deben introducirse nuevas figuras en los mercados de la electricidad.

Se define como agregador de demanda (Fig. 1) al agente del sistema eléctrico que gestiona, optimiza y modula en los mercados locales la demanda y exportación de energía al sistema por parte de pequeños y medianos consumidores y/o productores, mediante la gestión de la generación o almacenamiento» y que aparece en España tras la aprobación del Real Decreto-Ley 23/2020 (Fig. 2).

INTRODUCTION

The development of generation, transmission, distribution and consumption of electricity has determined the change from a bulk power supply structure to a microgrid supply system. The evolution towards a liberalised electricity market with a high penetration of renewable energy sources (RES) requires an update of the traditional architecture of the electricity system. New system energy management methodologies need to be applied and new figures need to be introduced in the electricity markets.

A demand aggregator (Fig. 1) is defined as the electricity system agent that manages, optimises and modulates the demand and export of energy to the system by small and medium-sized consumers and/or producers in local markets, through the management of generation or storage" and which appears in Spain following the approval of Royal Decree-Law 23/2020 (Fig. 2).

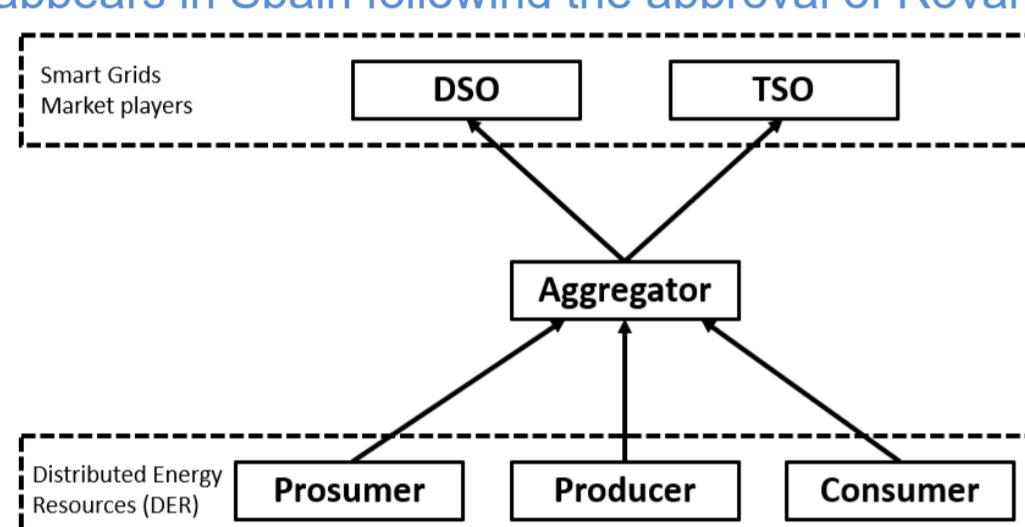


Fig. 1. Agregador de demanda
 Fig. 1. Demand Aggregator



Fig. 2. Legislación Española sobre mercado eléctrico
 Fig. 2. Developments in Spanish legislation on the electricity market.

METODOLOGÍA

La metodología que se propone en el presente trabajo de investigación incluye la generación renovable, el almacenamiento, el vehículo eléctrico y IoT como soluciones al imparable aumento de la demanda energética, pero añade también un índice de compatibilidad entre los distintos usuarios de la red, basándose en la componente social, económica y energética del cliente, que maximiza los beneficios económicos del agregador.

La metodología desarrollada (Fig. 3) se compone de cinco apartados: caracterización de un nuevo cliente, análisis de compatibilidad (Fig. 4), gestión de la demanda (Fig. 5), predicción del precio del mercado (Fig. 6) y planificación energética (Fig. 7) y se aplicó para una cartera de clientes de 23 usuarios.

METHODOLOGY

The methodology proposed in this research work includes renewable generation, storage, electric vehicles and IoT as solutions to the unstoppable increase in energy demand, but also adds a compatibility index between different grid users, based on the social, economic and energy component of the customer, which maximises the economic benefits of the aggregator.

The methodology developed (Fig. 3) is composed of five sections: characterisation of a new customer, compatibility analysis (Fig. 4), demand management (Fig. 5), market price prediction (Fig. 6) and energy plan (Fig. 7) and was applied for a customer portfolio of 23 users.

Vicente León Martínez³

IIE / Electrical Department / UPV³

Iván Valencia Salazar⁴

IIE / Electrical Department / UPV⁴

ESTADO DEL ARTE

La figura del agregador existe en Europa desde hace una década y en Estados Unidos cerca de veinte años. Sin embargo, su implantación en España es muy reciente. No obstante, las líneas de investigación relacionadas con este agente del sistema tratan el mismo problema: el aumento del consumo energético. Una de las formas más prometedoras de solucionar este incremento de la demanda energética es aumentar la potencia instalada de energías renovables. Según Wei, se puede alcanzar el equilibrio de Nash entre oferta y demanda de energía a través de la carga de vehículos eléctricos mediante generación renovable. Bessa et al., destaca también las grandes posibilidades que presenta el uso del vehículo eléctrico en la reducción de las desviaciones de energía ofrecida y consumida como regulador del mercado. Otra de las funciones más importantes a desarrollar por el agregador, según Contreras-Ocaña et al., es el eficiente almacenamiento y distribución de pequeñas cantidades de energía como agente regulador de la red. Chuang y Chiu destacan la importancia de las redes inteligentes para facilitar la comunicación y la alta penetración de las energías renovables para coordinar mejor los flujos de energía y dinero entre los productores y consumidores, facilitando la labor del agregador.

Por tanto, entre las soluciones que se proponen para equilibrar el sistema destacan la generación de energía basada en fuentes renovables, las diversas formas de almacenamiento de esta energía, las posibilidades que presenta el vehículo eléctrico y la implantación de redes inteligentes de distribución y transporte de energía.

STATE OF THE ART

The figure of the aggregator has existed in Europe for a decade and in the United States for almost twenty years. However, its implementation in Spain is very recent. Nevertheless, the lines of research related to this system agent address the same problem: the increase in energy consumption.

One of the most promising ways to solve this increase in energy demand is to increase the installed capacity of renewable energies. According to Wei, a Nash equilibrium between energy supply and demand can be achieved by charging electric vehicles through renewable generation. Bessa et al., also highlights the great potential of using electric vehicles to reduce deviations in energy supply and consumption as a market regulator. Another of the most important functions to be developed by the aggregator, according to Contreras-Ocaña et al. is the efficient storage and distribution of small amounts of energy as a grid regulator.

Chuang and Chiu highlight the importance of smart grids to facilitate communication and the high penetration of renewable energies to better coordinate energy and money flows between producers and consumers, facilitating the work of the aggregator.

Therefore, among the solutions proposed to balance the system, the generation of energy based on renewable sources, the various forms of energy storage, the possibilities presented by electric vehicles and the implementation of smart grids for energy distribution and transport stand out.

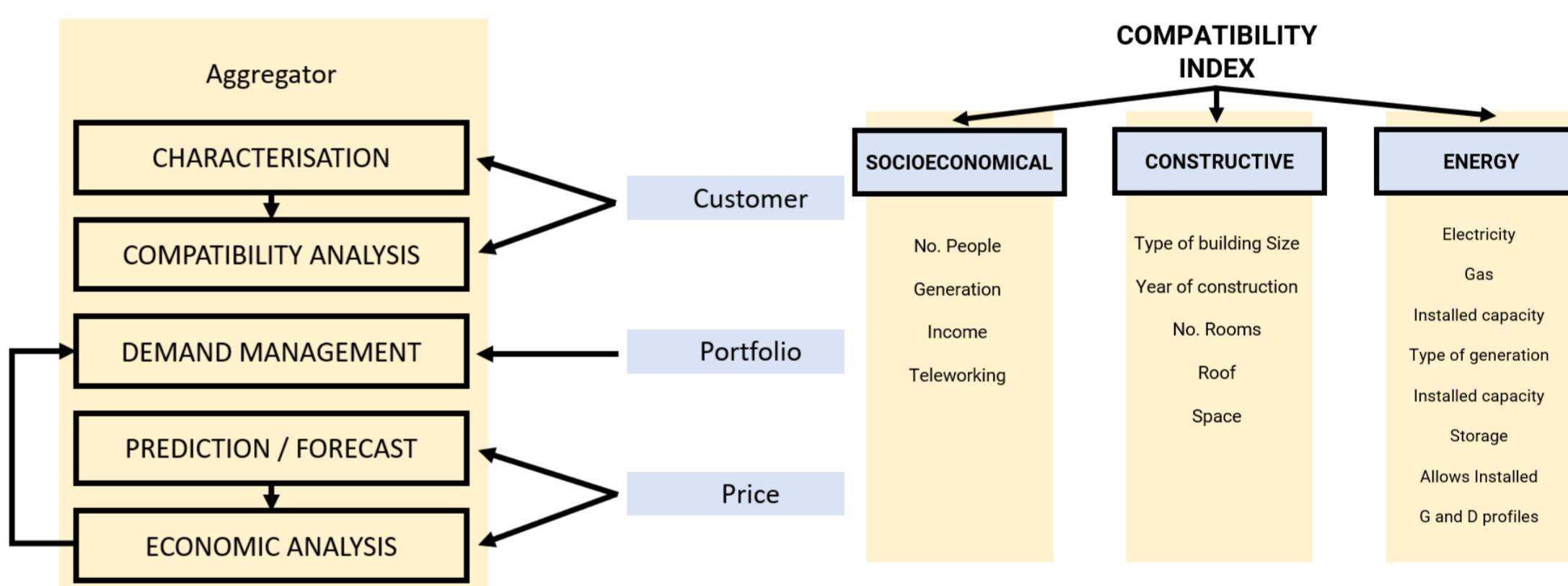


Fig. 3. Metodología
 Fig. 3. Methodology

Fig. 4. Índice de compatibilidad
 Fig. 4. Compatibility index

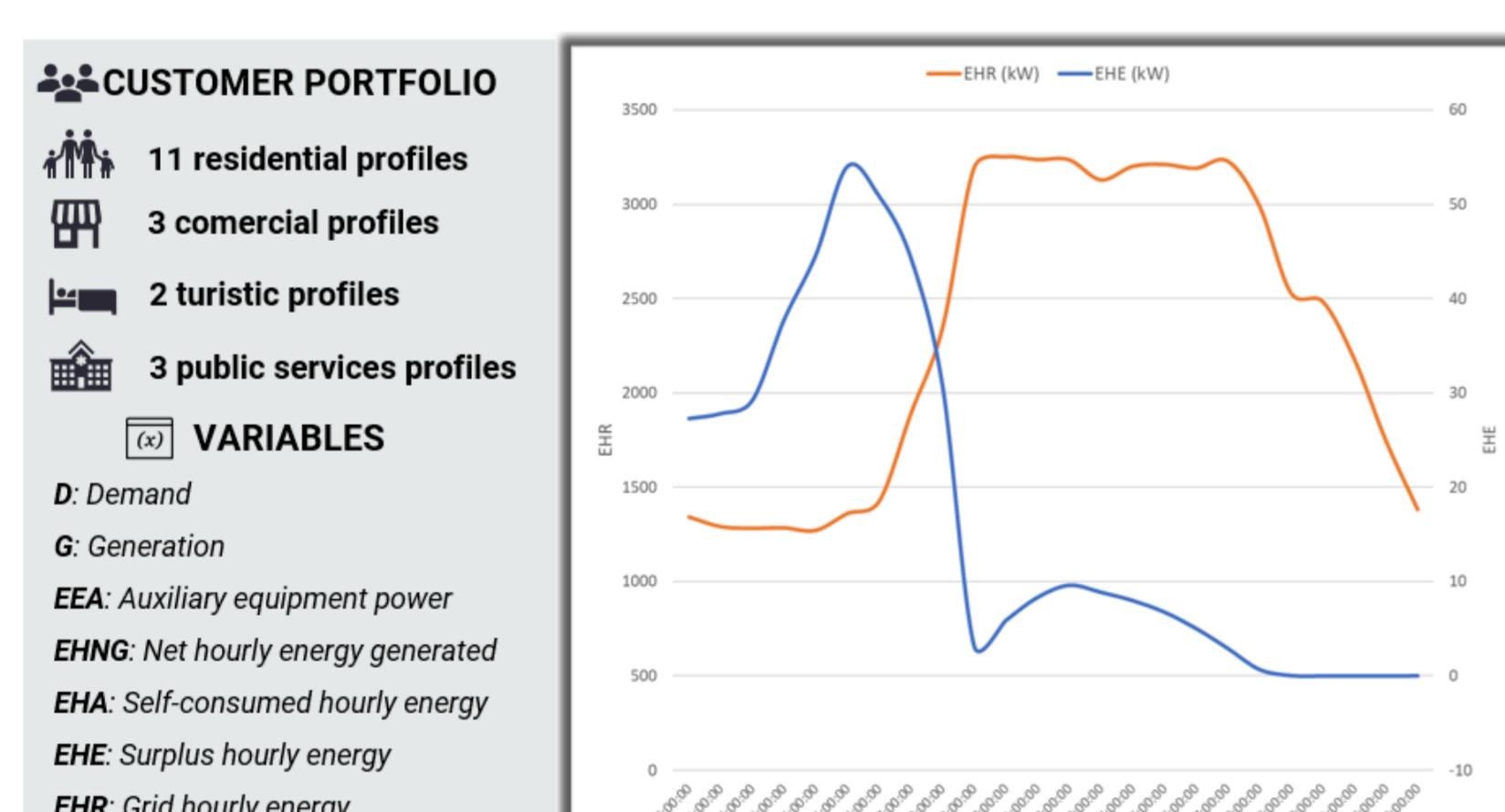


Fig. 5. Cartera de clientes y gestión de la demanda
 Fig. 5. Customer portfolio and demand management

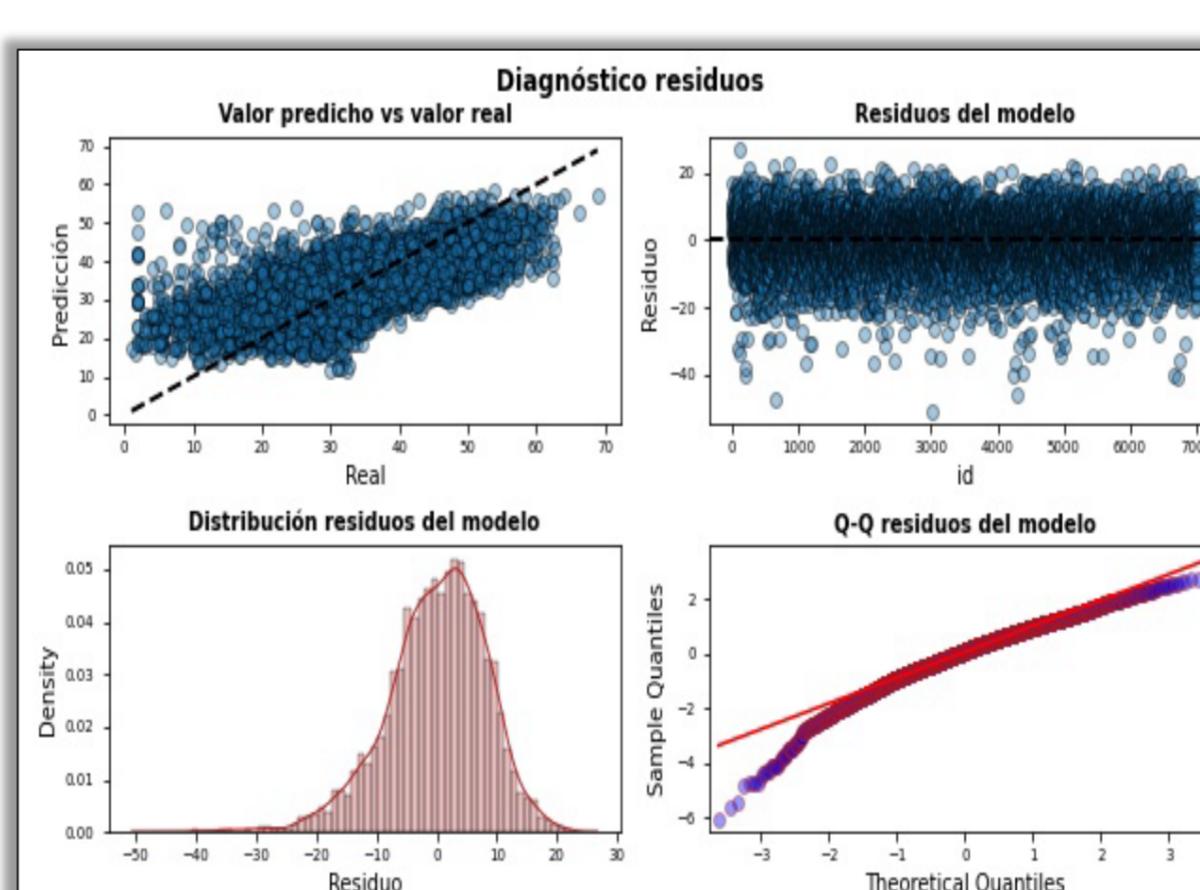


Fig. 6. Predicción del precio del mercado
 Fig. 6. Market Price prediction

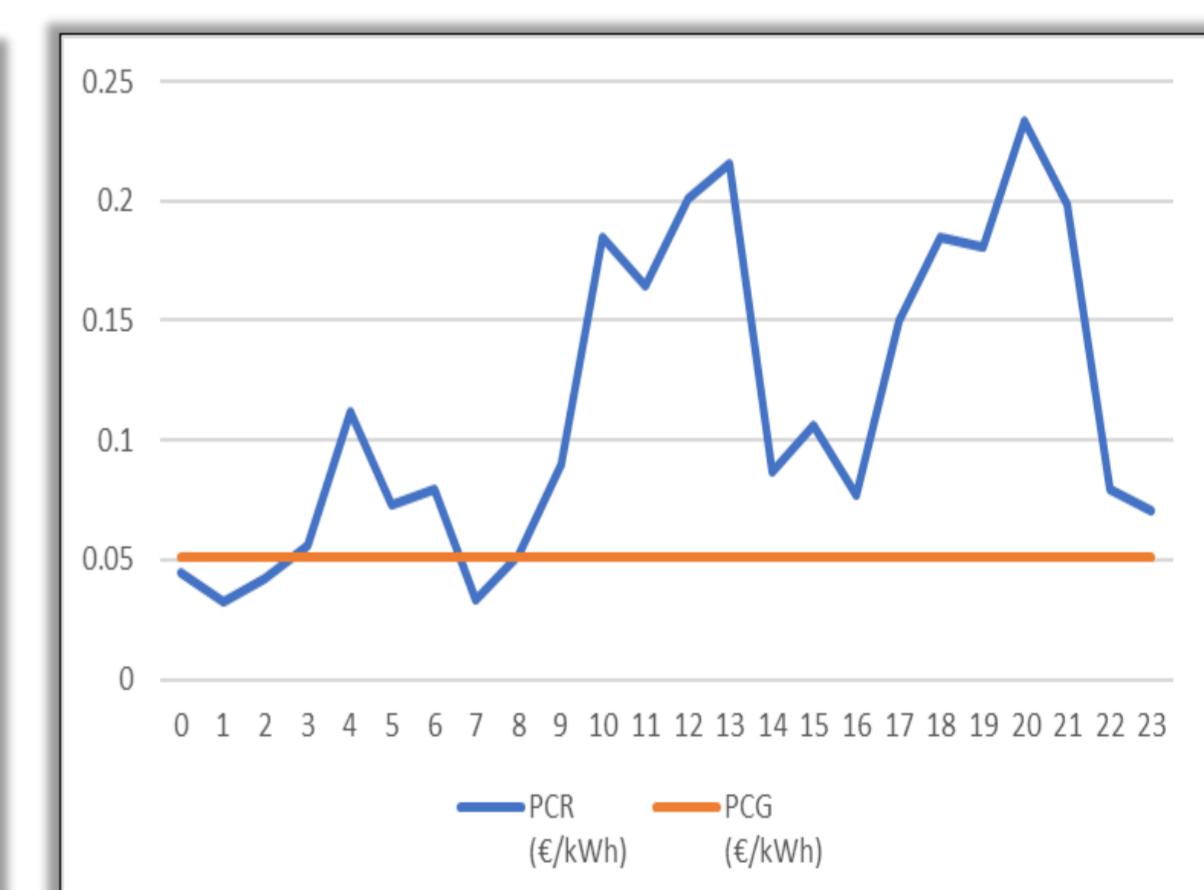


Fig. 7. Planificación energética
 Fig. 7. Energy plan

Resultados

Para una cartera de clientes de 19 usuarios de distintos perfiles, se obtuvo como resultados:

- un algoritmo de predicción del precio del mercado con un error asociado de 8€/MW.
- un índice de compatibilidad entre usuarios basado en la maximización del beneficio del agregador en función de su cartera de clientes que tiene en consideración su componente geográfica, energética, económica y social.
- 5 momentos horarios de compra y 19 de venta de energía.
- un beneficio diario medio de 235,81€, lo que supone un beneficio de 86.070,65€/año.

Conclusiones

Los sistemas de gestión de la demanda se encuentran en un momento álgido, introduciendo nuevas tecnologías hasta ahora impensables. Los sistemas de almacenamiento, bien sea por baterías o mediante el vehículo eléctrico presentan enormes posibilidades para gestionar la energía, lo que incita a cambiar el paradigma del almacenamiento y del stock hasta ahora concebido y, por tanto, la figura del agregador emerge como uno de los principales agentes de este cambio.

Para optimizar el beneficio del agregador se requiere conocer el precio del mercado con una predicción lo más acertada posible, con el fin de conocer los momentos de compraventa de energía y numerosas ponencias secundan esta línea de investigación. Por último, cabe destacar el uso del Internet de las Cosas (IoT) como desarrollo que facilitará enormemente la labor del agregador.

Results

For a customer portfolio of 19 users with different profiles, the results were obtained:

- a market price prediction algorithm with an associated error of 8€/MW.
- A compatibility index between users based on the maximisation of the aggregator's profit according to its customer portfolio.
- 5 hourly moments of energy purchase and 19 hourly moments of energy sale.
- an average daily profit of 235.81€, which means a profit of 86,070.65€/year.

Conclusions

Demand management systems are at a peak, introducing new technologies that were unthinkable until now. Storage systems, whether by batteries or electric vehicles, offer enormous possibilities for energy management, which is leading to a change in the paradigm of storage and stock until now, and therefore the figure of the aggregator emerges as one of the main agents of this change.

In order to optimise the aggregator's profit, it is necessary to know the market price with the most accurate prediction possible, in order to know when energy is bought and sold, and numerous papers support this line of research. Finally, it is worth highlighting the use of the Internet of Things (IoT) as a development that will greatly facilitate the work of the aggregator.