

1

Opciones y dilemas socio-técnicos en los desarrollos energéticos argentinos: el proyecto red inteligente en la Ciudad General San Martín, Mendoza

Luciana Mónica Guido¹

Universidad de Buenos Aires/Universidad Nacional de Quilmes/

Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas

@ [lucianaguido@gmail.com]

RECIBIDO 07-02-2020

ACEPTADO 04-04-2020

Cita sugerida: Guido, L. M. (2020). Opciones y dilemas socio-técnicos en los desarrollos energéticos argentinos: el proyecto red inteligente en la Ciudad General San Martín, Mendoza. Revista *Huellas*, Volumen 24, N° 1, Instituto de Geografía, EdUNLPam: Santa Rosa. Recuperado a partir de: <http://cerac.unlpam.edu.ar/index.php/huellas>

DOI: <http://dx.doi.org/10.19137/huellas-2020-2402>

Resumen

La posibilidad de contar con redes energéticas más limpias y sostenibles a la par de paliar las consecuencias del cambio climático, impulsa transiciones hacia matrices energéticas eficientes basadas en energía renovable. La difusión de nuevas tecnologías, el uso más eficiente de la energía y el fomento a la generación distribuida avanza en distintas escalas territoriales. En ese marco, las Redes Eléctricas “Inteligentes” (REI), que combinan la red eléctrica tradicional con las tecnologías digitales, constituyen una nueva manera de organizar los flujos de energía eléctrica y de información a partir de integrar datos provenientes de los diversos nodos de la red energética. El trabajo indaga en los cambios socio-técnicos de un caso de red inteligente de energía en la provincia de Mendoza a partir de observaciones y entrevistas semi estructuradas en las localidades implicadas. Desde la perspectiva de la sociología de la tecnología, se exploran los antecedentes normativos sobre generación distribuida y REI así como también se indaga en el proceso de transformación del “usuario/consumidor” a “usuario/generador”. Las REI posibilitan, tanto la incorporación de ener-

- 1 Doctora en Ciencias Sociales y Humanas por la Universidad Nacional de Quilmes (2009); Magíster en Sociología de la Cultura y Análisis Cultural por la Universidad Nacional de San Martín (2007); Profesora y Licenciada en Sociología por la Universidad de Buenos Aires (2007 y 2004). Docente concursada en la Universidad Nacional de Quilmes. Investigadora Adjunta del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas en el Centro de Estudios Urbanos y Regionales (CEUR-CONICET).

gía renovable, así como favorecen la expansión territorial hacia regiones marginales a la par que promueven un eventual avance hacia un sistema energético nacional sustentable.

Palabras clave: energía, redes, territorio, tecnologías

Options and socio-technical dilemmas in Argentinian energy developments: the smart grid project in the city of General San Martín, Mendoza

Abstract

The possibility of having cleaner and more sustainable energy networks, as well as reducing the consequences of climate change, promotes transitions towards efficient energy matrices based on renewable energy. The diffusion of ICT, the most efficient use of energy and the promotion of distributed energy generation advances in different territorial scales. Within this framework, Smart Electrical Grids (SEGs), which combine traditional electricity supply with ICT, constitute a new way of organizing the flows of electricity and of information based on the integration of data from the various nodes of the energy network. This paper explores the socio-technical changes of a case of smart grids in the province of Mendoza on the basis of observations and semi-structured interviews in the localities involved. From the perspective of the social studies of technology, the normative antecedents of distributed energy generation and smart grids (SEGs) are investigated as well as the process of transformation of the “user / consumer” to the “user / generator”. Smart grids enable the incorporation of renewable energy as well as favoring territorial expansion into marginal regions while promoting an eventual advance towards a national sustainable energy system.

Keywords: energy; networks; territory; technologies

Opções e dilemas sociotécnicos nos desenvolvimentos energéticos argentinos: o projeto rede inteligente na cidade de General San Martín, Mendoza

Resumo

A possibilidade de contar com redes energéticas mais limpas e sustentáveis juntamente com a atenuação das consequências da mudança climática, impulsiona transições a matrizes energéticas eficazes baseadas em energia renovável. A difusão de novas tecnologias, o uso mais eficiente da energia e o fomento à geração distribuída avança em diferentes escalas territoriais. Nesse contexto, as Redes Elétricas Inteligentes (REI) que combinam a rede elétrica tradicional com as tecnologias digitais, constituem uma nova maneira de organizar os fluxos de energia elétrica e de informação a partir de integrar dados que provem dos diversos nodos da rede energética. Este trabalho indaga nas mudanças sociotécnicas de um tipo de rede inteligente de energia, na província de Mendoza, a partir de observações e entrevistas semiestruturadas nas localidades envolvidas. Desde a perspectiva da sociologia da tecnologia, exploram-se os antecedentes normativos sobre produção distribuída e REI assim como também se investiga sobre o processo de transformação do “usuário/consumidor” em “usuário/

produtor”. As REI possibilitam tanto a incorporação de energia renovável assim como a expansão territorial até regiões marginais que promovem um eventual avanço a um sistema energético nacional sustentável.

Palavras-chave: Energia; Redes; Território; Tecnologias

Introducción²

Ante una situación de crisis energética global, uno de los desafíos de la Red de suministro de energía eléctrica consiste en satisfacer la creciente demanda actual de energía de manera eficiente disminuyendo el uso del uso de combustibles fósiles. La difusión de las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC)³ para la producción de la energía, las políticas e iniciativas para fomentar la generación distribuida y el aprovechamiento racional de los recursos prospera, de manera heterogénea, en diversos territorios. En ese marco las REI, conforman una nueva manera de gestionar los flujos de energía eléctrica y de información a partir de integrar datos provenientes de los diversos nodos de la red energética.

Este trabajo indaga en los desarrollos socio-técnicos y los dilemas generados a partir del diseño y puesta en funcionamiento de un caso piloto de red distribuida de energía en la Ciudad de General San Martín, provincia de Mendoza. Se sustenta en fuentes secundarias (bibliografía, informes, legislación, artículos periodísticos, entre otras) y primarias a partir de entrevistas a las autoridades del proyecto “Red Inteligente Ciudad General San Martín, Mendoza”, aprobado y financiado en la convocatoria FITS 2013 UREE - Uso Racional y Eficiente de la Energía de la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica (ANPCyT), llevadas adelante entre julio y agosto de 2019. Desde la perspectiva del campo de los estudios sociales de la tecnología, se exploran los antecedentes normativos sobre

- 2 El presente artículo recopila parte de los resultados obtenidos dentro del proyecto PICT 1739/2013 Redes de energía e innovación en la Argentina del siglo XXI. En pos de la equidad, la eficiencia y la integración (2014-2018) de la cual la autora participó como integrante del Grupo Responsable. Asimismo, se enmarca dentro de la línea de investigación en CONICET CEUR titulada “Territorio, tecnologías y sociedades: promoción, producción, aplicación de tecnologías de información y comunicación en contextos periféricos. El caso argentino”.
- 3 Las tecnologías de información y comunicación pueden definirse como el conjunto convergente de tecnologías de la microelectrónica, la informática hardware y software y las telecomunicaciones que se caracterizan por la generación, el almacenamiento, el procesamiento y la transmisión de información.

generación distribuida y REI para el caso de la provincia de Mendoza, así como también se indaga en el proceso de transformación del “usuario/consumidor” a “usuario/generador”.

El trabajo se estructura en cuatro partes. La primera describe los elementos conceptuales que definen a la generación distribuida de electricidad y las “redes eléctricas inteligentes” así como sus principales características socio-técnicas. La segunda da cuenta del abordaje teórico-metodológico con el que se indaga la problemática planteada. La tercera refiere a las principales políticas públicas y normativas que conciernen a la incorporación de energías renovables, la generación distribuida y el desarrollo de redes inteligentes promovidas en la provincia de Mendoza. La cuarta presenta el caso de las redes eléctricas inteligentes en la Ciudad de General de San Martín para luego arribar a las reflexiones finales. En esta última se reflexiona, principalmente, acerca de cómo fueron variando los distintos significados que cada uno de los actores participantes le atribuyó a la tecnología seleccionada y, a su vez, cómo ello ha incidido sobre las opciones tecnológicas que se implementaron.

Elementos socio-técnicos de la generación distribuida de electricidad (GD) y de las REI

El sistema de suministro eléctrico⁴ centralizado se compone de la generación, el transporte y la distribución de la energía eléctrica⁵. Se trata de un sistema de control concentrado que garantiza la explotación de los recursos de generación. Tanto la red de transporte como las subestaciones asociadas a ella, pueden estar operadas y gestionadas por un ente independiente de las compañías propietarias de las centrales y de las distribuidoras o comercializadoras de electricidad. La GD (o *in situ*) se basa en la generación de energía eléctrica incorporando diversas fuentes de generación localizadas cerca del consumidor que se conecta a la red de distribución de energía. Consiste principalmente en la generación de energía eléctrica por medio de pequeñas fuentes de energía variadas en lugares cercanos a las cargas.

-
- 4 Los “Grandes Sistemas Técnicos” (GTSs) como el energético, son formas dominantes de organización socio-técnica, no obstante, tal como señala Furlán (2016), en el mundo de hoy la modalidad del GST coexiste con formas alternativas de organización de los suministros y servicios básicos.
 - 5 La producción convierte los recursos energéticos primarios en electricidad; el transporte conecta los generadores a la red de distribución y permite garantizar el equilibrio entre producción y consumo, la distribución finalmente hace posible transportar la electricidad a millones de consumidores finales (residenciales, industriales, rurales).

Los avances en la GD van acompañados de la incorporación de nuevas tecnologías en los niveles de distribución (Gil, Alvarez y Pedace, 2017, entre otros). Uno de sus principales propósitos es optimizar el equilibrio de generación y consumo para lograr eficiencias.

En tal contexto las REI tienen un lugar crucial. El concepto de REI implica redes que transmiten información digital y energía en función de posibilitar que los datos de consumo y generación se comuniquen entre diferentes nodos en tiempo real. Se caracteriza por la conexión bidireccional de la electricidad y de información para crear una red de entrega automatizada y ampliamente distribuida.

Ahora bien, no solo se trata de un gran proyecto tecnológico: una REI tiene el potencial de cambiar la dinámica social del sistema energético (Goulden, 2014). En tal sentido, algunos trabajos recientes (Goulden, op cit; Guerassimoff y Maizi, 2013; Dupuy, 2011, entre otros) llaman la atención sobre el rol diferenciado que se espera que el usuario juegue dentro de estas redes: de “usuario/consumidor” se convierte en “usuario/generador”.

Las REI se basan en el uso de sensores y de herramientas de medición y control que se comunican de manera bidireccional sobre las redes, las centrales de producción de electricidad hasta los consumidores por medio de las líneas de transmisión y de distribución. Transmiten información a los consumidores, operadores y controladores de administración con el fin de responder de forma ágil a los cambios en la demanda de electricidad y los daños ocurridos en las líneas (Guerassimoff, y Maizi, op.cit.). Un gran volumen de datos se mide en tiempo real y brinda información sobre el estado de la red. Estas informaciones se transfieren a los sistemas de control y análisis de datos por medio de redes de telecomunicación y un software procesa la información recibida de forma automática.

Los sistemas de control y de análisis de datos son un conjunto de tecnologías destinadas a, por un lado, prevenir incidentes y limitaciones sobre la red de energía (parte de la red) y por otro, recoger y decodificar los datos de consumo/generación propios de los usuarios (parte de los consumidores). Las principales funciones de estos sistemas son coleccionar y analizar datos, seguidos de un diagnóstico. De tal modo se pueden distinguir: 1) aplicaciones operacionales como SCADA (*Supervisory Control And Data Acquisition*) que son sistemas de telegestión remota a gran escala para el tratamiento de un gran número de datos en tiempo real; 2) los medidores “inteligentes” que reciben órdenes de los operadores de origen y 3) los *software* de análisis de datos.

Muchas de las tecnologías que serán adoptadas por la red inteligente ya se han utilizado en otras aplicaciones industriales, tales como redes de

sensores en la industria manufacturera y las redes inalámbricas en las telecomunicaciones, y están siendo adaptados para su uso en el nuevo sistema de interconexión inteligente.

Los sistemas de comunicación, cruciales en las REI, pueden ser de distintos tipos tal como sugieren Guerassimoff, G. y Maizi, N. (2013):

- *Power Line Communication* (PLC): transferir las informaciones numéricas a través de líneas eléctricas. Una corriente de alta frecuencia se superpone sobre la corriente alterna tradicional en las líneas;
- tecnologías inalámbricas (Wifi, Wimax y las redes GSM);
- tecnologías alámbricas (fibra óptica, por ejemplo).

Los niveles de comunicación dependen de criterios técnicos vinculados a esos tipos de sistemas. Puede variar así la cantidad de datos requeridos, la calidad del servicio necesario (nivel de seguridad, tiempos de gestión administrativa) y la cobertura geográfica. Pero la comunicación depende también de criterios socio-políticos. La gestión y el análisis de la información constituyen un gran desafío para los actores del sistema eléctrico. Junto con esta cuestión también surgen otros problemas vinculados con la interoperabilidad entre sistemas, puesto que la transmisión de datos se realiza por medio de distintas redes y sistemas de comunicación.

La interoperabilidad es clave dado que posibilita que la infraestructura y la información se reúnan en un sistema integrado permitiendo el intercambio fluido de datos sin la intervención del usuario. En efecto, el principal propósito de la interoperabilidad es proporcionar capacidad *plug-and-play*⁶ donde se configuren los componentes y el sistema comience automáticamente a operar solamente conectando el sistema principal. Sin embargo, la ejecución de *plug-and-play* no siempre es sencilla y en muchas situaciones llega a ser complejo y poco práctico especificar una interfaz estándar entre dos sistemas diferentes.

La mejora de la interoperabilidad reduce los costos de instalación y también proporciona la posibilidad de integrar nuevos componentes de automatización que se puedan conectar al sistema existente lo que permite la sustitución de elementos por otros manteniendo la integridad global del sistema.

6 *Plug-and-Play* o PnP (en español “enchufar, conectar y usar”) es la tecnología que permite a un dispositivo informático ser conectado a una computadora sin tener que configurar, mediante software específico proporcionado por el fabricante, ni proporcionar parámetros a sus controladores.

Enfoque teórico-metodológico y elementos conceptuales: aportes desde la sociología de la tecnología

Los procesos de incorporación de distintas tecnologías en la REI del caso de estudio seleccionado se comprenden teniendo en cuenta una diversidad de redes entabladas entre distintos actores que van atribuyéndole distintos significados en el transcurso del tiempo en el que se desarrolla el proyecto.

Tales procesos no se pueden explicar teniendo en cuenta un solo factor, una sola iniciativa institucional, o la disponibilidad de ciertos recursos. Es por eso que la necesidad de contar con elementos conceptuales que permitan ordenar y analizar la información empírica es fundamental para comprender la complejidad del fenómeno.

Se parte de concebir a la tecnología como un proceso de construcción social que tiene múltiples dimensiones. La perspectiva constructivista ha estudiado el aspecto multifacético y heterogéneo del desarrollo tecnológico tratándolo como un “tejido sin costuras” (Bijker, 1995). Esta metáfora sugiere, como señala Aibar (1996, p. 163) que “(...) la frontera entre lo social y lo técnico se muestra movediza”. Desde este enfoque, no es posible hacer distinciones *a priori* entre lo “técnico” y lo “social” por lo que el principal propósito de esta perspectiva es vincular el contenido de un artefacto tecnológico a un medio socio-político más amplio.

El constructivismo social toma de la sociología del conocimiento el concepto de “grupo social relevante”. El desarrollo tecnológico es visto como un proceso social y los grupos sociales relevantes son los portadores de ese proceso: “(...) un problema es definido como tal solo cuando hay un grupo social para el cual el mismo constituye un ‘problema’” (Pinch y Bijker, 2008, p. 41). El concepto “grupo social relevante” se utiliza tanto para denotar instituciones y organizaciones como también grupos de individuos organizados o no. Lo distintivo es que todos los miembros de un determinado grupo social comparten el mismo conjunto de significados vinculados a un artefacto específico.

La perspectiva constructivista asume que los artefactos pueden ser interpretados de maneras muy diferentes, es decir, poseen “flexibilidad interpretativa”. La interpretación de los artefactos depende del tipo de problemas para los cuales el artefacto en cuestión es considerado una solución. A partir de esta multiplicidad de visiones, socialmente situadas, aparecen tantos artefactos como visiones de los mismos. Diferentes grupos de personas definen problemas relevantes de formas diferentes. Teóricamente, todos los artefactos son objeto de flexibilidad interpretativa y siempre son posibles nuevas

interpretaciones. En la práctica, sin embargo, el fenómeno de “clausura” implica que algunas interpretaciones particulares se transforman en dominantes y que así se crean y estabilizan las trayectorias de los artefactos.

Normativa en Mendoza sobre energías renovables, generación distribuida y REI

En 1997 por ley Provincial N° 6497 se sanciona el marco regulatorio eléctrico de la provincia de Mendoza y se crea el Ente Provincial Regulador Eléctrico (EPRE) que funciona como organismo de control del cumplimiento de los derechos y obligaciones de las empresas y de los usuarios. Se reconocen como agentes de la actividad las empresas generadoras, transportistas y distribuidoras de electricidad.

Por ley N° 6498/1997 se sanciona la transformación del sector eléctrico de Mendoza donde se faculta al poder ejecutivo provincial a dividir las actividades empresarias que en ese momento estaban a cargo de Energía Mendoza Sociedad del Estado (EMSE).

Surge así EDESTE S.A. (Empresa Distribuidora de Electricidad del Este Sociedad Anónima) a la que se le asigna un área de concesión al este del territorio Provincial, respetando las áreas de concesión que ya tenían las cooperativas eléctricas preexistentes. Fue dentro de este marco, en el que EDESTE inicia sus actividades el 1° de diciembre de 1999, como distribuidor y comercializador de energía eléctrica, bajo la figura de Sociedad Anónima.

En 2008 la ley 7.822 declara de interés provincial la generación de energía eléctrica a partir de fuentes renovables. Entre sus puntos relevantes se destaca: alcanzar una contribución de las fuentes de energías alternativas (renovables) del 15% al consumo de energía eléctrica de la Provincia de Mendoza para los próximos quince años; exención del impuesto de sellos; exención del impuesto IB Estabilidad fiscal por quince años y prioridad de uso de mano de obra provincial.

Por otra parte, en 2015 Mendoza fue la tercera provincia (después de Santa Fe y Salta) en reglamentar la inyección de energías renovables de particulares a la red. En ese año el Ente Provincial Regulador Eléctrico (EPRE), a través de la resolución N° 019, pauta el “Reglamento de las Condiciones Técnicas de Operación, Mantenimiento, Medición y Facturación para el Vuelco de Excedentes de Energía a la Red Eléctrica de Distribución”. En ese Reglamento se proponen el desarrollo de diversos instrumentos regulatorios que contribuyan a un sistema eléctrico sustentable por medio de la incorporación de recursos de energía distribuida. El objetivo es otorgar a los usuarios:

el derecho a generar su propia energía eléctrica, mediante medios renovables no convencionales, tanto para autoconsumo como para vender sus excedentes a las empresas distribuidoras en el marco de un sistema eléctrico sustentable y de una política electro-energética que promueva la mayor eficiencia en el uso de la energía eléctrica, mediante innovación tecnológica y generación de energía eléctrica con energías renovables y sistemas tarifarios apropiados (EPRE, 2015, p. 5).

Ahora bien, dicho Reglamento no solo permite la conexión de instalaciones en baja y en media tensión también establece condiciones específicas para la facturación de las instalaciones en la modalidad de intercambio de excedentes, así como la venta de los mismos. En este último caso se deberán cerrar acuerdos especiales con las empresas distribuidoras eléctricas que cuentan con un plazo de seis meses para su adecuación definitiva de acuerdo con la nueva normativa y serán las encargadas de permitir el acceso y facilitar a los usuarios la conexión de los equipamientos de generación de energía eléctrica a las redes. Asimismo, deberán advertir a los usuarios sobre las normas de seguridad con las que deberán manejarse, y, de no ser respetadas, podrían dañarse las líneas y los clientes ser penados. En cada caso, se establecerán “Contratos de Conexión” entre las empresas distribuidoras y los usuarios (Alcolado, 2015).

La ley N° 9084 del 31 de julio de 2018 declara de interés provincial los recursos de energía distribuida compuestos por generación distribuida, almacenamiento energético y gestión de la demanda como un objetivo de política energética que integra los previstos en el artículo 10 del Marco Regulatorio Eléctrico Ley Provincial N° 6497 y sus modificaciones. Dicha ley tiene como principal propósito la regulación del régimen de recursos de energía distribuida y la implementación de redes eléctricas inteligentes. Asimismo se menciona dar cumplimiento a la ley mediante un Programa de Modernización que contemplará el desarrollo de los recursos de energía eléctrica distribuida y de redes inteligentes en el segmento de Distribución. Esta normativa, a su vez, define a la red eléctrica inteligente como “una red de energía eléctrica equipada con tecnologías avanzadas de medición, automatización, información y comunicación” en pos de aumentar la confiabilidad y eficiencia del servicio eléctrico; facilitar la incorporación de recursos de energía distribuida; diversificar la matriz energética, entre otras.

La mencionada ley también crea una mesa de trabajo con la participación de la Secretaría de Servicios Públicos, el EPRE, el Ministerio de Economía, Infraestructura y Energía, Concesionarios del Servicio Público de Distribución de Energía Eléctrica, Universidades, Catedráticos con antecedentes en la temática, Empresa Mendocina de Energía. Si bien el EPRE regula la parte

de distribución, no tiene injerencia sobre el ámbito de jurisdicción de las municipalidades quienes deben hacer una adaptación de los códigos de verificación a la nueva reglamentación de energía distribuida. Para ello la instalación de medidores bidireccionales se torna fundamental.

Como vimos en los párrafos precedentes, la provincia de Mendoza ha sido una de las primeras en promover la incorporación de energías renovables y fomentar la generación distribuida por medio de las REI y, en tal sentido, el proyecto FIT 13/2013 en parte pudo desarrollarse dado ese contexto normativo favorable.

El caso de REI en la Ciudad Libertador General San Martín, Mendoza

La Ciudad Libertador General San Martín es la cabecera del Departamento General San Martín ubicado en el sector noreste de la provincia de Mendoza (a 43 kilómetros de la capital provincial. Según el Censo 2010 (INDEC, 2010) viven en el Departamento 118.561 personas siendo el séptimo departamento más poblado de la provincia. La Ciudad cuenta con 55.171 habitantes según el último Censo (INDEC op.cit.).

Orígenes del proyecto

En 2013 la ANPCyT, a través del Fondo Argentino Sectorial (FONAR-SEC), y según lo establecido por Resolución del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva N° 492/2013, lanza una convocatoria orientada a consorcios administrativos público-privados (CAPP) para la presentación de proyectos innovadores destinados al desarrollo de sistemas de redes inteligentes de transmisión y distribución de electricidad, con interconexión de generación con fuentes renovables de energía, y/o mejoramiento de la eficiencia de las redes eléctricas existentes. En ese contexto uno de los subsidios obtenidos en 2014 fue para el proyecto “Red Inteligente Ciudad Libertador General San Martín, Mendoza” recibiendo un monto total de \$ 47.982.684,00 (de los cuales el subsidio de la ANPCyT correspondía a \$ 28.501.034,00 y el aporte del consorcio era de \$ 19.481.650,00⁷.

Uno de los requisitos para cumplir con la presentación para la obtención del subsidio, es la participación de sectores productivos y de universidades nacionales. La Empresa Distribuidora de Electricidad (EDESTE

7 <http://www.agencia.mincyt.gob.ar/upload/Res.470-14-UREE-Financiados.pdf>

S.A.) toma la iniciativa de presentar el proyecto REI en la ciudad Libertador General San Martín, Mendoza y luego suma a la Empresa Mendocina de Energía (EMESA). Posteriormente se invita a participar a la Facultad Regional Mendoza de la Universidad Tecnológica Nacional (UTN), quien se integra a través de dos grupos de investigación: “GridTICS” (grupo en Tecnologías de la Información y las Comunicaciones dependiente del Departamento de Electrónica) y el β IRESE – Instituto Regional de Estudios de Energía dependiente del Departamento de Electromecánica). La Universidad brindaba el conocimiento tecnológico sobre desarrollo de software y acoplamiento de tecnologías mientras que EMESA, que venía explorando la generación solar fotovoltaica, estuvo a cargo del desarrollo de un Parque Solar en gran parte financiado por el Programa RenovAr⁸.

Uno de los principales propósitos del proyecto REI es el desarrollo e implementación de un sistema de gestión en un área piloto de EDESTE que permita la operación, mantenimiento y control más eficiente de las redes existentes de media y baja tensión sobre la cual se desarrollará un sistema de redes inteligentes con interconexión de generación distribuida fotovoltaica y automatización de la Red de Media Tensión. El proyecto aborda una zona con un mínimo de cinco mil usuarios (comerciales, residenciales, industriales y rurales) distribuidos en 20km² (Autoridad EDESTE, 2019) por medio de la instalación de medidores inteligentes electrónicos con telelectura sistema AMI⁹ junto a otros módulos asociados.

Anterior a la adjudicación del FIT 13/13, el área seleccionada para el proyecto REI se nutría de una red eléctrica tradicional y unidireccional que funcionaba bajo un esquema centralizado de energía eléctrica donde el Estado fija la tarifa, controla la calidad del servicio y el usuario/consumidor tiene un rol pasivo. La red de media y baja tensión estaba comunicadas a través de medidores convencionales. La operación, explotación de los medidores y la red se llevaba a cabo de forma manual. Todas estas operaciones iban a los sistemas comerciales y técnicos de EDESTE.

El FIT 13/13 plantea la incorporación de fuentes renovables, generación distribuida y autogeneración por medio de la instalación de medidores

8 Renovar, el programa de abastecimiento de energía eléctrica a partir de fuentes renovables, adjudicó en 2019, 38 proyectos de los cuales 8 estarán en Mendoza. <http://www.sitioandino.com.ar/n/300329-renovar-mendoza-adjudica-26-proyectos-desde-el-inicio-del-programa/>

9 *Advanced Metering Infrastructure (AMI)* (Infraestructura de medición avanzada) son sistemas que miden, recolectan, analizan el uso de la energía e interactúan con dispositivos como los medidores inteligentes de electricidad (también pueden ser de gas o de agua). Se diferencia de los sistemas de lectura automática de medidores (inglés: *Automatic Meter Reading* o AMR) en que permite la comunicación bidireccional entre medidor y el centro de control de la empresa. También se habla de sistema AMI cuando se cuenta con una red de medidores inteligentes.

inteligentes destinados a usuarios finales y un telecomando en algunas salidas y redes de media tensión. Junto con esto se adoptaría un hardware vinculado a sistemas de comunicación donde integrar sistemas de recolección y gestión de datos. A su vez, contemplaban indagar en un sistema prepago, y brindarle un servicio web a los clientes para que tengan control sobre sus consumos y canalicen sus demandas.

Segundo momento: decisiones socio-técnicas del FIT 13/13 ¿PLC o comunicaciones inalámbricas?

En 2015 el consorcio público privado estudió diferentes alternativas tecnológicas y comunicacionales para la implementación de la red inteligente. Se llamó a licitación a empresas proveedoras de medidores de energía bidireccionales y se debatió qué tecnología y estándar de comunicación adoptar.

Si bien la UTN hizo estudios y asesoró sobre las distintas posibilidades comunicacionales para la posterior incorporación de los medidores, la decisión de la tecnología a implementar estuvo a cargo de EDESTE, quien eligió de acuerdo con sus posibilidades de uso. Además de esta limitación, la flexibilidad interpretativa orientada a la incorporación de medidores estuvo signada por las restricciones de la convocatoria FIT de la ANPCyT. Dicha convocatoria no se trataba de un proyecto de investigación, sino que apuntaba a la presentación de proyectos de actualización tecnológica orientado al desarrollo de prototipos. De esa manera habilitaba a la empresa a contar según criterios inmediatistas con la última palabra sobre el tipo de tecnología a adoptar independientemente del *know how* de los ingenieros de la Universidad.

Ante la posibilidad de incorporar PLC o comunicaciones inalámbricas, la Universidad se orientó por la segunda opción. En efecto, si bien PLC es una tecnología de uso predominante en Europa, en el caso de los países latinoamericanos ha mostrado algunos inconvenientes dado el estado de precariedad que presentan en general las redes eléctricas con infraestructuras “envejecidas” con poco o nulo mantenimiento. Por otra parte, el PLC tiene la particularidad de que no atraviesa los transformadores, de tal modo que en cada transformador habría que poner un repetidor para establecer la comunicación. Además de sortear estas desventajas, se consideró que la opción por comunicaciones inalámbricas era viable dado que se encuentran dentro de las frecuencias libres de comunicación. Al no estar “contaminadas” era factible llevar adelante este tipo de comunicaciones. Posteriormente veremos que tal decisión afectó la posterior elección sobre los medidores a adoptar dado que tenían que ser compatibles con esa tecnología.

Medidores inteligentes y concentradores

Al 2015, con el precio del dólar en aumento en relación con 2013 cuando presentaron el proyecto al FONARSEC, se analizaron las posibilidades de llamado a licitación de empresas proveedoras de medidores inteligentes. En ese momento las únicas firmas argentinas que desarrollaban este tipo de medidores eran Galileo en la provincia de La Rioja y DISCAR en la provincia de Córdoba. Asimismo, contaban con la experiencia de implementación de medidores de la localidad Arnsntrong en la provincia de Santa Fe en donde añadieron cuatro marcas distintas que luego derivaron en complicaciones gran parte vinculadas a la dificultad de comunicarse entre ellos (Guido, 2018).

En el CAPP invitaron a la presentación de pliegos a las empresas argentinas Galileo en la provincia de La Rioja y a DISCAR junto con dos firmas extranjeras, pero solo cotizaron las locales. En 2016 ganó la licitación la empresa Galileo quienes fabricaron 4800 medidores inteligentes bifásicos con componentes importados de Estados Unidos. Posteriormente, comenzó su instalación en la zona seleccionada y con ello surgió la dicotomía de si adoptar o no un estándar para la integración de los sistemas.

Posteriormente continuaron con la instalación de ocho concentradores en la zona. Los concentradores se encargan de recibir los datos de los medidores. Aquellos medidores que se sitúan más distantes se encuentran posicionados de tal manera que pueden comunicar y repetir los datos hasta llegar al concentrador.

En las redes eléctricas “meso” o *ad hoc*¹⁰ los nodos no solo son productores de datos, sino que también son *retransmisores* de información de los nodos cercanos al concentrador o *gatekeeper*. Además de esta ventaja, también se encuentra el hecho de que si llegara a haber un desperfecto en algún *ruteador*, la misma red, de modo automático, buscaría otro camino alternativo para llegar al *gatekeeper*.

Por otra parte, dichas redes basan su comunicación utilizando frecuencias de uso libre (ISM). Las ISM se tratan de frecuencias que, si bien se encuentran dentro de la regulación de radiofrecuencia del país, son bandas que pueden ser utilizadas sin que el Ente Nacional de Comunicaciones (ENACOM) tenga un registro. En ese sentido son de uso libre y solo están restringidas a la potencia de salida de cada aparato.

10 Se refiere a un modo de operación de redes inalámbricas donde todos los nodos tienen el mismo estado dentro de la red y son libres de asociarse con cualquier otro dispositivo de red *ad hoc* en el rango de enlace. En tal sentido es una red descentralizada, es decir, no depende de una infraestructura preexistente (como *routers* en redes cableadas) o de puntos de acceso (en redes inalámbricas administradas). En vez de esto, cada nodo participa en el “ruteo” a través del reenvío de datos hacia otros nodos, de modo que la determinación de estos nodos hacia la información se hace dinámicamente sobre la base de conectividad de la red.

Una de las limitaciones de incorporar este tipo de comunicaciones es la interferencia. En efecto, todas las redes WiFi usan esa frecuencia, así como también, otros artefactos de la vida cotidiana como los microondas, teléfonos inalámbricos, entre otros. No obstante, hay técnicas para minimizar dichas limitaciones dado que la mayoría de estos dispositivos van cambiando de canales buscando uno de menos interferencia –así como también se han mejorado los métodos de modulación¹¹–.

Estándares comunicacionales, eléctricos y electrónicos

Como vimos en secciones precedentes, el núcleo de las REI reside en la fusión de las redes eléctricas físicas y las redes de telecomunicaciones. Las TIC aumentan, aceleran y simplifican la adquisición de datos útiles para la gestión, el control y la protección de todo el sistema eléctrico. Estas tecnologías siguen estándares o modelos para garantizar la interoperabilidad de los equipos integrados. Uno de los modelos que actualmente toma el sector eléctrico orientado al desarrollo de *smart grids*, proviene originalmente del campo de la informática, luego se traslada al campo electrónico y posteriormente al eléctrico.

En el campo de la informática, los modelos de comportamiento se utilizan para describir cómo se comporta el sistema en su totalidad. Un modelo de flujo de datos puede ser todo lo que se necesite para representar el comportamiento de estos sistemas. Esos datos pueden agruparse en tipos de datos y cada una de esas agrupaciones tiene su propia característica y funcionan dentro de un flujo de información, un flujo de tratamiento y de procesamiento. Ese tipo de modelo la *International Electrotechnical Commission* (IEC¹²) lo trasladó al campo eléctrico con la misma denominación que utiliza el campo electrónico: “CIM” (*Comun Information Model*).

Por un lado, en el campo de la electrónica el CIM refiere a un estándar abierto que define cómo los elementos administrados en un entorno de TIC se representan como un conjunto común de objetos y relaciones entre ellos. Por otro, en el campo de la electricidad, se trata de un estándar adoptado

11 Modulación engloba el conjunto de técnicas que se usan para transportar información sobre una onda portadora, típicamente una onda sinusoidal. Estas técnicas permiten un mejor aprovechamiento del canal de comunicación lo que posibilita transmitir más información de forma simultánea además de mejorar la resistencia contra posibles ruidos e interferencias.

12 Es una asociación suiza que actúa como una organización internacional de estándares que prepara y publica estándares internacionales para todas las tecnologías eléctricas, electrónicas y relacionadas. Los estándares IEC cubren una amplia gama de tecnologías, desde generación, transmisión y distribución de energía hasta electrodomésticos y equipos de oficina, semiconductores, fibra óptica, baterías, energía solar, nanotecnología y energía marina, así como muchos otros.

por el IEC que tiene como objetivo permitir que el software de la aplicación intercambie información sobre una red eléctrica.

En electricidad, el CIM se mantiene actualmente como un modelo UML¹³. Define un vocabulario común y una ontología básica para aspectos de la industria de la energía eléctrica. El CIM modela la red misma utilizando el ‘modelo de cables’. Esto describe los componentes básicos utilizados para transportar electricidad. Las medidas de poder son modeladas por otra clase. Estas mediciones apoyan la gestión del flujo de energía a nivel de transmisión y, por extensión, el modelado de energía a través de un medidor de ingresos en la red de distribución.

El estándar que define los paquetes principales del CIM es IEC 61970-301¹⁴, con un enfoque en las necesidades de transmisión de electricidad, en el que las aplicaciones relacionadas incluyen el sistema de gestión de energía, SCADA, planificación y optimización.

La empresa EDESTE comenzó a incursionar sobre el estándar CIM a través de una capacitación a distancia sobre sus características e implementación con el Instituto de Investigaciones Eléctricas de México con quienes establecieron un convenio. El estándar CIM permite integrar los sistemas independientemente de los lenguajes de programación. En la actualidad, tanto Estados Unidos como la Unión Europea tienen sus propios estándares. En ambos casos, no brindan interoperabilidad en todos los niveles de datos, sino solo en la capa de datos¹⁵ superiores¹⁶. En tal sentido, aún

13 El lenguaje de modelado unificado (UML) es un lenguaje de modelado de desarrollo general en el campo de la ingeniería de software que está destinado a proporcionar una forma estándar de visualizar el diseño de un sistema. En 1997, UML fue adoptado como estándar por el Object Management Group (OMG), y ha sido administrado por esta organización desde entonces. En 2005, UML también fue publicado por la Organización Internacional de Normalización (ISO) como un estándar ISO aprobado.

14 IEC 61970 es una norma que se ocupa de las interfaces del programa de aplicación para sistemas de gestión de energía (EMS). Otorga un conjunto de pautas y estándares en pos de posibilitar, entre otras cosas, la integración de aplicaciones desarrolladas por diferentes proveedores así como el intercambio de información a sistemas externos al entorno del centro de control.

15 Dependiendo de la tecnología de comunicaciones los protocolos se dividen en capas: a) capa aplicación (información que se presenta al usuario por medio de un software que puede ser de control o monitoreo); b) capa presentación (es la representación de los 1 y 0 recibidos en la comunicación); c) capa sesión (la encargada de definir cómo se comunican); d) capa transporte (supervisa que los procesos se ejecuten en cada nodo); e) capa red (permite que la información de un nodo llegue a otro nodo viajando por varios caminos); f) capa enlace de datos (responsable de la transferencia fiable de la información del nodo) y g) capa física (define las características técnicas y funcionales del medio) (Ruiz Maldonado, 2015).

16 Es el caso, por ejemplo, de que una experiencia de REI en la cual algunos de sus dispositivos que se nutren de PLC requieren interactuar con otros que están sujetos a conexiones inalámbricas. Para que eso ocurra, se necesitaría contar con un protocolo de comunicación común.

no está resuelto el problema de lograr la interoperabilidad en las capas de datos inferiores, lo cual genera que si el CAPP quisiera instalar medidores de otro fabricante no podrían comunicarse con los instalados de la empresa Galileo. Esto, a su vez, acarrea otras complicaciones dado que en el caso de querer incorporar empresas proveedoras distintas deberían, asimismo, incorporar también distinto personal de mantenimiento, distintos talleres, distinto personal técnico a cargo de los sistemas, entre otros. La integración de la capa de datos en niveles inferiores aún no está resuelta:

todavía falta una partecita final de interoperabilidad que es la interoperabilidad semántica, que es cómo yo transmito los datos. Yo transmito por ejemplo voltaje, pero cómo lo transmito, con qué lenguaje, con qué código, con qué precisión, eso todavía no hay un acuerdo en general. Es clave en *smart grids*, porque si uno no tiene eso no puede integrar diferentes fabricantes (Autoridad CAPP UTN, 2019).

¿Y la comunidad local?

El proyecto FIT 13/13 no contempló la posibilidad de incorporar a los usuarios, es decir, a los habitantes de la zona piloto donde se instalaron los medidores, así como hasta el momento no se les ha brindado una capacitación para que puedan utilizar los medidores “inteligentes”. En tal sentido el proyecto solamente integra la generación a través del Parque Solar Fotovoltaico desarrollado por EMESA.

Reflexiones finales

La exploración del caso de REI en la ciudad de General San Martín, Mendoza, muestra cuáles fueron los elementos presentes en la incorporación de determinadas tecnologías y cómo finalmente quedaron “instituidas” distintas cosmovisiones al interior del proyecto indagado. Así, en el caso de la empresa distribuidora de energía en la provincia de Mendoza, se privilegió una mirada “instrumental” sobre la tecnología la cual torna secundaria la elección por una tecnología específica para los medidores “inteligentes”. A su vez, en esas concepciones prevalece una perspectiva “mercantilista” que se observa en el hecho de que la tecnología es vista como un “producto”. Por el contrario, desde el lado de la Universidad participante del CAPP, se contempla a la tecnología como un “proceso” por

Contar con un estándar de comunicación para lograr la interoperabilidad de los dispositivos sin depender de alguna empresa.

lo que el énfasis está puesto en la importancia de la investigación y en las ventajas potenciales de la incorporación tecnológica.

En tal sentido, cómo fueron concebidos determinados problemas y sus respectivas soluciones, hizo lugar a ciertas opciones tecnológicas y no otras. Esto se vincula, a su vez, con los diversos sentidos que se construyeron en los orígenes del proyecto FIT 13/13.

Cada uno de los actores del CAPP privilegió distintos significados conferidos a la tecnología empleada, que se relaciona con las diferentes visiones institucionales que diferencian a la empresa de la universidad. Así, los actores partieron de concepciones distintas sobre el funcionamiento de una REI que repercutió, a su vez, en el tipo de medidor seleccionado. Desde la empresa distribuidora las diferentes tramas de sentidos imbricadas en la opción por medidores “inteligentes” privilegiaron una mirada instrumental sobre la tecnología a emplear que se cristalizó en la opción que les resultaba más funcional. En tal sentido, si bien la Universidad aportó un asesoramiento respecto de la tecnología a incluir en la REI, EDESTE tuvo la decisión final dado que era la que debía adoptarla en su zona de alcance.

La “flexibilidad interpretativa” de los medidores inteligentes se materializó también en el modo en que los distintos actores interpretaron el proyecto y en el tipo de convocatoria inicial de la ANPCyT. Al tratarse del desarrollo de un prototipo y no de un proyecto de investigación que implique desarrollo tecnológico en una localidad determinada, limitó la posibilidad de ampliar los alcances del proyecto y así también, la posibilidad de incorporar usuarios que probaran el funcionamiento de los artefactos y participaran de su selección. El FIT 13/13 se centró en que la empresa distribuidora mendocina llevara adelante una experiencia piloto de generación distribuida en la que la comunidad local no estuvo contemplada.

Junto con tales limitaciones, los criterios de selección de los medidores que se terminaron adquiriendo derivó en optar por una tecnología cerrada (lo cual anula la posibilidad de que en el futuro se integren otros medidores con otro tipo de tecnología) y en la falta de contemplación de las plataformas de comunicaciones. Esto, a su vez, pone en evidencia una problemática mayor no resuelta vinculada con la adopción de estándares comunicacionales en Argentina. Este problema de falta de “clausura” en los debates tecnológicos no es propio de nuestro país, sino que se enmarca en una problemática global en la que intervienen distintos intereses en torno de lograr o no la interoperabilidad de los artefactos.

Podría pensarse que optar o no por la estandarización no es un dato menor dado que, entre otros aspectos, cuanto más estandarizado se encuentre

el sistema mayor será la competencia entre las compañías, lo que se traduciría, a su vez, en una baja de precios. En efecto, la falta de interactividad de los medidores no permite que los usuarios dispongan de datos sobre, por ejemplo, las horas de mayor consumo y los artefactos y electrodomésticos más críticos. Por consiguiente, los usuarios no pueden tomar ninguna medida para flexibilizar su consumo eléctrico conforme a la disponibilidad energética de la red.

El problema de la interoperabilidad de los artefactos no solo le incumbe a las *smart grids*, sino que se engloba en un tema mayor vinculado con “Internet de las Cosas” que aún está sin resolverse. Los avances vinculados con IoT tienden hacia la estandarización, por medio de la cual todas las capas de datos cuentan con un estándar que permite que las compañías intercambien productos, dispositivos, componentes, software si todos cumplen con la misma norma.

En tal sentido, la década que inicia en 2010 ha visto surgir nuevos sistemas tecnológicos en el espacio digital, que han sido habilitados por “innovaciones” simultáneas y entrelazadas en las áreas de redes, interconexión y servicios a través de la “Web 2.0”. En dicha Web, el usuario final (individual o colectivo) pasa de ser un espectador pasivo o consumidor de contenido a un “agente activo”. Simultáneamente, el aumento exponencial de las capacidades informáticas y las consecuencias de duplicar el poder de procesamiento y el almacenamiento de datos se amplía año a año (Kenney y Zysman, 2016). En este escenario, la gestión y el análisis de la información en el caso de las *smart grids* constituye un gran desafío para los actores del sistema eléctrico: ¿cuál será el volumen y el contenido de los datos producidos por las redes inteligentes? ¿En qué intervalo se podrán actualizar? El conjunto de estas cuestiones todavía está en discusión.

Además de los inconvenientes mencionados, el FIT 13/13 también se vio limitado por el estado precario de la red eléctrica a escala provincial así como también con un problema que lo excede y que se vincula con la “contaminación” de dichas redes por falta de regulaciones por parte del Estado nacional: “en Argentina entra cualquier tecnología en los aparatos, en tu notebook, en la mía, en los smart TV, en las luminarias de la calle hay cualquier tecnología y eso está produciendo una contaminación en las redes eléctricas, esa contaminación hay que estudiarla y ver cómo se soluciona, cómo la resolvemos. En otros lugares no tienen ese problema, porque su secretaría de comercio lo regula” (Ingeniero UTN participante del CAPP).

Por último, la importancia de potenciar un cambio en la generación y distribución de energía eléctrica no atañe solo a las cuestiones “técnicas” de las REI sino también a las “sociales”. Mayores instancias de transferencia

de conocimientos y capacitaciones a los usuarios podrían contribuir a su rol activo en la generación de energía eléctrica.

El paso hacia el desarrollo de un sistema energético nacional sustentable requiere de una acción integral que abarque la eficiencia energética tanto en la generación como en el consumo eficiente. Para esto es clave incorporar a los usuarios en las decisiones tecnológicas. Del mismo modo que desarrollar un sistema tendiente hacia la eficiencia energética en las viviendas en pos de reducir sus demandas de energía eléctrica por medio del autoabastecimiento.

Referencias bibliográficas y fuentes consultadas

- Aibar, E. (1996). "La vida social de las máquinas: orígenes, desarrollo y perspectivas actuales en la sociología de la tecnología" en *Revista Española de Investigaciones Sociológicas* -Reis-, N° 76, Octubre-Diciembre (pág. 141-170), Madrid: Centro de Investigaciones Sociológicas
- Alcolado, J. (2015). "Los usuarios/generadores de Mendoza ya podrán volcar la energía limpia que produzcan a la red de media y baja tensión", *Suelo Solar* [En línea] 15.04.2015. Recuperado de: <http://www.suelosolar.es/newsolares/newsol.asp?id=10827&idp=&idoma=es&idpais>
- Bijker, W. (1995). *Of Bicycles, Bakelites, and Bulbs: Toward a Theory of Sociotechnical Change*, Cambridge, MA: MIT Press.
- Dupuy, G. (2011). "Fracture et dépendance: l'enfer des réseaux?", *Flux. Cahiers scientifiques internationaux. Réseaux et territoires*, núm. 83, enero-marzo, París, Association MÉTROPO-LIS, pp. 6-23.
- Furlan, A. (2016). Grandes sistemas técnicos y espacio geográfico. Revisión de posturas y articulaciones conceptuales, *Revista Huellas* N° 20, Instituto de Geografía, EdUNLPam: Santa Rosa. Recuperado de: <https://cerac.unlpam.edu.ar/index.php/huellas/article/view/1240/1380>
- Gil, G., Alvarez, M. Y Pedace, R. (2017). De renovables y generación distribuida, *Fundación Ambiente y Recursos Naturales* pp.115-131. Recuperado de: <https://farn.org.ar/wp-content/uploads/2017/07/Gil-Pedace.pdf>
- 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 .21-29, 2014. [Consultado el 10.04.2016] [En línea] Recuperado de: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214629614000413>
- Guido, L. (2018). Tecnologías, comunicación y energía en Argentina: Redes eléctricas inteligentes en la provincia de Santa Fe. *Revista Question*, Facultad de Periodismo y Comunicación Social de la Universidad Nacional de La Plata, La Plata; Año: 2018 vol. 1
- Hughs, T. (2008). La evolución de los grandes sistemas tecnológicos en Thomas, H. y Buch, A., (Comp.) *Actos, actores y artefactos. Sociología de la tecnología*. Bernal: Universidad Nacional de Quilmes.
- Kenney, M., y Zysman, J. (2016). The Rise of the Platform Economy. *Science and Technology* (National Academy) N° 32 (3): 61-69. Recuperado de: <https://issues.org/the-rise-of-the-platform-economy/>
- Ley Provincial N° 6497/1996 de Mendoza. Marco Regulatorio Eléctrico.
- Ley Provincial N° 6498/1997 de Mendoza. Transformación sector eléctrico provincial.
- Ley N° 7.822/2008 de Mendoza: Declaración de interés provincial. Generación energía eléctrica fuente renovable.

- Mercado, G., Peña, J. et.al. (2015). “Red de Distribución y Generación de Energía Inteligente en Ciudad Gral San Martín – Mendoza”, XVII Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación, Red de Universidades con Carreras en Informática (RedUNCI), Salta. Recuperado de: https://www.researchgate.net/publication/277368718_SG-SM_-_Smart_Grid_San_Martin_Red_de_Distribucion_y_Generacion_de_Energia_Inteligente_en_Ciudad_Gral_San_Martin_-_Mendoza
- Peña, J. y Lopez, G. (2019). Red inteligente Ciudad Gral. San Martín, *Seminario Abastecimiento de energía eléctrica y eficiencia energética*, Asociación de Profesionales Universitarios del Agua y la Energía Eléctrica (APUAYE).
- Pinch, T. y Bijker, W. (2008). La construcción social de hechos y artefactos: o acerca de cómo la sociología de la ciencia y la sociología de la tecnología pueden beneficiarse mutuamente en Thomas, H. y Buch, A. (coords), *Actos, actores y artefactos. Sociología de la tecnología*, Bernal: Universidad Nacional de Quilmes Editorial.
- Thomas, H. (2008). Estructuras cerradas versus procesos dinámicos: trayectorias y estilos de innovación y cambio tecnológico en Thomas, H. y Buch, A. (coords.), *Actos, actores y artefactos. Sociología de la tecnología*, Bernal: Universidad Nacional de Quilmes Editorial.
- Resolución N° 019/2015 del Secretaría de Servicios Públicos, EPRE Ente Provincial Regulador Eléctrico: Reglamento de las Condiciones Técnicas de Operación, Mantenimiento, Medición y Facturación para el Vuelco de Excedentes de Energía a la Red Eléctrica de Distribución.
- Ruiz Maldonado, M. (2015). *Interoperabilidad entre medidores inteligentes de energía eléctrica residencial, tesis de grado de ingeniería*. Recuperado de (Consultada 30/9/2019). <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/8435/6/UPS-KT01062.pdf>