

Píldoras sobre el diseño del mercado eléctrico para la sostenibilidad.



CENER

CENTRO NACIONAL DE
ENERGÍAS RENOVABLES



GOBIERNO
DE ESPAÑA

VICEPRESIDENCIA
TERCERA DEL GOBIERNO
MINISTERIO
PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA
Y EL RETO DEMOGRÁFICO

MINISTERIO
DE CIENCIA
E INNOVACIÓN

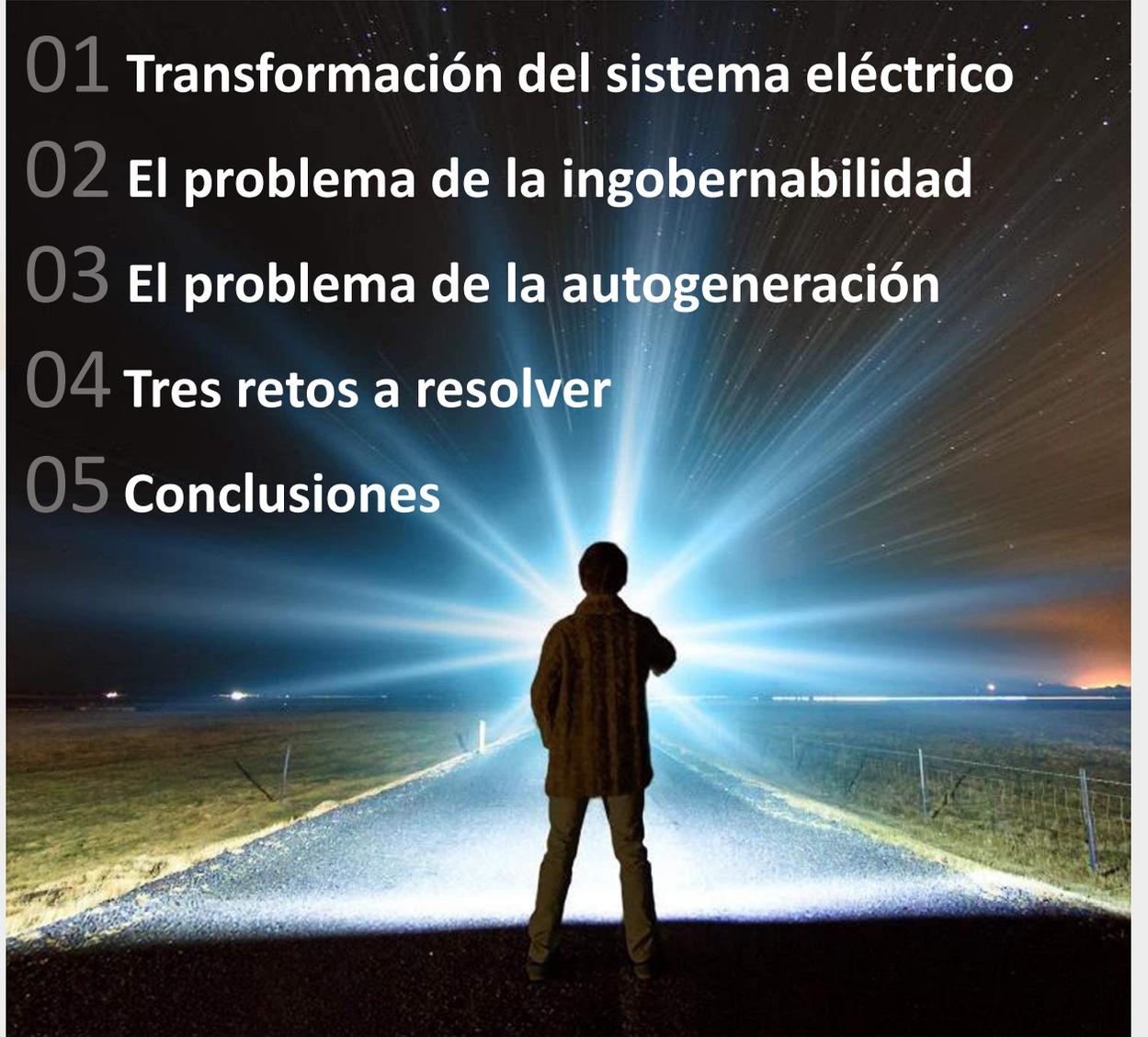
Ciemat



Gobierno de Navarra
Nafarroako Gobernua



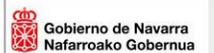
- 01 Transformación del sistema eléctrico
- 02 El problema de la ingobernabilidad
- 03 El problema de la autogeneración
- 04 Tres retos a resolver
- 05 Conclusiones



CENER | CENTRO NACIONAL DE
ENERGÍAS RENOVABLES



Ciemat





01

TRANSFORMACIÓN DEL MERCADO ELÉCTRICO



CENER | CENTRO NACIONAL DE
ENERGÍAS RENOVABLES

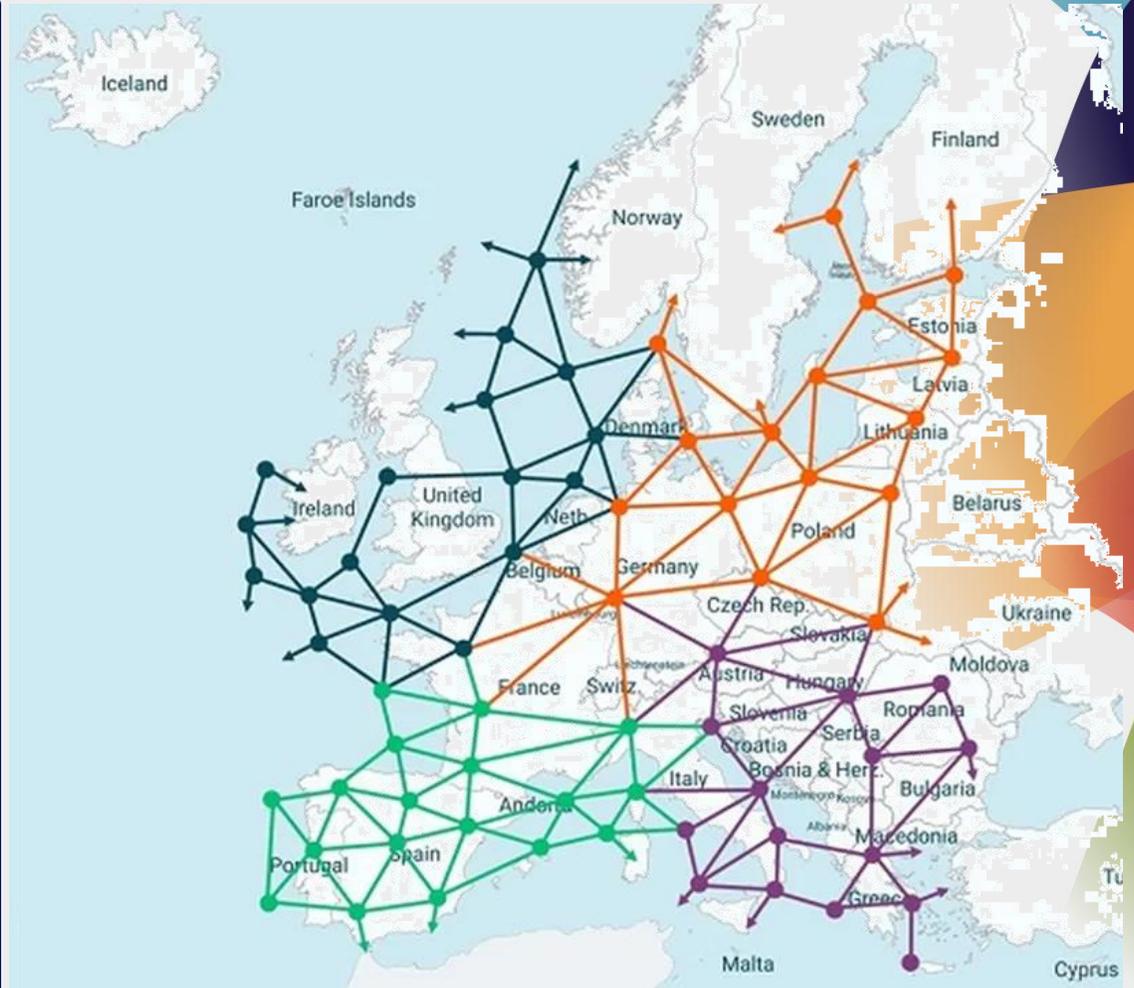


Ciemat



PARADIGMA DE FUNCIONAMIENTO DEL MERCADO ELÉCTRICO ACTUAL

- La red eléctrica europea es la infraestructura técnica más grande del mundo funcionando coordinada y de forma síncrona.
- El mundo necesita, para la transición energética, una red eléctrica de 152 millones de kilómetros, la misma distancia que hay entre la Tierra y el Sol.



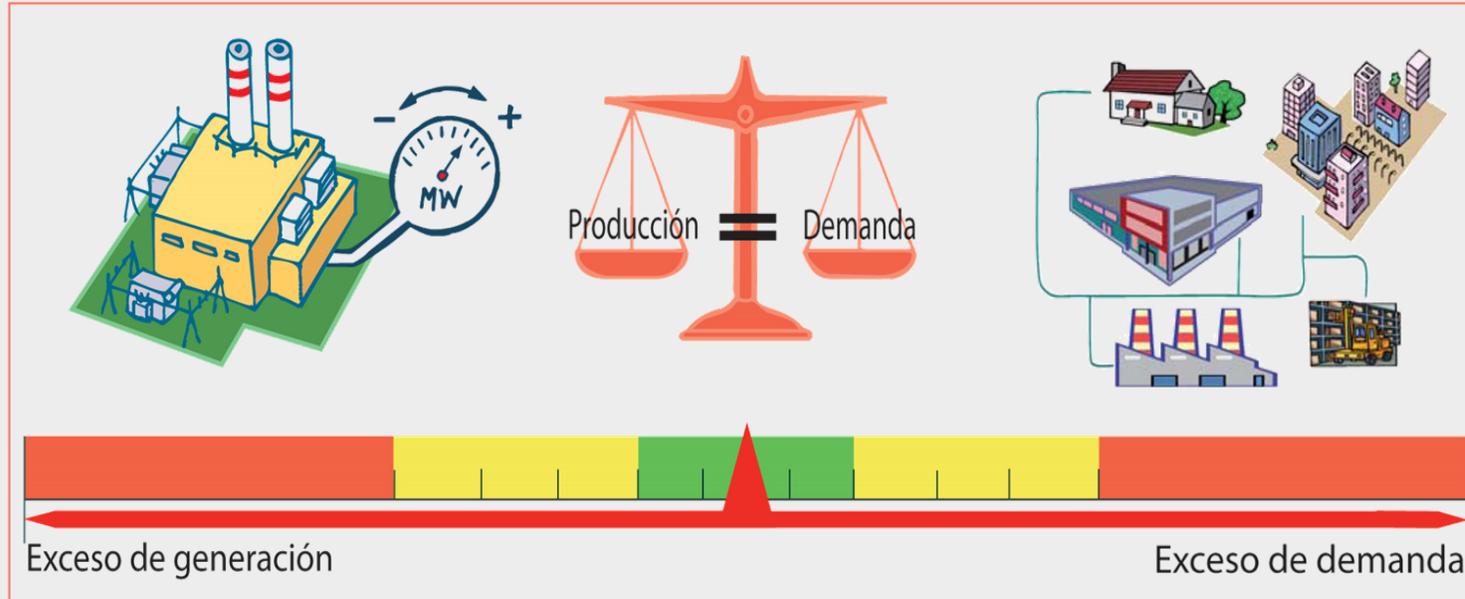
PARADIGMA DE FUNCIONAMIENTO DEL MERCADO ELÉCTRICO ACTUAL

GRANDES ELÉCTRICAS

DISPONIBLE Y GOBERNABLE

EL EQUILIBRIO GENERACIÓN / DEMANDA

Fuente: REE



RÍGIDA, PERO PREDECIBLE

CONSUMIDORES

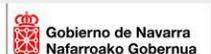
- **TODA LA ENERGÍA GENERADA SE CONSUME INSTANTÁNEAMENTE.**
 - **LA GENERACIÓN ESTÁ CONCENTRADA Y ES GOBERNABLE.**
 - **LA DEMANDA ES RÍGIDA Y ES PREDECIBLE.**
- **LA ÚNICA FLEXIBILIDAD DE LA DEMANDA ES EL SERVICIO DE INTERRUMPIBILIDAD.**



CENER | CENTRO NACIONAL DE ENERGÍAS RENOVABLES



Ciemat



Estructura del mercado eléctrico actual

MERCADOS DE FLEXIBILIDAD



Fuente: OMIE

- Mercados por desarrollar
- Mercados en funcionamiento
- Permite compras a plazo a precios estables

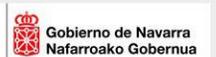


CENER

CENTRO NACIONAL DE ENERGÍAS RENOVABLES



Ciemat

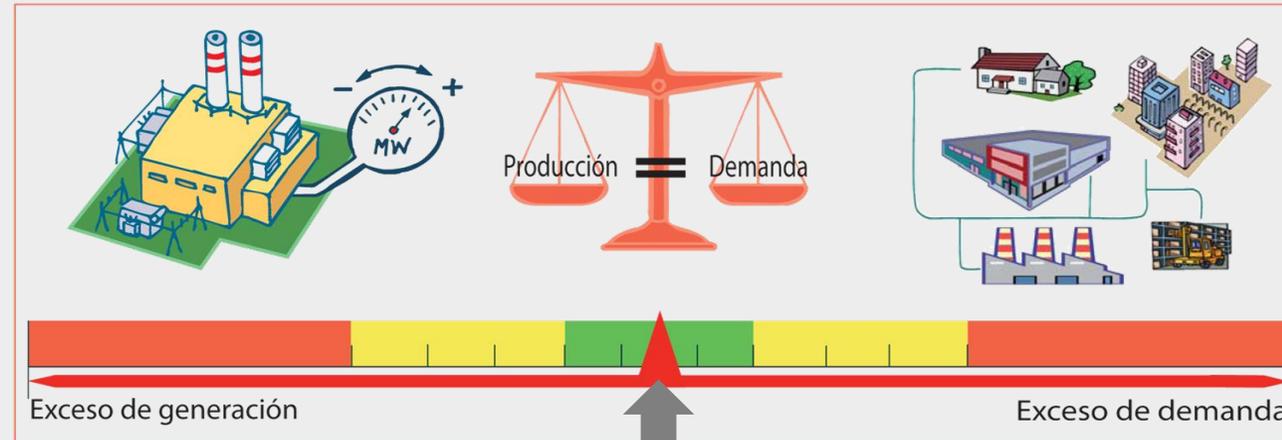


FACTORES DE CAMBIO DEL SISTEMA ELÉCTRICO

Toda la energía generada se consume instantáneamente. La generación está concentrada y es gobernable. La demanda es rígida y predecible.

EL EQUILIBRIO GENERACIÓN / DEMANDA

Fuente: REE



Ofertas de Generación
proceso de casación
Precio de Energía

Mercado Mayorista
€/MWh

Operador del Sistema
realiza una
Previsión de Consumo

Programa Base de Funcionamiento
PBF + RRTT

Operador del Sistema
Tiempo Real

Factores de Cambio en la Generación

- Mix con energías no gobernables crecientes (renovables)
- Capacidad - Potencia firme – Seguridad de suministro
- Precios de combustible – Dependencia energética
- Revisión del mercado eléctrico europeo
- Participación de nuevos agentes en todos los mercados

Factores de Cambio en el Consumo

- Incremento de la generación distribuida y autoconsumo
- Electrificación de la economía: Movilidad eléctrica, Acondicionamiento Térmico, IoT
- Flexibilidad de la Demanda - Agregador independiente
- Operaciones P2P



CENER

CENTRO NACIONAL DE
ENERGÍAS RENOVABLES



Ciemat

Gobierno de Navarra
Nafarroako Gobernua

02

El problema de la ingobernabilidad



CENER | CENTRO NACIONAL DE
ENERGÍAS RENOVABLES



Ciemat



VOLUMEN DIARIO PROGRAMACIÓN EÓLICA

Fuente: OMIE

PHFC del sistema español

- Es muy constante a lo largo de un día.
- Es razonablemente predecible aunque no gobernable.
- Tiene un máximo estacional en invierno y un mínimo en verano. La variación máxima está entorno al 70%.
- Crece lentamente.
- No está ligado a autoconsumos locales.



● 2022 — 2021 — 2020 — 2019



CENER

CENTRO NACIONAL DE ENERGÍAS RENOVABLES



Ciemat

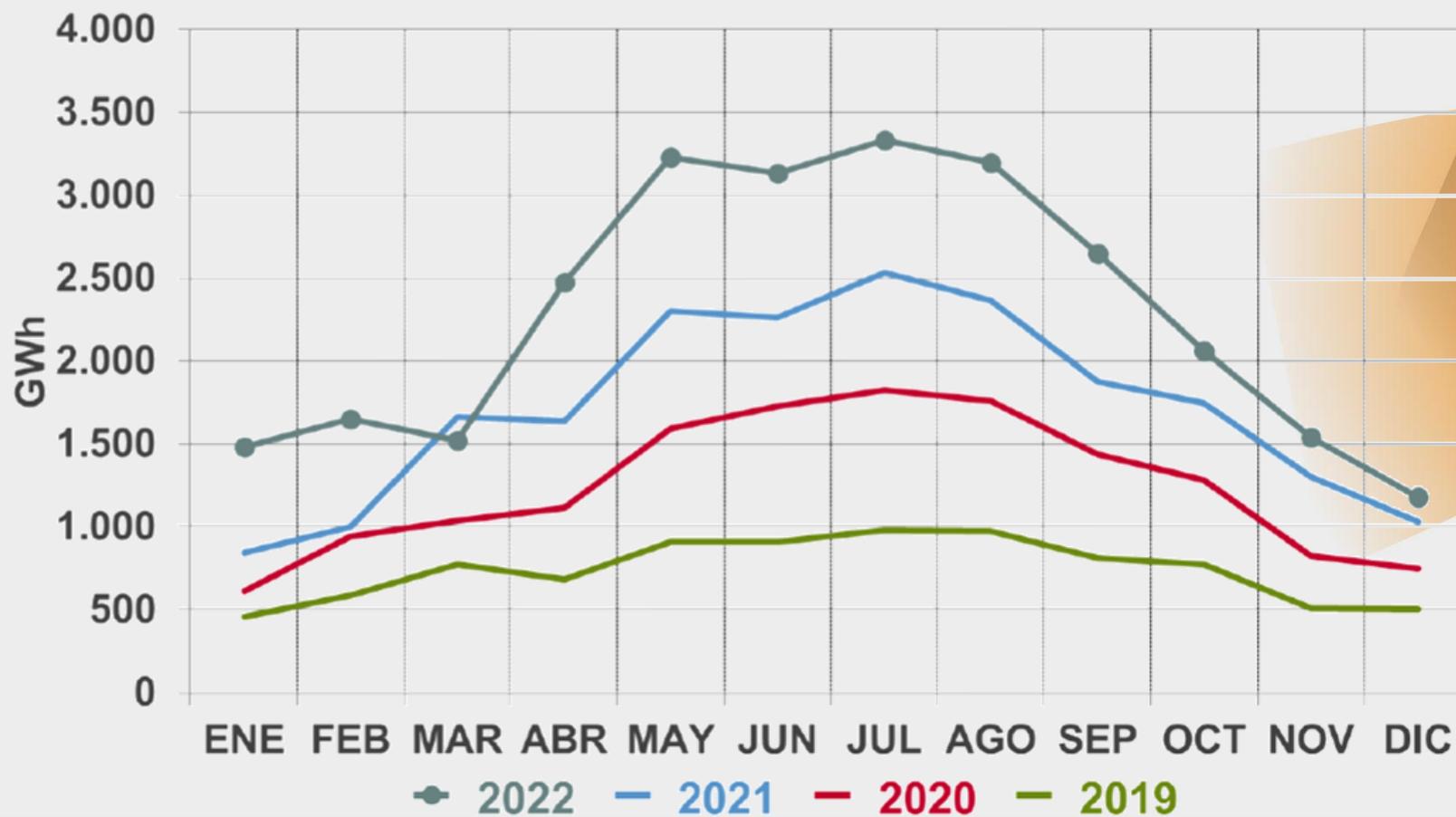


VOLUMEN DIARIO PROGRAMACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA

Fuente: OMIE

PHFC del sistema español

- Crece a mucha velocidad y se prevén crecimientos aún mayores.
- Es muy predecible, pero no gobernable.
- La variación invierno verano es contrapuesta a la eólica, pero muchísimo más grande. La variación máxima ronda el 190%.
- El autoconsumo forma parte de este mercado, pero el desarrollo no es planificable y tiene un rápido crecimiento actualmente debido al desarrollo de las CCEE.



CENER

CENTRO NACIONAL DE
ENERGÍAS RENOVABLES



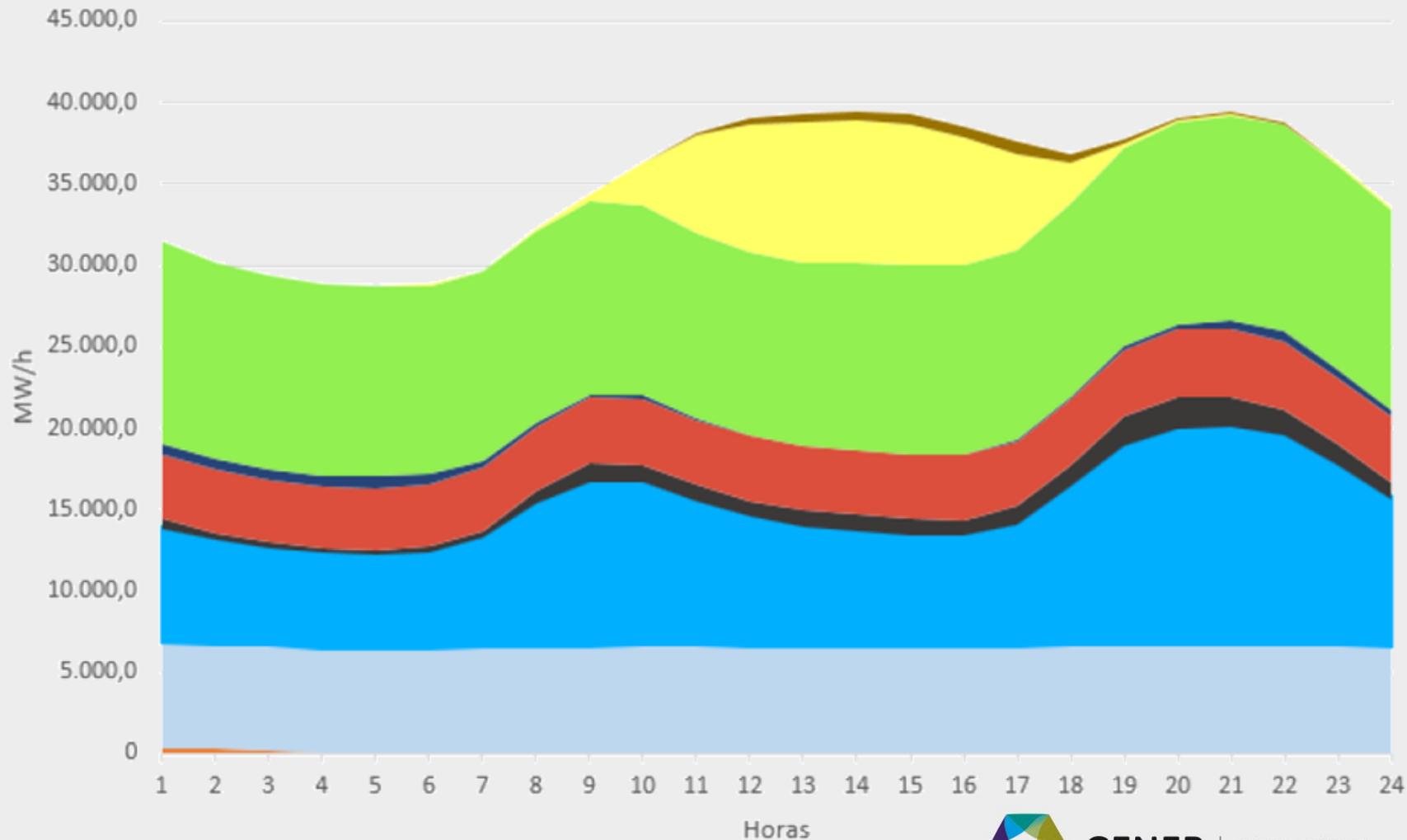
Ciemat



02 EL PROBLEMA DE LA INGOVERNABILIDAD

EFFECTOS DE LAS RENOVABLES EN EL MERCADO

ENERGÍA MEDIA HORARIA POR TECNOLOGÍAS EN EL MES DE ENERO 2023



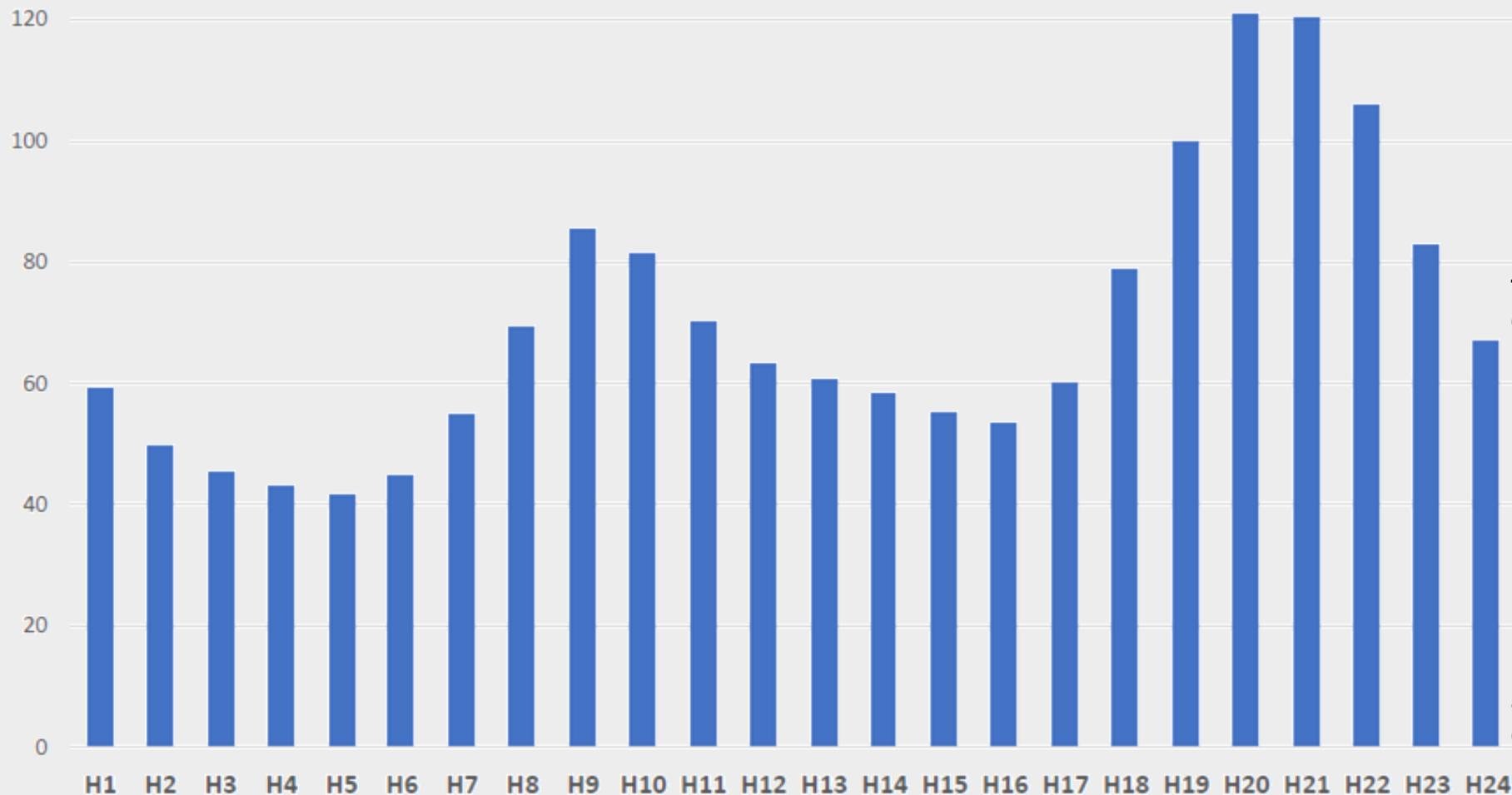
Fuente: OMIE

- SOLAR TÉRMICA
- SOLAR
- EÓLICA
- IMPORTACIÓN
- COGENERACIÓN/RESIDUOS/MINI HIDRA
- CICLO COMBINADO
- HIDRÁULICA
- NUCLEAR
- CARBÓN

02 EL PROBLEMA DE LA INGOVERNABILIDAD

El precio de la electricidad sigue la forma de la energía “gestionable”

PRECIO MEDIO HORARIO DE LA ENERGÍA EN EL MES DE ENERO 2023



Fuente: OMIE

La curva del “Camello” el precio medio horario sigue la forma de la demanda de energía gestionable.

El la actualidad la excepción ibérica o mecanismo de “tope al gas” no se está aplicando porque el precio de mercado está por debajo.

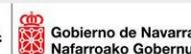


CENER

CENTRO NACIONAL DE
ENERGÍAS RENOVABLES

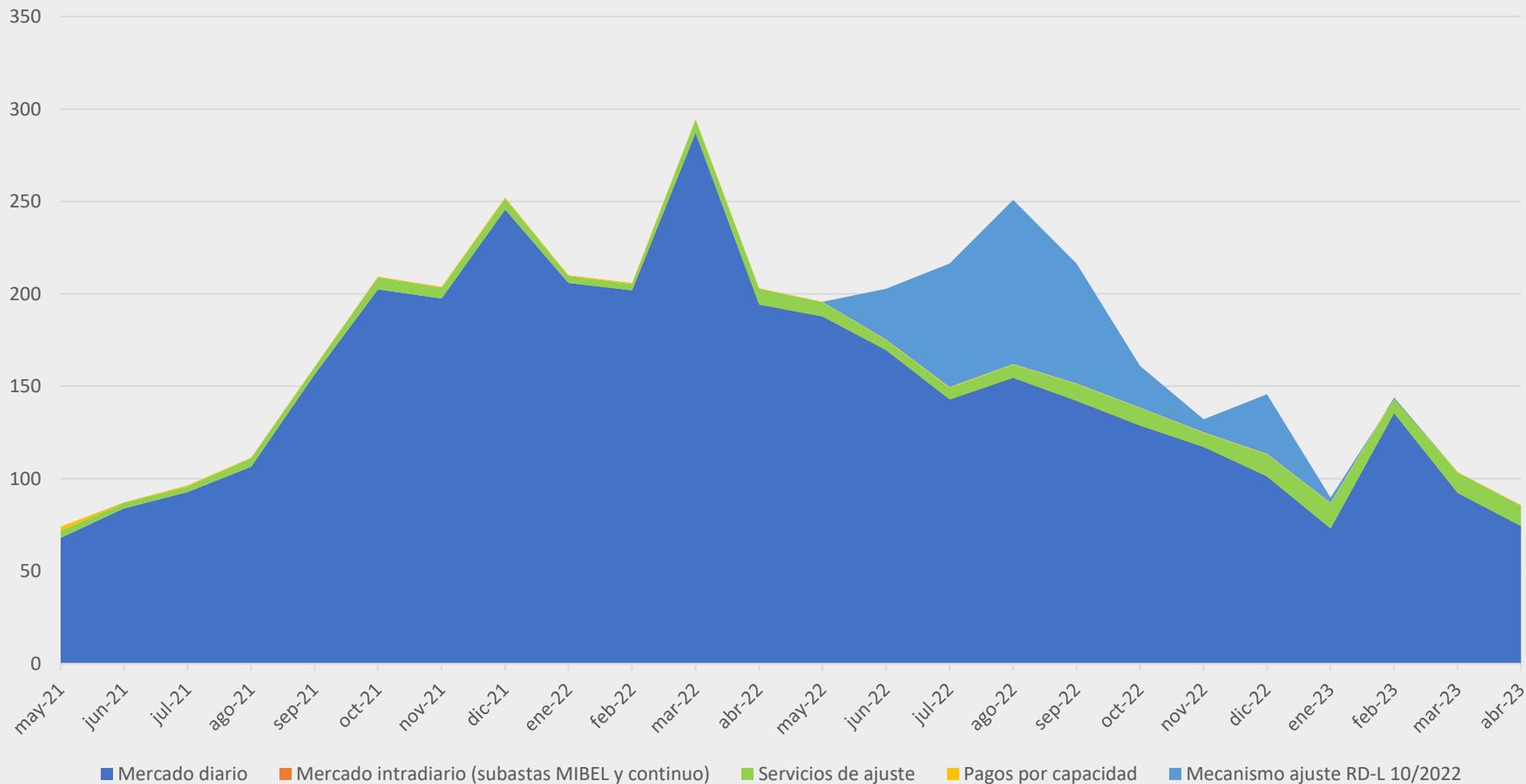


Ciemat



EFFECTO DE LA EXCEPCIÓN IBÉRICA HISTORICO DEL PRECIO FINAL DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA 21-23

Precio Total de la Electricidad 21-23(€/MWh)



Fuente: REE



CENER

CENTRO NACIONAL DE
ENERGÍAS RENOVABLES

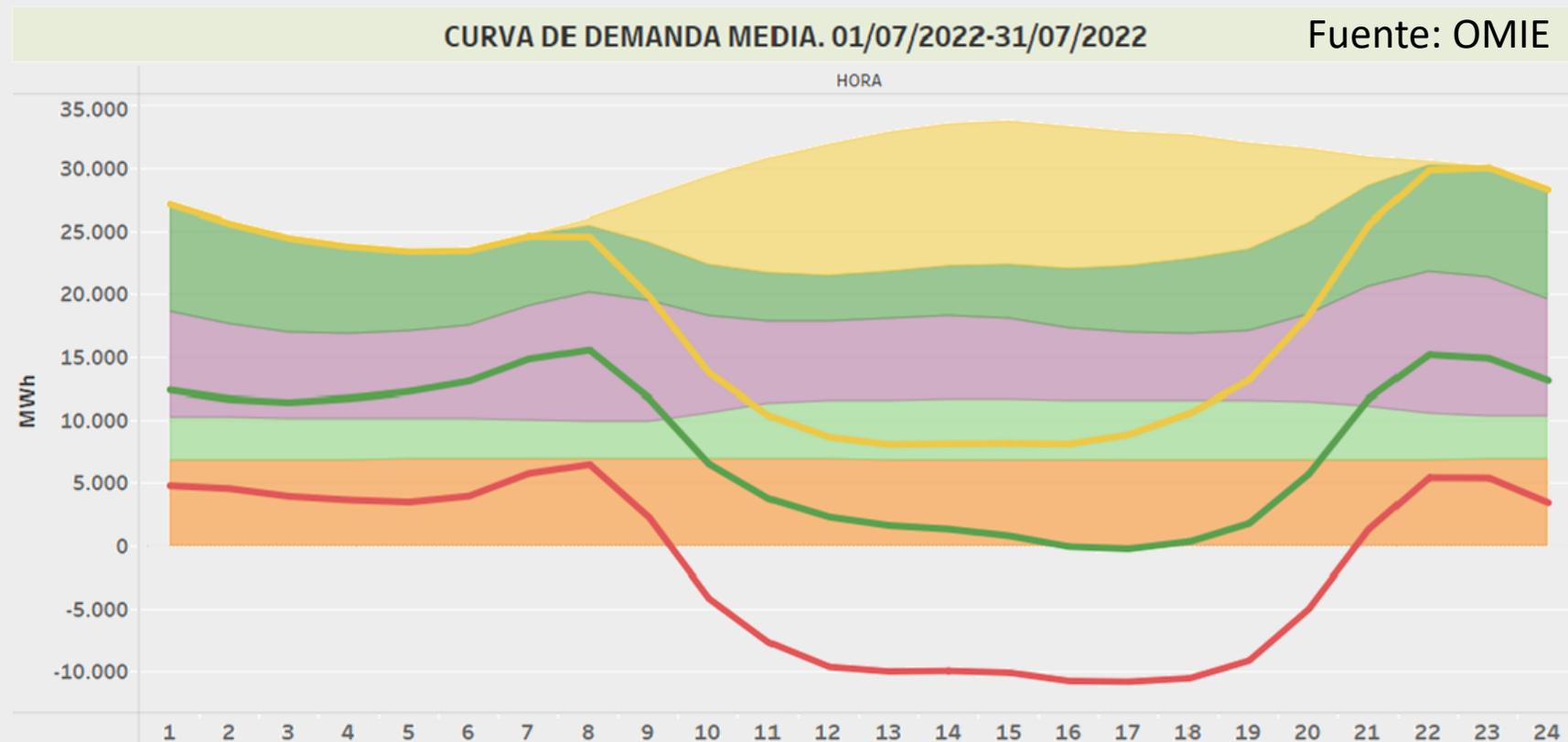


Ciemat



EFFECTOS FUTUROS DE LAS RENOVABLES EN EL MERCADO

DEMANDA-PRODUCCIÓN PREVISTA EN ESPAÑA CON PV2030 SEGÚN EL PNIEC



Programación media PDBF en el periodo (áreas)

- Fotovoltaica
- Eólica
- Resto de producción necesaria
- Resto de renovable, cogeneración y residuos
- Nuclear

Estimación a año 2030 (líneas)

- Demanda residual sin Fotovoltaica a 2030
- Demanda residual sin Fotovoltaica y Eólica a 2030
- Mínimo valor horario de demanda residual sin Fotovoltaica y Eólica a 2030

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

- El PNIEC establece un objetivo del 74% de renovables para el sistema eléctrico español y un 42% del uso final de la energía.
- Se producen **EXCEDENTES** de producción del entorno de **10GWh** entre las 11h y las 19h. Una cantidad de energía equivalente a un tercio de la necesidad horaria del sistema completo.
- ↓ Estos datos no tienen en cuenta el aumento del autoconsumo.
- ↓ Estos datos tampoco incluyen el mínimo técnico de producción de algunos medios de generación convencional.
- ↑ De la misma forma no se considera el efecto de la electrificación del transporte y la industria.

EFFECTOS FUTUROS DE LAS RENOVABLES EN EL MERCADO

Excedentes de energías “no gobernables”

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

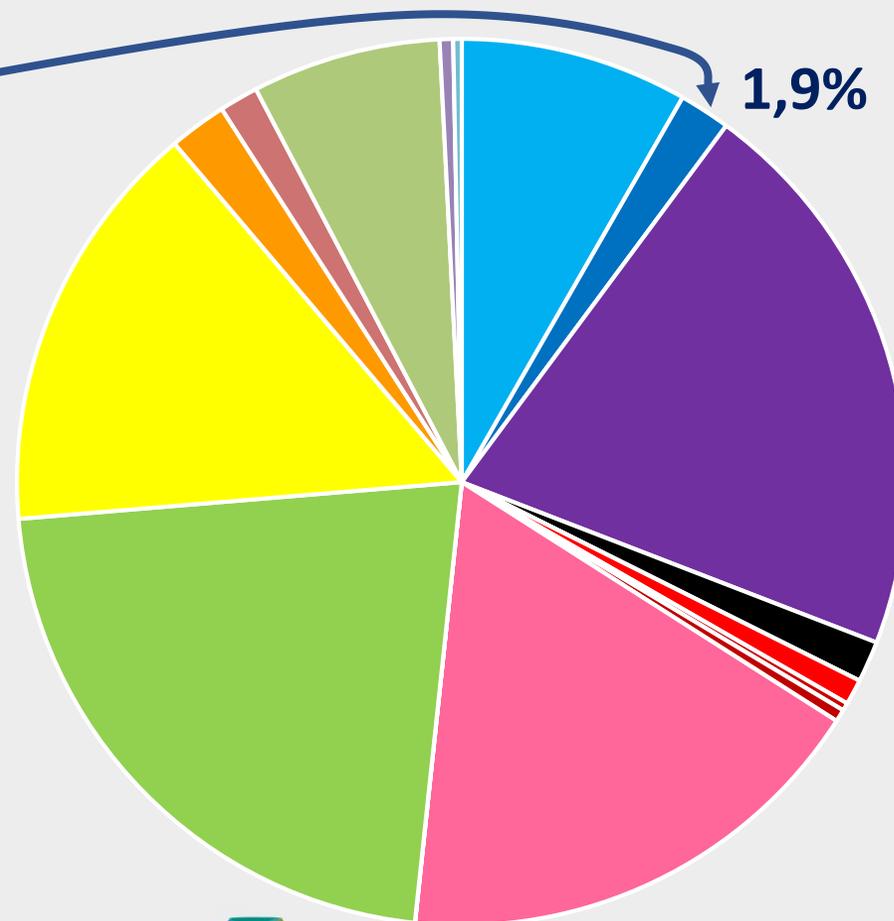
EXCEDENTES de 10GWh entre las 11h y las 19h

Se requiere la instalación masiva de medios de acumulación y/o un sistema de incentivos muy potente para el desplazamiento de la demanda.

ACUMULACIÓN DE ENERGÍA EN EL SISTEMA ELÉCTRICO ESPAÑOL

Estructura de la Generación Eléctrica en España 2023

- Hidráulica
- Turbinación bombeo
- Nuclear
- Carbón
- Fuel + Gas
- Motores diésel
- Turbina de gas
- Turbina de vapor
- Ciclo combinado
- Hidroeólica
- Eólica
- Solar fotovoltaica
- Solar térmica
- Otras renovables
- Cogeneración
- Residuos no renovables
- Residuos renovables

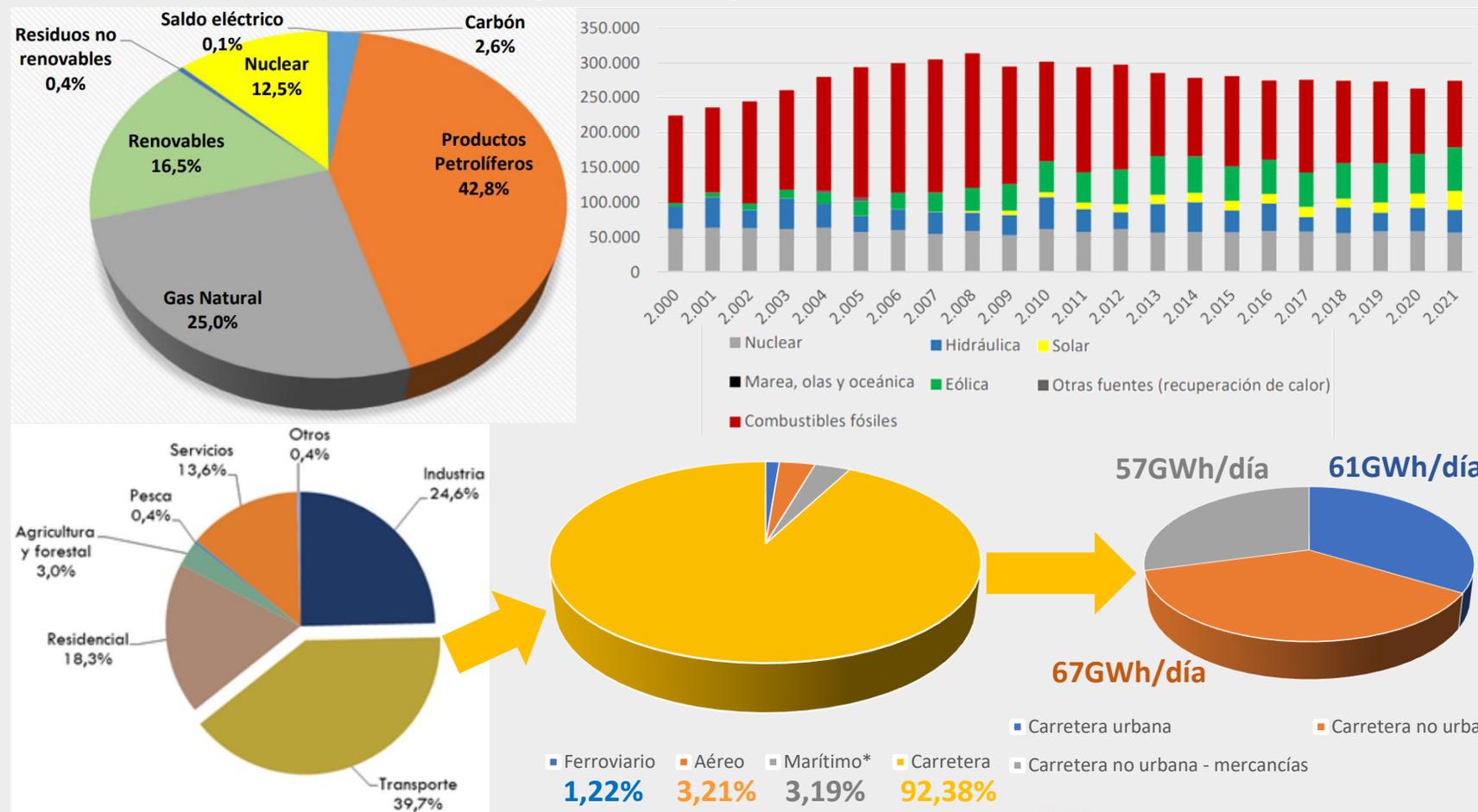


Fuente: REE

EFFECTOS FUTUROS DE LAS RENOVABLES EN EL MERCADO

DEMANDA-PRODUCCIÓN PREVISTA EN ESPAÑA CON PV2030 SEGÚN EL PNIEC

Fuente: MITECO - Balance Energético de España 1990-2021



FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

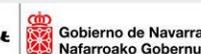
- El PNIEC establece un objetivo del 74% de renovables para el sistema eléctrico español y un 42% del uso final de la energía.
- Actualmente sólo un 16,5% del uso final de la energía es de procedencia renovable.
- Esto representa del entorno de un 50% de la producción eléctrica en España.
- El 40% del consumo de energía es para el transporte.
- Electrificar el transporte requiere inversiones en infraestructura de recarga, pero además en la red de distribución.



CENER | CENTRO NACIONAL DE ENERGÍAS RENOVABLES



Ciemat



03

El problema de la autogeneración



CENER | CENTRO NACIONAL DE
ENERGÍAS RENOVABLES

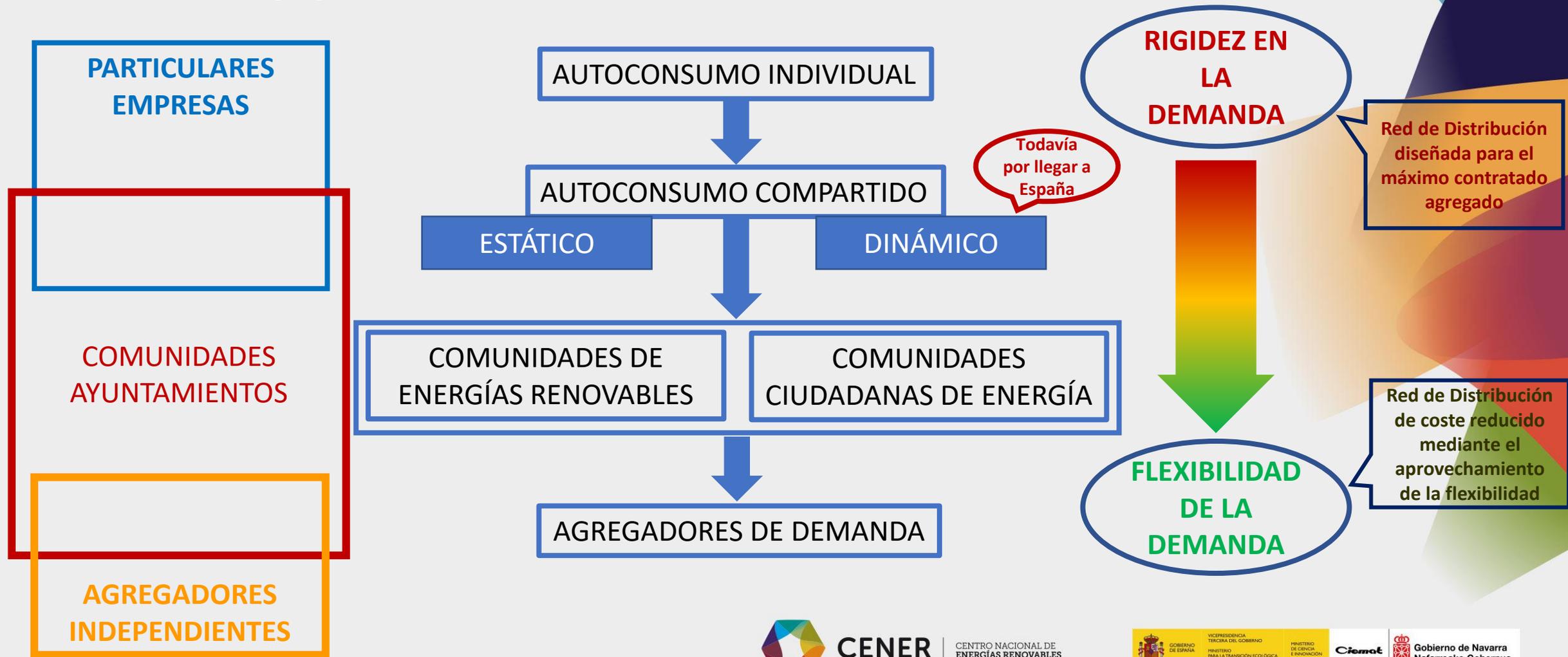


Ciemat



AUTOCONSUMO, AGREGACIÓN Y GESTIÓN DE LAS REDES DE DISTRIBUCIÓN

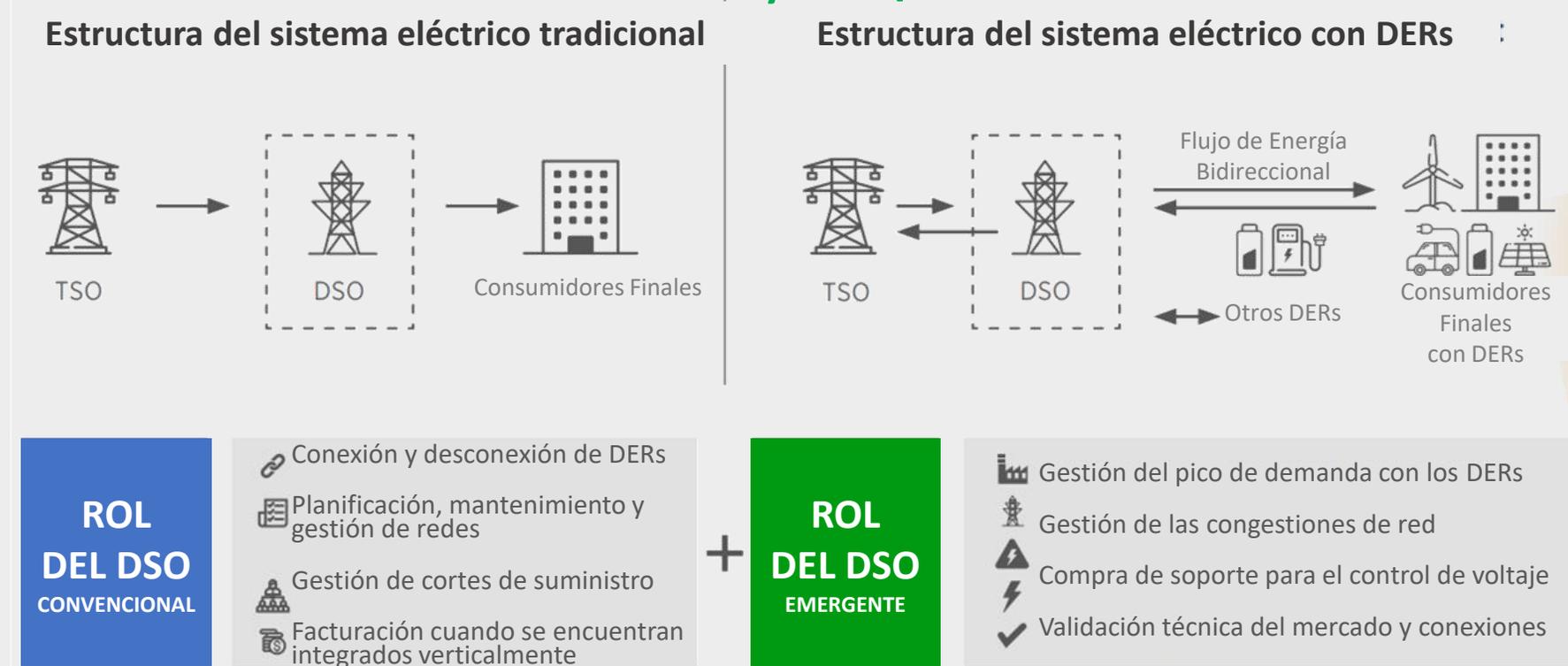
Del Autoconsumo al agregador de demanda



MECANISMOS DE DESPLAZAMIENTO DE LA DEMANDA

BIDIRECCIONALIDAD de las redes de distribución y transporte

Fuente: IRENA



Los ayuntamientos y las comunidades energéticas en general pueden ser distribuidores (DSO) a través de la construcción de redes privadas. Esto elimina barreras burocráticas y de intereses corporativos a la hora de facilitar la conexión a red. En la actualidad existen DSO investigados y multados por la CNMC por prácticas contra el autoconsumo y la flexibilidad.



DESPLIEGUE DEL AUTOCONSUMO Y COMUNIDADES ENERGÉTICAS

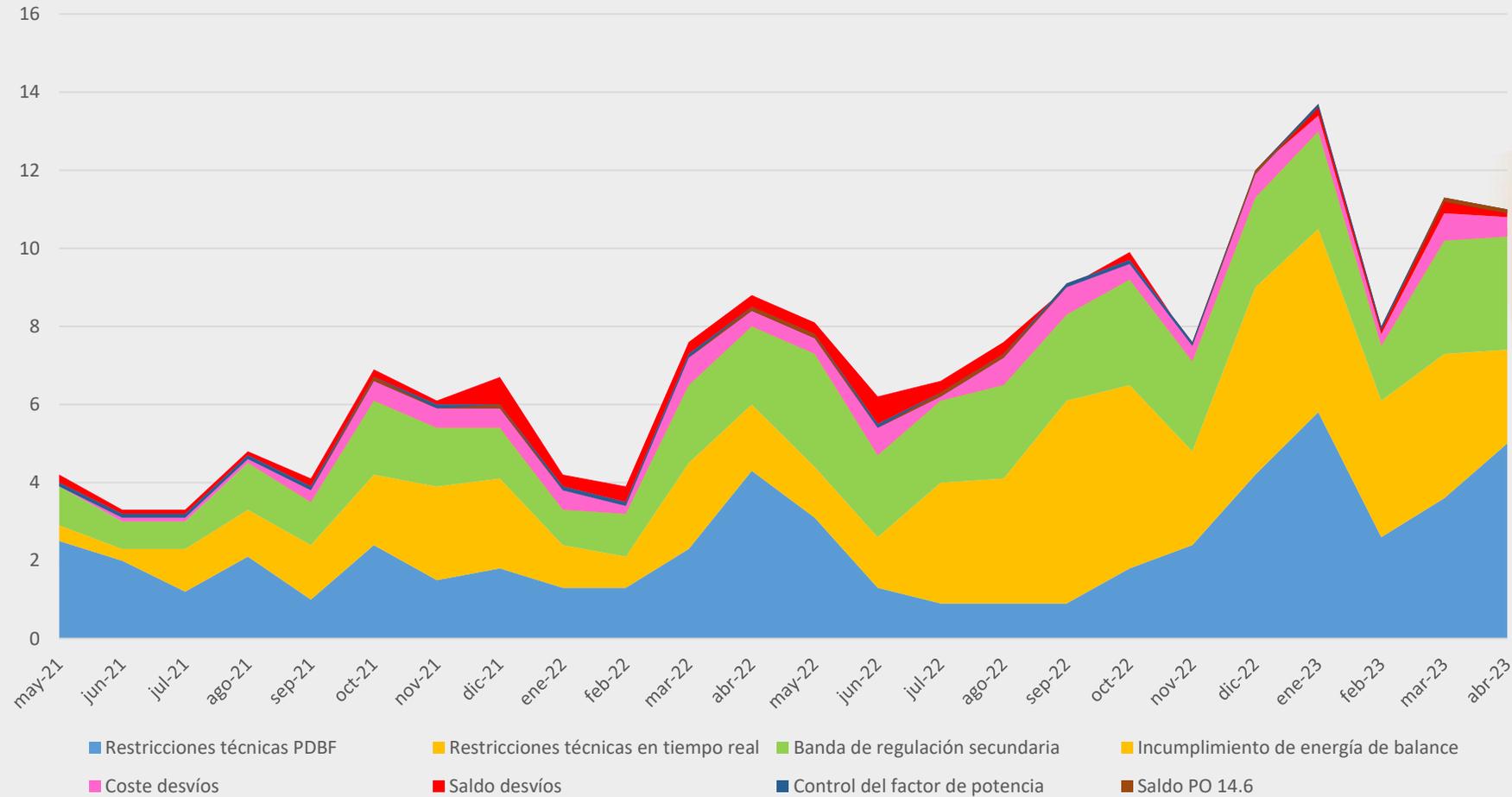
DEL AUTOCONSUMO AL AGREGADOR DE DEMANDA

- La proliferación de autoconsumo compartido con vertido a red, más el despliegue de baterías y otros medios de acumulación, va a generar problemas en la gestión de la red de distribución.
- En los momentos de máxima producción van a darse problemas de congestión, que van a ser gestionables a través de tres vías:
 - más y mejores herramientas de predicción aplicadas a las redes de distribución, sistemas de gestión de la red del DSO.
 - fomento y gestión de la flexibilidad del lado de la demanda (DSF).
 - mercados locales de flexibilidad.
- Las **CER y CCE**, por su propia constitución, involucran un importante número de clientes, tanto de origen residencial como industrial, incluidos ayuntamientos y comunidades autónomas, que pueden **PARTICIPAR EN TODOS LOS MERCADOS ELÉCTRICOS** de forma agrupada a través de agentes que representen sus intereses.
- Esto reporta un beneficio económico a la agrupación y contribuye a la gestión correcta y al balance de la red reduciendo el coste de los servicios de ajuste. Para lograr su participación es necesario que los **PROSUMIDORES** y/o sus agentes estén retribuidos correctamente en función del ahorro que producen en la infraestructura o en el coste de los propios servicios.

EFFECTOS DE LA AUTOGENERACIÓN

HISTORICO DE COSTES DE LOS SERVICIOS DE AJUSTE

Coste de los Servicios de Ajuste (€/MWh)



Fuente: REE

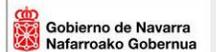


CENER

CENTRO NACIONAL DE ENERGÍAS RENOVABLES



Ciemat

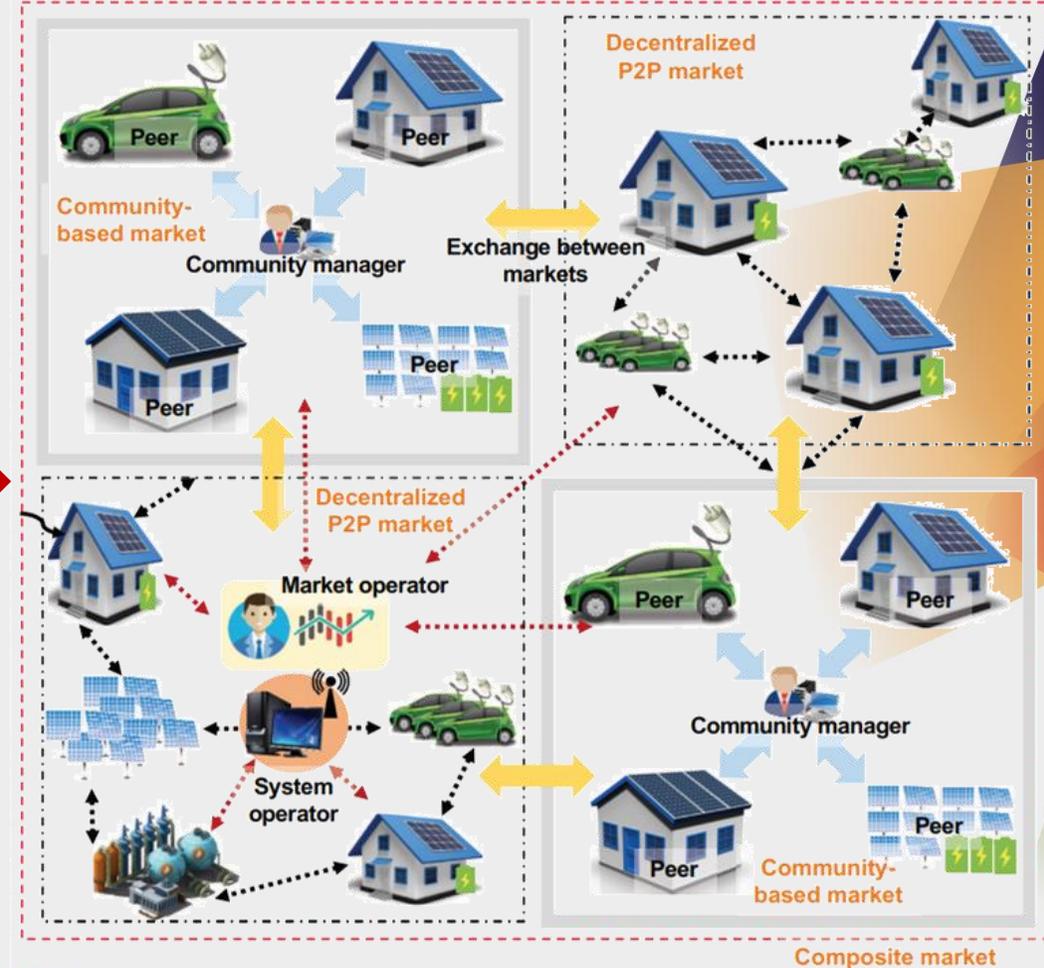


EL PAPEL DEL AGREGADOR INDEPENDIENTE

Flexibilidad de la demanda – Bidireccionalidad - Operaciones P2P



Fuente: IEEE



04

TRES RETOS A RESOLVER:

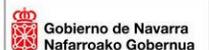
1. MECANISMOS DE DESPLAZAMIENTO DE LA DEMANDA
2. GESTIÓN DE LA ELECTRIFICACIÓN DE LA ECONOMÍA
3. AGREGACIÓN Y GESTIÓN DE LAS REDES DE DISTRIBUCIÓN



CENER | CENTRO NACIONAL DE
ENERGÍAS RENOVABLES



Ciemat



MECANISMOS DE DESPLAZAMIENTO DE LA DEMANDA

BATERÍAS OPERANDO EN INTRADIARIO CONTINUO Y SUBASTAS DE FLEXIBILIDAD DE LARGO PLAZO

- LAS BATERÍAS SON ELEMENTOS CAROS, CUYA AMORTIZACIÓN DEPENDE DEL “SPREAD” DE PRECIO DE VENTA DE LA ELECTRICIDAD EN LOS MERCADOS ELÉCTRICOS.
- SIN EMBARGO EN LA ACTUALIDAD LA CAPACIDAD DE ACUMULACIÓN DISPONIBLE EN FORMA DE BATERÍAS ES TODAVÍA MUY PEQUEÑA. EL ÚNICO SISTEMA DE ACUMULACIÓN CON PRESENCIA SIGNIFICATIVA ES EL BOMBEO HIDRÁULICO, PERO ESTÁ ACCESIBLE POR PRECIO Y PLAZO DE CONSTRUCCIÓN A LAS GRANDES COMPAÑÍAS ELÉCTRICAS.
- PARA QUE EL MERCADO DE BATERÍAS DESPEGUE HACE FALTA QUE LA SEÑAL DE PRECIOS SEA AÚN MAYOR Y SOBRE TODO SOSTENIBLE EN EL TIEMPO. ESA SEÑAL EXISTE YA Y ESTÁ EN EL MERCADIO INTRADIARIO CONTINUO.

¡YA EXISTEN BATERIAS EN ESPAÑA OPERANDO EN EL INTRADIARIO CONTINUO!

...¡PERO NO ES SUFICIENTE!

¡SE NECESITA ADEMÁS UN SISTEMA DE INCENTIVOS AL DESPLAZAMIENTO DE LA DEMANDA DE LARGO PLAZO!



GESTIÓN DE LA ELECTRIFICACIÓN DE LA ECONOMÍA

RECARGA DEL VEHÍCULO ELÉCTRICO

- La irrupción en escena del vehículo eléctrico lleva asociado es problema de la recarga. El uso de la red de distribución en entornos residenciales para hacer recargas nocturnas tiene la ventaja de que se alinea con las señales de precios del mercado eléctrico. Pero tiene dos graves inconvenientes:
 - la recarga nocturna no está lineada en el tiempo con los períodos en que la solar fotovoltaica produce. Por lo tanto si la recarga se realiza por la noche, salvo para días ventosos, se estaría recargando con energía procedente de combustibles fósiles.
 - La red de distribución no está preparada para aportar la energía necesaria para las recargas de vehículos eléctricos. En Alemania ya se están implantando restricciones a las cargas. Para evitar las congestiones o se van requerir nuevas inversiones o se encuentra otros mecanismos adicionales de flexibilidad.
 - La solución ideal es recargar el vehículo eléctrico en horas de producción solar. Esto nos llevará probablemente a fomentar el uso de los aparcamientos de empresa o en centros comerciales o de ocio donde el usuario puede tener acceso a red habitualmente más capaz que la doméstica y en horario solar.



GESTIÓN DE LA ELECTRIFICACIÓN DE LA ECONOMÍA

RECARGA DEL VEHÍCULO ELÉCTRICO

- En este sentido las iniciativas de ayuntamientos y comunidades energéticas para colocar cargadores públicos ligados a autoconsumos colectivos son muy positivas.
- Pero... Hay que avanzar más y rápido:
- Hay que desarrollar y desplegar gestores de reserva de carga para garantiza la disponibilidad a los usuarios y evitar usos abusivos.
- Hay que desplegar cargadores ultrarrápidos y multipuesto para poder usarlos en alta rotación durante en día.
- Hay que extender la acción a las flotas de vehículos de transporte público colectivo e individual.

GESTIÓN DE LA ELECTRIFICACIÓN DE LA ECONOMÍA

ACONDICIONAMIENTO TÉRMICO

- El acondicionamiento térmico de los edificios requiere generación de calor y frío a lo largo del día. En invierno la demanda de calefacción no está alineada con el excedente de la solar fotovoltaica. Los requerimiento en mayor o menor proporción se extienden a lo largo del día en períodos donde la energía renovable puede no estar disponible.
- En países como Alemania, parcialmente provocado por la guerra de Ucrania y el aumento del precio y la dependencia estratégica del gas natural, se ha incentivado la instalación de bombas de calor en sus diferentes modalidades.
- Las bombas de calor son equipos altamente eficientes, pero la instalación masiva en todo el entorno residencial e industrial produce la congestión de la red como ya ha puesto de manifiesto un DSO alemán que tiene planteado ya el problema.
- Además las bombas de calor necesitan consumir energía eléctrica instantáneamente cuando se requiere de forma no necesariamente alineada con la producción renovable.
- Para reemplazar al gas natural de forma eficiente se requiere el apoyo de sistemas de acumulación térmica y máquinas de absorción.

GESTIÓN DE LA ELECTRIFICACIÓN DE LA ECONOMÍA

AGREGACIÓN Y GESTIÓN DE LAS REDES DE DISTRIBUCIÓN

Fuente: OMIE



DSO

- ✓ Análisis continuo y monitorización del estado de la red de distribución.
- ✓ Asegurar la eficiencia y seguridad de la red de distribución usando nuevos mecanismos de mercado.
- ✓ Verificar el cumplimiento de los recursos tras el compromiso que adquieren en los mercados locales.
- ✓ Establecer los mecanismos de intercambio con el Operador de Mercado para:
 - ✓ Recibir los resultados de mercado.
 - ✓ Envío de limitaciones a los DERs.
 - ✓ Envío de requerimientos para activar mercados locales.
 - ✓ Colaboración con el Operador de Mercado en los procesos de liquidación.



OMIE

- ✓ Estrecha colaboración con el DSO poniendo a su disposición nuevos mecanismos de mercado.
- ✓ Proveer a los DSOs y agregadores una plataforma de negociación ágil.
- ✓ Lanzamiento de mercados locales bajo la petición del DSO.
- ✓ Integración de todas las transacciones de las unidades de negociación en los mercados globales y locales.
- ✓ Compartir información sobre los programas de las unidades con los DSOs.
- ✓ Liquidación y facturación
- ✓ Coordinación con DSOs y TSOs



AGREGADORES

- ✓ Integrar las necesidades de consumidor activos bajo su representación.
- ✓ Establecer los mecanismos de intercambio de información con el operador de mercado.
- ✓ Participación en mercados locales aportando su flexibilidad a los DSOs dando respuesta a eventos que sucedan en la red de distribución.
- ✓ Realización de sus procesos internos de liquidación respetando sus propios contratos con los consumidores.
- ✓ Oportunidad de beneficiarse de nuevas señales de precio.



CENER

CENTRO NACIONAL DE ENERGÍAS RENOVABLES



Ciemat

Gobierno de Navarra
Nafarroako Gobernua

GESTIÓN DE LA ELECTRIFICACIÓN DE LA ECONOMÍA

AGREGACIÓN Y GESTIÓN DE LAS REDES DE DISTRIBUCIÓN



Reporte “Demand-side flexibility in the EU” (1)



SUBIR

Con una potencia flexible de 164 GW
Una activación de 397 TWh

BAJAR

130GW de energía flexible
Una activación de 340,5 TWh



Table 5.2 – Indirect consumer benefits

Year 2030 – EU 27	Potential savings	% Relative to no-DSF	Potential savings per capita ¹⁶
Cost to serve load	€301.5 billion	-48%	€673.5
Adequacy	€2.7 billion	-100%	€6.0
Balancing	€0.3–0.7 billion	[-66%, -43%]	€0.7–1.6
Infrastructure ¹⁷	€11.1–29.1 billion	[-80%, -27%]	€27.8–65
Emissions	37.5 Mt	-8%	83.8 kg

Impacto: Reducción de costes del precio de la energía de hasta 673,5 € anuales por consumidor.

Fuente: Demand-side flexibility in the EU: Quantification of benefits in 2030.

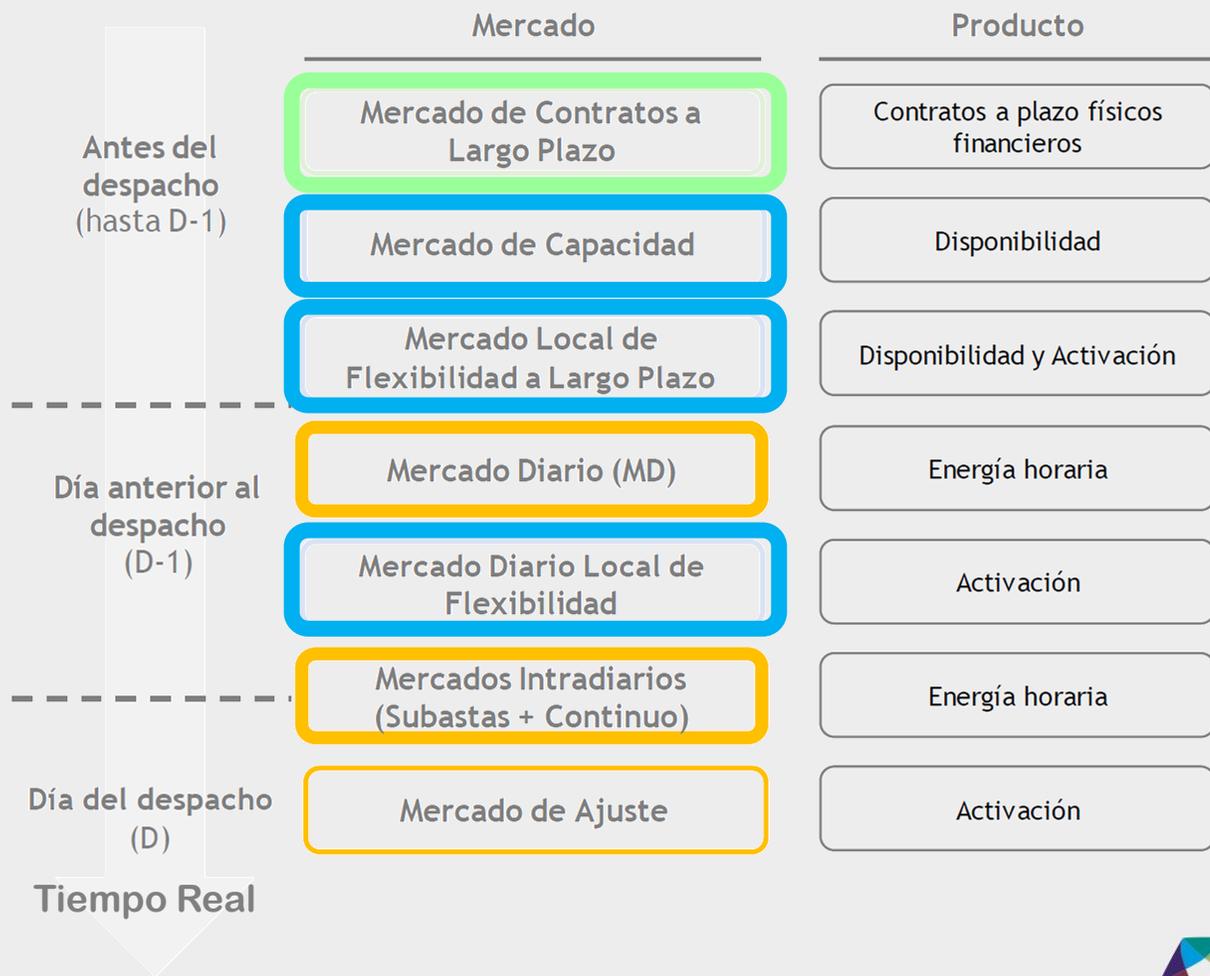


CENER | CENTRO NACIONAL DE ENERGÍAS RENOVABLES



Estructura del mercado eléctrico actual

MERCADOS DE FLEXIBILIDAD



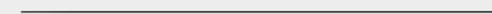
Fuente: OMIE

- Mercados por desarrollar
- Mercados en funcionamiento
- Permite compras a plazo a precios estables



MUCHAS GRACIAS.

www.cener.com
info@cener.com
T +34 948 25 28 00



EL ROL DE LOS AYUNTAMIENTOS EN LAS COMUNIDADES DE ENERGÍA

PAPEL ACTIVO EN LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA – GENERACIÓN DISTRIBUIDA Y FLEXIBILIDAD DE LA DEMANDA

- El ayuntamiento es la forma más básica de organización del Estado. Está próximo a la ciudadanía, tiene edificaciones y terrenos propios con posible uso común.
- Por eso la forma más fácil de promover una comunidad energética es a través del ayuntamiento.
- La forma legal para hacerlo no tiene por qué ser de un tipo concreto, pero debe ser clara y cumplir los requisitos de la regulación española.
- La participación del ayuntamiento puede ir dirigida tanto al autoconsumo, como a ser proveedor de comunidades de comerciantes o financiar bonos sociales.
- El ayuntamiento, a través de su poder de compra, puede favorecer la instalación de medios comunales de acumulación de energía (baterías de uso común).
- El ayuntamiento puede promover la creación de agregadores de demanda y/o comercializadores para la gestión de los medios de generación y acumulación comunes.
- El ayuntamiento puede también promover la construcción de redes de distribución privadas.

ELEMENTOS CLAVE EN LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA

DEL AUTOCONSUMO AL AGREGADOR DE DEMANDA

100% GENERACIÓN RENOVABLE



GENERACIÓN PREDECIBLE PERO NO GOBERNABLE

TRANSPORTE 100% ELECTRIFICADO



ALTA DEMANDA EN LAS REDES DE DISTRIBUCIÓN

ACONDICIONAMIENTO 100% ELÉCTRICO



ALTA DEMANDA EN LAS REDES DE DISTRIBUCIÓN

100% DEMANDA ENERGÉTICA RENOVABLE



ALTO COSTE DE LA RED Y CONGESTIONES

ACUMULACIÓN ESTACIONAL Y DE CORTO PLAZO

INVERs EN REDES Y CARGA DE DÍA

INVERs EN REDES Y ACUMULACIÓN TÉRMICA

INVERs EN REDES Y FLEXIBILIDAD DE LA DEMANDA

MAS BOMBEO BATERÍAS DESPLAZAMIENTO

PLAN INVERSIÓN DSO CARGADORES EN C.T. GESTORES DE CARGA

PLAN INVERSIÓN DSO CARGADORES EN C.T. GESTORES DE CARGA

AGREGA. DE DEMANDA MERC. DE FLEXIBILIDAD

