

METODOLOGÍA PARA DISEÑAR UNA COMUNIDAD ENERGÉTICA Y COMPROBAR SU VIABILIDAD TÉCNICA Y ECONÓMICA. APLICACIÓN EN EL MUNICIPIO DE VINALESA.

METHODOLOGY FOR DESIGNING AN ENERGY COMMUNITY AND CHECKING ITS TECHNICAL AND ECONOMIC VIABILITY. APPLICATION IN THE MUNICIPALITY OF VINALESA.

L. Molina-Cañamero^{1,2}, E. Peñalvo-López^{1,2}, V. León-Martínez^{1,2}, J. Montaña-Romeu^{1,2}

Universitat Politècnica de València¹; Institut de Ingeniería Energética²

INTRODUCCIÓN / INTRODUCTION

Las comunidades energéticas son un nuevo modelo de gestión de la energía que pretende aprovechar los recursos energéticos locales y hacer partícipes a los diferentes agentes sociales del entorno en pos de obtener beneficios energéticos, medioambientales, sociales y económicos. Esta nueva figura jurídica viene definida en la Directiva (UE) 2018/2001 relativa al fomento del uso de Energía procedente de fuentes Renovables y la Directiva (UE) 2019/944 sobre normas comunes para el Mercado Interior de la Electricidad. Sin embargo, el nivel de información de las directivas así como el de la literatura disponible en algunas guías, se limitan a definir el concepto y sus propiedades o a exemplificar con casos de configuraciones similares como son las cooperativas energéticas, pero no entran en detalle en los aspectos más técnicos que son necesarios para poder configurar una comunidad energética y estudiar su potencial y viabilidad.

Energy communities are a new model of energy management that aims to take advantage of local energy resources and involve the different social agents of the environment in order to obtain energy, environmental, social and economic benefits. This new legal figure is defined in Directive (EU) 2018/2001 on the promotion of the use of Energy from Renewable Sources and Directive (EU) 2019/944 on common rules for the Internal Electricity Market. However, the level of information in the directives, as well as in the literature available in some guides, is limited to defining the concept and its properties or exemplifying with cases of similar configurations such as energy cooperatives but does not go into detail on the more technical aspects that are necessary to be able to set up an energy community and study its potential and viability.

OBJETIVO

El objetivo principal de este trabajo de investigación es arrojar un poco de luz sobre los aspectos más técnicos que atañen al diseño de comunidades energéticas, a través de una metodología y su aplicación a un caso práctico con el fin de servir de apoyo en el dimensionamiento de los activos de generación de la comunidad y el diseño de la tarifa eléctrica según las condiciones del entorno, así como para estudiar su viabilidad técnica y económica.

METODOLOGÍA / METHODOLOGY

La metodología desarrollada es una hoja de ruta que tiene en cuenta los parámetros técnicos y económicos más importantes a la hora de diseñar una comunidad energética que esté conectada a la red general, tenga activos de generación de energía renovable y quiera hacer un reparto equitativo de los beneficios obtenidos. Como se puede observar en la Fig. 1, consta de 3 fases diferenciadas en función de la decisión que nos ayudarán a tomar. De cada una de ellas obtiene información clave que nos guiará para ir afinando cada más las condiciones de partida hasta lograr un diseño de Comunidad Energética que se ajuste a nuestras necesidades.

The methodology developed is a roadmap that considers the most important technical and economic parameters when designing an energy community that is connected to the general grid, has renewable energy generation assets and wants to make an equitable distribution of the benefits obtained. As can be seen in Fig. 1, it consists of 3 different phases depending on the decision it will help us to make. From each one of them you get key information that will guide you to fine-tune the starting conditions until you achieve an Energy Community design that fits your needs.

OBJECTIVE

The main objective of this research work is to shed some light on the more technical aspects related to the design of energy communities, through a methodology and its application to a practical case in order to support the sizing of the community's generation assets and the design of the electricity tariff according to the conditions of the environment, as well as to study its technical and economic viability.

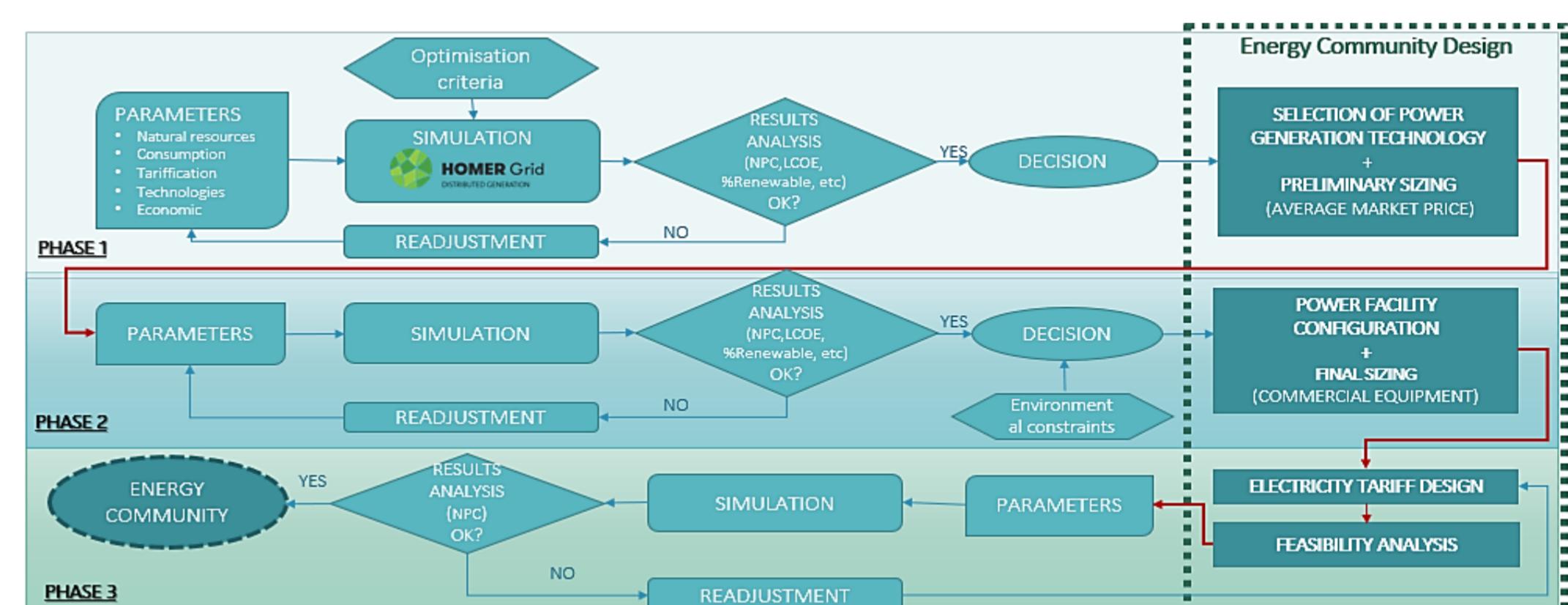


Fig. 1: Metodología para el diseño de la Comunidad Energética / Fig. 1: Methodology for the design of the Energy Community

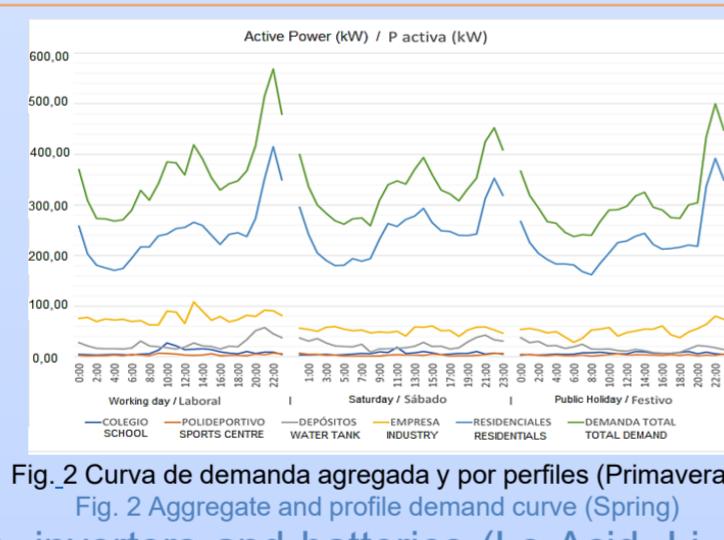
Fase 1: Elección de la tecnología de generación y dimensionamiento preliminar.

Phase 1: Selection of generation technology and preliminary sizing.

- **Parámetros de entrada** → recursos naturales, consumos, tarifa eléctrica, tecnologías energéticas y parámetros económicos. Criterios de diseño.
- **Herramienta de cálculo** → Homer Grid
- **Análisis de resultados** → coste actual neto o NPC (€) y el coste nivelado de la energía o LCOE (€/kWh). Otros: fracción de renovables, excesos de energía, periodo de recuperación de la inversión.

- **Input parameters** → natural resources, consumption, electricity tariff, energy technologies and economic parameters. Design criteria.
- **Calculation tool** → Homer Grid
- **Analysis of results** → Net Present Cost, NPC (€) and Levelized Cost of Energy, LCOE (€/kWh). Others: fraction of renewables, excess energy, payback period.

- **Recursos naturales** → recurso solar, eólico, Tº.
- **Natural resources** → solar, wind, Tº.
- **Consumos eléctricos** → medición consumos reales, fig. 2. Promedio: 327.11 kWh
- **Electricity consumption** → Actual consumption measured, fig. 2. Average: 327.11 kWh
- **Tecnologías posibles** → FV, aerogeneradores, inversor y baterías (Pl-Ac, Li-Ion y flujo redox V)
- **Available technologies** → PV, mini wind turbines, inverters and batteries (Le-Acid, Li-Ion and flux redox V). Standard market parameters and costs consideration.
- **Tarifa energética** de la cooperativa eléctrica de Vinalesa.
- **Energy tariffs of the Vinalesa electricity cooperative**
- **Parámetros económicos** → vida útil 25 años, de tasa de descuento real 5,88%, coste fijo adicional de O&M de la planta de 20.000 euros/año
- **Economic parameters** → lifespan 25 years, 5.88% real discount rate and an additional fixed plant O&M cost of €20,000/year



RESULTADOS / CASE STUDY

Tabla 1 Resultados de los escenarios óptimos de la simulación 1 en la Fase I

Table 1 Results of the optimal scenarios of simulation 1 in Phase I

Winner system		Architecture		Cost		System	
PV (kW)	WT10	WT100	1kWh LA	VRB100	1kWh LI	2.0 TD	Converter (kW)
989	1		674	1	510	5.55 €M	0.150 €
914				1	492	5.60 €M	0.151 €
943				1	483	5.61 €M	0.151 €
877		15		1	487	5.61 €M	0.152 €
818	2	1	63	1	515	5.96 €M	0.161 €
						358.828 €	0.00 €
						1.33 €M	35.5
						6.99 €M	0.189 €
						540.896 €	0.00 €
							0

- **Decisión** → paneles fotovoltaicos (PV) + baterías de litio (1kWh LI) + Red (2.0 TD)
- **Decision** → photovoltaic (PV) panels + lithium batteries (1kWh LI) + Grid (2.0 TD)

Tabla 3 Resultados de los escenarios óptimos de la simulación en la fase 2

Table 3 Results of the optimal scenarios of the simulation in phase 2

Winner system		Architecture		Cost		System	
330P Aterra	LGChem6.4	Ede151	TeslaPP2	2.0 TD Vinalesa	Sinexcel 500 (kW)	NPC (€)	COE (€)
870	168		1	472	5.74 €M	0.155 €	30.1973 €
735			1	466	5.94 €M	0.160 €	368.325 €
742			1	464	5.95 €M	0.161 €	364.699 €
751			1	468	5.97 €M	0.161 €	357.456 €
			Base Case	1	6.99 €M	0.189 €	540.896 €
					0.00 €	0	

- **Decisión** → sistema híbrido de 977 kW de FV y 633kWh almacenamiento. COE=0,149€/kWh

- **Decision** → hybrid system 977 kW PV and 633 kWh storage. COE=0.149€/kWh

CONCLUSIONES

- La metodología propuesta es una herramienta útil para diseñar comunidades energéticas ya que permite escoger y dimensionar los activos de generación renovables de forma precisa así como conocer la viabilidad económica y tecnológica del sistema híbrido que vaya a alimentar a la comunidad energética. Además ofrece un método de cálculo sencillo para diseñar nuevas tarifas eléctricas para los miembros de la comunidad en base al coste nivelado de la energía obtenido con el sistema híbrido.
- Gracias a esta metodología se ha podido comprobar que con la instalación de 870 kW de potencia fotovoltaica y una capacidad de almacenamiento de 1.08 MWh en baterías de Ión Litio, los vecinos del municipio de Vinalesa podrían tener ahorros adicionales del orden del 16,4% en su factura de la luz considerando una amortización de la planta energética de 8,83 años.

CONCLUSIONS

- The proposed methodology is a useful tool for designing energy communities as it allows choosing and sizing renewable generation assets in a precise way as well as knowing the economic and technological feasibility of the hybrid system that is going to feed the energy community. It also offers a simple calculation method to design new electricity tariffs for the members of the community based on the levelised cost of energy obtained with the hybrid system.
- Thanks to this methodology, it has been possible to verify that with the installation of 870 kW of photovoltaic power and a storage capacity of 1.08 MWh in lithium-ion batteries, the residents of the municipality of Vinalesa could have additional savings of around 16.4% on their electricity bill, considering a payback period of 8.83 years for the power plant.

