



Mayo  
**28**

Medellín

# 1<sup>ER</sup> SEMINARIO IBEROAMERICANO CIGRÉ - SIAC 2018

Nuevos horizontes del sector eléctrico  
y retos para Colombia

Mayo  
**29**

Colombia

Invita:



Organiza:



Miembros CIGRÉ



# Retos para la Gestión de Riesgos en los Mercados de Energía Eléctrica

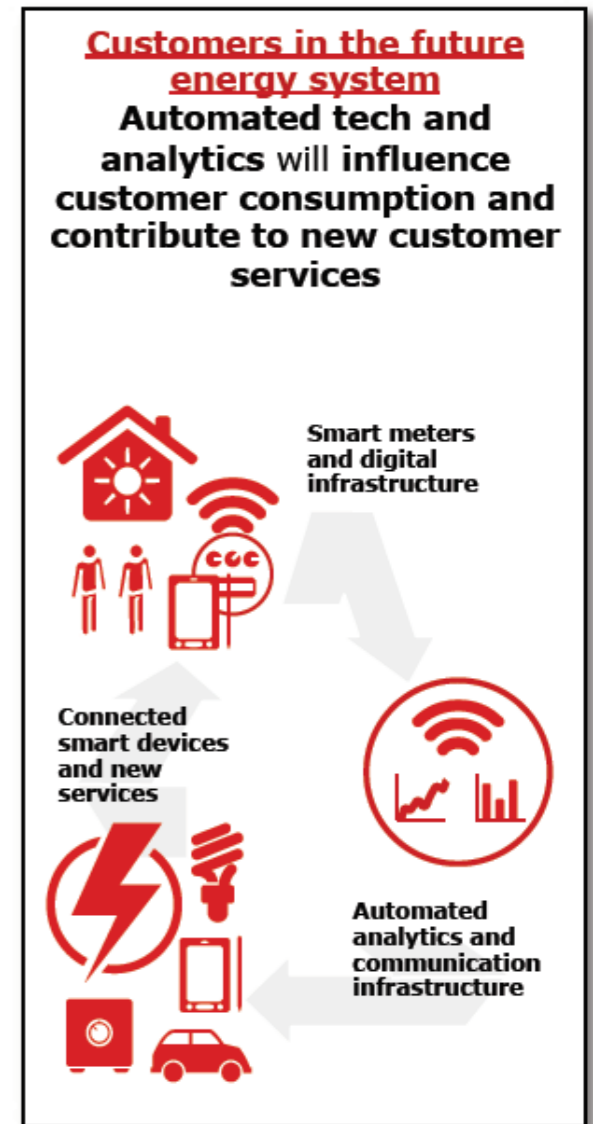
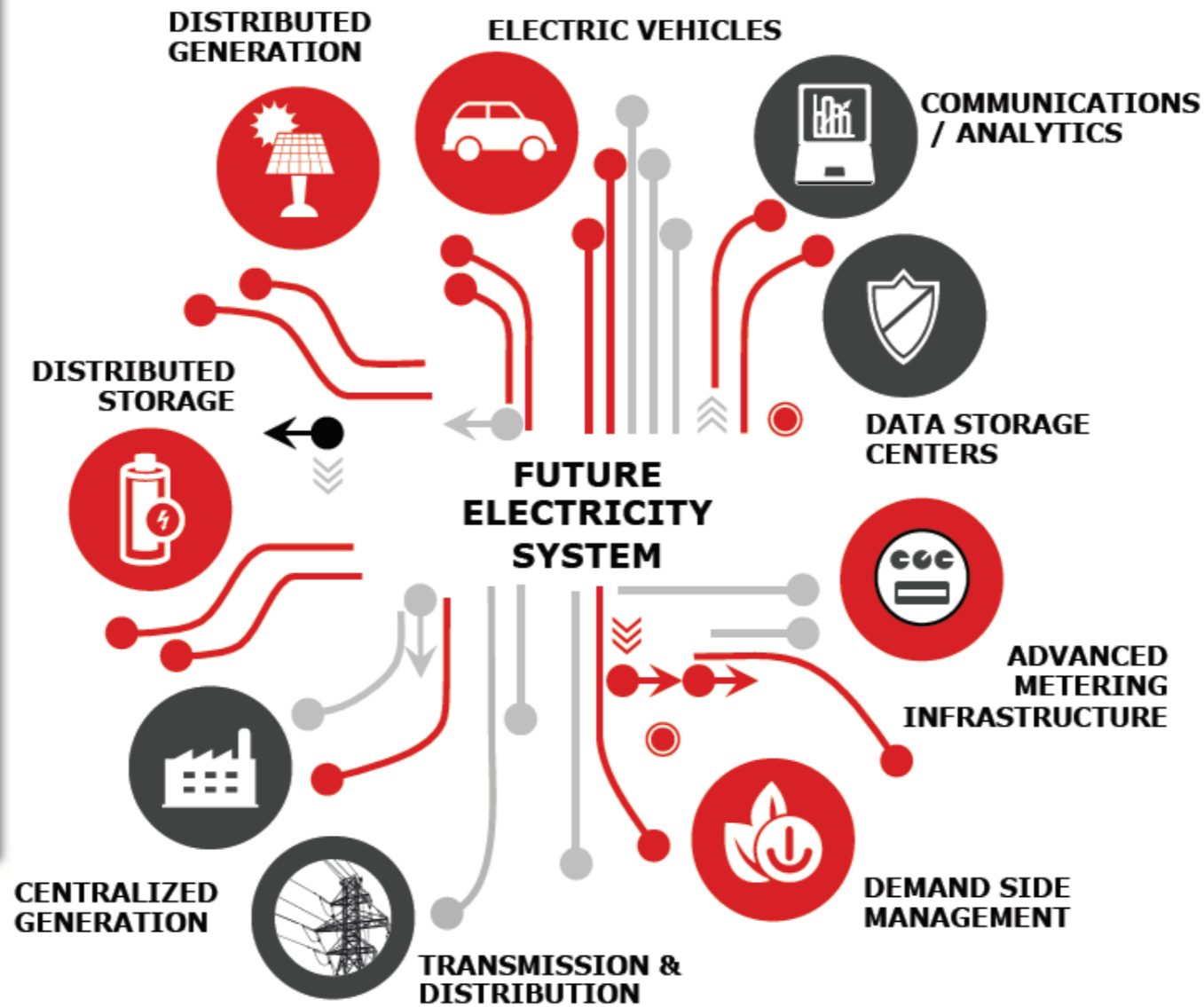
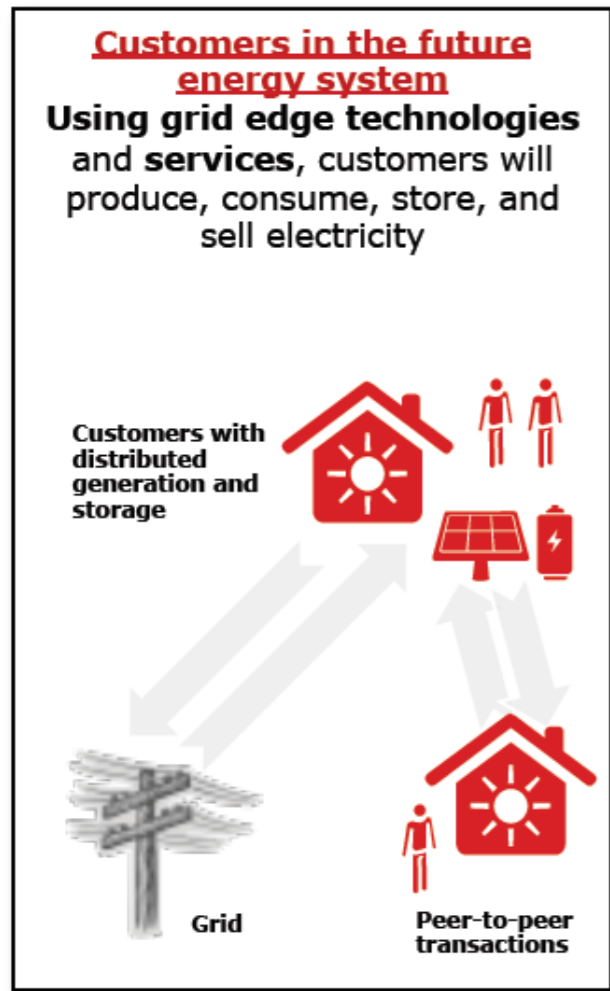


**Martha María Gil**  
Directora Financiera del Mercado - XM

---

---

# Existe una nueva cadena de valor y de participantes en los mercados de energía eléctrica



Fuente: Foro Económico Mundial (2017)

# El nuevo contexto en los mercados de Energía Eléctrica

4

1

**Fuentes de Energía Renovables No Convencionales (FERNC)**



2

**Generación Distribuida**



3

**Innovación disruptiva y avances tecnológicos (Digitalización de la economía)**



# 1. Fuentes de Energías Renovables No Convencionales (FERNC)



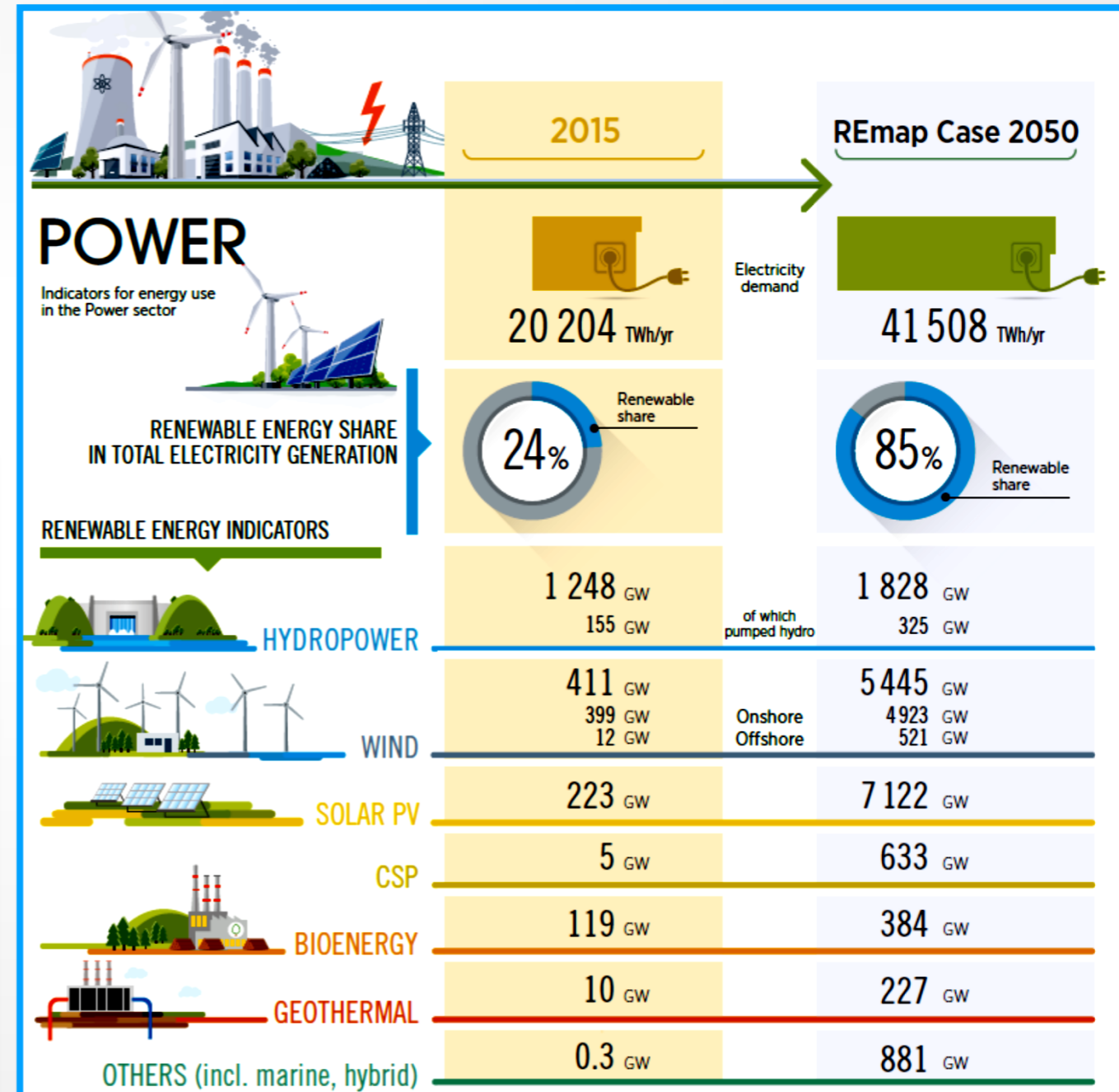
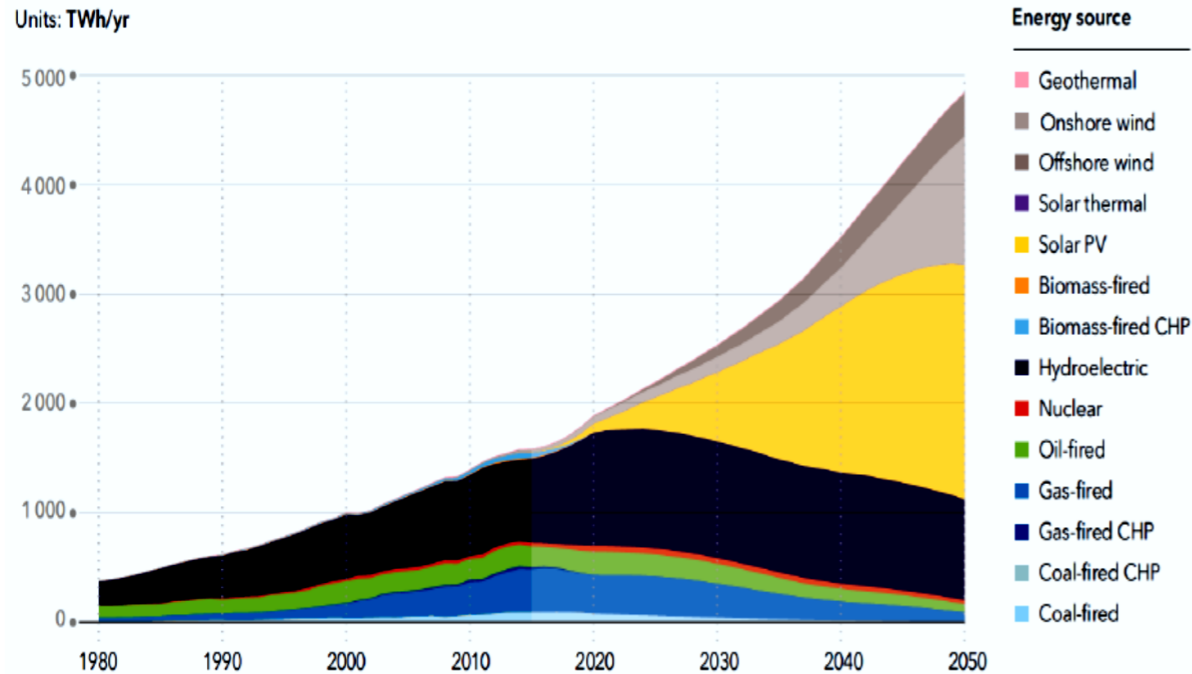
# Incorporación de las FERNC

6

Al 2050, las fuentes de energía renovables representarán el 85% de la capacidad instalada a nivel mundial

Fuente: International Renewable Energy Agency (IRENA). 2018.

FIGURE 5.6 LATIN AMERICA ELECTRICITY GENERATION BY POWER STATION TYPE



# Riesgos de las FERNC para los mercados de Energía Eléctrica

## Riesgos

Climáticos	En la operación del Sistema	Financieros
Disponibilidad/Variabilidad de los recursos de generación (solar, agua, viento)	Intermitencia de las fuentes que afecta la confiabilidad en el suministro	<u>Proyectos de inversión</u> <ul style="list-style-type: none"><li>• Contraparte</li><li>• Alta volatilidad en los precios de mercado</li></ul>

## Gestión de Riesgos



Modelos de pronóstico de clima



Modelos de Pronósticos de carga



Señales de precios en tiempo real



Instrumentos de cobertura de largo y corto plazo



Análisis de Escenarios y simulaciones



Mercado Intradiario

# Proyectos de FERNC en Latinoamérica comienzan a mostrar rezagos

8

## Atrasos en casi el 70% de proyectos de energía limpia en México

12 proyectos de energía solar y eólica, la mayoría en Yucatán, registran retrasos, por lo que no se alcanzará la meta de producción para este año

### Planes rezagados

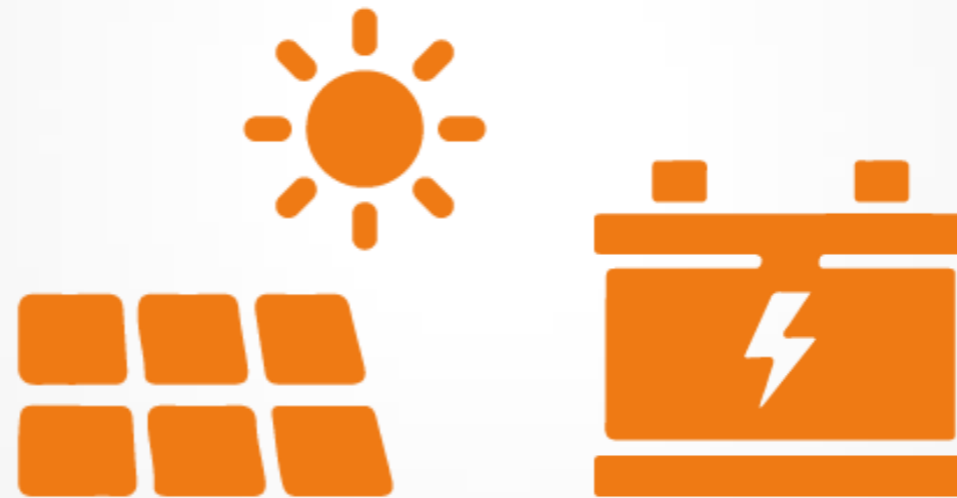
<b>Atraso</b>	Solar	Guanajuato	<b>Atraso</b>	Solar	Yucatán
<b>En tiempo</b>	Solar	Coahuila	<b>Atraso</b>	Solar	Jalisco
<b>En tiempo</b>	Solar	Coahuila	<b>Atraso</b>	Solar	Yucatán
<b>Atraso</b>	Solar	Guanajuato	<b>Atraso</b>	Solar	Yucatán
<b>Atraso</b>	Eólica	Yucatán	<b>Atraso</b>	Solar	Yucatán
<b>Atraso</b>	Solar	Aguascalientes	<b>Atraso</b>	Eólica	Tamaulipas
<b>Atraso</b>	Eólica	Yucatán	<b>Atraso</b>	Eólica	Tamaulipas
<b>Atraso</b>	Eólica	Yucatán	<b>Atraso</b>	Solar	B.J Sur
<b>Atraso</b>	Solar	Yucatán	<b>Atraso</b>	Eólica	Yucatán

Fuente: SENER

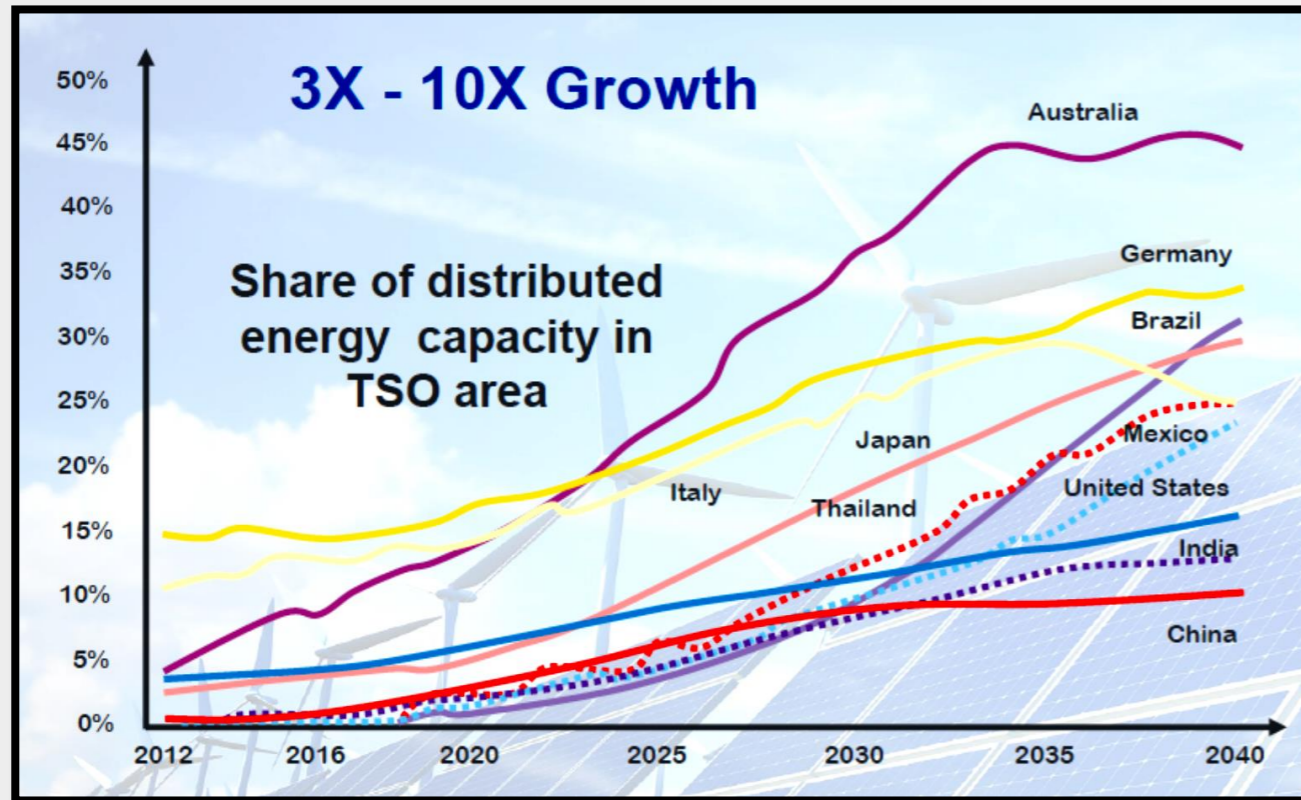
Fuente: <http://www.elfinanciero.com.mx/economia/atrasos-en-casi-el-70-de-proyectos-de-energia-limpia>



# 2. Generación Distribuida



# El Crecimiento de la Generación Distribuida



Fuente: Bloomberg Energy Finance. NEO. 2017

## Factores claves para impulsar el crecimiento de la generación Distribuida:

- Tecnología de generación solar a nivel residencial y comercial.
- Reducción de costos en más de un 60% para el 2040 (Fuente: EY-2016)

## Factores claves para mantener la generación Centralizada

### Crecimiento de la población Urbana

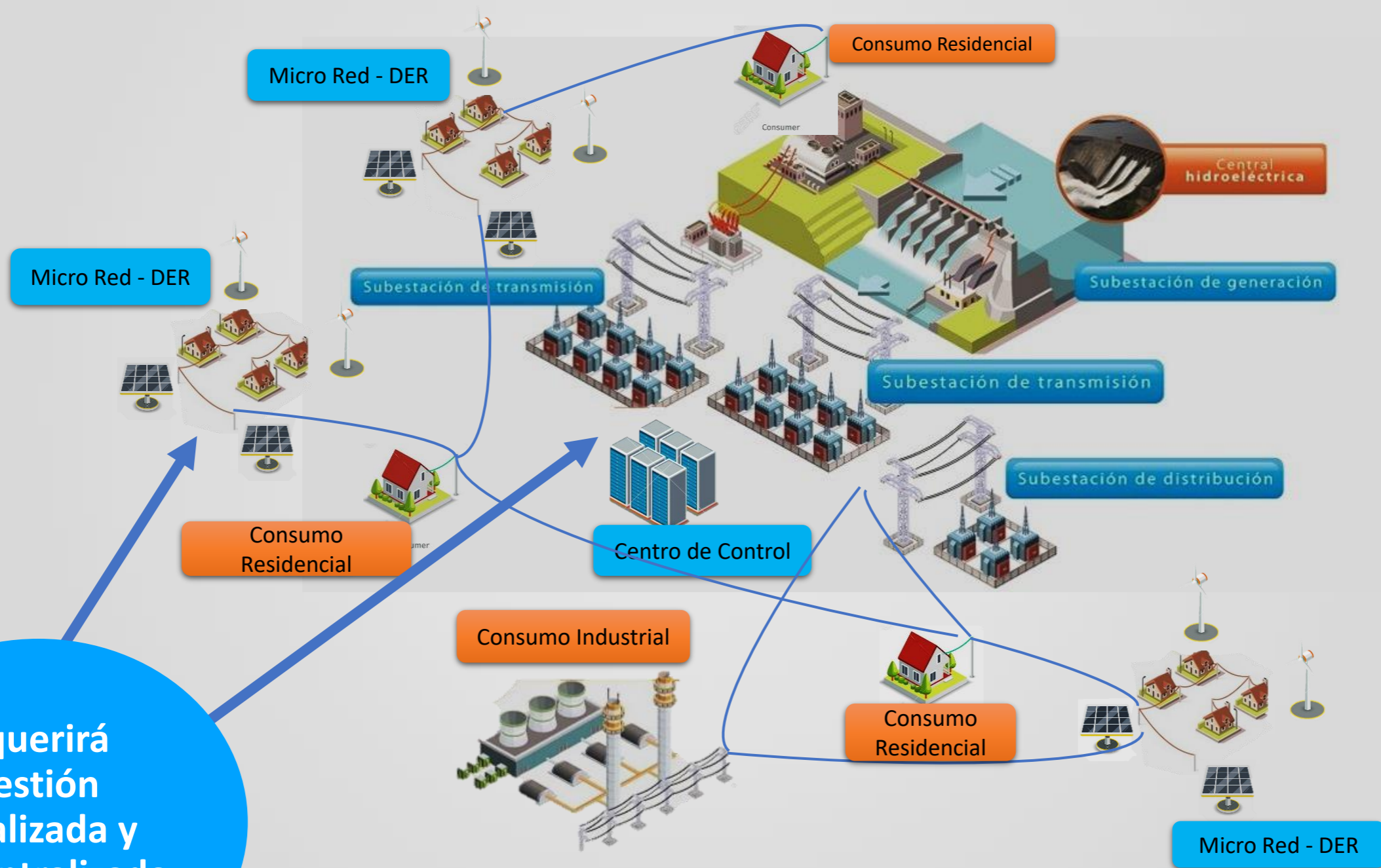
Para el 2030, el 27% de la población mundial vivirá en ciudades con más de 1 millón de habitantes. Se proyectan 41 megaciudades (más de 10 millones de habitantes)



En el 2016 el 54.5% de la población mundial es urbana, y se espera que para el año 2030 sea del 60%.

(Fuente: ONU-2016)

# En el futuro existirá un balance entre la generación centralizada y distribuida.



Se requerirá una gestión centralizada y descentralizada del riesgo

# Riesgos de la generación distribuida para los mercados de energía eléctrica

## Riesgos:

- ✓ **Operacionales:** Sistemas más complejos de planear y coordinar. Especialmente en los picos de demanda.
- ✓ **Cibernéticos:** vulnerabilidad de los sistemas de operación y transaccional ante ataques de hackers.



## Gestión de Riesgos

- ✓ **Sistemas** para el monitoreo, control y optimización de toda la operación distribuida alineada con la operación centralizada.

- ✓ **Coberturas Operativas:**

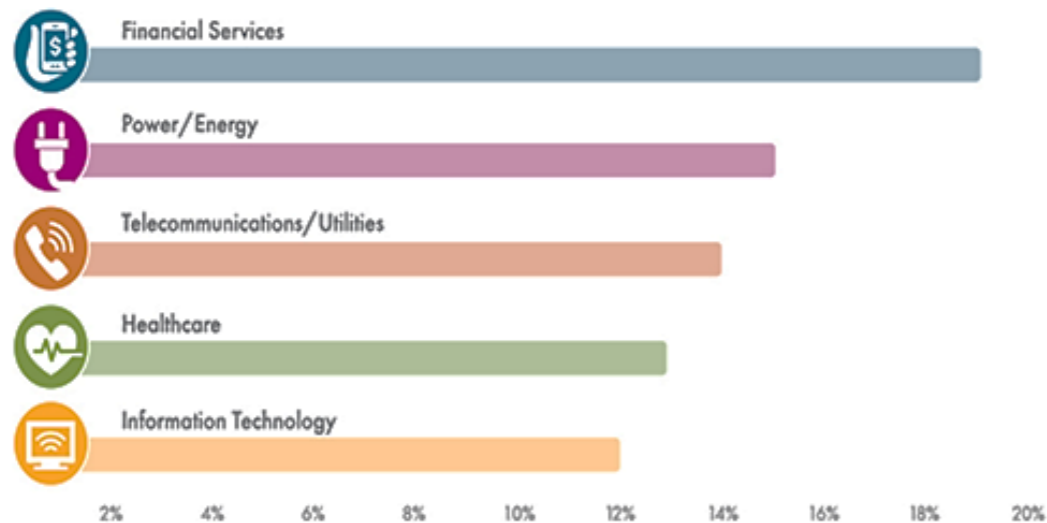
- Respuesta de la demanda
- Eficiencia energética
- Almacenamiento

## Integración al Mercado de estos mecanismos.

- ✓ **Ciberseguridad:** información, transacciones.



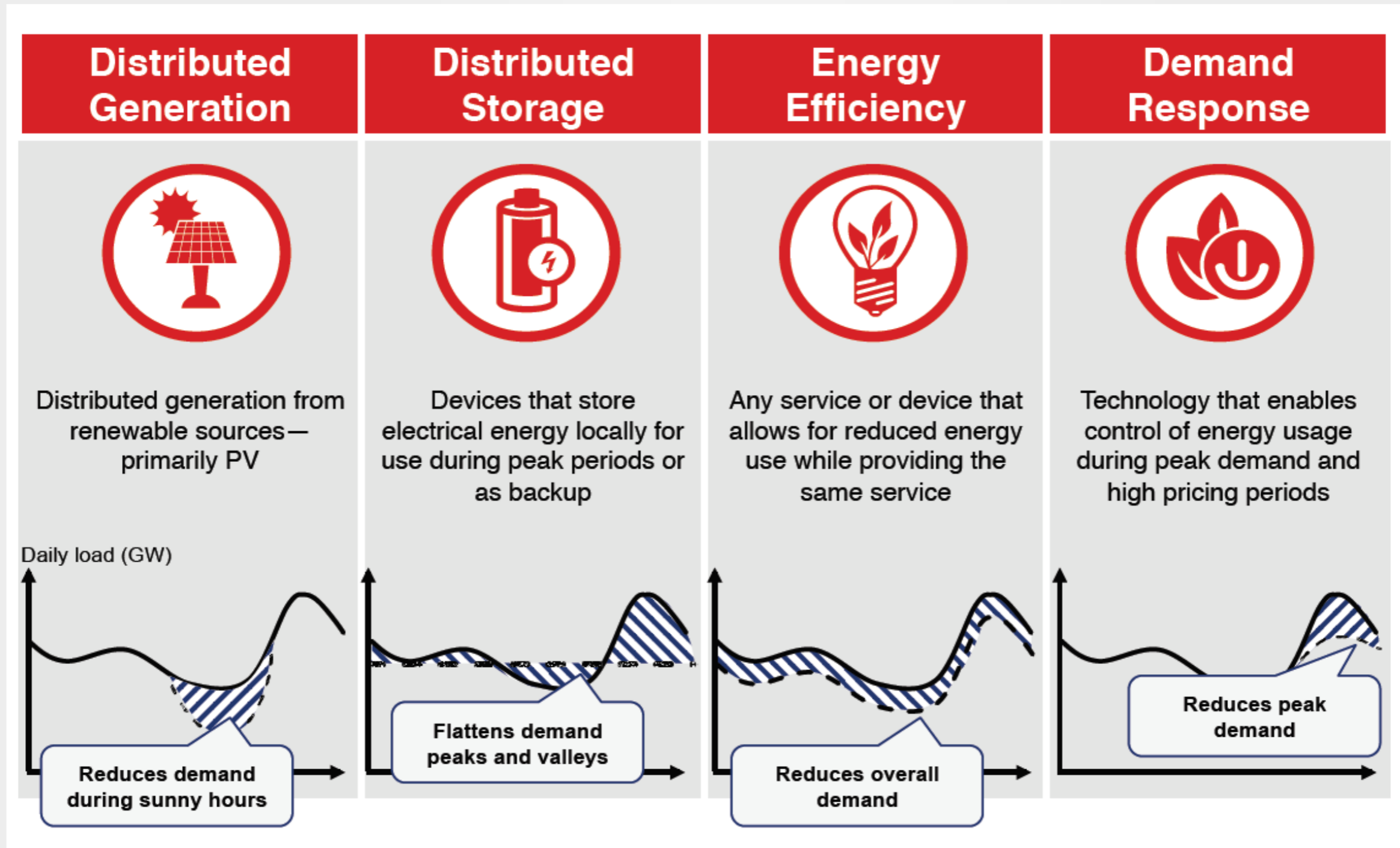
## Industries Most Likely to Face a Systemic Attack



SOURCE: Is Cyber Risk Systemic?, April 2017, Industries identified by experts as most likely to face an attack in 2017.

<https://www.businesswire.com/news/home/20170510005781/en/AIG-Study-Systemic-Cyber-Attacks-2017-Financial>

# ¿Cómo funcionan las coberturas operativas?

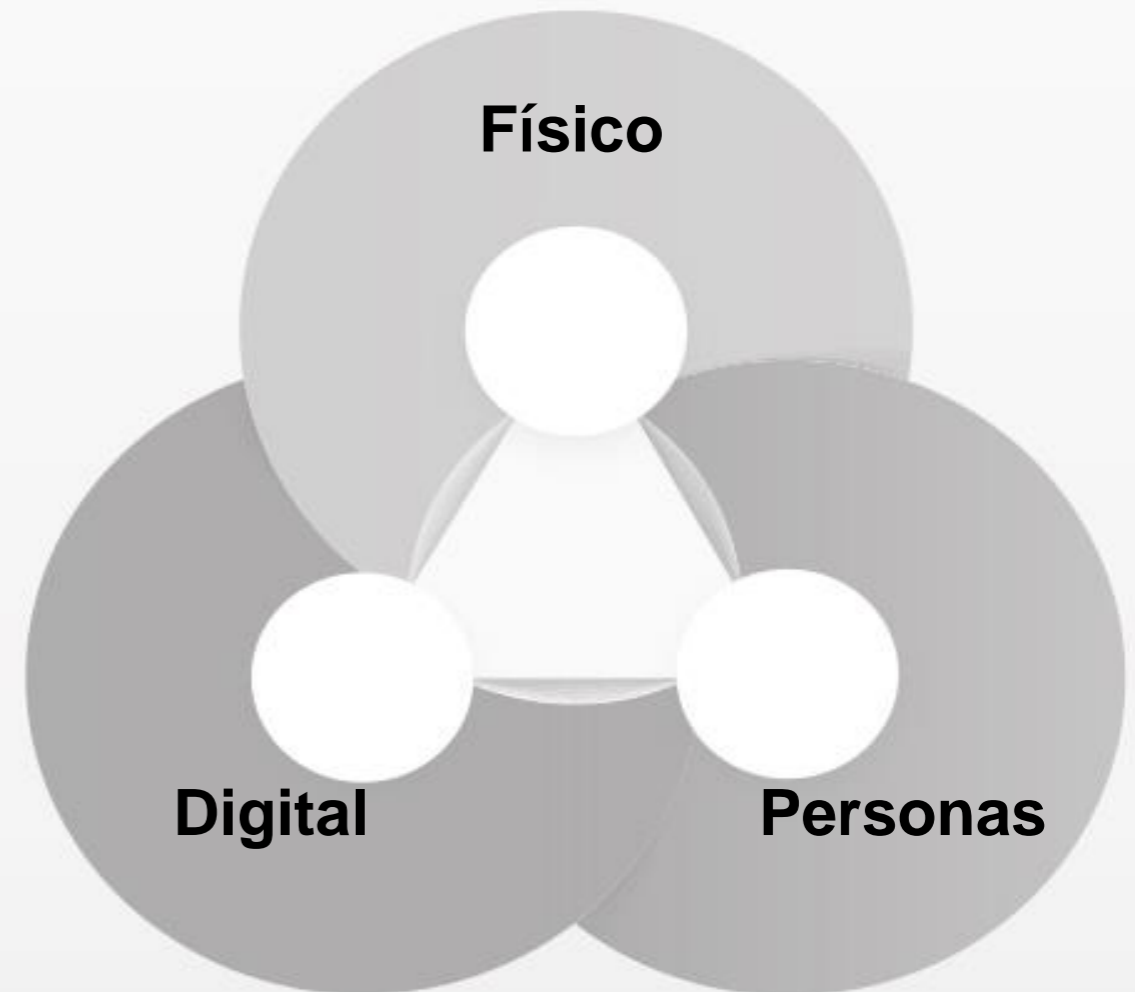


Fuente: Foro Económico Mundial (2017)

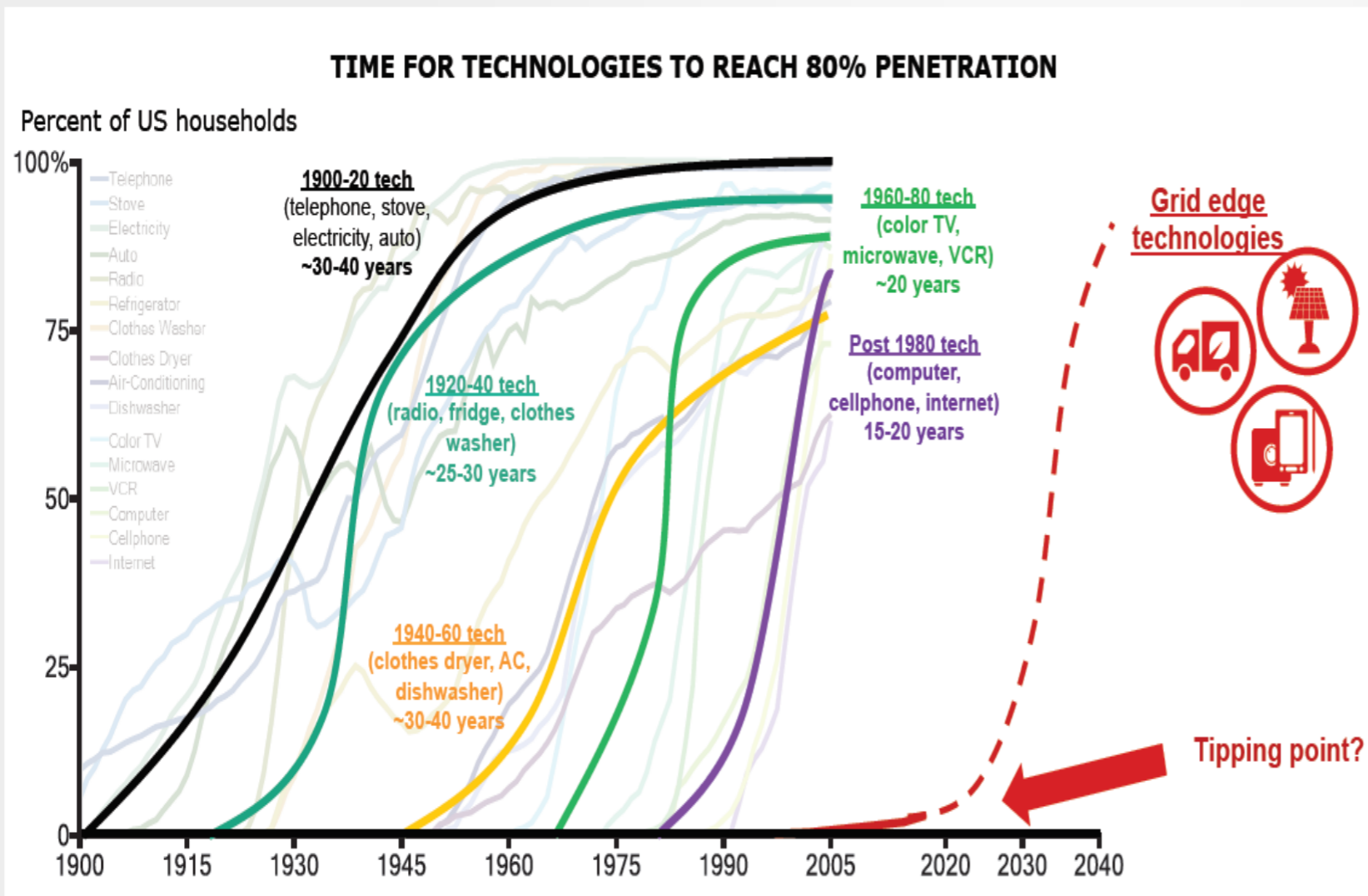
# 3. Innovación Disruptiva y Avances Tecnológicos – Digitalización de la economía



Digitalización de la economía: Fusión de tecnologías a través de mundos:



# Innovación Disruptiva y Avances Tecnológicos



Fuente: Foro Económico Mundial (2017)

Un sistema de electricidad más inteligente, más descentralizado y a la vez más conectado incrementa la confiabilidad, la seguridad, la sostenibilidad ambiental y trae **nuevas oportunidades de negocios**

La analítica y tecnología influirán en el consumo y nuevos modelos de negocio

- Medidores inteligentes
- Dispositivos inteligentes
- Infraestructura de Telecomunicaciones
- Vehículos eléctricos

# Riesgos de la Innovación disruptiva y avances tecnológicos – Digitalización de la economía

## Riesgos:

- ✓ **Riesgos operacionales:** Altos picos de demanda que estresan el sistema. Ejemplo: Carga de vehículos eléctricos, Internet de las cosas (IOT), etc.
- ✓ **Riesgos financieros:** altos precios de la energía en períodos pico por el mayor uso de estos dispositivos. Estos deben ser gestionados en tiempo real.
- ✓ **Riesgos cibernéticos:** vulnerabilidad en los sistemas de información ante ataques cibernéticos.



## Gestión de Riesgos

**Coberturas Operativas:**  
Respuesta de la demanda

**Sistemas de negociación y de información** para la compra y venta de energía eléctrica. Buscando simetría en información y competencia

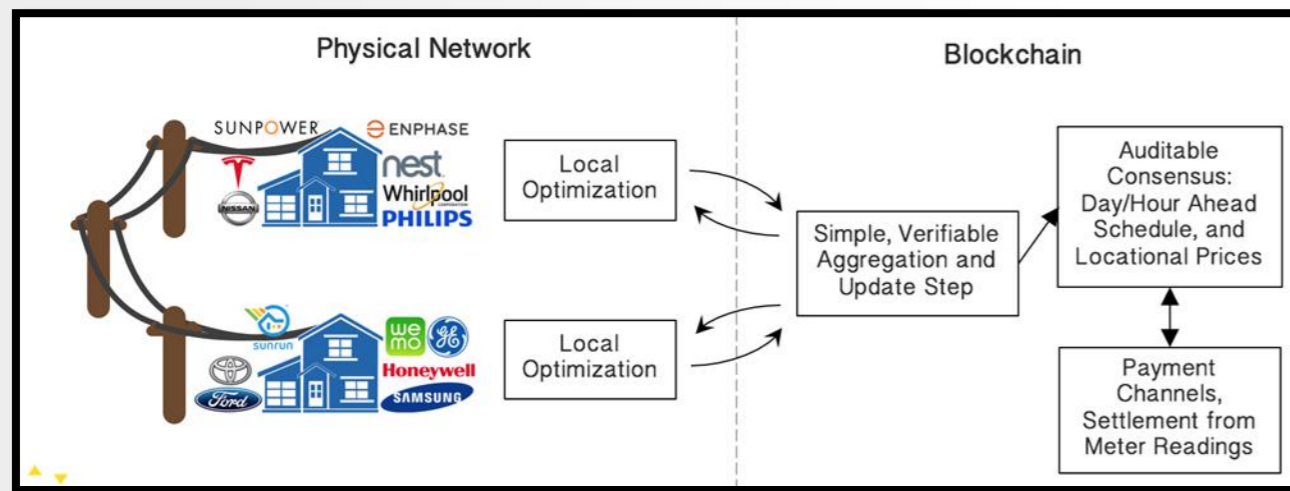
**Ciberseguridad:** información, transacciones.

**Portafolios** cada vez más diversificados y un mayor número de instrumentos en el Mercado para hacer una gestión más activa de las compras y ventas de energía.



# ¿Cómo funcionan Los sistemas de negociación y de información?

- Proveedores de energía eléctrica están implementando sistemas que permiten a microgeneradores vender su electricidad de forma directa al usuario residencial: **Plataformas P2P**
- Estas iniciativas usan tecnología **BLOCKCHAIN** mediante el uso de **contratos inteligentes** para resolver la negociación sin un centralizador ni intermediarios de dichas operaciones.
- Estas nuevas tecnologías que se basan en la digitalización han transformado los roles en la cadena de valor del sector eléctrico.



Fuente: UC Berkeley.

<https://escholarship.org/uc/item/80g5s6df>

**Intercambio de productos y servicios** entre el sector eléctrico y otros sectores mediante sistemas de **valores digitales**.



**Disponibilidad de la información cercana a la operación en tiempo real**



“

**Para afrontar estos nuevos retos se requerirá el diseño de un Mercado Completo que ofrezca todos los instrumentos de gestión de riesgos necesarios para que los agentes tengan mayor certeza en el flujo de sus ingresos y costos futuros**

# Los Mercados Completos de Energía Eléctrica



# Los Mercados Completos de Energía Eléctrica en este nuevo contexto

## Referentes de un mercado completo



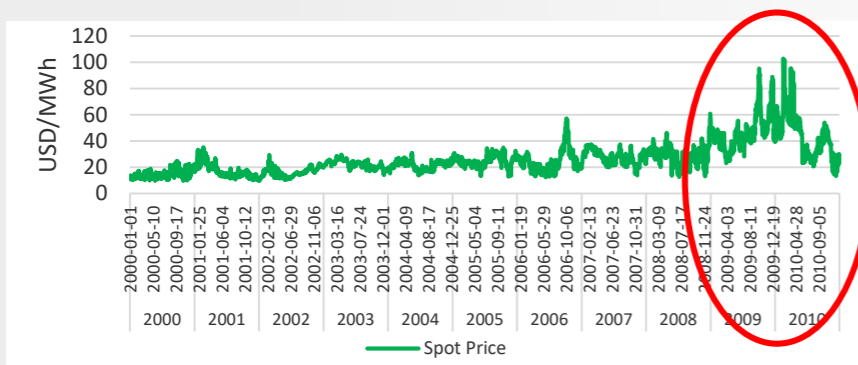
# ¿Cómo se puede lograr un mercado completo en Colombia?

Se requieren ajustes al diseño de Mercado de Energía en Colombia para afrontar los nuevos retos y realizar una gestión efectiva de los riesgos:

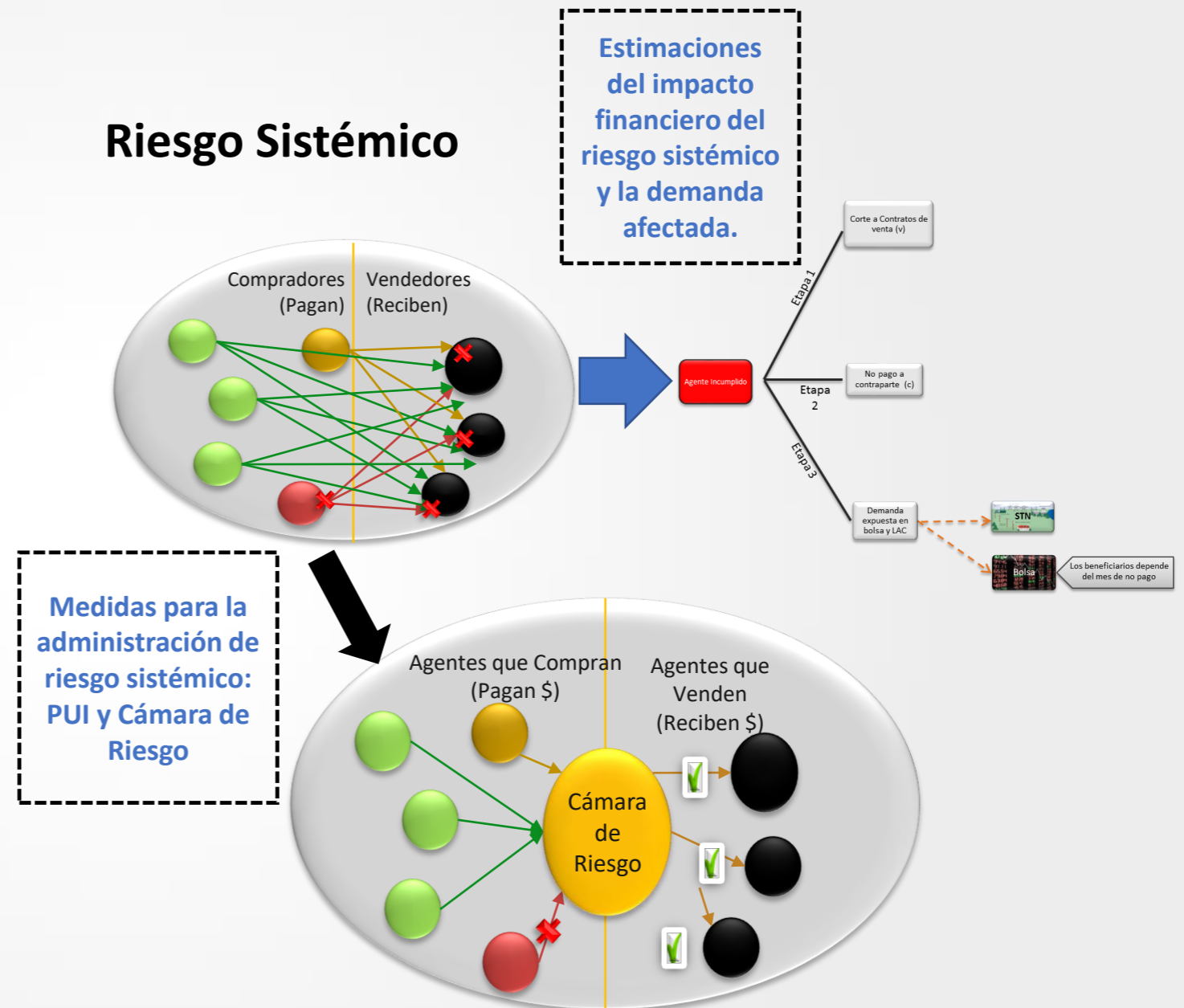


# Los riesgos financieros bajo este nuevo esquema de mercado completo

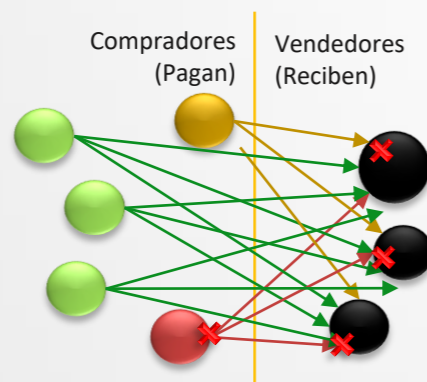
## Riesgo de Mercado



## Riesgo Sistémico

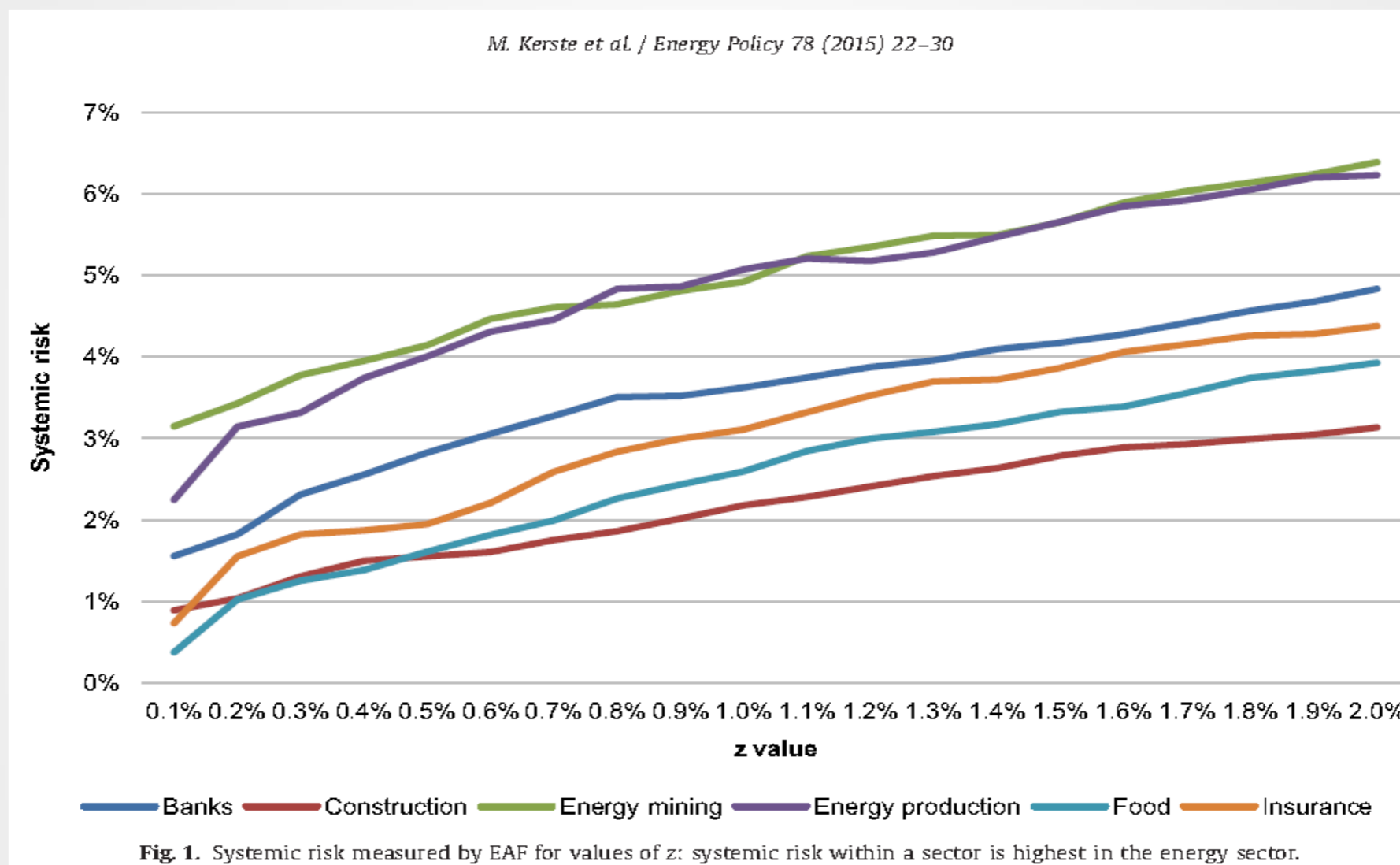


## Riesgo de crédito y contraparte



# Riesgo Sistémico – Algunas investigaciones

El sector energético es el sector más propenso a la materialización del riesgo sistémico.



<sup>1</sup> Tomado de: “Systemic risk in the energy sector—Is there need for financial regulation?”

M. Kerste, M. Gerritsen, J. Weda and B. Tieben

SEO Economic Research, Roetersstraat 29, 1018 WB Amsterdam.

# Los riesgos financieros en el mercado de Energía Eléctrica en Colombia

- Incumplimiento de obligaciones en el mercado
- Incumplimiento de pagos a las contrapartes en contratos de Largo Plazo
- Empresas con niveles de riesgo financiero inaceptables
- Asumir niveles de riesgo superiores a las capacidades de cada empresa



- Contratos de largo plazo no estandarizados
- Poder de Mercado
- Variabilidad de precios
- Alta exposición a bolsa



- Efecto Dominó
- Incumplimiento de Empresas tipo Comercializadores – Distribuidores
- Contratación bilateral sin garantías



# Las medidas de administración de riesgos financieros en Colombia:

## Mercado

- Medidas preventivas de exposición a bolsa (CROM)
- Pagos garantizados en el mercado
- Seguimiento financiero a participantes
- Futuros sobre energía Eléctrica con Cámaras de Riesgo

## Crédito y contraparte

- Contratos de largo plazo estandarizados
- Cámaras de Riesgo que compensen la contratación
- Cargo por confiabilidad

## Sistémico

- Prestador de Última Instancia (PUI)
- Cámaras de Riesgo que compensen la contratación bilateral
- Modelos estadísticos que generen alertas tempranas
- Mayor regulación

**Faltan nuevas herramientas e instrumentos para completar el Mercado y tener medidas más efectivas de administración ante este nuevo contexto**

# Nuevas herramientas para la gestión de riesgos financieros en los mercados de Energía Eléctrica

Front Office	Middle Office	Back Office
<ul style="list-style-type: none"><li>• Herramientas del trader</li><li>• Simulaciones</li><li>• Programación</li><li>• Nominaciones al operador del sistema</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Analítica de riesgo de crédito</li><li>• Analítica de riesgo de mercado</li><li>• Pronóstico de precio</li><li>• Simulaciones</li><li>• Stress Testing</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Liquidación</li><li>• Facturación</li><li>• Gestión de contratos y efectivo</li><li>• Reporte y control financiero</li></ul>
Reportes		

# La analítica como herramienta clave para la gestión de riesgos

Rango de análisis de riesgo

Incrementar el impacto del negocio

## 1. Informes

- Documentar para cumplir con exigencias regulatorias
- Hacer seguimiento a indicadores clave a lo largo de diferentes segmentos de riesgo

## 2. Analítica descriptiva

- Segmentación de portafolio y divulgación bajo Basilea II
- Análisis de calidad de portafolio con base en perfiles de riesgo para identificar deudores con mayor riesgo
- Cálculo de VaR histórico o no paramétrico

## 3. Analítica predictiva

- Cuadros de mando basados en pérdidas esperadas, clase de riesgo, entre otros.
- Definir componentes de riesgo para asegurar cobertura e identificar incumplimientos
- Varianza-covarianza del cálculo del VaR paramétrico

## 4. Analítica prescriptiva

- Modelos PD, LGD y EAD\* para asignación de capital y definición de reservas
- Cálculo de VaR usando simulación Monte Carlo
- Stress testing en múltiples dimensiones incorporado escenarios macroeconómicos

← Análisis histórico o no paramétrico →

← Análisis paramétrico →

← Simulaciones →

Incrementar la sofisticación de la solución

\*Probability of Default (PD), Loss Given Default (LGD), and Exposure at Default (EAD)

# Las estrategias para la negociación de energía Eléctrica y la gestión de riesgos financieros están evolucionado

	Estrategia de trading		
	Spot	Cobertura	Arbitraje
Recursos y capacidades	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Una mesa de negociación</li> <li>• Equipo de operaciones pequeño</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Personal adicional para actividades de coberturas de riesgo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mesa de negociación separada: cobertura y arbitraje</li> </ul>
Gobierno y control	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Políticas y controles para gestionar las transacciones físicas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Políticas y controles adicionales de cobertura (derivados financieros)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Incremento de supervisión de gestión de riesgo financiero (ejemplo: proceso de aprobación de la estrategia comercial)</li> </ul>
Entrega del servicio	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estructura simple</li> <li>• Posición de pérdida o ganancia</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estructura se incrementa para gestionar estrategias de cobertura</li> <li>• Análisis de cobertura y de escenarios (what-if)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estructura crece para gestionar estrategias de cobertura y arbitraje</li> <li>• Informes de riesgo mejorados para administrar estrategias de trading</li> </ul>
Implementación y cambio	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistema especializado</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistema especializado</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Análisis de riesgos mejorados</li> </ul>

# El mercado para la contratación de Energía Eléctrica también debe evolucionar:

Desde 2010 se han realizado importantes estudios en el sector eléctrico colombiano donde se concluye que el principal problema del MEM es la forma como se realizan los procesos de contratación de la energía eléctrica\*.

La gran mayoría de los autores\*\* coinciden con el esquema propuesto



\* ECSIM

\*\*Oren, Wolak, EY, Jara, de Castro, Von der Ferth, PHC, entre otros autores.

# Mercados organizados vs OTC:

Exchange	OTC estandarizado
<p><b>Centralización</b></p> <p>Subastas que consolidan/aglomeran ofertas y demandas</p> <p><b>Concentración de liquidez.</b></p>	<p>No existen subastas en el OTC estandarizado, y por tanto NO hay concentración de liquidez.</p>
<p><b>Anonimato</b></p> <p>Cámara de riesgo permite que las transacciones se realicen de forma anónima.</p>	<p>Las asignaciones NO son anónimas, dado que se establecen cupos de crédito entre vendedores y compradores</p>
<p><b>Formación eficiente del precio</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ofertas sin primas de riesgo al existir Cámara de Riesgo.</li> <li>• No hay discriminación de agentes</li> <li>• Subasta primaria competitiva</li> <li>• Mercado secundario permite gestionar el riesgo financiero</li> </ul>	<p>Las ofertas de los agentes incluyen primas de riesgo: solo luego de la transacción se conocerá la contraparte y, dado que el riesgo sigue siendo bilateral, el oferente tiene en consideración que la contraparte en la casación puede tener un riesgo alto.</p>
<p><b>Gestión eficiente del riesgo</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mitigación del riesgo de contraparte y sistémico, al tener operaciones respaldadas por una Cámara de Riesgo.</li> <li>• Neteo de garantías.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El riesgo es bilateral, y es gestionado por cada agente dependiendo de los cupos de crédito otorgados.</li> <li>• Dificultad para hacer gestión activa del riesgo</li> <li>• No existe Neteo de garantías.</li> </ul>
<p><b>Cascada de los contratos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Permite la cascada de contratos, lo que permite hacer una gestión más efectiva de las compras y ventas de energía, así como en la gestión de riesgos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No se da la cascada de contratos, las contrapartes mantienen la obligación durante toda la vida del contrato, o hasta que consigan una nueva contraparte.</li> </ul>
<p><b>Traslado a la tarifa</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Precio formado de forma eficiente, a través de un mercado estandarizado.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El traslado a la tarifa se construye con los precios que se establecen de manera bilateral en la contratación.</li> </ul>

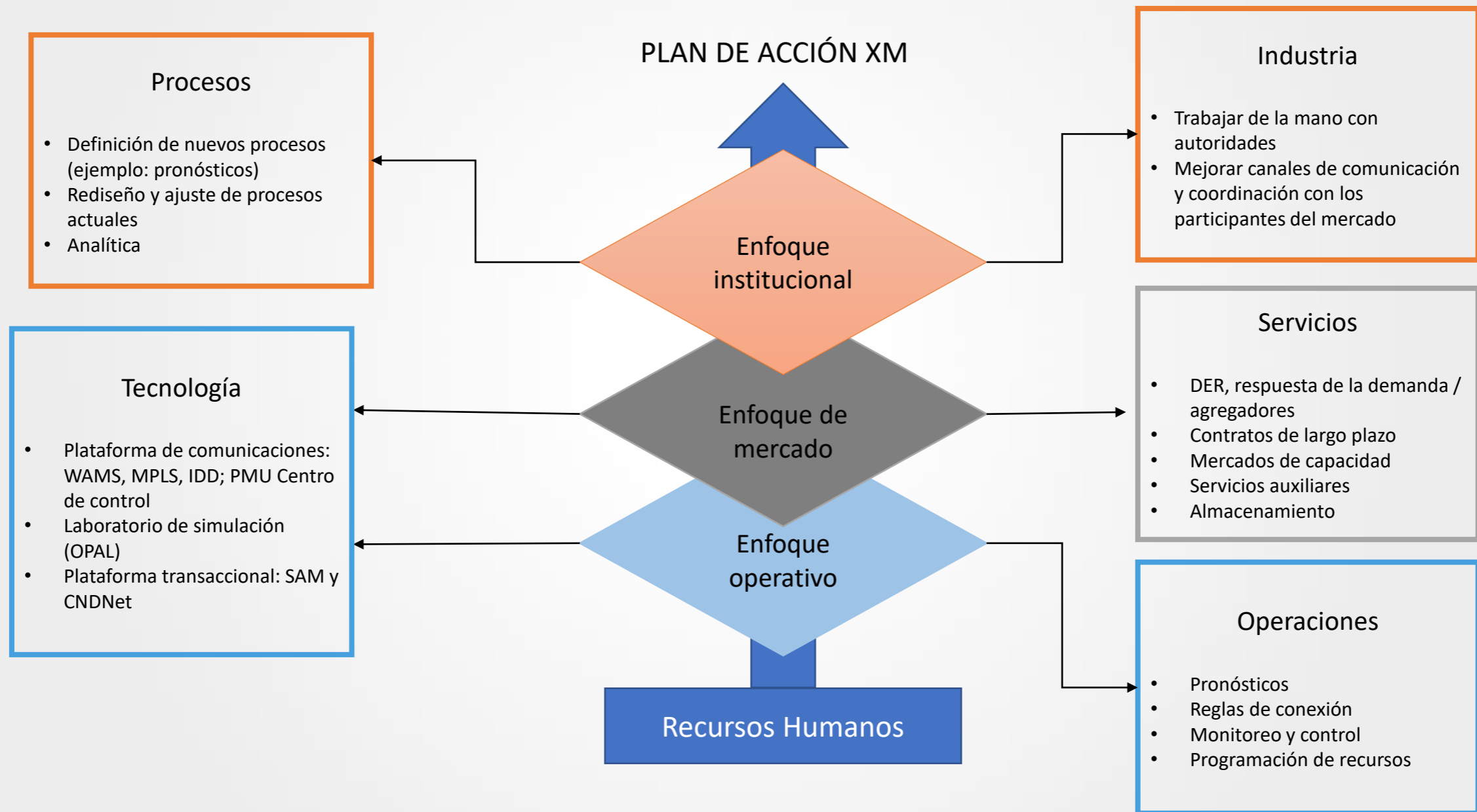
# ¿Qué existe actualmente en Colombia para el sector eléctrico?

## Mercado de Futuros sobre energía eléctrica



CARACTERISTICAS DEL CONTRATO DE FUTURO	
Activo Subyacente	Precio de la electricidad (24 horas)
Tamaño del contrato	Contrato de <b>360.000 kWh</b> y Mini contrato de <b>10.000 kWh</b>
Generación de contratos	Mensual – Actualmente <b>24 meses</b>
Garantía en CRCC	23 % - 15% dependiendo del plazo
Método de liquidación	Liquidación financiera contra precio de Bolsa

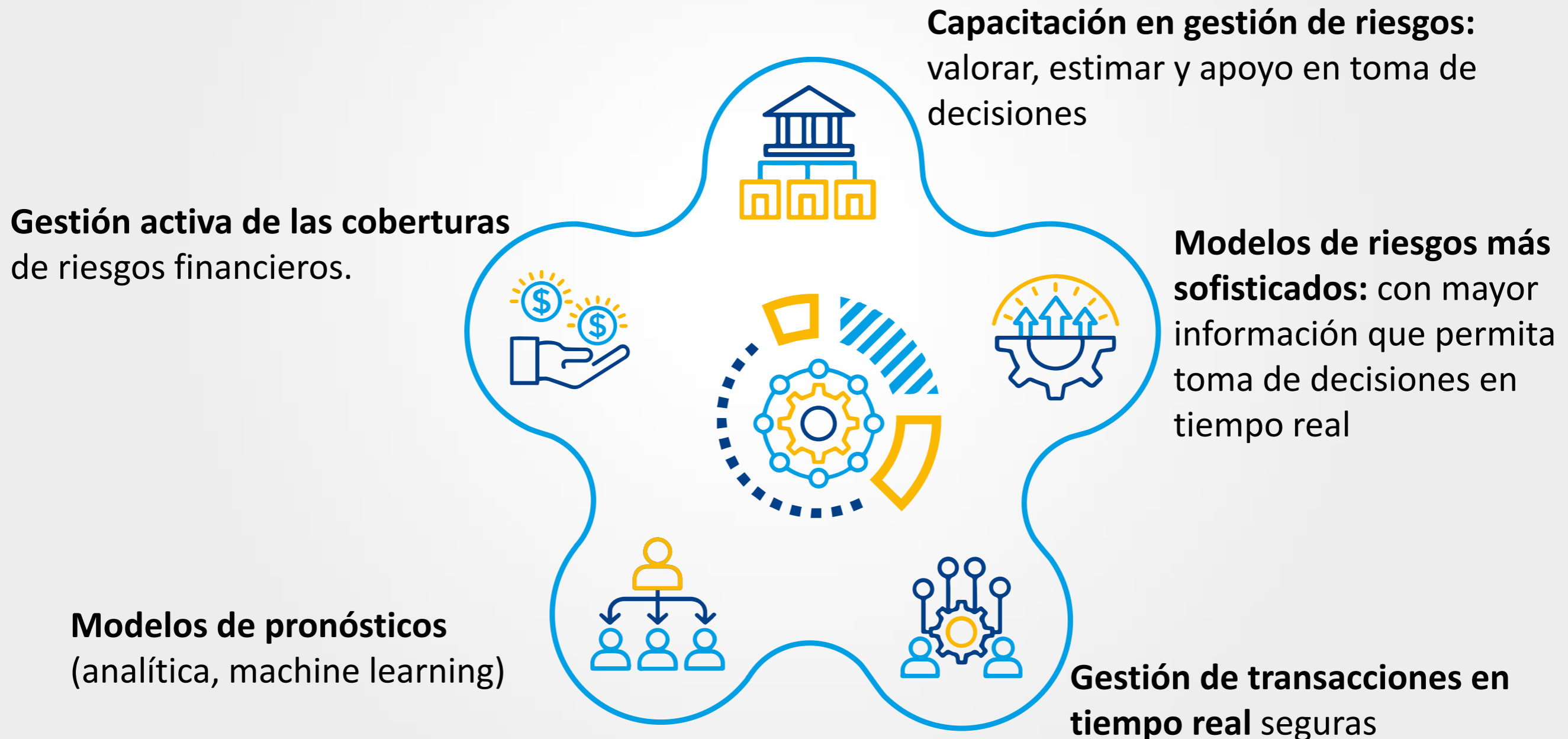
# ¿Qué estamos haciendo ante este nuevo contexto de riesgos para el mercado de Energía Eléctrica en Colombia?





# Conclusiones:

El contexto de los mercados de energía eléctrica está cambiando y debemos prepararnos en la gestión de riesgos para afrontar los nuevos retos. Será necesario seguir evolucionando:





# 1<sup>ER</sup> SEMINARIO IBEROAMERICANO CIGRÉ - SIAC 2018

Nuevos horizontes del sector eléctrico  
y retos para Colombia