

RESUMO DA ENTREGA:

E1.1: Relatório descritivo do enquadramento normativo, técnico e económico no contexto da participação dos pequenos e médios prosumidores em redes elétricas inteligentes



Resumo executivo

O desenvolvimento da figura do prosumidor é fundamental para a descentralização, a diversificação do sistema e a implementação massiva das energias renováveis. A promoção de novas capacidades relacionadas com a autoprodução, a flexibilidade da procura e o armazenamento de energia permitirá que os prosumidores assumam um papel mais ativo na gestão do seu consumo e produção de energia, bem como na resposta às necessidades da rede elétrica.

Ao longo deste documento foi avaliado o enquadramento normativo, tecnológico e económico que pode condicionar a participação dos pequenos e médios prosumidores em redes elétricas inteligentes.

Do ponto de vista normativo, foi avaliado o estado regulamentar atual e a sua previsível evolução futura no contexto dos prosumidores de energias renováveis. Foram analisados os critérios a cumprir para participar nos diferentes mercados de eletricidade e de flexibilidade, os requisitos para a partilha de energia, bem como as figuras através das quais o prosumidor pode participar no mercado elétrico, entre outros aspetos.

Do ponto de vista tecnológico, foram identificados e caracterizados os parâmetros técnicos dos sistemas energéticos envolvidos na participação do prosumidor na rede elétrica através da gestão da sua curva de procura, tais como o autoconsumo com FV, o veículo elétrico, o armazenamento elétrico, os sistemas elétricos de climatização e de produção de água quente, soluções capazes de proporcionar flexibilidade à procura do consumidor.

Do ponto de vista económico, foram avaliados os diferentes custos das tecnologias envolvidas, bem como os custos e as remunerações do mercado elétrico pela produção e consumo de energia e pela prestação de serviços de flexibilidade.

Como principal conclusão da análise realizada, pode indicar-se que as tecnologias necessárias para a participação do prosumidor nos mercados de eletricidade estão disponíveis a preços competitivos, embora se observe a necessidade de um maior desenvolvimento regulamentar que facilite a sua participação nos mercados energéticos para além do autoconsumo e do autoconsumo coletivo.

1. Introdução

A figura do prosumidor, que combina as funções de produtor e consumidor, está a adquirir um protagonismo crescente devido a diversos fatores:

- A redução dos custos dos sistemas fotovoltaicos
- A melhoria da acessibilidade da tecnologia de gestão energética
- O compromisso institucional com a transição energética

Esta modalidade de autoconsumo não só permite aos utilizadores gerar parte da energia que consomem, como também favorece a sua integração no sistema elétrico através de soluções digitais que otimizam os fluxos energéticos.

O desenvolvimento da geração distribuída e das plataformas de controlo descentralizado abre novas oportunidades para que os prosumidores contribuam para a descarbonização e melhorem a eficiência e a segurança energética. Este relatório analisa de forma abrangente o fenómeno do prosumidor a partir de três eixos principais: o normativo, o tecnológico e o económico.

No âmbito normativo, são analisadas as regulamentações em vigor relativas ao autoconsumo e à participação no mercado elétrico em Espanha e em Portugal, sublinhando a necessidade de um enquadramento mais flexível que permita uma integração mais eficaz do prosumidor.

Do ponto de vista tecnológico, são descritos os sistemas envolvidos na participação ativa do prosumidor, com enfoque na sua capacidade para gerir a procura. Finalmente, a perspetiva económica avalia o custo atual das tecnologias envolvidas e as possibilidades de remuneração através dos mercados de eletricidade e das opções de flexibilidade.

A relevância deste estudo reside na sua capacidade para identificar as barreiras, oportunidades e linhas de desenvolvimento necessárias para facilitar a integração do prosumidor no sistema energético, num contexto europeu que promove a participação ativa como elemento fundamental na transição energética para um modelo mais sustentável e eficiente.

2. Caracterização normativa

A figura do prosumidor nem sempre se encontra explicitamente definida nos enquadramentos normativos, mas está contemplada ou viabilizada através de outras categorias jurídicas, como as do autoconsumidor, das comunidades energéticas ou dos agregadores. Nesta secção analisa-se o enquadramento regulamentar aplicável, identificando tanto os elementos facilitadores como as barreiras existentes ao desenvolvimento deste tipo de participação cidadã no sistema energético.

2.1 Visão geral europeia

À escala europeia, o pacote legislativo **Clean Energy Package** foi determinante para estabelecer as bases da participação ativa dos consumidores na transição energética.

Normativa europeia fundamental

- **Diretiva UE 2018/2001** relativa às energias renováveis;
- **Diretiva UE 2019/944** relativa às regras comuns para o mercado interno da eletricidade;
- **Regulamento UE 2019/943** relativo ao mercado interno da eletricidade;
- **Diretiva UE 2023/2413** relativa à promoção da utilização de energia proveniente de fontes renováveis.

Estes instrumentos fundamentais introduzem e definem as figuras do autoconsumidor, do consumidor ativo, do agregador e das comunidades energéticas, reconhecendo o seu direito de gerar, consumir, armazenar e vender eletricidade, bem como de participar nos mercados energéticos, de forma individual ou coletiva. Paralelamente, promove-se a eliminação de barreiras ao desenvolvimento de contratos de compra de energia renovável, do comércio entre pares e reforçam-se os mecanismos de apoio às energias renováveis e à participação cidadã através das comunidades energéticas.

2.2 Abordagens normativas específicas

O enquadramento europeu deixa margem aos Estados-Membros para desenvolverem a sua transposição e concretização normativa, o que gera diferenças significativas entre países quanto ao grau de desenvolvimento, definição e operacionalidade efetiva. Seguidamente, analisam-se os casos de Espanha e Portugal, países de origem das entidades colaboradoras do AGERAR PLUS, que refletem formas distintas de aplicar esse enquadramento comum em função das suas prioridades

e decisões nacionais.

2.2.1 Estudo de caso em Espanha

No contexto espanhol, a regulamentação do autoconsumo, da participação cidadã e das comunidades energéticas baseia-se em normas que desenvolvem as disposições europeias e definem as condições do modelo energético nacional. Entre as principais disposições regulamentares, a **Lei 24/2013 do Setor Elétrico** e o seu desenvolvimento regulamentar através de normas como o **Real Decreto 244/2019** e o **Real Decreto-Lei 15/2018** foram fundamentais para reconhecer o direito ao autoconsumo, eliminar barreiras como as taxas de acesso e permitir modalidades coletivas.

Tabla 1: Modalidades de autoconsumo coletivo em Espanha. Fonte: IDAE

Autoconsumo colectivo	Não abrangido por compensação	Abrangido por compensação
Sem excedentes	Instalação partilhada, sem injeção na rede	Instalação partilhada, compensação de excedentes
Com excedentes	Excedentes cedidos à rede, vendidos ao mercado	Excedentes cedidos à rede, compensação individual

O **Real Decreto 413/2014** regula as instalações de produção renovável, classificando tecnologias como a fotovoltaica, enquanto o **Real Decreto 960/2020** define o regime económico aplicável, incluindo instalações com armazenamento.

Foram igualmente dados passos no sentido da participação cidadã com a incorporação das comunidades energéticas e cidadãs, reconhecidas no **Real Decreto-Lei 5/2023**. Por outro lado, a organização e supervisão do mercado elétrico são da responsabilidade da **Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia (CNMC)**, em conformidade com o estabelecido na regulamentação europeia.

2.2.2 Estudo de caso em Portugal

Em Portugal, o enquadramento normativo do setor elétrico regula a produção, distribuição, comercialização e consumo de eletricidade. A **Lei n.º 88/2019**, juntamente com os **Decretos-Lei 162/2019** e **15/2022**, estabelece o regime jurídico para a produção, o autoconsumo e a integração de energias renováveis.

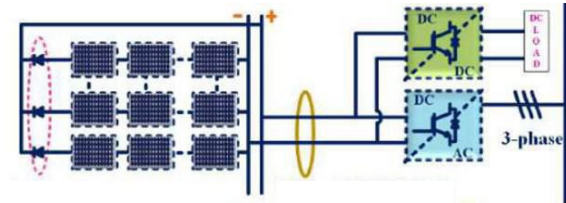
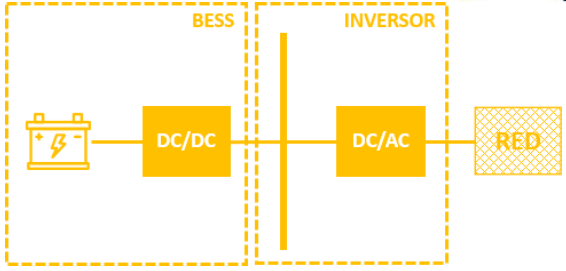
A **Entidade Reguladora dos Serviços Energéticos (ERSE)** e a **Rede Elétrica Nacional (REN)** emitem a regulamentação técnica e regulam o acesso às redes, as tarifas e as condições operacionais.

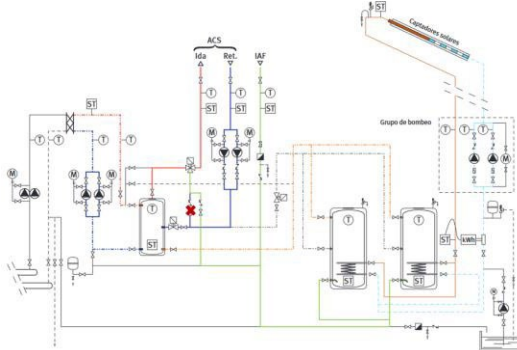
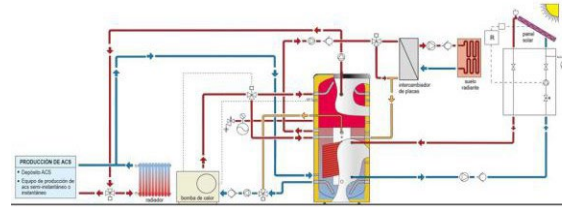
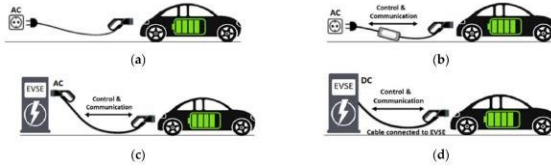
O sistema organiza-se em torno de diferentes entidades jurídicas: os produtores, a REN como operador do sistema e da rede de transporte, a E-REDES como principal distribuidor e os comercializadores que operam num mercado liberalizado. Este mercado é coordenado com Espanha através do **Mercado Ibérico de Eletricidade (MIBEL)**, otimizando as trocas transfronteiriças.

3. Caracterização tecnológica

Nesta secção são descritas as tecnologias que permitem a participação do prosumidor na rede elétrica através da gestão da procura. Isto implica modificar os fluxos energéticos com a rede, dando prioridade ao consumo em detrimento da geração. Distinguem-se dois tipos de gestão: **implícita**, que ajusta a carga em função do preço da energia, e **explícita**, que disponibiliza flexibilidade para participar nos mercados energéticos. Seguidamente, apresentam-se os principais elementos, esquemas de instalação e parâmetros técnicos de cada tecnologia.

Tabla 2: Características tecnológicas das soluções de autoconsumo e gestão da procura

Tecnologia	Elementos	Esquema de instalación	Parámetros técnicos	Posibilidades de control
Sistemas Fotovoltaicos	Módulo(s) FV cablagem, inversor, proteções		Potência de pico, eficiência do módulo, V_{mpp} , I_{mpp} , coef. temperatura de P_{mpp}	Potência ativa e reativa, bateria (inversores híbridos)
Sistemas de Armazenamento com Baterías	Baterías proteções, BMS Convertidor DC/DC		Capacidade, tensão nominal, potência máxima, corrente máxima de carga/descarga	Gestão da carga/descarga, controlo por SOC, tarifas, consignas ou FV

Tecnología	Elementos	Esquema de instalación	Parámetros técnicos	Posibilidades de control
Produção de ACS	Ligação, aquecedor, acumulador, permutador, proteções, canalizações, bomba de recirculação		<i>Volume, potência, perdas estáticas, pressão máxima de funcionamento</i>	Temperatura do acumulador, horários, recirculação e mistura com água fria
Climatização com Bomba de Calor	Bomba de calor, depósito de inércia, ventiladores, emissores, bomba de recirculação		<i>Potências nominais do permutador e do compressor, potência térmica nominal, COP</i>	Segundo a curva de aquecimento, recirculação e elementos terminais
Aquecimento Eléctrica	Radiadores	* Os emissores térmicos são unidades independentes ligadas à rede elétrica.	<i>Potência nominal, tensão de alimentação</i>	Ligado/desligado, regulação de potência
Vehículo Eléctrico	Conversor AC/DC, proteções, conectores, baterias		<i>Capacidade das baterias, potência nominal do motor, potência máxima de carregamento DC, potência máxima V2X AC</i>	Carregamento inteligente e V2G, controlo remoto, interoperabilidade e gestão a partir de centro de controlo

4. Caracterização económica

A análise económica das tecnologias energéticas começa pelos custos associados à sua implementação e manutenção. Estes incluem os investimentos iniciais em infraestruturas, bem como as despesas recorrentes de operação, manutenção e as relacionadas com o cumprimento dos requisitos regulamentares. Além disso, são considerados parâmetros fundamentais como os **custos de investimento (CAPEX)**, as **despesas operacionais (OPEX)** e o **custo nivelado da energia (LCOE)**, essenciais para avaliar a viabilidade tecnoeconómica das alternativas, tendo em conta a variabilidade dos equipamentos.

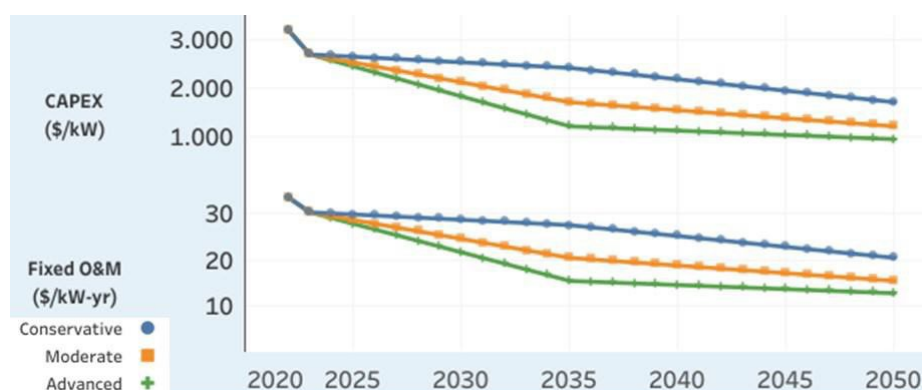


Figura 1: CAPEX e OPEX para instalações fotovoltaicas residenciais. Fonte: NREL

Uma vez instaladas, estas tecnologias podem gerar receitas através dos mercados energéticos. O **mercado diário** é o local onde se compra e vende eletricidade para as 24 horas seguintes, sendo fundamental para determinar o preço da energia. Além disso, existem **mercados intradiários** que permitem ajustar as posições de energia em tempo real, incluindo leilões e o mercado contínuo transfronteiriço, oferecendo flexibilidade a tecnologias como o armazenamento ou os sistemas de carregamento.

Relativamente às **tarifas**, tanto em Espanha como em Portugal existem estruturas que variam consoante o período do dia. Em Espanha, o modelo 2.0TD divide o dia em três períodos com preços diferenciados (vazio, cheias e ponta) para incentivar um consumo mais eficiente. Portugal dispõe de um sistema semelhante, com tarifas diferenciadas em função do consumo em diferentes horas do dia. Ambas as estruturas procuram integrar de forma eficiente a produção de energias renováveis e evitar a sobrecarga da rede elétrica nas horas de ponta.

Por último, os contratos estabelecidos para a compra e venda de energia podem ser fixos ou indexados ao mercado. Existem igualmente acordos específicos para o autoconsumo coletivo ou para serviços energéticos, com diferentes durações e condições em função das necessidades dos utilizadores. Estes contratos permitem otimizar a rentabilidade das soluções energéticas, adaptando-se aos perfis de consumo de cada cliente.

5. Conclusões

O crescimento do prosumidor na Europa responde à necessidade de um modelo energético mais descentralizado, participativo e resiliente. As **políticas europeias** reconhecem este papel ativo do cidadão, especialmente em contextos onde o **autoconsumo** e a **flexibilidade** podem acrescentar valor. Contudo, persistem **desafios regulamentares e técnicos** para a sua plena integração nos mercados elétricos.

Nesta entrega foi analisada a figura do **prosumidor** numa perspetiva normativa, tecnológica e económica. Conclui-se que as tecnologias se encontram maduras, mas que a regulamentação continua centrada no autoconsumo básico, sem contemplar plenamente modelos avançados de agregação ou armazenamento. Apesar das diferenças entre Espanha e Portugal, existem **barreiras comuns** que dificultam a sua participação. Estas análises permitem identificar as condições necessárias para uma integração efetiva do prosumidor, embora seja necessário continuar a desenvolver modelos operacionais e experiências-piloto que validem a sua viabilidade a longo prazo.

Interreg



Cofinanciado por
la Unión Europea
Cofinanciado pela
União Europeia

España – Portugal



@AgerarPlus



Agerar Plus

Este proyecto ha recibido financiación d
España - Portugal POCTEP 2021-2027 d
subvención 0091_AGERAR_PLUS_6_E.