

SMART GRID EN EL PERÚ: Retos y Factores Críticos de Éxito

Ing. Javier Alexander Muro Rosado
Gerente Corporativo Comercial
Grupo Distriluz

1. Introducción

El mundo vive hoy en la era inteligente o denominada popularmente como era “Smart”, cuyos atributos son asociados a las diferentes actividades donde existe una participación intensiva de las tecnologías de información y comunicaciones (TIC’s), así tenemos hoy elementos que van desde un Smart TV hasta un Smart Home o Smart City. Por lo que; estar “conectados” hoy, se convierte en una necesidad cada vez mayor sin distinción de sectores o grupos de habitantes.

En la presente publicación trataremos sobre la Red Eléctrica Inteligente - Smart Grid, cuyo concepto rompe con algunos paradigmas de la red eléctrica convencional como son: la producción centralizada, la interconexión eléctrica, el almacenamiento de la energía, la diversificación de fuentes de generación, la capacidad unidireccional de las redes, la participación pasiva del consumidor en las transacciones, la elasticidad de la curva de demanda, la optimización de los recursos energéticos y la administración de los elementos de la red.

Partiremos del enunciando que ***“la red que se construye hoy debe satisfacer las necesidades del mañana”***. En ese sentido, haremos un juicio de valor sobre la evolución de la Smart Grid en el contexto global, regional y, propondremos ambiciosamente factores críticos de éxito, para su implementación en el Perú.

Como antecedentes; se tiene que en el 2012, OSINERGMIN llevo a cabo un estudio internacional para el diagnóstico e implementación de las redes eléctricas inteligentes en el Perú, desarrollado por la consultora española INDRA. Asimismo, se han realizado diversos congresos y seminarios sobre el tema; sin embargo, aún no existe una política o regulación expresa sobre el particular.

2. Algunas definiciones

- La Plataforma Tecnológica Europea de Smart Grids (Smart Grids: European Technology Platform) la define como “la aplicación de nuevas tecnologías de comunicación e información digital, para gestionar en forma eficiente los recursos de generación, transmisión, distribución y las instalaciones del cliente. Esto, con el objetivo de conseguir un suministro eléctrico eficiente, seguro y sostenible”.
- El Departamento de Energía (DOE) de EE.UU., señala que “la red del 2030 prevé un network de distribución de la energía completamente automatizado que monitorea y controla todo cliente y nodo, asegurando un flujo bidireccional tanto de informaciones como de electricidad entre la central y el dispositivo final, y todos los puntos en ello incluidos”. Las Redes Inteligentes ocupan “tecnología digital para mejorar la fiabilidad, la seguridad y la eficiencia del sistema eléctrico”.
- Electric Power Research Institute (EPRI) de EE.UU., señala que “el término Smart Grid hace referencia a la modernización del sistema de entrega de energía eléctrica de manera que este pueda monitorear, proteger y optimizar automáticamente las operaciones de sus elementos interconectados – desde los generadores centralizados y distribuidos a través del network de alto voltaje y el sistema de distribución, hasta los usuarios industriales y los sistemas de automatización de edificios, las instalaciones de almacenaje de energía y los usuarios finales con sus termostatos, vehículos eléctricos, electrodomésticos y otros aparatos”.
- El Instituto de Ingeniería Eléctrica y Electrónica (IEEE), señala que “Smart Grid no es un fin sino, un camino que permitirá en el futuro la producción de una energía más limpia y un uso eficiente de la energía, apoyando el desarrollo de otros proyectos que vendrán como, autos eléctricos, uso de paneles solares para producción de energía, almacenamiento de energía, domótica, etc.”.

Aplicando estas definiciones en un entorno; en el cual, gran parte de los consumidores desconoce la cantidad de energía que consume, la opción tarifaria justa o como administrar su consumo, nos invita a proponer reformas en políticas sectoriales orientadas a maximizar el bienestar social mediante

la implementación progresiva de Smart Grid, debido a que las compañías eléctricas por sí solas no promocionarán el uso racional de la energía en la medida que tengan un impacto económico positivo.

Cabe señalar que, con la cantidad de información disponible al respecto, (por ejemplo obtenemos cerca de 2 millones de páginas web de resultados si “Googlear” la palabra Smart Grid) el desafío es sin duda diferenciar la información entre lo que llamaremos “la presión de la demanda” – objetivo del análisis por ser una necesidad real - y “la presión de la oferta” – que excluimos del análisis por el natural interés económico de los agentes.

La publicación está organizada de la siguiente forma. En el capítulo II se presentan los antecedentes con la problemática de la red convencional, una reseña breve de las redes inteligentes y un benchmarking global de implementación. En el capítulo III, se presentan los factores críticos de éxito para la implementación de las redes inteligentes bajo un enfoque sistémico. En el capítulo IV, se presenta la transformación paulatina de una red convencional en inteligente, la identificación del punto de partida y la propuesta de la ruta a seguir en el Perú y en el capítulo V, se presentan las conclusiones más importantes.

3. Antecedentes

i. Problemática de la red convencional

El modelo de la red de electricidad convencional, data desde mediados del siglo XX, donde la característica principal es que los centros de producción o generación eléctrica son fuentes centralizadas de hidroelectricidad, nucleares, recursos fósiles no renovables y energías renovables (solar, eólica, etc.), estas últimas con un crecimiento exponencial en los últimos años. Los centros de producción están generalmente enmallados entre sí e interconectados a los centros de transformación en muy alta o alta tensión mediante largas extensiones de red de transporte. A partir de estos centros de transformación en alta, media y baja tensión se tienden redes de distribución hacia los puntos de consumo final (consumidores), ver Gráfico No. 01.

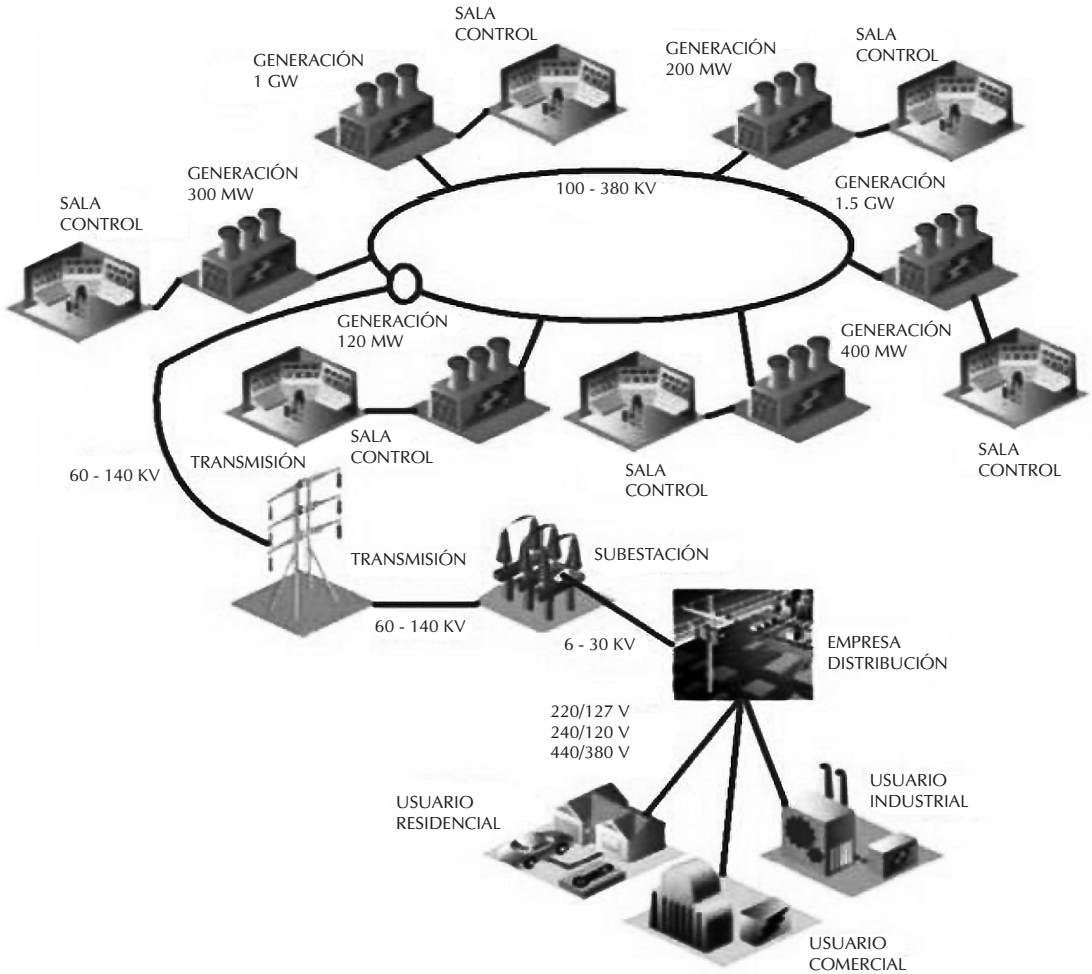
El modelo de la red convencional considera que la energía eléctrica no se puede almacenar en grandes cantidades, con economías de escala

y, donde la demanda de los consumidores debe ser igualada en forma horaria con la producción de electricidad centralizada o enmallada en un sistema eléctrico interconectado. En este contexto, la generación tiene un rol “activo” y la demanda de los consumidores un rol “pasivo”. Todos estos elementos definen los atributos característicos de la red convencional, como son las pérdidas técnicas de energía, el despacho económico centralizado, la estabilidad del sistema y la coordinación de la protección eléctrica.

Antes de la década de los 90, el sector eléctrico en los diferentes países de la región estaba verticalmente integrado, manejado por empresas públicas que atendían en conjunto la generación, transporte, distribución y comercialización de electricidad. Sin embargo, en el marco de las reformas de los servicios públicos y la liberalización de mercados, se realizó la desintegración vertical y la privatización en algunos países (Chile, Colombia, Perú, etc.), constituyéndose en forma independiente empresas de generación, transporte, distribución y/o comercialización. Algunos países han mantenido el modelo integrado y de empresa estatal (México, Ecuador, etc.).

En el caso peruano, existen 03 tipos de agentes: Los generadores, los transmisores y los distribuidores. Las transacciones entre los diferentes agentes, se dividen en i) la comercialización del mercado de corto plazo (ventas entre agentes generadores, cuyo despacho lo realiza el operador del sistema interconectado nacional - COES), ii) el mercado mayorista (ventas de generador a distribuidor) y iii) las ventas a los usuarios libres y regulados. Las ventas a clientes libres pueden realizarse por el generador o el distribuidor y las ventas a los clientes regulados únicamente las realizan los Distribuidores.

Grafico No. 01
Modelo de la Red Convencional



Fuente: Article Evolution Of The Electricity Networks Towards Smart Grid In The Andean Region Countries – Junio 2013

ii. Smart Grid

El término Smart Grid, se introdujo en septiembre del 2005 en la revista IEEE Power & Energy, donde se hacía referencia a las herramientas, tecnología, control y comunicación, para permitir que las redes de energía sean capaces de autorregularse.

El origen de este nuevo concepto parte de los intentos por usar controles de consumo a través de medidores y monitorización. Es así que a partir de 1980 se instalaron en forma masiva medidores de electricidad para monitorear las cargas de millones de clientes. En 1990, se instalaron los primeros medidores capaces de determinar la curva de demanda de los clientes. En el 2000, Italia desarrolló el primer proyecto de Smart Metering instalando medidores en 27 millones de hogares conectados a través de una línea de comunicación.

En abril de 2006, el Consejo Asesor de la Plataforma Tecnológica de redes tecnológicas del futuro de Europa presentó su visión de Smart Grid.

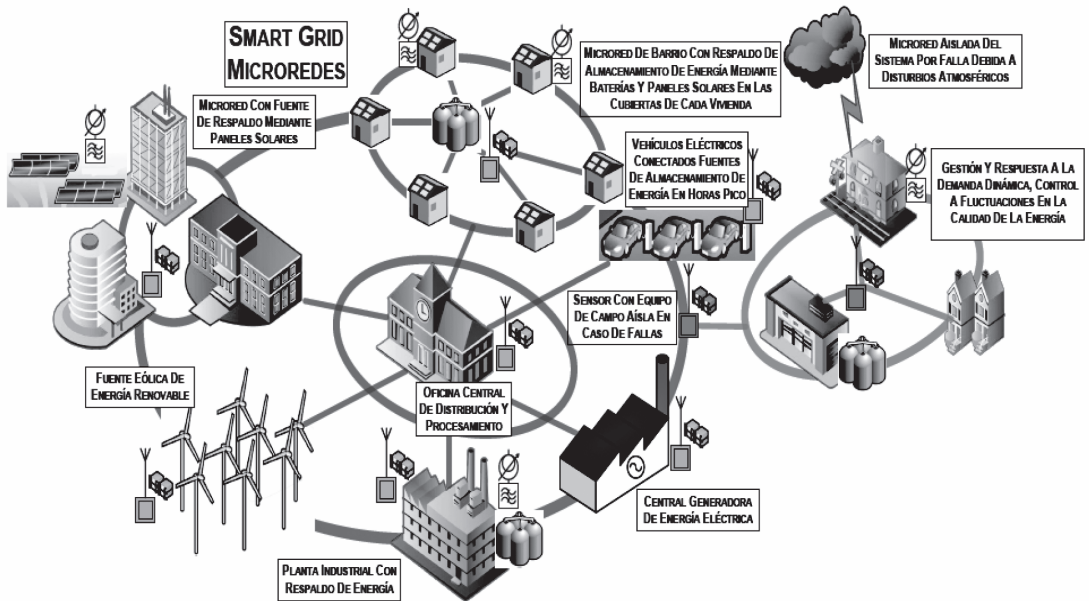
En el 2007, se publicó la Agenda Estratégica de Investigación. En esta, se describen las áreas a ser investigadas, técnicas y no técnicas, que conducirán a una investigación concreta dentro de la Unión Europea y sus Estados Miembros.

Se puede observar que, actualmente no existe un consenso en las definiciones, no obstante a nivel mundial existen diversos proyectos implementados de redes inteligentes en los cuales se integran las tecnologías de la información y la infraestructura eléctrica creando la denominada “Internet de la energía”.

El nuevo modelo de Smart Grid (ver Gráficos No. 02 y No. 03), transforma la concepción de la red eléctrica permitiendo:

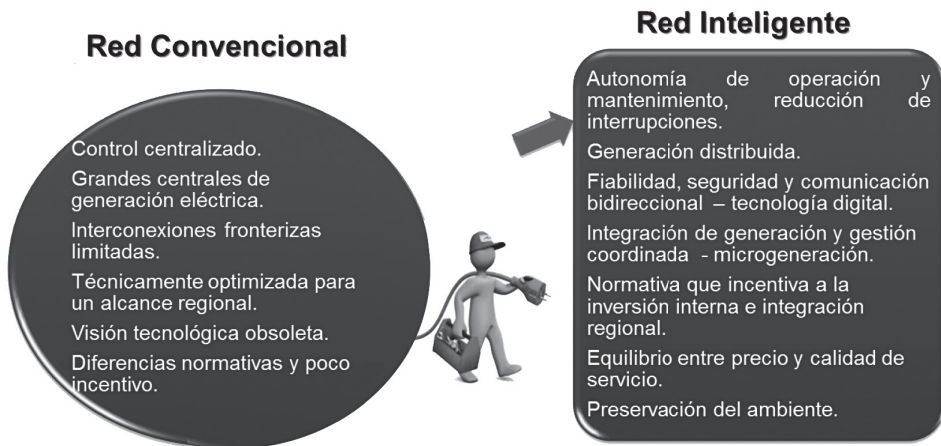
- La participación activa de los consumidores o el ingreso de nuevos agentes (generadores locales renovables, autos eléctricos, etc.), entregando y recibiendo energía a la red, promoviendo la diversificación de fuentes de suministro y la aparición de nuevos mercados.
- Contar con una red con autonomía operativa, la cual en tiempo real identifique puntos de falla de manera predictiva, permitiendo la rápida y óptima reposición del servicio eléctrico ante ocurrencias, desastres naturales o ataques al sistema.
- La utilización eficiente de los activos de la red, optimizando las pérdidas técnicas y controlando las pérdidas no técnicas de energía.
- La administración de la demanda ofreciendo una óptima señal de precios a los consumidores.

Grafico No. 02
Modelo de SMART GRID



Fuente: Article Evolution Of The Electricity Networks Towards Smart Grid In The Andean Region Countries – Junio 2013.

Gráfico No. 03
Hacia el nuevo Modelo



Fuente: Elaboración propia

iii. Benchmarking

En el análisis de la información de los diferentes países que han implementado el modelo Smart Grid, se verifica que estos son “sistemas a la medida”; por tanto, se puede enunciar que los inductores que sustentan su aplicación son específicos para cada región; país; mercado o empresa.

En el Cuadro N° 01, se muestra algunos inductores para la implementación de Smart Grid en distintas regiones:

Cuadro No. 01
Benchmarking de Inductores SMART GRID por Región

Inductor/ Región	USA, Canadá	Europa	Asia	Latinoamérica
Económico/ Social	- Estimulo al crecimiento país. - Fortalecer suposición tecnológica.	- Integración regional de mercados. - Consolidar la liberalización y desregulación de mercados.	- Incremento de ingresos por fabricación y exportación de nuevas tecnologías.	- Reducir costo de la energía.
Operativo	- Reducir OPEX - Mejorar gestión de activos.	- Reducir OPEX - Mejorar gestión de activos.		- Reducir OPEX y cargos fijos. - Mejorar gestión de activos. - Reemplazo de tecnología obsoleta.
De Calidad	- Mejorar SAIDI/SAIFI			- Mejorar SAIDI/SAIFI
Seguridad	- Respuesta a desastres naturales o ataques. - Independencia energética.	- Crear la super red Europea.	- Integración eléctrica local.	- Integración eléctrica regional.
Eficiencia	- Eficiencia Energética. - Administración de la demanda en horas punta. - Integración de ER		- Eficiencia Energética.	- Reducir y controlar pérdidas no técnicas. - Eficiencia Energética.

Medio Ambiente		<ul style="list-style-type: none"> - Masificar la generación distribuida con ER. - Cumplir con el programa 20-20-20 		<ul style="list-style-type: none"> - Mayor participación de ER.
----------------	--	---	--	--

Fuente: Elaboración propia

4. Algunos datos importantes

- La Unión Europea, en el 2007 fijó el “plan 20-20-20” – hasta el año 2020 la meta es 20% de energía renovable y de reducción de emisiones de CO₂ y, el 80% de energía de fuentes renovables para el año 2050.
- En Alemania se estima existen 500,000 medidores inteligentes instalados por iniciativa de las empresas eléctricas.
- El gobierno de Francia anunció la instalación de 35 millones de medidores inteligentes entre el 2013-2018 a cargo de la ERDF.
- Estados Unidos mantiene el plan Smart Grid Investment Grant Program (SGIG), que es una iniciativa público-privada de 7.8 millones US\$ que provee fondos a 99 proyectos, incluye 18 millones de Smart meters y sistemas automáticos de Distribución y Transmisión. Asimismo planteó en el año 2007 la transformación integral del sector energético como política nacional. Mantiene políticas de reducción de emisiones de CO₂ e incentivos económicos (cap and trade).
- En Canadá, el 75% de su electricidad generada procede de fuentes no emisoras, gracias a la energía hidráulica y nuclear. La energía eólica junto a otras formas de micro-generación, supondrán una pieza clave en la modernización de la red y del desarrollo de las tecnologías relacionadas con las “Smart Grids”.
- En Asia, Corea del Sur destaca en la aplicación de Smart Grid, China experimenta crecimiento en la fabricación de componentes. En medio Oriente, existen ciudades inteligentes como Abu Dahbi -Masdar City y Qatar – Energy City. Japón, en la Cumbre sobre Cambio Climático de la ONU en el 2009, anunció como objetivo a medio plazo la reducción de un 25% de las emisiones de CO₂ para el 2020, en comparación con 1990.

- Australia ha fijado como objetivo la reducción de emisiones del 60% respecto a los niveles del año 2000, para el año 2050 y un mínimo de 5% y máximo de 25% para el año 2020. Además, para el año 2020, el 20% de la energía generada debe proceder de ER.
- Latinoamérica tiene un avance moderado en Smart Grid, no obstante en la Convención de Río+20 se acordó la necesidad de tender hacia la integración energética. Existe un enorme potencial de energías renovables. Brasil es el líder en impulsar y ejecutar programas pilotos de energía eficiente y cambio en la regulación.
- África está en sus inicios para la aplicación de redes inteligentes Smart Grid.

En el Cuadro N 02, se muestra una recopilación global de iniciativas y proyectos Smart Grid.

Cuadro No. 02
Proyectos Smart Grid en el mundo

País	Proyecto	Empresa(s)	Descripción
España	SmartCity-Málaga	ENDESA	Proyecto impulsado por once empresas, comprende a 300 clientes industriales, 900 de servicios y 11,000 clientes residenciales. Instalación de paneles FV en edificios públicos y viviendas, el uso de microgeneración eléctrica. Existirán sistemas de almacenamiento energético en baterías. Se potenciará también el uso de coches eléctricos, con la instalación de postes de recarga.
España	Proyecto STAR Castellón	IBERDROLA	175.000 clientes contarán con este servicio que permitirá mejorar la calidad del suministro eléctrico, al disminuir las incidencias. Renovación de más de 100.000 contadores que dan servicio a sus clientes.
España	Programa CENIT GAD	Iberdrola, Red Eléctrica, Gas Natural Fenosa	Gestión Activa de la Demanda (GAD) es un proyecto de I+D+i financiado por el Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial (CDTI) en el marco de la iniciativa CENIT. El presupuesto de 23,3 millones de euros

Holanda	Amsterdam Smart City	Accenture	El programa utiliza una Smart Grid con contadores inteligentes, tecnologías de edificios inteligentes y vehículos eléctricos para reducir el consumo de energía en los hogares, los edificios y áreas públicas y en el transporte
USA	SmartGridCity, Boulder, Colorado	Xcel Energy	SmartGridCity es una comunidad completamente integrada en una red inteligente en la que se incluyen sistemas de comunicaciones de banda ancha, subestaciones alimentadores y transformadores actualizados, contadores inteligentes y aplicaciones basadas en portales web.
China	Yangzhou, China	GE	Incluye una avanzada infraestructura de lectura con contadores inteligentes con precio dinámico que es el centro de los ahorros de energía en el hogar. Se incluyen sistemas de gestión de la energía en el hogar.
Brasil	Ciudad del futuro	CEMIG	Implementado en Sete Lagoas, sirvió para la implementación de tarifas en tiempo real. Redujo los costos de la energía, las pérdidas, y mejoró la calidad de suministro.
Brasil	Blumenau	CELESC	Cubre el sector de medición inteligente en 3670 consumidores, con tecnología PLC
Brasil	INOVGRID	EDP	Proyecto ejecutado en la ciudad Aparecida do Norte con 13,500 conexiones en zona urbana y rural, incluye medición a distancia, generación distribuida, movilidad eléctrica e iluminación eficiente. Tiene una inversión de R\$ 10 Millones.
Brasil	Búzios	ENDESA	Incluye tarifas horarias diferenciadas; la utilización de lámparas de LED en AP; eficiencia energética en edificios públicos, red de distribución con sistemas de control automáticos.

Chile	Santiago	ENDESA. Chilectra	Primer prototipo de ciudad inteligente de Chile. Allí se va a probar la integración de tecnologías como el Smart metering, la automatización de la red, los vehículos eléctricos, la iluminación pública y la generación distribuida
Argentina	Control y comunicación	EDENOR	Sistemas de telecontrol y supervisión de SET de AT y MT, telegestión de medidores y tendido de redes de comunicación.
Perú	Medición Inteligente	Hidrandina	En su primera etapa se han instalado 500 medidores con telemedición en clientes industriales y comerciales para la administración de la demanda, la optimización de la gestión operativa y el control de pérdidas no técnicas.

Fuente: Elaboración propia

5. Factores críticos de éxito

De acuerdo a lo indicado por el *Major Economies Forum*¹, existen numerosos factores que están favoreciendo la conversión de la red eléctrica convencional a una red inteligente. Entre los principales factores se indican los siguientes:

- a. Factores Tecnológicos:
 - Red de transmisión y distribución obsoletas.
 - Disminución de la fuerza de trabajo calificada.
 - Importantes inversiones de capital a nivel global para el desarrollo de nuevas tecnologías.
- b. Factores Normativos:
 - Voluntad política de algunos gobiernos;
 - Fomento de la generación distribuida a través de ER.
 - Incrementar la seguridad con la independencia energética.
 - Mejoras en la eficiencia del mercado.

1 «Technology Action Plan on Smart Grids», Report to the Major Economies Forum on Energy and Climate, 2009.

- c. Factores Económicos:
- Fiabilidad de la red eléctrica convencional.
 - Reducción de los costos de operación y mantenimiento.
 - Reducción de pérdidas en el sistema.
 - Equilibrio entre precio y calidad de servicio.
 - Surgimiento de nuevos mercados.
- d. Facturas Medioambientales:
- Reducción de emisión de CO₂.
 - Integración de la ER a la red eléctrica convencional;
 - Mejorar la eficiencia energética.
- e. Factores Sociales:
- Incentivar la participación activa del usuario en la gestión de su consumo energético.
 - Proporcionar al cliente opciones para el ahorro y el almacenamiento energético.

6. Enfoque sistémico de la red inteligente:

Desde nuestro punto de vista, y más allá de los beneficios de la red inteligente ya señalados, es posible enfocar de una manera sistémica los elementos que deben existir en un país para sustentar su implementación. Estos elementos se muestran en el Gráfico N° 03:

Gráfico No. 03
Elementos para la existencia de una Smart Grid



Fuente: Elaboración propia

Cabe señalar que, dichos elementos no deben ser tratados en forma aislada; por el contrario, su visión sistémica y su articulación uno con otro constituye una necesidad propia del proceso de implementación, que comprende a los diferentes grupos de interés (Stakeholders).

A continuación mostramos el detalle de cada elemento,

a) Incentivos Económicos:

Los beneficios económicos que tendrán los agentes (compañías eléctricas y consumidores), constituye el aspecto fundamental en la implementación de redes inteligentes Smart Grid. No asumir esta condición como necesaria, sería exponer la nueva red a la resistencia, oposición o indiferencia de alguno de ellos, con lo cual el fracaso sería inminente.

Cumplir con esta condición implicaría *beneficios*, los cuales se orientan; entre otros, a:

- Reducir costos en las empresas eléctricas con la optimización de la operación y recursos, las redes inteligentes Smart Grid brindan este elemento a través de la reducción de pérdidas técnicas del sistema y con ello aumentar el factor de carga, así como de los costos por operación y mantenimiento.
- Mejorar la calidad del servicio eléctrico brindado, este beneficio es prioritario para el normal desarrollo de diversas actividades económicas, desde el punto de vista del consumidor domiciliario así como para el sector comercial e industrial, por el valor agregado que generarían oportunidades de crecimiento económico e invertir en zonas de menor acceso al servicio eléctrico (sector rural).
- Generar nuevos mercados e integrar a nuevos agentes, donde existirían pequeños productores distribuidos o los consumidores se convertirían en los denominados “prosumers” – productores y consumidores al mismo tiempo. Para ello, resulta necesario adecuadas políticas de precio.
- Un mercado nuevo sería el relacionado con la medición y facturación de la electricidad. Al permitir mayor precisión se verán involucrados diferentes ámbitos: técnico, principalmente debido a la sustitución de los medidores con modelos digitales bidireccionales y a la instalación de sensores y dispositivos; renovar la gestión

comercial de las empresas comerciales de electricidad; así como para la regulación, promoviendo la necesidad de modificar las políticas tarifarias flexibles de acuerdo al nivel de la demanda.

Sin embargo, estos elementos deberán estar sujetos a determinado *aspectos por resolver*:

- Costos financieros: Por la cantidad de los sensores y dispositivos para mejorar la calidad de servicio y manejo de la información, requieren la inversión de grandes recursos financieros que pueden hacer poco rentable. Lo cual, con el incentivo a generar mayor demanda conllevaría la reducción de dichos costos y por ende a invertir aún más en nueva tecnología
- Infraestructura incompatible: Algunos de los elementos actuales podrían resultar no compatibles con nuevos recursos y, en algunos casos, su instalación resultaría poco rentable.
- Modificación Normativa: No hay políticas de gobierno que permitan diferenciar la calidad del suministro en función de las exigencias de los consumidores (tarifas dinámicas), así como los esquemas definidos y acordes a las prioridades, que dificultan la toma de decisión y restan confianza a los inversionistas.
- Resistencia al proceso de cambio: Como componente cultural la visión que se tiene de las nuevas tecnologías y costumbres de consumo, determinan comportamientos arraigados cuya resistencia a la modificación podría restar atractivo a inversionistas privado, para ciertos mercados.

b) Nuevas Tecnologías:

Este elemento corresponde a las facilidades existentes para el acceso y promoción de nuevas tecnologías Smart Grid en el país. Esto constituye un aspecto fundamental puesto que, la red convencional quedará obsoleta en el futuro, siendo imprescindible acortar progresivamente la brecha tecnológica para compatibilizar las capacidades técnicas de la red y las necesidades de los consumidores.

Con este fin se obtendría *beneficios* los cuales se orientan a generar; entre otros:

- Fiabilidad al sistema general de la red eléctrica.
- Mayor seguridad, desde el punto de vista de autonomía del sistema así como respecto al servicio que recibe el consumidor.
- Calidad de servicio, reduciendo el nivel de pérdidas técnicas y mejorar el equilibrio respecto al precio del servicio.
- Contribuye a reducir el impacto ambiental que se generan por las fallas y pérdidas.

Sin embargo, la convencional situación de la red eléctrica está sujeta a determinados *aspectos por resolver*:

- La inversión económica que implicaría realizar determinado estudio de factibilidad para que los agentes tengan el incentivo de invertir en nuevas tecnologías.
- Políticas de Gobierno para incentivar a invertir en nuevos proyectos.
- Tecnología: La vulnerabilidad que representaría las redes convencionales, asimismo desde el punto de vista informático, implicaría adaptación y cambios a fin de evitar riesgos como los hackers organizados.
- Normatividad: En particular al integrar nuevas tecnologías, el intercambio de información podría conllevar a tener señales claras del comportamiento de consumo y sus preferencias, no obstante se observaría por ejemplo no contravenir la protección a la privacidad.
- Uniformizar Estándares: Los inversionistas en el sector eléctrico tienen un papel importante en el diseño de los diferentes dispositivos, artefactos y comunicación, no obstante no hay aún uniformidad de categorías certificadas y garantizadas.

c) **Políticas Regulatorias:**

Las leyes o políticas regulatorias del estado, por sí solas no generan bienestar para la sociedad. No obstante, éstas son un medio fundamental para la implementación y sostenibilidad de las redes inteligentes Smart Grid y, un requisito requerido por los agentes para decidir su participación. No debemos obviar que ante la natural resistencia al cambio crear una cultura social alrededor del modelo tiene que ver también con la regulación y las políticas públicas asociadas.

Se obtendría *beneficios* los cuales se orientan a generar; entre otros:

- Al motivar la integración del consumidor como un nuevo agente de mercado. Para ello, se debe informar al consumidor las ventajas de la capacidad de conocer en tiempo real su nivel de consumo y el costo de la energía suministrada – siendo los mismos muy sensibles a las señales de precio y calidad.
- Establecer reglas claras para la generación distribuida, que integra a diversos actores a nivel de distribución (micro-generadores) – resultando necesario modificar las políticas normativas de mercado, en función a la mayor seguridad de abastecimiento de servicio.
- Incentivos para el desarrollo de proyectos I + D + i, para la implementación de redes inteligentes Smart Grid, resultando necesario establecer mecanismos para que la regulación asuma los costos en la curva de aprendizaje.

De igual modo, deberán estar sujetos a determinados *aspectos por resolver*:

- Inversión Financiera: Tanto desde el punto de vista de empresa como del consumidor, no siendo muchas veces suficiente justificarla con el reconocimiento tarifario o las tasas de retorno reguladas.
- Tecnología: Los diferentes dispositivos y adelantos tecnológicos, se encuentra aún en etapa de investigación. Además del nivel de gradualidad con el cual que se aplicaría dependiendo la realidad de cada país.
- Normatividad: Específicamente por la orientación a generar dependencia de los actores respecto al regulador – no incentivando a la competencia de mercado (liberalización). De otro lado tenemos la adaptación de los modelos regulación por costo del servicio o de incentivos en la distribución.
- Cultural: Por la desinformación y poca educación que los consumidores tienen respecto al servicio eléctrico, lo cual se ve claramente desde la decisión de contratar un suministro eléctrico (ausencia de criterios económicos).

d) Preservación del ambiente:

Tal como se señaló en el elemento económico, las redes inteligentes Smart Grid permitirán dinamizar el mercado integrando a los actores

a través de la generación distribuida renovable, así como reducirán o desplazarán la demanda pico en horas punta, con lo cual se reducirán las emisiones de CO₂ asociadas a la producción de electricidad con recursos no renovables.

La inversión estimada para la actualización del sector eléctrico mundial, según la Agencia Internacional de la Energía - IEA, en los próximos 20 años asciende aproximadamente a US\$ 13 trillones. Asimismo, respecto la reducción de CO₂ relacionadas a la modernización de la red, señala que el despliegue global de las Smart Grids ayudaría a reducir las emisiones entre 0.9 y 2.2 giga toneladas anuales para el 2050; esto es, el equivalente de las emisiones anuales producidas por hasta 730 centrales de tamaño mediano.

Este fin obtendría *beneficios* los cuales se orientan a generar; entre otros:

- Al combinar diferentes tipos de generación por el almacenamiento de carga y con ello, se reduce la dependencia del segmento de transmisión.
- La mejora de la seguridad aportará un cambio radical. Con la descentralización de la generación reducirá el número de objetivos como la construcción de grandes centrales eléctricas. Con ello, se aporta a la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero.

Sin embargo, estarán sujetos a determinados *aspectos por resolver*:

Los elevados costos que actualmente implicarían realizar estudios de análisis de mercado y, que impiden competir con la centralizada generación, lo cual conllevaría a una escasa motivación o incentivo a la inversión ya sea para los consumidores o empresas y por ende la visión de desarrollo y adopción de nuevos retos a largo plazo.

e) **Integración Regional:**

Las iniciativas para fomentar el desarrollo y puesta en marcha de las Smart Grids parten de la necesidad de expandir los beneficios a nivel regional debido a la necesidad de contar con una mayor economía de escala que haga viable económicamente su implementación.

Los *beneficios* se orientan a generar; entre otros:

- Contar con un mayor poder de negociación con los proveedores de tecnología.
- Extrapolar el aprendizaje regional de los proyectos pilotos de implementados en cada país.
- Crear un mercado más competitivo con la expansión del mismo a nivel regional, incrementando a los agentes demandantes y productores.

Sin embargo, existen *aspectos por resolver*, como son:

- Las políticas nacionales estratégicamente implementadas para cada país, con un mayor agravante en los conflictos existentes entre países.
- Desfase en la maduración y crecimiento económico de cada país.

f) **Bienestar Social:**

Este elemento implica que la implementación redes inteligentes Smart Grid, estará alineada a las políticas de gobierno, por ejemplo: que se orienten a dar solución a problemas en los sectores más vulnerables de la población, como la cobertura de comunicaciones en zonas rurales, mejora de la calidad de servicio, etc.

Los *beneficios* se orientarían a:

- Optimizar los subsidios establecidos en las tarifas sociales, por ejemplo facilitar las tarifas en dos partes.
- Redirigir los beneficios sociales obtenidos en el Smart Grid hacia aquellas zonas no atendidas de acuerdo a la realidad de cada país.
- Proponer una red de comunicación alternativa para las zonas más alejadas.
- Mejora de la calidad de servicio en zonas rurales.

Así como, existen *aspectos por resolver*, como son:

- Decisión gubernamental para incluir estos beneficios en los objetivos de la regulación marco para las redes inteligentes – rol subsidiario.

- La remuneración adecuada de los proyectos sociales, tanto para empresas públicas como privadas.

7. El plan de implementación

i. Transformación de la red convencional

De lo expuesto en las secciones anteriores, podemos afirmar que la evolución de la red eléctrica hacia una red inteligente es un punto clave para el sector eléctrico, lo que permitirá resolver los problemas locales como el acceso global a la energía eléctrica, reducir las pérdidas, aumentar la eficiencia energética y brindar un suministro seguro y económico en un contexto de liberalización energética.

Esto no significa que los problemas de transmisión y producción centralizada carezcan de interés desde el punto de vista de las Smart Grids, de hecho existen en soluciones avanzadas para incrementar la seguridad, la confiabilidad, la eficiencia y la sostenibilidad del sistema eléctrico convencional.

ii. El punto de partida

En general, el estado del nivel físico y tecnológico de la infraestructura de la red convencional existente nos marca el punto de partida para hacer frente a los desafíos y a las oportunidades que nos brindan las redes inteligentes. No obstante, como lo sugerido por la European Technology Platform², es recomendable que el proceso de cambio venga planificado ex ante y sea gradual, antes que descoordinado y revolucionario, de manera que la definición de una estrategia de largo plazo resulte ser una modalidad imprescindible de implementación de las Smart Grids.

En la actualidad, existen diferentes procesos en la gestión de las redes convencionales que por sí solos vienen aplicando conceptos contenidos en las redes inteligentes y, que estratégicamente pueden integrarse progresivamente en el mediano plazo conformando la gran red inteligente del futuro. Dentro de estos procesos tenemos:

2 Smart Grids. Vision and Strategy for Europe's Electricity Networks of the Future», European Technology Platform, DG Investigación, Comisión Europea, 2006.

a) La gestión inteligente de la medición (Smart Metering):

El medidor electromecánico o electrónico, cuenta por lo general con una escasa o nula comunicación. La gestión de medición inteligente contempla un flujo directo de información a distancia, ya sea desde o hacia el usuario. La tecnología Automatic Meter Reading (AMR), permite registrar la medida de energía total mensual o por intervalos de tiempo predefinidos. Advanced Meter Infrastructure (AMI), considera la ampliación de los AMR, permitiendo una lectura de la energía acumulada para diferentes periodos de tiempo o de la potencia instantánea, admiten opciones de precios diferenciados pro tipo de medida y registros de demanda, previamente acordados con cada cliente. Se pueden implementar mediante tecnologías de comunicación desde teléfono, ethernet, hasta radio.

b) Integración de la generación distribuida:

A lo largo de la red de distribución existen focalizados centros de generación distribuida, siendo en su mayor parte pequeñas centrales hidroeléctricas o térmicas aisladas. Parte de estas centrales cuentan con sistemas de operación y control automatizados, siendo preponderantes los sistemas propietarios (Propiedad de determinado fabricante).

c) Administración de la Demanda:

La administración de la demanda, se realiza puntualmente con algunos usuarios industriales o comerciales ubicados en la red de distribución reduciendo las demandas pico en hora punta y desplazándolas hacia las horas valle. Para ello se utiliza la información en tiempo real que brindan los medidores teledados, no obstante el control de la carga se hace mayormente de manera manual en coordinación con el centro de control de la distribuidora y el usuario.

d) Sistemas de Automatización y Control de Redes Eléctricas:

Los sistemas de transporte son controlados y monitoreados a través de Sistemas de Supervisory, Control And Data Acquisition (Supervisión,

Control y Adquisición de Datos) - SCADA. A Nivel de distribución si bien existen SCADA, su implementación solo ha integrado a los principales subestaciones de transformación o equipos de control y desconexión.

e) Tecnologías de Información y Comunicación:

En las últimas décadas, se ha observado una clara tendencia a convergir hacia un protocolo de Internet común usando distintos medios para transmitir la información —fibra óptica, radio, Wi-Fi, WiMAX, PLC, entre otros—, con una única tecnología de red capaz de integrar varias aplicaciones diferentes sin necesidad de desarrollar o adoptar protocolos de comunicación específicos de bajo nivel.

iii. Ruta a seguir

En esta sección propondremos el plan de implementación de Smart Grid, sobre la base del juicio de valor realizado en las secciones anteriores, con el fin de resumir las mejoras prácticas.

A continuación se propone un plan de actividades “a la medida” para implementar en el país (ver Cuadro No. 03).

Es importante indicar que parte de las actividades se realizan de manera paralela y están relacionadas entre sí.

Cuadro No. 03
Plan de Actividades de Implementación

Actividad	Descripción	Grupos de interés participantes
Elaborar un marco político	<p>Primero debe establecerse la visión país de la aplicación de Smart Grid, de acuerdo a las necesidades y realidad Regional (Latinoamérica), Nacional (Perú) y Local (Regiones, Ciudades, etc).</p> <p>Por ejemplo, en el marco debe declararse el aporte u objetivos en la reducción de pérdidas técnicas y no técnicas, el aumento de la penetración de fuentes de energía renovables, aumentar el acceso a la electricidad, adoptar la participación según la demanda, aumentar la eficiencia energética o la calidad del suministro para el usuario final;</p>	Ministerio de Energía y Minas, Regulador, Gobiernos Locales y Nacionales, Empresas Eléctricas y Usuarios.
Elaborar hojas de ruta, nacionales y regionales.	<p>Corresponde aquí definir el punto de partida, a partir de la definición del marco político. Estas hojas de ruta deben realizarse en el marco Regional, Nacional y Local.</p> <p>En esta parte se elaborarán cronogramas y planes de implementación, en los cuales se definirán, entre otros las prioridades con respecto al desarrollo y aplicación de componentes y tecnologías, Identificación de los obstáculos locales (reglamentarios, técnicos, no técnicos), las medidas que deben adoptarse con miras a superar los obstáculos; el cronograma aplicable a las inversiones necesarias en Smart Grid por el estado, empresas eléctricas y otras partes interesadas.</p>	Ministerio de Energía y Minas, Regulador, Gobiernos Locales y Nacionales, Empresas Eléctricas y Usuarios.

Marco Regulatorio	<p>Corresponde a la identificación de las normas que deben adoptarse para el despliegue de las tecnologías de Smart Grid y los mecanismos de adaptación de las mismas en el tiempo (sostenibilidad).</p> <p>Implica entre otros: reglas para la promoción y modernización de la red. Asimismo, regular aspectos como son: Financiamiento (incentivos), Promoción de investigaciones y nuevos proyectos, Modelos de Regulación (costos o incentivos), Tarifas dinámicas, y mecanismos de información a los Consumidores y agentes.</p>	<p>Ministerio de Energía y Minas, Regulador, Gobiernos Locales y Nacionales, Empresas Eléctricas y Usuarios.</p>
Desarrollo tecnológico y estandarización	<p>Es necesario que participen en el desarrollo tecnológico, los círculos académicos, centros de investigación públicos y privados hasta los proveedores de equipos Smart Grid.</p> <p>Los operadores de redes deben tener un papel central, al ser los responsables de la gestión del sistema eléctrico. El primer paso consiste en la necesidad de dedicar los recursos públicos adecuados a la investigación, desarrollo y demostración de tecnologías avanzadas de Smart Grid. Un ejemplo interesante que se puede tomar como referencia es el del Brasil.</p> <p>Los sistemas de operadores de comunicación en general para el país merecen un tratamiento especial, debido a que existen zonas sin cobertura o cobertura deficiente. Por ello, en otras latitudes se han implementado redes propias de comunicación, que es necesario evaluar.</p> <p>De otro lado, se debe uniformizar estándares de mercado y/o adoptar de normas internacionales para el uso y aplicación de nuevas tecnologías (medidores inteligentes, protocolos de comunicación, sensores, etc.).</p>	<p>Ministerio de Energía y Minas, Regulador, Gobiernos Locales y Nacionales, Empresas Eléctricas y Usuarios, Centros de investigación, proveedores de productos.</p>

Implementación de Proyectos Pilotos	<p>A nivel mundial se están llevando a cabo varios proyectos pilotos de Smart Grid y es de vital importancia que se desarrollen experiencias locales, solo así se podrán implementar de forma eficiente Smart Grid.</p> <p>Debe incluirse un programa de Proyectos Pilotos a gran escala con las actividades necesarias para adaptarlos a otras partes del país en estrecha relación con otros avances mundiales a fin de limitar las duplicaciones, pero teniendo en cuenta las peculiaridades locales, brechas y optimizar los gastos en general.</p>	Ministerio de Energía y Minas, Regulador, Gobiernos Locales y Nacionales y Empresas Eléctricas
Intercambiar prácticas óptimas y conocimientos técnicos	<p>Se deberán promover las actividades colaborativas, prestando atención especial al intercambio de experiencias y la acumulación de conocimientos técnicos. Entre otros, desarrollar y administrar un repositorio central de actividades de investigación, establecer un criterio estandarizado de cuantificar “intangibles”</p> <p>Crease una asociación nacional y latinoamericana como la Red internacional de acción sobre redes eléctricas inteligentes (ISGAN) o el Foro Mundial GridWise (GridWise Global Forum). Esto permitiría intercambiar experiencia de la nación y compartirlas a nivel mundial.</p>	Ministerio de Energía y Minas, Regulador, Empresas Eléctricas y Agentes interesados.
Crear conciencia en el público y agentes	<p>Por el lado de los consumidores, debe establecerse un plan para acortar la brecha de Información respecto a su rol pasivo y dependiente del regulador, rompiendo paradigmas y creando conciencia en el ahorro de consumo de la energía – <i>prosumers</i> (nuevos actores de mercado).</p> <p>Por el lado de los agentes, la información pública de todos los avances del proceso permitirá se desarrollen una cultura de conocimiento.</p>	Ministerio de Energía y Minas, Regulador, Empresas Eléctricas y Agentes interesados.

Fuente: Elaboración propia.

8. Conclusiones

- Smart Grid no es un fin sino, un camino para mejorar la eficiencia del sistema eléctrico y optimizar el bienestar social de los consumidores y empresas en el país.
- El nuevo modelo, transforma la concepción de la red eléctrica convencional permitiendo la participación activa de los consumidores, el ingreso de nuevos agentes, tener una red con autonomía operativa, utilizar eficientemente los activos de la red, y administrar la demanda ofreciendo una óptima señal de precios.
- Se han identificado factores críticos de éxito para implementar Smart Grid (Nuevas tecnologías, incentivos económicos, integración regional, regulación, bienestar social y medioambiental), que no deben ser tratados en forma aislada; por el contrario, su visión sistémica y su articulación uno con otro constituye una necesidad propia del proceso de implementación, que comprende a los diferentes grupos de interés (Stakeholders).
- El modelo Smart Grid, es un “sistema a la medida”; por tanto, en esta publicación se propone un plan de actividades adaptado para al país, que contiene acciones, tales como: Elaborar un marco político, elaborar hojas de ruta, desarrollar el marco regulatorio, promover el desarrollo tecnológico y la estandarización, implementar los proyectos pilotos, intercambiar conocimientos técnicos y crear conocimiento en el público y agentes.
- Partiendo de que, Smart Grid es “hoy”, lograremos vencer la inercia del cambio y conseguiremos oportunamente planificar nuestras acciones futuras.

Bibliografía

“Smart Grids y la evolución de la red eléctrica”, Año 2011; pp. 82. Observatorio Industrial del Sector de la Electrónica, Tecnologías de la Información y Telecomunicaciones.

“Redes Inteligentes de energía (Smart Grids) en América Latina y el caribe: Viabilidad y desafíos”, Conferencia Regional sobre Redes Inteligentes de Energía Santiago, Año 2010; pp. 145. Cepal.

Presentaciones del Seminario Internacional de regulación de servicios públicos de Quantum – Iguazú – Argentina 2014.

Páginas Web:

www.smartregions.net/

www.metering.com

www.powergrideurope.com

www.smart-grid.tmcnet.com

www.prime-alliance.org

www.futured.es

www.smartgrids.eu

www.intelligrid.info

www.cenit-denise.org

www.prime-alliance.org

www.openmeter.com