

Estado del arte del proyecto: “Modelo de negocio para el desarrollo de proyectos de generación distribuida.”

Autores: Vladimir Sousa Santos - Carlos Jimenez Rios - John Grimaldo Guerrero - Jorge Silva Ortega.

Resumen:

Colombia enfrenta varios desafíos para asegurar un suministro de energía confiable, asequible y amigable con el medio ambiente. Persistentemente bajas tasas de reserva de producción en petróleo y gas, junto con el avance del cambio climático, están poniendo en riesgo el sistema energético del país fuertemente dependiente de la energía hidroeléctrica, la electricidad de Colombia, se volverá más vulnerable con patrones climáticos extremos como El Niño. Este trabajo tiene por objeto el desarrollo de un modelo de negocio que incentive la realización de proyectos con integración de generación distribuida e implementación de infraestructura avanzada AMI, buscando obtener resultados significativos en lo que respecta a la calidad del servicio, aplanamiento de la curva de demanda, estabilidad de la red, identificación y reducción de pérdidas de cara al operador de red como actor activo de la negociación, una mejor percepción en la calidad del servicio a precios más exequibles por parte del usuario final y la recuperación de la inversión con la respectiva utilidad por parte del inversionista. Así mismo se busca realizar un análisis del potencial de la generación solar fotovoltaica a nivel doméstico y demostrar cómo el país puede beneficiarse de la tendencia mundial del uso creciente de tecnologías de energía renovable y su mejora en el rendimiento, la eficiencia y la competitividad de costos, así mismo se evalúa el impacto de la integración de los infraestructura de medida avanzada respecto a los resultados esperados por los entidades que las promocionan así como los actores que intervienen en el modelo comercial planteado. Para lógralo se busca plantear una alianza estratégica entre el operador de red ENERGUAVIARE S.A. E.S.P. quien presta sus servicios de distribución y comercialización de energía en la Amazonia Colombiana y un inversionista privado, de tal modo, que el operador de red no requiera inversión en CAPEX, la cual será realizada por un actor privado quien además de ayudar a dar cumplimiento a las legislaciones y resoluciones existentes, facilitara el mejoramiento de los procesos propios del ejercicio comercial de la energía a cambio de pagos mensuales por cada usuarios intervenido, que permitirá al inversionista recuperar su inversión y obtener la utilidad pertinente, por último y no menos importante de cara al usuario final se lograra una disminución significativa en la factura, mayor interacción en los procesos relacionados con el servicio público y la percepción de mayor eficiencia. La investigación inicia con el desarrollo de una revisión bibliográfica de los modelos de negocio existentes y casos de éxito que promueven la inclusión exitosa de recursos energéticos distribuidos en conexión a la red eléctrica, así como la inversión en la reconversión tecnológica de los equipos con los que cuenta las redes eléctricas de determinada región, se procede con la caracterización de la población objetivo, a través de herramientas y métodos gráficos que permiten realizar una clasificación de acuerdo al punto de vista económico y social, después se seleccionan los componentes requeridos para el desarrollo de un modelo económico-energético que considerara este tipo de recursos en proyectos de uso final, para así establecer los criterios de diseños, posteriormente, se proponen pasos metodológicos que permiten el planteamiento y la evaluación de estos tipos de proyectos conforme a la obtención de un diagrama de flujo descriptivo, el cual servirá como herramienta principal para determinar la factibilidad del modelo.

Marco teórico:

A continuación, se describen los fundamentos conceptuales que enmarcan la presente investigación, los cuales se agrupan en los siguientes ejes temáticos: Modelo de negocio, infraestructura de media avanzada y generación distribuida. Adicionalmente y con el propósito de analizar referentes de orden nacional e internacional, se realiza una descripción de modelos de negocio centrados en las aplicaciones de recursos renovables e implementación de infraestructura AMI.

6.1.1 Generación de electricidad a partir de Recursos energéticos distribuidos. (DER)

Las energías renovables, son las que se aprovechan directamente de las fuentes naturales que se estiman inagotables, y que se muestran respetuosas del medio ambiente. Entre estas se pueden clasificar la energía solar térmica activa o pasiva, la energía solar fotovoltaica, la eólica, la biomasa y la geotérmica, entre otras. Los recursos energéticos distribuidos obedecen a una generación compuesta por pequeñas unidades (de 15 kW a 10.000 kW), propiedad de los usuarios o de una empresa eléctrica local, ofrece la posibilidad de adopción de los diferentes tipos de energía, convencional y/o alternativa. En la generación distribuida los rendimientos de las tecnologías son muchos mayores, respecto a la generación centralizada, proporcionan energía de alta calidad y son la mejor alternativa en zonas no interconectadas. Se trata de una economía de escala que cada vez se vuelve más fuerte, y cada vez se hace más autónoma y mayor es su control gracias a los considerables avances tecnológicos que ha tenido. Al ser una generación más próxima al usuario, supone disminución de inversiones, disminución de mano de obra y disminución de pérdidas, responden a una instalación modular de fácil acceso y fácil mantenimiento, permite la aplicación de tecnologías limpias sin necesidad de una estructura complicada, en Colombia, un ejemplo de ellos son las PCH's. Hoy en día, cerca de 1000 millones de personas a nivel mundial aún viven sin electricidad, y cientos de millones más viven con un suministro insuficiente o poco confiable. Al mismo tiempo, aproximadamente 3000 millones de personas utilizan combustibles contaminantes como leña u otra biomasa para cocinar o calefaccionar sus viviendas, lo que genera contaminación del aire en espacios abiertos y cerrados que tiene impactos generalizados en la salud. Las carencias son abrumadoras, pero se han logrado avances en muchos frentes. El panorama de la energía mundial se encuentra ante una transformación fundamental, y la energía renovable desempeña un papel cada vez más importante en el proceso de ayudar a los países a desarrollar sistemas energéticos modernos y seguros. Los costos marcadamente más bajos de la energía limpia están contribuyendo a esta transición, y las tecnologías disruptivas, como las redes inteligentes, los medidores inteligentes y los sistemas de datos geoespaciales han transformado la planificación energética.[3] Así pues, en nuestro país, resoluciones tales como la 40072 del ministerio de energía y minas establecen los mecanismos para implementar la Infraestructura de Medición Avanzada en el servicio público de energía eléctrica". Comprometiéndose con metas tales como la que proyecta que para el año 2030, el 95 % de los usuarios urbanos y un 50 % de los usuarios de centros poblados y rurales, deben estar incluidos en la implementación de la infraestructura de medición avanzada AMI. [1]

6.1.2. Modelos de Negocio

El concepto de modelo de negocio ha venido desarrollándose a través de los años y ha recibido un incremento de atención por investigadores y economistas durante el periodo emergente de los e-business o mercados electrónicos a mediados de los años 90, a pesar del largo uso de este concepto hasta el momento no existe una clara definición entre investigadores y recientemente ha sido usado por académicos como una herramienta analítica y de clasificación.[4] Basado en el análisis realizado, a continuación, se relacionan los siguientes conceptos establecidos de los modelos de negocio, los cuales han sido la base conceptual de diferentes autores durante los últimos 20 años:

- Se describe un modelo de negocio como una

estructura del producto, el servicio y los flujos de información, incluyendo una descripción de los diversos actores de la empresa y sus funciones. • Un modelo de negocio describe el contenido, la estructura y la gestión transaccional, diseñadas con el fin de crear valor a través de la explotación de oportunidades de negocio. • Se afirma que los modelos de negocio son, en el fondo, historias - historias que explican cómo funcionan las empresas • Se dice que el modelo de negocio proporciona un marco coherente de características tecnológicas y potencialidades como entradas y las convierte a través de clientes y mercados en resultados económicos • En el 2003, se indicó que cada modelo de negocio tiene, su propia lógica de desarrollo, que es coherente con los recursos necesarios – relaciones con clientes y proveedores, un conjunto de competencias dentro de la empresa, un modo de financiar su negocio, y una cierta estructura accionarial • Otros definen el modelo de negocio como un conjunto de expectativas acerca de cómo la empresa va a tener éxito en su entorno. Se puede observar como el concepto ha cambiado a través de los años teniendo en cuenta factores como el éxito de la empresa, el aumento de utilidades, el bienestar del consumidor, utilización de recursos y oportunidades de negocio.[5]

6.1.3. Modelos de Negocio para energías renovables.

Algunos autores hacen referencia al modelo de negocios como la forma en que las empresas operan, o como el “modo en que las empresas hacen negocios” En primera instancia debe decirse que un modelo se refiere a una descripción y representación simplificada de una compleja entidad o proceso, al hacer referencia al modelo de negocio, se reconoce la descripción y representación simplificada del complejo proceso a través del cual una empresa genera valor.

6.1.4. Panorama de las energías renovables y posturas gubernamentales en la búsqueda de políticas sustentables.

En aras de analizar referentes de orden nacional e internacional, se realiza un estudio de la integración de las energías renovables en el sector económico a través de los años y el uso de la energía solar que en conjunto con los módulos fotovoltaicos se convierten en una de las fuentes más efectivas para el ahorro de energía; además de desarrollos de modelos de negocio exitosos en el mercado de energías renovables que propenden a la utilización de fuentes renovables.

6.1.4.1. Contexto Internacional

El mundo posee una gran dependencia del petróleo, carbón, gas natural y recursos energéticos basados combustibles nucleares así como como recursos fósiles disponibles en cantidades que pueden ser consideradas relativamente abundantes pero finitas, la posible escasez de estas fuentes unido con las coyunturas económicas y geopolíticas asociadas además de distribución geográfica, han generado en muchos países la necesidad de iniciar una transición hacia el uso de recursos energéticos de carácter renovable, que a su vez contribuyan a la reducción de emisiones de efecto invernadero y a la mitigación del cambio climático, el cual ha tenido un fuerte impacto el planeta tierra durante los últimos años. Basado en lo anterior, se puede asegurar que el planeta enfrenta una crisis que en pocos años puede ser irreversible: el agotamiento de las fuentes de energías fósiles, la contaminación causada por el uso a gran escala de este tipo de energía produce múltiples y complejos problemas, como el de los gases efecto invernadero que en el 2016 rompió la barrera de 440 partes por millón, con cifras anuales de 10.000 millones de toneladas. El 81% de la energía consumida a nivel mundial proviene de fuentes fósiles mientras que el 19% restante proviene de fuentes renovables. Dentro de estas, se aprovecha la energía proveniente del sol para su conversión en energía eléctrica destacando la tecnología de paneles fotovoltaica como una de las fuentes no convencionales con mayor desarrollo y madurez tecnológica. Este gran consumo ha llevado a los países potencias mundiales a promover el desarrollo de leyes y acuerdos que propendan a la disminución de gases contaminantes, disminución del efecto invernadero, consumo eficiente y responsable de la energía y el uso de fuentes renovables.[6]

Dentro de los acuerdos que promueven políticas medioambientales claras se destacan frente a la lucha contra el calentamiento global: la firma del Protocolo de Kioto en 1997 (Naciones Unidas, 1998), en el cual los países industrializados se comprometieron a disminuir un 5% menos del nivel de emisiones de 1990 para el 2012, por otro lado; se encuentra el Acuerdo de París sobre el Cambio Climático

(Naciones Unidas, 2015), donde 175 países se comprometen a disminuir el aumento de la temperatura global a menos de 2º Celsius para finales del presente siglo, Colombia se encuentra entre estos países comprometiéndose a reducir un 20% de sus emisiones. Así mismo en el año 2015 los líderes mundiales desarrollaron objetivos globales para erradicar la pobreza, proteger el planeta y asegurar la prosperidad para todos como parte de una nueva agenda de desarrollo sostenible en el que se lee en los objetivos 7, 11, 12 y 13 propenden por la búsqueda de energías asequibles y no contaminantes, ciudades y comunidades sostenibles, producción y consumo responsables y acción por el clima respectivamente.[7] Por otro lado; los consumos de energía se precisan así: un 20% del consumo mundial de la energía es para iluminación, un 40% corresponde al consumo de edificaciones y un 26% lo asumen los sistemas de transporte. Por eso, la Agenda Digital para Europa en el apartado 2.7.1 sobre las TIC al servicio del medio ambiente, plantea tres objetivos para el año 2020, Un 20% en reducción de emisiones, alcanzar un 20% en el uso de energías renovables, y un 20% en ahorro de la demanda futura. Se enfatiza la utilización de menos recursos para los mismos o mejores resultados.[8] Por su parte el continente europeo se destacan los aportes y participaciones de España y Alemania frente al fortalecimiento de sus políticas basadas en energías renovables.[6] De otro lado, uno de los grandes líderes de desarrollo fotovoltaico de la próxima década será América Latina, con un desarrollo de 3.500 MW proyectados para el 2016, según datos suministrados por la EPIA (European Photovoltaic Industry Association), actualmente quienes lideran este mercado en el continente del sur son Chile, Brasil México, Perú y Ecuador; Finalmente, se proyecta para el año 2021 un aumento a 1TW de la energía solar total instalada en el mundo.[9] En cuanto a la infraestructura de medida avanzada AMI, la cual es también objeto del modelo de negocio que aquí se plantea, es un sistema integrado de medidores inteligentes, redes de comunicaciones y sistemas de gestión de datos diseñados para respaldar la distribución segura, eficiente y confiable de la electricidad al tiempo que proporciona una funcionalidad avanzada a los clientes de energía encaminada a el concepto de ciudad inteligente ha llamado recientemente la atención de académicos, industriales y gubernamentales. Las ciudades inteligentes podrían considerarse áreas urbanas que usan sensores de recolección de datos y tecnologías digitales que cooperan para crear beneficios para los ciudadanos en términos de bienestar, inclusión y participación, calidad ambiental y desarrollo inteligente. Las ciudades inteligentes se han convertido en un fenómeno global y los líderes municipales de todo el mundo están interesados en las oportunidades potenciales de adaptar sus ciudades para el futuro. Aunque no hay consenso sobre qué es exactamente una ciudad inteligente, esta puede definirse como un área geográfica en la que las altas tecnologías como las tecnologías de la información y la comunicación (TIC), la logística, la producción de energía etc., cooperan para crear beneficios para los ciudadanos en términos de bienestar, inclusión y participación, calidad ambiental y desarrollo inteligente. Con cada dispositivo conectado en las ciudades inteligentes, hay un software que le permite comunicarse con otros dispositivos y bases de datos centrales que recopilan datos para facilitar nuestras vidas. Esto define un sistema de software de ciudad inteligente como un entorno que apoya a los desarrolladores de software en el diseño, implementación, implementación y administración de aplicaciones para ciudades inteligentes. Sin embargo, el software para ciudades inteligentes es diferente del software en computadoras de escritorio, tabletas o incluso teléfonos inteligentes. Por lo tanto, las ciudades inteligentes requieren el desarrollo y uso de estándares y protocolos de comunicación para permitir que dispositivos heterogéneos se comuniquen y aprovechen aplicaciones de software comunes. Muchas implementaciones de ciudades inteligentes existentes se basan en sistemas cerrados. Por lo general, son sistemas de software privados vendidos por un proveedor en particular, que no proporciona muchos detalles sobre su diseño y arquitectura de software. Por el contrario, los sistemas abiertos fomentan la interoperabilidad entre plataformas, la portabilidad y los estándares de software abiertos al tiempo que desalientan el bloqueo en torno a productos o empresas

específicos. 2 Los sistemas de software cerrados y abiertos pueden proporcionar API públicas. Una API pública, también conocida como API abierta, es una interfaz de programación de aplicaciones que permite al propietario de un servicio accesible a la red dar acceso universal a los consumidores de ese servicio, como los desarrolladores. Por lo tanto, las API públicas otorgan a los desarrolladores de software acceso programático, desde diferentes lenguajes de programación (es decir, Java, Python, C++, Go, etc.) a una aplicación de software.[10]

Estado del arte:

Panorama de las fuentes renovables de energía y la generación distribuida. Colombia es uno de los países con mayores riquezas naturales, además de una ubicación privilegiada que permite hacer un aprovechamiento de los recursos naturales y renovables también posee grandes reservas de combustibles fósiles. Actualmente, la explotación y producción energética del país está constituida a grandes rasgos en un 93% de recursos primarios de origen fósil, aproximadamente un 4% de hidrogenaría y un 3% de biomasa y residuos y de la explotación primaria utiliza un 31% del cual, cerca del 78% corresponde a recursos fósiles y el 22% a recursos renovables. Según las tablas de proyección de UPME para Colombia en el año 2017 se proyecta un consumo de 68.894 GW como se puede observar a continuación: Actualmente en Colombia la demanda de proyectos con tecnología de Paneles Fotovoltaicos se desarrolla principalmente en las áreas rurales del país debido a que la infraestructura eléctrica es poco eficiente en estas áreas conllevando al difícil acceso a este tipo de comunidades. Según , las actividades para la implementación de los sistemas fotovoltaicos las iniciaron en los años 80 con empresa de telecomunicaciones Telecom, liderando un programa de telecomunicaciones rurales con la participación de la Universidad Nacional; las aplicaciones para este tipo de tecnología van desde actividades de Comunicaciones (desde pequeñas radios hasta repetidoras de microondas, de radio, televisión y sistemas telefónicos); Iluminación, luces de tránsito y alumbrado público y Bombeo de Agua. En este programa se instalaron pequeños generadores fotovoltaicos de 60 Wp (Wp: vatio pico) para radioteléfonos rurales y ya en 1983 habían instalados 2 950 de tales sistemas. El programa continuó instalando estos sistemas y pronto se escaló a sistemas de 3 a 4 kWp para las antenas satelitales terrenas. El país cuenta con una irradiación promedio de 4,5 kWh/m²/d; esta radiación supera el promedio mundial de 3,9 kWh/m²/d, esto se debe a la posición geográfica del país. En diferentes regiones del país, los índices de irradiación solar están en promedio de la siguiente manera: GUAJIRA: 6.0 (kWh/m²/día) COSTA ATLANTICA: 5.0 (kWh/m²/día) ORINOQUIA: 4.5 (kWh/m²/día) AMAZONIA: 4.2 (kWh/m²/día) REGION ANDINA: 4.5 (kWh/m²/día) COSTA PACIFICA: 3.5 (kWh/m²/día) A continuación, una breve descripción del uso de la energía Solar en Colombia a través de las últimas décadas Tabla 1. Energía Solar en Colombia. Elaboración propia. Algunos ejemplos de inclusión y ejecución de energía eléctrica fotovoltaica en las décadas anteriores son: - Hospital Pablo Tobón en Medellín en el año 1984: Para reducir el consumo de energía, se instalaron en el año 1987 colectores solares de placa plana, los cuales reemplazaron una caldera que salió de servicio en la institución, de esta manera se instalaron 345 m² de colectores para calentar diariamente 22.500 litros de agua a 45°C Centro Las Gaviotas en ciudad Salitre en Bogotá. - Venturosa, Vichada, en 1996: Sistema solar de 2.8 kWp instalado por el antiguo ICEL (Instituto Colombiano de Energía eléctrica, hoy IPSE) suministra energía a 120 V AC a una comunidad de 12 familias y centro escolar. Gracias a este tipo de generación se logra dar alcance en el suministro de energía eléctrica a comunidades alejadas. - Oleoducto Caño Limón Coveñas: Sistema fotovoltaico de 3.4 kWp. El sistema realiza operación de equipos propios del oleoducto; este sistema ha permitido contar con la disponibilidad de válvulas remotas sin realizar altas inversiones por suministros desde fuentes con generación tradicional hidráulica. En

Colombia se tienen varias razones que llevan a considerar en la energía solar Fotovoltaica como un nicho de oportunidad con potencial para brindar beneficios importantes al sector energético nacional. En primera instancia se encuentran los costos decrecientes de esta tecnología, que han llevado a que el costo nivelado de la energía solar fotovoltaica hoy en día resulte competitivo en algunos casos con las tarifas del mercado de energía eléctrica, especialmente a niveles comercial y residencial. Por otra parte, a través de la implementación y masificación de pequeños sistemas de autogeneración distribuida se pueden lograr impactos positivos, como son el permitir a los usuarios generar su propia energía, reduciendo así el riesgo de los usuarios a estar sometidos a cierta volatilidad y usuales incrementos en los costos de electricidad. Actualmente Gracias a la reglamentación de la Ley 1715, que da incentivos tributarios a las inversiones en energías renovables, por fin se consolidan grandes proyectos de energías alternativas en el país. En el 2014, el gobierno reglamentó la Ley 1715, el cual elimina la carga tributaria de los proyectos energéticos renovables, que con los avances tecnológicos han reducido su costo y mejorado su eficiencia. Esta podría llegar a ser una solución a los altos costos que alejaban la inversión en energías alternativas, a pesar de ser más sostenibles y representar un ahorro a largo plazo.[2] A continuación, se relacionan los proyectos recientemente ejecutados en Colombia y en el Atlántico. - En el 2014, se instalaron 1.300 paneles solares en la Guajira los cuales que absorben la invisible radiación del sol para que, a través de inversores se envíen a 480 vasos de batería que finalmente generarán el poder para que los habitantes puedan contar con un servicio confiable y limpio. - En el 2015, La Institución Educativa Martinica en la zona rural de Montería, capital del departamento de Córdoba en Colombia, cuenta con una instalación de 16 paneles solares que garantizan luz durante 24 horas. La iniciativa permite que aproximadamente 400 Kilogramos de CO2 se dejen de emitir. - La Universidad Autónoma de Occidente en Cali, capital del departamento del Valle del Cauca, planeó instalar un sistema de energía solar que apoyará el suministro de energía en la universidad y que fuera un centro de investigación para el uso de la energía solar fotovoltaica en Colombia. Hoy, la universidad cuenta con 638 paneles solares que han aportado grandes resultados. Dentro de los proyectos que se están ejecutando a nivel regional se destacan los siguientes: • ATLANTICO SOLAR 1-BARANOA capacidad: 19.3MW, este proyecto consta de una planta de producción de energía solar ubicada en el municipio de Baranoa, Atlántico, donde la corriente continua generada por los paneles fotovoltaicos es transformada en energía alterna para ser integrada a la red de distribución del operador ELECTRICARIBE S.A. E.S.P., a través de su subestación de Baranoa. • ATLANTICO SOLAR 1-BARANOA capacidad: 19.3MW, consta con más de 37440 paneles solares comprendidos en 18 hectáreas, este proyecto se realiza en conjunto con el mencionado anteriormente. Los proyectos de energías renovables en Colombia, representan una capacidad de 10,264 MW, de los cuales el 1.37% corresponden a proyectos de generación de Energía a partir de Paneles Fotovoltaicos. En el 2017, El proyecto CELSIA Solar, ubicado en Yumbo (Valle del Cauca), comenzó a suministrar energía a 8.000 viviendas, con 35.000 paneles que están evitando la emisión de unas 6.600 toneladas de CO2 al año. Las fuentes de energía renovables, especialmente la aprovechada del sol, representan a su vez inmensos potenciales energéticos para ser aprovechados de una manera costo-efectiva en la medida en que su investigación, su desarrollo y el despliegue comercial de las tecnologías asociadas continúen avanzando como ha venido sucediendo en los últimos 40 años. A continuación, se relacionan algunas de las legislaciones y estrategias gubernamentales que se han tenido a lo largo de los años en nuestro país para la adopción de las fuentes renovables de energía, como alternativa fundamental en el desarrollo sostenible de la nación. 6.2.1.1 Plan Energético Nacional 2006 -2025 La Unidad de Planeación Minero Energética (UPME) desarrolló un plan energético Nacional proyectado hasta el año 2025 el cual tiene como objetivo central “maximizar la contribución del sector energético al desarrollo sostenible del país, y como objetivos específicos: 1. Asegurar la disponibilidad y el pleno abastecimiento de los recursos energéticos para atender la demanda

nacional y garantizar la sostenibilidad del sector energético en el largo plazo. 2. Consolidar la integración energética regional. 3. Consolidar esquemas de competencia en los mercados. 4. Formación de precios de mercado de los energéticos que aseguren competitividad. 5. Maximizar cobertura con desarrollo local. Se analizan adicionalmente cinco aspectos, que por su importancia son fundamentales para alcanzar los objetivos planteados: I) las fuentes no convencionales y el uso racional de la energía, II) el medio ambiente y la salud pública, III) la ciencia y la tecnología, IV) el marco institucional y normativo, V) la información, la promoción y la capacitación. El objetivo 5 pretende favorecer el desarrollo regional y local; igualmente permite visualizar la incorporación de energía a las zonas rurales aisladas y no interconectadas, al igual que nuevas fuentes y tecnologías. Se prevé a largo plazo el cambio tecnológico en la búsqueda de nuevas fuentes como son las energías renovables y el uso racional de la energía, aplicando la ciencia y la tecnología, favoreciendo el medio ambiente y la salud pública. Dentro de las líneas de investigación recomendadas por este Plan Nacional se encuentran: los hidrocarburos, el sector eléctrico, el carbón, el gas, los parques eólicos y geotérmicos, el desarrollo de las celdas fotovoltaicas y la gasificación de la biomasa. Dentro de las estrategias para alcanzar este objetivo se plantean: articular las políticas energéticas con las comunidades académicas, científicas, con empresas e instituciones; financiar proyectos de investigación; incluir dentro de los contratos del Estado con empresas, cláusulas que impliquen desarrollo energético.[14]

6.2.1.2 Leyes 142 y 143 de 1994. En el año 1994 se publica la Ley 142 sobre los servicios públicos domiciliarios y la Ley 143 que hace alusión específicamente al servicio eléctrico; en ella se establece su generación, distribución y comercialización a nivel nacional. Dentro de esta Ley solo el artículo segundo hace alusión a las fuentes no convencionales y le deja al Ministerio de Minas y Energía dar las pautas para el desarrollo de éstas, teniendo en cuenta que La Constitución Política de 1991 establece el derecho de los servicios públicos domiciliarios y la prestación eficiente por parte de las empresas públicas y privadas que los suministran. 6.2.1.3. Ley 1715 de 2014 Esta ley tiene como objeto promover el desarrollo y la utilización de las fuentes no convencionales de energía, principalmente aquellas de carácter renovable, en el sistema energético nacional, mediante su integración al mercado eléctrico, su participación en las zonas no interconectadas y en otros usos energéticos como medio necesario para el desarrollo económico sostenible, la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y la seguridad del abastecimiento energético. Con los mismos propósitos se busca promover la gestión eficiente de la energía, que comprende tanto la eficiencia energética como la respuesta de la demanda. 6.2.1.4. Decreto Número 348 del 01 de marzo de 2017 Por el cual se adiciona el Decreto 1073 de 2015, en lo que respecta al establecimiento de los lineamientos de política pública en materia de gestión eficiente de la energía y entrega de excedentes de autogeneración a pequeña escala. Este decreto indica los lineamientos de política energética en materia de gestión eficiente de la energía y entrega de excedentes de autogeneración a pequeña escala. 6.2.2. Infraestructura de medida avanzada- ciudades inteligentes Los proyectos e iniciativas asociados a sistemas AMI son centro de atención del sector eléctrico a nivel mundial, especialmente en países desarrollados en los que existen casos de éxito relacionados con la implantación de estas tecnologías. En Colombia, se están desarrollando pilotos que involucran medidores inteligentes; algunas empresas distribuidoras y comercializadoras de energía han realizado despliegues iniciales con diferentes niveles de desarrollo en ciudades como Bogotá, Medellín y Cali; sin embargo, son proyectos aislados que no se encuentran enmarcados dentro de lineamientos de orden nacional. También se cuenta con un mapa de ruta que define fases de implementación graduales para los sistemas AMIS en Colombia al año 2030, y con las primeras iniciativas regulatorias con un proyecto de decreto para establecer políticas públicas que incentiven la autogeneración a pequeña escala, la gestión de la demanda y la medición inteligente. Aún falta especificar muchas piezas del rompecabezas que permitan implementar sistemas AMIS en Colombia.[11] Regulaciones tales como la 40072 del ministerio de minas y energía,

establecen para nuestro país, los mecanismos para implementar la Infraestructura de Medición Avanzada en el servicio público de energía eléctrica. El objeto de dicha regulación, es establecer e implementar los lineamientos de política energética en materia de sistemas de medición avanzada, así como la gradualidad con la que se deberá poner en funcionamiento, con el fin de promover la gestión eficiente de energía, y permitir la incorporación de nuevas tecnologías en los sistemas eléctricos. El ámbito de aplicación de la dicha resolución incluye a todos los agentes públicos y privados que intervengan en la prestación del servicio público de energía eléctrica y en la pronación de la gestión eficiente de la energía, y sus actividades complementarias conforme a lo dispuesto en las Leyes 142 y 143 de 1994 y demás normas complementarias, tanto en el Sistema Interconectado Nacional, SIN, como en las Zonas No Interconectadas, incluyendo las áreas de servicio exclusivo. Para las áreas de servicio exclusivo que se encuentren constituidas, será aplicable cuando las partes lo acuerden expresamente. Para la implementación y aplicación de las resoluciones, se tendrán en cuenta, además de las definiciones establecidas en las Leyes 142 y 143 de 1994 y 1715 de 2014, las siguientes: • CIBERSEGURIDAD • INFRAESTRUCTURA DE MEDIDA AVANZADA • INTEROPERABILIDAD • MEDIDOR AVANZADO DE MEDIDA ELECTRICA. • OPERADOR DE RED DEL STR Y EL SDL (OR) • USUARIO. Objetivos de la implementación de AMI son objetivos fundamentales de la implementación de la Infraestructura de Medición Avanzada: ü Facilitar esquemas de eficiencia energética, respuesta de la demanda, y modelos de tarificación horaria y/o canastas de tarifas. ü Permitir la incorporación en los sistemas eléctricos, entre otras, de tecnologías de autogeneración, almacenamiento, generación distribuida y vehículos eléctricos. ü Mejorar la calidad del servicio a través del monitoreo y control de los sistemas de distribución. ü Dinamizar la competencia en la comercialización minorista de energía eléctrica y generar nuevos modelos de negocio y servicios. ü Gestionar la reducción de las pérdidas técnicas y no técnica. ü Reducir los costos de la prestación del servicio de energía eléctrica

Funcionalidades básicas de AMI: Ø Almacenamiento. Ø Comunicación bidireccional Ø Ciberseguridad. Ø Sincronización. Ø Actualización y configuración. Ø Acceso al usuario. Ø Lectura. Ø Medición horaria. Ø Conexión, desconexión, limitación. Ø Anti fraudes Ø Registro de medición Bidireccional. Ø Calidad del servicio. Ø Prepago. La Comisión de Regulación de Energía y Gas, CREG, en un plazo de doce (12) meses luego de expedida la resolución, establecerá las condiciones para la implementación de la Infraestructura de Medición Avanzada en la prestación del servicio público domiciliario de energía eléctrica en el Sistema Interconectado Nacional (SIN), con el fin de dar cumplimiento a los objetivos estipulados en el artículo 4° de la resolución. Los Operadores de Red serán los responsables de la instalación, administración, operación, mantenimiento y reposición de la Infraestructura de Medición Avanzada, distinta de los medidores avanzados de energía eléctrica, según la regulación que emita la Comisión de Regulación de Energía y Gas, CREG. La Comisión de Regulación de Energía y Gas, CREG, definirá el agente responsable del suministro, instalación, administración, operación, mantenimiento y reposición del medidor avanzado de energía eléctrica, que podría ser el Operador de Red. Los Operadores de Red presentaran ante la Comisión de Regulación de Energía y Gas y el Ministerio de Minas y Energía planes de implementación de la Infraestructura de Medición Avanzada, considerando, como mínimo, el cumplimiento de las siguientes metas para el año 2030, de acuerdo con la regulación que emita la CREG para este propósito. Porcentajes de usuarios conectados al sistema del operador de red con AMI en el SIN: USUARIOS URBANOS: 95 % USUARIOS DE CENTROS POBLADOS Y RURALES: 50% La Comisión de Regulación de Energía y Gas, CREG, adoptara los ajustes regulatorios con el fin de remunerar mediante la tarifa del servicio de energía eléctrica, las inversiones y funcionamiento asociados, para la implementación de la Infraestructura de Medición Avanzada.[1] En los últimos años, a nivel mundial se han liderado implementación sistemas AMIS con diversos objetivos. Algunas experiencias enfatizan en la definición de marcos regulatorios que apoyan la implementación masiva de medidores inteligentes: Australia, España, Francia, Italia, y Estados

Unidos. También iniciativas conjuntas, como la de la Unión Europea de sustitución de medidores, que incluyen medidas legislativas para armonizar el mercado energético. Algunos casos destacados son: Programa Linky (Francia): Espera implementar 35 millones de medidores inteligentes, de potencia menor a 36 kVA, al año 2021. Este reemplazo no tendrá costo para el usuario. Proyecto Star (España): Adelantado por Iberdrola, espera sustituir más de 10 millones de medidores al año 2018 e implementar un sistema de tele gestión y automatización de la red. Comprende medidores de potencia asignada hasta de 15 kVA. Proyecto Telegestore (Italia): Inició en el año 1999 y sustituyó en su primera fase 32 millones de medidores. En el año 2016 se inició la segunda fase, que tiene como objetivo la instalación de 21 millones de medidores inteligentes de segunda generación. Proyecto Center Point (Houston): Desarrollado por Center Point Energy Houston Electric (CPEH), pretende integrar las tecnologías necesarias para transformar la manera en la que la energía se compra, se entrega y se utiliza por parte de los consumidores finales, los proveedores minoristas de electricidad y las compañías eléctricas. Proyecto Eletropaulo Digital (Brasil): Adelantado por la compañía AES Brasil, para el año 2017 pretende la instalación de 62000 medidores inteligentes, de los cuales 2100 estarán destinados a la normalización de comunidades de bajos recursos.[11] 6.2.3. Modelo de negocio En cuanto a los modelos de negocio, por su parte, el concepto ha venido desarrollándose a través de los años y ha recibido un incremento de atención por investigadores y economistas durante el periodo emergente de los e-business o mercados electrónicos a mediados de los años 90, a pesar del largo uso de este concepto hasta el momento no existe una clara definición entre investigadores y recientemente ha sido usado por académicos como una herramienta analítica y de clasificación. Basado en el análisis realizado, a continuación, se relacionan los siguientes conceptos establecidos de los modelos de negocio, los cuales han sido la base conceptual de diferentes autores durante los últimos 20 años: •Se describe un modelo de negocio como una estructura del producto, el servicio y los flujos de información, incluyendo una descripción de los diversos actores de la empresa y sus funciones. •Un modelo de negocio describe el contenido, la estructura y la gestión transaccional, diseñadas con el fin de crear valor a través de la explotación de oportunidades de negocio. •Se afirma que los modelos de negocio son, en el fondo, historias - historias que explican cómo funcionan las empresas •Se dice que el modelo de negocio proporciona un marco coherente de características tecnológicas y potencialidades como entradas y las convierte a través de clientes y mercados en resultados económicos •En el 2003, se indicó que cada modelo de negocio tiene, su propia lógica de desarrollo, que es coherente con los recursos necesarios – relaciones con clientes y proveedores, un conjunto de competencias dentro de la empresa, un modo de financiar su negocio, y una cierta estructura accionarial •Otros definen el modelo de negocio como un conjunto de expectativas acerca de cómo la empresa va a tener éxito en su entorno. Se puede observar como el concepto ha cambiado a través de los años teniendo en cuenta factores como el éxito de la empresa, el aumento de utilidades, el bienestar del consumidor, utilización de recursos y oportunidades de negocio. Ahora bien, los modelos de negocios a partir de energías renovables que se pueden encontrar en diferentes literaturas son: Modelos de negocios centrados en productos de propiedad del cliente (Customer-owned product centered business models) y de este se desprenden modelos como: Tecnologías de energías renovables de propiedad del cliente (Customer-owned renewable energy technologies) donde el consumidor final se convierte en un “Prosumidor” consumidor y productor; en algunas literaturas se puede denominar como “Plug and Play BM” refiriéndose a la tradicional forma de compra directa del servicio y modelo de negocios de Paneles Fotovoltaicos propios del cliente (Customer-owned PV BM). Otro de los modelos que se puede encontrar en la literatura es la de Administración de la Demanda Media de consumo propio del cliente (Customer-owned demand side management means), este modelo tiene como propósito principal de reducir el consumo del consumidor incrementando la eficiencia o cambiar las horas picos de consumo de electricidad del consumidor a otras ventanas de tiempo, aspecto que es

denominado Demand Response (DR). Otro de los modelos de negocio es el Third-party service centered business models, la base de este modelo de negocio es proveer un servicio más que un producto lo cual implica a compañías prestadoras de servicios. Este modelo de negocio ofrece las energías renovables como un paquete de servicios, demanda del consumidor y eficiencia energética, estos modelos de negocios centrados en servicios a terceros es uno de los más escogidos por inversionistas, dentro de este conjunto podemos encontrar Third-party for renewable energy technologies, el cual ofrece financiación, instalación y mantenimiento del sistema de energía renovable en el sitio del consumidor. El modelo Third-party for demand response, el cual busca reducir el costo de electricidad de la carga, así como vender flexibilidad de carga al comprador de la demanda. En el modelo Third-party for energy efficiency la compañía prestadora del servicio de energía provee sus servicios al consumidor para reducir el consumo. Finalmente encontramos los Energy Community business models cuyo modelo puede ser administrado por los miembros de la comunidad o un tercero sin fines de lucro en donde más allá de desarrollar una comunidad energética el principal lucro es controlar el origen de la electricidad. Los consumidores tienen un alto nivel de participación, primero controlando y administrando la comunidad y segundo garantizando un balance en el suministro y demanda de la microred.[6] En Colombia se viene promoviendo con mayor periodicidad los modelos ESCO, a través de las cuales, se conoce y tiene experiencia en la reducción de los costos de energía. Además, se puede dividir el riesgo con el cliente en la afluencia de inversiones, está comprometida con el cliente en los resultados del proyecto y puede comprometer su compensación con los éxitos de los resultados obtenidos en la reducción de los costos de consumo de energía. Especializada en la realización de Proyectos de EE, una ESCO es capaz de: – identificar las oportunidades, – estudio de alternativas – evaluar las soluciones técnicas, ambientales y financieros, – desarrollar proyectos, – administrar e implantar obras – instalar y realizar mediciones, – proponer directrices económicas y arancelarias. ¡Siendo la principal ventaja de una ESCO es la experiencia para implementar oportunidades de reducción de costos y sin el uso de los recursos propios de la empresa = flujo de caja positivo SIEMPRE! [13] El modelo de negocio ESCO y los contratos de servicios energéticos por desempeño presenta los principales elementos del modelo de negocio ESCO (o compañías de servicios energéticos - ESCO por su sigla en inglés) a dirigentes, empresarios, agentes financieros, y en general a personas de negocios de la región de América Latina y el Caribe (ALC). El modelo original ESCO busca ejecutar programas de eficiencia energética ofreciendo un financiamiento adecuado y un retorno a la inversión basado únicamente en los ahorros generados por los mismos proyectos. El acuerdo contractual desarrollado entre la ESCO y el cliente ha sido denominado Contrato de Servicios Energéticos por Desempeño (ESPC por su sigla en inglés). Aunque aquí el modelo ESCO se presenta en su forma más sencilla, no se trata necesariamente de un modelo simple. En base a esa nueva guía, los lectores deberán tener la capacidad de fragmentar el modelo en sus partes, reordenarlas en diversos esquemas o mecanismos, integrarlas a su planificación de negocios y aprovechar de la mejor manera posible la experiencia acumulada y las buenas prácticas existentes en este campo. Igualmente se ofrecen ejemplos del uso de este tipo de modelo de negocios no solamente a nivel mundial, sino también en la región de ALC.[14] El modelo de negocio planteado para efectos de esta investigación, contiene componentes y comparte en alguna medida la filosofía de los anteriores modelos expuestos. Se está trabajando paralelamente en la estructuración y análisis del modelo para ser implementado a futuro en regiones tales como los departamentos del Putumayo y del CAQUETA dentro del territorio colombiano

Bibliografía:

MINMINAS. (2018). Resolución 40072 DE 2018.

MINENERGIA. (2014). May 2014. *The ASHA Leader*, 19(5), 18–19. Congreso de Colombia, Ley 1715 de 2014, Bogotá, 2014. <https://doi.org/10.1044/leader.PPL.19052014.18>

M. Nuñez, J. Correa, G. Herrera, P. Gómez, S. Morón, y N. Fonseca, Estudio de percepción sobre energía limpia y auto sostenible, *IJMSOR*, vol. 3, n.º 1, pp. 11-15, dic. 2018.

Grupo Banco Mundial. (2018). BancoMundial. Energía Panorama General. <https://www.bancomundial.org/es/topic/energy/overview>

Chasin, F., Paukstadt, U., Gollhardt, T., & Becker, J. (2020). Smart energy driven business model innovation: An analysis of existing business models and implications for business model change in the energy sector. *Journal of Cleaner Production*, 122083. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.122083>

Shakeel, J., Mardani, A., Chofreh, A. G., Goni, F. A., & Klemeš, J. J. (2020). Anatomy of sustainable business model innovation. *Journal of Cleaner Production*, 261, 121201. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.121201>

Richter, M. (2012). Utilities' business models for renewable energy: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 16(5), 2483–2493. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2012.01.072>

Richter, M. (2012). Utilities' business models for renewable energy: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 16(5), 2483–2493. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2012.01.072>

Business models in the renewable energy transition. *Energy Policy*, 130(March), 41–59. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2019.03.050>

Miyamoto, M., & Takeuchi, K. (2019). Climate agreement and technology diffusion: Impact of the Kyoto Protocol on international patent applications for renewable energy technologies. *Energy Policy*, 129(March), 1331–1338. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2019.02.053>

A. Rauf et al., “Does sustainable growth, energy consumption and environment challenges matter for Belt and Road Initiative feat? A novel empirical investigation,” *J. Clean. Prod.*, vol. 262, p. 121344, Jul. 2020, doi: 10.1016/j.jclepro.2020.121344.

C. Viviescas et al., “Contribution of Variable Renewable Energy to increase energy security in Latin America: Complementarity and climate change impacts on wind and solar resources,” *Renew. Sustain. Energy Rev.*, vol. 113, no. November 2017, p. 109232, Oct. 2019, doi: 10.1016/j.rser.2019.06.039.

Saborido, R., & Alba, E. (2020). Software systems from smart city vendors. *Cities*, 101(October 2019), 102690. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2020.102690C>.

Y. De la Peña, G. Bordeth, H. Campo, and U. Murillo, “Clean Energies: An Opportunity to save the Planet”, *IJMSOR*, vol. 3, no. 1, pp. 21-25, Dec. 2018.

Abesco. (2014). ESCO. Abesco 20. BID, B. I. de D. (2017). El Modelo De Negocio Esco Y Los Contratos De Servicios Energéticos Por Desempeño. Bid, 61. https://publications.iadb.org/bitstream/handle/11319/8472/Guia_F_modelo_de_negocio_ESCO.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Unidad de Planeación Minero Energética UPME, Plan Energético Nacional 2006-2025, Bogotá, 2007.

Téllez Gutiérrez, S. M., Rosero García, J., & Céspedes Gandarillas, R. (2018). Advanced metering infrastructure in Colombia: benefits, challenges and opportunities. *Ingeniería y Desarrollo*, 36(2), 469–488. <https://doi.org/10.14482/inde.36.2.10711>

Baca, G. (1994). Evaluacion de proyectos. Evaluación de Proyectos.

V. Sousa Santos and J. Gómez Sarduy, “Analysis of Energy Quality and Charge Status in a Sectioning Station and Energy Transformation”, *IJMSOR*, vol. 4, no. 1, Jul. 2020.