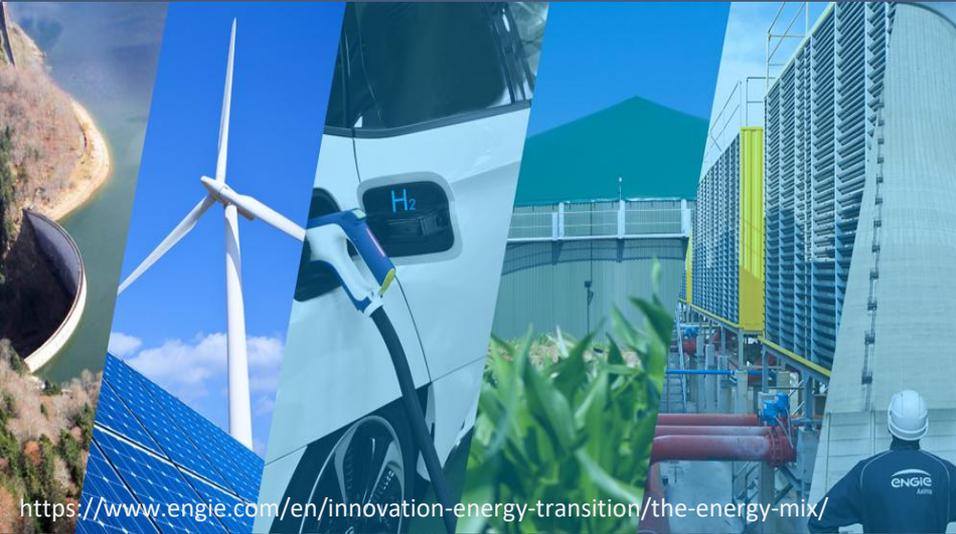




El futuro  
es de todos

Minenergía



<https://www.engie.com/en/innovation-energy-transition/the-energy-mix/>



# Transformación Energética

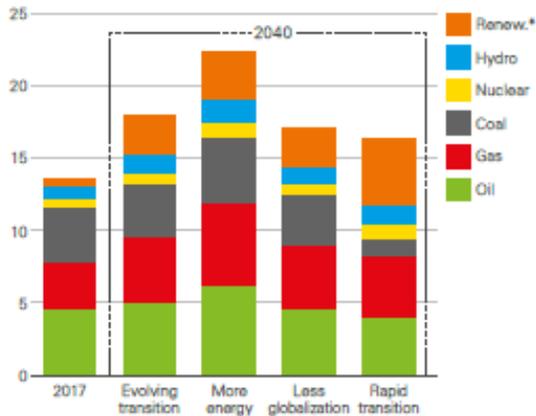
# Agenda

- Introducción (¿qué no es la Misión?)
- Cinco focos (preguntas abiertas pero con el cómo)
- Cronograma

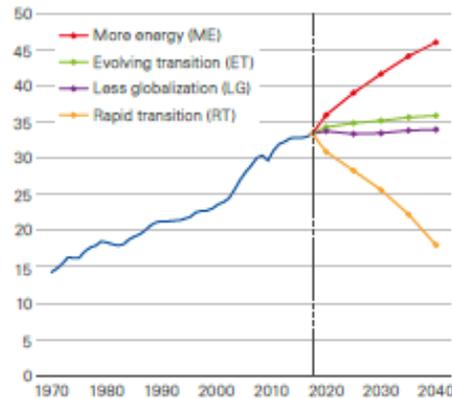
# Perspectivas energéticas

The *Energy Outlook* considers a range of scenarios to explore different aspects of the energy transition

Primary energy consumption by fuel  
Billion toe



CO<sub>2</sub> emissions  
Gt of CO<sub>2</sub>



\*Renewables includes wind, solar, geothermal, biomass, and biofuels. For full list of data definitions see p138

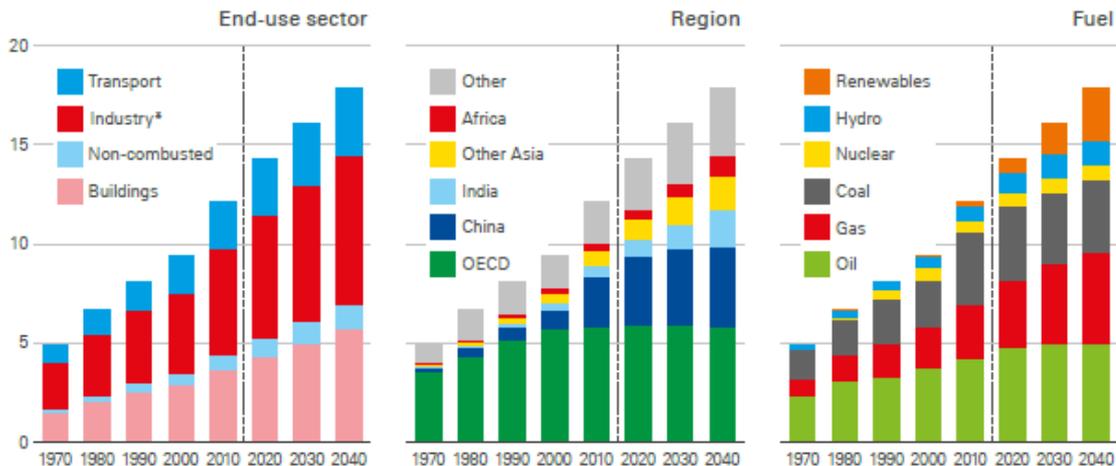
- Demanda de energía creciente
- Descarbonización de la canasta energética y las economías

# Perspectivas energéticas

The *Outlook* considers the energy transition through three different lenses: sectors, regions and fuels

## Primary energy demand

Billion toe

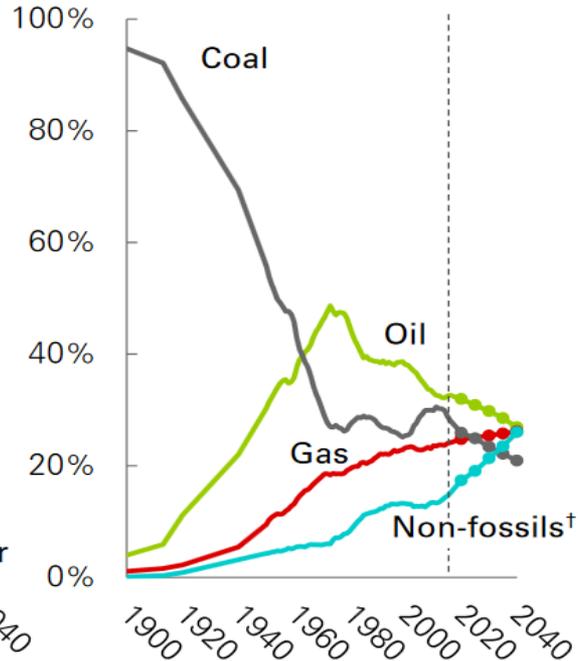
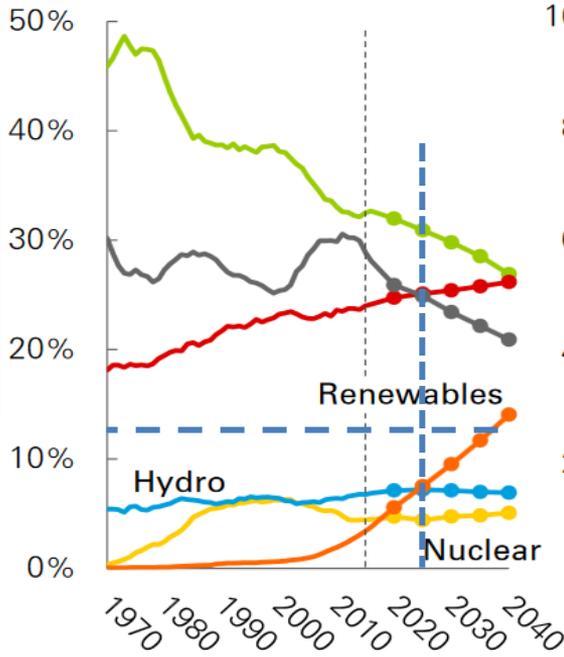


\*Industry excludes non-combusted use of fuels

- Diferentes comportamientos
  - Regiones
  - Sectores y usos
  - Canastas energéticas

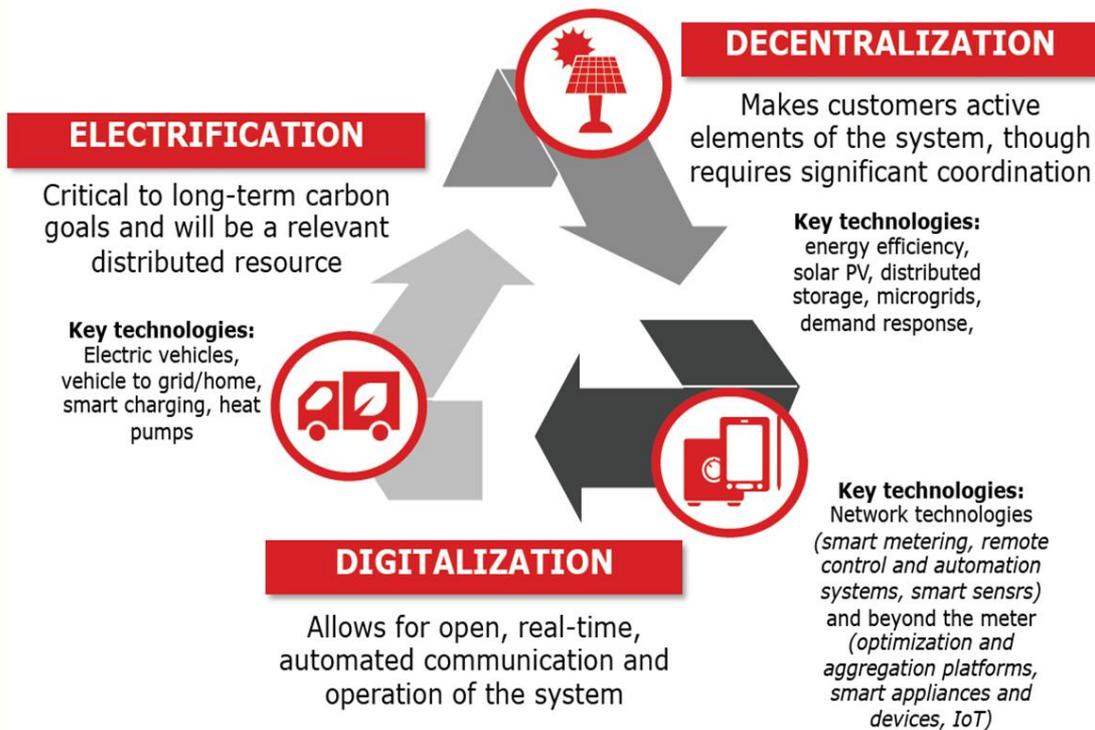
# Perspectivas energéticas

## Shares of primary energy



- Participación del carbón y del petróleo se reduce
- Participación del gas natural y de las renovables se incrementa, estas últimas en forma significativa, con destino a la producción de electricidad
- Fósiles 75%, otras fuentes 25%

# Perspectivas energéticas



- Descarbonización
  - Electrificación
- Descentralización
- Digitalización

# Hechos (y retos) energéticos y eléctricos

- La demanda de energía va a continuar aumentando, al menos en los próximos 30 años por el crecimiento de la población y de la economía (CAGR entre 2% y 4%). El consumo per cápita es bajo en Colombia comparado con otros países de América Latina. Hay que prever cambios en los comportamientos y preferencias de la sociedad derivados de propósitos de descarbonización.
- Hay déficits de cobertura. La cobertura de energía eléctrica ha aumentado (hoy es de 97%) pero aún se requieren esfuerzos para lograr una universalización de los servicios. Más de un millón de familias cocinan con leña. Los nuevos desarrollos en microrredes y sistemas '*pay as you go*' son alternativas a considerar. La forma de acceder a subsidios hay que flexibilizarla y hay que continuar trabajando en la focalización de estos. Se requieren enfoques de desarrollo rural integrado.
- El mercado eléctrico ha respondido, no sin dificultades, a garantizar el suministro. La confiabilidad del suministro de energía, principalmente eléctrica, siguen siendo un reto. Ese reto se podrá modificar con la incorporación de renovables. Se trabaja en completar el mercado (mayorista).
- La participación de la demanda es limitada y la apertura a la innovación (nuevas tecnologías, agentes y esquemas transaccionales) es baja. Hay que avanzar en el mercado minorista. El funcionamiento de esquemas descentralizados es un reto.
- Se requieren nuevos esquemas regulatorios que permitan la innovación e introducción de nuevas tecnologías, formas de transar y agentes con suficiente agilidad sin afectar la confiabilidad y seguridad del suministro y con precios eficientes y beneficios para el usuario.

# Hechos (y retos) energéticos

- Los cambios de la industria eléctrica avanzan en el marco de la Ley 1715 de 2014 – Incorporación de las renovables a nivel central (subastas), descentralizado (GD) y rural (microrredes) más gestión eficiente de la demanda (respuesta de la demanda y eficiencia energética). Se adelanta una Misión para analizar los hechos y retos planteados en los aspectos anteriores.
- El futuro de la inversión y producción de hidrocarburos no es claro. Los potenciales aportes de los yacimientos no convencionales son importantes para mantener la suficiencia. En etapa de ejecución de pilotos. Hay rechazos de la sociedad y comunidades cercanas.
- Para mantener e incentivar la demanda de gas natural hay que garantizar la oferta. La importación es una opción de abastecimiento. Hay que tener en cuenta los precios esperado y la competitividad de las industrias. La participación de reservas domésticas esta siendo estudiada y promovida.
- Para un país como Colombia, la biomasa moderna puede jugar un rol fundamental en el suministro de energía y de insumos químicos. Hay que complementar los desarrollos con tecnologías CCUS.
- El carbón (principalmente de pequeña y mediana minería) debe tener una estrategia de transición en el marco de las transformaciones energéticas y mineras planteadas en el mundo. CCUS es una opción a trabajar.
- El transporte es un gran consumidor de energía (derivados del petróleo) y fuente de emisiones de GEI y otros contaminantes. Fuertes externalidades (negativas) en salud, productividad y bienestar. Es necesario avanzar hacia una movilidad más limpia, trabajo de la estrategia de movilidad en ejecución. Hay que mirar las oportunidades del hidrógeno.

# Hechos (y retos) energéticos

- La industria tiene una canasta diversificada. Los principales energéticos utilizados son carbón y gas natural. Retos importantes de productividad que pueden jalonar la reducción de insumos entre ellos los energéticos. El impuesto al carbono pueden desincentivar el uso de carbón mineral. Las compensaciones son una opción.
- Los sectores terciarios y residencial son importantes consumidores de gas natural y energía eléctrica y aportan al pico. Hay que analizar los retos de ciudades sostenibles. La digitalización va a producir usuarios mas sofisticados.
- El desarrollo energético y eléctrico tiene impactos ambientales y sociales que hay que identificar, valorar e internalizar.
- El licenciamiento ambiental está lejos de ser un proceso estándar. Falta información y sistematizar la que se ha obtenido. Hay que avanzar en el ordenamiento de territorios y en la relación de los proyectos con las poblaciones y la biodiversidad.
- Los proyectos (minero-) energéticos enfrentan fuerte oposición de las comunidades (no siempre bien informadas). Hay que trabajar en la consulta social y tomar en consideración los objetivos de desarrollo de estas comunidades y la población.
- Un criterio de sostenibilidad que vaya mas allá de compensaciones relacionadas directamente con los proyectos puede facilitar su realización y mejorar la confianza con la sociedad. Hay que discutir los pros y contras de obras por impuestos.

# Hechos (y retos) energéticos

- El país es vulnerable al cambio climático y debe mejorar su capacidad de adaptación y resiliencia. La energía será la mayor fuente de emisiones de GEI en el mediano y largo plazo. Hay que modelar y valorar los impactos para estudiar el beneficio de diferentes alternativas frente a sus costos.
- Los impactos sobre el agua y el uso de la tierra deben ser tenidos en cuenta para aumentar la resiliencia
- Es importante avanzar en la gestión integral del recurso agua. Se había propuesto una Agencia.
- Los instrumentos económicos son importantes para el control de las externalidades (contaminación y otras). Impuesto al carbono y permisos de emisión comercializables. Cobros por contaminación (calidad de aire) y cargos de congestión.
- Es necesario diversificar los ingresos de la economía. Las regalías e impuestos de los proyectos energéticos y mineros son importantes pero su aporte se irá reduciendo en el tiempo.
- La contribución de la tecnología, al igual que la ciencia y la educación son claves para avanzar en los retos de descarbonización con electricidad limpia, descentralización y digitalización. Hay que revisar las propuestas de la Misión de Sabios.

# Motivación y objeto



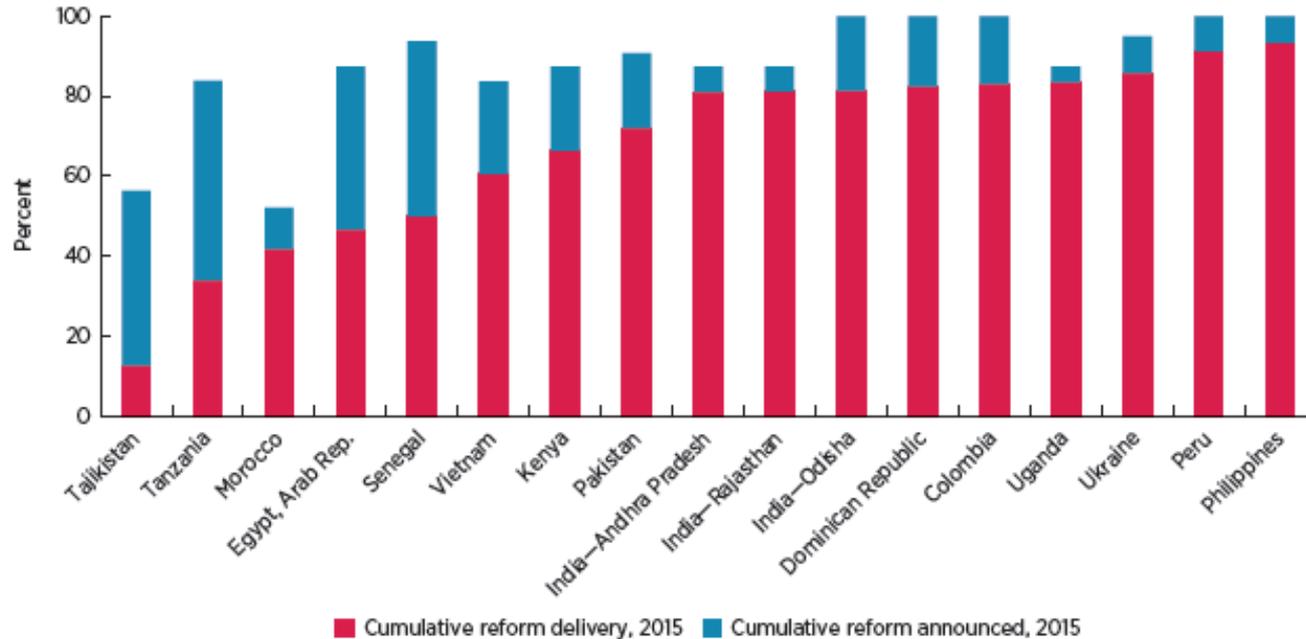
- El Gobierno está interesado en estructurar una propuesta de modernización del marco institucional y regulatorio que facilite la transformación energética mediante la incorporación de nuevos agentes, tecnologías y esquemas transaccionales en los mercados de energía.
  - *¿Cómo asegurar que la regulación permita la innovación o introducción de nuevas tecnologías con suficiente agilidad sin poner en riesgo la confiabilidad?*
  - *¿Cuál debe ser el marco institucional y regulatorio que asegure que el mercado propenda por beneficiar al usuario y generar precios eficientes para la demanda?*
- Los avances de las tecnologías de información, telecomunicaciones, y de control y supervisión, el cambio técnico resultante de preocupaciones ambientales y sociales y las tendencia hacia una mayor descentralización de las actividades de producción de energía y de las transacciones asociadas requieren un marco favorable a la participación del consumidor y la innovación.

- Es importante tener en cuenta que aún subsisten retos para preparar el terreno para esta transformación y para lograr los propósitos de competitividad, confiabilidad y responsabilidad social y ambiental. Retos a nivel de eficiencia en el funcionamiento de los mercados, retos de equidad y retos de coordinación.
- En esta Misión se busca dar una mayor relevancia en el mercado a la demanda (consumidores).
- Las propuestas realizadas por los expertos deben considerar el cómo (hoja de ruta).

# Reformas de la década de los noventa

(World Bank, 2019. Rethinking Power Sector Reform in the Developing World)

**FIGURE O.3** For some countries, the gap between reform announcement and implementation has been considerable



Source: World Bank elaboration based on Rethinking Power Sector Reform utility database 2015.

A photograph of a wind farm at sunset. The sky is filled with soft, orange and yellow clouds, with the sun low on the horizon. Several wind turbines are silhouetted against the bright sky. In the foreground, there is a body of water, possibly a tidal flat, which reflects the colors of the sunset and the silhouettes of the turbines. The overall mood is serene and peaceful.

# Focos de Trabajo y expertos

# A través de la Misión de Transformación energética desarrollaremos la hoja de ruta para la energía del futuro, con 5 focos estratégicos:



Competencia, participación y estructura del mercado eléctrico



El rol del gas en la transformación energética



Descentralización, digitalización y gestión eficiente de la demanda



Cierre de Brechas, Estructura y Gestión eficiente de subsidios



Revisión del marco institucional y regulatorio

20 expertos nacionales e internacionales elaborarán la Hoja de Ruta para la Energía del Futuro

# Competencia, participación y estructura del mercado eléctrico

- Diseño de mercado de corto plazo (CREG + precios nodales)
- Mejoras en el diseño de contratos y mercados bilaterales
- Suficiencia y recursos a largo plazo: contratos de energía y cargo por confiabilidad
- Mejoras en la planificación y expansión de la transmisión  
Inversiones
- Participación del consumidor minorista, ubicación, planeación de la red de distribución
- Interconexiones internacionales
- Unidad de supervisión y funciones del mercado

# Precios nodales

- “Nodal pricing is a component of a full market design reform”.

$$p_k = \mu_e \left[ 1 + \frac{\delta L}{\delta d_k} \right] + \sum_i \mu_i^{QS} \frac{\delta z_i}{\delta d_k}$$

donde:

$p_k$  corresponde al precio en el nodo  $k$ ,

$\mu_e$  es el multiplicador de Lagrange asociado a la restricción de balance de energía,

$L$  corresponde a las pérdidas,

$d_k$  a la demanda en el nodo  $k$ ,

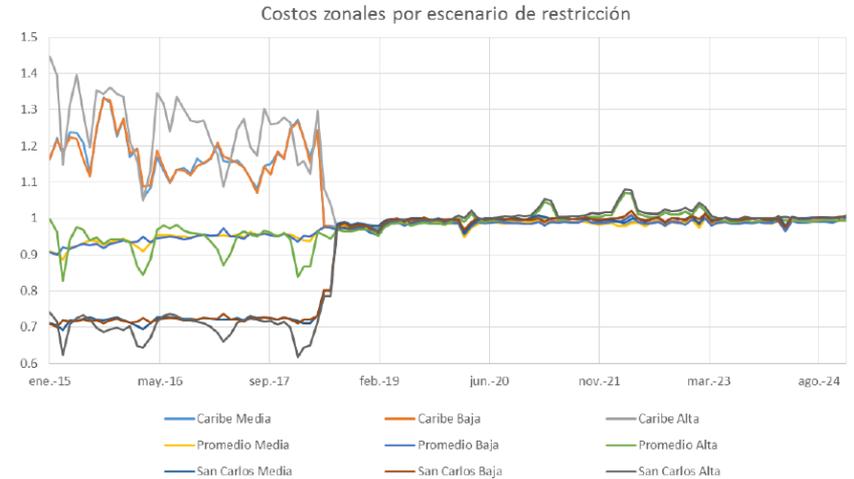
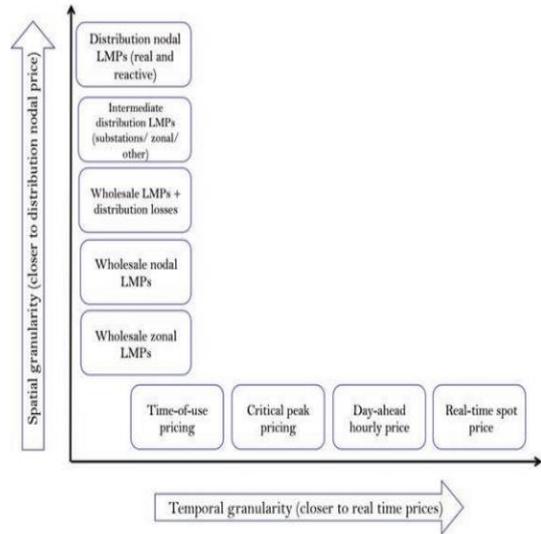
$\mu_i^{QS}$  es el multiplicador de Lagrange asociado a la  $i$ -ésima restricción de red, y

$z_i$  el flujo correspondiente a esa restricción de red.

# Precios nodales

- Diferentes estudios: EY-enersinc, U. de Comillas, académicos

Figure 4.14: Choices in the Adoption of Temporal and Spatial Granularity in Energy Pricing



Fuente: Piñeros A., et al., 2018. *Precios nodales en Colombia*

Fuente: MITeI, 2026. *Utility of the Future*

# Suficiencia de recursos

Fuente: Foco 1 de la Misión

- Colombia necesita un mecanismo para garantizar la suficiencia de recursos en el largo plazo. El mecanismo a ser implementado deberá garantizar el suministro de la demanda sin intervenciones al mercado como ha sido el caso de los últimos fenómenos de El Niño.
- Un enfoque a ser analizado es el de mantener y mejorar el mecanismo del CxC.
- Un segundo enfoque bajo análisis es la transición a un mercado estandarizado de contratos de energía. Este mecanismo debe permitir la inversión en nuevas plantas para atender la demanda en las condiciones establecidas.
- En ambos casos se mantienen los compromisos adquiridos.

# Otros temas

Fuente: Foco 1 de la Misión

- **Planeamiento y expansión de la transmisión**
  - La introducción de la fijación de precios de la energía por ubicación (y la fijación de precios sombra del flujo) y la mejora de los mercados de servicios auxiliares en los mercados a corto plazo mejorarán la información disponible para el análisis de costo-beneficio de las decisiones de expansión de transmisión, así como para la evaluación de alternativas a la transmisión.
  - En un sistema de precios nodales (con rentas derivadas de la congestión) y derechos financieros de propiedad de la transmisión se logra la expansión de la red. Esta ocurre mediante la asignación de los derechos de propiedad, FTRs, que motivan la inversión en la red. La asignación de FTRs es subastada por un ISO (Zenon, Rosellon, 2010).
  - Se requiere un marco más flexible para proponer tipos de proyectos de expansión para el STN que mejoren la rentabilidad y la eficiencia del mercado energético.
  - La planificación de la interconexión de recursos y la transmisión debe permitir una mayor participación de terceros y de generadores propietarios.
  - Con reglas más claras, los proyectos de almacenamiento de energía de uso múltiple pueden desempeñar un papel más importante en la planificación de la transmisión y distribución. El valor económico de estos proyectos, que se encuentran en una etapa temprana en muchos países, dependerá de las reformas de diseño de mercado discutidas anteriormente.

# Otros temas

Fuente: Foco 1 de la Misión

- Almacenamiento de energía

- Tiene un potencial importante como alternativa a las actualizaciones convencionales de transmisión y distribución en segmentos congestionados.
- Puede proporcionar diferentes servicios con la misma capacidad.
- Para aprovechar al máximo este potencial se requiere el desarrollo de políticas y reglas de diseño de mercado, que está tomando diferentes formas en diferentes regiones.

- Participación al por menor

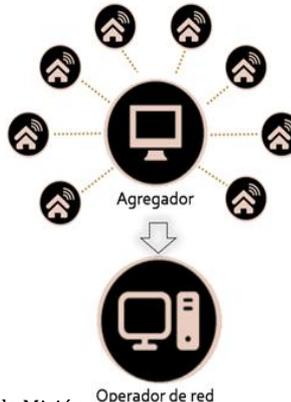
- Como base para el desarrollo de políticas, la planificación de recursos y la participación del cliente deben considerarse los beneficios de confiabilidad y resiliencias.
- Es conveniente comenzar a pronosticar el crecimiento potencial de DER en los circuitos de distribución individuales y su impacto en los mercados mayoristas, la confiabilidad y la planificación de la transmisión de alto voltaje, incluso para bajos niveles de penetración.
- Las "alternativas sin cables" pueden aportar beneficios al mercado eléctrico y deben considerarse opciones contractuales para la participación en el mercado mayorista.

# Nuevos agentes

Bulk energy services	Ancillary services	Transmission infrastructure services	Distribution infrastructure services	Customer energy management services	Off-grid	Transport Sector
Electric energy time-shift (arbitrage)	Regulation	Transmission upgrade deferral	Distribution upgrade deferral	Power quality	Solar home systems	Electric 2/3 wheelers, buses, cars and commercial vehicles
Electric supply capacity	Spinning, non-spinning and supplemental reserves	Transmission congestion relief	Voltage Support	Power reliability	Mini-grids: System stability services	
	Voltage support			Retail electric energy time-shift	Mini-grids: Facilitating high share of VRE	
	Black start			Demand charge management		
				Increased self-consumption of Solar PV		

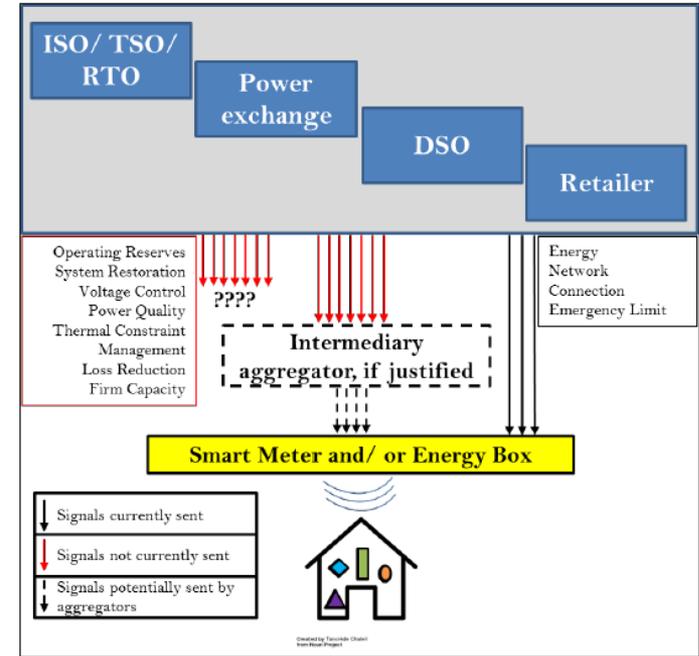
Boxes in red: Energy storage services directly supporting the integration of variable renewable energy

Fuente: RMI, 2015. The Economics of Battery Energy Storage



Fuente: Foco 3 de la Misión

Figure 3-1: Current Power System Information Gaps & the Potential Role of an Aggregator<sup>10</sup>



[https://energy.mit.edu/wp-content/uploads/2016/01/CEEPR\\_WP\\_2016-001.pdf](https://energy.mit.edu/wp-content/uploads/2016/01/CEEPR_WP_2016-001.pdf)

# Rol del gas en la transformación energética

- Plan de expansión oferta (plantas de regasificación) y demanda de gas natural
- Comercialización de la producción
- Plan de expansión del sistema nacional de transporte – SNT y de los proyectos de confiabilidad
- Operación del mercado – Gestor técnico del sistema de transporte y almacenamiento
- Remuneración del servicio de transporte y metodología tarifaria
- Distribución y comercialización minorista
- Aspectos institucionales

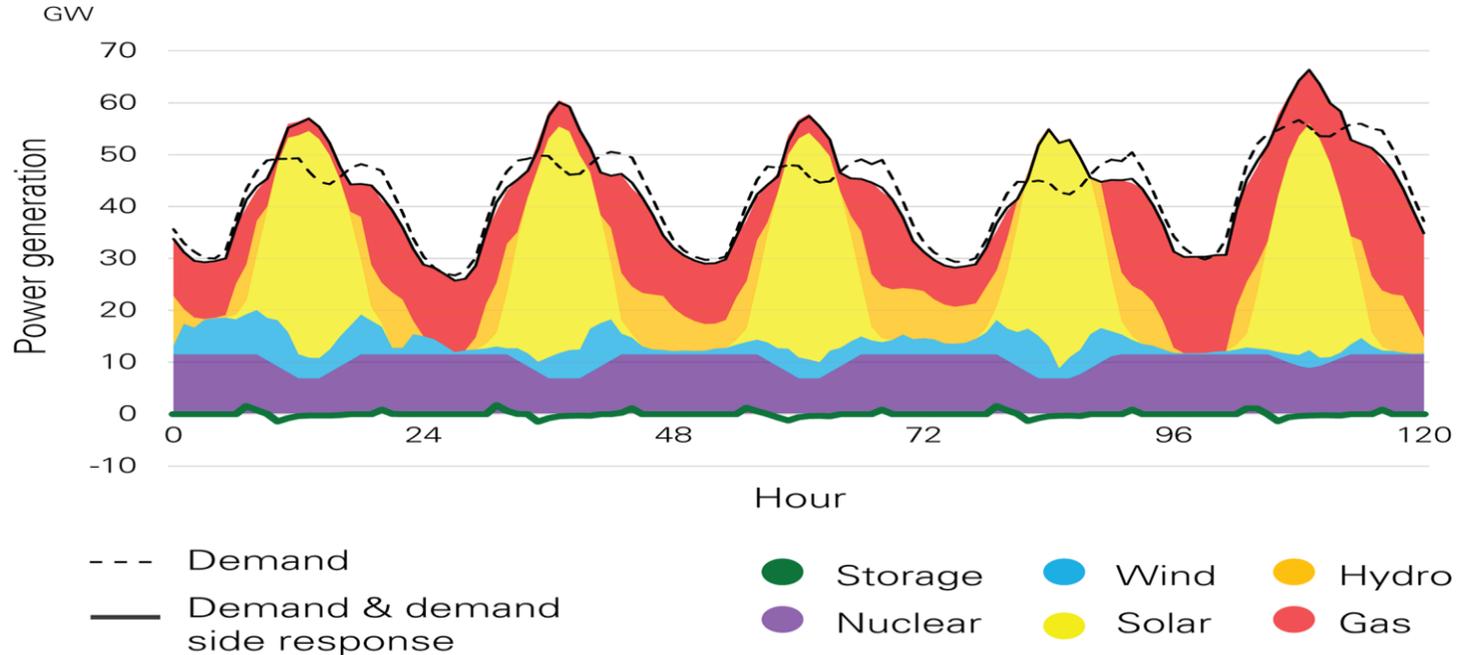
# Oferta que permita el desarrollo de la demanda

$$\text{Oferta}_{10 \text{ Años}} = \text{Proyección Demanda Escenario Medio}_{10 \text{ Años}}$$

$$\text{Oferta}_{10 \text{ Años}} = \text{Declaraciones de Producción Doméstica}_{10 \text{ Años}} + \text{Capacidad Regasificación}_{10 \text{ Años}}$$

$$\text{Demanda Esc Medio}_{10 \text{ Años}} = \text{Demanda No Termica Esc Medio}_{10 \text{ Años}} + \text{Demanda Termica}_{\text{Base=Capacidad Efectiva Neta}}$$

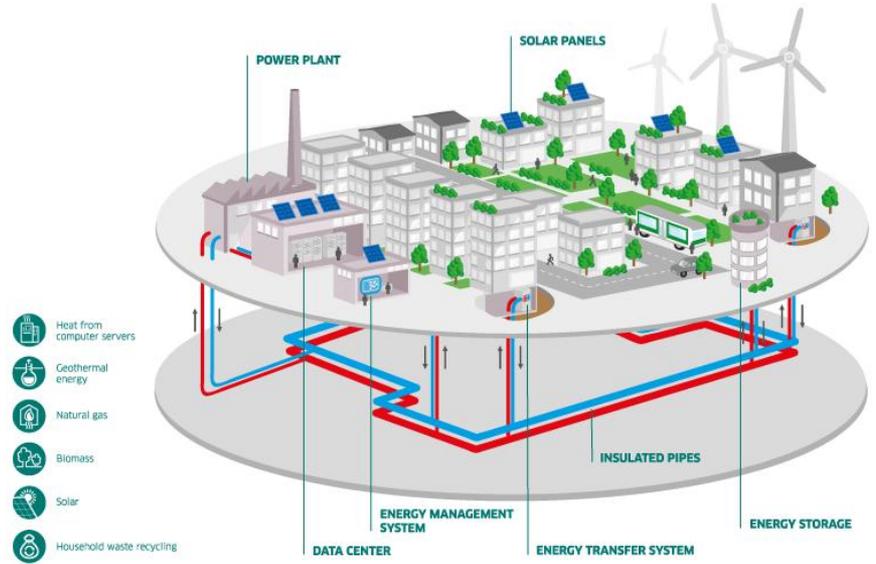
# El gas en la generación eléctrica – flexibilidad



Fuente: <https://www.bp.com/en/global/corporate/news-and-insights/bp-magazine/keeping-the-lights-on-when-renewables-power-varies.html>



# Otras demandas de gas



Fuente: <https://www.engie.com/en/businesses/district-heating-cooling-systems/>



<https://www.hydrogeneurope.eu/news/hydrogen-roadmap-europe-has-been-published>

Vehicles sold  
per year

	FCEV share in respective segment	
	2030	2050
	2%	22%
	5%	39%
	14%	61%
	8%	49%
	6%	45%
	1%	35%

Vehicles fleet  
on the road  
per year

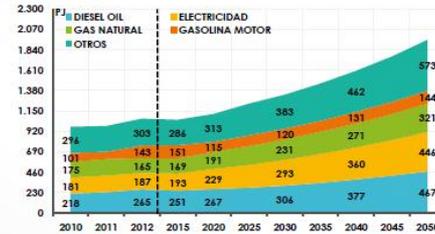
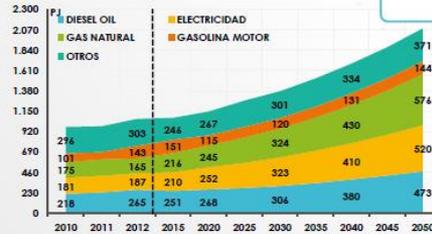
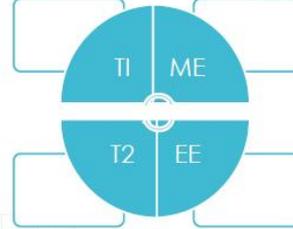
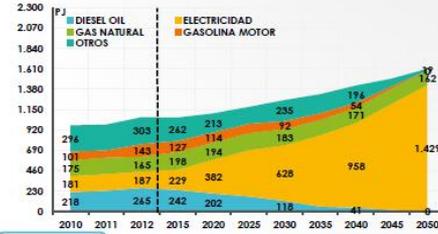
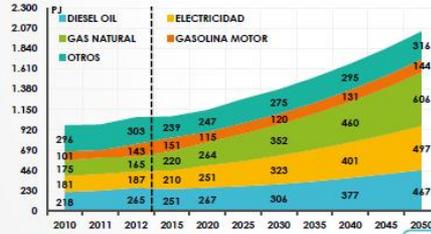
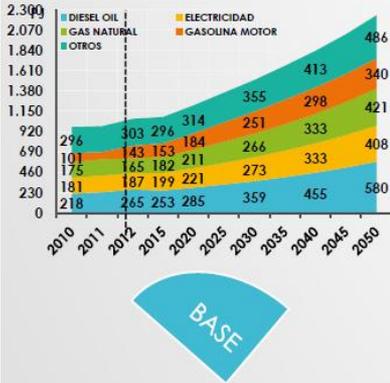
	0%	14%
	2%	28%
	8%	57%
	3%	30%
	2%	25%
	<1%	21%

[https://www.fch.europa.eu/sites/default/files/20190206\\_Hydrogen%20Roadmap%20Europe\\_Keynote\\_Final.pdf](https://www.fch.europa.eu/sites/default/files/20190206_Hydrogen%20Roadmap%20Europe_Keynote_Final.pdf)

# Descentralización, digitalización y gestión eficiente de la demanda

- Modernización de los sistemas de distribución
- Agilizar el proceso de interconexión de recursos energéticos distribuidos
- Fomentar la gestión eficiente de la demanda
- Planeación integral de los sistemas de distribución
- Aumentar la visibilidad y transparencia de los sistemas de distribución (hosting capacity, locational net benefit analysis, information management)
- Creación de una plataforma de intercambio de servicios de red
- Reformar las tarifas de distribución para reflejar los costos del sistema de distribución (diferentes a planas, remuneración de DERs)
- Nuevos servicios y agentes (pasa al Foco 5)

# ESCENARIOS DE DEMANDA ENERGÉTICA TOTAL EN COLOMBIA

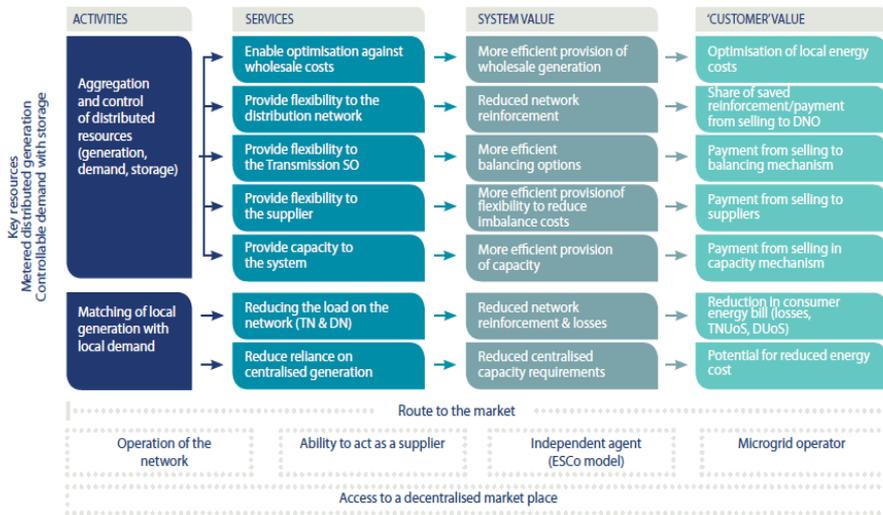


- DIESEL OIL
- GAS NATURAL
- OTROS
- ELECTRICIDAD
- GASOLINA MOTOR

# DER\* y valor añadido

- Los recursos energéticos descentralizados (DER) retan la arquitectura y la regulación convencional, y crean valor.
- Los mercados de California y Reino Unido llevan una década preparándose para la transición y ensayando pilotos.
- Los servicios (de flexibilidad) benefician a:
  - D por reducción restricciones de red locales, pérdidas y diferir inversiones
  - T (o al ISO) por servicios auxiliares y de balanceo que mejoran operación del SIN
  - G por recursos adicionales para minimizar costos de desbalance
- ❖ Difícil encasillar DER en términos convencionales, juega en todos los eslabones de la cadena {G → T → D}

The distributed value framework



Fuente: ELEXON (2018) en Benavides et al, 2018.

\*DER: generación embebida en la red local (paneles en los techos de hogares o establecimientos), microrredes, cogeneración, baterías, respuesta de la demanda y gestión programable de la eficiencia.

# Aspectos a tener en cuenta

- Heterogeneidad de redes y empresas
- Diversidad en incorporación de innovaciones
- Poca elasticidad de la demanda (sofisticación del consumidor)
- Desarrollos previos en automatización y supervisión
- Operación centralizada con inicios de centros de control regionales
- Problemas de disponibilidad de información
- Regulación reciente que da incentivos a la innovación pero que 'limita' la reposición
- Modernización de las redes: monitoreo, predicción y control
- Difusión de AMIs: etapas, socialización, lecciones aprendidas
- Penetración de DERs y mecanismos de participación de la demanda
- Operación segura: migración a un esquema TSO – DSO
- Retos de planeación: observabilidad, visibilidad y manejo de información

# Retos regulatorios y de planeación

Fuente: Irena, 2017. *Adapting market design to high shares of variable renewable energy.*  
(Tomado de C. Batlle et al. *Foco 3 de la Misión. Informe preliminar*)

- La fórmula de remuneración debe ser neutral entre CAPEX y OPEX, centrada en el TOTEX.
- La remuneración debe ser “*output-based*”: debe orientarse al desempeño del servicio, medido este a través de una serie de métricas o indicadores. Los parámetros tradicionales han sido la energía distribuida y la calidad técnica de suministro, pero estos son claramente insuficientes en el nuevo contexto.
- La planificación debe orientarse a integrar eficientemente los recursos distribuidos y a la innovación, esto se puede lograr mediante las dos siguientes acciones:
  - El periodo regulatorio debe de ser largo, y a la vez hay que ofrecer mecanismos de compensación *ex post* (definidos *ex ante*) para limitar el riesgo del distribuidor.
  - La planificación tiene que anticipar el futuro, y no seguir basándose en el pasado. Es necesario transmitir esta nueva filosofía a las distribuidoras, regulando la necesidad de desarrollar planes de inversión y dando directrices sobre cómo elaborar dichos planes.
- Definir claramente el nuevo rol del distribuidor en el nuevo contexto, i.e. establecer claramente cuáles deben ser sus competencias, y cuál debe ser el modelo de relación tanto operativa como empresarial con el resto de actores del sistema eléctrico.

# Gestión eficiente de la demanda

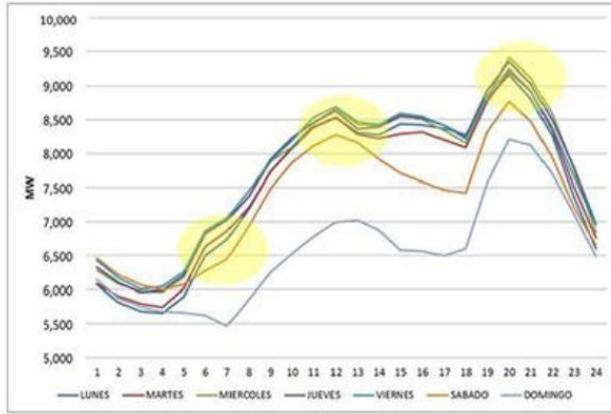


Figura VI-II Curvas de carga en Colombia, tomado de [3]

Fuente: A. Romero et al., *Foco 3 de la Misión*

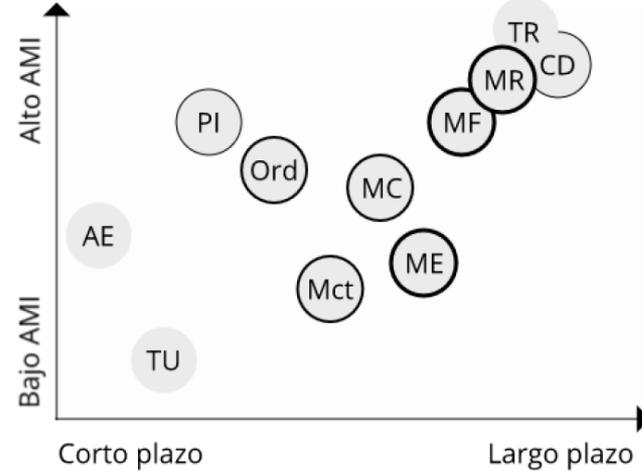
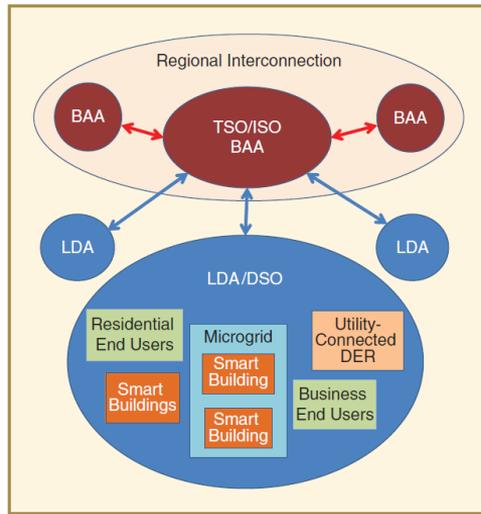
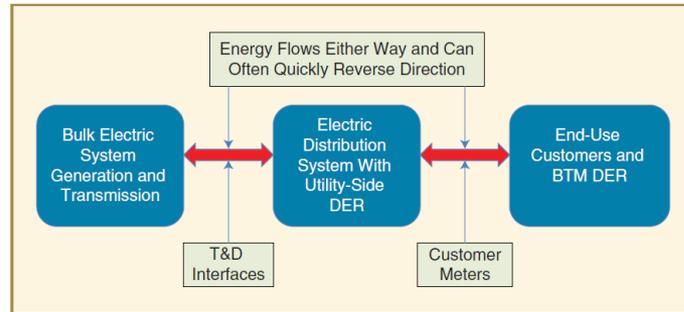


Figura VI-IV Mapa de ruta de programas de RD en Colombia, considerando la penetración de AMI y la existencia de canalizadores (determinado por el grosor del círculo). Las medidas consideradas son AE: actualización de existentes, TU: tarifas tiempo de uso, PI: programa de interrupción, Ord: ofertas de RD en el mercado, Mct: mercado de contingencias, MC: mercado de capacidad, ME: mercado de energía, MF: mercado de flexibilidad, MR: mercado de regulación, TR: tarifas de tiempo real, CD: control directo de carga.

# Coordinación de recursos descentralizados

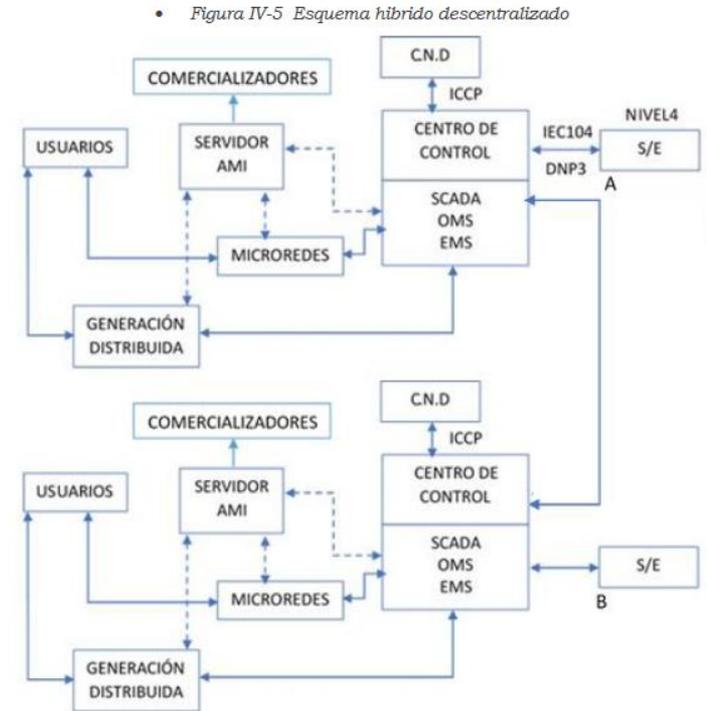


**figure 1.** The integrated-decentralized power system. BAA: balancing authority area; ISO: independent system operator; LDA: local distribution area.



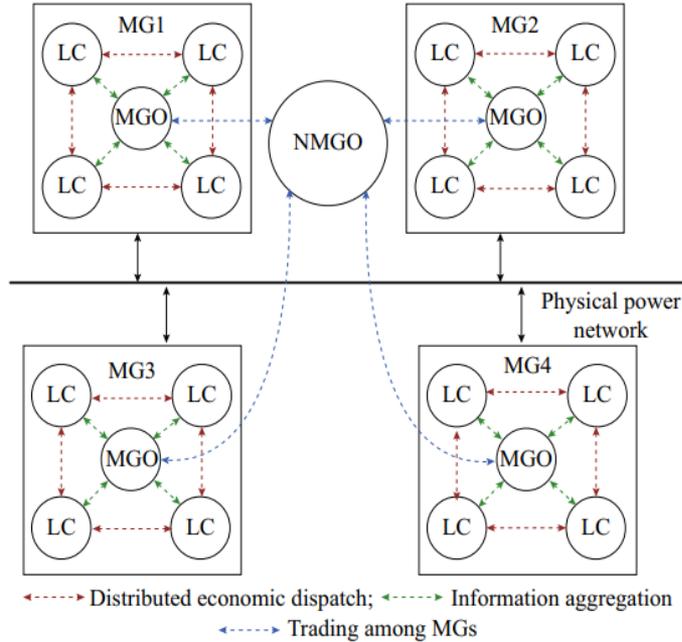
**figure 2.** The proliferation of DERs is overturning the one-way-flow paradigm.

Fuente: Kristov L., 2019. *The Bottom-Up (R)Evolution of the Electric Power System - The Pathway to the Integrated- Decentralized System*. IEEE PES.

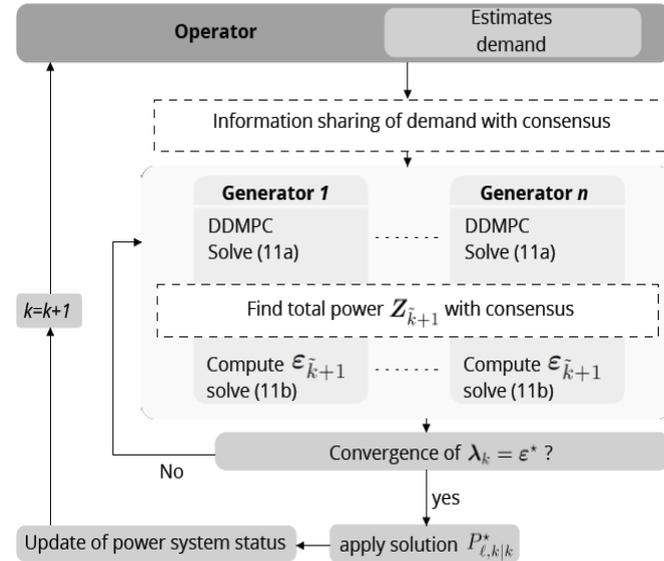


Fuente: A. Romero et al., *Foco 3 de la Misión*.

# Coordinación de recursos descentralizados



Fuente: M. A. Velasquez, O. Torres-Pérez, N. Quijano, A. Cadena, 2019. Hierarchical dispatch of multiple microgrids using nodal price: an approach from consensus and replicator dynamics, *Journal of Modern Power Systems and Clean Energy*. IEEE PES.



Fuente: M. A. Velasquez, J. Barreiro-Gomez, N. Quijano, A. I. Cadena, M. Shahidehpour, 2019. Distributed model predictive control for economic dispatch of power systems with high penetration of renewable energy resources, *International Journal of Electrical Power & Energy Systems* 113.

# Cierre de brechas, mejora de la calidad y diseño y formulación eficiente de subsidios

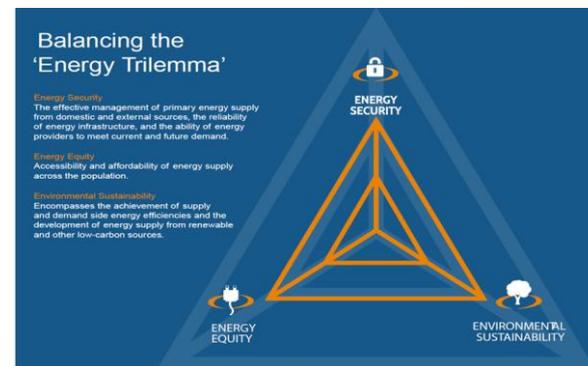
- Incremento de la cobertura para el cierre de brechas
  - Energía eléctrica
  - Gas combustible y su relación con el consumo de leña
- Mejoras de la calidad del servicio (eléctrico y gas natural) y de los combustibles (GLP)

# Retos de la industria energética

- Energía asequible y **no contaminante**
- Fin de la pobreza 'energética'
- Ciudades y comunidades sostenibles
- **Acción por el clima**

- Seguridad y precios
- Acceso y asequibilidad
- **Sostenibilidad ambiental**

## OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE

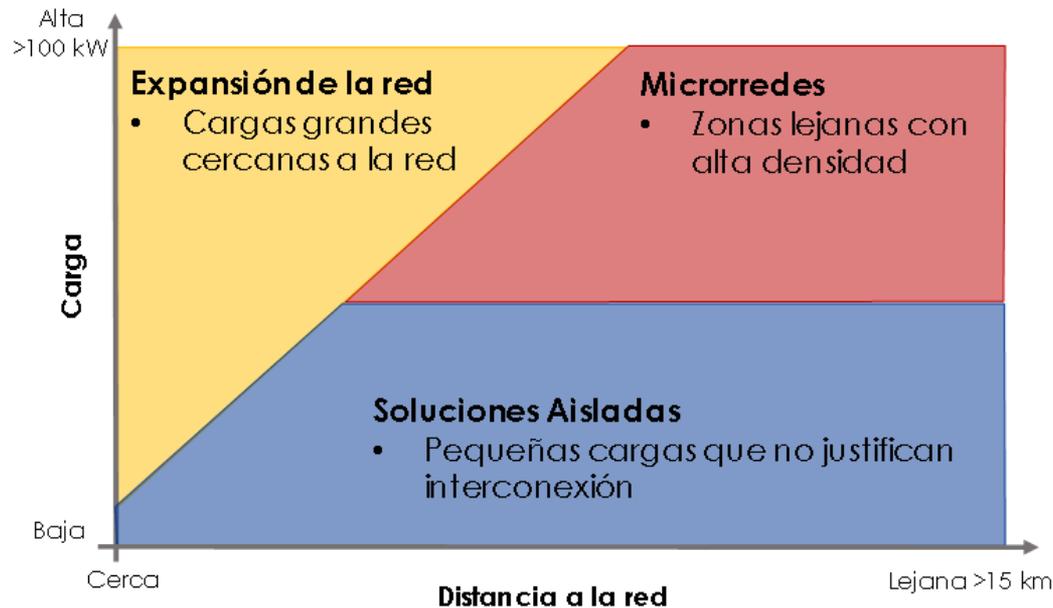


<https://www.worldenergy.org/work-programme/strategic-insight/assessment-of-energy-climate-change-policy/>

<https://www.undp.org/content/undp/es/home/sustainable-development-goals.html>

# Soluciones según distancia a la red y capacidad

Fuente: adaptado de (RMI, 2017)



Tomado de: Colombia Inteligente, 2019. *Microrredes sostenibles en ZNI - Lineamientos Estratégicos*

# Gestión y monitoreo de microredes

Fuente: adaptado de (Ubilla, y otros, 2014)



Gestión y monitoreo	Gestión de financiación	Seguimiento	Asistencia técnica y auditoría
Financiación	Fondos públicos ONG Privado	Fondos públicos ONG Agencias multilaterales	Fondos públicos Comunidad
Planeación y ejecución	Puesto de mando unificado  Agencias gubernamentales Universidades Investigación	Alcaldías gobernaciones  Ingeniería, suministro y construcción	Comunidad ONGs
Etapas	Prefactibilidad      Diseño	Detalle de ingeniería      Construcción	Operación y mantenimiento

Tomado de: Colombia Inteligente, 2019. *Microrredes sostenibles en ZNI - Lineamientos Estratégicos*

# Modelos de negocio

Modelo	Propietario	Fuentes de financiamiento	Tarifas	Operación y mantenimiento
Pago por servicio	ESCO (empresa privada, servicio público, cooperativa comunitaria, etc.)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Capital privado</li> <li>- Préstamos</li> <li>- Incentivos financieros (subsídios)</li> </ul>	Tarifas basadas en el mercado	ESCO
Modelo de distribuidor Propietario	Cliente/usuario	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Préstamos</li> <li>- Incentivos financieros (subsídios)</li> </ul>	Debe cubrir los costos de AOM	Cliente/usuario
Arrendamiento	ESCO / arrendador (durante el período de arrendamiento) y cliente / usuario final (después del período de arrendamiento)	Responsabilidad del arrendador	Tarifa de alquiler basada en el mercado	Arrendador (durante período de arrendamiento) y cliente (después del vencimiento del período de arrendamiento).
Subsidiado	Entidades de base comunitaria	Fondos públicos y entidades multilaterales	Tarifas subsidiadas basadas en el mercado	Comunidad local
APP	Socio publico	Fondos públicos y financiación privada.	Cuasi tarifas subsidiadas basadas en el mercado.	Socio privado

Tomado de: Colombia Inteligente, 2019.  
*Microrredes sostenibles en ZNI -  
 Lineamientos Estratégicos*

# Microredes y sistemas *pay as you go* como solución rural

## DEFINICIÓN DE ACTIVOS

Dependiendo del tipo de usuario.



Red convencional



Usuarios que se encuentren < 1km del punto de conexión.

Solución aislada fotovoltaica



Usuarios que se encuentren > 1 km del punto de conexión.

Mini-grid



Usuarios agrupados en zonas aisladas dentro del SIN.



12

- Formulación y ejecución de proyectos
- Consideraciones de EE
- Acceso a fondos
- Requisitos y exigencias legales
- Esquemas de prestación de servicio
- Complementariedad con otros servicios

Fuente: Enel – Codensa, 2018. *Alternativas a la conexión al SIN.*  
(Autorización de uso)

Diseño participativo



1. Priorizar requerimientos (curva de demanda)
2. Ubicar posibles puntos de instalación

Diseño técnico e ingeniería

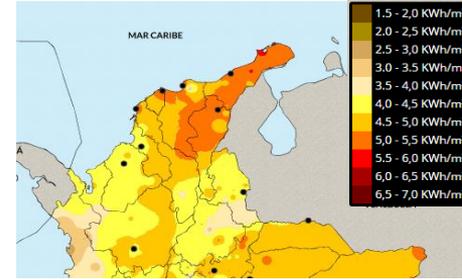


- a. Dar respuesta a requerimientos
- b. Definir restricciones técnicas
- c. Componente de investigación (microrredes)

Implementación y sostenibilidad



- i. Trabajo conjunto con comunidades
- ii. Definir estructuras de apoyo
- iii. Fomento de actividades productivas
- iv. Seguimiento (social y técnico)



IDEAM. *Altas de radiación Solar, Ultravioleta y Ozono de Colombia.*



# Cierre de brechas, mejora de la calidad y diseño y formulación eficiente de subsidios

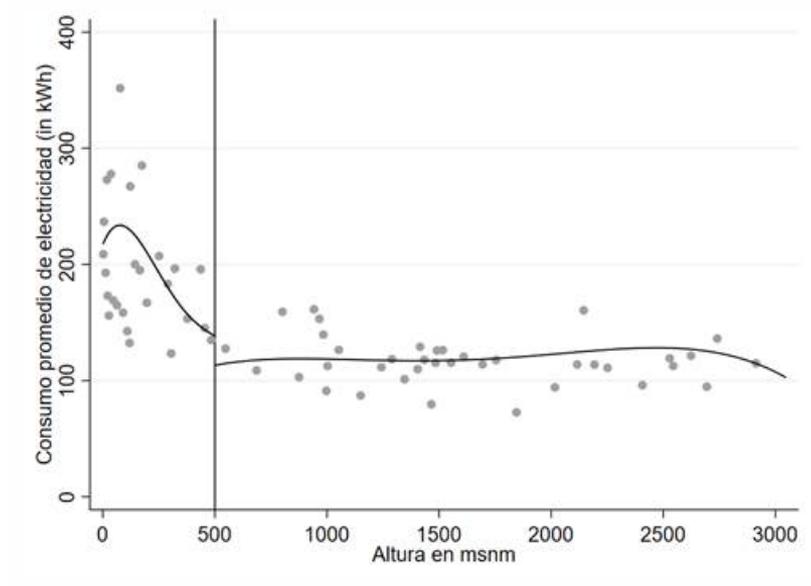
- Diseño y formulación eficiente de subsidios
  - Focalización de subsidios(información y pilotos)
  - Subsidio a la energía (entrega y administración, montos y temporalidad, monitoreo de uso evaluación de impacto)
- Fortalecimiento del marco institucional y regulatorio

# Subsidios – Análisis inicial del FSSRI

Fuente: M. Eslava et al., 2019. *Foco 4 de la Misión*

- No cumple con un principio básico de focalización, según el cual los recursos de los subsidios deberían dirigirse a la población vulnerable. Casi 90% de los hogares subsidiados, en un contexto donde la pobreza no llega al 30% (y es menos del 20% en pobreza multidimensional).
- Tampoco cumple con los principio de solidaridad y redistribución ni con el de suficiencia financiera.

# Subsidios – Análisis inicial consumo de subsistencia



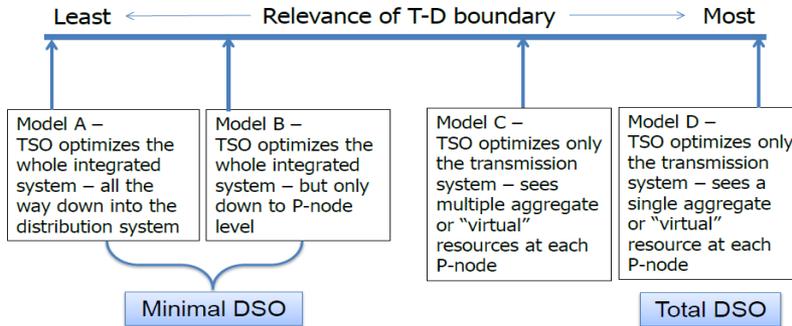
- Inclusión
- Exclusión
- Déficit

Fuente: Eslava M. et al., 2019. Foco 4 de la Misión

# Revisión del marco institucional y regulatorio

- Organización sectorial
  - Definición de actividades (existentes y nuevas) o servicios
  - Límites: integración horizontal e integración vertical
- Nuevas formas de regulación de monopolios (opciones de regulación de monopolios, disputabilidad de mercados). Modelos de fomento a la innovación
- Comercialización y agregación. Modelos de fomento a la innovación
- Gobernanza
  - Definición de funciones sectoriales (MME, CREG, UPME, SSPD, SIC). Asignación y coordinación
  - Integración con otros sectores: TICs (conectividad, espectro requerido para servicios, marcos regulatorios y servicios), ambientales y sociales, jueces

A spectrum of possible designs can be envisioned in terms of the complementary roles of DSO and TSO.



Fuente: Kristov L., 2014. *DSO and TSO Roles and Responsibilities in the Decentralized Energy Future*. Gridwise Architecture Council.



## Network regulation – the 'RIIO' model

Fuente: <https://www.ofgem.gov.uk/network-regulation-riio-model>

Se requiere regulación flexible que responda de manera oportuna a las nuevas dinámicas



- Sin perder de vista los principios regulatorios: eficiencia, confiabilidad, calidad
- En armonía con las reglas existentes

Fuente: CREG, 2018. *Lanzamiento Escuela Iberoamerica de Regulación Energética*. Bogotá.

Nueva actitud regulatoria se caracteriza por:

- *Light-handed regulation*
- Mayor control ex-post
- Reglas de comercialización más flexibles (eventual liberación gradual de mercados)
- Autorregulación vigilada de los agentes
- Principios y condiciones que delimiten el campo de juego para comercialización de productos
- Reglas de comportamiento de mercado



# Cronograma



**2020 - IMPLEMENTACIÓN DE LAS HOJAS DE RUTA RESULTANTES DE LA MISIÓN**

Inicia con análisis legal

ANI para propuestas seleccionadas.