

---

# Automatización y control de sistemas de distribución

Especialización Sistemas de Distribución de Energía Eléctrica

Julio 23 de 2016

---

---

# Equipos/Dispositivos IEDS

Sandra Milena Téllez G  
Smtellezg@unal.edu.co

---

# Contenido

- Generación Distribuida

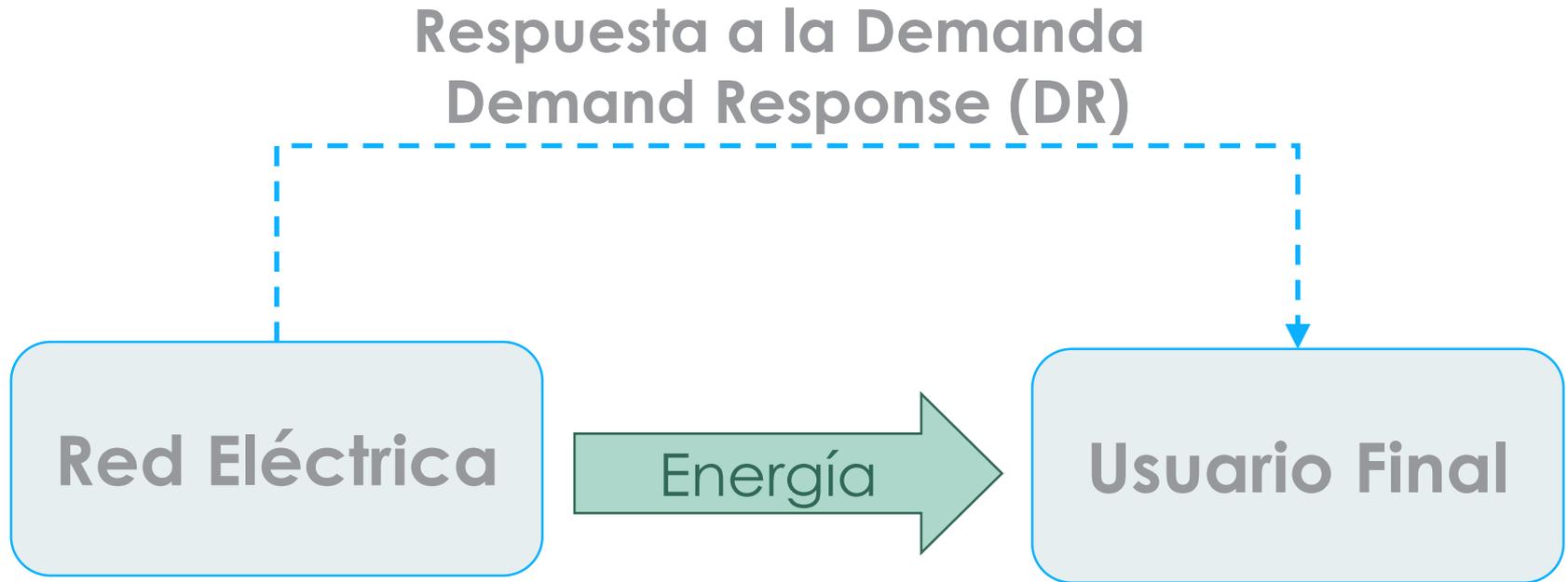
## Gestión y Respuesta de la Demanda

- Casos de estudio: Recursos Distribuidos y Demanda incluyendo V2G
- Metodología de Análisis Beneficio-Costo
- Comentarios Finales



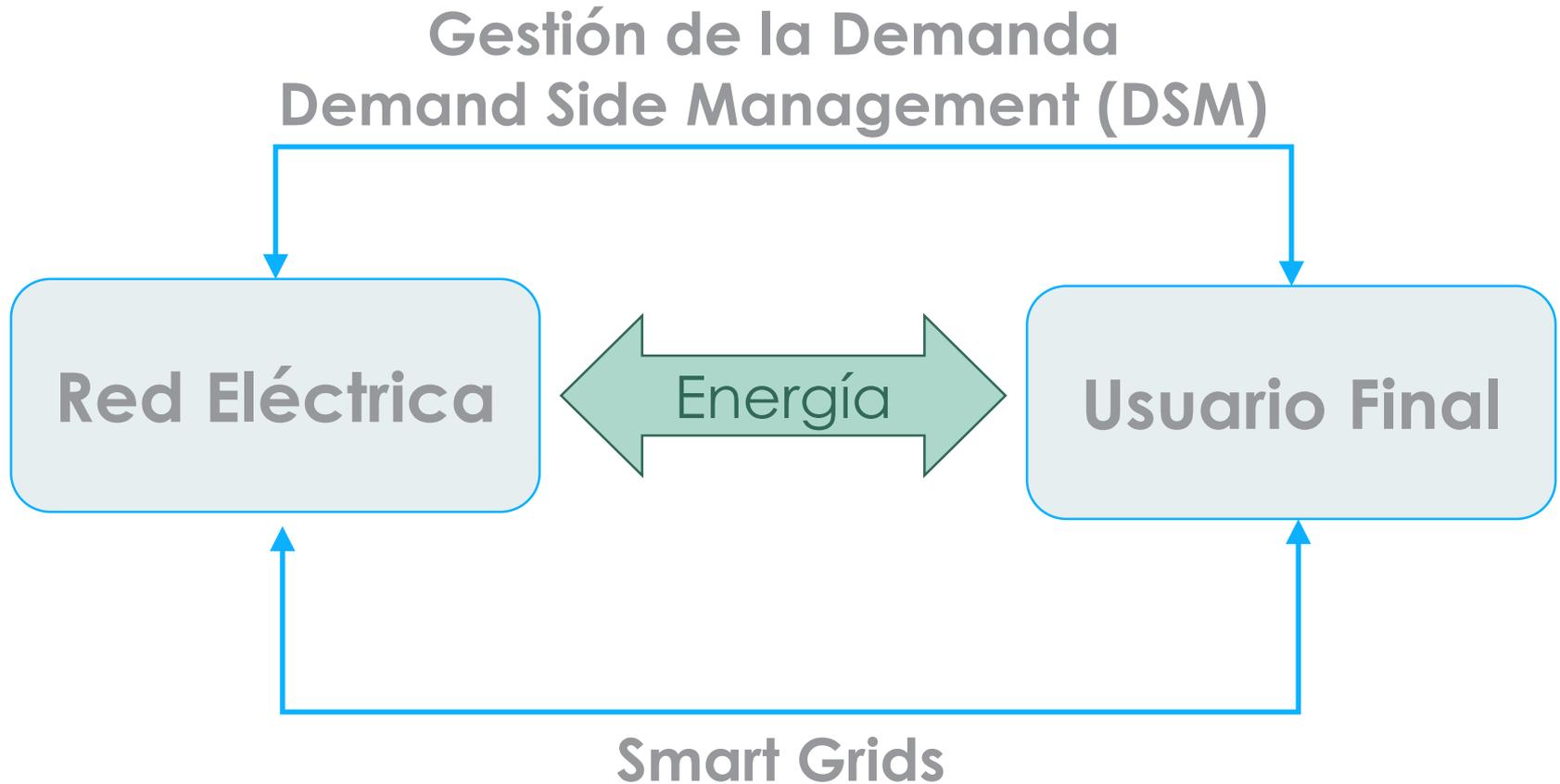
# Marco Teórico DSM

- Conceptos previos



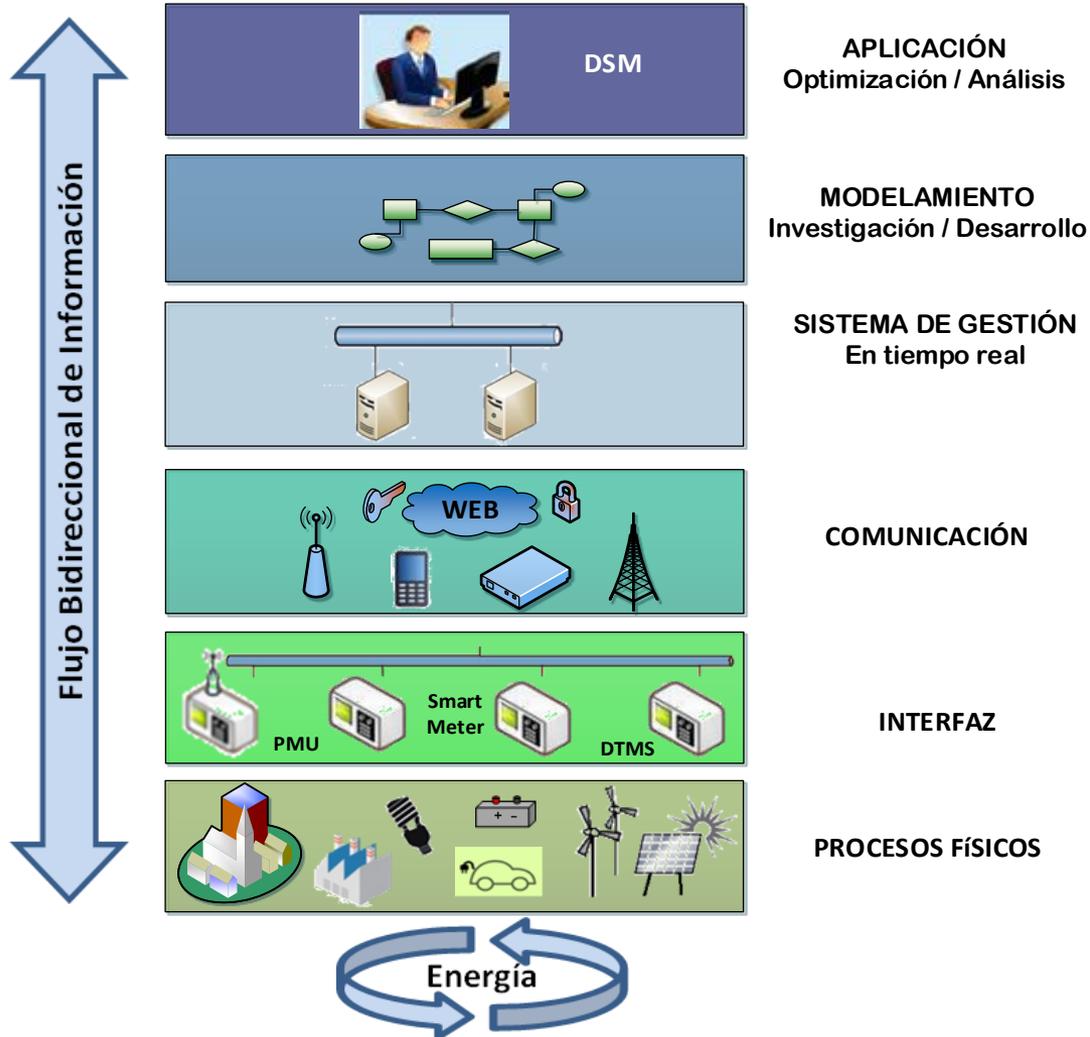
# Marco Teórico DSM

- Conceptos previos



# Marco Conceptual

## ■ Redes Eléctricas Inteligentes



# Marco Conceptual DSM

## ■ Definición

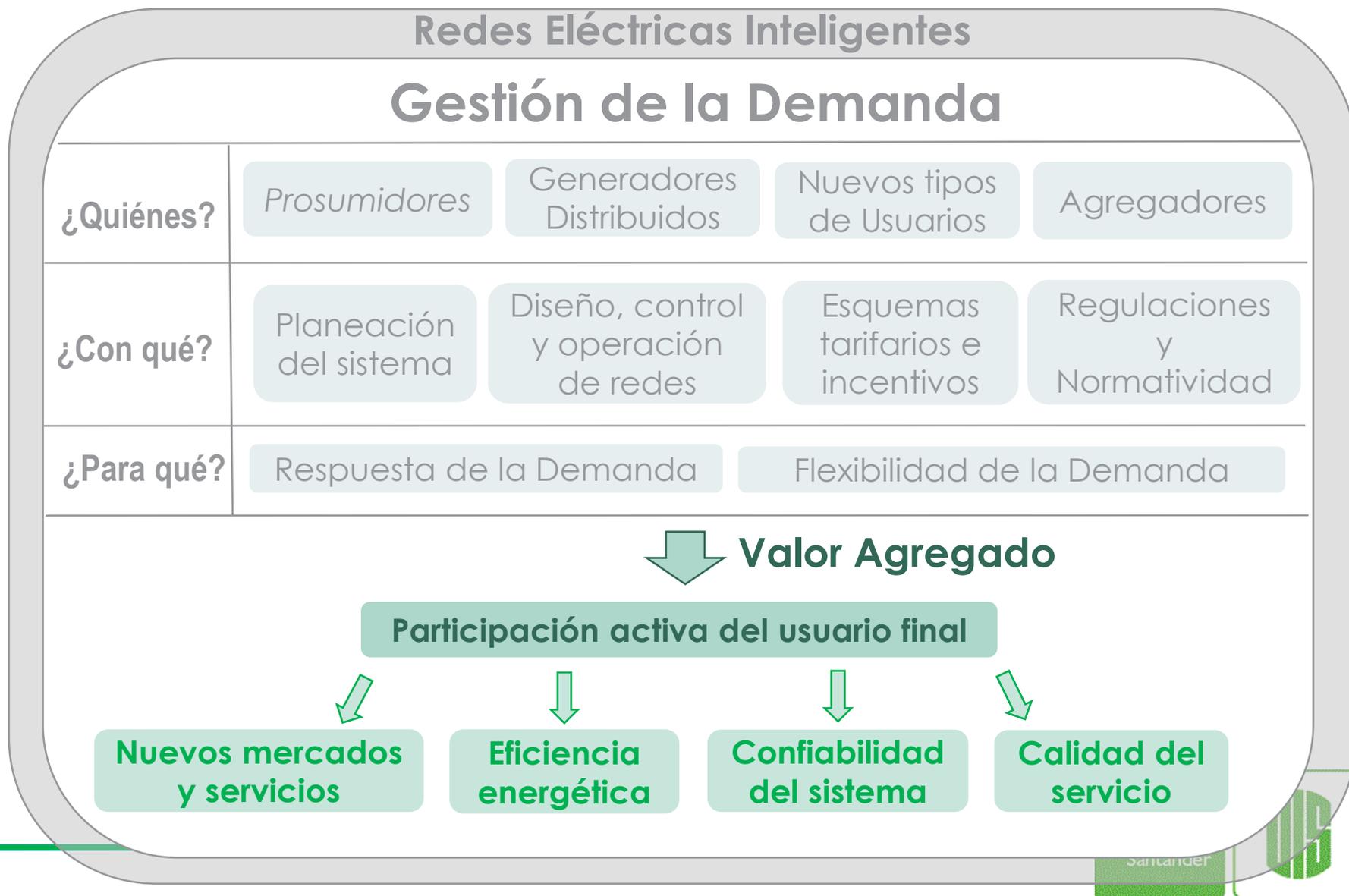
Conjunto de estrategias encaminadas a **modificar** los patrones de consumo de energía de los usuarios finales, tanto en el **tiempo** de uso como en la **magnitud** de carga requerida, con el propósito de optimizar diferentes aspectos del sistema



- Planeación del sistema
- Diseño, control y operación de las redes eléctricas
- Esquemas tarifarios y de incentivos
- Regulaciones y normatividad de uso local

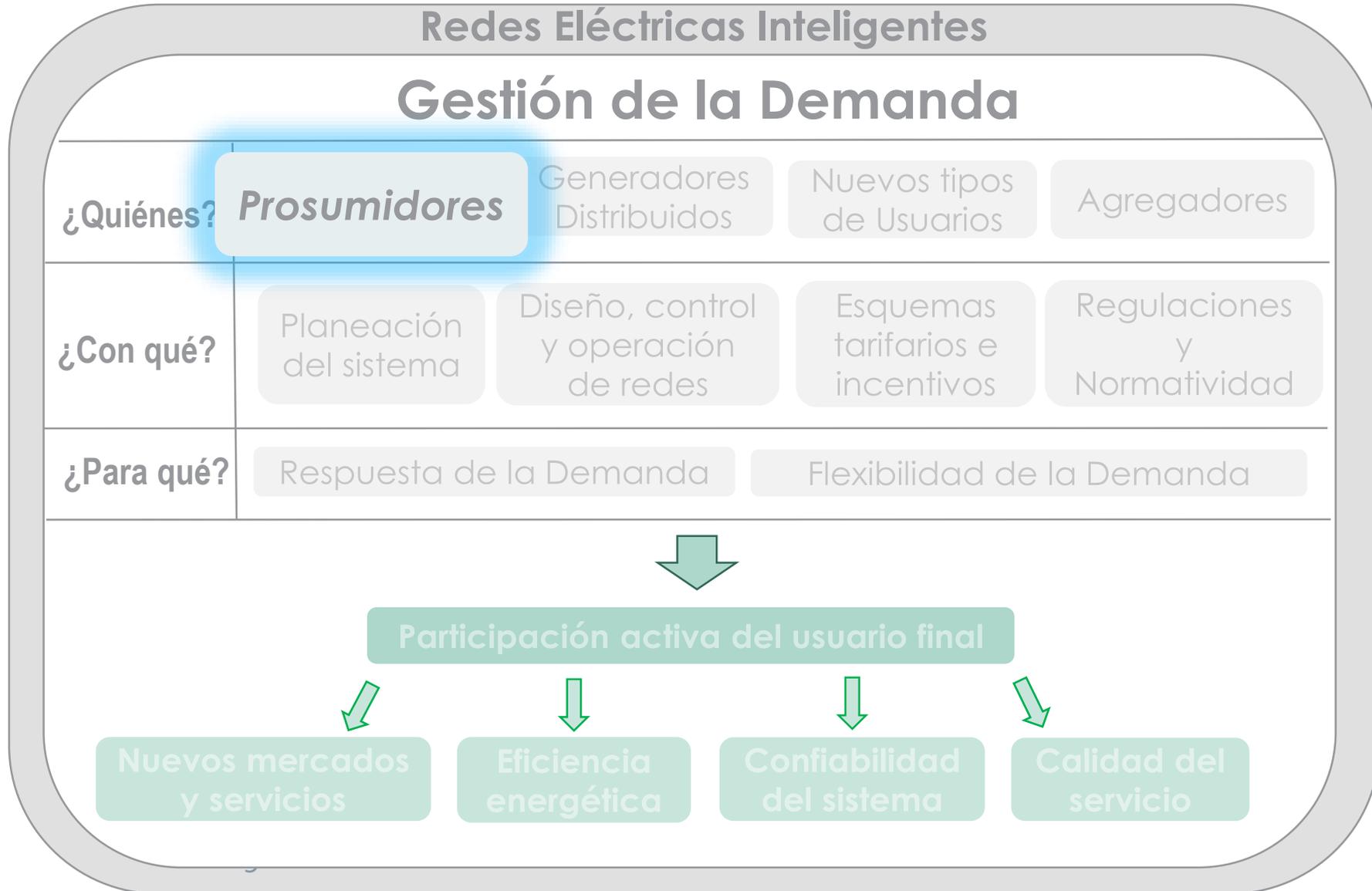
# Marco Conceptual DSM

## ■ Generalidades



# Marco Conceptual DSM

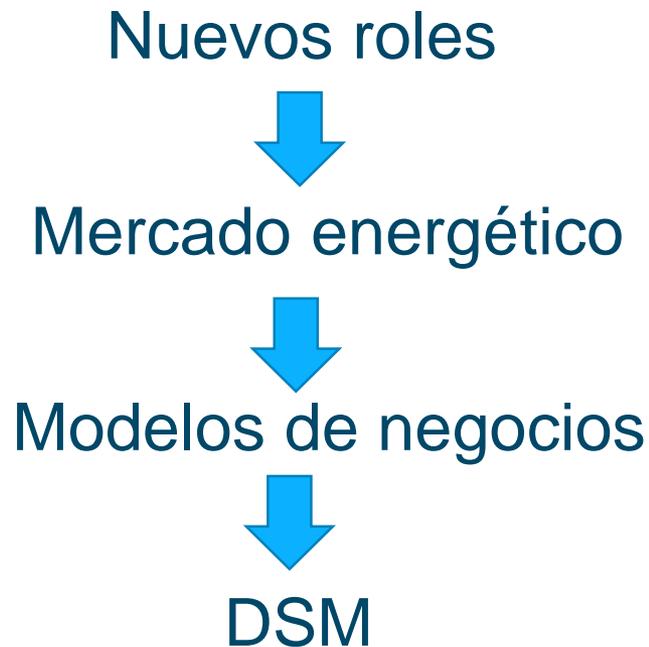
- Generalidades



# Marco Conceptual DSM

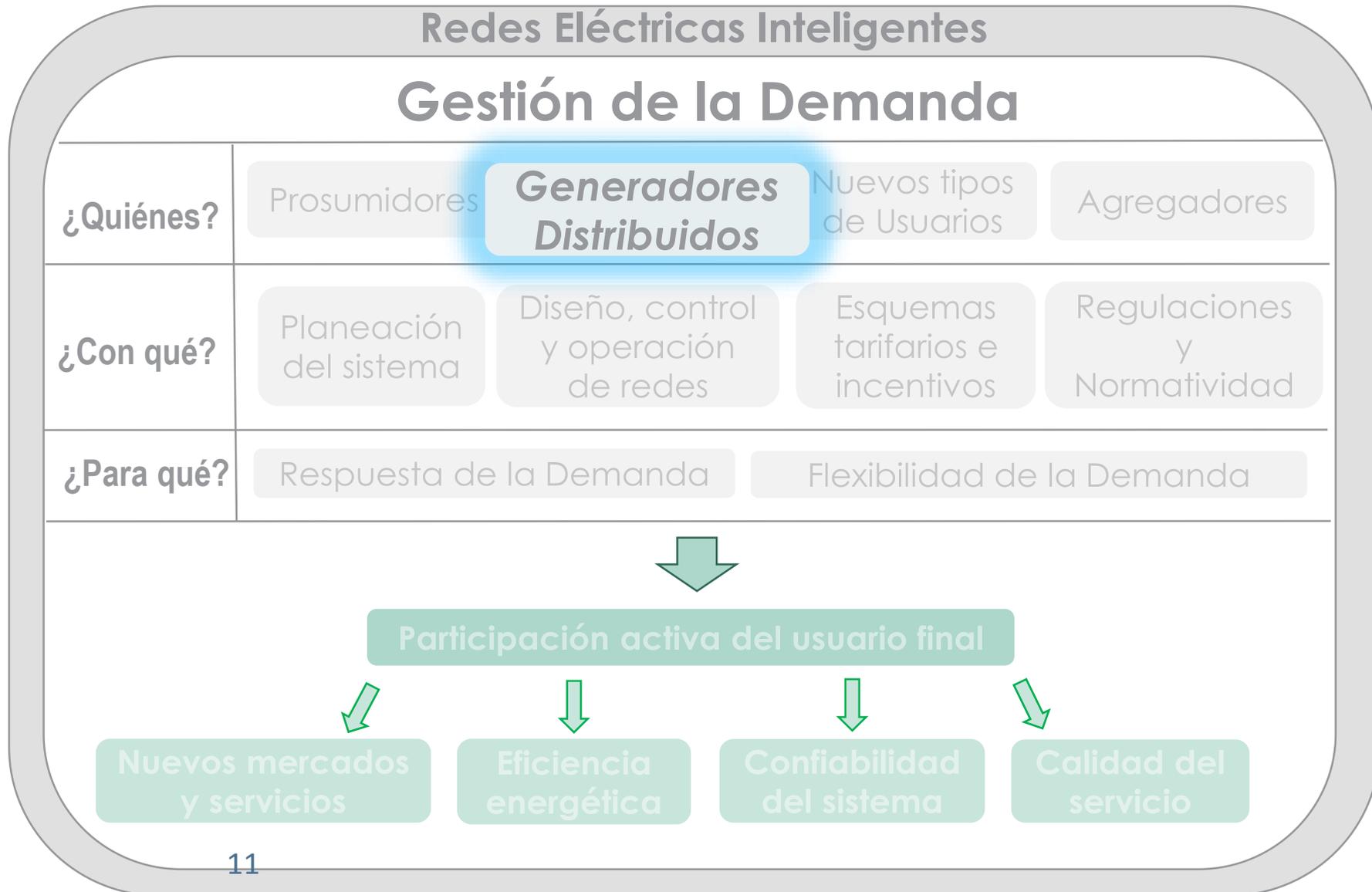
- ¿Quiénes?: *Prosumidores*

Los usuarios finales pueden participar del mercado como consumidores y a la vez como productores de energía



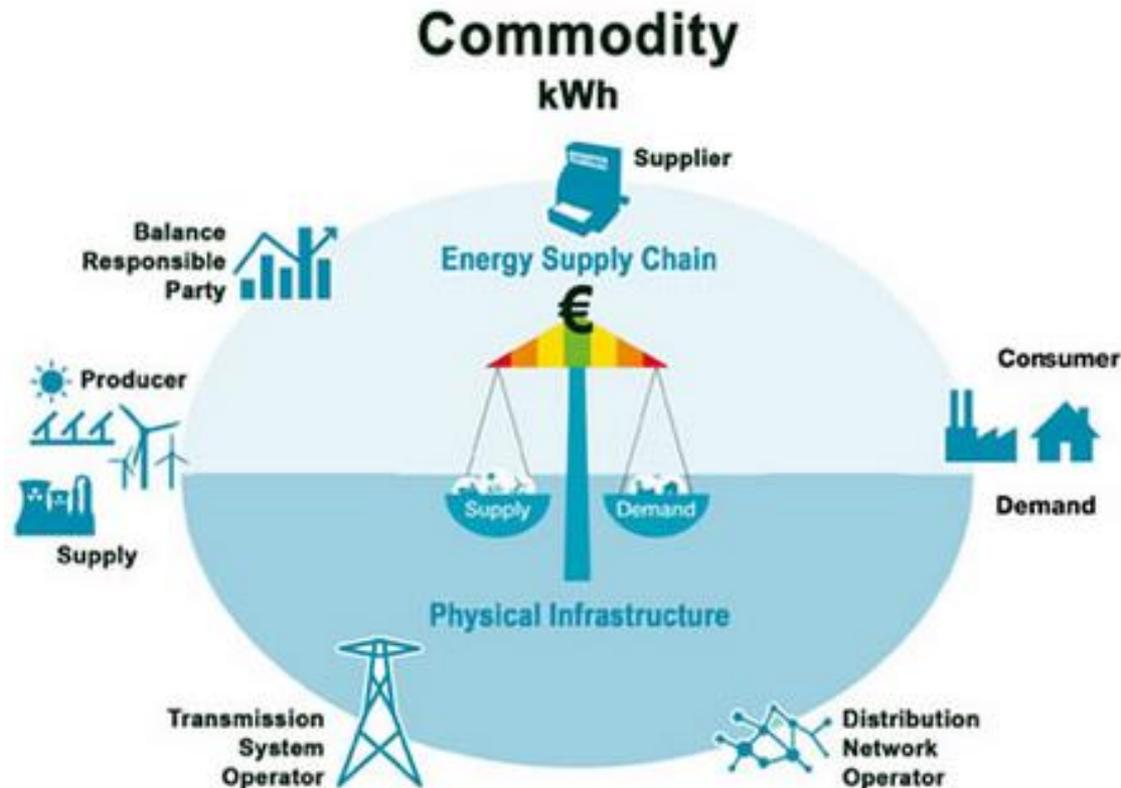
# Marco Conceptual DSM

- Generalidades



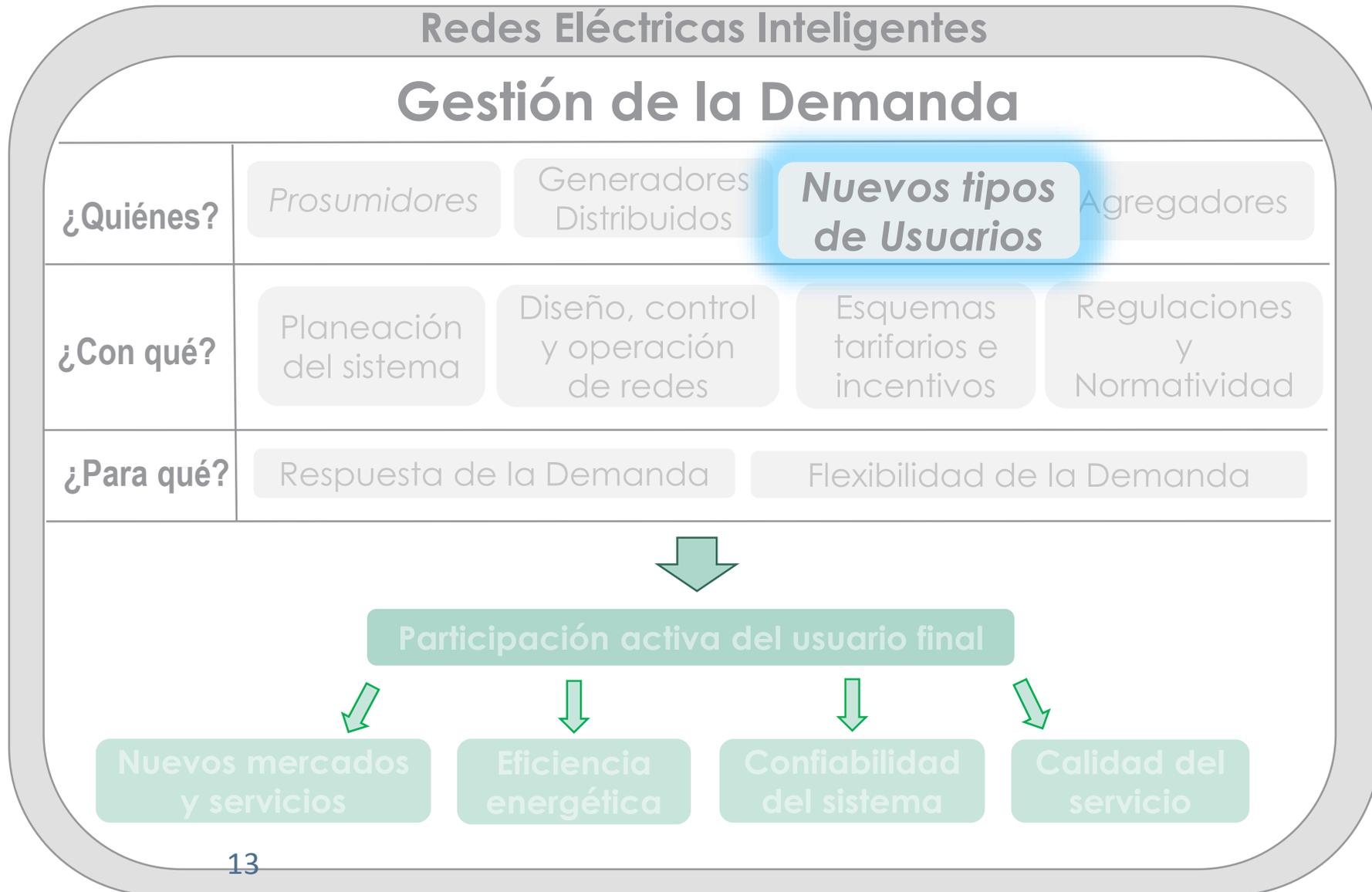
# Marco Conceptual DSM

- ¿Quiénes?: Generadores distribuidos (GD)
  - Participación de nuevas fuentes de generación
  - Necesidades energéticas atendidas localmente
  - Nuevas configuraciones y esquemas de protecciones



# Marco Conceptual DSM

- Generalidades



# Marco Conceptual DSM

- ¿Quiénes?: Nuevos tipos de Usuarios
  - Tecnología Vehicle to Grid (V2G)



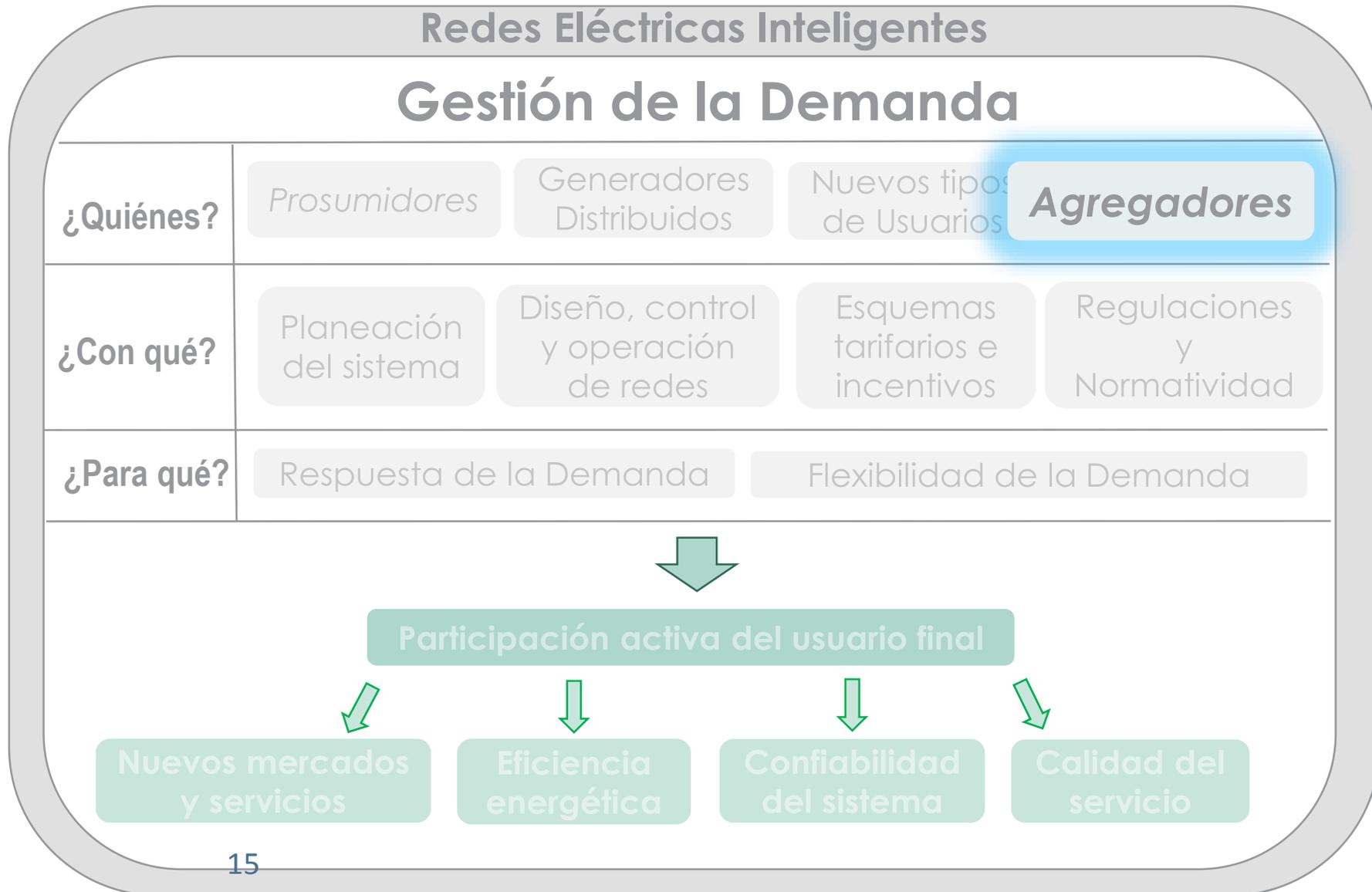
- Almacenamiento de energía (ESS)



<http://www.opal-rt.com/vehicle-grid-v2g-and-vehicle-home-v2h-real-time-simulation> "Vehicle to Grid (V2G) and Vehicle to Home (V2H) real-time simulation"

# Marco Conceptual DSM

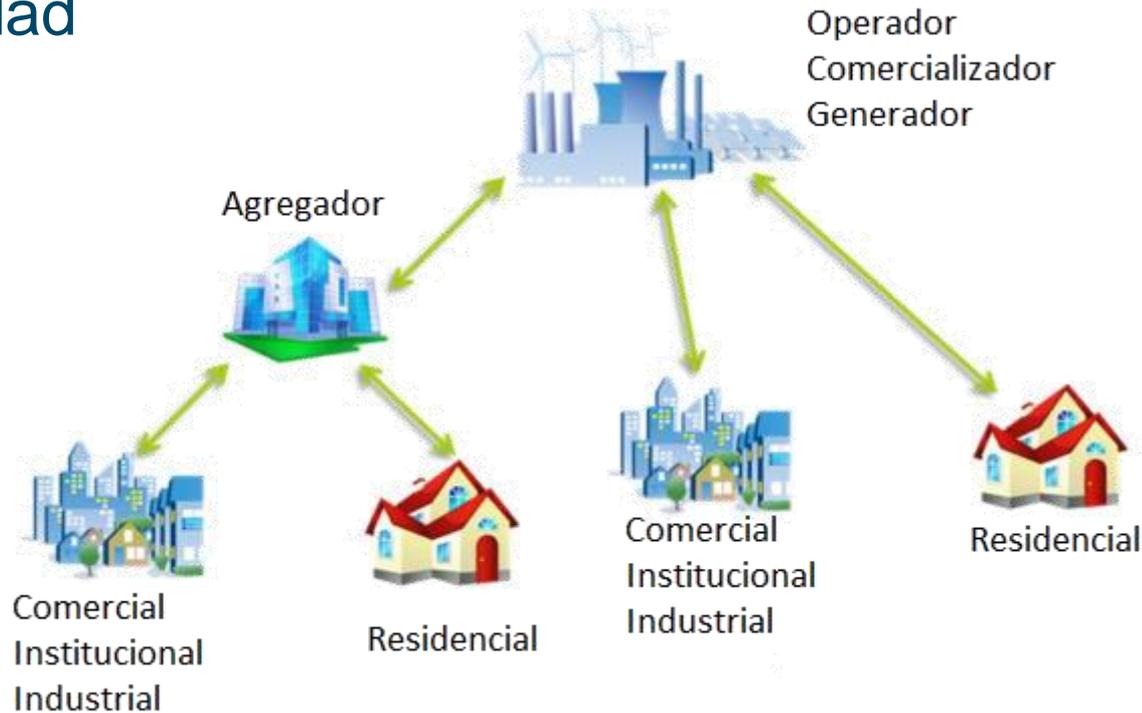
- Generalidades



# Marco Conceptual DSM

- ¿Quiénes?: Agregadores

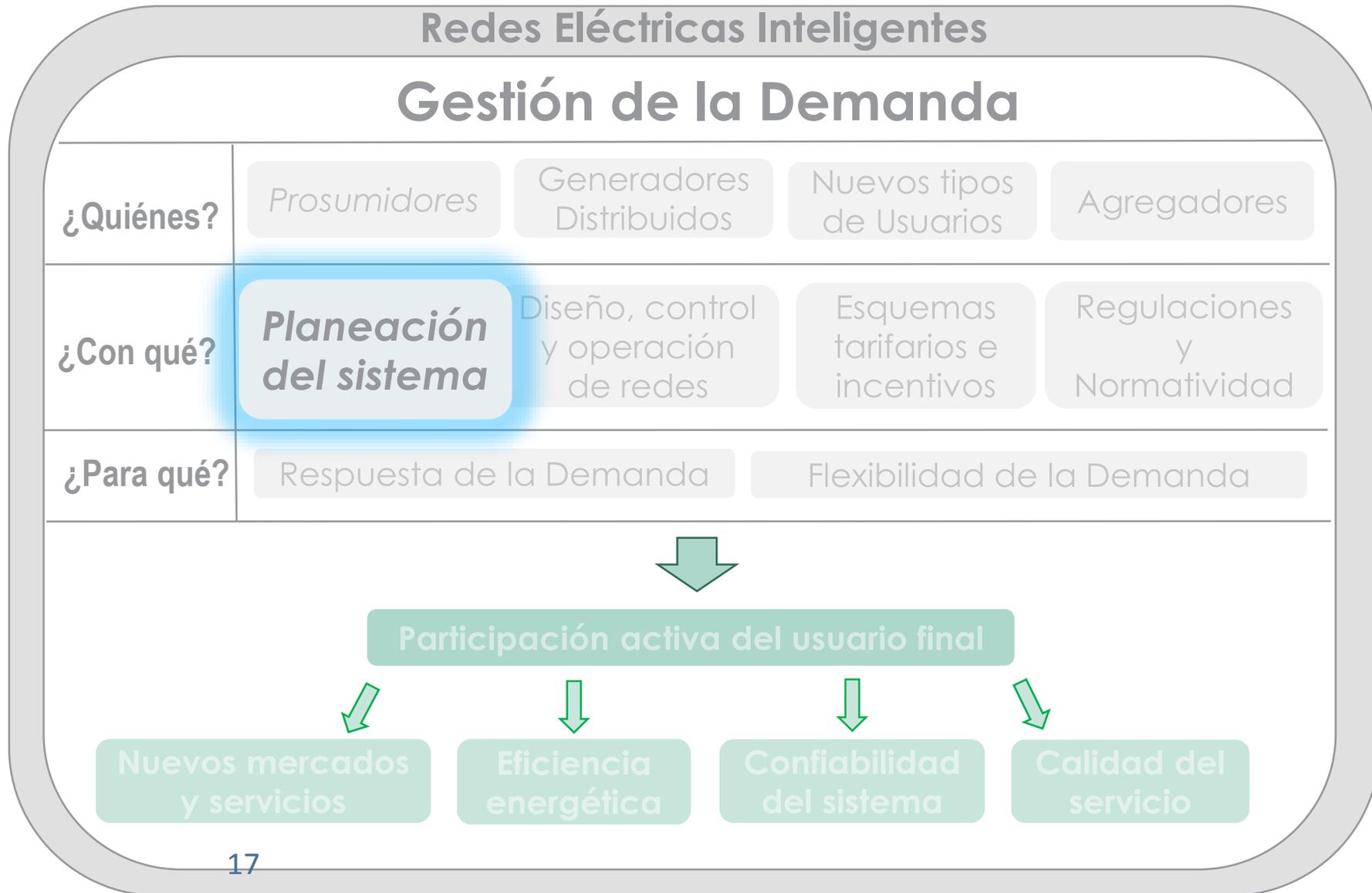
Agrupar múltiples usuarios residenciales, industriales, comerciales e institucionales para presentarlos al sistema como una sola entidad



Ofrece servicios relacionados con la posibilidad de ejercer acciones de control sobre la demanda (y la generación)

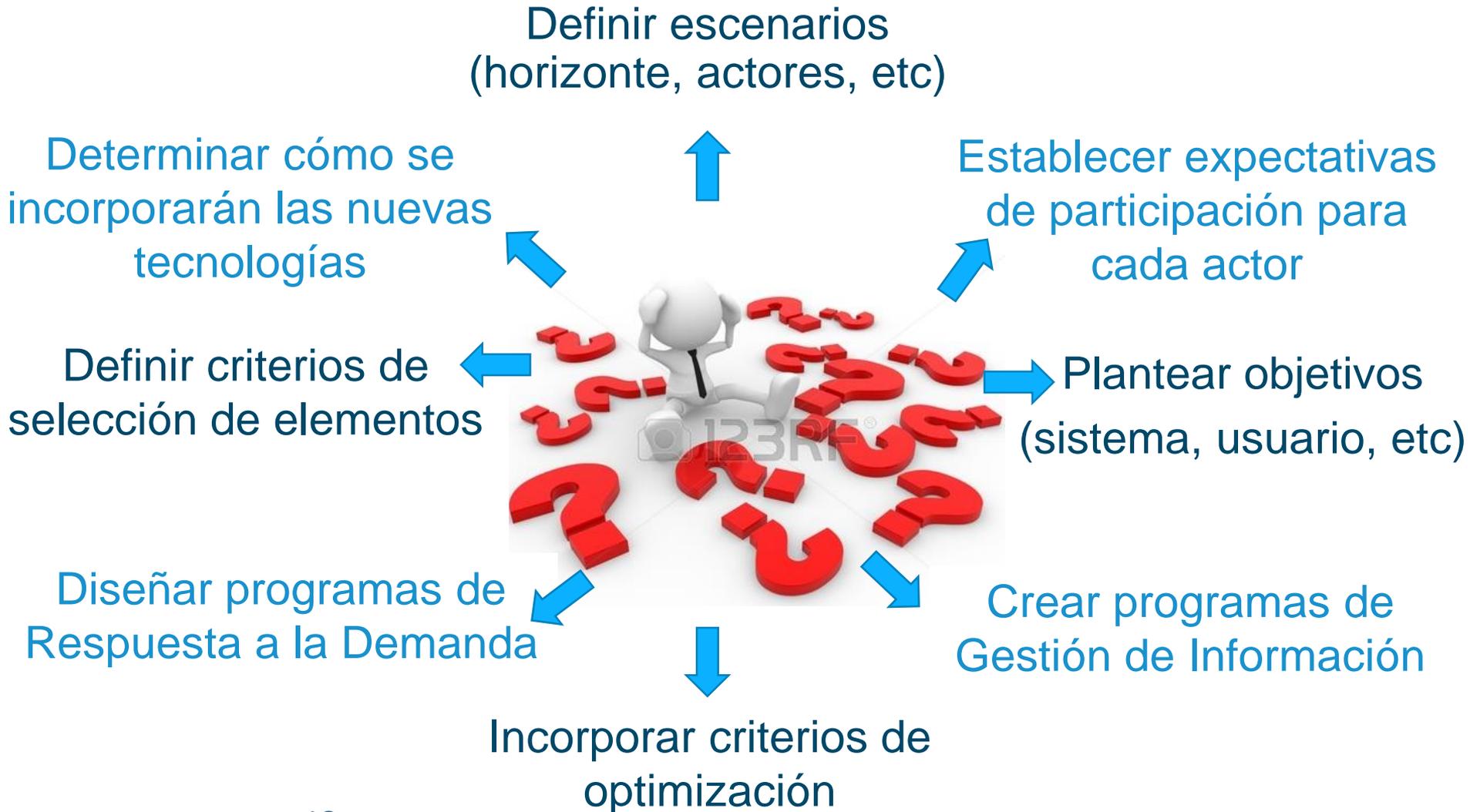
# Marco Conceptual DSM

- Generalidades



# Marco Conceptual DSM

- ¿Con qué? Planeación del sistema



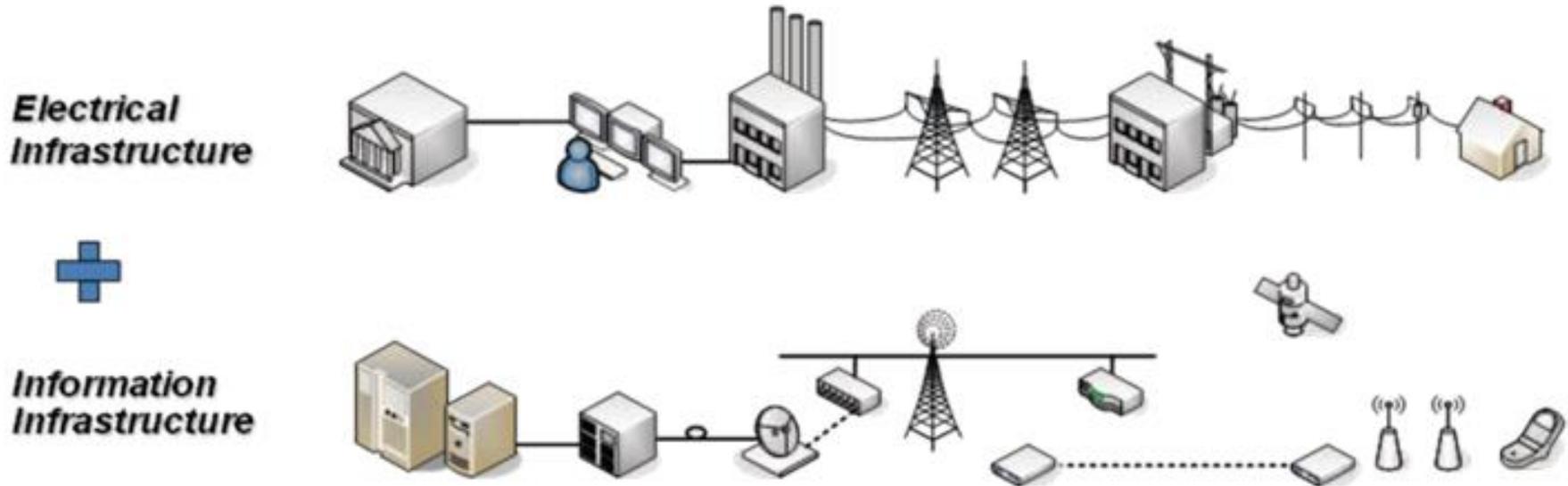
# Marco Conceptual DSM

- Generalidades



# Marco Conceptual DSM

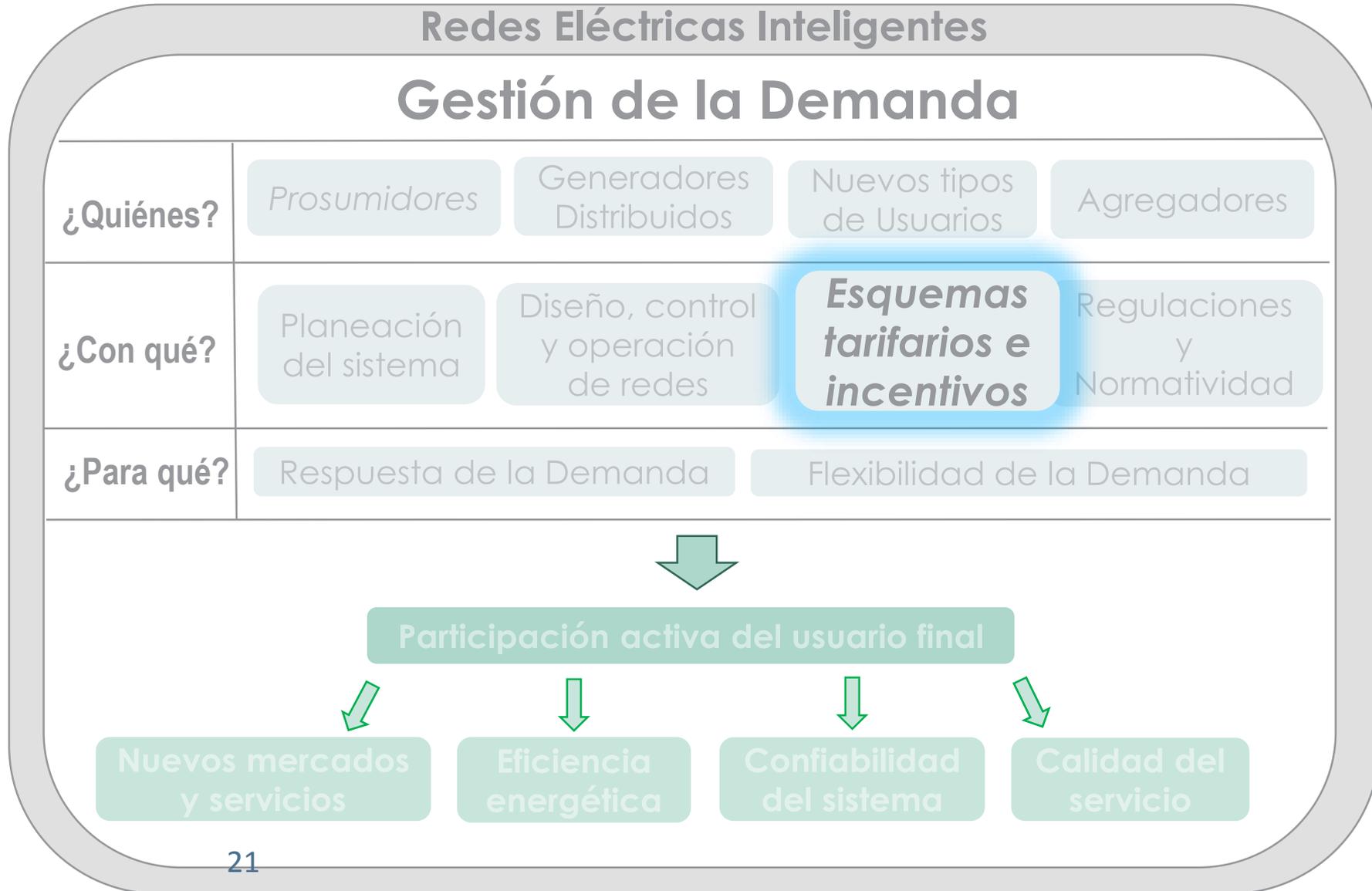
- ¿Con qué? Diseño, control y operación



- Interoperabilidad
- Estándares
- Funciones específicas de cada etapa
- Protocolos de comunicación

# Marco Conceptual DSM

- Generalidades



# Marco Conceptual DSM

- ¿Con qué? Esquemas tarifarios e incentivos

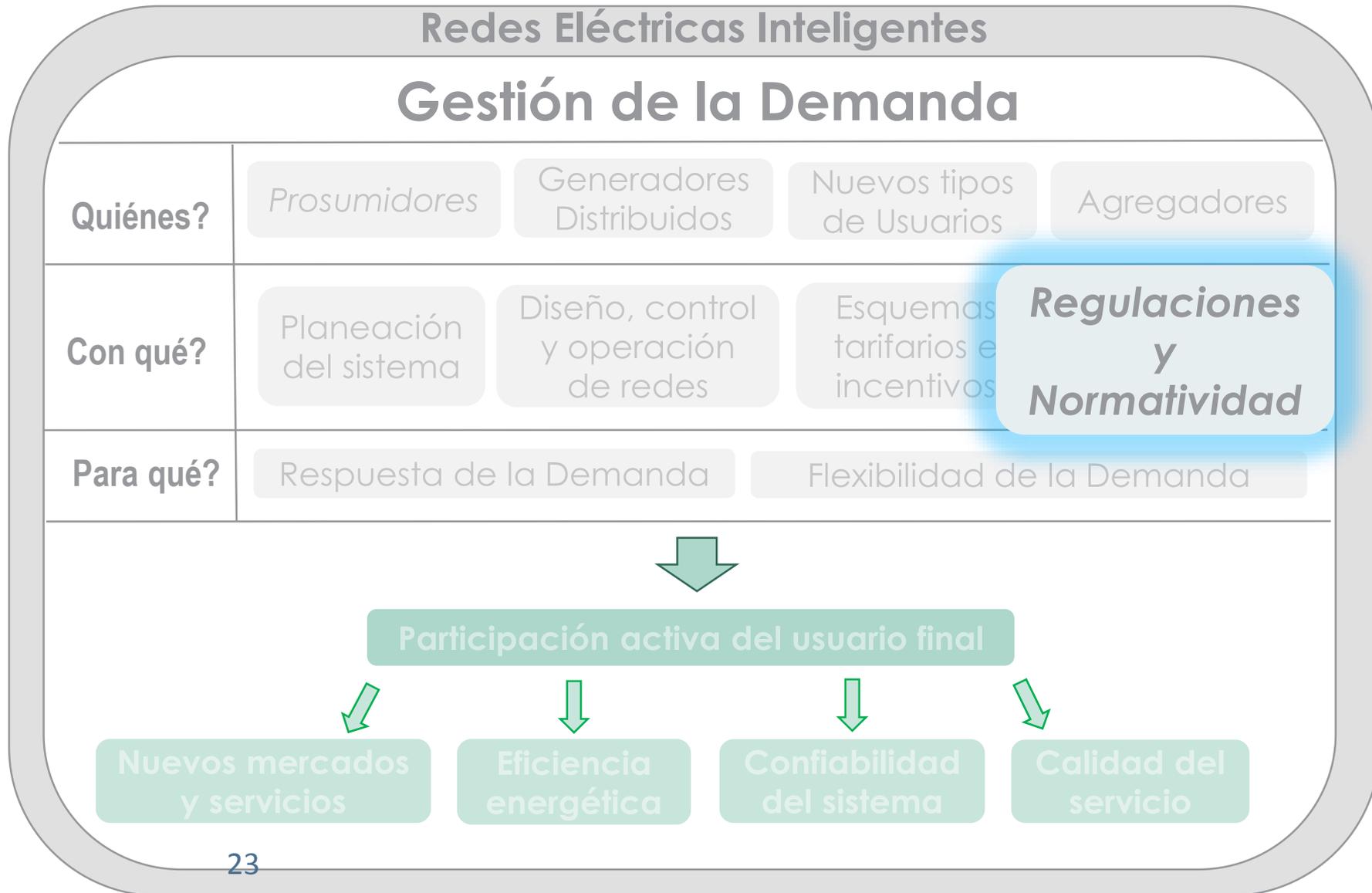
Ofertar tarifas diferenciadas de acuerdo al horario, cantidad y condiciones de consumo energético



- **Esquemas de precios:** El cliente modifica voluntariamente su consumo de acuerdo al precio que pagará. Tiempo de Uso (TOU), Precio de pico crítico (RPP), Precio en Tiempo Real (RTP).
- **Esquemas de incentivos:** El comercializador ofrece al cliente un incentivo adicional por desconectar carga. Control Directo de Carga, Cortes Programados, Medidas de emergencia

# Marco Conceptual DSM

- Generalidades



# Marco Conceptual DSM

- ¿Con qué?: Regulaciones y Normatividad

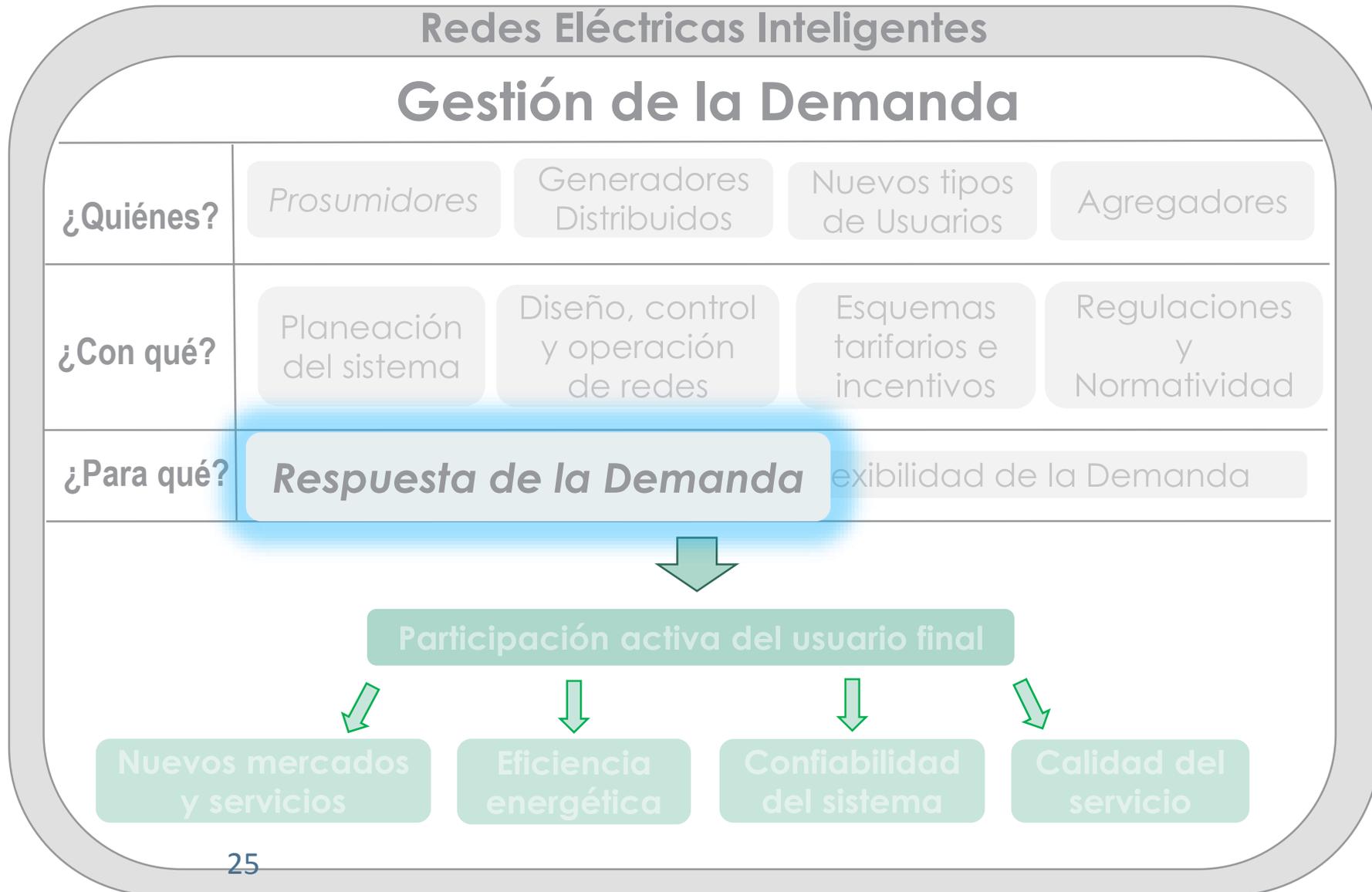
Garantizar un marco regulatorio que permita y legisle la participación de todos los actores



- Reglamentos de uso local
- Selección de normas técnicas
- Establecer un punto de partida
- Determinar alcances

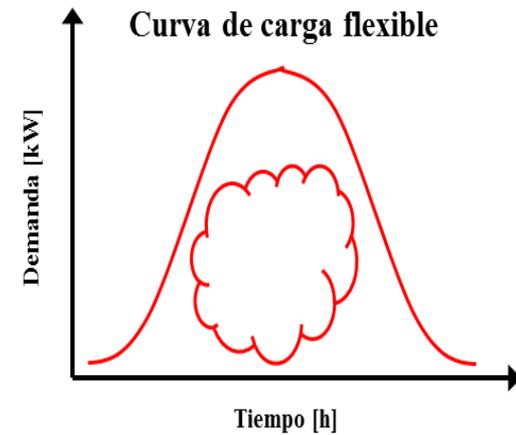
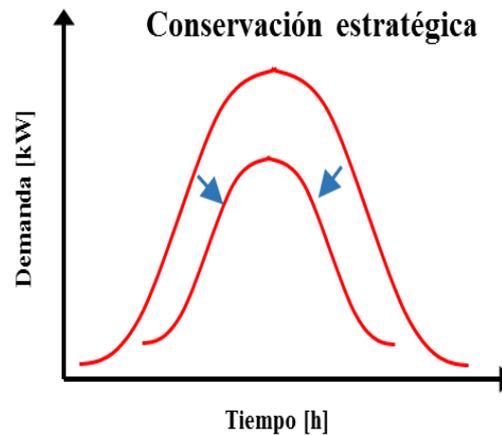
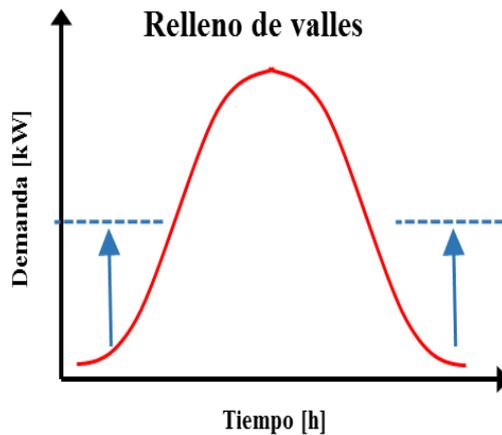
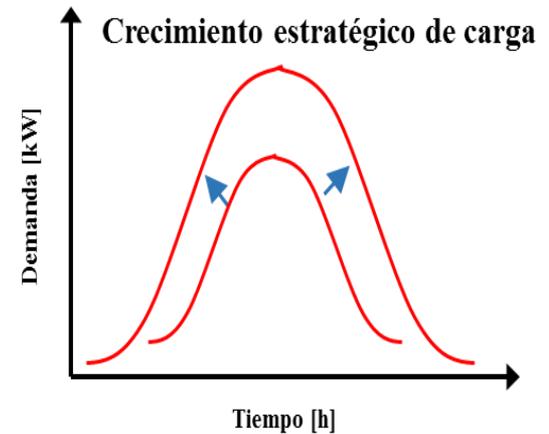
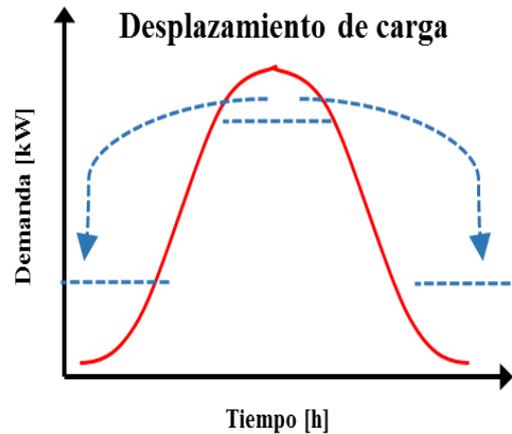
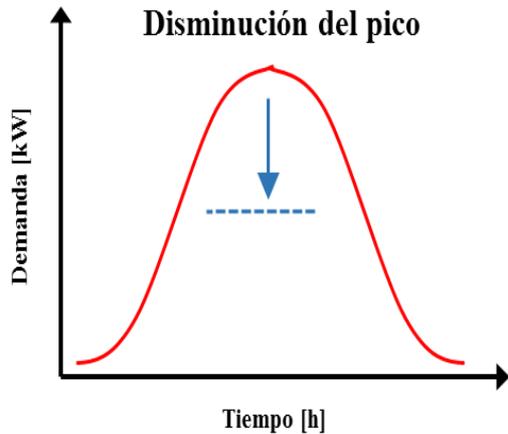
# Marco Conceptual DSM

- Generalidades



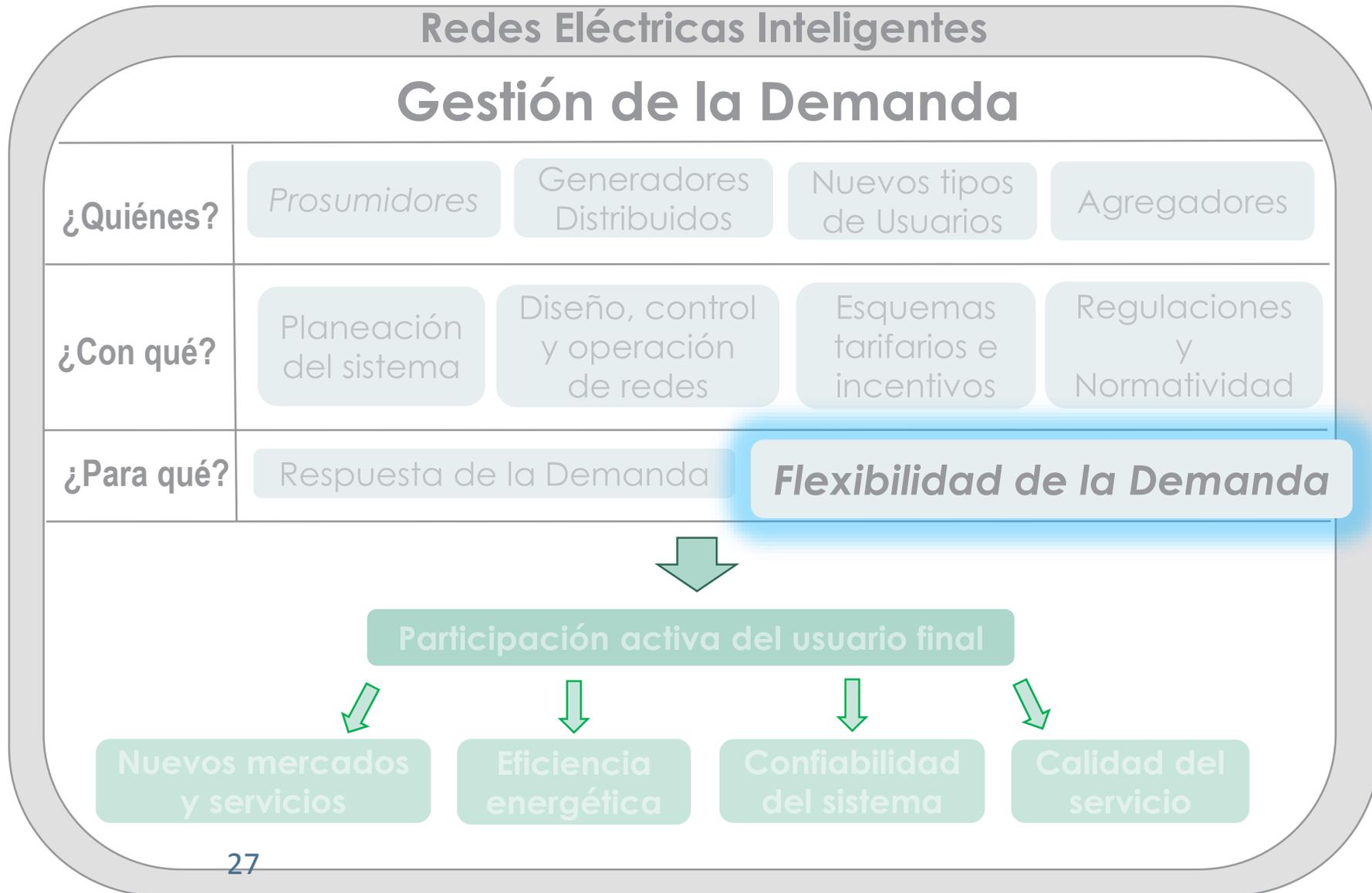
# Marco Conceptual DSM

- ¿Para qué?: Respuesta a la Demanda



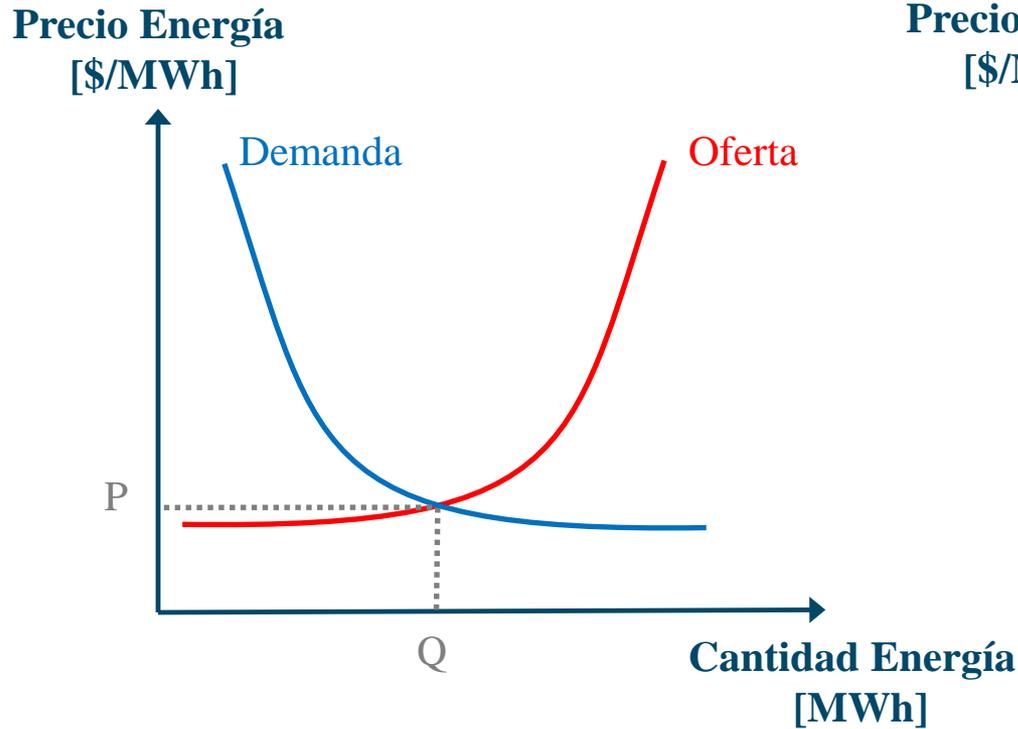
# Marco Conceptual DSM

- Generalidades

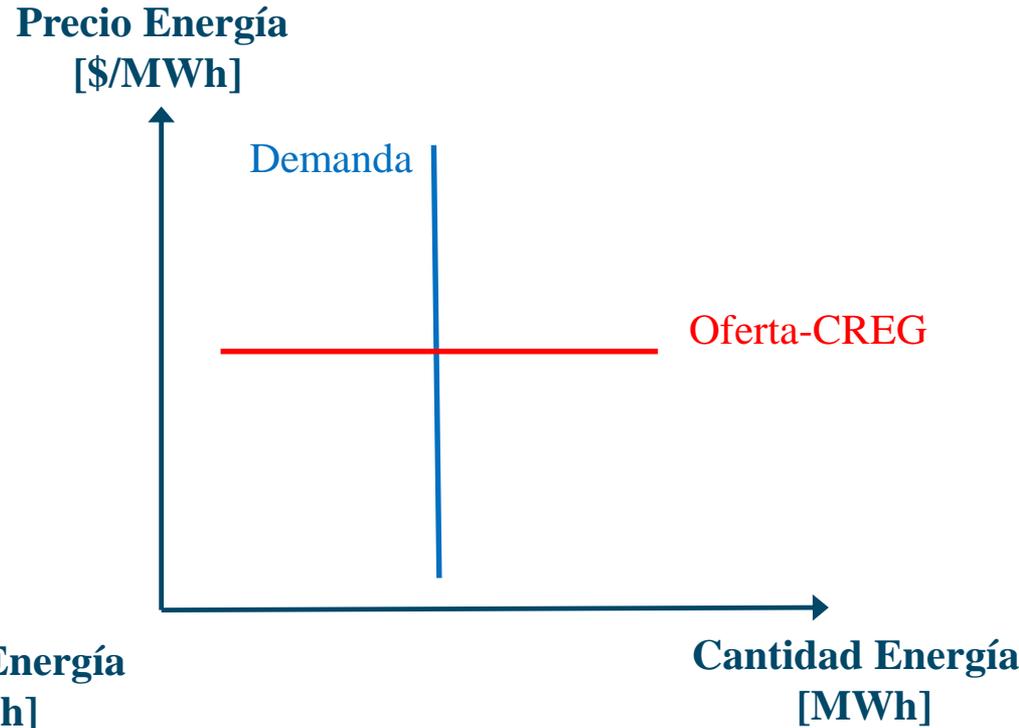


# Marco Conceptual DSM

- ¿Para qué?: Flexibilidad de la Demanda



Esquema clásico de consolidación de precios

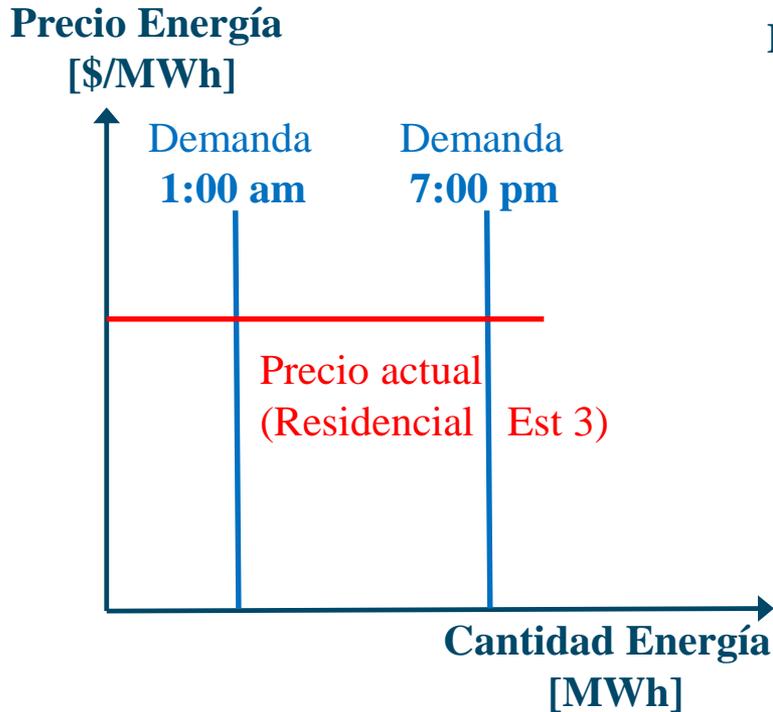


Esquema energético actual

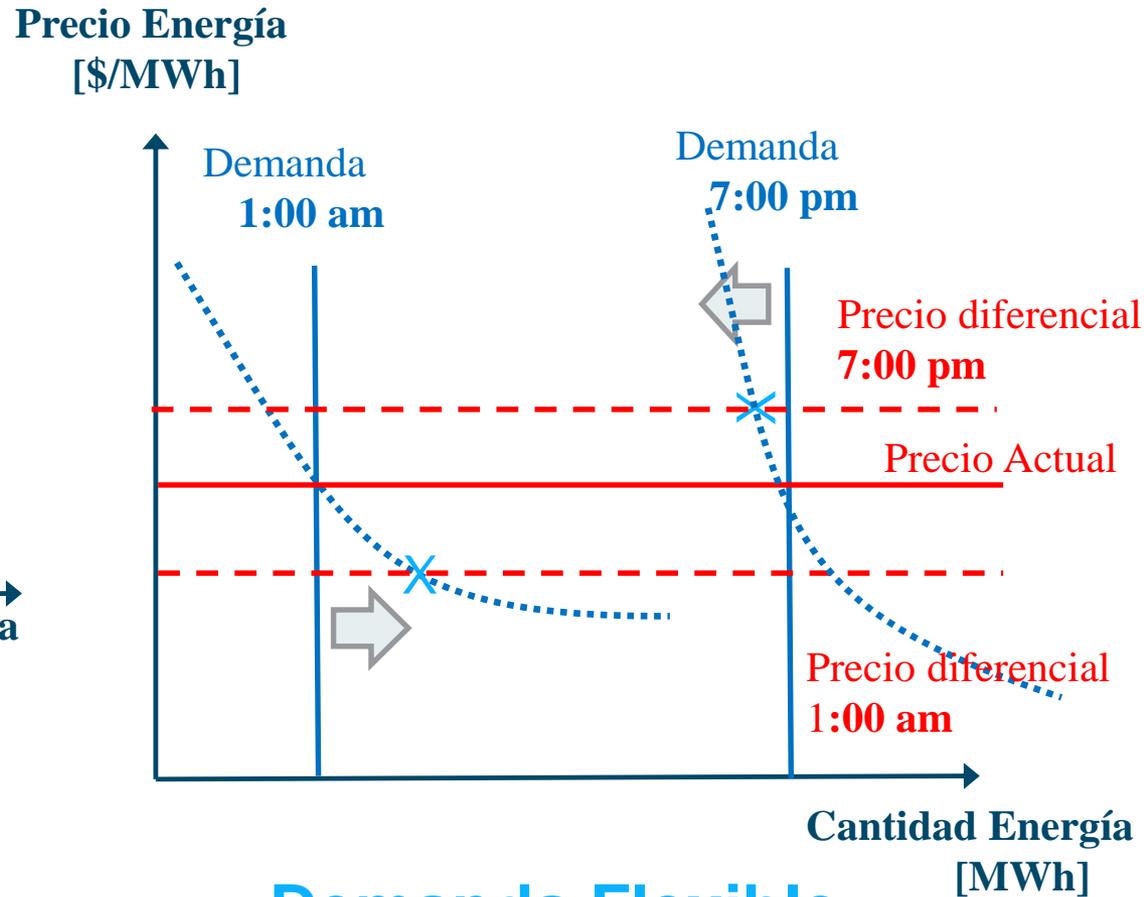
# Marco Conceptual DSM

- ¿Para qué?: Flexibilidad de la Demanda

¿Cómo hacer una transición entre los esquemas?



Situación actual



Demanda Flexible

# Marco Conceptual DSM

- Generalidades



# Marco Conceptual DSM

- Valor Agregado

## Participación activa del usuario final:

Responder a las señales de precio del mercado de energía



- Lectura remota y control de conexión / desconexión de cargas
- Accesibilidad a información de consumo y precio
- Disponibilidad permanente de indicadores de calidad de suministro y consumo

# Marco Conceptual DSM

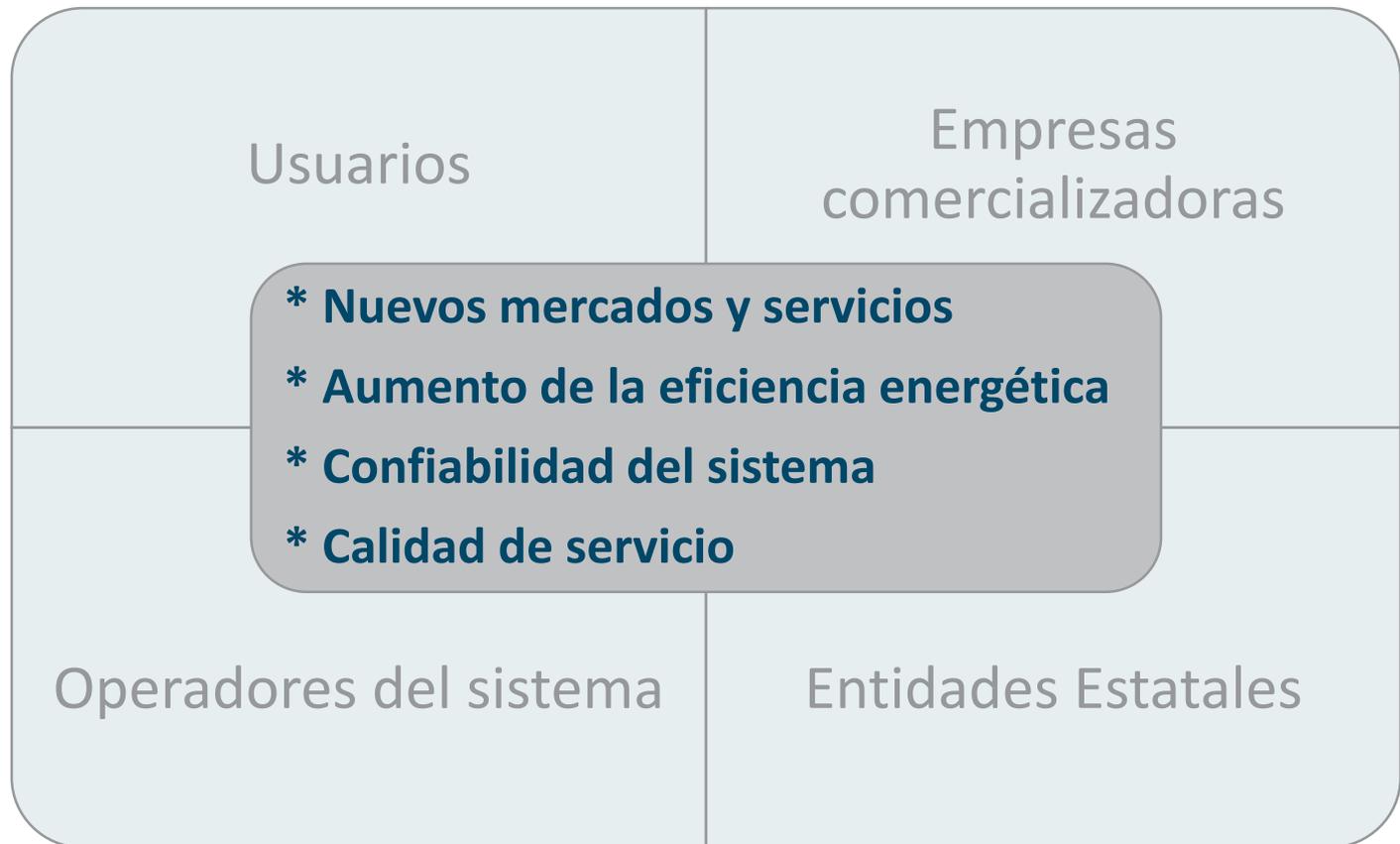
- Valor Agregado
  - **Nuevos mercados y servicios:**  
Integración GD, garantizar la infraestructura para recarga de EV, inclusión de ESS.
  - **Aumento de la eficiencia energética:**  
Modificación curva de demanda diaria, reducción de pérdidas técnicas de la red, aumento de la regulación de tensión.
  - **Confiability del sistema (Seguridad del suministro)**  
Ofrecer un respaldo energético adicional, liberar capacidad en tramos y elementos críticos de la red.
  - **Calidad de servicio:**  
Mejora de la calidad y la continuidad del servicio, extensión de la vida útil de transformadores, conductores y equipos.

# Marco Conceptual DSM

- Valor Agregado

## Participación activa del usuario final

### A quiénes beneficia?



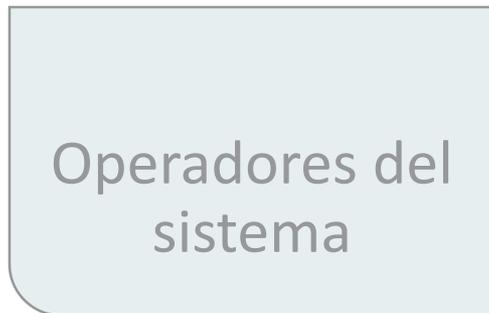
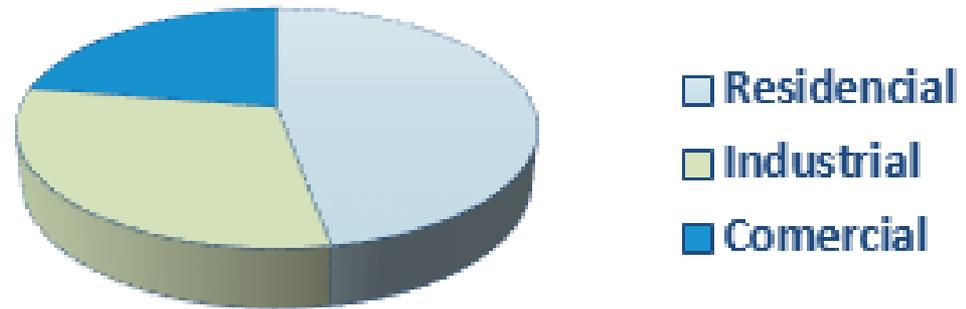
# Marco Conceptual DSM

- Valor Agregado

## Beneficios DSM según contexto

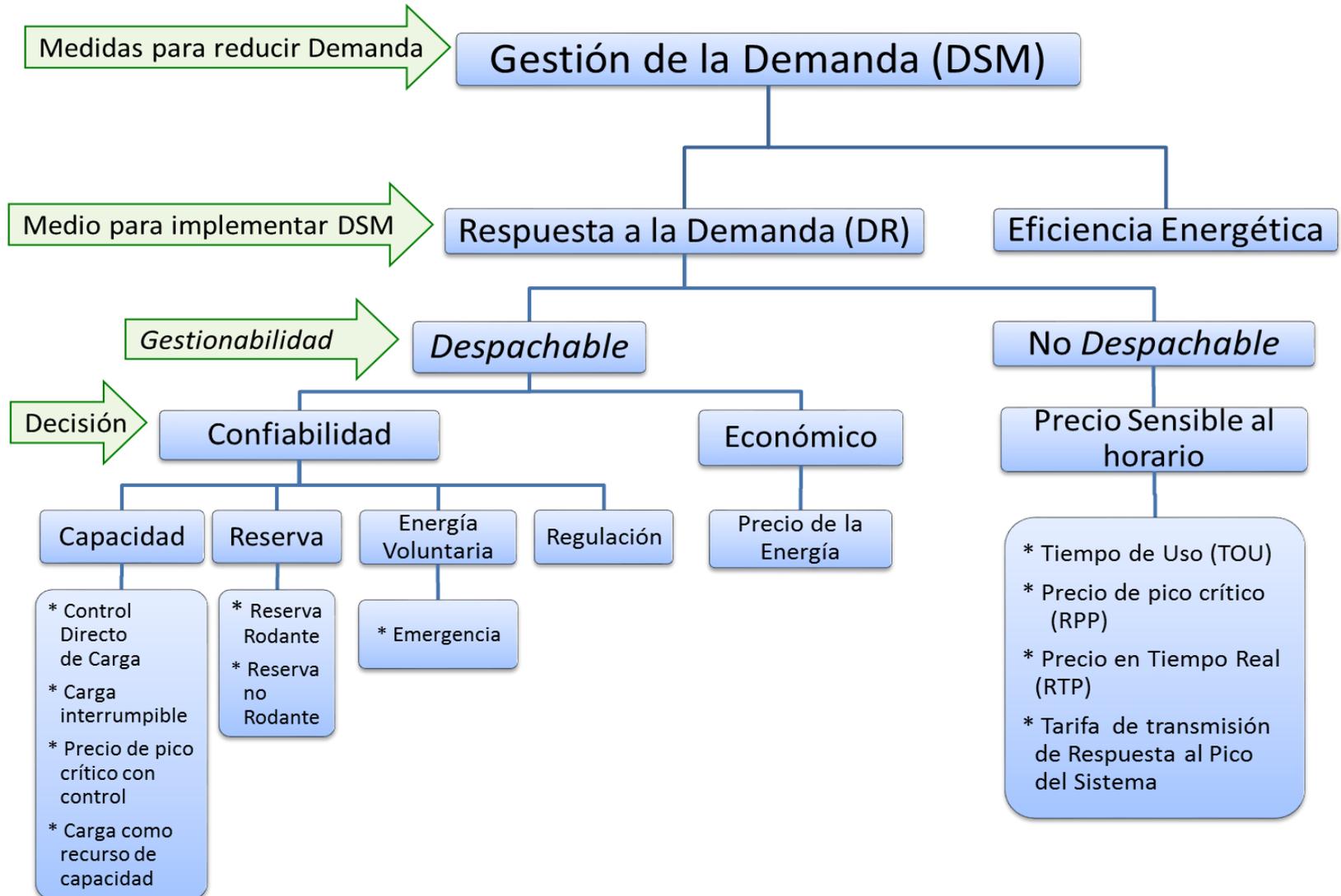


Consumo de energía eléctrica por tipo



# Marco Conceptual DSM

## • DSM: Categorías de Servicios y Recursos



# Uso Final

## Plan Renove: Sustitución de Electrodomésticos, dos programas 2005-2007 y 2008-2012

- Las ayudas estarán destinadas a la sustitución de electrodomésticos por otros de etiqueta energética de clase A o superior, según los casos, de los siguientes tipos: frigoríficos, congeladores, lavadoras y lavavajillas, hornos eléctricos, encimeras de gas y encimeras de inducción
- La cuantía de la ayuda ..., con un mínimo de 80 Euros/aparato.
- La aplicación del incentivo económico solo se realizará contra la entrega del aparato por el que se sustituya para su reciclado

El Plan Renove (a partir 2006 ) ha posibilitado una sustitución superior a 3 millones de electrodomésticos, lo cual a Dic. 2011 representa un ahorro 2.238 GWh, cifra equivalente al consumo eléctrico del 4% de los hogares españoles -más de medio millón de hogares-.

“El ahorro potencial de esta medida es aún superior si se considera la vida útil de los equipos más eficientes, llegando incluso a cuadruplicarse”

[http://www.idae.es/index.php/idpag.58/relcategoria.1161/relmenu.68/mod.pags/mem\\_detalle/](http://www.idae.es/index.php/idpag.58/relcategoria.1161/relmenu.68/mod.pags/mem_detalle/)



# Gestión de la Demanda: de la pagina de CLASP y energystar.gov



## PRODUCTS ▾

Change the world, take the ENERGY STAR Pledge.



### Explore Products >

- Find ENERGY STAR Products
- How a Product Earns the Label
- Save Energy at Home
- Join Our Movement
- Store Locator
- Rebate Finder

## HOME IMPROVEMENT ▾

ENERGY STAR HOME ADVISOR



Get Customized Recommendations

### Explore Home Improvement >

- Common Home Problems
- Assess Your Home
- Air Seal & Insulate
- Heat & Cool Efficiently
- Home Performance with ENERGY STAR
- For Contractors

## BUILDINGS & PLANTS ▾



### Explore Buildings & Plants >

- Guidelines for Energy Management
- Tools & Resources Library
- Expert Help
- Commercial Building Design
- Green Buildings

## NEW HOMES ▾



### Explore Qualified New Homes >

- Find an ENERGY STAR Builder
- Find Home Energy Rater Partners
- Find Incentives for ENERGY STAR New Homes
- ENERGY STAR New Home Features
- Benefits for Homeowners
- For Residential Professionals



The Collaborative Labeling & Appliance Standards Program (CLASP) was founded in 1999 through a strategic cooperation of three organizations – the Alliance to Save Energy, the International Institute for Energy Conservation, and the Lawrence Berkeley National Laboratory - to address the growing energy demand and contributions to climate change of developing countries.

Our mission is to serve as the primary resource and voice for appliance, lighting and equipment energy efficiency worldwide

<http://www.clasponline.org>

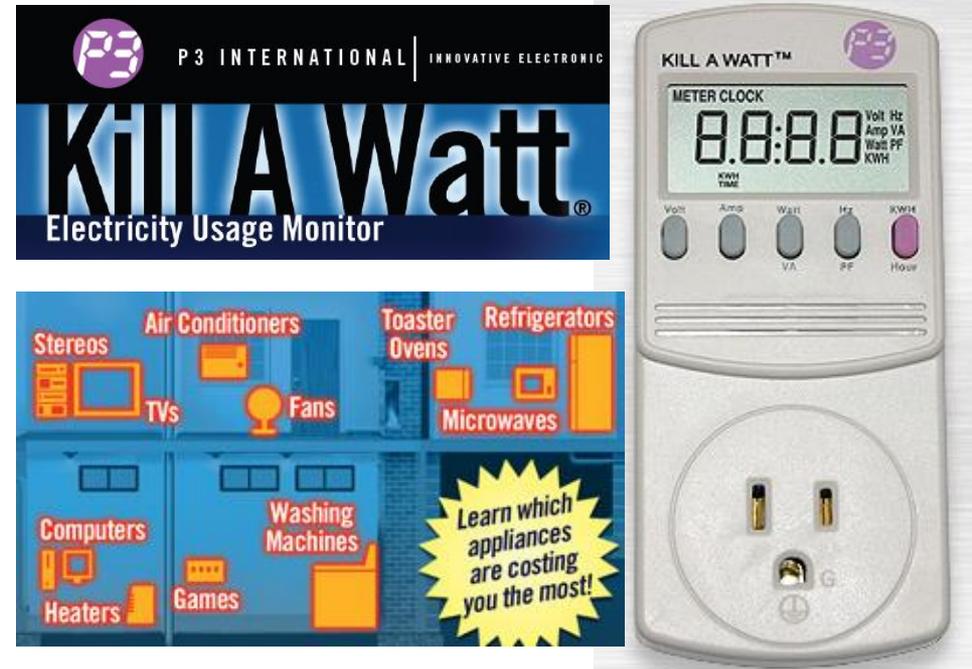
Universidad Industrial de Santander



# Iniciativas particulares

## EJEMPLO KILL-A-WATT

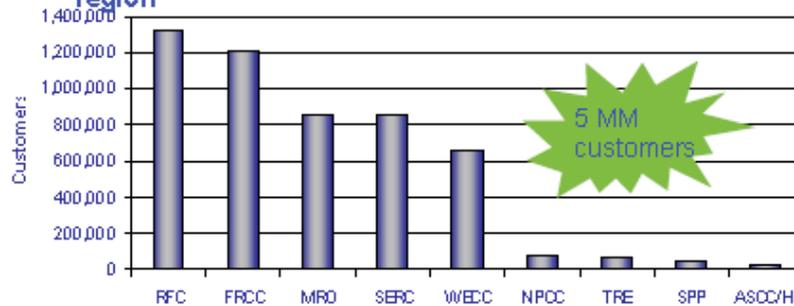
- Evaluar cómo son electrodomésticos eficientes
- Contar el consumo por el KWh
- Calcular los gastos de electricidad por día, semana, mes, año.
- Controlar calidad de la tensión de alimentación, frecuencia de línea y factor de potencia.
- VA Precisión 0,2%



<http://www.p3international.com/products/special>

# Gestión de la Demanda

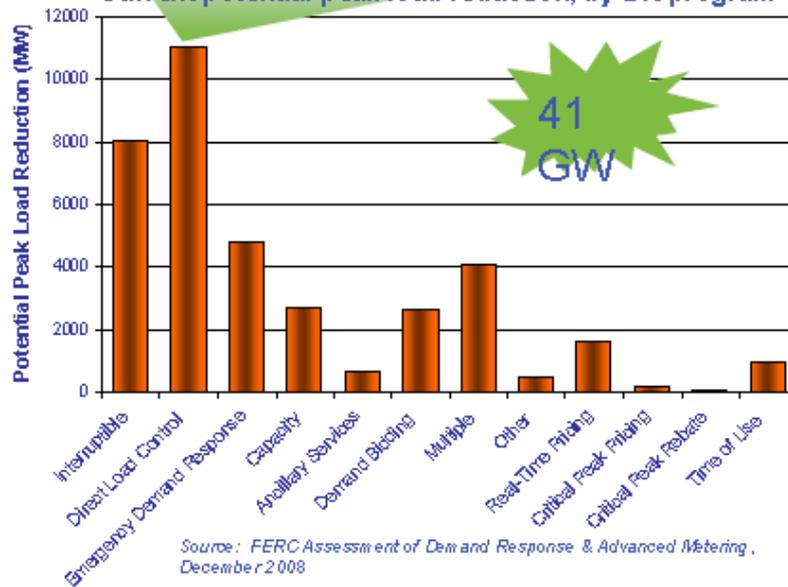
Customers enrolled in direct load control programs, by region



“Demand response is clearly the ‘killer application’ for the smart grid.”

- Jon Wellinghoff, FERC Commissioner, Dec. 29, 2008

Current potential peak load reduction, by DR program



✓ Current DR programs can reduce peak load demand by up to 41 GW (~6% of peak demand for 2008).

✓ Utilities reported 13.6 GW of *actual* peak load reduction in 2007.

✓ Smart grid-enabled DR programs may achieve peak load reductions of 7%-22%<sup>1</sup>

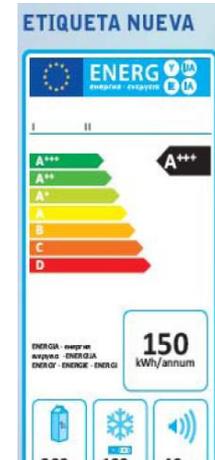
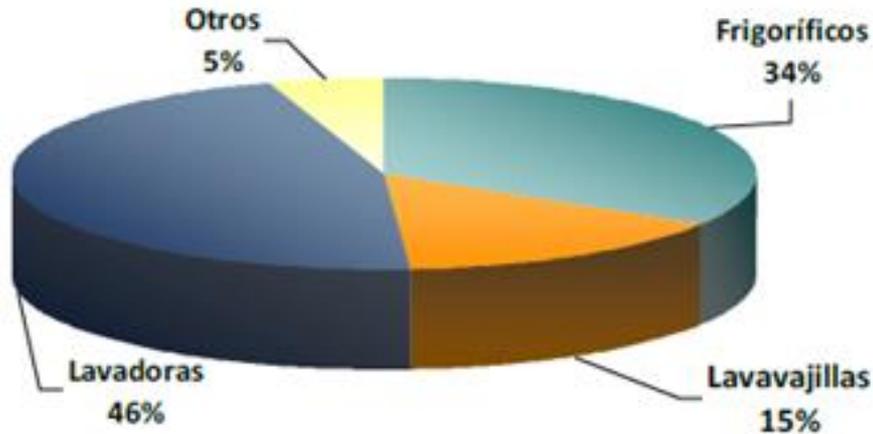
<sup>1</sup>Electric Advisory Committee, “Keeping the Lights On in a New World,” January 2009

- Cual es el beneficio de disminuir 1% de la curva de carga pico en Colombia??

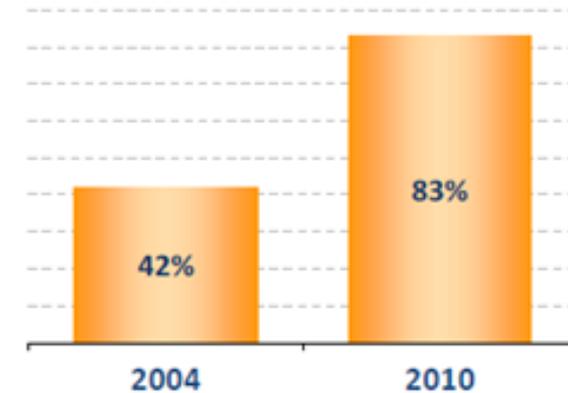
Source: FERC Assessment of Demand Response & Advanced Metering, December 2008

# Uso Final

## Plan Renove: Sustitución de Electrodomésticos



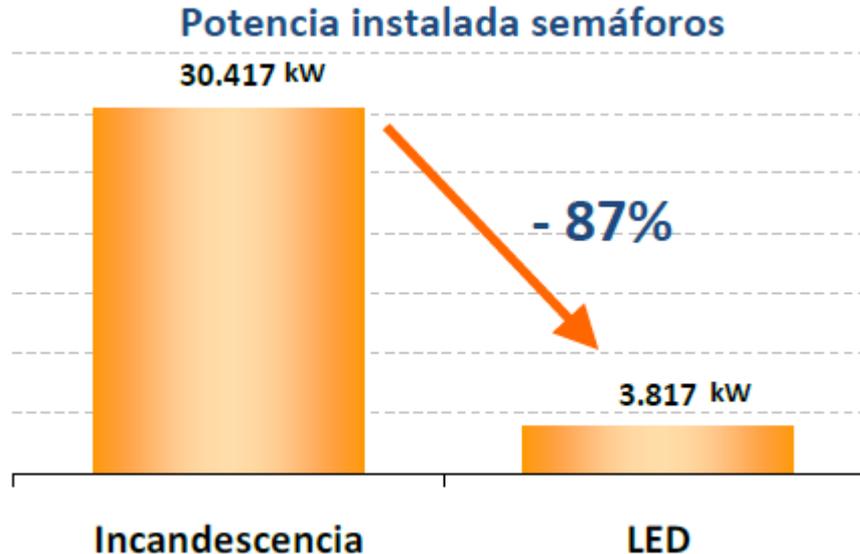
- Se han sustituido mas de 20 millones de electrodomésticos (desde el 2006) – España
- Se ha duplicado el número de consumidores que consulta la Etiqueta para la compra



<http://www.mityc.es/es-es/gabineteprensa/notasprensa/documents/>

# Uso Final

## Semaforización



- Se han instalado 46000 semáforos con tecnología LED en 600 municipalidades de España
- Se esperaba que en el 2012 todos los semáforos españoles sean con base en LED

El resultado de la convocatoria fue la sustitución de un total de 462.300 ópticas de semáforos por LED en un conjunto de 600 ayuntamientos, cuya implantación ha permitido reducir el consumo de electricidad en 85.760 MWh anuales, y reducir la demanda de potencia hacia el sistema eléctrico en 26.600 kW. (<http://www.idae.es/>)

<http://www.mityc.es/es-es/gabineteprensa/notasprensa/documents/>

# Comentarios Finales

La generación distribuida es una oportunidad excelente para hacer efectiva la participación del usuario. También hace posible la utilización de energías renovables.

Los beneficios técnicos de interconectar GD en los sistemas de distribución son apreciables tanto para el OR y como para sus clientes

La localización y el tamaño de la generación a instalar se debe planificar para aprovechar todas las ventajas que conlleva su conexión y no propiciar el agravamiento de problemas en la red como : pérdidas, confiabilidad y calidad.

"En cuestiones de cultura y de saber, sólo se pierde lo que se guarda; sólo se gana lo que se da."  
Antonio Machado



# Comentarios Finales

- DMS No es un tema nuevo pero no se ha explotado su potencial.
- Habilita la participación activa de los consumidores.
- La clave de los programas de gestión de la demanda está en Información / Educación y la directriz es la eficiencia.
- En Colombia, los programas de gestión de Demanda en tiempo real están por desarrollarse y su implantación le dará un fuerte impulso al desarrollo del mercado.

“En los momentos de crisis, sólo la imaginación  
es más importante que el conocimiento”  
Albert Einstein



# Redes Inteligentes

---



GRACIAS

**Sandra Milena Téllez G**

[smtellezg@unal.edu.co](mailto:smtellezg@unal.edu.co)

Febrero 27 de 2016

---

# Respuesta de la demanda

Program Type	2010		2011 and 2012		2013 tr. 2015	
	Number of Programs	Potential Peak Reduction (MW)	Number of Programs	Potential Peak Reduction (MW)	Number of Programs	Potential Peak Reduction (MW)
Direct Load Control	253	3497	324	4980	563	6301
Interruptible Load	122	7557	119	7771	121	8328
Critical Peak Pricing with Controls	13	234	19	395	22	813
Load as Capacity Resource	36	1393	22	1386	22	915
Spinning Reserves	10	1639	11	1419	10	1390
Non-Spinning Reserves	5	316	8	92	11	232
Emergency Demand Response	53	2027	46	1968	33	3196
Regulation Service	3	105	5	85	6	155
Demand Bidding and Buyback	4	240	6	227	5	425
Time-of-Use Pricing	219	1283	205	1388	193	1489
Critical Peak Pricing	42	354	62	624	66	910
Real-Time Pricing	24	1259	30	1269	29	1271
Peak Time Rebate	13	9	27	643	27	1165
System Peak Response	3	36	4	111	3	311
Transmission Tariff						
Other	35	2444	27	2436	25	2722

---

# Gracias

Especialización Sistemas de Distribución de Energía Eléctrica

Julio 22 de 2016

---