

**NUEVOS MODELOS DE NEGOCIO EN ESCENARIOS DE ALTA
PENETRACIÓN DE ENERGÍA RENOVABLE EN EL ÁMBITO COLOMBIANO**

**VÍCTOR FERNANDO MADERO LUQUERNA
JESÚS GUILLERMO TRIANA CLARO**



**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA Y DE
TELECOMUNICACIONES
ESPECIALIZACIÓN EN SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA
ELÉCTRICA
BUCARAMANGA
2019**

**NUEVOS MODELOS DE NEGOCIO EN ESCENARIOS DE ALTA
PENETRACIÓN DE ENERGÍA RENOVABLE EN EL ÁMBITO COLOMBIANO**

**VÍCTOR FERNANDO MADERO LUQUERNA
JESÚS GUILLERMO TRIANA CLARO**

Monografía presentada como requisito para optar al título de:
Especialista en Sistemas de Distribución de Energía Eléctrica

Director:
JAVIER ENRIQUE SOLANO MARTÍNEZ
Doctor en ingeniería eléctrica

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA Y DE
TELECOMUNICACIONES
ESPECIALIZACIÓN EN SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA
ELÉCTRICA
BUCARAMANGA
2019**

A Dios por las bendiciones y por todo lo que soy

A la Virgen María por su ayuda y bendiciones

A mis padres por siempre estar allí

A mi familia y amigos

Víctor Fernando Madero Luquerna

CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN	15
1. OBJETIVOS	17
1.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	17
2. MODELOS DE NEGOCIO	18
2.1 SURGIMIENTO DE MODELOS	18
2.1.1 Normatividad en Colombia para desarrollo de modelos	19
2.2 ESCENARIOS DE DESARROLLO DE MODELOS CON DER	20
2.2.1 Reservas operativas	20
2.2.2 Mitigación de restricciones de red	21
2.2.3 Servicios no eléctricos	21
2.2.4 Control de frecuencia secundaria	21
2.2.5 Energía	22
2.3 MODELOS DE NEGOCIO EXISTENTES CON DER	22
2.3.1 Respuesta a la demanda y gestión de la energía (DR)	22
2.3.2 Plantas de energía virtuales o <i>Virtual Power Plants</i> (VPP)	25
2.3.3 Comercio de la electricidad o Peer to Peer (P2P)	26
2.3.4 Energía solar PV	27
2.3.5 Almacenamiento en baterías	27
2.3.6 Acuerdos de compra de energía o Power Purchase Agreements	29
2.3.7 Servicio de <i>Leasing</i>	30
2.3.8 Modelo de renta de espacio o <i>Rent the Space</i>	31

2.3.9	Community solar PV	33
2.3.9.1	Modelo patrocinado por el operador de red	33
2.3.9.2	Crédito en la factura	34
2.3.9.3	Modelo de entidad de propósito especial (SPE)	34
2.3.9.4	Modelo sin fines de lucro	34
3.	MODELOS DE NEGOCIO EN EL EXTERIOR	35
3.1	ARQUETIPOS EN RESPUESTA A LA DEMANDA	35
3.1.1	Empresa Ohmconnect (Estados Unidos)	35
3.1.2	Empresa Encycle (Estados Unidos)	36
3.1.3	Empresas Tesla (Estados Unidos) y SUNGEVITY (Estados Unidos)	37
3.1.4	Empresa sonnen (Alemania)	38
3.2	ARQUETIPOS EN GENERACIÓN SOLAR PV	38
3.2.1	Cooperativa Som Energía (España)	38
3.2.2	Empresa CELSIA (Colombia)	39
3.3	ARQUETIPOS DE ALMACENAMIENTO DE ENERGÍA	42
3.3.1	Empresa Sunverge (Estados Unidos)	42
3.3.2	Empresa <i>FLUENCE A Siemens and Company</i>	43
4.	MODELO QUE PODRÍA SER IMPLEMENTADO EN COLOMBIA	45
4.1	PROBABILIDAD DE ÉXITO DE IMPLEMENTAR PRD	47
4.2	FACTORES POSITIVOS AL CAMBIO DE MODELOS DE NEGOCIO	48
4.3	DESAFÍOS PARA LA DIVERSIFICACIÓN DE LOS MODELOS	48
5.	CONCLUSIONES	50
	BIBLIOGRAFÍA	52
	ANEXOS	57

LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Demanda semanal	23
Figura 2. Demanda hora – día	24
Figura 3. Esquema general para evaluación económica	29
Figura 4. Modelo de negocio basado en servicio de Leasing	30
Figura 5. Modelo de negocio Rent the Space	32
Figura 6. Modelo de negocio bajo esquema de PPA en sistemas de generación	41
Figura 7. Batería en usuario final	43
Figura 8. Modelo de negocio Canvas	47

LISTA DE TABLAS

	pág.
Tabla 1. Resumen de modelos de negocio por tecnología	20

LISTA DE ANEXOS

	pág.
Anexo A. Datos de demanda mes junio OR CENS	57

GLOSARIO

CREG: COMISIÓN DE REGULACIÓN DE ENERGÍA Y GAS

DER: distributed energy resources (recursos energéticos distribuidos)

DR: respuesta a la demanda

FNCER: fuentes no convencionales de energía renovable

GD: generación distribuida

IRENA: INTERNATIONAL RENEWABLE ENERGY AGENCY (AGENCIA INTERNACIONAL DE ENERGÍAS RENOVABLES)

LCOE: levelized cost of energy (costo nivelado de energía)

OR: operador de red

PRD: programas de respuesta a la demanda

PV: photovoltaic (fotovoltaico)

RESILIENCIA: capacidad de prepararse y adaptarse a las condiciones cambiantes, resistir y recuperarse rápidamente de las interrupciones

SIN: sistema interconectado nacional

UPME: UNIDAD DE PLANEACIÓN MINERO ENERGÉTICA

ZNI: zona no interconectada

RESUMEN

TÍTULO: NUEVOS MODELOS DE NEGOCIO EN ESCENARIOS DE ALTA PENETRACIÓN DE ENERGÍA RENOVABLE EN EL ÁMBITO COLOMBIANO*

AUTORES: VÍCTOR FERNANDO MADERO LUQUERNA
JESÚS GUILLERMO TRIANA CLARO**

PALABRAS CLAVE: Modelos de negocio, respuesta a la demanda, arquetipos, operador de red.

DESCRIPCIÓN:

En el presente documento se realiza la revisión de modelos de negocio que han surgido a raíz del desarrollo tecnológico ante la necesidad de obtener energía eléctrica de fuentes renovables, así mismo identificar los escenarios y condiciones en las que pueden ser aplicados de acuerdo a la base tecnológica y sus beneficios, también se hace una revisión de casos de aplicación por diferentes empresas en distintos lugares del mundo para conocer arquetipos de modelos de negocio ya desarrollados y aplicados con éxito, además se selecciona uno de los modelos que pueden ser aplicados en el ámbito colombiano y se identifican los desafíos y probabilidades de éxito ante una eventual aplicación.

Como resultado de esta monografía se observa que existen múltiples formas para que un usuario obtenga el servicio de energía eléctrica diferente del modelo tradicional del operador de red (OR). La aplicación de nuevos modelos se enfoca en proveer soluciones y beneficios a los usuarios y a los sistemas de energía, además, se requiere gran inversión en implementación de tecnología, ajustes en la regulación para facilitar la transición del sector de la energía en Colombia. Se concluye que se pueden desarrollar en el ámbito colombiano modelos de negocio en respuesta a la demanda (DR), almacenamiento de energía y en generación solar PV para satisfacer la demanda y dar confiabilidad al sistema energético del país.

* Monografía

** Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas. Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones. Especialización en Sistema de Distribución de Energía Eléctrica. Director: Dr. Javier Enrique Solano Martínez

SUMMARY

TITLE: NEW BUSINESS MODELS IN HIGH PENETRATION
RENEWABLE ENERGY STAGES IN THE COLOMBIAN FIELD*

AUTHORS: VÍCTOR FERNANDO MADERO LUQUERNA
JESÚS GUILLERMO TRIANA CLARO**

KEY WORDS: Business models, demand response, archetypes, network operator.

DESCRIPTION:

In this document, we review the business models that have arisen as a result of technological development due to the need to obtain electricity from renewable sources, as well as identify the scenarios and conditions in which they can be applied according to the technological base and its benefits, there is also a review of application cases by different companies in different parts of the world to know archetypes of business models already developed and applied successfully, in addition one of the models that can be applied in the Colombian field is selected and the challenges and probabilities of success are identified before an eventual application.

As a result of this monograph it is observed that there are multiple ways for a user to obtain the electric power service different from the traditional network operator model (OR). The application of new models focuses on providing solutions and benefits to users and energy systems, in addition, large investments in technology implementation, adjustments in regulation are required to facilitate the transition of the energy sector in Colombia. It is concluded that business models in response to demand (DR), energy storage and solar PV generation can be developed in Colombia to meet demand and give reliability to the country's energy system.

* Monograph

** Faculty of Physical-Mechanical Engineering. School of Electrical, Electronic and Telecommunications Engineering. Specialization in Electricity Distribution System. Director: Dr. Javier Enrique Solano Martínez

INTRODUCCIÓN

En la actualidad el modelo de negocio tradicional de las empresas del sector de la energía eléctrica en el país se encuentra en transición debido a las nuevas políticas, cambios en la normatividad de parte del estado y sus entes pertinentes, como la UPME, la CREG y el Ministerio de Minas y Energía cuya necesidad es la de diversificar la matriz eléctrica y garantizar energía confiable y firme. Esta transformación obedece a la entrada de nuevas tecnologías al ámbito colombiano cuyo objetivo principal es ofrecerle al usuario seguridad energética mediante la afluencia de recursos energéticos renovables, incluida la energía solar fotovoltaica y la generación distribuida, almacenamiento de energía térmica y eléctrica, y más flexibilidad en la gestión y sensibilidad al precio de la demanda de energía eléctrica.

El sector requiere adoptar o implementar cambios en el modelo de negocio siguiendo las señales de tal manera que la integración de nuevos participantes en el mercado de la energía no genere grandes perturbaciones que afecten en gran medida la viabilidad económica y la sostenibilidad en el tiempo de los operadores actuales. Para que esto no ocurra es importante que sean considerados todos los aspectos de manera responsable por parte del regulador, que las políticas garanticen la adaptación e integración de los modelos con la posibilidad de preparación con visión a mediano y largo plazo.

Es fundamental tanto para las compañías eléctricas, los inversionistas y las personas comprender el auge y esquema de nuevos modelos de negocios en el sector de la energía relacionados con los recursos energéticos distribuidos, la respuesta a la demanda, la energía solar fotovoltaica y el almacenamiento de energía. Esta relación entre negocios y tecnología ofrece un potencial significativo para poder reducir el uso de combustibles fósiles en la generación de electricidad en el ámbito colombiano, además del beneficio económico que se podría obtener.

Actualmente en varias partes del mundo, como en Estados Unidos, las industrias de las energías renovables están empleando muchas más personas a diferencia de la industria de combustibles fósiles. Esto es un punto a favor a la industria de las energías renovables ya que esta se encuentra en auge y diariamente la tecnología se va volviendo mucho más eficiente y robusta, lo cual nos indica que en los próximos años la demanda de empleos por parte de esta industria seguirá en aumento de forma considerable.

En esta monografía se pretende realizar una revisión de la literatura sobre modelos de negocio en relación con energías renovables implementados en otras partes del mundo y su potencial desarrollo en Colombia por el interés que ha despertado la incertidumbre generada por el inminente cambio que está sucediendo, además se pretende conocer la posibilidad de nuevas oportunidades a empresas de participar en el mercado de la energía.

En el capítulo dos (2), se realiza la compilación de múltiples modelos de negocios de acuerdo al escenario y tipo de tecnología identificados en otras partes del mundo que han surgido con base al desarrollo y aplicación de tecnologías para generación de energía eléctrica con fuentes renovables.

En el capítulo tres (3), se expone la manera en que son aplicados diferentes modelos de negocio por empresas u organizaciones en diferentes partes de mundo para contextualizar la variedad y aplicación real de la tecnología y de los modelos identificados.

En el capítulo cuatro (4), se expone la viabilidad de implementación de diferentes modelos identificados y se hace énfasis en un modelo que podría aplicarse en el ámbito colombiano con el fin de conocer detalles los posibles beneficios y desafíos ante su eventual aplicación.

1. OBJETIVOS

Identificar modelos y nuevas oportunidades de negocio en el área de generación de energía renovable para el escenario colombiano.

1.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Examinar modelos de negocio existentes actualmente en el área de generación de energía eléctrica renovable teniendo en cuenta las nuevas reglamentaciones de compra y venta de energía.
- Seleccionar modelos de negocio exitosos en otros países, que podrían ser aplicados en Colombia.

2. MODELOS DE NEGOCIO

El modelo del negocio por monopolio natural y la generación centralizada ha garantizado que el sector de la electricidad se haya mantenido durante décadas sin grandes cambios respondiendo a la demanda y actualizaciones de la regulación.

Proveer energía es una actividad que en el pasado era para pocos, hoy en día esta iniciativa está en la mente de muchas personas creando incertidumbre para las partes, a los nuevos generadores distribuidos, los agentes generadores, los proveedores de energía actuales los consumidores y fuentes de financiamiento.

Este capítulo se enfoca en identificar modelos de negocio con recursos energéticos distribuidos y se divide en tres secciones. En la primera sección se expone el marco bajo el cual surgen modelos de negocios en Colombia, en la segunda sección se exponen los escenarios de desarrollo por categoría tecnológica y finalmente se describen los modelos de negocios identificados.

2.1 SURGIMIENTO DE MODELOS

Los nuevos modelos de negocio surgen a raíz de la necesidad de gestionar la energía, la ubicación de recursos energéticos distribuidos, ante desarrollo tecnológico en nuevas fuentes de generación de energía eléctrica renovable (FNCER) como lo es la bioenergía, energía geotérmica, hidroeléctrica, geotérmica, oceánica, solar, solar concentrada *concentrated solar power* (CSP), eólica y la

necesidad de adaptar las inversiones al mercado energético, además, las tecnologías digitales están facilitando nuevos modelos de negocio¹.

2.1.1 Normatividad en Colombia para desarrollo de modelos. La normatividad con relación a la generación y gestión de la energía eléctrica en Colombia ha avanzado de manera conservadora en comparación de otros países ya que desde el año 2001 se empezaron a emitir leyes y decretos en pro de la gestión energética y las energías renovables, esto es debido a que las entidades pertinentes no quieren cometer los mismos errores que han cometido países como España e Italia.

En Colombia la ley 1715 de 2014 por medio de la cual se regula la integración de las energías renovables no convencionales al sistema energético nacional ha sido un paso importante para promover el desarrollo y la utilización de fuentes no convencionales de energía y bajo la resolución CREG 030 del 2018 se regulan las actividades de autogeneración a pequeña escala y de generación distribuida en el Sistema Interconectado Nacional. Es este el marco regulatorio para desarrollar proyectos y modelos de negocio en el ámbito colombiano. Cada país tiene sus propios métodos para regular el sector, pero las técnicas y tecnologías son similares. La diferencia está en las políticas de los gobiernos, el desarrollo económico y la demanda de energía.

¹ WALDRON, Michael y NOBUOKA, Yoko. Commentary: changing utility business models and electricity investment [En línea]. iea. 2017. (Recuperado en 9 de agosto de 2019). Disponible en <https://www.iea.org/newsroom/news/2017/december/commentary-changing-utility-business-models-and-electricity-investment.html>

2.2 ESCENARIOS DE DESARROLLO DE MODELOS CON DER

Se han desarrollado diferentes modelos de negocio de acuerdo al tipo de usuarios, servicios prestados y tecnología empleada con recursos energéticos distribuidos (DERs) mediante soluciones innovadoras que contribuyen en flexibilizar el sistema. Los modelos pueden ser integrados para ampliar la cobertura o implementados de manera independiente. A continuación, se describe cada escenario en los que se pueden implementar los modelos de negocio².

Tabla 1. Resumen de modelos de negocio por tecnología

Respuesta a la Demanda (DR)	Almacenamiento	Solar PV
• Capacidad Firme • Reservas operativas • Mitigación de restricciones de red • Servicios no eléctricos • Control de frecuencia secundaria	• Capacidad Firme • Reservas operativas • Mitigación de restricciones de red • Servicios no eléctricos	• Capacidad Firme • Energía • Servicios no eléctricos

Fuente: Elaboración propia con datos de MIT³

2.2.1 Reservas operativas. Los modelos de negocio en DR y almacenamiento responden ante la necesidad de disponer de plantas de generación listas para despachar, por contingencias o condiciones críticas en la operación, con el fin de ayudar en la generación, mantener el equilibrio de la carga y el control de la

² PÉREZ ARRIAGA, Ignacio y KNITTEL, Christopher. UTILITY OF THE FUTURE. An MIT Energy Initiative response to an industry in transition. Massachusetts Institute of Technology, 2016. p. 216. ISBN 978-0-692-80824-5

³ Ibid., p. 216.

frecuencia en tiempo real, generalmente con sobrecostos^{4,5}, que para el caso colombiano son remuneradas con el cargo por confiabilidad.

2.2.2 Mitigación de restricciones de red. Los servicios en DR y almacenamiento permiten la atención de la demanda en determinadas ubicaciones sin que los circuitos sobrepasen los límites de calidad donde la tensión en las barras a nivel de 220 kV y superiores no sea inferior al 90 % del valor nominal ni superior al 110 %⁶ disminuyendo la incertidumbre del sistema.

2.2.3 Servicios no eléctricos. En los tres escenarios se pueden desarrollar modelos de negocio a través de servicios no eléctricos que consisten en el desarrollo de software y tecnología y venta de activos. Estos modelos proveen servicios de optimización y control con el uso de las tecnologías de la información (TI)⁷.

2.2.4 Control de frecuencia secundaria. El servicio de DR contribuye en la normalización de la frecuencia secundaria en sus valores nominales posterior a una perturbación en una unidad de generación, que generalmente consiste en suministrar energía activa por las unidades ubicadas en el área donde se presenta la falla⁸.

⁴ BURGER, Scott P y LUKE, Max. Business models for distributed energy resources: A review and empirical analysis. En: Energy Policy. 24 de julio de 2017. No. 109. p. 233.

⁵ INITIATIVE, MIT Energy. Managing Large-Scale Penetration of Intermittent Renewables, 2011. p. 73.

⁶ COMISIÓN DE REGULACIÓN DE ENERGÍA Y GAS, Resolución 025 de 1995, Por la cual se establece el Código de Redes, como parte del Reglamento de Operación del Sistema Interconectado Nacional., Bogotá D.C., 1995.

⁷ BURGER, Op. Cit., p. 238.

⁸ REBOURS Y. G, KIRSCHEN D. S., TROTIGNON M. & ROSSIGNOL S. (2007) A Survey of Frequency and Voltage Control Ancillary Services—Part I: Technical Features. IEEE. Vol. 2. no. 1. p. 351.

2.2.5 Energía. La generación de energía a través de la tecnología solar PV corresponde al servicio en donde se puede desarrollar la mayor cantidad de modelos de negocio en el ámbito colombiano por la versatilidad y disponibilidad del recurso en todo el territorio.

2.3 MODELOS DE NEGOCIO EXISTENTES CON DER

Existen modelos basados en programas y métodos para transacciones de energía, otros modelos se basan en aplicación de nuevas tecnologías como el almacenamiento en baterías y el conocido sistema de generación de energía solar PV. En las siguientes subsecciones se describe cada modelo de negocio identificado por tipo de aplicación.

2.3.1 Respuesta a la demanda y gestión de la energía (DR). La actividad de respuesta a la demanda se puede definir como "cambios en el uso de la electricidad por parte de los clientes finales de sus patrones de consumo normales en respuesta a los cambios en el precio de la electricidad a lo largo del tiempo, o para incentivar los pagos diseñados"⁹, puede ser una acción voluntaria o de obligatorio cumplimiento con el fin de mantener el sistema operando.

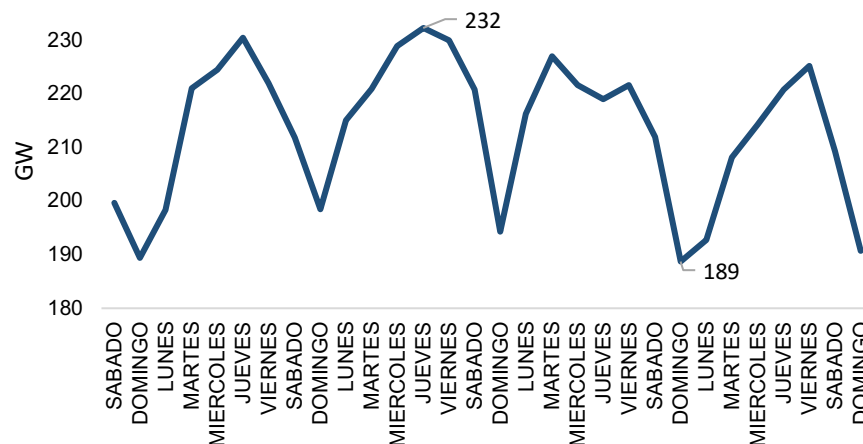
Al requerir de los beneficios de la DR se hace necesario la implementación de programas que incentiven la aplicación con nuevos modelos de negocio, en la actualidad el valor del costo unitario (CU) en \$ kWh es inelástico a la hora del día en que se consume la energía eléctrica, es decir, la energía tiene el mismo valor a cualquier hora del día. Los programas de respuesta a la demanda (PRD) deben ser emitidos por el regulador con una función objetivo establecida en la cual debe

⁹ CAPPERS P., GOLDMAN C. & KATHAN D. Demand Response in U.S. Electricity Markets: Empirical Evidence. Berkeley National Laboratory, Berkeley, 2009. p. 7.

considerar que los incentivos otorgados estén en equilibrio con los ahorros en inversión en capacidad, de tal forma que no se afecten los intereses de los usuarios, de los operadores de red (OR) y de los inversionistas en empresas administradoras de programas de respuesta a la demanda¹⁰.

Entre los beneficios más relevantes de PRD se denota el aplanamiento de la curva de demanda, en las figuras 1 y 2 se evidencian las curvas de demanda de un sistema tradicional de un operador de red que pueden ser modificadas mediante PRD al trasladar consumos a horas o días valle. Permite reducir sobrecargas en la red (picos de demanda), hacer uso de la infraestructura cuando es subutilizada, retrasar inversiones en expansión y repotenciación de circuitos, satisfacer la demanda y reducir las pérdidas.

Figura 1. Demanda semanal



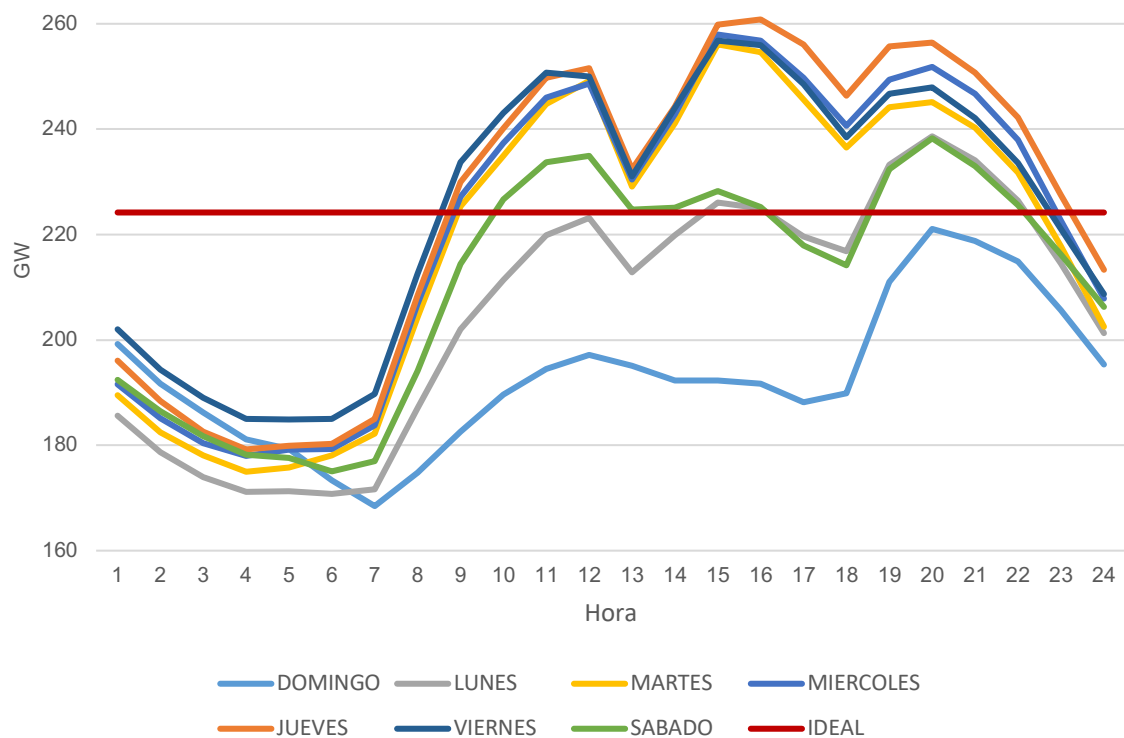
Fuente: Elaboración propia con datos de xm¹¹

¹⁰ ENERSINC. Energy Demand Situation in Colombia [en línea], 2017. (Recuperado en 9 de agosto de 2019), p. 35. Disponible en <https://www.dnp.gov.co/Crecimiento-Verde/Documents/ejes-tematicos/Energia/MCV%20-%20Energy%20Demand%20Situation%20VF.pdf>

¹¹ xm. Indicadores de pronósticos oficiales de demanda [Base de datos en línea]. 2019. (Recuperado en 20 Julio 2019). Disponible en internet: <https://www.xm.com.co/Paginas/Consumo/indicadores-de-pronosticos-oficiales-de-demanda>

El siguiente grafico refleja el comportamiento de la demanda de energía en cada hora y día de la semana durante un mes¹², también se observa que el consumo sigue el patrón de la jornada laboral. El ser humano debe descansar, por tal razón no se puede modificar el hábito solo por reducir costos en la factura de energía, este es un escenario en el que empresas pueden desarrollar modelos de negocio en gestión de la energía.

Figura 2. Demanda hora – día



Fuente: Elaboración propia con datos de XM¹³

¹² Ibid., p. 1.

¹³ xm. Op. Cit., p.1.

En las metodologías de la planeación de la expansión se debe considerar las variables por PRD por cada uno de los actores que conforman el sector, al realizar las proyecciones a corto, mediano y largo plazo para atender la demanda¹⁴. El ahorro en inversión permite reducir el costo marginal y los beneficios se reflejan en el valor del costo unitario (CU) en (\$ kWh) en los componentes de generación (G), transmisión (T), distribución (D) y restricciones (R) que paga el usuario final.

2.3.2 Plantas de energía virtuales o *Virtual Power Plants* (VPP). Corresponde a una nueva propuesta de negocio emergente mediante la optimización de los recursos energéticos distribuidos (DERs) al agrupar los consumidores, generadores, prosumidores y participar como una misma entidad en el mercado minorista o mayorista, además, permite vender servicios a los OR¹⁵.

Una VPP mediante el uso de la tecnología de la información (TI) con un fuerte componente digital para el análisis y control de *big data*, hace una mejor gestión de la energía, facilita la integración de los generadores distribuidos con FNCER conectados en diferentes nodos para que puedan prestar servicios a la red, contribuye en flexibilizar la demanda al proporcionar recursos de respuesta a la demanda por almacenamiento de energía y flexibilidad en la generación mediante la optimización de las fuentes basados en pronósticos de demanda¹⁶.

Al agrupar recursos con características y patrones de consumo diferentes, estos modelos de negocio con capacidad digital mejoran de manera general la economía de las unidades individuales y reducen los costos de transacción, permitiendo que

¹⁴ PÉREZ ARRIAGA. Op. Cit., p. 335.

¹⁵ INTERNATIONAL RENEWABLE ENERGY AGENCY. Innovation landscape brief: Aggregators [En línea]. Abu Dhabi, 2019. (Recuperado en 9 de agosto de 2019). p. 6. Disponible en https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2019/Feb/IRENA_Innovation_Aggregators_2019.PDF?la=en&hash=EB86C1C86A7649B25050F57799F2C0F609894A01

¹⁶ *Ibíd.*, p. 6.

los recursos de energía distribuida participen en una amplia gama de mercados, de esa manera se puede aprovechar las fuentes de generación de baja capacidad¹⁷.

2.3.3 Comercio de la electricidad o Peer to Peer (P2P). El modelo de energía entre pares o (P2P) es una reciente propuesta de modelos de negocio para el comercio de energía renovable, en este concepto los participantes de la red comparten la energía y espacio de almacenamiento en baterías. En este modelo los participantes generalmente prosumidores, establecen un contrato para hacer transacciones de energía permitiendo que vaya a otro prosumidor sin ninguna influencia directa de un controlador central¹⁸.

Quien requiera la energía puede hacer uso de los excedentes de otro a un precio inferior. La base de negociación P2P es un sistema sin confianza por la usencia de un controlador central para coordinar el comercio de energía, por lo tanto, uno de los retos consiste en incentivar la confianza entre los prosumidores para comercializar su energía¹⁹.

Uno de los objetivos de este modelo incluye la maximización del uso de energía renovable, la minimización del valor de la energía, el control de carga máxima, la operación de la red y la minimización del costo de inversión.

Este proceso consta de dos niveles, el primero es el proceso virtual de intercambio de energía en el cual se establece el tipo de recursos, el precio, la cantidad bajo un esquema de información seguro y el segundo corresponde a la parte física para la transferencia de energía²⁰. Una vez que todos los pedidos de compra y venta de

¹⁷ MUNUERA, Luis & GOODSON, Tim. Tracking Clean Energy Progress [En línea]. iea. 1 de julio de 2019. (Recuperado en 9 de agosto de 2019). Disponible en <https://www.iea.org/tcep/energyintegration/demandresponse/>

¹⁸ TUSHAR, Whayes, *et al.* A motivational game-theoretic approach for peer-to-peer energy trading in the smart grid. En: Applied Energy. 30 marzo 2019. no. 243., p. 11.

¹⁹ *Ibíd.*, p. 11.

²⁰ *Ibíd.*, p. 12.

diferentes pares se igualan, se realiza el pago y el intercambio de energía sobre la capa física²¹.

2.3.4 Energía solar PV. Los modelos de negocios en generación solar PV tienen un mayor campo para desarrollo por la capacidad de adaptación a diferentes territorios ante la disponibilidad del recurso en todo el país, siendo una ventaja respecto a otras fuentes de generación con FNCER, además, la reducción del costo nivelado de energía o *Levelized Cost of Energy* (LCOE) de implementación de fuentes de energía solar PV continua disminuyendo, con una reducción esperada en el año 2025 del 59 % respecto al LCOE en el año 2015²², siendo una alternativa para proveer energía en zonas no interconectadas con posibilidad de ampliación por ser un sistema escalable.

2.3.5 Almacenamiento en baterías. Instalar un sistema de almacenamiento de energía “*Energy Storage Systems*” (ESS) es una alternativa para mejorar la eficiencia de un sistema que presenta anomalías en el desempeño mediante la correcta ubicación²³, con el dimensionamiento adecuado y una óptima operación. Entre los beneficios está atender los picos de demanda, maximizar los beneficios de la integración de los DERs, mejorar la calidad de la energía, retrasar inversión o reducir costos en expansión de redes²⁴.

²¹ TUSHAR, Op. Cit., p. 12.

²² INTERNATIONAL RENEWABLE ENERGY AGENCY. Dramatic Price Drops For Solar & Wind Electricity Set To Continue [En línea]. 15 de junio de 2016. (Recuperado en 9 Agosto 2019). Disponible en <https://www.irena.org/newsroom/articles/2016/Jun/Dramatic-Price-Drops-For-Solar--Wind-Electricity-Set-To-Continue>.

²³ BURGER, Scott P, et al. Why Distributed. En: IEEE power & energy magazine. Abril 2019. nº 16. p. 19.

²⁴ DAS, Choton K, et al. Overview of energy storage systems in distribution networks: Placement, sizing, operation, and power quality. En: Renewable and Sustainable Energy Reviews. 2018. no. 91. p. 1212. Enero de 2019

La implementación de baterías de gran capacidad en el sistema interconectado nacional (SIN) contribuye para cumplir los criterios de calidad, confiabilidad y seguridad de la demanda²⁵, almacenando energía durante las horas de menor consumo o cuando está a menor precio, lo que no se debe hacer es cargar la batería cuando hay congestión del sistema, de ser así causa restricciones al comportarse como una carga.

La energía es devuelta al sistema cuando esté a mayor precio o cuando la red está en el límite de carga²⁶, es una alternativa de solución a problemas donde existen muchas variables restrictivas para construcción de nuevas líneas como pueden ser los planes de ordenamiento territorial (POT), incumplimientos en las distancias de seguridad, la oposición de las comunidades y restricciones por afectación al medio ambiente.

Los autogeneradores de energía solar PV pueden almacenar los excedentes de la energía no consumida para que la puedan usar cuando la requieran, además les permite hacer uso de los incentivos establecidos en la ley 1715 de 2014²⁷.

Se requiere de un análisis económico²⁸ por el regulador con base en el esquema general de la figura 3 para determinar la conveniencia del modelo de negocio que beneficie al usuario final, el operador el sistema y el proveedor del servicio.

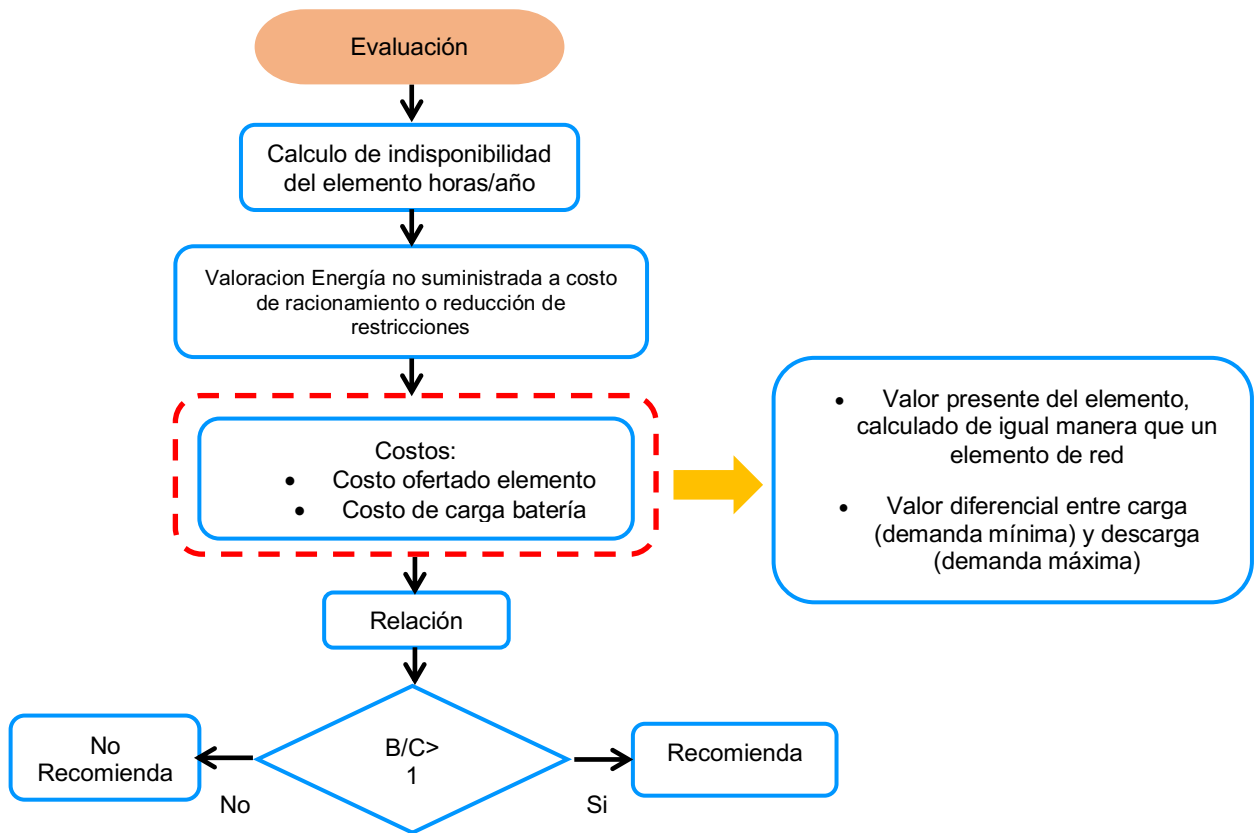
²⁵ *Ibíd.*, p. 1225.

²⁶ *Ibíd.*, p. 1212.

²⁷ COLOMBIA. CONGRESO DE LA REPUBLICA. Ley 1715. (13, mayo, 2014) Por medio de la cual se regula la integración de las energías renovables no convencionales al sistema energético nacional. Bogotá, D.C., 2014. p. 11.

²⁸ COLOMBIA. UNIDAD DE PLANEACIÓN MINERO ENERGÉTICA. Plan de expansión de referencia generación – transmisión 2015 – 2029, Bogotá D.C.: La UPME, 2015. p. 472.

Figura 3. Esquema general para evaluación económica



Fuente: UPME²⁹

2.3.6 Acuerdos de compra de energía o Power Purchase Agreements. Otro mecanismo es el acuerdo de compra de energía a largo plazo o (PPA) que consiste en la compra de energía a las tecnologías de generación en mercados regulados³⁰. Los PPA establecen el precio por unidad de energía en (\$ MWh) durante un período

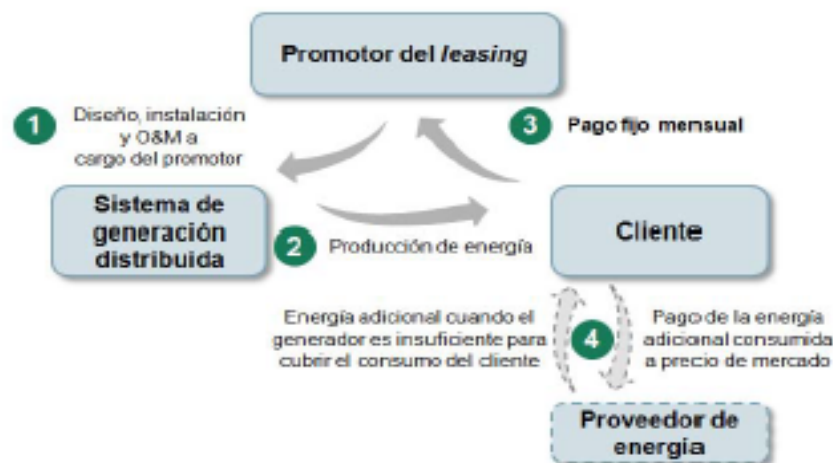
²⁹ Ibid., p. 472.

³⁰ JENKIN, Thomas, *et al.* Estimating the Impact of Residual Value for Electricity Generation Plants on Capital Recovery, Levelized Cost of Energy, and Cost to Consumers [En línea]. National Renewable Energy Laboratory. 2019. (Recuperado en 9 de agosto de 2019). Golden (Colorado). Disponible en <https://www.nrel.gov/docs/fy19osti/72217.pdf>

específico, que puede ser fijo o variable durante la vida del contrato que generalmente son de 15 a 25 años.

2.3.7 Servicio de *Leasing*. Este modelo de negocio según Abella³¹ va dirigido a personas particulares o empresas que podrían requerir o alquilar un sistema de generación. A esta persona o empresa se le ofrece el proyecto, se diseña, se construye y por ello se recibe una remuneración por parte del cliente. En este servicio la empresa le oferta al cliente la posibilidad de comprar energía a un valor inferior al precio ofrecido por las comercializadoras del mercado. Para establecer una mayor confianza con el cliente, se fija en el contrato una cantidad mínima de energía a suministrar por el sistema a instalar. Si no se cumple con la entrega de la energía pactada, se indemniza al cliente de acuerdo a lo establecido en el contrato de *leasing*.

Figura 4. Modelo de negocio basado en servicio de Leasing



Fuente: Abella³²

³¹ ABELLA, Alfonso, *et al.* Smart Energy: nuevas aplicaciones y modelos de negocio. Madrid: Cuadernos Orkestra, Noviembre, 2015. p. 14. ISSN 2340-7638

³² *Ibíd.*, p. 15.

La principal ventaja de este servicio es que es el promotor diseña, instala, mantiene y gestiona el sistema de generación, el cliente queda limitado a pocas obligaciones como lo son, no alterar el funcionamiento del sistema de generación y asegurar que ningún elemento del entorno y bajo control del cliente reduzca la productividad del sistema³³. Estos contratos se suelen establecer para un periodo de tiempo considerable hasta por 20 años, una vez cumplido el tiempo del contrato, por lo general el cliente tiene tres opciones:

- Renovar el contrato con el mismo sistema de generación.
- Firmar un nuevo contrato, obteniendo eventualmente un nuevo sistema de generación.
- Solicitar la retirada del sistema de generación.

Para modelos Leasing y Power Purchase Agreement (PPA), las empresas pueden suministrar baterías para almacenar la energía generada por el sistema que no es consumida instantemente. Los accesorios podrían estarían incluidos con el sistema de generación, y en otros casos, el suministro combinado del sistema junto con otros accesorios se podría llegar a constituir en otra propuesta³⁴, todo esto es importante dejarlo en claro en el momento en el cual se realiza el contrato con el cliente³⁵.

2.3.8 Modelo de renta de espacio o *Rent the Space*. Con el modelo *Rent the space* la empresa generalmente alquilará los bienes inmuebles incluidos los techos y paga un valor por el costo del activo independiente de la generación del sistema solar fotovoltaico, esto se hace bajo un contrato que se puede establecer entre 5 y 10

³³ Ibid., p. 15.

³⁴ Ibid., p. 16.

³⁵ Ibid., p. 16.

años donde se paga mensualmente un canon o compensación económica, para este tipo de modelo es necesario evaluar el pago de IVA. En algunos casos, la compensación económica se complementa o, incluso, se sustituye por la cesión del uso de energía generada por el sistema instalado³⁶.

Figura 5. Modelo de negocio *Rent the Space*



Fuente: Abella³⁷

Para la obtención de ganancia por parte del promotor del sistema de generación, el promotor puede recurrir a dos fuentes de ingresos.

- Venta de energía generada por el sistema no utilizada por el arrendador del espacio y vendida a la red.

³⁶ *Ibíd.*, p. 20.

³⁷ *Ibíd.*, p. 20.

- Las subvenciones que ofrecen las administraciones públicas por la generación distribuida de energía.

La venta de energía en general se realiza con el comercializador local de energía. Una de las empresas pioneras y que más ha tenido éxito en este modelo de negocio es la empresa “Green Nation” en Reino Unido³⁸.

2.3.9 Community solar PV. Consiste en plantas construidas en terrenos privados o públicos que permiten a los miembros de la comunidad obtener los beneficios de la energía solar cuando por alguna circunstancia no pueden instalar el sistema de paneles solares en sus viviendas, con la posibilidad de obtener precios inferiores a la red de servicios públicos. La planta puede ser de propiedad de terceros o de los miembros de la comunidad³⁹.

Los modelos de negocios de mayor aceptación corresponden a aquellos que incluyen un mecanismo de facturación que permite a los miembros recibir créditos de energía en su factura por parte de su energía producida. A continuación de presentan algunos arquetipos de modelos de negocio.

2.3.9.1 Modelo patrocinado por el operador de red. La empresa de servicios públicos compra la energía renovable en una instalación compartida. La empresa propietaria de la matriz posteriormente vende o arrienda acciones a los clientes. El cliente puede comprar una cantidad fija de energía (kWh) a una tarifa fija por un período de tiempo que varía hasta por 20 años. La tarifa puede ser mayor que la

³⁸ GREEN NATION [En línea]. (Recuperado en 4 de julio de 2019) Disponible en <http://www.greennation.co.uk/about/#About>

³⁹ EnergySage. Community solar: what is it? [En línea]. (Recuperado en 10 agosto 2019). Disponible en <https://www.energysage.com/solar/community-solar/community-solar-power-explained/>

tarifa minorista actual, puede proporcionar protección y estabilidad contra el aumento de las tarifas de la energía de la red⁴⁰.

2.3.9.2 Crédito en la factura. Este modelo permite que los residentes y las empresas inviertan en una parte de una instalación solar local y reciban un crédito en sus facturas de electricidad por su parte de la energía generada. Los créditos se pueden proporcionar en forma de compensaciones de kilovatios hora (kWh) para el consumo del cliente, o créditos de dinero para la factura del miembro. Es un mecanismo sujeto a la regulación de cada región o país en que se implemente⁴¹.

2.3.9.3 Modelo de entidad de propósito especial (SPE). Consiste en la asociación entre las personas y las empresas para desarrollar el proyecto solar comunitario. En el negocio se puede pactar el diseño, la construcción y ser propietario de la instalación, luego trabajar con la empresa de servicios públicos para asignar beneficios a los suscriptores. Al usar un SPE, las organizaciones pueden aprovechar los incentivos y créditos fiscales que no están disponibles para las empresas de servicios públicos⁴².

2.3.9.4 Modelo sin fines de lucro. En este modelo, donantes contribuyen en la construcción de instalaciones de energías renovables compartidas, propiedad de una organización benéfica sin fines de lucro⁴³.

⁴⁰ Solar Energy Industries Association. Community Solar [En línea]. (Recuperado en 10 agosto 2019). Disponible en <https://www.seia.org/initiatives/community-solar>

⁴¹ Ibid.

⁴² Ibid.

⁴³ Ibid.

3. MODELOS DE NEGOCIO EN EL EXTERIOR

En este capítulo se exponen varios arquetipos de negocios para las tres categorías de tecnología aplicados por diferentes empresas en distintos lugares del mundo. En la primera sección se presentan los modelos aplicados en respuesta a la demanda, en la segunda sección se exponen los modelos con generación solar PV y finalmente se exponen los arquetipos de modelos en almacenamiento de energía.

La aplicación de cada modelo puede variar en cada país, entre los factores clave están las políticas energéticas, el desarrollo económico, el compromiso para contribuir contra el cambio climático y otras variables que determinan la viabilidad individual.

3.1 ARQUETIPOS EN RESPUESTA A LA DEMANDA

En adelante se exponen empresas que proveen servicios de respuesta a la demanda (DR) con su modelo de negocio.

3.1.1 Empresa Ohmconnect (Estados Unidos). Gestiona la demanda del sector residencial cuando el consumo de energía supera el pronóstico de demanda para contrarrestar la necesidad de despachar plantas poco eficientes alimentadas por combustibles fósiles y de acción rápida para estabilizar el sistema aun cuando es más costoso generar un kWh y no son amigables con el medio ambiente⁴⁴.

⁴⁴ OhmConnect. What is an #OhmHour? [En línea]. (Recuperado en 6 julio 2019) Disponible en <https://www.ohmconnect.com/how-it-works/what-is-an-ohmhour>

Al participar en el programa OhmHour se contribuye a evitar que se enciendan este tipo de plantas contaminantes y costosas. Lo importante de este modelo es que es preferible pagarle al consumidor para que use menos energía en vez de pagar a las plantas para que la generen. La energía que se deje de consumir se vuelve a vender a la red y se le devuelven las ganancias⁴⁵.

Los participantes son notificados por mensaje de texto o correo electrónico, lo que prefiera para que apague las luces o reduzca la demanda, además el usuario recibe información sobre el pronóstico y si es superado recibe puntos que se pueden cobrar a través de Paypal. La ocurrencia de la solicitud depende del comportamiento del sistema, es decir, por el aumento de carga en la red o por salida inesperada de una planta⁴⁶.

3.1.2 Empresa Encycle (Estados Unidos). Puede gestionar de manera automática la demanda máxima y el control de carga de las empresas que participan en el programa. Con software especializado se integran los sistemas calefacción, ventilación y aire acondicionado (HVAC) existentes para reducir estratégicamente las facturas del servicio comercial. El programa de respuesta a la demanda (DR) ofrece un beneficio mutuo para las compañías de energía eléctrica que necesitan equilibrar la oferta y la demanda, y para los clientes comerciales e industriales que desean reducir el costo de la energía consumida⁴⁷.

Al racionar o cambiar el uso de energía, especialmente durante los días de verano en alta demanda, las empresas pueden obtener incentivos financieros de las compañías eléctricas. Estos incentivos financieros pueden incluir precios unitarios netos más bajos, precios basados en el tiempo o reembolsos que pueden sumar

⁴⁵ Ibíd.

⁴⁶ Ibíd.

⁴⁷ ENCYCLE. Encycle Can Automatically Manage Peak Demand and Load Control for Companies Participating in Demand Response Programs [En línea]. (Recuperado en 5 julio 2019). Disponible en <https://www.encycle.com/demand-response/>

ahorros de costos significativos, ahorros que se pueden usar para lograr objetivos de sostenibilidad, aumentar los márgenes de ganancias y financiar otros proyectos o iniciativas importantes⁴⁸.

Esta empresa simplifica el proceso de desembolso de capital, asegurando que se cumplan los acuerdos o contratos establecidos, ya sea que se haya comprometido con un programa DR voluntario, obligatorio o que responda a los precios⁴⁹.

El objetivo de sus procesos está encaminado en ahorrarle al cliente la mayor cantidad de dinero aprovechando cada oportunidad, además, con las estrategias tradicionales de respuesta a la demanda, la demanda puede aumentar al salir de un evento de DR, lo que lleva a cargos excesivos de demanda máxima que reducen los beneficios económicos obtenidos de los programas. Esto sucede porque los sistemas HVAC no tienen instrucciones de aumentar lentamente una vez que finaliza el evento DR. El software Swarm Logic reduce estos rebotes agudos y contraproducentes al monitorear continuamente los picos, lo que permite una salida controlada del evento de DR⁵⁰.

3.1.3 Empresas Tesla (Estados Unidos) y SUNGEVITY (Estados Unidos). Prestan el servicio de optimización del usuario final. Consiste en almacenar energía en la vivienda y obtener los mayores beneficios a través del autoconsumo evitando las exportaciones a la red, para el caso de un gran consumidor, le permite reducir la demanda en las horas en que se incurre en cargos adicionales por consumo de energía generalmente en horas pico⁵¹.

⁴⁸ *Ibíd.*

⁴⁹ *Ibíd.*

⁵⁰ *Ibíd.*

⁵¹ PÉREZ ARRIAGA. Op. cit., p. 351

3.1.4 Empresa sonnen (Alemania). Dispone de soluciones energéticas con el programa denominado *The sonnenCommunity* en el que cada usuario se provee de un sistema de generación y almacenamiento para acumular los excedentes. Estas baterías inteligentes permiten conectarse a internet a través de una plataforma virtual que conecta a toda la comunidad de usuarios. Se da el control de la batería al operador del sistema para que gestione la energía almacenada. Cuando un usuario requiere energía y no dispone de la cantidad suficiente, otro miembro de la comunidad la puede proveer, esta energía puede tener menor precio que si la adquiere del OR sin el sistema⁵².

La empresa ha implementado este modelo al concluir que un usuario de manera independiente no gestiona adecuadamente su consumo, mientras que conectados en comunidad es más eficiente el sistema, además, se puede obtener mayores beneficios en el precio de la energía tomada de la red en contraprestación ya que el OR hace uso o se beneficia con la energía almacenada cuando su sistema presenta congestiones o limitaciones en la red⁵³.

3.2 ARQUETIPOS EN GENERACIÓN SOLAR PV

Seguidamente se exponen los arquetipos de modelos de negocios identificados con tecnología solar PV.

3.2.1 Cooperativa Som Energía (España). Ha adoptado un modelo mediante la asociación de usuarios bajo el esquema de cooperativa de consumo de energía verde sin ánimo de lucro con características similares a las comunidades solares

⁵² Sonnen. sonnenCommunity – die weltweit größte Plattform für Strom-Sharing [En línea]. (Recuperado en 5 julio 2019). Disponible en <https://sonnen.de/sonnencommunity/>

⁵³ *Ibíd.*

para reinventarse la manera de invertir en renovables ante la retirada de primas a los proyectos renovables y las barreras al autoconsumo individual en España⁵⁴.

Los socios adquieren acciones energéticas por un determinado valor según el consumo de energía anual. Una familia puede generar el 70 % de su energía durante 25 años, pero tiene que invertir en acciones, por ende, a cada uno le corresponde una parte proporcional de la energía generada que se refleja en la factura de energía, además se garantiza el retorno del dinero invertido en un horizonte de tiempo de 25 años⁵⁵.

Es una alternativa para quien tiene intenciones de consumir energías limpias, pero no tiene espacio para instalar un sistema de generación en su vivienda o no es propietario. Con este modelo los socios se aíslan del mercado eléctrico evitando la incertidumbre, generan su propia energía verde y consiguen estabilidad en el precio.

Al unirse a través de cooperativas, impulsan la construcción de plantas de generación de energías renovables participando tanto en la producción de energía como en la comercialización con certificados de garantía de origen verde (CNMC)⁵⁶.

3.2.2 Empresa CELSIA (Colombia). En su portafolio expone el modelo de compra de energía bajo el formato PPA que es implementado ampliamente en países como Estados Unidos. La propuesta de servicio consiste en que las empresas pagan por

⁵⁴ Som Energia. Generation kWh [En línea]. (Recuperado en 10 Julio 2019). Disponible en <https://www.generationkwh.org>

⁵⁵ Ibid.

⁵⁶ Ibid.

los kWh consumidos a un precio competitivo y tarifas estables en el tiempo por los kWh que genera el sistema solar PV⁵⁷.

Los beneficios inmediatos de este modelo son el ahorro en la factura mensual gracias a la generación de energía verde, disminución de consumo de energía eléctrica y un impacto positivo en el medio ambiente. Como el inversionista es el dueño del activo, CELSIA⁵⁸ toma los beneficios que otorga la ley y los transfiere a los clientes ofreciéndoles tarifas competitivas y económicas.

En su modelo de negocios propone proyectos de energía para empresas que pueden invertir en proyectos de generación y hacer uso de los beneficios establecidos en la ley 1715 del 2014, en dos formas principales. Con un contrato de compra de energía PPA, en el que la empresa paga una tarifa mensual a un proveedor. El beneficio tributario se traslada a la tarifa que las empresas pagarán en el contrato PPA⁵⁹.

El otro modelo consiste en invertir directamente en toda la implementación del sistema para ver el retorno a través de un tiempo estimado con los beneficios tributarios, el tiempo esperado para el retorno de la inversión oscila entre cinco a siete años, dependiendo de la inversión y la producción de energía. Este modelo de negocio es conocido como *Engineering Procurement and Construction* (EPC), modelo venta de proyecto⁶⁰.

El modelo EPC es básicamente la venta de proyecto “llave en mano”, que es el tipo de contrato donde el inversionista se compromete a suministrar los equipos

⁵⁷ CELSIA. ¿Cómo se estructuran proyectos de energía solar para empresas? [En línea]. 11 de septiembre de 2018. (Recuperado en 15 julio 2019). Disponible en <https://blog.celsia.com/como-estructurar-energia-solar-empresas/>

⁵⁸ Ibíd.

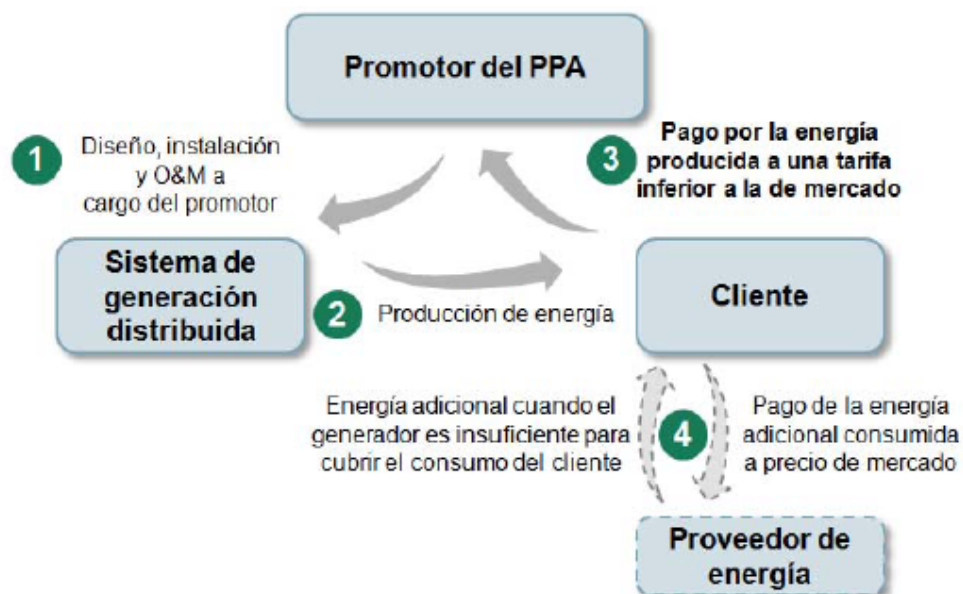
⁵⁹ Ibíd.

⁶⁰ Ibíd.

necesarios, instalarlos y ponerlos en funcionamiento en el lugar y tiempo acordados con el contratante o cliente, y este adquiere el sistema solar PV por un valor determinado. Según Pérez Arriaga⁶¹, los EPC tienden a no tomar participaciones de propiedad en los proyectos en los que participan.

Bajo este modelo, el cliente es quien invierte, quien compra el proyecto completo y toma los beneficios tributarios. En ese caso, CELSIA acompaña a la empresa, brindando asesoría y se encarga de las gestiones y trámites para que el cliente obtenga los beneficios⁶².

Figura 6. Modelo de negocio bajo esquema de PPA en sistemas de generación



Fuente: Abella⁶³

⁶¹ PERÉZ ARRIAGA. Op. cit., p. 360.

⁶² CELSIA. Op. cit.

⁶³ ABELLA. Op. cit., p. 16.

3.3 ARQUETIPOS DE ALMACENAMIENTO DE ENERGÍA

El modelo según Das⁶⁴, consiste en almacenar energía y descargarla, según la demanda o los beneficios económicos. A continuación, se exponen dos arquetipos, cada uno de ellos representado por una empresa, el primero es el almacenamiento en sistemas de distribución (SD) y el segundo corresponde al almacenamiento en la vivienda.

3.3.1 Empresa Sunverge (Estados Unidos). Permite almacenar la energía generada por los paneles solares, y con inteligencia incorporada, la energía es usada automáticamente cuando la demanda y los precios de la energía son más altos.

A través de plataformas virtuales se permite a las empresas de servicios públicos combinar recursos renovables distribuidos. A través de la gestión de la energía le ayuda a los propietarios de hogares y empresas en aprovechar la energía solar, el almacenamiento y otros dispositivos para minimizar los valores a pagar en la factura⁶⁵.

Los sistemas de almacenamiento proporcionan energía cuando los precios son mayores o cuando el sistema solar PV no puede generar. Las baterías y la electrónica de potencia proporcionan a los propietarios de viviendas y empresas energía segura, confiable y renovable⁶⁶.

⁶⁴ DAS. Op. cit., p. 1207

⁶⁵ SUNVERGE. Generate and Manage Your Own Power [En línea]. (Recuperado en 3 julio 2019). Disponible en <http://www.sunverge.com/customer-solutions/>

⁶⁶ Ibíd.

Figura 7. Batería en usuario final



Fuente: Sunverge⁶⁷

3.3.2 Empresa *FLUENCE A Siemens and Company*. Soluciona problemas técnicos mediante la implementación de sistemas de almacenamiento que permiten aumentar la capacidad de los circuitos para operar en contingencia N-1, el sistema puede inyectar energía para dar estabilidad a la red permitiendo aumentar la capacidad de las líneas, permite retrasar la inversión en nuevas líneas, ofrece un respaldo para no tener que despachar plantas con altos costos de generación y no amigables con el medio ambiente⁶⁸.

Permite aliviar la red en horas de máxima demanda que generalmente ocurre en menos del 1 % del año como resultado de la subutilización de los activos de distribución cercanos al 55 %. Cuando se pone en servicio una nueva línea, sistema de almacenamiento se puede reubicar en otro lugar para compensar otra necesidad.

⁶⁷ Ibíd.

⁶⁸ Fluence a Siemens and AES Company. Energy Storage Applications for Networks [En línea]. (Recuperado en 2 agosto 2019). Disponible en <https://fluenceenergy.com/energy-storage-for-flexible-reliable-networks/>

El almacenamiento puede gestionar la salida de potencia reactiva, generalmente de forma simultánea e independiente de la potencia real⁶⁹.

La potencia reactiva se puede utilizar para proporcionar servicios que mantienen el voltaje de la red. A medida que la generación renovable reduce la cantidad de generadores sincronizados con la red, el almacenamiento de energía puede proporcionar una respuesta de frecuencia para la confiabilidad del sistema de manera mucho más eficiente. El almacenamiento puede ubicarse en cualquier lugar y en zonas no interconectadas, puede suplir la dependencia de plantas diésel para cubrir la demanda cuando las plantas de energía solar PV no pueden generar⁷⁰.

⁶⁹ Ibíd.

⁷⁰ Ibíd.

4. MODELO QUE PODRÍA SER IMPLEMENTADO EN COLOMBIA

En el sistema energético de Colombia se pueden implementar diferentes modelos para diferentes soluciones, es decir, desde un usuario residencial hasta una gran empresa puede implementar modelos de acuerdo a sus necesidades de la mano con los límites establecidos en la regulación. Cada uno requiere de un análisis específico para determinar la viabilidad.

Ampliar la incorporación de generación distribuida con generación solar PV en el SIN o en zonas no interconectadas (ZNI) es un gran aporte a la transición que está sucediendo, el almacenamiento de la energía en baterías también es una opción para estar en la vanguardia de los nuevos modelos en desarrollo y que se podría iniciar mediante la incorporación de baterías de gran potencia conectadas al sistema de transmisión o distribución del país.

En el escenario de respuesta a la demanda (DR) y gestión de la energía se puede implementar modelos de negocio a usuarios regulados y no regulados. En la actualidad no existen programas permanentes que incentiven al consumidor a modificar su hábito de consumo, solo se conoce del programa de desconexión de demanda voluntaria (DDV) liderado por el gobierno nacional y reglamentado por la CREG, que se denominó “Apagar paga” con una reducción 500 MW de potencia y el 5 % de la demanda, este programa transfirió estabilidad en el SIN de manera exitosa evitando el racionamiento obligatorio.

Para la implementación de programas de respuesta a la remanda (DR) se debe establecer la función objetivo del programa el cual debe contener los resultados esperados, los beneficios para las partes, el público a quien van dirigidos los programas, por tal razón los PRD pueden contener condiciones especiales en la reglamentación.

Un programa de respuesta a la demanda (PRD) podría derivar beneficios en relación con la función objetivo que podría ser la reducción del valor del componente de restricciones (R) en la tarifa de energía al disminuir la necesidad de construir nuevas plantas remuneradas por el “carga por confiabilidad” que además no sean amigables con el medio ambiente. Esta actividad beneficia al usuario final, mejora la confiabilidad del (SIN), respalda la energía firme, permite reducir los precios en la bolsa de energía⁷¹, además, parte del dinero ahorrado se podría transferir a los participantes del programa.

En el desarrollo del plan se da la oportunidad de establecer negocios y para ello se hace necesario la conformación de empresas que establezcan contratos de administración de la energía a grandes consumidores que tengan sistemas de GD entre las actividades se encuentra administrar el consumo, la generación, controlar la carga del cliente, administrar las ventas de capacidad, los servicios de reserva y la administración de la demanda. Si la fuente de generación distribuida es solar PV, se debe gestionar el uso de la energía con preferencia de acuerdo a la curva de generación⁷².

Los beneficios económicos para las empresas que gestionan la energía se obtienen por el proceso de intermediación con el OR y de los incentivos establecidos en el PRD. Los programas se pueden gestionar por empresas y operadores de red una vez la regulación defina los lineamientos, objetivos e incentivos.

⁷¹ COLOMBIA. COMISIÓN DE REGULACIÓN DE ENERGÍA Y GAS. Resolución 011 de 2015. (12, febrero, 2015). Por la cual se regula el programa de respuesta de la demanda para el mercado diario en condición crítica. Bogotá D.C., 2015. No. 011. p. 2.

⁷² PÉREZ ARRIAGA. Op. cit., p. 274.

4.1 PROBABILIDAD DE ÉXITO DE IMPLEMENTAR PRD

El éxito de la implementación de programas de respuesta a la demanda depende del incentivo que está en función del beneficio esperado, del correcto dimensionamiento, de la correcta implementación por parte del regulador y de la facilidad en que se hagan efectivos los beneficios del programa.

Para una empresa que ofrezca algún bien o servicio asociado a un PRD, el éxito depende de la satisfacción de sus clientes y el beneficio recibido. El modelo de negocios Canvas⁷³, permite proponer modelos o hacer comparaciones entre modelos existentes para identificar aspectos importantes del modelo con el objetivo lograr ser viables y sostenibles en el tiempo, la empresa que desarrolle con mejor estrategia los aspectos básicos propuestos a continuación tiene mayor probabilidad de tener éxito.

Figura 8. Modelo de negocio Canvas



Fuente: Diseño propio con información de⁷⁴

⁷³ OSTERWALDER, Alexander y PIGNEUR, Yves. Generación de modelos de negocio. Barcelona: Deusto, 2011. p.15. ISBN: 978-84-234-2841-0

⁷⁴ *Ibíd.*, p.16-17.

4.2 FACTORES POSITIVOS AL CAMBIO DE MODELOS DE NEGOCIO

Al ser incluidas por parte del gobierno nacional en el plan de desarrollo 2018 - 2022 metas de incremento de capacidad de generación de energía eléctrica a partir de fuentes no convencionales de energía renovable (FNCER) comprometida de 22,4 MW a 1500 MW en el cuatreno⁷⁵ es un aporte importante para incentivar a los actores a trabajar por cumplir con el propósito, además permite adquirir experiencia en el desarrollo de este tipo de iniciativas y actividades.

La apertura a la posibilidad de implementación de nuevos modelos permite la incorporación de nuevas tecnologías, contribuye en el aumento del empleo en servicios de energía eléctrica, se obtienen beneficios económicos compartidos para las partes involucradas, se mejora la calidad del servicio ante el aumento de participantes en la industria de la energía y se disminuye el poder o dominio del mercado.

4.3 DESAFÍOS PARA LA DIVERSIFICACIÓN DE LOS MODELOS

Para continuar con la transición del sector energético se hace necesario continuar con la flexibilización de las políticas por parte del gobierno nacional. Es probable que se necesite un cambio en la regulación⁷⁶ que permita aplicar los modelos de

⁷⁵ COLOMBIA. DEPARTAMENTO NACIONAL DE PLANEACIÓN. Bases del plan de desarrollo 2018 – 2022, Bogotá D.C.: El DNP. 2019. p. 721.

⁷⁶ INTERNATIONAL RENEWABLE ENERGY AGENCY. Panorama de la innovación para un futuro impulsado por las energías renovables: soluciones para integrar las energías renovables variables. [En línea]. Abu Dhabi, 2019. (Recuperado en 9 de agosto de 2019). Disponible en https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2019/Feb/IRENA_Innovation_Landscape_summary_ES.pdf?la=en&hash=8820F8D72B92132153459A58381901D71BD3688E

con gran precisión ajustados al escenario colombiano, además, para la implementación de programas de respuesta a la demanda (PRD) se requiere:

- Inversión en tecnología y mejoras en la tecnología de la información (TI)
- La posición de los operadores de red (OR) ante los cambios, debe ser la que permita adaptar las nuevas técnicas y tecnologías, al mismo tiempo se permitan ajustar su modelo de negocio con visión a largo plazo.
- Contar con políticas claras ante el cambio climático, que sean difundidas y adoptadas por la mayor cantidad de habitantes.
- Se requiere la simplificación de los procesos para la adquisición y uso de la tecnología, que los incentivos económicos lleguen hasta la última etapa del proceso.
- Se deben implementar nuevas tecnologías digitales (como sensores y modelos predictivos)⁷⁷.

⁷⁷ Ibíd.

5. CONCLUSIONES

- En la revisión y consultas se han identificado múltiples modelos que ya tienen un desarrollo en otras partes del mundo por diferentes empresas con posibilidades de implementarse en el mediano o largo plazo en el ámbito colombiano, modelos que en la actualidad no son de amplio conocimiento por la comunidad en general, sobre todo cuando aún se desconoce los modelos que ya se han desarrollado en el país bajo la ley 1715 de 2014 y la resolución CREG 030 de 2018.
- La flexibilización de la regulación del mercado de energía es un factor determinante en el desarrollo e implementación de nuevos modelos de negocios, aun cuando en el país la matriz energética de la generación de energía eléctrica en su mayoría es con fuente renovable, cualquier reducción en la contaminación cuenta y esta puede ser la premisa para fortalecer las políticas que contribuyan a la incentivación de nuevas aplicaciones.
- Los integrantes tradicionales del sector de la energía eléctrica como lo son los grandes generadores, los transmisores y los distribuidores están frente a previsibles cambios inevitables que incentivan a abordar el tema con resiliencia y buscar la manera de ubicarse en los nuevos escenarios del mercado.
- En aspectos técnicos en su mayoría son beneficios los que se obtienen con la incorporación de nuevos modelos de negocios y tecnología posterior a los desafíos que se deben superar, lo cual prevé que la disponibilidad del servicio de energía en el futuro puede ser resuelto mediante el continuo desarrollo.
- El almacenamiento de energía en baterías puede ser implementado en los diferentes niveles de tensión siendo este un recurso con gran capacidad para incorporarse al sistema de energía eléctrica del país, esta tecnología puede aportar

grandes soluciones pero antes debe superar las restricciones en aspectos económicos y que el regulador estipule las medidas para su implementación.

- La generación solar PV es el escenario en el que mas modelos de negocio se pueden desarrollar por su versatilidad y adaptabilidad en el ámbito colombiano, además, el crecimiento en el uso de esta tecnología y la disminución del costo nivelado de energía incentivan el desarrollo en múltiples campos para obtener los mayores beneficios.
- La implementación de programas de respuesta a la demanda es otro escenario en el que se pueden desarrollar modelos de negocio para obtener beneficios bilaterales entre los participantes. Para llevar a cabo cada propuesta se debe hacer un análisis en detalle para evaluar la viabilidad en el mercado colombiano, además, debe despertar el interés de los usuarios a participar.

BIBLIOGRAFÍA

ABELLA, Alfonso, et al. Smart Energy: nuevas aplicaciones y modelos de negocio. Madrid: Cuadernos Orkestra, noviembre, 2015. 114 p. ISSN 2340-7638

BURGER, Scott P y LUKE, Max. Business models for distributed energy resources: A review and empirical analysis. En: Energy Policy. 24 de julio de 2017. No. 109. p. 230-248.

BURGER, Scott P, et al. Why Distributed. En: IEEE power & energy magazine. Abril 2019. No. 16. 24 p.

CAPPERS P., GOLDMAN C. & KATHAN D. Demand Response in U.S. Electricity Markets: Empirical Evidence. Berkeley National Laboratory, Berkeley, 2009. 29 p.

CELSIA. ¿Cómo se estructuran proyectos de energía solar para empresas? [En línea]. 11 de septiembre de 2018. (Recuperado en 15 julio 2019). Disponible en <https://blog.celsia.com/como-estructurar-energia-solar-empresas/>

COLOMBIA. COMISIÓN DE REGULACIÓN DE ENERGÍA Y GAS, Resolución 025 de 1995, Por la cual se establece el Código de Redes, como parte del Reglamento de Operación del Sistema Interconectado Nacional., Bogotá D.C., 1995.

COLOMBIA. COMISIÓN DE REGULACIÓN DE ENERGÍA Y GAS. Resolución 011 de 2015. (12, febrero, 2015). Por la cual se regula el programa de respuesta de la demanda para el mercado diario en condición crítica. Bogotá D.C., 2015. No. 011. 25 p.

COLOMBIA. CONGRESO DE LA REPUBLICA. Ley 1715. (13, mayo, 2014). Por medio de la cual se regula la integración de las energías renovables no convencionales al sistema energético nacional. Bogotá, D.C., 2014. 26 p.

COLOMBIA. DEPARTAMENTO NACIONAL DE PLANEACIÓN. Bases del plan de desarrollo 2018 – 2022, Bogotá D.C.: El DNP. 2019. 1457 p.

COLOMBIA. UNIDAD DE PLANEACIÓN MINERO ENERGÉTICA. Plan de expansión de referencia generación – transmisión 2015 – 2029, Bogotá D.C.: La UPME, 2015. 616 p.

DAS, Choton K, et al. Overview of energy storage systems in distribution networks: Placement, sizing, operation, and power quality. En: Renewable and Sustainable Energy Reviews. 2018. no. 91. p. 1205-1230.

ENCYCLE. Encycle Can Automatically Manage Peak Demand and Load Control for Companies Participating in Demand Response Programs [En línea]. (Recuperado en 5 julio 2019). Disponible en <https://www.encycle.com/demand-response/>

EnergySage. Community solar: what is it? [En línea]. (Recuperado en 10 agosto 2019). Disponible en <https://www.energysage.com/solar/community-solar/community-solar-power-explained/>

ENERSINC. Energy Demand Situation in Colombia [En línea], 2017. (Recuperado en 9 de agosto de 2019), 135 p. Disponible en https://www.dnp.gov.co/Crecimiento-Verde/Documents/ejes_tematicos/Energia/MCV%20-%20Energy%20Demand%20Situation%20VF.pdf

Fluence a Siemens and AES Company. Energy Storage Applications for Networks [En línea]. (Recuperado en 2 agosto 2019). Disponible en <https://fluenceenergy.com/energy-storage-for-flexible-reliable-networks/>

GREEN NATION, [En línea]. (Recuperado en 4 julio 2019) Disponible en <http://www.greennation.co.uk/about/#About>

INITIATIVE, MIT Energy. Managing Large-Scale Penetration of Intermittent Renewables, 2011. 240 p.

INTERNATIONAL RENEWABLE ENERGY AGENCY. Dramatic Price Drops For Solar & Wind Electricity Set To Continue [En línea]. 15 de junio de 2016. (Recuperado en 9 agosto 2019). Disponible en <https://www.irena.org/newsroom/articles/2016/Jun/Dramatic-Price-Drops-For-Solar--Wind-Electricity-Set-To-Continue>.

INTERNATIONAL RENEWABLE ENERGY AGENCY. Panorama de la innovación para un futuro impulsado por las energías renovables: soluciones para integrar las energías renovables variables. [En línea]. Abu Dhabi, 2019. (Recuperado en 9 de agosto de 2019). Disponible en https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2019/Feb/IRENA_Innovation_Landscape_summary_ES.pdf?la=en&hash=8820F8D72B92132153459A58381901D71BD3688E

JENKIN, Thomas, et al. Estimating the Impact of Residual Value for Electricity Generation Plants on Capital Recovery, Levelized Cost of Energy, and Cost to Consumers [En línea]. National Renewable Energy Laboratory. 2019. (Recuperado en 9 de agosto de 2019). Golden (Colorado). Disponible en <https://www.nrel.gov/docs/fy19osti/72217.pdf>

MUNUERA, Luis y GOODSON, Tim. Tracking Clean Energy Progress [En línea].
iea. 1 de julio de 2019. (Recuperado en 9 de agosto de 2019). Disponible en
<https://www.iea.org/tcep/energyintegration/demandresponse/>

OhmConnect. What is an #OhmHour? [En línea]. (Recuperado en 6 julio 2019)
Disponible en <https://www.ohmconnect.com/how-it-works/what-is-an-ohmhour>

OSTERWALDER, Alexander y PIGNEUR, Yves. Generación de modelos de
negocio. Barcelona: Deusto, 2011. 285 p. ISBN: 978-84-234-2841-0

PÉREZ ARRIAGA, Ignacio y KNITTEL, Christopher. UTILITY OF THE FUTURE.
An MIT Energy Initiative response to an industry in transition. Massachusetts
Institute of Technology, 2016. 367 p. ISBN 978-0-692-80824-5.

REBOURS Y. G, KIRSCHEN D. S., TROTIGNON M. & ROSSIGNOL S. (2007) A
Survey of Frequency and Voltage Control Ancillary Services—Part I: Technical
Features. IEEE. Vol. 2. no. 1. p. 350-357

Solar Energy Industries Association. Community Solar [En línea]. (Recuperado en
10 agosto 2019). Disponible en <https://www.seia.org/initiatives/community-solar>

Som Energia. Generation kWh [En línea]. (Recuperado en 10 Julio 2019). Disponible
en <https://www.generationkwh.org>

Sonnen. sonnenCommunity – die weltweit größte Plattform für Strom-Sharing [En
línea]. (Recuperado en 5 julio 2019). Disponible en
<https://sonnen.de/sonnencommunity/>

SUNVERGE. Generate and Manage Your Own Power [En línea]. (Recuperado en 3
julio 2019). Disponible en <http://www.sunverge.com/customer-solutions/>

TUSHAR, Whayes, et al. A motivational game-theoretic approach for peer-to-peer energy trading in the smart grid. En: Applied Energy. 30, marzo, 2019. no. 243., p. 10-20.

WALDRON, Michael y NOBUOKA, Yoko. Commentary: changing utility business models and electricity investment [En línea]. iea. 2017. (Recuperado en 9 de agosto de 2019). Disponible en <https://www.iea.org/newsroom/news/2017/december/commentary-changing-utility-business-models-and-electricity-investment.html>

xm. Indicadores de pronósticos oficiales de demanda [Base de datos en línea]. 2019. (Recuperado en 20 Julio 2019). Disponible en <https://www.xm.com.co/Paginas/Consumo/indicadores-de-pronosticos-oficiales-de-demanda>

ANEXOS

Anexo A. Datos de demanda mes junio OR CENS

UCP	VARIABLE	FECHA	TIPO DIA	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17	P18	P19	P20	P21	P22	P23	P24
UCENS	Demanda_Real	01/06/2019	SABADO	169	165	162	160	160	160	162	177	198	213	220	225	218	220	225	222	214	210	231	234	227	220	208	195
UCENS	Demanda_Real	02/06/2019	DOMINGO	185	180	176	173	172	164	157	165	170	179	187	196	197	199	200	199	194	193	215	221	218	212	202	190
UCENS	Demanda_Real	03/06/2019	LUNES	182	175	170	169	169	165	163	173	180	192	204	209	208	211	212	211	203	203	227	237	235	233	222	208
UCENS	Demanda_Real	04/06/2019	MARTES	196	189	184	180	182	184	185	206	228	237	250	255	235	250	265	253	238	230	239	240	236	229	215	200
UCENS	Demanda_Real	05/06/2019	MIERCOLES	190	183	179	175	176	178	180	201	220	236	245	249	233	247	264	265	258	249	259	260	255	244	230	214
UCENS	Demanda_Real	06/06/2019	JUEVES	201	193	188	186	187	187	190	213	235	248	259	260	239	253	273	270	264	253	258	253	247	241	225	210
UCENS	Demanda_Real	07/06/2019	VIERNES	201	195	190	186	186	190	194	214	235	242	247	240	220	232	246	249	244	238	249	246	241	230	215	201
UCENS	Demanda_Real	08/06/2019	SABADO	190	184	181	178	177	174	177	198	218	234	242	243	233	234	231	219	212	211	230	240	234	225	215	205
UCENS	Demanda_Real	09/06/2019	DOMINGO	196	190	183	177	177	171	172	180	186	193	199	203	203	202	202	200	196	202	223	232	231	228	216	204
UCENS	Demanda_Real	10/06/2019	LUNES	193	185	178	175	174	178	180	199	218	225	233	236	219	232	244	243	238	232	243	246	243	233	215	200
UCENS	Demanda_Real	11/06/2019	MARTES	189	182	178	175	176	179	184	208	225	234	245	247	229	242	257	258	251	243	250	248	244	236	222	206
UCENS	Demanda_Real	12/06/2019	MIERCOLES	196	188	181	179	181	183	188	210	231	242	252	253	234	250	267	267	263	250	260	263	259	251	232	216
UCENS	Demanda_Real	13/06/2019	JUEVES	204	195	188	183	185	186	192	215	237	248	256	258	239	252	269	270	262	252	262	265	259	251	233	218
UCENS	Demanda_Real	14/06/2019	VIERNES	204	196	190	186	187	187	195	218	240	251	260	261	239	257	271	263	254	242	246	248	246	240	228	214
UCENS	Demanda_Real	15/06/2019	SABADO	204	197	191	188	187	183	185	202	222	235	242	241	227	229	235	235	231	229	247	251	246	240	231	221
UCENS	Demanda_Real	16/06/2019	DOMINGO	211	202	196	190	187	178	173	177	184	190	193	193	188	184	185	185	185	186	208	220	219	219	210	200
UCENS	Demanda_Real	17/06/2019	LUNES	191	184	180	176	177	178	182	203	225	236	240	240	219	229	243	246	242	233	239	241	235	227	220	207
UCENS	Demanda_Real	18/06/2019	MARTES	194	187	182	179	180	182	188	213	236	246	253	261	239	251	268	266	255	245	251	252	246	239	226	209
UCENS	Demanda_Real	19/06/2019	MIERCOLES	197	191	187	185	186	185	192	217	233	238	246	248	227	237	250	248	239	232	243	246	241	232	217	203
UCENS	Demanda_Real	20/06/2019	JUEVES	192	183	177	173	174	175	179	203	223	231	240	244	226	237	250	251	249	240	251	251	244	234	221	211
UCENS	Demanda_Real	21/06/2019	VIERNES	200	193	188	184	184	181	185	210	230	239	247	246	229	240	251	251	244	236	245	246	240	230	217	204
UCENS	Demanda_Real	22/06/2019	SABADO	196	189	183	179	180	179	181	198	219	229	236	237	226	225	231	230	219	212	229	237	230	223	215	207
UCENS	Demanda_Real	23/06/2019	DOMINGO	197	189	186	181	179	173	166	173	181	189	193	194	192	188	188	187	181	182	204	213	209	204	195	186

UCENS	Demanda_Real	24/06/2019	LUNES	177	170	168	165	165	163	162	173	185	193	202	208	206	207	205	200	195	199	224	231	224	214	202	190
UCENS	Demanda_Real	25/06/2019	MARTES	179	172	168	165	166	168	172	191	212	223	231	234	213	221	234	241	238	228	237	240	236	223	208	195
UCENS	Demanda_Real	26/06/2019	MIERCOLES	184	178	174	172	173	171	175	199	225	233	240	245	227	237	251	247	240	231	235	238	231	225	212	198
UCENS	Demanda_Real	27/06/2019	JUEVES	188	183	178	174	175	173	179	204	225	234	244	245	225	235	248	252	250	240	251	256	252	244	231	215
UCENS	Demanda_Real	28/06/2019	VIERNES	203	194	188	184	183	181	185	208	230	240	250	253	236	246	260	261	252	238	246	251	242	234	226	215
UCENS	Demanda_Real	29/06/2019	SABADO	203	197	193	187	184	180	179	195	215	223	229	229	218	217	219	220	213	208	224	230	227	220	212	203
UCENS	Demanda_Real	30/06/2019	DOMINGO	193	186	181	176	174	170	163	169	179	187	193	198	197	195	195	196	191	189	209	220	216	209	201	192