

XXXI CONGRESO ALAS
Las encrucijadas abiertas en América Latina
La sociología en tiempos de cambio

**Aplicación de tecnologías de información y comunicación en el sector energético:
redes eléctricas “inteligentes” en Argentina**

Guido, Luciana
CONICET/CEUR; UNQ – Argentina
lucianaguido@conicet.gov.ar

Resumen

En un marco de complejos debates y transformaciones en el sistema energético a nivel mundial, comienzan a trascender las llamadas redes eléctricas “inteligentes” (REI). Dichas redes articulan la red eléctrica tradicional con las tecnologías de la información y la comunicación (TIC), para constituir un nuevo modo de gestionar los flujos de energía eléctrica y de información y así integrar datos provenientes de los diversos nodos de la red eléctrica (desde el generador hasta el usuario final). Si bien la opción por una red “inteligente” requiere cambios en la infraestructura y el equipamiento que componen el sistema de suministro de energía, más que un gran proyecto puramente tecnológico, se trata de un cambio socio-técnico que afecta fundamentalmente los *habitus*, usos y dinámicas sociales del sistema de energía en su conjunto. Desde un enfoque socio-técnico y multiescalar, el trabajo explora los elementos conceptuales que definen a las REI así como también indaga en las normativas y experiencias piloto de redes eléctricas “inteligentes” en Argentina.

Palabras clave: redes eléctricas inteligentes; energía; tecnologías de información y comunicación; territorio; sociedad.

Abstract

In a context of complex debates and transformations in the global energy system, "smart" grids are emerging. Those grids combine traditional electricity grid with information and communication technologies (ICT) in order to develop a new way of managing the flows of electrical energy and information and thus integrate data from the various nodes of the electricity grid. Although the option for an "intelligent" network demands changes in the infrastructure and equipment that make up the energy supply system rather than a large purely technological project, it represents a socio-

technical change that fundamentally affects the *habitus*, uses and social dynamics of the energy system as a whole. We aim to explore the conceptual elements that define “smart” grids and the regulations and pilot experiences of smart grids in Argentina from a socio-technical and multiscalar approach.

Keywords: smart grids; energy; Information and Communication Technologies; territory; society

1. Introducción

La difusión de las TIC para la producción y el uso más “eficiente” de la energía, así como las políticas e iniciativas para fomentar el aprovechamiento racional de los recursos y la incorporación de energías renovables no convencionales, avanzan, aunque heterogéneamente, en diversos territorios nacionales. La “eficiencia energética”¹ ha ido escalando protagonismo en las agendas internacionales teniendo en cuenta un contexto de crisis energética a nivel global. En este marco de complejos debates y transformaciones comienzan a trascender las llamadas Redes Eléctricas “Inteligentes” (REI) que conjugan la red eléctrica tradicional con las TIC, para constituir un nuevo modo de gestionar los flujos de energía eléctrica y de información y así integrar datos provenientes de los diversos nodos de la red eléctrica (desde el generador hasta el usuario final).

Se sostiene que la adopción de una REI requiere cambios en la infraestructura y el equipamiento que componen el sistema de suministro de energía, incluyendo la generación de energía, la transmisión, la distribución y el consumo, pero también implica cambios en las formas de proveer y utilizar el recurso. No obstante, más que un gran proyecto puramente tecnológico, se trataría de un cambio socio-técnico que afecta fundamentalmente los *habitus*, usos y dinámicas sociales del sistema de energía en su conjunto. En este marco, se apunta a la idea de “generación distribuida” como nuevo paradigma mediante el cual una comunidad o un individuo pueden generar parte de la energía que consume utilizando fuentes renovables.

Este trabajo se inscribe dentro de la investigación que se realiza desde el año 2014 sobre REI en Argentina en el contexto del proyecto PICT (Nº 1739/2014) de la Agencia

¹ Entendida como la capacidad de un sistema de utilizar la cantidad mínima de energía para su funcionamiento (Brunstein, Carrizo: 2015).

Nacional de Promoción Científica y Tecnológica (ANPCyT) titulado “Redes de energía e innovación en la Argentina del siglo XXI. En pos de la equidad, la eficiencia y la integración”. En ese sentido, propone explorar los elementos conceptuales que definen a las REI e indagar en las normativas y experiencias piloto de REI en Argentina desde un enfoque socio-técnico y multiescalar. Se consultan fuentes primarias (entrevistas semi estructuradas a informantes calificados tanto a nivel nacional como provincial) y secundarias (bibliografía especializada, Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva; Ministerio de Energía de la Nación, normativas provinciales, entre otras).

2. Enfoque teórico y metodológico

El trabajo considera un enfoque socio-técnico que se diferencia de las aproximaciones comúnmente empleadas en las ciencias sociales en las que la relación tecnología-sociedad se presenta bajo forma de visiones lineales y deterministas. En tales perspectivas se postula que el artefacto tecnológico determina el medio social (determinismo tecnológico), o que las configuraciones sociales determinan el tipo de tecnologías que se desarrollan (determinismo social). Por el contrario, la opción teórico-metodológica socio-técnica refiere a tratar a los desarrollos tecnológicos como construcciones sociales y tecnológicas. En efecto, la tensión “determinista” (determinismo tecnológico *versus* determinismo social) solo puede superarse captando la complejidad de los procesos de cambio tecnológico. En estas propuestas teóricas se evitan las distinciones *a priori* entre “lo tecnológico”, “lo social”, “lo económico” y “lo científico”, proponiendo a cambio hablar de “lo socio-técnico” (Thomas, Fressoli y Lalouf, 2008, entre otros).

La noción de “alianza socio-técnica” refiere a la articulación entre artefactos, materiales, conocimientos y actores que conforman la red que viabiliza o restringe las posibilidades de funcionamiento/ no funcionamiento de una tecnología. Así, las alianzas socio-técnicas permiten describir y analizar las relaciones entre actores y sistemas tecnológicos, entre grupos sociales relevantes y artefactos. Al mismo tiempo, éstas muestran las relaciones de poder, quién o qué articula y coordina el cambio socio-técnico.

En esa línea, el funcionamiento de un artefacto es un proceso de construcción continua que se despliega desde su concepción y diseño. Aún después de cierto grado de

“estabilización” de los significados que los distintos actores le atribuyen a la tecnología, se continúan realizando ajustes y modificaciones que construyen nuevas y diversas formas de funcionamiento (Juárez y Becerra, 2012).

Las “tecnologías para la inclusión social” en su diseño, desarrollo y gestión buscan generar capacidades de resolución de problemas sociales y ambientales sistémicos. Apuntan a la generación de dinámicas locales de producción, cambio tecnológico e innovación sociotécnicamente adecuadas (Thomas, 2012). La “tecnología social” alcanza un amplio abanico de producciones de tecnologías de producto, proceso y organización: alimentos, vivienda, energía, agua, comunicaciones, entre otras. Algunos de los actores fundamentales de los procesos de desarrollo de estas tecnologías son los movimientos sociales, las cooperativas populares, ONGs, divisiones gubernamentales.

Las REI, entendidas como tecnologías para la inclusión social, se constituirían como una alternativa a las distintas problemáticas vinculadas con la deficiencia energética que enfrentan en la actualidad los países con un alto porcentaje de combustibles fósiles en su matriz energética.

3. Redes eléctricas inteligentes (REI) y generación distribuida: aproximaciones conceptuales y elementos socio-técnicos

Los sistemas de energía experimentan enormes transformaciones en todo el mundo. El concepto de REI implica redes eléctricas que transmiten información digital y energía. Su propósito principal: que los datos de consumo y generación en tiempo real se transmitan entre diferentes nodos como también la activación remota de dispositivos. Teniendo en cuenta la generación distribuida, a menudo a través de la incorporación de fuentes renovables, el objetivo es optimizar el equilibrio de generación y consumo para lograr eficiencias.

Sin embargo, más que un gran proyecto tecnológico, una REI tiene el potencial de cambiar fundamentalmente la dinámica social del sistema energético (Goulden et.al., 2014). Trabajos recientes (Goulden, op cit; Guerassimoff y Maizi, 2013; Dupuy, 2011, entre otros) llaman la atención sobre el papel prominente que se espera que el usuario juegue dentro de los sistemas de red inteligente.

Las REI han ganado protagonismo en debates o análisis sobre las transformaciones en los sistemas energéticos a escala internacional, espacios experimentales en los ámbitos académicos, empresas del sector, Estados y, en especial, iniciativas privadas.

Desde este sentido, se presentan como un elemento más de la llamada “transición energética”².

Las REI reciben definiciones múltiples. Algunas hacen hincapié en aspectos puramente técnicos, otras, engloban aspectos tecnológicos, económicos y sociológicos. No obstante el punto en común entre todas las definiciones es la integración de TIC a las redes físicas tradicionales. En tal sentido, el sistema eléctrico como se prevé en el futuro es principalmente un sistema de comunicación (Guerassimoff y Maizi, 2013).

Desde una perspectiva tecnológica, el Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE) define a la REI como un sistema donde detallan: capa de potencia y energía; capa de comunicaciones; capa informática. La capa de potencia es aquella en la que se produce el despacho de energía y está vinculada con la capa de comunicaciones, llevando los datos a una frecuencia de portadora superior a 50 Hz. Esta última capa se vincula al flujo de datos productos de mediciones, comandos, alarmas, estados, señalizaciones y otro tipo de variables que viajan desde y hacia cualquiera de los dispositivos o elementos que componen a la REI. Las comunicaciones son la estructura de estas redes. La capa informática tiene que ver con las distintas tecnologías que pueden incorporarse a las REI, por ejemplo: telefonía móvil; telefonía fija; RF 2,4 GHz de corto alcance –*bluetooth*, entre otros.-; onda portadora –*power line communication*.-; Wifi; enlace por RF soluciones propietarias; fibra óptica; satelital.

El IEEE alude a una reinención de la transmisión, de la distribución y de la metrología eléctrica. Desde esta perspectiva “técnica”, se considera que las redes inteligentes son la “evolución” esperada de las redes eléctricas que se adaptan y modernizan a fin de satisfacer las cada vez más complejas necesidades de los consumidores. Estas necesidades son muy diferentes dependiendo de la zona y cada país, pero es principalmente la evolución de los usos, modos de consumo y producción de la electricidad los que imponen este cambio hoy.

Desde un punto de vista artefactual, las REI se estructuran en torno a la utilización de sensores, de herramientas de medición y control, que se comunican de manera “bidireccional” sobre las redes, las centrales de producción de electricidad hasta los consumidores a través de las líneas de transmisión y de distribución. Así, transmiten información a los usuarios, operadores y controladores de administración con el fin de

² Si bien el término alude a cambios en la matriz energética de las sociedades, su “entronización” surgió en el año 2010 como política (*Energiewende*) para impulsar la energía renovable distribuida, sustituyendo la energía nuclear primero y progresivamente otras no renovables.

responder de forma dinámica a los cambios en la demanda de electricidad y los daños ocurridos en las líneas: la red, activa e interactiva, mejora la calidad del tránsito en las líneas eléctricas gracias a un mejor control del equilibrio producción/consumo.

Por medio de estas tecnologías integradas a la arquitectura física de las redes de transmisión y de distribución, una multitud de datos se mide en tiempo real o casi-real sobre el estado de la red y el equilibrio producción/consumo. Estas informaciones son transferidas a los sistemas de control y análisis de datos vía las redes de telecomunicación. Un *software* realiza el procesamiento de los datos recibidos de forma automática. La medición de datos se hace para controlar el estado de la red o para intercambiar información desde y para los usuarios. Los sistemas de control y de análisis de datos son un conjunto de tecnologías destinadas a la prevención de incidentes y limitaciones sobre la red de energía (parte de la red) o recoger y descifrar los datos de consumo/producción propios de los usuarios (parte de los consumidores). Las principales funciones de estos sistemas son la colecta y el análisis de datos, seguidos de un diagnóstico: entonces la decisión puede ser automática o efectuarse después de la visión de un operador.

Las herramientas de *software* involucradas permiten la asociación de datos que se transmiten desde los “medidores inteligentes”³ así como permiten las informaciones específicas de la gestión de activos, las características geoespaciales de las redes, entre otras.

4. Las REI en Argentina: aspectos generales de la legislación y casos experimentales de aplicación

4.1 Políticas y normativas nacionales y provinciales

En Argentina, las redes eléctricas no han crecido de forma proporcional respecto a las demandas energéticas siendo la situación dispersa en los territorios y regiones. En parte para enfrentar estas situaciones de déficit e inequidad, el Estado nacional y las provincias que históricamente tienen distintos niveles de participación en las actividades

³ Se trata de un tipo de medidor o contador avanzado que calcula el consumo de una forma más detallada que los contadores convencionales. A su vez, ofrecen la posibilidad de comunicar esta información a través de alguna red a un centro de control de la compañía energética local, la cual puede utilizar los datos a efectos de facturación o seguimiento.

energéticas, actualmente tienden a reposicionarse en el sector. Un abanico amplio de proyectos de energías renovables, resultantes en su mayoría de iniciativas públicas, contribuyen a cubrir déficits o mejorar la seguridad, además de convertirse en una alternativa económico-productiva. Mejorar la eficiencia energética también resulta de interés nacional (Guido y Carrizo, 2016). En este marco, de proyectos variados y poco articulados, se explora la implementación de REI.

A nivel nacional, las REI son destacadas en el “Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva `Argentina Innovadora 2020`”, que sitúa a las TIC como transversales a todos los sectores productivos, y resalta el aprovechamiento de sus potencialidades en entornos territoriales prioritarios.

El Fondo de Innovación Tecnológica Sectorial (FITS) es un instrumento del Fondo Argentino Sectorial (FONARSEC) que apoya el desarrollo de capacidades de generación e incorporación de innovación tecnológica en sectores estratégicos del sistema productivo, con el objeto de mejorar su competitividad afianzando cadenas de valor. El objetivo es financiar parcialmente proyectos en los cuales los consorcios público-privados tengan como meta el desarrollo de capacidades tecnológicas, la generación de productos y/o la resolución de problemas que mejoren la competitividad y brinden apoyo al sector productivo. Las áreas que abarca son: energía, salud, desarrollo social, agroindustria, nanotecnología, biotecnología, medio ambiente, cambio climático y TIC. Los FITS están dirigidos a instituciones público y privadas sin fines de lucro, centros e institutos que se dediquen a la investigación y desarrollo (I+D) que cuenten con personería jurídica propia y empresas nacionales, ligados bajo un régimen de consorcio público privado.

En 2010, el Ministerio de Planificación Federal, Inversión Pública y Servicios⁴ firmó un acuerdo de cooperación en energías limpias y renovables con el Departamento de Energía de Estados Unidos (“DOE”). En ese contexto se crea el “Grupo Binacional de Trabajo Argentina – Estados Unidos” que cuenta con un subgrupo dedicado a las “redes inteligentes” (ADEERA, 2013). Además se han constituido grupos de trabajo entre la Secretaría de Energía⁵, la Compañía Administradora del Mercado Mayorista Eléctrico (CAMMESA), el Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI) y la

⁴ Creado durante el mandato de Néstor Kirchner (2003-2007).

⁵ Esta Secretaría asume rango de Ministerio con la nueva gestión del Presidente Macri, que crea el Ministerio de Energía y Minería. En el año 2016, el nuevo gobierno reglamentó la Ley N° 27.191/2015 (Decreto 531) que modifica la Ley 26.190/2006, “Régimen de Fomento Nacional para el uso de Fuentes Renovables de Energía destinada a la producción de Energía Eléctrica”, con el objetivo de dar un nuevo impulso a la generación eléctrica a partir de fuentes renovables.

Asociación de Distribuidores de Energía Eléctrica de la República Argentina (ADEERA). Uno de los principales propósitos de los grupos es desarrollar experiencias en la planificación, instalación, operación y mantenimiento de las redes así como también fomentar la inserción de energías renovables, la prueba e incorporación de diversas tecnologías y el fomento de experiencias en pos de posibilitar futuras regulaciones. Se eligió la ciudad de Armstrong, en la provincia de Santa Fe, como primer emplazamiento para un proyecto con REI y, posteriormente, la localidad de Trenque Lauquen en la provincia de Buenos Aires.

A diferencia de lo que ya acontece en otros países, la legislación nacional no regula la inyección “domiciliaria” de energía en el sistema eléctrico, clave en una REI. No obstante, en septiembre de 2017 la Cámara de Diputados de la Nación dio media sanción a un proyecto de ley por el cual los usuarios de energía eléctrica que generen electricidad desde fuentes renovables puedan volcar lo que no consuman a la red eléctrica pública.

Más allá de ello, algunas **provincias** han avanzado en normativas sobre generación distribuida, instalación y/o desarrollo de REI:

La **Ciudad Autónoma de Buenos Aires** cuenta desde 2011 con un régimen de incentivo (Ley N° 4024) para promover el uso de sistemas de captación de energía solar para producir energía eléctrica, generar agua caliente o calefaccionar ambientes. La normativa aún no cuenta con reglamentación. En agosto de 2017 el gobierno de la Ciudad instaló paneles solares en dos estaciones del Metrobus que rodea al Obelisco.

La **provincia de Buenos Aires** fue pionera en dictar una normativa que habilitara la generación distribuida, pero posteriormente la norma fue derogada⁶. En 2009, el gobierno provincial creó el Programa Proinged mediante Resolución 827/09 que se origina mediante un convenio entre el Ministerio de Infraestructura de la provincia y el Foro Regional Eléctrico de Buenos Aires con el fin de promover inversiones eficientes y económicamente sustentables en materia de generación de energía eléctrica distribuida priorizando fuentes renovables.

⁶ En efecto, mediante una norma del año 2001, la Ley N° 12.603, que acompañó la sanción de la Ley Nacional N° 25.019 de Energía Eólica y Solar, y su Decreto Reglamentario N° 2.299/2009 se habilitaba la comercialización de energía eléctrica a partir de fuentes renovables en la red pública dentro de un paquete más amplio de promoción. Dentro de los beneficios promocionales, la ley eximía del pago del impuesto inmobiliario a las instalaciones de equipamiento para la generación y determinaba una compensación tarifaria hoy desactualizada. La Ley N° 12.603 fue derogada por la ley provincial de adhesión al régimen de fomento a las energías renovables establecido por la Ley Nacional N° 26.190 y su modificatoria, la 27.191, sancionada en agosto de 2016 .

En 2012, el Ministerio de Agua, Ambiente y Energía de la **provincia de Córdoba** crea el “Programa Provincial de Energía Eficiente” (PROPEE) cuyos objetivos son: disminuir o evitar consumos innecesarios; concientizar y educar sobre el uso responsable y eficiente de la energía y desarrollar nuevas capacidades de empresas proveedoras de servicios (Resolución N° 036). La Empresa Provincial de Energía de Córdoba (EPEC) como proveedora de productos y servicios energéticos pretende contribuir a un “Modelo Energético Sostenible”, que permita el desarrollo económico, social y medioambiental de la provincia. La EPEC desarrolla de manera incipiente acciones que afirmen las bases de un programa de REI. La Gerencia General con participación de profesionales de la empresa, trabaja en la vinculación con centros de investigación y desarrollo de distintas universidades. Hay avances en un proyecto sobre “barrio inteligente” iniciado en colaboración con especialistas de la Universidad Nacional de Río Cuarto.

En 2013, la **provincia de Santa Fe** por la resolución N° 442 de la Empresa Provincial de Energía (EPE), aprueba el procedimiento para el tratamiento de solicitudes de generación en isla o en paralelo con la red de la Empresa.

En el año 2016 la Secretaría de Energía de la provincia lanzó el Programa “PROSUMIDORES” en pos de incentivar la generación de energía distribuida renovable conectada a la red de baja tensión por usuarios de la EPE bajo condiciones técnicas y administrativas específicas. Está destinado a usuarios que revistan carácter de clientes de pequeñas demandas urbanas o rurales de la EPE. La denominación del programa refiere a usuarios que producen y consumen energía eléctrica y están conectados a la red de distribución eléctrica⁷.

También en 2013, la legislatura de la **provincia de Mendoza** sancionó la Ley N° 7549 mediante la cual autoriza a los usuarios de energía eléctrica conectados a una red de distribución a transformarse en autogeneradores y cogeneradores de energía eólica y solar. El Ente Provincial Regulador Eléctrico de Mendoza (EPRE) reglamenta quiénes pueden inyectar a la red de distribución los excedentes generadores y dispone de las condiciones técnicas para ellos y su forma de facturación. La forma de facturación se determinó mediante Resolución del EPRE 019/15 y establece la modalidad de balance

⁷ El Programa facilita el repago de las instalaciones renovables, a través de una compensación monetaria que permite la amortización de estos equipos por parte de los clientes que se adhieran a este beneficio en un período de tiempo determinado. Dicha compensación se efectuará en función de la energía generada durante el período de repago de los equipos. Asimismo, se prevé que las Cooperativas Eléctricas de la Provincia puedan adherirse en una segunda instancia del proyecto.

neto como instrumento tarifario (límite de potencia instalada de 300 kW). Esta normativa crea el reglamento de las condiciones técnicas para la operación y facturación de excedentes de energía volcados a la red eléctrica de distribución. Entre sus fundamentos destaca que el EPRE pretende desarrollar diversos instrumentos regulatorios que contribuyan a un sistema eléctrico sustentable que incorpore recursos de energía distribuida a la red y redes inteligentes.

En 2014, la **provincia de Salta** sanciona la Ley N° 7824 que establece las condiciones administrativas, técnicas y económicas para el suministro de energía eléctrica con “balance neto”, es decir consumo instantáneo o diferido de la electricidad producida en el interior de la red de un punto de suministro y que estuviera destinada al consumo propio. Los beneficiarios: usuarios que instalen en su red interior un equipamiento de generación eléctrica de origen renovable y que se conecten a las redes de la distribuidora eléctrica. También en 2014, la provincia sanciona la Ley N° 7823 que declara de interés provincial la investigación, desarrollo, generación y uso sustentable de energías renovables no convencionales y la eficiencia energética. En ese marco el gobierno salteño lanza el “Plan provincial de Energías Renovables” (Telam, 2014) para mejorar la competitividad industrial y la calidad de vida de su población. Así, promueve la participación de los usuarios, quienes pueden convertirse en micro-generadores de energía así como aprovechar los recursos energéticos actualmente disponibles en la provincia.

En 2014, la **provincia de San Luis** presentó un proyecto de ley de Promoción y Desarrollo de Energías Renovables que, entre otros beneficios, establece la creación de un fondo destinado a realizar obras de infraestructura y para el co-financiamiento de los proyectos de investigación, estudio y/o desarrollo en la temática.

En 2015, la **provincia de Chubut** impulsa un proyecto de ley de generación distribuida, que contempla la autorización para que los usuarios finales utilicen energías de fuentes renovables para generar energía eléctrica con la potencia máxima instalada, la cual debe determinarse mediante la reglamentación. Así posibilitaría inyectar la energía generada a la red de distribución a partir de los respectivos empalmes.

En 2016, la Ley N° 3.006 de la **provincia de Neuquén** promueve la generación distribuida de energía eléctrica a partir de fuentes renovables para ser inyectada a las redes de media y baja tensión así como también para autoconsumo. Allí se establece que el Ministerio de Energía, Servicios Públicos y Recursos Naturales deberá crear una

estructura institucional específica para llevar adelante los objetivos planteados por la norma.

También en 2016, la legislatura de la **provincia de Misiones** aprobó la Ley de Balance Neto en la cual se determinará los requisitos técnicos y los límites de generación que deberán cumplirse para conectar el equipamiento a las redes de distribución e inyectar los excedentes de energía a estas.

Por último, el poder ejecutivo de la **provincia de Entre Ríos**, dictó el Decreto 4315/16 que fomenta el uso de fuentes renovables de energía, permitiendo que sectores productivos del agro e industria, comerciales y usuarios individuales, puedan realizar su propia generación e inyectar sus excedentes a las redes de las distribuidoras provinciales⁸.

4.2 Casos experimentales de REI en Argentina

A continuación se describen algunas de las experiencias con REI que se desarrollan en el país:

En la localidad de Armstrong, **provincia de Santa Fe**, se está realizando una de las primeras experiencias piloto: el Proyecto de Redes Inteligentes con Energías Renovables (PRIER). Se origina por medio de un consorcio público-privado entre el INTI, la Facultad Regional Rosario de la Universidad Tecnológica Nacional (UTN) y la Cooperativa de Provisión de Obras y Servicios Públicos y Crédito Ltda (CELAR) con apoyo de la Secretaría de Energía provincial y CAMMESA. Se basa en un modelo de generación distribuida y tiene por finalidad la implementación, puesta en marcha y evaluación de una red inteligente. Promueve la participación activa del usuario en pos de acercar la generación al consumo con el propósito de diversificar la matriz energética nacional. La red convencional convive con la red inteligente y esta última es la encargada de administrar la inyección de energía renovable, integrando la energía solar y, posteriormente eólica, en el tendido eléctrico.

El proyecto contó con un aporte de \$14.419.680 realizado por la ANPCyT, dependiente del MINCyT, en el marco de la convocatoria “FITS Energía – Uso Racional y Eficiente de la Energía (UREE) 2013”, administrada por el FONARSEC y desde el consorcio se aportó el 48% restante de los montos requeridos para la obra por

⁸ El Decreto contiene anexos que reglamentan las disposiciones generales, comerciales y técnicas, a fin de garantizar la seguridad en el sistema eléctrico.

un total de \$28 millones. Entre 2015/16 mediante la acreditación del FITs, se compraron 1000 medidores inteligentes, cubriendo diferentes tipos de consumos y los equipos fotovoltaicos fueron adquiridos a empresas locales. Actualmente se está llevando a cabo la compra de equipamiento para medición en campo y en laboratorio. Para ello se promueve la participación de fabricantes y proveedores nacionales, tanto del sector solar como eólico, impulsando así el desarrollo de la industria local e incentivando el comercio interno.

La **localidad de Trenque Lauquen, provincia de Buenos Aires**, es otra de las localidades escogidas por el Grupo de trabajo compuesto por la Secretaría de Energía de la Nación, ADEERA, INTI y CAMMESA para llevar adelante una experiencia piloto. Se busca comparar distintas tecnologías en el manejo de información, comunicaciones y gestión de demanda así como también diversos tipos de micro-generación: mini-eólica, solar, bio-digestores, micro-hidráulicos, entre otros (Medina, 2014).

En el barrio Grand Bourg de la ciudad de **Salta** -capital de la provincia homónima-, se llevará a cabo una prueba piloto de REI que posteriormente replicará la experiencia en otras zonas. Esta iniciativa se enmarca en el Plan de Energías Renovables de la Provincia y el proyecto de Uso Racional y Eficiente de la Energía (UREE) presentado a la convocatoria FITS 2013 y se fundamenta en la demanda de gestión eficiente y sostenible de la energía que hace necesario el desarrollo de redes eléctricas inteligentes. Participan la Secretaría de Energía del Ministerio de Ambiente y Producción Sustentable, integrantes del Consorcio Asociativo Público Privado, la ANPCyT, EDESA y la Universidad Católica de Salta.

La primera etapa cuenta con una subvención de \$ 6.106.741 y aportes por \$ 4.165.888 de los beneficiarios, lo que alcanza una financiación total \$ 10.272.629. Se estima un plazo de 36 meses para el proyecto que comenzó a finales de 2015 (Ministerio de Producción, Trabajo y Desarrollo Sustentable de la Provincia de Salta, 2014).

Principales acciones: renovación de la red eléctrica de baja tensión, mediante el cambio de conductores convencionales por pre-ensamblados; la adecuación de los ámbitos y los cambios de acometidas a clientes; y el recambio de medidores convencionales por inteligentes. Además, incluye el reemplazo de transformadores convencionales por transformadores de baja pérdida; y la implementación del nuevo sistema de comunicaciones, consistente en la instalación de los equipos, la adecuación de la fibra óptica y la instalación de los concentradores para los medidores. A estas

acciones se sumarán la implementación e instalación de un *software* de gestión y la creación del laboratorio para análisis de comportamiento y resultados. Se pretende incorporar TIC para lograr eficiencia eléctrica.

A su vez, el proyecto plantea como desafío a futuro la posibilidad de incorporar generadores de energía renovable a la red; sumar el alumbrado público al concepto de REI; y servir de incentivo a otras provincias, para la implementación de sistemas similares, cuyos objetivos centrales sean la eficiencia eléctrica y la preservación del medio ambiente.

La **provincia de Mendoza** cuenta con dos experiencias: localidades de Godoy Cruz y San Martín. **Godoy Cruz**, el EPRE formó un grupo de trabajo con profesionales del organismo, complementado por profesionales del gobierno de la provincia, las empresas distribuidoras y la Universidad de Mendoza, con el fin de establecer las condiciones técnicas de operación, mantenimiento, medición y facturación para usuarios del servicio público de distribución de energía eléctrica que decidan incorporar en sus instalaciones internas un equipamiento de generación de energía eléctrica (con fuentes renovables como la fotovoltaica, minihidráulica u otras) de manera tal de autoabastecerse y volcar a la red pública de distribución la energía eléctrica excedente (Garay, 2016).

Se tuvieron en cuenta aspectos técnicos y comerciales, como por ejemplo, definición de potencias monofásicas y trifásicas a conectar a la red, medición bidireccional, facturación del vuelco de excedentes, tratamiento impositivo, etcétera. Cada uno de los actores mencionados, trabajó con el objetivo de preservar el medio ambiente y educar al usuario y a todos los actores en las nuevas tendencias en materia energética.

La experiencia en Godoy Cruz tiene como usuario generador a la Municipalidad y como empresa distribuidora a la Cooperativa Empresa-Eléctrica de esa localidad.

En la **localidad de San Martín**, 4500 domicilios poseen un medidor bidireccional⁹. Esta localidad desarrolla un proyecto denominado "Red Inteligente Ciudad General San Martín, Mendoza", aprobado y financiado como Proyecto N° 13 en la convocatoria FITS 2013 UREE - Uso Racional y Eficiente de la Energía de la ANPCyT. Este se gestiona a través de un consorcio asociativo público privado compuesto por la Empresa

⁹ Cuenta la energía que se toma y se inyecta.

Distribuidora de Electricidad del Este S.A. (EDESTA), Empresa Mendocina de Energía (EMESA S.A) y la Facultad Regional Mendoza de la UTN (Adi, 2017).

En la **localidad de Centenario, provincia de Neuquén**, la ANPCyT aprobó un FITS (continuación del proyecto FITS 008/2010) titulado: “Interconexión de Sistemas Fotovoltaicos a la Red Eléctrica en Ambientes Urbanos” en el que se contempla la inclusión de infraestructura de comunicación, gestión de datos de información y elementos de control y seguridad a las redes de distribución existentes. Se impulsa la participación de las energías renovables en la red eléctrica, con miras al desarrollo de redes inteligentes basadas en micro redes que permitan manejar la intermitencia de las fuentes renovables. Como primer paso, se realiza una experiencia piloto en la localidad de Centenario, que combina la telesupervisión y el telecontrol del sistema de distribución de baja tensión con un conjunto de generadores fotovoltaicos distribuidos. En este proyecto participan el Ente Provincial de Energía de Neuquén (EPEN) junto con docentes e investigadores del área de Energía y de Electrónica de la Escuela de Ciencia y Tecnología (ECyT) de la Universidad Nacional de San Martín (UNSAM) y trata de una inversión de 13 millones de pesos financiados por la ANPCyT (Escuela de Ciencia y Tecnología UNSAM, 2015).

A 2017, el EPEN ya instaló tecnología que le permite obtener de forma automática y remota el estado de los medidores de energía eléctrica de 5.240 hogares de Centenario, Aluminé y San Martín de los Andes, para mejorar la calidad del servicio mediante la digitalización de las redes (Neuquén Informa, 2017). Se tiene previsto que las instalaciones continúen hasta el año 2018. El objetivo es telesupervisar y adquirir datos del sistema de redes domiciliarias en baja tensión con determinadas variables eléctricas que evalúan su comportamiento a los fines de mejorar el servicio que se presta a los clientes del EPEN abastecidos a lo largo de la provincia. La tecnología se impulsa desde el año 2015.

Junto con la incorporación de equipos de medición en domicilios también se instalaron “concentradores” para las subestaciones transformadoras que registran el consumo y el excedente de energía eléctrica de cada cliente que eventualmente pudiera inyectar a la red de distribución.

Centenario, San Martín de los Andes y Aluminé, cuentan en total con 14.300 medidores “inteligentes”. Paralelamente se iniciará el reemplazo de equipos en otras localidades del interior provincial.

5. Reflexiones finales

Las REI se apoyan en la fusión de redes eléctricas y las redes de telecomunicaciones, de forma que las TIC aumenten y mejoren la gestión, el control y la protección del sistema eléctrico en su integridad. De ese modo el desarrollo de estas redes permitiría una medición precisa y detallada del consumo utilizando tecnología digital, favoreciendo un consumo más eficiente de la electricidad, a la vez que ampliaría la generación distribuida y facilitaría el uso de energías renovables. Así, estas redes tendrían potencial para mejorar la competitividad de la flexibilidad y la sostenibilidad del sistema eléctrico de un país y del sistema energético en un sentido más amplio.

No hay una solución de red inteligente única que se aplique a todas las situaciones posibles y esto se debe en parte a las peculiaridades en el desarrollo del sistema, la estructura, la regulación, administración, entre otras. Requiere atender las particularidades de cada contexto para tener en cuenta las condiciones locales y para establecer prioridades y recomendaciones.

Si bien se registran instrumentos de financiamiento por medio de Fondos Sectoriales del MINCyT para promover el desarrollo de REI, el país aún no cuenta con una ley que regule la generación distribuida en todo el territorio. En tal sentido, no se observa una articulación a nivel nacional que abarque las distintas legislaciones provinciales.

A nivel provincial, los instrumentos regulatorios diseñados contemplan los cambios que requiere el funcionamiento de las REI, como por ejemplo la nueva figura del usuario/generador o la integración amplia de la generación distribuida, entre otros. No obstante, las experiencias de desarrollo de REI en algunas provincias argentinas aún se encuentran en una fase experimental y están ligadas a las diversas alianzas socio-técnicas (en las que participan actores públicos y privados) viables siempre y cuando existan normativas específicas que posibiliten su implementación.

El acceso universal a la energía, la eficiencia energética y el uso de energías renovables en el mundo son fundamentales para el desarrollo sostenible de los territorios. El sistema de producción y distribución de energía enfrenta nuevos desafíos sociales, económicos, tecnológicos y ambientales para la puesta en valor sostenible de los recursos. Así pues, las REI como “tecnologías sociales” posibilitarían no solo la explotación de fuentes renovables, sino también una oportunidad de desarrollo territorial en regiones periféricas y la posibilidad de cambio hacia un sistema energético nacional más sustentable. El crecimiento incipiente de las REI provoca nuevas

dinámicas territoriales que se manifiestan en la valoración de recursos antes ignorados, inclusión de nuevos actores, desarrollo de tecnologías específicas, oportunidades de desarrollo regional, y cambios en la generación, distribución y utilización de productos energéticos, como también en las propias prácticas sociales.

6. Bibliografía referenciada y fuentes citadas

- Adi, Alejandra (29-10-2017): “Mendoza, pionera en redes de energías inteligentes”, *Diario UNO*. Recuperado de:
<https://www.diariouno.com.ar/mendoza/mendoza-pionera-redes-energias-inteligentes-20171029-n1497174.html>
- Asociación de Distribuidores de Energía Eléctrica de la República Argentina (ADEERA) (2013), La Revista de ADEERA; año 12, N° 35, Diciembre.
- Carrizo, S. y Forget, M. (2011): “Aprovisionamiento eléctrico de Buenos Aires y desigualdades regionales entre la metrópolis y el Noroeste argentino”, *Sustentabilidade em Debate*, v.2, n°1, Brasília, 33-50pp.
- Brunstein, F. y Carrizo, S. (2015): “Eficiencia energética en Argentina”, en XXIX Jornadas de investigación XI Encuentro regional; SI+TER, FADU, UBA, septiembre.
- Dupuy, G. (2011): “Fracture et dépendance: l’ Flux Cahiers scientifiques internationaux Réseaux et territoires enfer des réseaux?”, en, núm. 83, enero-marzo, Paris Association MÉTROPOLIS pp.6-23.
- Escuela de Ciencia y Tecnología UNSAM (2015): “Apoyo Fonarsec para el desarrollo de energía”. Recuperado de:
<http://noticias.unsam.edu.ar/2015/09/11/apoyo-fonarsec-para-el-desarrollo-de-nuevas-redes-de-energia/>
- Guerassimoff, G. Y Maizi, N. (2013): *Au-delà du concept, comment rendre les réseaux plus intelligents*, Paris: Presses des Mines.
- Goulden, M. et. al. (2014): « Smart grids, smart users ? The role of the user in demand side management ». *Energy Research & Social Science*, Volume 2, June, University of Nottingham, United Kindom . Recuperado de:
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214629614000413>

- Garay, A. (2016): “Ente provincial regulador eléctrico Mendoza-La coop empresa elect. de Godoy Cruz Mendoza y Universidad de Mendoza Argentina”, CLADE 2016, III Congreso de las Américas de distribución eléctrica, Córdoba. Recuperado de: <http://www.cacier.com.ar/Reuniones/2016CLADE/Resumen/46C.pdf>
- Guido, L. y Carrizo, S. (2016): “Innovaciones tecnológicas y políticas públicas: las redes eléctricas inteligentes en Argentina”, Revue Orda; Toulouse.
- Juárez, P. y Becerra, L. (2012): “Alianzas socio-técnicas, estrategias y políticas para el desarrollo inclusivo y sustentable”, VI Congreso Latinoamericano de Ciencia Política. La investigación política en América Latina”, Quito, Ecuador, junio. Recuperado en: https://www.researchgate.net/publication/306255850_ALIANZAS_SOCIO-TECNICAS ESTRATEGIAS Y POLITICAS PARA EL DESARROLLO INCLUSIVO Y SUSTENTABLE
- “Implementarán en Salta redes eléctricas inteligentes” (17 de octubre de 2014), *Telam*,. Disponible en <http://www.telam.com.ar/notas/201410/82049-salta-redes-electricas-inteligentes.html>
- Ley N° 4024/2011: régimen de incentivo para promover el uso de sistemas de capacitación de energía solar. Disponible en: <http://www2.cedom.gov.ar/es/legislacion/normas/leyes/ley4024.html>
- Medina, O. (2014): “Redes eléctricas inteligentes. Estrategias para su inserción en Argentina. Proyectos” Secretaría de Energía, Ministerio de Planificación Federal, Inversión Pública y Servicios. Recuperado en: www.energia.gov.ar/contenidos/archivos/.../redes_inteligentes.pdf
- Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva (2013): Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva “Argentina Innovadora 2020”
- Ministerio de Producción, Trabajo y Desarrollo Sustentable de la Provincia de Salta, (2014). Disponible en: <http://www.salta.gov.ar/prensa/noticias/se-implementaran-redes-electricas-inteligentes-en-salta-para-el-uso-racional-de-la-energia/36071>
- Neuquén Informa (2017): “El EPEN instala medidores inteligentes en la provincia”. Recuperado de <http://www.neuqueninforma.gob.ar/el-epen-instala-medidores-inteligentes-en-la-provincia/>
- Resolución N° 442. EPE Energía de Santa Fe, 2 de octubre de 2013. de la provincia de Santa Fe. Recuperado en:

<https://www.epe.santafe.gov.ar/fileadmin/archivos/Comercial/ConexionGeneradores/PlantillaResolucion.pdf>

- Secretaría de Estado de la Energía, Provincia de Santa Fe S/D: “Programa Prosumidores Santa Fe – Tarifa Promocional para la inyección de generación renovable distribuida de baja tensión”. Recuperado en:
<https://www.santafe.gov.ar/index.php/web/content/download/226691/1187360/file/programa%20PROSUMIDORES%20-%20Reglamento%20para%20web%20FINAL.pdf>
- Thomas, H.; Fressoli, M; Lalouf, A. (2008): “Introducción” en *Actos, actores y artefactos. Sociología de la Tecnología*; Bernal: Universidad Nacional de Quilmes.
- Thomas, H. (2012):”Tecnologías para la inclusión social en América Latina: de las tecnologías apropiadas a los sistemas tecnológicos sociales. Problemas conceptuales y soluciones estratégicas”, en Thomas, H. (org), Santos, G. y Fressoli, M. (eds.). *Tecnología, desarrollo y democracia. Nueve estudios sobre dinámicas socio-técnicas de exclusión/inclusión social* (pp. 65-86). Buenos Aires: MINCyT.