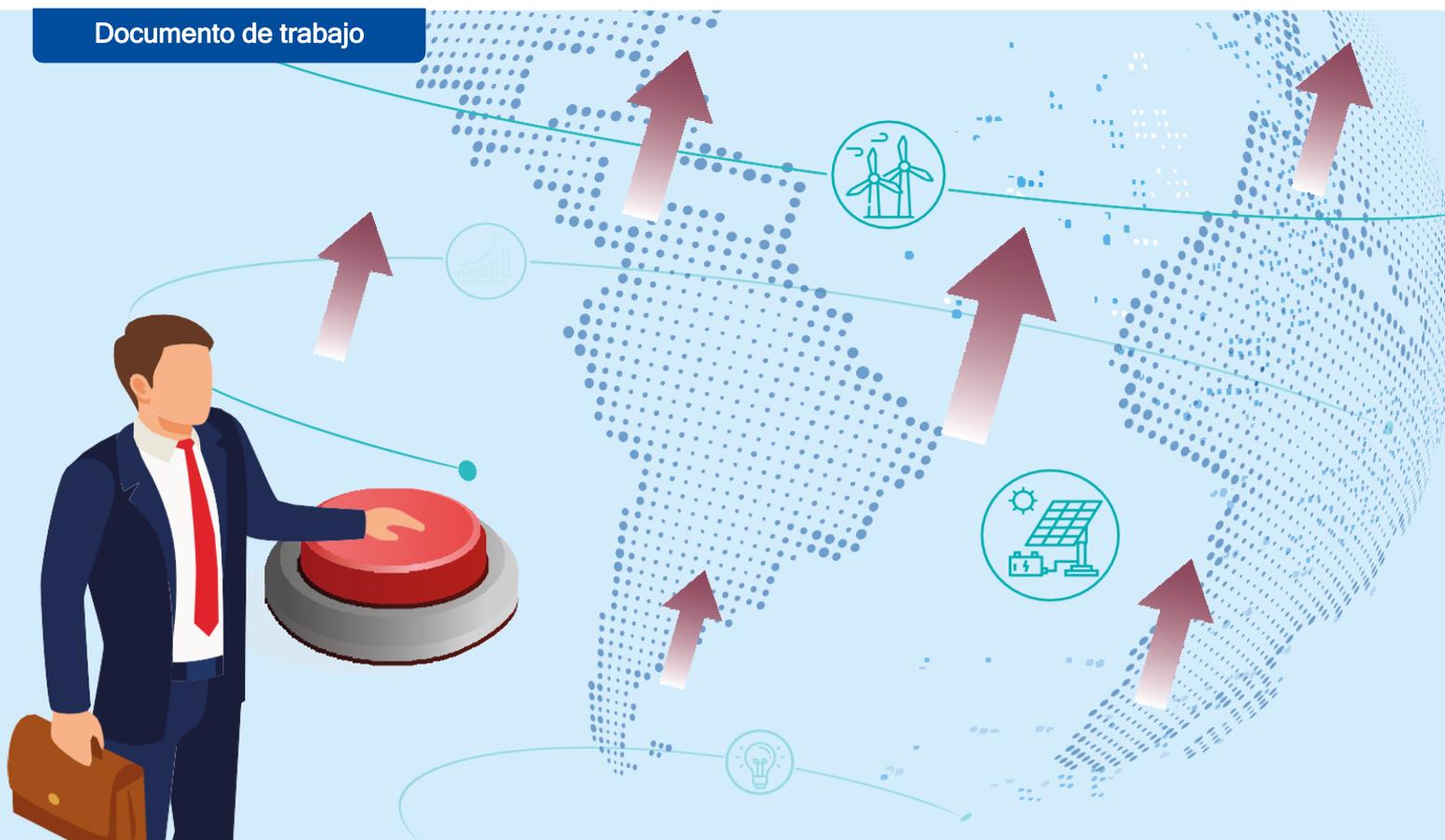


Documento de trabajo



Experiencias internacionales en el contexto de redes inteligentes: Pilotos y modelos de negocio

RESUMEN EJECUTIVO



PERÚ

Ministerio de Energía y Minas



Implementada por
giz



Siempre con el pueblo



BICENTENARIO DEL PERÚ
2021 - 2024

EXPERIENCIAS INTERNACIONALES EN EL CONTEXTO DE REDES INTELIGENTES: PILOTOS Y MODELOS DE NEGOCIO

RESUMEN EJECUTIVO



Dirección General de Eficiencia Energética - DGEE

Proyecto

Este documento se realizó con el apoyo de la cooperación alemana para el desarrollo, implementada por la Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH, a través del proyecto Distribución Eléctrica 4.0.

Estudio

Experiencias internacionales en el contexto de redes inteligentes: pilotos y modelos de negocio

Documento de trabajo

Lima - Perú, junio 2022

CONTENIDO

1. Introducción	7
2. Objetivos	8
3. Breve descripción del contexto de reforma del sector eléctrico peruano	8
4. Metodología	10
5. Casos de estudio y modelos de negocio	11
6. Recomendaciones para tomadores de decisión.....	12

Resumen ejecutivo

1. Introducción

La descentralización, digitalización y descarbonización del sector eléctrico, y la cada vez mayor participación de recursos energéticos distribuidos (RED) en el sistema eléctrico, obligan a las empresas de distribución eléctrica (EDEs) a transitar a nuevos esquemas de redes eléctricas inteligentes (REIs), así como a reconsiderar sus actividades y roles en el sector. Esta transición supone nuevos retos como la mayor inversión en la adecuación de las redes. Muchos de estos retos están siendo abordados en diferentes países mediante el desarrollo de proyectos piloto que permiten un proceso de aprendizaje, además permitir realizar los primeros pasos hacia la modernización de las redes eléctricas.

Por otro lado, la rápida penetración de nuevos elementos en el sistema eléctrico (tales como la integración de los vehículos eléctricos, la generación distribuida y el almacenamiento distribuido), o los nuevos sistemas de control, gestión y monitorización de las redes, están acelerando el desarrollo de nuevos modelos de negocio que den respuesta al nuevo contexto del sistema eléctrico, además de suponer la redefinición de los roles tradicionales de las EDEs.

Mediante el proyecto Distribución Eléctrica 4.0, la cooperación alemana para el desarrollo, implementada por la GIZ, y el Ministerio de Energía y Minas del Perú (MINEM) proveen de asistencia técnica a diferentes EDEs peruanas con el objetivo de facilitar su transición hacia las REIs. Esta asistencia técnica tiene por finalidad dar respuesta a un sistema cada vez más complejo y sofisticado, y a su vez más exigente en lo referente a la calidad del servicio y las nuevas necesidades de los consumidores.

Finalmente, con relación a los indicadores de resultado del Proyecto Distribución Eléctrica 4.0, esta consultoría busca contribuir en la identificación de futuros proyectos piloto que podrían ser de interés para las EDE peruanas, discriminando aquellos proyectos que podrían ser implementados con relativa inmediatez - dado que no necesitan mayores cambios normativos o regulatorios - así como identificando los proyectos que podrían contribuir a la visión de futuro de las EDE.

Asimismo, se presentan las ideas con relación a potenciales modelos de negocio que podrían desarrollarse con mayor profundidad en una etapa posterior.

2. Objetivos

Los objetivos del estudio son:

- Identificar y analizar casos de proyectos piloto e iniciativas REI; así como con experiencias en la implementación de nuevos modelos de negocio en empresas de distribución, tanto de la región (Colombia, Chile y Brasil), como de Europa (Alemania, particularmente).
- Elaborar un catálogo con los principales modelos de negocio que podría implementar una empresa de distribución eléctrica.

3. Breve descripción del contexto de reforma del sector eléctrico peruano

La ley de concesiones eléctricas (LCE) y su reglamento (RLCE), así como la ley general de electrificación rural (LGER) y su reglamento, establecen los principios y obligaciones para la prestación del servicio de distribución y comercialización de electricidad, incluidos los criterios para la fijación de tarifas del mercado regulado y el valor agregado de distribución (VAD) para la retribución de los costos de las redes de distribución.

Las tarifas de electricidad comprenden los costos eficientes en que se incurren para el desarrollo de las actividades de generación, transmisión y distribución eléctrica. La LCE define que las actividades de generación, transmisión y distribución se desarrollan con un régimen de concesión o autorización a través de operadores independientes, ya sean privados o públicos, reservándose al Estado el rol normativo, regulatorio (fijación de tarifas) y de supervisión y fiscalización de dichas actividades. El rol regulador es ejercido por Osinergmin que es el organismo responsable de fijar las tarifas de electricidad, en representación del Estado.

El Perú ha iniciado un proceso de reforma regulatoria de su sector eléctrico. En cuanto a las actividades de distribución y comercialización de electricidad, la reforma prevé afrontar los retos que suponen la incorporación de energías renovables y otros recursos distribuidos, la mejora de la calidad del servicio y la expansión de la cobertura hacen necesario identificar y desarrollar un nuevo modelo de regulación económica de la distribución, así como el rediseño del mercado minorista peruano y el desarrollo independiente de la actividad de comercialización. Entre varias cosas, la reforma también prevé establecer una alternativa de regulación económica para eliminar las barreras existentes e incentivar la innovación de la infraestructura eléctrica y la mejora de la calidad a través de la introducción de nuevas tecnologías como la medición inteligente, las redes eléctricas inteligentes, la generación distribuida y las adecuaciones asociadas a la electromovilidad.

La futura reforma también prevé la modernización de las empresas eléctricas de derecho público, para que estas puedan actuar en igualdad de condiciones con las demás empresas de derecho privado de la industria.

Los cambios a decidir en este proceso pueden afectar varios aspectos fundamentales para la transición hacia las REIs, entre ellos: (i) titularidad de las actividades de distribución y comercialización; (ii) sistema tarifario; (iii) costos reconocidos en la retribución a las redes de distribución; (iv) mercados locales de flexibilidad; (y v) propiedad de los REDs. La situación actual de estos aspectos y su posible evolución son presentados en la siguiente tabla:

ASPECTO REGULATORIO	SITUACIÓN ACTUAL	POSIBLE EVOLUCIÓN FUTURA
Titularidad de las actividades de distribución y comercialización	<ul style="list-style-type: none"> Actualmente integradas en las EDEs. Las actividades de distribución son reguladas y las actividades de comercialización pueden ser reguladas o libres. 	<p>Actividades con titularidad separada:</p> <ul style="list-style-type: none"> La distribución asume un rol facilitador. La comercialización del mercado minorista se liberaliza. <p>Incertidumbre: ¿Podrán las futuras EDE ser facilitadoras de nuevos negocios relacionados a las redes eléctricas inteligentes?</p>
Sistema tarifario	El sistema tarifario del mercado regulado es estático.	<p>Varias posibilidades:</p> <ul style="list-style-type: none"> Tarifas dinámicas con discriminación horaria. Tarifas variables según variación de la curva de demanda. <p>Tarifas basadas en kWh o plana basada en la disponibilidad del servicio de energía.</p>
Costos reconocidos en la retribución a las redes de distribución	<p>La retribución actual está basada en los costos estimados por las EDEs en base a los procedimientos establecidos por el OSINERGMIN.</p> <p>Estos costos recogen:</p> <ul style="list-style-type: none"> Costos asociados al usuario Pérdidas estándar Costos estándar de inversión Costos de operación y mantenimiento de la red <p>Cargo asociado a la innovación tecnológica y/o eficiencia energética en los sistemas de distribución eléctrica.</p>	<p>Nueva metodología para el cálculo del valor nuevo de reemplazo, que promueva y acelere las inversiones necesarias para la modernización de la gestión de las redes y los equipos necesarios a nivel de red y de usuario para la implementación de las REIs.</p>
Mercados locales de flexibilidad	La posibilidad de mercados locales de flexibilidad no está determinada en la regulación actual.	Regulación explícita para el desarrollo de mercados (mecanismos) de remuneración de los servicios de flexibilidad en las redes de distribución.
Propiedad de los REDs	La regulación actual no define suficientemente los casos en que las EDEs pueden ser titulares de REDs.	Las EDEs no pueden ser propietarios de REDs.

4. Metodología

La metodología y criterios utilizados tuvieron como finalidad la identificación y selección de casos de estudio internacionales que incluyan los proyectos piloto de mayor interés y valor para las EDEs peruanas.

Para ello, la selección de casos de estudio tuvo dos etapas: la primera, orientada a la identificación de iniciativas piloto en dos categorías: (a) proyectos de modernización de la red de distribución como primer paso hacia las redes inteligentes; y (b) proyectos vanguardistas que permiten establecer la visión futura y modelos de negocio (incluyen integración de recursos energéticos distribuidos); a partir de la cual se generó una lista corta de proyectos. Los criterios empleados se presentan a continuación.

CRITERIO	DETALLE
1. Procedencia	<ul style="list-style-type: none"> • Preferencia por proyectos ubicados en Alemania, el resto de la Unión Europea, Brasil, Chile y Colombia
2. Madurez y antigüedad del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> • Se seleccionan proyectos en fase de demostración y que su desarrollo ha sido posterior al año 2010
3. Relevancia a redes inteligentes	<ul style="list-style-type: none"> • Proyectos relevantes a la modernización y automatización de las redes eléctricas de distribución
4. Fase de desarrollo y lista corta	<ul style="list-style-type: none"> • Lista corta, combinación de proyectos con resultados finales y proyectos en desarrollo (con planteamientos innovadores) que establezcan una visión para el sector.

La segunda etapa contempló la selección conjunta con las EDEs SEAL, HIDRANDINA y ELOR de aquellos casos de estudio de mayor interés para la realidad del Perú. Este ejercicio se llevó a cabo en tres talleres telemáticos desarrollados los días 27 de mayo, 16 y 22 de junio del 2021, con cada una de las tres EDE mencionadas. Los proyectos seleccionados para la preparación de casos de estudio tuvieron dos categorías:

- **Proyectos de inmediata implementación.** Es decir, aquellos proyectos que con un desarrollo tecnológico avanzado sean aplicables al país. El contexto regulatorio y normativo necesario para la implementación de estos proyectos es compatible con el existente en el Perú.
- **Proyectos que establezcan visión para el futuro sector eléctrico peruano.** Estos proyectos suponen un importante grado de desarrollo tecnológico, y normalmente van acompañados de la necesidad de cambios regulatorios y normativos de envergadura en el sector.

Fueron seleccionados seis casos de estudio internacionales; de los cuales tres proyectos corresponden a la categoría de rápida implementación (o ejecución) y estuvieron enfocados en la implementación de infraestructuras de medición avanzadas. Los tres restantes son considerados como proyectos de vanguardia, que ayudan a tener una visión más clara de los futuros desarrollos que tendrán lugar en el contexto de las REIs, adaptando la infraestructura actual a los retos venideros.

5. Casos de estudio y modelos de negocio

Los seis casos de estudio seleccionados conjuntamente con las EDE fueron analizados, a partir de la presentación de las características principales de cada proyecto (objetivos, características técnicas, alcance, regulación, financiamiento, etc.), justificación y el análisis de valor creado, incluyendo sus beneficios y riesgos; así como de indicadores relevantes de su viabilidad y ejemplos de modelos de negocio asociados. En la tabla siguiente se presenta de manera resumida la justificación de cada proyecto piloto.

	PROYECTO	JUSTIFICACIÓN
Proyectos de rápida implementación	Bidelek Sareak	Proyecto referencia en Europa de desarrollo de redes eléctricas inteligentes, que aborda su modernización de forma estratégica.
	EmCali: Infraestructura de medición avanzada sobre plataforma TWACS	Proyecto latinoamericano (con condiciones similares a la realidad del Perú), donde se utiliza la integración de sistemas de medición inteligente, para la mejora del control y operación de la red y los cobros de la energía.
	Eletropaulo Smart Grid Project (Barueri)	Proyecto emblemático en Latinoamérica, en la que se implementan medidores inteligentes y un centro de control de distribución, con el objetivo de mejorar la operación de la red, implementar las tarifas de tiempo de uso y evitar fraude.
Proyectos de vanguardia	MatchUp Project: Dresden (MAXimizing the UPscaling and replication potential of high-level urban transformation strategies)	Proyecto integral y avanzado de Smart City. Desde una perspectiva de ciudad, el proyecto es un ejemplo que plantea la necesidad de desarrollar e integrar las redes inteligentes con los retos de edificios energéticamente sostenibles, la generación distribuida, la movilidad urbana inteligente y las nuevas soluciones de tecnologías de la información de la ciudad. Este proyecto sirve a las EDEs para identificar los retos que vienen, y cómo se pueden llevar a cabo en un contexto de ciudad inteligente.
	ReFLEX (Responsive Flexibility) Orkney project	Siendo uno de los proyectos de gestión de redes más avanzados del mundo, es un ejemplo de proyecto con alto grado de digitalización, donde se presentan soluciones para flexibilidad mediante plataformas digitales, en entornos con alto grado de penetración de proyectos de autoconsumo, instalaciones de generación renovable, almacenamiento y electrificación del transporte. El proyecto ayuda a las EDEs a reconocer un planteamiento de cómo poder integrar y coordinar los recursos energéticos distribuidos en redes de distribución.
	E Universal	Proyecto innovador que aborda los retos de identificar los recursos de flexibilidad disponibles en baja tensión cuando éstos comienzan a estar disponibles de forma masiva, para posteriormente ser utilizados mediante su participación en las plataformas de mercados locales de flexibilidad.

Asimismo, y considerando que el nuevo contexto regulatorio y la tecnología innovadora desarrollada en el contexto de las redes eléctricas inteligentes, permite y obliga a las EDEs a desarrollar nuevos modelos de negocio que se adapten a dichas características, se realizó una primera aproximación hacia un catálogo de diferentes modelos de negocio relevantes que las EDE pueden llevar a cabo, divididos en cinco áreas de actuación:

- Despliegue de infraestructura de medición avanzada y gestión inteligente de la red (AMI, SNM)
- Gestión de la recarga de vehículos eléctricos
- Generación distribuida y almacenamiento
- Edificios e instalaciones inteligentes
- Servicios de flexibilidad

6. Recomendaciones para tomadores de decisión

- Los objetivos de modernización de la red hacia un sistema más sostenible, robusto, distribuido, electrificado y democratizado son importantes. Por ello, el desarrollo de una estrategia a nivel de EDEs, y planificar adecuadamente las actuaciones a realizar será fundamental. En este contexto, las REIs suponen un elemento fundamental en dichos desarrollos.
- Es importante contemplar el corto plazo y las medidas directas a desarrollar, y dar respuesta a los retos y necesidades actuales. Sin embargo, también es fundamental identificar las necesidades en el largo plazo, de forma que tomemos las decisiones actuales pensando en los futuros usos y demandas de las redes eléctricas en el medio y largo plazo.
- La modernización de la gestión de la red y la infraestructura de medición inteligente es la base necesaria y obligatoria para el resto de las actividades relacionadas con las redes eléctricas inteligentes.
- La necesidad de integrar diferentes recursos energéticos distribuidos (REDs) es cada vez más apremiante, cosa que también influye a Perú. Por ejemplo, la integración de las energías renovables distribuidas es cada vez más rápida, y el inicio de la venta de vehículos eléctricos obliga a la preparación de la recarga eléctrica. Así mismo, existen importantes oportunidades en la mejora de la eficiencia mediante iluminación LED telegestionable, el uso de sistemas de bombas de calor controlables, o la aplicación de sistemas de gestión energética en edificios. Por ello, será fundamental comenzar a abordar su integración de forma gradual y adquiriendo experiencia tanto de otras empresas como mediante la realización de proyectos piloto de RED.
- En contextos futuros, la capacidad de hacer disponible la flexibilidad de los propios REDs conectados a la red de distribución será fundamental. Para ello, será necesario disponer de capacidad técnica y tecnológica de control, gestión y automatización, así como crear sistemas de financiación que justifiquen la participación de los REDs en la gestión de la red.

- Cabe destacar que muchas de estas actuaciones tendrán lugar paralelamente con las actuaciones en otros sectores, tales como sistemas movilidad inteligente o los nuevos sistemas de comunicación y digitalización, dentro de los conceptos de Smart Cities.
- La selección de la tecnología AMI y SNM necesaria para el desarrollo de redes eléctricas inteligentes no es sencilla. Es necesario comparar y evaluar correctamente diferentes factores tales como su coste respecto al uso que se realizará de ellas, la compatibilidad entre tecnologías y uso de protocolos comunes, y la adaptabilidad a futuras situaciones, entre otros muchos factores. Un equilibrio entre una infraestructura de medición sólida y la introducción de sistemas inteligentes y automáticos en la red será necesario. Asimismo, un análisis adecuado de los proveedores y sus tecnologías será de gran ayuda.
- Los análisis de viabilidad deben realizarse desde el punto de vista de amortización directa (reducción de pérdidas técnicas, evitar fraude, poder gestionar la desconexión-reconexión, ahorros en la lectura, etc.), pero también desde el valor en otros objetivos estratégicos (sostenibilidad, mejora del servicio, etc.), necesarios para el refuerzo que justifican su inversión. Para ello, será fundamental desarrollar indicadores de rendimiento (o Key performance indicators, KPIs). Actualmente, existen metodologías que ayudan a desarrollar estos KPI para proyectos de redes inteligentes de forma robusta, como, por ejemplo, la metodología creada y recientemente actualizada por la asociación de operadores de redes de distribución europea (EDSO).
- En este contexto, las EDEs son conscientes de que deberán adquirir nuevos roles y actividades. Esto hace necesario el desarrollo de modelos de negocio adaptados a la nueva realidad, que rentabilicen las inversiones realizadas y que permitan explotar las nuevas oportunidades existentes.
- Estos modelos de negocio todavía tienen que afinarse y están adaptándose continuamente. El presente documento ha descrito brevemente algunos de los modelos de negocio que puedan ser de interés para las EDEs, la mayoría siendo modelos que ya están siendo ofertados en otros países en condiciones de mercado real. El posicionamiento temprano en estos temas será fundamental para el futuro de las EDEs peruanas.
- Afortunadamente, estos retos no comienzan de cero y existe un universo de casos de estudio, experiencias y modelos de negocio aplicables y adaptables a las necesidades y contexto que deberán afrontar las EDEs de Perú, tanto en lo referente a la modernización de la red, como a la integración de REDs. La correcta combinación de una planificación adecuada, una identificación de los principales retos y el reconocimiento de las experiencias existentes facilitarán la transición de las EDEs hacia los modelos basados en REI.



 / @MinemPeru

www.gob.pe/minem

Av. Las Artes Sur N° 260, San Borja, Lima
Central telefónica: (+511) 411-1100