



**Por un sector en  
transformación  
para el usuario**

Septiembre 5 de 2019





**Sin cambio no hay innovación,  
creatividad o incentivo para mejorar.**

**Aquellos que inician el cambio  
tendrán  
una mejor oportunidad para  
gestionarlo pues es inevitable.**

*William Pollard*

1



La transformación de  
los sistemas  
eléctricos

---

2



En **XM** nos estamos  
**transformando**

---

3

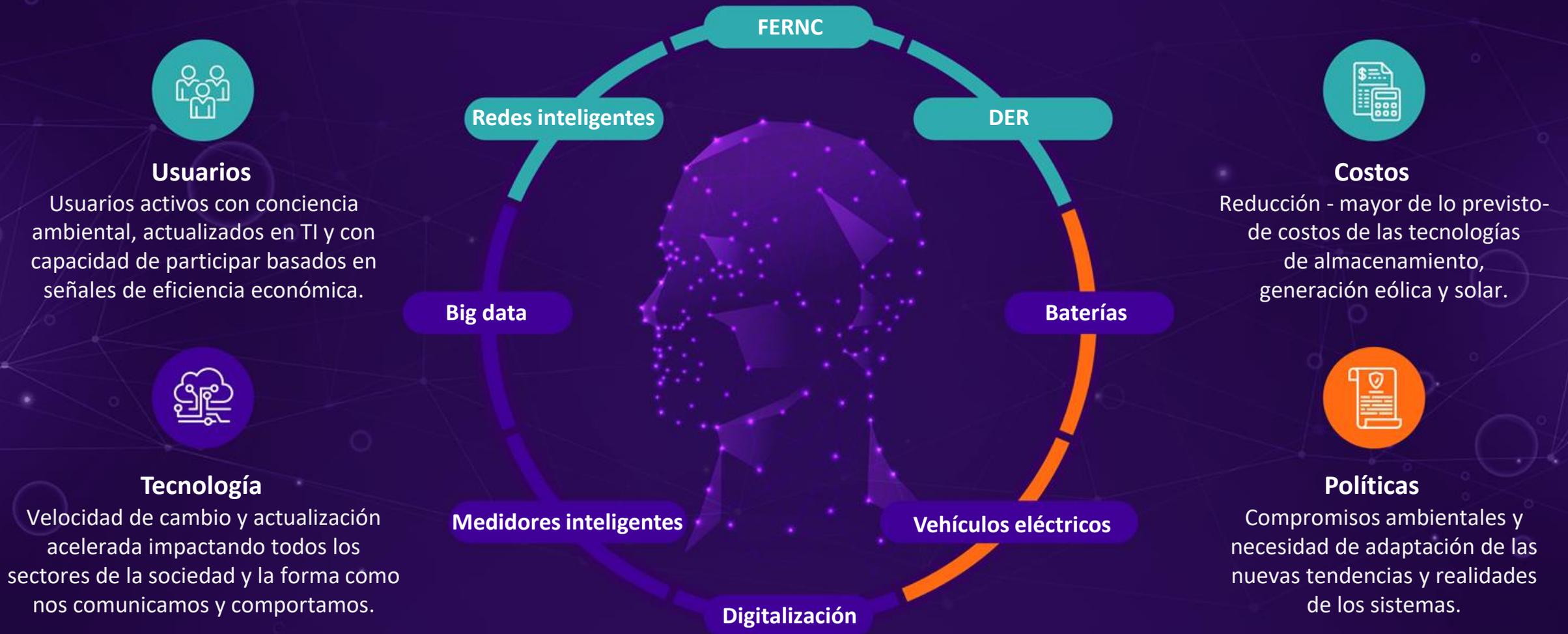


Construyendo  
**el futuro**

---

# Ejes que apalancan la transformación — de los **sistemas eléctricos**

Por un sector en transformación para el usuario 



# Contexto de transformación — en Colombia

Por un sector en transformación para el usuario 



Se espera un rápido crecimiento en la integración de nuevas tecnologías, nuevos agentes y esquemas de mercado en el sector eléctrico colombiano.

Subasta  
Confiability  
OEF



238 MW

1160 MW

COP21

Reducción emisiones  
20% A 2030

Proyectos con  
Concepto  
UPME a 2023



3796 MW

2142 MW

Subasta largo plazo  
Divulgación y adjudicación  
22-10-2029

# Algunas lecciones en la integración — de las **FERNC** y los **DER**

## UK 2019

1. Disparo de líneas de 400 kV por tormenta eléctrica.
2. Disparo de 1378 MW eólico y gas.
3. Toda la reserva fue invocada.
4. Actuación del EDAC, desconexión 5 GW de demanda.

## California 2016

1. Disparo de líneas de 500 kV y 220 kV por un incendio.
2. Caída de la frecuencia.
3. Disparo de 1200 MW solares

**Requisitos de soporte de frecuencia para las DER**

## Alemania 2003, 2004, 2006

1. Evento de sobre frecuencia y bajos voltajes: desconexión de grandes cantidades de PV y WG.
2. Sobre costos para el sistema por actualización con requerimientos de VRT y FRT.

**Requisitos para soporte de tensión y frecuencia de las DER**

## Japón 2014

1. Sobre abastecimiento de Energía desde PV.
2. Problema para el control de tensiones en distribución.

**Requerimientos control remoto de control de potencia para las DER**

## Australia 2016

1. Disparo de líneas de 275 kV por un tornado
2. Disparo de 456 MW de generación eólica
3. Por caída rápida de frecuencia no actuó bien el EDAC

**Ajuste de protecciones de las eólicas**

# Acciones derivadas — de los aprendizajes

## Personas

- Desarrollo de competencias
- Gestión del cambio
- Cambio de paradigmas operación y administración del mercado

## Regulatorio y sectorial

- Establecer requerimientos técnicos y operativos
- Analizar escenarios de crecimiento
- Trabajo conjunto de todo el sector
- Ajuste de procedimientos y pruebas
- Propuestas de mecanismos eficientes de mercado

## Tecnología

- Mejora en las herramientas de simulación y mercado
- Supervisión y conciencia situacional
- Ciberseguridad – Transformación digital
- Actualización tecnológica de los sistemas de operación e información del mercado

## Procesos y procedimientos

- Realizar pronósticos
- Estudios de flexibilidad y reservas
- Cambios operativos
- Desarrollo y ajuste de metodologías
- Mercados completos

## Aprendizajes del sector

- Misión de transformación del sector 2019 – Mapa de ruta
- Requisitos de conexión de plantas variables
- Modernización del Código de Redes - Coordinación gas – electricidad -
- Nuevos esquemas de Mercado: Mercado Intradiario
- Despacho vinculante, MAE



**El sector eléctrico colombiano se está transformando, capitalizando las lecciones aprendidas globales con el fin de propiciar una integración oportuna, eficiente y sostenible de las nuevas tecnologías al servicio del usuario y de la sociedad.**

1



La transformación de los sistemas eléctricos

---

2



En **XM** nos estamos transformando

---

3



Construyendo el futuro

---

# Visión estratégica — holística

Por un sector en transformación para el usuario 

# V

## Verde

Inclusión de **FERNC**, **DER**, almacenamiento y respuesta a la demanda en los procesos XM

**EcoRegistry**

# I

## Innovación

Líneas de analítica, sistemas transaccionales y de tiempo real, nuevas herramientas estocásticas y probabilísticas

# D

## Desarrollo

Digitalización, plataforma futura y ciberseguridad

# A

## Articulación

**Actor clave y un habilitador en la transformación del sector**  
Establecer alianzas para mejorar la competitividad y desarrollar capacidades

Vida:

## — Transformación cultural

Por un sector en transformación para el usuario 

### Actores del cambio

- Energy System integration Group – FERC- Pronósticos- DER
- CIGRE – Flexibilidad y mercado
- EPRI – FERC- DER- Flexibilidad
- APEX
- Colombia Inteligente
- Energética 2030

### Formación

- Formación con los siguientes operadores en FERC: Energinet, UTE, CAISO, MISO, ERCOT, SPP, REE.
- Formación con los siguientes operadores en DER: CAISO, NEISO, NYISO, PJM.
- Formación en Mercados intradiarios, mercados de servicios complementarios
- Diseño de mercados

### Certificación

- Certificación con Fraunhofer en FERC
- Certificación en REE en FERC
- Certificación GE-UPB en FERC
- Certificación IEEE en DER
- Certificación IEEE en Almacenamiento



Vida:

## — Transformación de procesos

Por un sector en transformación para el usuario 



### Propuesta regulatoria

- Requisitos FERNC conectadas al STN, STR y SDL
- Reservas
- Modelo de carga
- Almacenamiento
- Respuesta a la demanda
- Flexibilidad
- Intradía
- Supervisión avanzada
- Mercados completos



### Transformación de procesos

- Pronósticos generación y carga.
- Supervisión y balance en tiempo real.
- Análisis energéticos estocásticos con nuevas fuentes.
- Análisis eléctricos probabilísticos.
- Reservas
- Flexibilidad
- Modelamiento de nuevas tecnologías.
- Gestión de información y analítica



Vida:

## — Transformación digital

Por un sector en transformación para el usuario 

### Proyectos de innovación

- GAPS
- ARCO
- MAIA
- EcoRegistry



### Proyectos de optimización

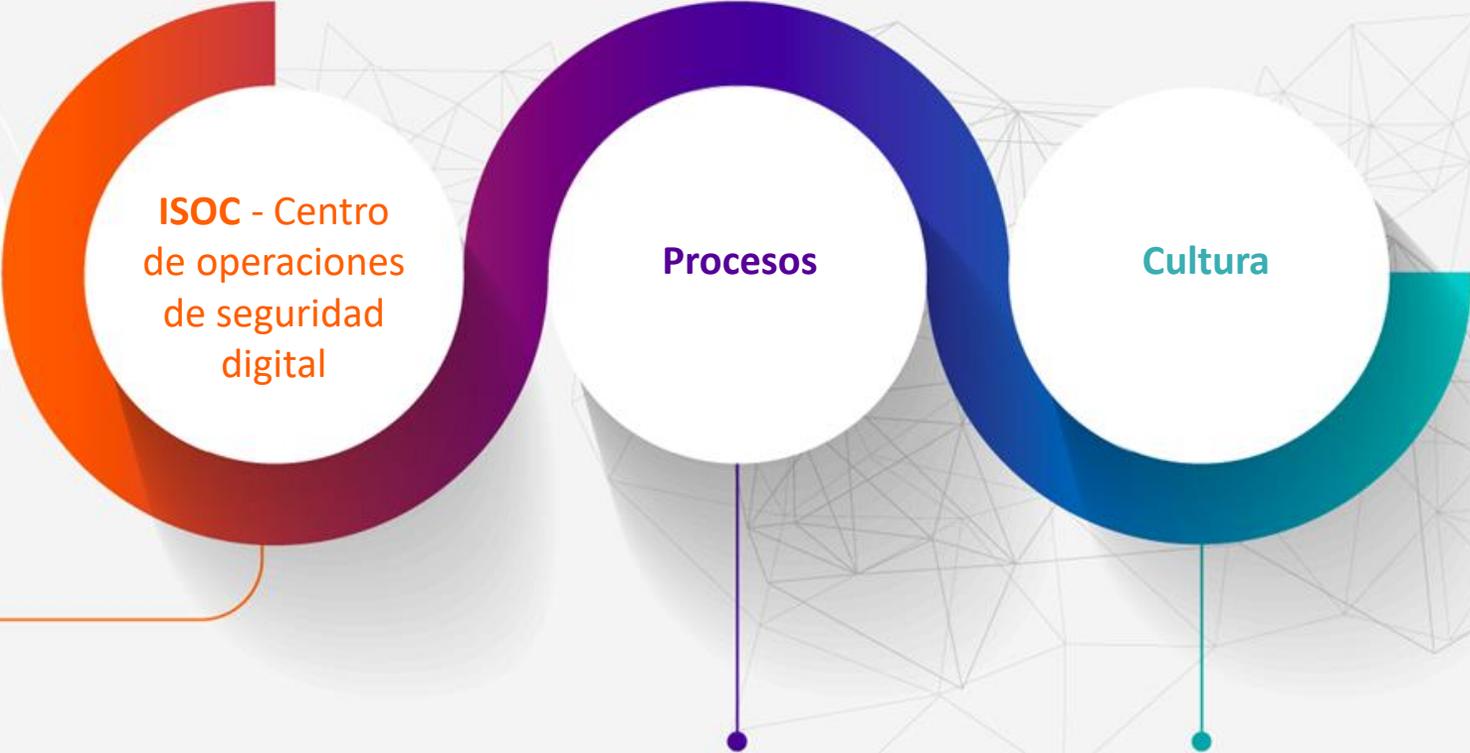
- 32 robots usando la tecnología RPA. 760 horas / hombre mes.
- Incorporación de metodologías ágiles.
- Analítica avanzada: 60 + personas entrenadas (25% planta) 40 + iniciativas identificadas y en desarrollo



Vida:

## — Ciberseguridad

Por un sector en transformación para el usuario 



**ISOC** - Centro de operaciones de seguridad digital

- Servicios 24/7 de correlación, inteligencia y gestión de incidentes de seguridad tecnológica, sobre plataformas transacciones y de tiempo real.

**Procesos**

- Gde riesgo cibernético
- Capacidad organizacional para respuesta ante ciber ataque
- Pruebas de seguridad y vulnerabilidad
- Fortalecimiento de la gestión de incidentes de seguridad

**Cultura**

- Programas de entrenamiento y concientización
- Gobierno de ciberseguridad

# Cambio de paradigma en la planeación

## — Enfoque tradicional

Por un sector en transformación para el usuario

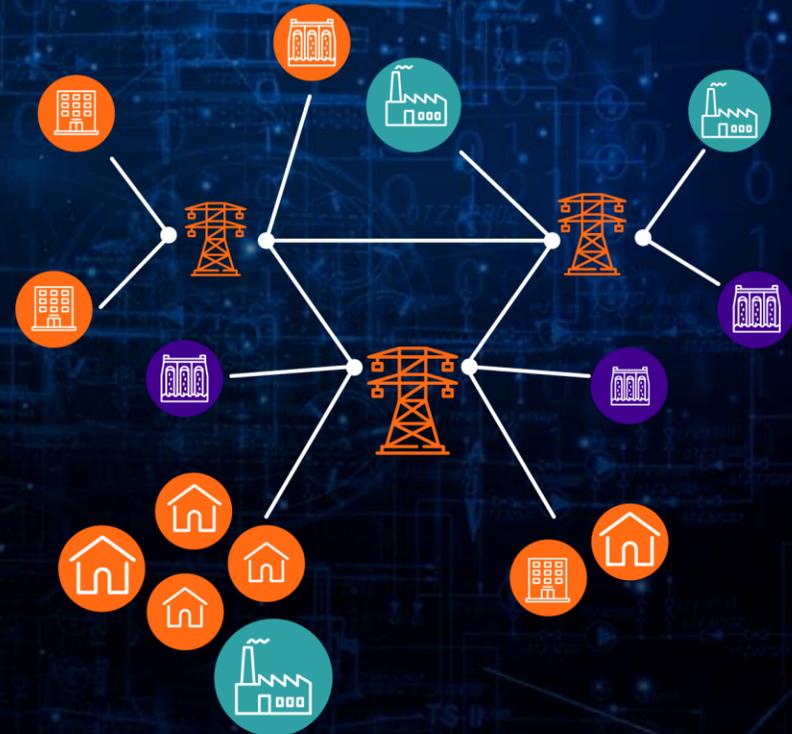


Fuentes primarias de energía con poca variabilidad de corto plazo.

Fuentes primarias con incertidumbre en el mediano y largo plazo.

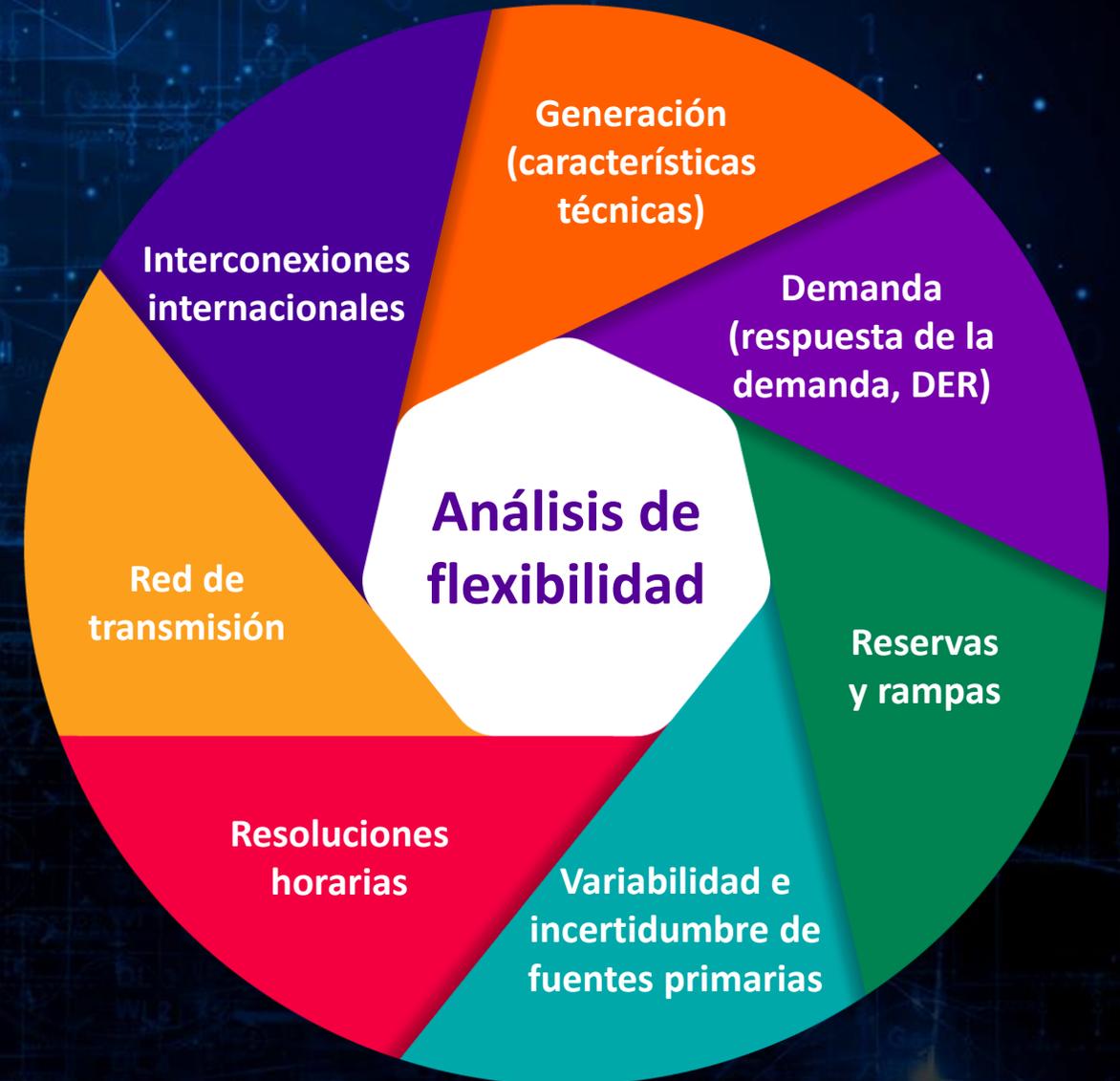
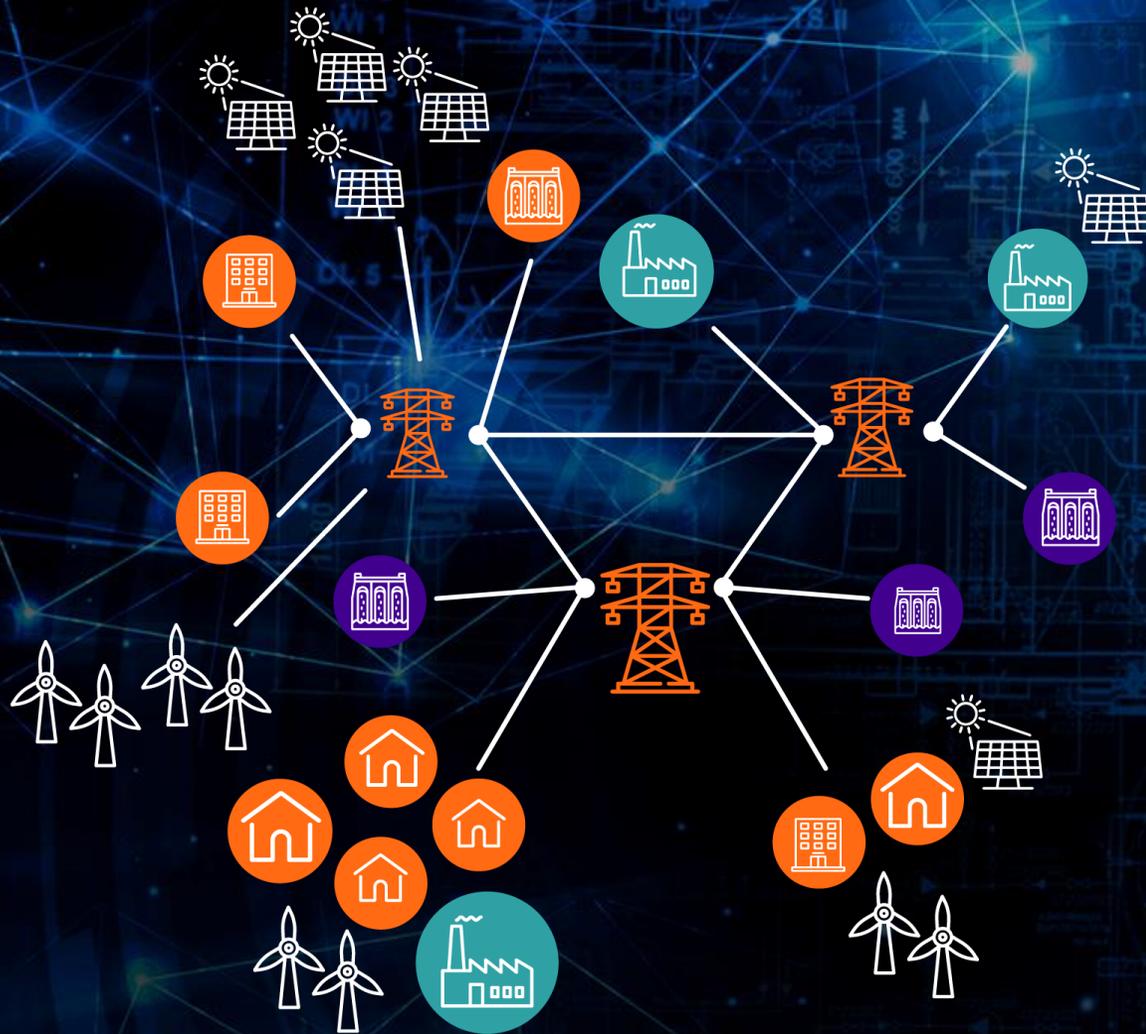
Planeación operativa centrada en el análisis de la suficiencia energética considerando la incertidumbre de las fuentes primarias.

Balances energéticos sin considerar el detalle de las características técnicas de las unidades térmicas.



# Cambio de paradigma en la planeación

## — Enfoque actual



# Vida: — Mercados

Un mercado eficiente que ofrezca los instrumentos de financiación y gestión de riesgos necesarios para maximizar el beneficio del usuario y la sostenibilidad del sector.



Contratos bilaterales - OTC

Contratos de Largo Plazo (Subastas)



Mercado Anónimo y Estandarizado MAE

-  Implementado
-  En proceso de implementación
-  Implementado pero requiere mejoras
-  No implementado

**En un mundo donde todo está cambiando a gran velocidad, es necesario estar preparados para las transformaciones que se avecinan en la operación y administración del mercado eléctrico colombiano con la integración de nuevas tecnologías y de nuevos esquemas de mercado.**



# Mercado eléctrico colombiano: — roles y actores en el futuro

Por un sector en transformación para el usuario 

## Operadores de Sistemas de Distribución

Neutrales, independientes (iOSD), sin participación en actividades transaccionales, con capacidad técnica y tecnológica para coordinar la operación de sistemas de distribución e interactuar en tiempo real con el operador del sistema central.

## Agregadores

Su rol principal es permitir que pequeños usuarios participen de los servicios de flexibilidad, control de frecuencia y tensión y se beneficien del mercado mayorista. Deben ser transparentes y no poseer activos que les impidan garantizar funciones de común beneficio para sus clientes.



# Mercado eléctrico colombiano: — esquemas de operación



## Centralizado total

El operador central despacha, monitorea y controla todos los recursos que participan en el mercado.



## Híbrido

Los recursos y usuarios deciden si van directamente al operador central o si son representados por los iOSDs o agregadores.



## Descentralizado total

Todos los recursos conectados a nivel de distribución deben ser representados por los iOSDs ante el operador central.

## Esquemas futuros de operación



Ningún sistema ha encontrado cuál es la mejor forma de integrar los DER en el *mix* energético. Los operadores que más han avanzado en el tema son Australia, Reino Unido, California, New York y la Unión Europea (a nivel regional).

Todos incluyen agregadores en los posibles esquemas de operación

# Arquitectura e intercambio de información — para los diferentes esquemas

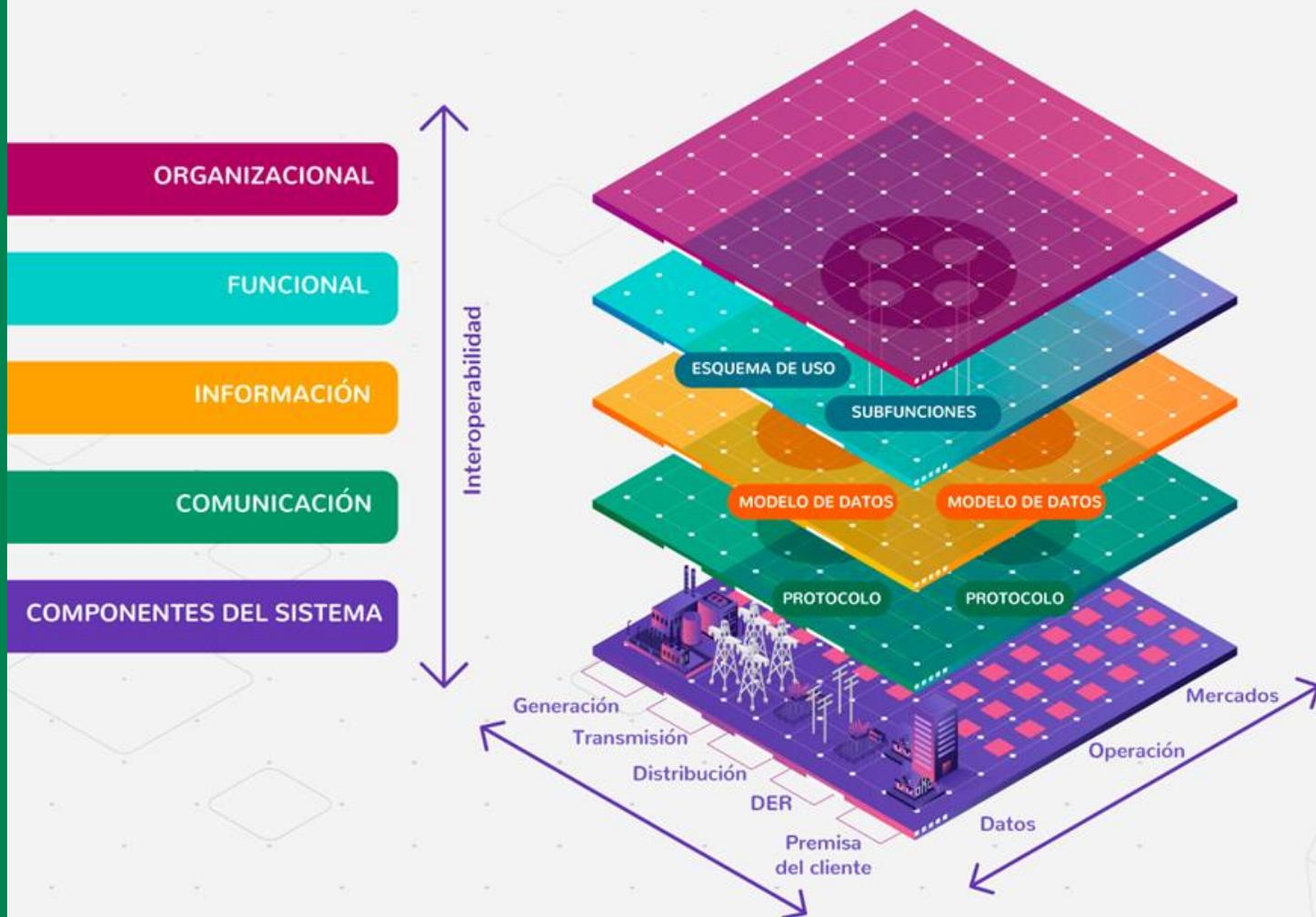
**Estandarizar la interoperabilidad entre el Operador del sistema y los iOSD.**

**Modelo de roles comun basado en tres ejes:**

- Dominio: componentes físicos
- Zonas: gestión de procesos eléctricos
- Interoperabilidad: capas de arquitectura

**Modelo de lenguaje común:**

- Permite intercambio de datos ante alta integración de DER y smart grids.
- Estamos trabajando con EPRI en la definición del Common information model CIM para XM con las normas IEC 61970 – Transmisión, IEC 61968 – Distribución, IEC 62325 – Mercados de Energía



# Nuestra visión del — rol de futuro de XM

Por un sector en transformación para el usuario 

El cambio en el sector eléctrico colombiano es inminente...  
Es el momento de unir esfuerzos para construir  
conjuntamente el futuro, propiciando una transformación  
sostenible, donde los usuarios tengan la capacidad de  
participar de forma eficiente en el nuevo entorno,  
garantizando la prestación del servicio con confiabilidad,  
flexibilidad, eficiencia y economía.

