

Panorama de Redes Inteligentes y retos para Colombia (*“Smart Grids”*)

Nuevos Enfoques en Economía

Contemporánea, Universidad del Rosario

Ivonne Peña, Camilo Torres
Bogotá, Mayo 24 de 2017

Política



Regulación



Planeación



Vigilancia y control



Competencia



Proyectos ZNI



- La provisión del servicio eléctrico es un insumo básico para toda actividad **económica**
 - Correlación significativa entre creación de capital y consumo eléctrico (Ferguson, Wilkinson, Hill 2000)
 - Causalidad bi-direccional entre crecimiento económico y consumo eléctrico (Bayar, Alp, Ozel 2014)
- La economía digital está impactando el sector eléctrico a través del concepto de *Smart Grids*

1. Se están dando unos **cambios tecnológicos** globalmente que imponen retos y oportunidades en el sector eléctrico colombiano
2. Queremos materializar los **beneficios de esta transición**, en términos de costo-eficiencia de la prestación del servicio eléctrico
3. **Invitarlos** a abordar temas sobre *Smart grids* con una óptica inter-disciplinar bajo los principios de costo eficiencia

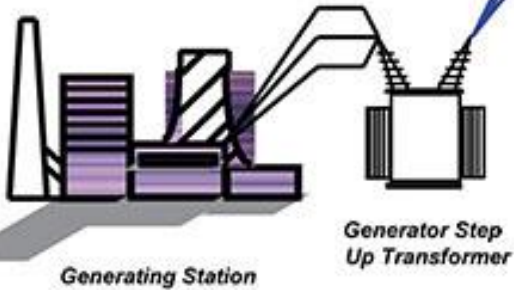
1. CAMBIOS TECNOLÓGICOS

- Sector eléctrico tradicionalmente “Top-down”
- Nuevas tecnologías y agentes
- Nuevo enfoque: “Top-down” + “Bottom-up”

Basic Structure of the Electric System

Color Key:

Blue: Transmission
Green: Distribution
Black: Generation



Transmission Lines
500, 345, 230, and 138 kV

Transmission
Customer
138kV or 230kV

Substation
Step-Down
Transformer

1 millón

Subtransmission
Customer
26kV and 69kV

Primary Customer
13kV and 4 kV

12 millones

Secondary Customer
120V and 240V

Generación: 70% hidroeléctricas



Transmisión:
14,000 km

Distribución:
500,000 km

Demanda

Top-down



Generación



Transmisión



Distribución



Comercialización

Número de agentes

57

(6 agentes tiene el 80% de la generación)

12

(1 agente tiene el 80% de la transmisión)

31

(Casi que uno por departamento)

71

(3 agentes comercializan el 67% de la demanda)



Top-down

Fórmula Tarifaria Usuarios Regulados

$$CU = G + T + D + PR + R + C$$

Diagram illustrating the components of the regulated user tariff formula (CU) and their corresponding descriptions:

- G**: Energía + Confiabilidad
- T + D**: Transporte
- PR**: Pérdidas Reconocidas
- R**: Restricciones
- C**: Comercialización

1. CAMBIOS TECNOLÓGICOS

- Sector eléctrico tradicionalmente “Top-down”
- **Nuevas tecnologías y agentes**
- Nuevo enfoque: “Top-down” + “Bottom-up”

Nuevas tecnologías asequibles y nuevos agentes

- Tecnologías renovables y modulares: de generación a gran y pequeña escala.
- Sistemas de monitoreo, captura, almacenamiento de datos y de transmisión de datos cada vez más potentes.
- Prosumers: consumidores con más agencia

72 cells



39 inches
99 cm

60 cells



39 inches
99 cm

64.5 inches
164 cm



Parque Romero Solar, Desierto de Atacama,
Chile (246 MW)

1 panel: 250-300 W, 1.6 m²

1 kW = 7 m²

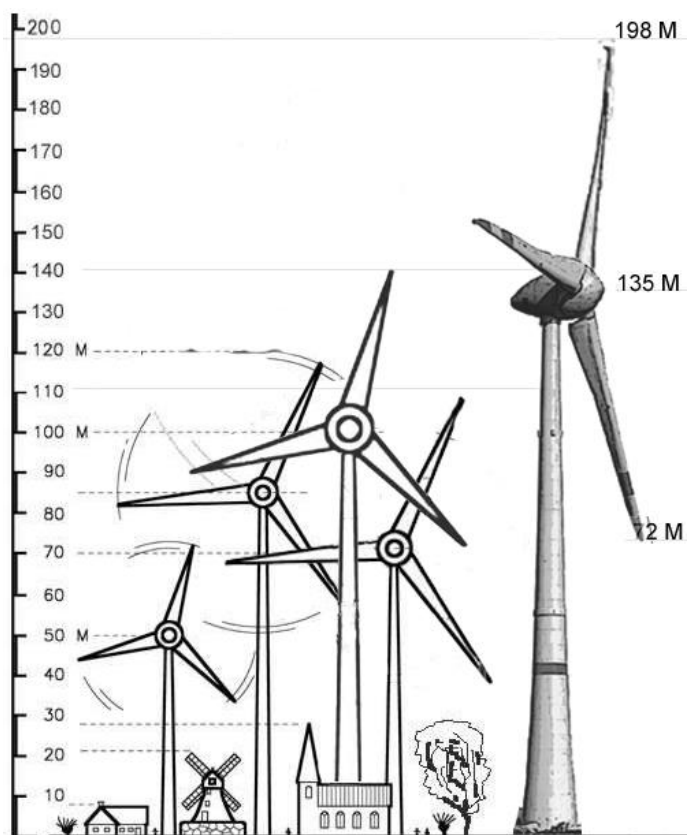


Figura izquierda tomada de <http://www.turbineaction.co.uk/wind-turbine-facts.htm> y derecha de cleantech



No uso de combustibles fósiles

- ✓ Ambiental
- ✓ Seguridad nacional
- ✓ Diversificación de la matriz

Basic Structure of the Electric System

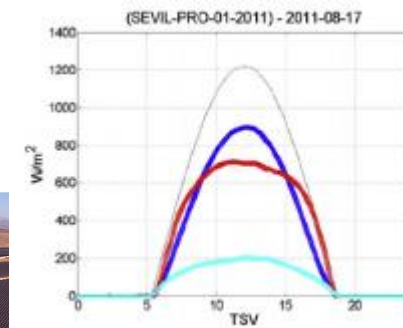
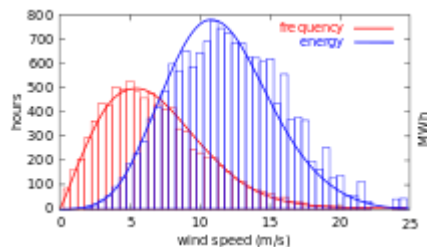
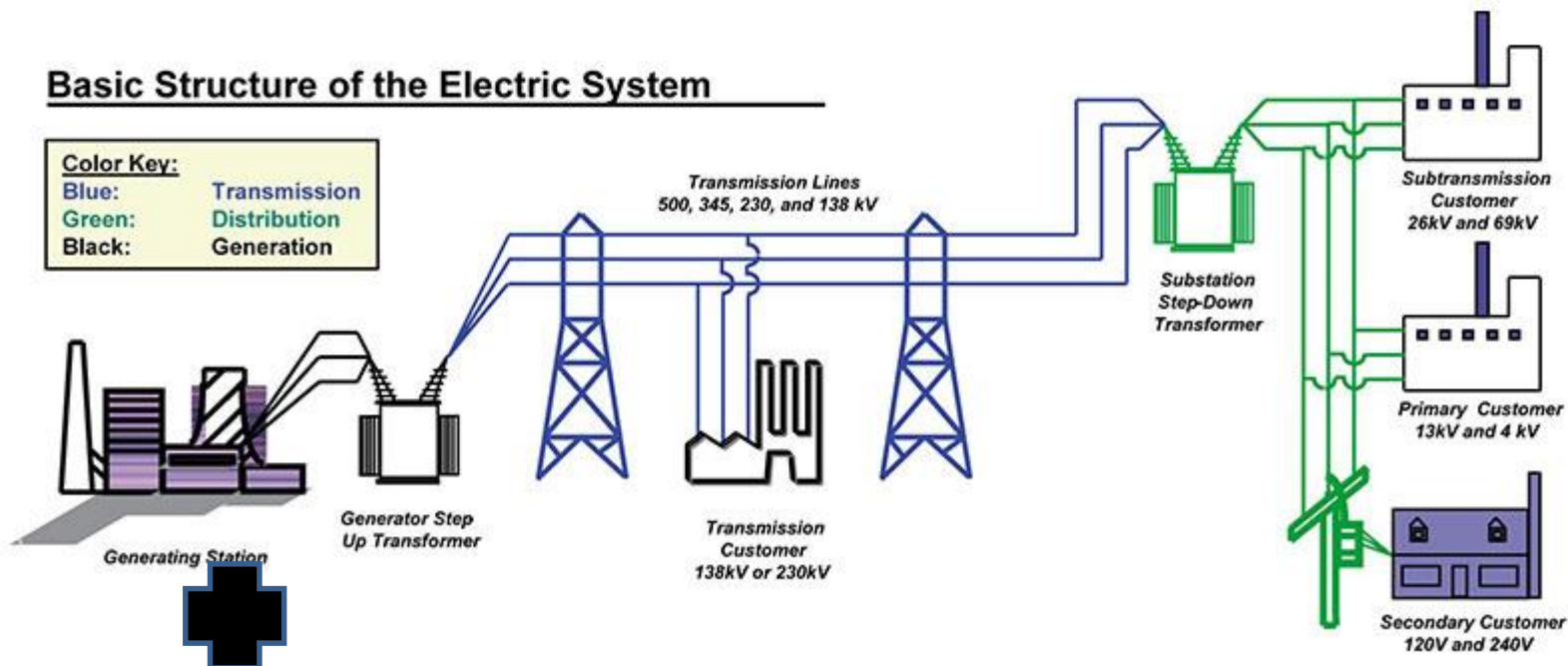
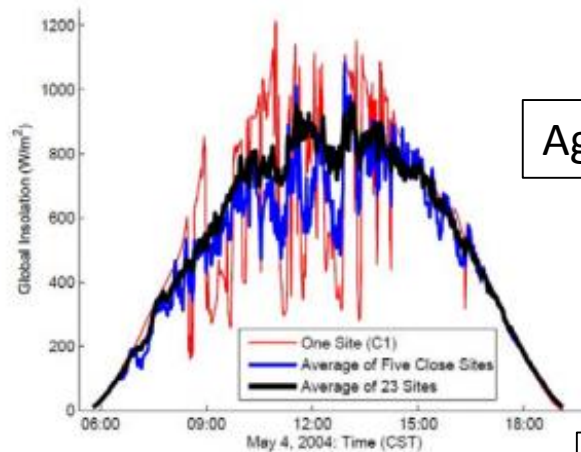


Figura tomada de Union of Concerned Scientists, U.S.

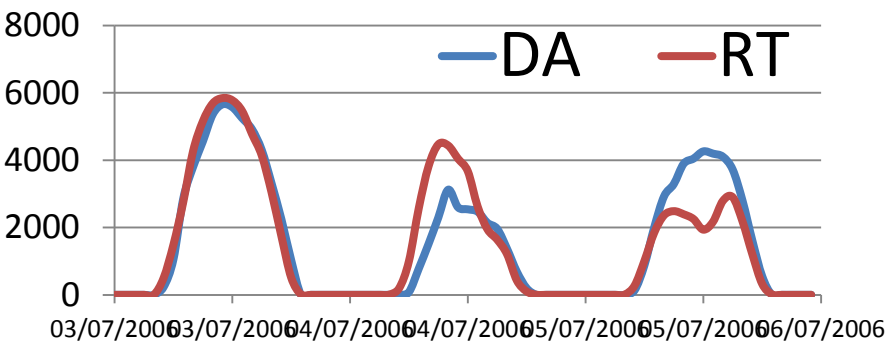
<http://www.ucsusa.org/clean-energy/how-electricity-grid-works#.WRxauPk18dU>

Variabilidad

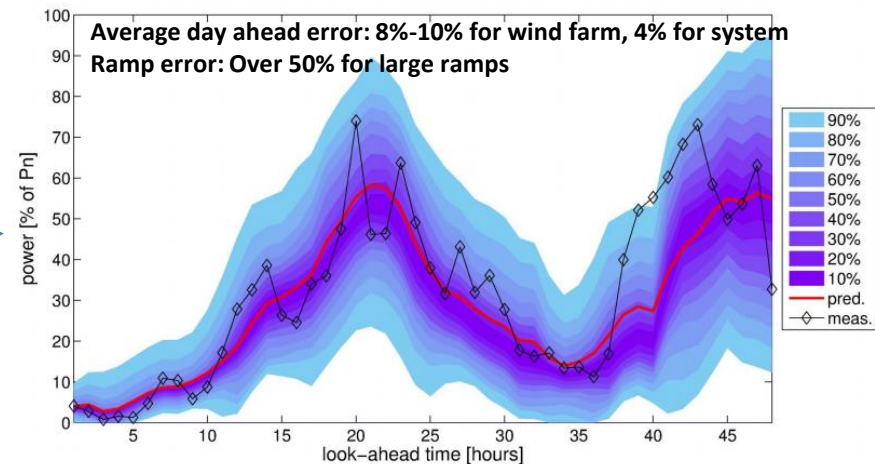


Agregación

Incertidumbre



Mercado intra-diaro



Despacho más eficiente: menos recorte de
generación y menos de reservas

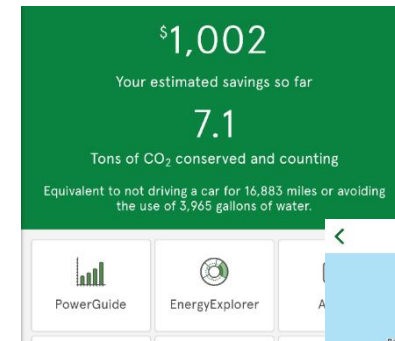
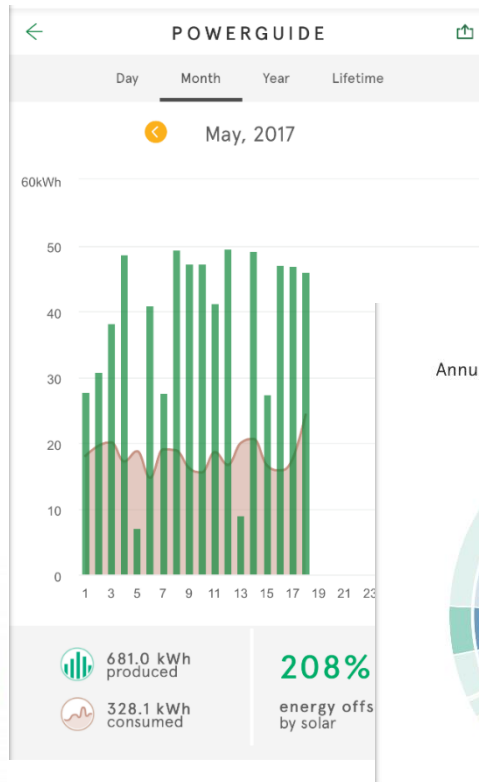
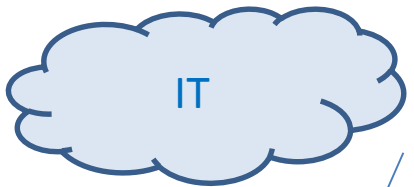
Electrónica de potencia, sensores, medidores e infraestructura de almacenamiento y envío de datos asequible



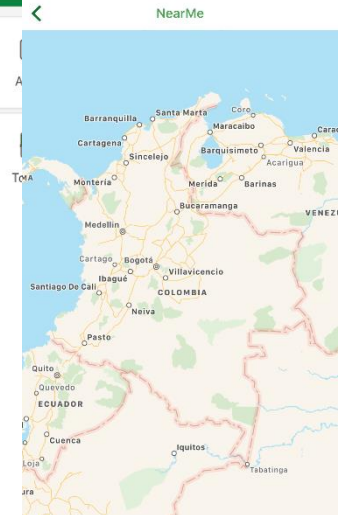
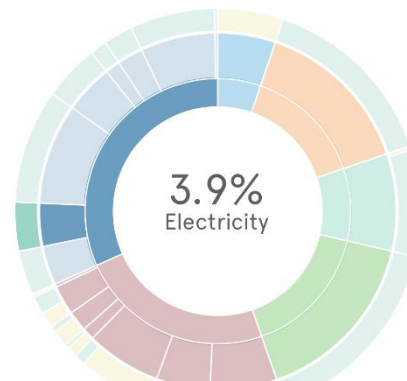
- Prosumers: generación-consumo
 - Nuevos patrones de consumo
 - Nuevas relaciones comerciales

Bottom-up approach

Nuevas y asequibles tecnologías de generación eléctrica. Sistemas de gestión avanzados



Explore your energy costs
Annual total > Cooling > Air leaks > Electricity: 3.9%



Bottom-up approach

1. CAMBIOS TECNOLÓGICOS

- Sector eléctrico tradicionalmente “Top-down”
- Nuevas tecnologías y agentes
- **Nuevo enfoque: “Top-down” + “Bottom-up”**

Top-down + bottom-up



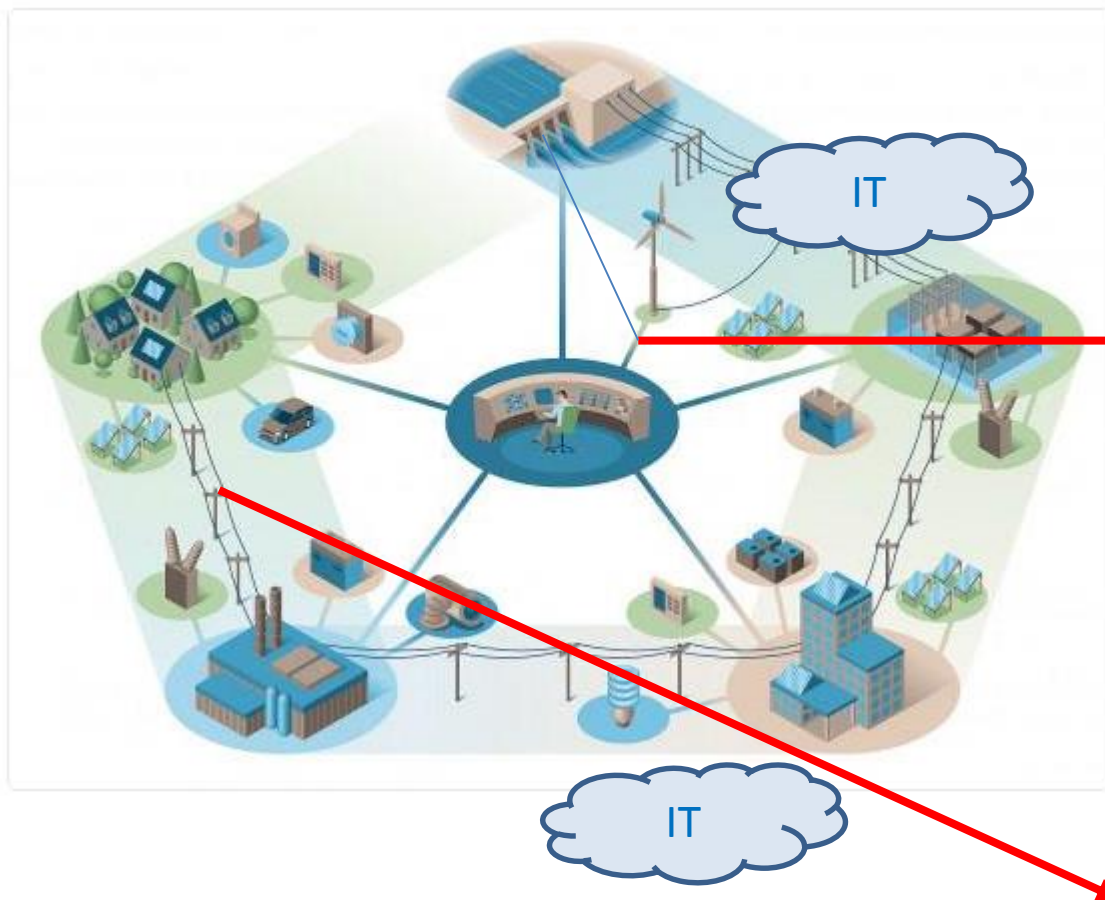
Top-down

- Parques eólicos y solares
 - Variabilidad
 - Incertidumbre

Bottom-up

- Prosumers: generación-consumo
 - Nuevos patrones de consumo
 - Nuevas relaciones comerciales
 - Cambio expansión de Redes de distribución

Top-down + bottom-up



Top-down

- Parques eólicos y solares
 - Variabilidad
 - Incertidumbre
- Componentes inteligentes

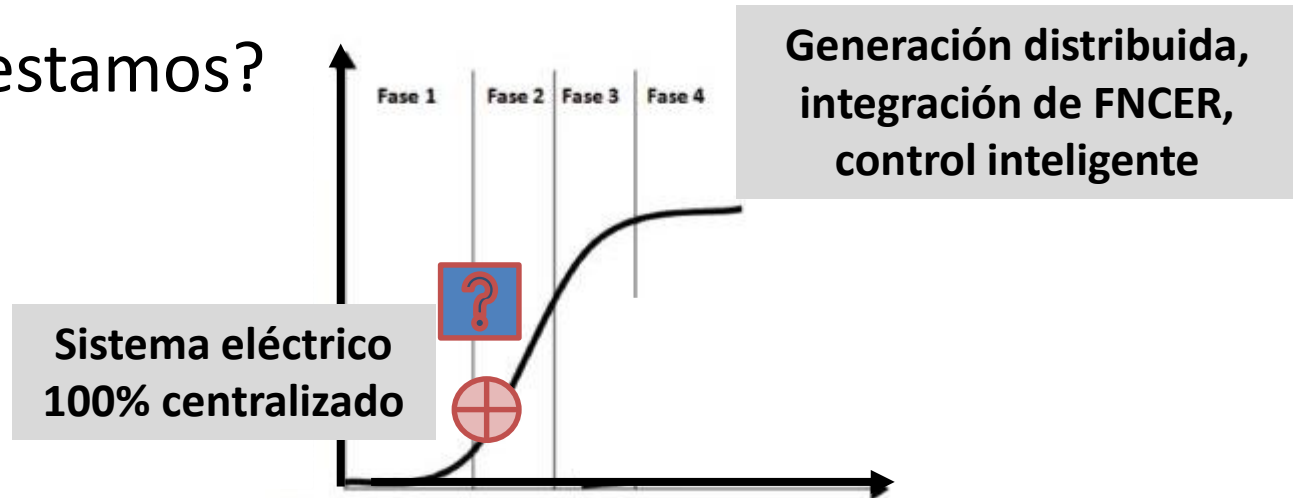
Bottom-up

- Prosumers: generación-consumo
 - Nuevos patrones de consumo
 - Nuevas relaciones comerciales
 - Redes de distribución
- Componentes inteligentes

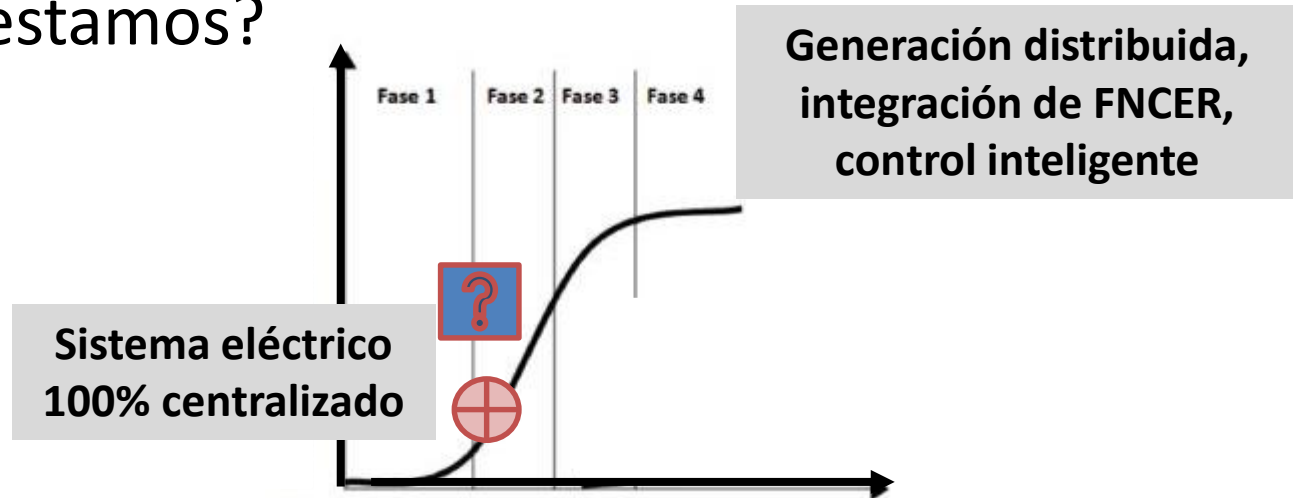
2. MATERIALIZAR BENEFICIOS

- ¿Qué se requiere?

- ¿Dónde estamos?



- ¿Dónde estamos?



- ¿Cómo impactan estas tecnologías la estructura tarifaria?
- ¿Cuáles son los beneficios de una Smart grid en términos de confiabilidad y eficiencia de mercado?
- ¿Qué otros servicios pueden surgir sobre esta infraestructura?

- ¿Cuál(es) son los pasos para un desarrollo de Smart grids acorde al contexto nacional?
- ¿Cómo establecer regulaciones acorde a las interdependencias de diferentes sectores?



- **CREG:**

- ✓ **Decreto 2469/2014** Autogeneración gran escala
- ✓ **Resolución CREG 024/2015** Autogeneración gran escala
- ✓ **Resolución CREG 061/2015** Metodología ENFICC de plantas eólicas
- ✓ **Resolución CREG 243/2016** Metodología ENFICC de plantas solares
- ✓ **Documento CREG 161/2016** Alternativas regulatorias para FNCER
- ✓ **Decreto 348/2017** Autogeneración pequeña escala

Iniciativas del gobierno:

- Visión 2030 Smart Grids Colombia (UPME)
- Iniciativa Colombia Inteligente

3. INVITACIÓN

...Cambios tecnológicos que crean retos y oportunidades

Red inteligente:

Tecnologías de Energía + Sensores

Información avanzada + Almacenamiento de datos + Comunicaciones + Control

Red eléctrica que **integra inteligentemente** las acciones de todos los actores conectados para eficientemente proveer electricidad según los principios de **confiabilidad, seguridad y eficiencia económica**

1. Beneficios y Retos técnicos y regulatorios
2. Es necesario dar pasos inter-sectoriales con una visión inter-disciplinaria

3. Invitación

- Abordar estos cambios tecnológicos bajo el principio de provisión confiable de electricidad y de costo-eficiencia



Comisión de Regulación
de Energía y Gas

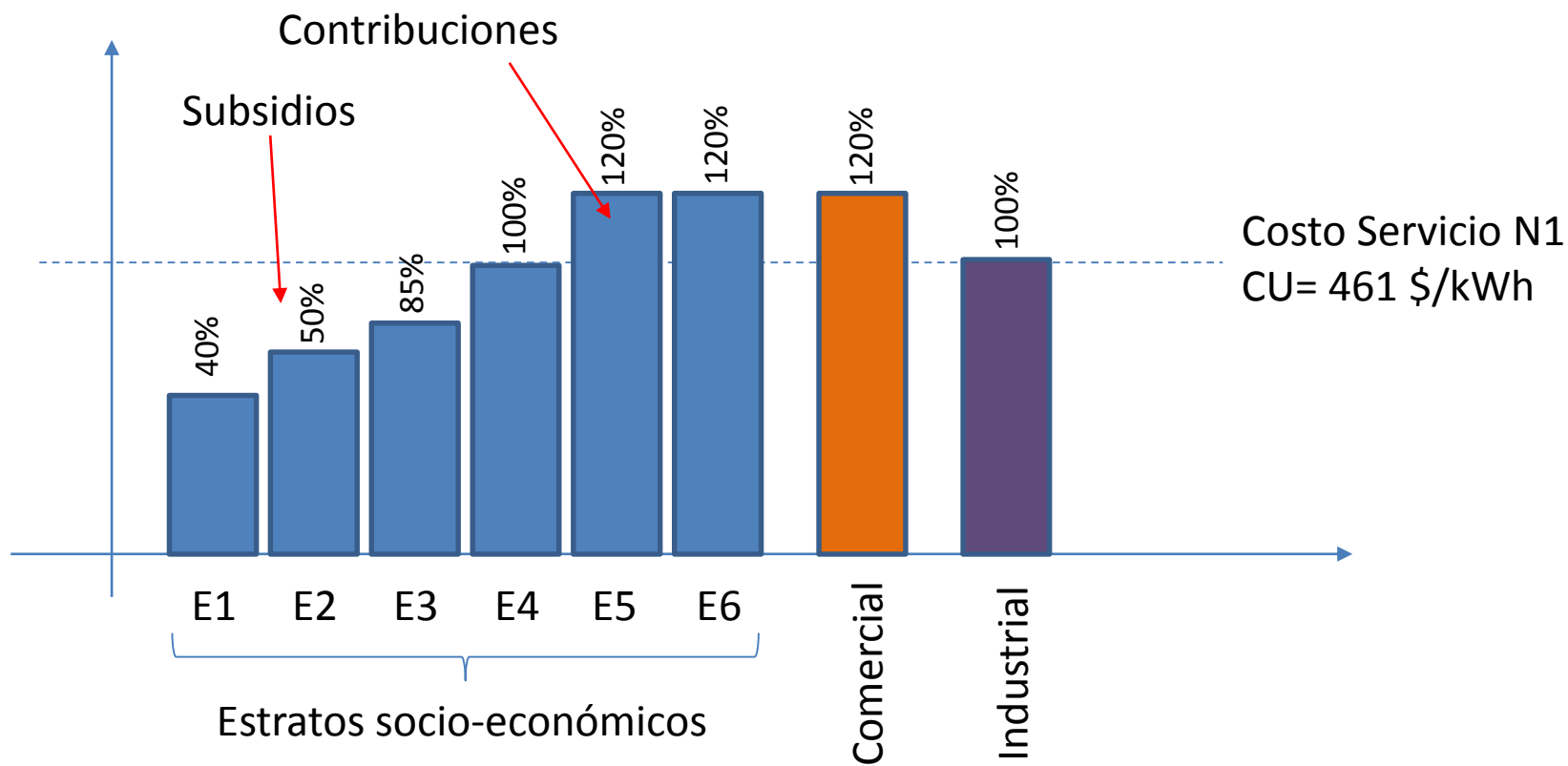
GRACIAS

ADICIONALES

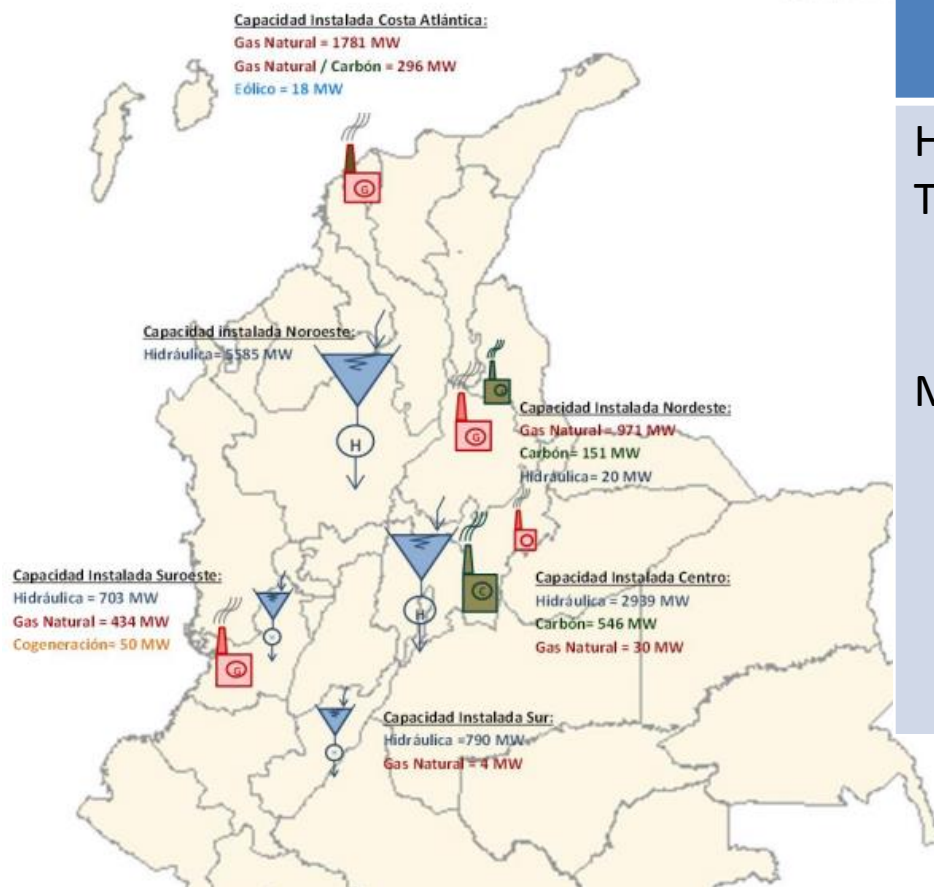
❑ Características de la demanda energía eléctrica

Tipo	Número	Consumo GWh/año	Consumo prom. kWh/mes
Hogares 	12,325,861 E1,2 y 3 -> 10,826,597 E4,5 y 6 -> 1,499,264 91%	22,642 E1,2 y 3 -> 18,920 E4,5 y 6 -> 3,721 42%	153 E1,2 y 3 -> 146 E4,5 y 6 -> 207
Comercial 	1,010,822 7,5%	11,053 20,5	911
Industrial 	99,454 0,7%	14,800 27,4	12,401
Oficial y otros	115,187 0,9%	5,429 10,1%	3,928
Total	13,551,324	53,923	332

Características de la demanda energía eléctrica



Características del sector eléctrico

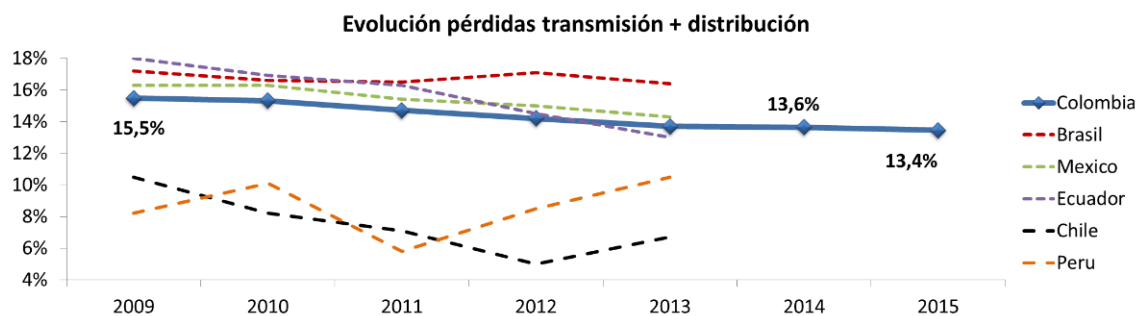


Recurso	Capacidad Instalada MW	Generación GWh/año 2016
Hidráulico	10,963	44,246
Térmicos	4,728	17,790
Gas	2,128	
Carbón	1,329	
Comb. LÍq.	1,271	
Menores	772	3,193
Hidráulicos	648	
Térmicos	105	
Eólicos	18	
Cogenera.	100	600
Autogen.	32	111
Total	16,595	65,940

Características del sector eléctrico



Tipo líneas	km	No. Empresas
Transmisión (> 220 kV)	14,000	12
Distribución	500,000	31



❑ Características del sector eléctrico



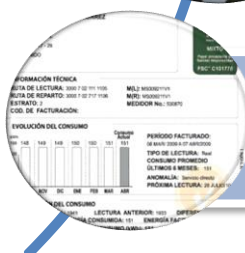
Generación



Transmisión



Distribución



Comercialización

Número de agentes

57

(6 agentes tiene el 80% de la generación)

12

(1 agente tiene el 80% de la transmisión)

31

(Casi que uno por departamento)

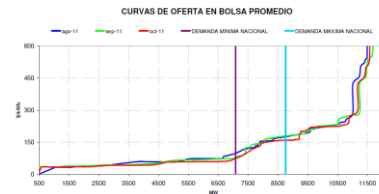
71

(3 agentes comercializan el 67% de la demanda)

Regulación por actividad

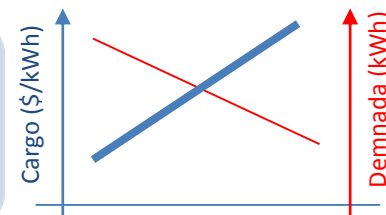
Generación (Mercado)

- Mercado diario (subastas precio marginal)
- Contratos de mediano plazo (Subasta menor precio)
- Cargo por Confiabilidad, largo plazo (Subasta reloj descendente)



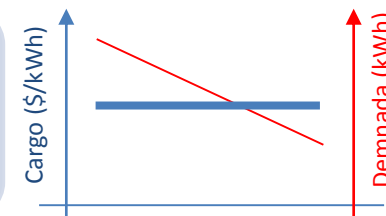
Transmisión (Cargos)

- Activos nuevos. Subasta menor precio
- Activos existentes. Valoración de unidades constructivas e ingreso regulado.



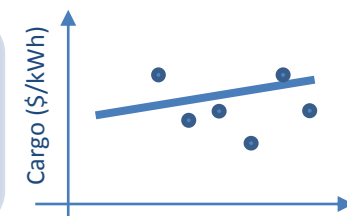
Distribución (Cargos)

- Activos nuevos. Subasta menor precio (57.5 a 115 kV)
- Activos existentes. Valoración de unidades constructiva. Precio máximo en la actualidad y se tiene propuesta para pasar a ingreso regulado.



Comercialización

- Frontera eficiente (Costo base comercialización).
- Margen (comparación diferentes sectores)



Regulación por actividad

Fórmula Tarifaria Usuarios Regulados

- Fórmula Tarifaria.

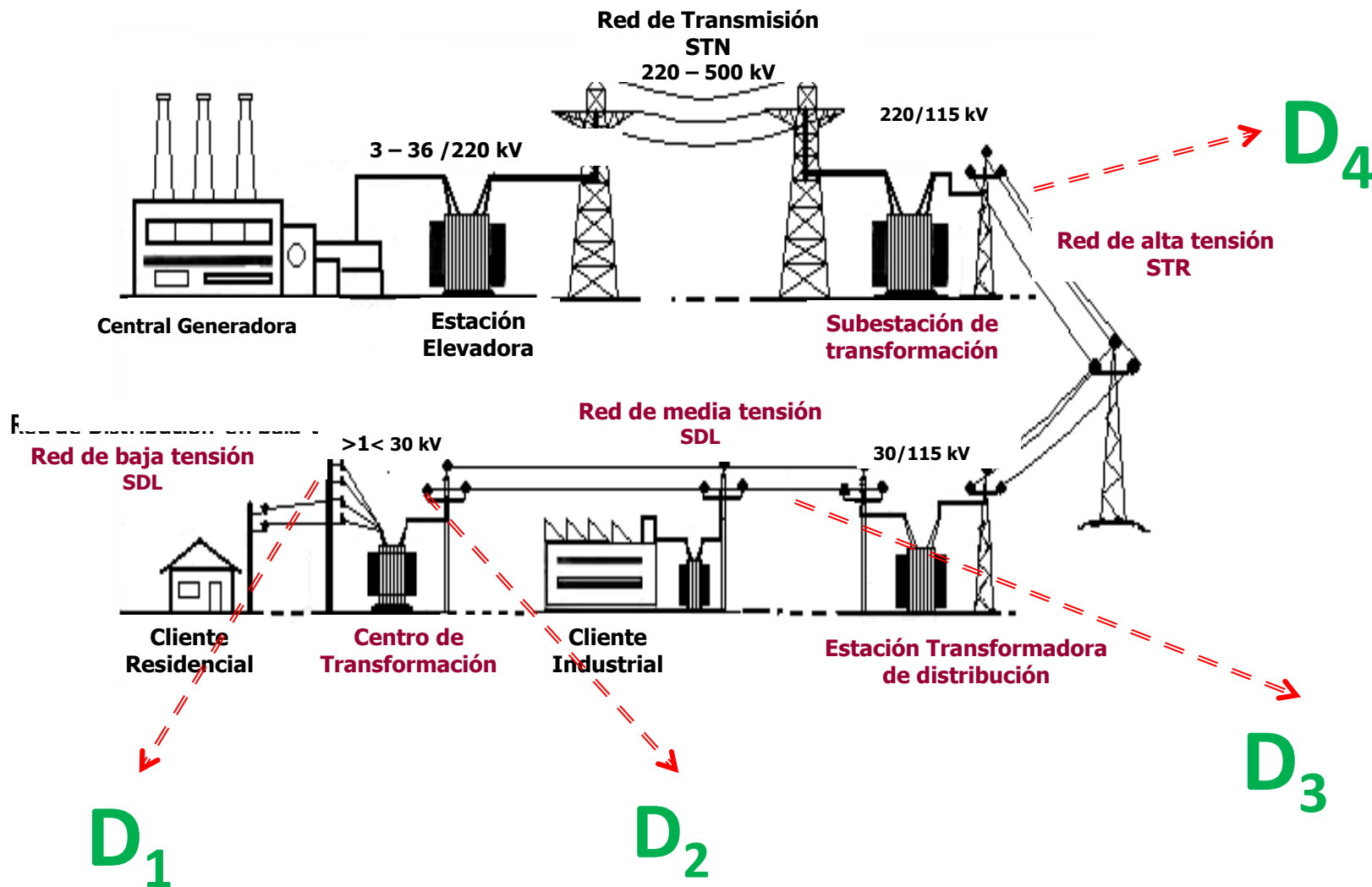
$$CU = G + T + D + PR + R + C$$

The diagram illustrates the components of the regulated tariff formula $CU = G + T + D + PR + R + C$. Arrows point from descriptive labels to the terms in the equation: 'Energía + Confiabilidad' points to G ; 'Transporte' points to T and D (indicated by a bracket); 'Pérdidas Reconocidas' points to PR ; 'Restricciones' points to R ; and 'Comercialización' points to C .

Fórmula Tarifaria Usuarios No Regulados (> 100 kW o 55 MWh/mes)

- Acuerdan libremente la tarifa entre el usuario y el comercializador

Regulación por actividad



Retos regulatorios

Qué desarrollos necesitan una Smart grid? Qué tipo de Smart grid?

- Mejor pronóstico de generación y consumo
- “Dynamic Line Rating”: capacidad de las líneas de T y D en tiempo real
- Respuesta de demanda: precios dinámicos
- Inversores inteligentes y control avanzado de potencia
- Almacenamiento a gran escala (transmisión)
- Almacenamiento detrás del medidor (distribución)
- Sistemas avanzados de manejo energético: visibilidad del sistema

Retos regulatorios

Metodología para valorizar los beneficios y costos de Smart grid frente a otras alternativas

- Asignación apropiada de costos y beneficios a los múltiples actores y sectores: infraestructura eléctrica, IT
 - Costos evitados y adicionales de inversiones en redes
 - Costos adicionales de gestión de información