



ANÁLISIS DEL MARCO LEGAL DE LA GENERACIÓN DISTRIBUIDA EN AMÉRICA LATINA Y NICARAGUA, PARA LA INCORPORACIÓN DE APARATOS DE MEDICIÓN INTELIGENTE.

LEGAL FRAMEWORK ANALYSIS OF DISTRIBUTED GENERATION IN LATIN AMERICA AND NICARAGUA, TO INCORPORATION OF SMART METTER DEVICES.

H.R. Guillén Navarrete ^{1,*}, A. Alonzo García ²

¹ Universidad Nacional de Ingeniería. Facultad de Electrotécnica y Computación. Managua, Nicaragua.

*guillen.hector@gmail.com

² Investigador independiente

(recibido/received: 22-octubre-2019; aceptado/accepted: 10-marzo-2020)

RESUMEN

La generación distribuida es una alternativa de producción de energía eléctrica en muchos países. Esta posibilita a los sistemas de potencia eléctrica, tener a disposición energía eléctrica de origen renovable, proveniente de los domicilios en momentos en los que se produce un pico de consumo en el sistema de potencia eléctrica de un país. Uno de los aspectos más importantes que impide su incorporación al sistema de potencia eléctrica de Nicaragua, es el marco legal y regulatorio. Esto mantiene una dependencia sostenida al consumo de combustibles fósiles como fuente principal de energía, contribuyendo a la generación de gases de efecto invernadero, y a un gasto excesivo de recursos económicos. En el periodo reciente (2016-2018), la generación distribuida es manejada por un pequeño sector de la población, pequeñas y grandes empresas, como elemento para generar ahorros y cubrir entre un 50 % a 60 % del costo de las operaciones de negocios. Esto se debe a que la generación distribuida para el Marco Legal y Regulatorio de Nicaragua, es para generar energía en los domicilios y empresas para el autoconsumo. La generación distribuida es una oportunidad para inyectar a la red el exceso de energía producida en los domicilios, para disponer de energía con fuentes renovables.

Palabras Clave: Generación Distribuida; Ahorro; Energía Renovable; Sistemas de Potencia Eléctrica; Marco Legal y Regulatorio.

ABSTRACT

Distributed generation is an alternative for the production of electrical energy in many countries. This makes it possible for electrical power systems to have renewable electrical energy available, coming from homes

at times when there is a peak of consumption in a country's electrical power system. One of the most important aspects that prevents its incorporation into the Nicaraguan electric power system is the legal and regulatory framework. This maintains a sustained dependence on the consumption of fossil fuels as the main source of energy, contributing to the generation of greenhouse gases, and to an excessive expenditure of economic resources. In the recent period (2016-2018), distributed generation is managed by a small sector of the population, small and large companies, as an element to generate savings and cover between 50% and 60% of the cost of business operations. This is because the generation distributed for the Legal and Regulatory Framework of Nicaragua is to generate energy in homes and companies for self-consumption. Distributed generation is an opportunity to inject excess energy produced in homes into the grid, to dispose of energy from renewable sources. That contributes to the production of greenhouse gases and an excessive expenditure of money that also rises the Price of electric power service. Currently, distributed generation is considered as an element to generate savings and cover between 50% to 60% of the cost of operations to small and big business. This is because the distributed generation for the legal framework of Nicaragua, is not to generate and inject energy from homes and business to the power system (SIN), but for self-consumption. Discover that to inject energy from home devices, that was because a need of having a greater amount of energy and the availability of technology.

Keywords. - Distributed Generation; Savings; Renewable Energy; Electric Power Systems; Legal and regulatory framework.

1. INTRODUCCIÓN

La generación distribuida (GD), se presenta como una oportunidad de ahorro para muchos domicilios, negocios en muchos países, según (Quintero, Jiménez, 2013), ya que con ella se logra a través de la conexión de tecnologías limpias, disminuir los costos por el consumo de energía eléctrica, incrementar las capacidades de producción eléctrica. En países tales como Colombia, EU, Chile, España, solo para citar algunos, se ha manejado como la oportunidad para ampliar la potencia del sistema eléctrico, dar respuesta a los diferentes sectores económicos del país y a la población (Carvajal, Marín, 2012). En muchos casos, los sistemas del generador distribuido domiciliario, están diseñados para producir entre el 40% ó el 60% de la cantidad de energía requerida para consumo, con esto, los consumidores que deciden instalar sistemas para producir energía eléctrica, diseñan instalaciones que producen lo justo requerido para consumir un 50% a 60 % del sistema comercial de energía eléctrico nacional, un margen que represente un consumo mínimo que sea visto por el sistema eléctrico, como un consumidor domiciliario que, en Nicaragua, es objeto de precios preferenciales, según (Michell, 2013).

El propósito de este artículo es presentar un panorama del Marco Legal respecto a la GD en Nicaragua, asimismo, conocer cuáles fueron las circunstancias particulares por las que, en algunos países, tales como Chile, Colombia, España, Argentina, entre otros, la generación distribuida para autoconsumo, pasó a ser parte del sistema interconectado de energía eléctrica. También, se analizaron qué condiciones se modificaron para que los dispositivos domiciliarios de generación distribuida se conectaran al sistema interconectado nacional, hasta convertirse en proyectos viables. Parte de este trabajo, es también, presentar un análisis de la importancia que tienen los dispositivos de medición inteligente acoplados, a los sistemas de producción de energía eléctrica domiciliarios.

La definición actual de Generación Distribuida para Nicaragua, está escrita en la ley No. 951. “Ley de Reformas y Adiciones a la Ley No. 272, Ley de la Industria Eléctrica” de Nicaragua, en el artículo 8 como: “*la generación de energía eléctrica destinada al autoconsumo y conectada al sistema de distribución*”. Este mismo artículo define al Generador Distribuido como “*la persona natural o jurídica, propietaria de una instalación de generación distribuida*”. Pero, además, dice que “*el generador distribuido no será considerado Agente Económico*”. Este concepto está definido en la ley 601, Ley de Promoción de la Competencia, en el artículo 3, lo define como “*Toda persona natural o jurídica, sea esta última pública, privada o mixta, o cualquier forma de organización, tenga o no fines de lucro, que realice actividades económicas.*”; dicho de otra forma, un agente económico es el que realiza actividades económicas y que además debe sujetarse a todas las normas legales que la Ley 601 disponga. Para los países de América Latina mencionados anteriormente, la GD estuvo prevista para auto consumo, pero después, se designaron como soporte a la generación del sistema de potencia. (Moncada y Urtubey, 2017) consideran que esto responde al modelo empresarial y las conveniencias económicas establecidas en el país.

En el caso de Nicaragua, el actual Marco Legal y Regulatorio, como ha sucedido en algunos países de la región latinoamericana, ha evolucionado y debe seguir evolucionando, para aprovechar las cantidades de energía eléctrica que pueden producirse a partir de los recursos naturales del país, procurando ahorros con el uso racional de las fuentes renovables de energía disponibles, y contribuyendo a la disminución de emisión de gases de efecto invernadero.

2. METODOLOGÍA

Esta investigación es del tipo exploratorio, utiliza el método Delphi de investigación cualitativa que, según (García, Suarez, 2013), ayuda a sistematizar y describir los detalles del proceso de investigación. Entre las características de este método es que se apoya en la opinión de expertos para buscar consenso, se utiliza la revisión documental, el marco legal de algunos países de América Latina, para luego contrastarlos con el de Nicaragua, conocer las experiencias prácticas por las que han transitados los países consultados, realizar un análisis comparativo de las situaciones de los países consultados. Además, considera que el objetivo de manejar la experiencia y conocimientos de los expertos ayuda a conocer el comportamiento futuro de un fenómeno o situación. Este método ayuda a desarrollar un análisis transversal, permitiendo conocer las situaciones por las que ha transitado el desarrollo de la GD. El método Delphi, además, permite contrastar y combinar las opiniones y argumentaciones de los individuos, cuando el investigador no desea asumir de forma unilateral una opinión.

Los principios básicos de la metodología Delphi utilizada fue:

- a.- Consultar opiniones de expertos (se utilizó el foro) para discutir el estado de desarrollo del sistema de potencia eléctrica de Nicaragua.
- b.- Se desarrollaron entrevistas y encuestas anónimas para contrastar las respuestas que se generaron en el foro de especialistas de la Universidad Nacional de Ingeniería y expertos privados del sector eléctrico. Se realizaron encuestas a consumidores de la energía eléctrica fundamentalmente a pequeños negocios de productos básicos, conocidos en Nicaragua como pulperías.
- c.- Con la información recopilada, construir un consenso del estado del arte del sistema eléctrico de potencia de Nicaragua y la evolución que este puede tener para los próximos años.

La consulta a los trabajadores del sector eléctrico buscaba conocer cuál es el concepto que se tiene para la GD en el país. Además, conocer cuáles eran aquellos aspectos que no incluye la definición de GD que registra el marco regulatorio actual. El procesamiento de los datos de las encuestas se realizó con el software SPSS (Producto de Estadística y Solución de Servicio), un producto de IBM (International Business Machines, empresa de tecnología y consultoría, de Armonk, Nueva York, Estados Unidos.) La revisión de la literatura y leyes específicas del Marco Legal y Regulatorio existente en Nicaragua, se contrasta con los hallazgos encontrados en las leyes de los países consultados.

La investigación es del tipo exploratoria, por su aplicación práctica, su novedad y por la escasez de antecedentes, permite crear información nueva relativa al tema, donde hay poca investigación o seguimiento del caso o solo se tiene información procedente del estado. Puede servir de base para posteriores y más profundos estudios. El estudio realizado es de tipo cualitativo, el tipo de instrumento utilizado fue encuestas y entrevistas, porque algunos investigadores como (Vargas, 2012), considera que en la entrevista los sujetos que se expresan, brindan la información de un tema específico, de forma participativa, es aquí donde está la riqueza de la información, ya que, permite puntos de vista diferentes de muchos sujetos, por lo que es igualmente valioso que se logren expresar y recopilar este tipo de información.

Para el proceso de consulta a docentes de la Universidad Nacional de Ingeniería UNI, se realizó a través de un foro de discusión, al que fueron invitados los departamentos de Ingeniería Eléctrica y algunos miembros del departamento de Ingeniería Electrónica en la especialidad de Control y Telecomunicaciones (asistió muy poco personal). Inicialmente se elaboró un listado de preguntas, que se plantearon a los participantes del foro, el listado de preguntas se validó a través de dos docentes del departamento de Ingeniería Eléctrica, que ayudaron a modificar algunas de las preguntas, dar sentido a otras y sugerencias de otras preguntas. Se consultó, además, a algunos funcionarios del sector eléctrico, expertos en el tema de la energía eléctrica de forma individual, estos, solicitaron se omitiera sus nombres del presente trabajo por razones personales, además, se examinó el listado de preguntas con algunos consultores privados del área de la electricidad.

Se realizó una entrevista dirigida a varios miembros del departamento de Ingeniería Eléctrica, debido a la poca participación de estos en el foro dirigido a la carrera, por la importancia que tiene este departamento para el país, ya que un 90% de los trabajadores privados y públicos del sector eléctrico, son egresados o graduados de esta carrera. Esta encuesta se aplicó en diversas ocasiones a miembros específicos del departamento. Se realizó una encuesta para los trabajadores del sector privado, para tener un consenso amplio de la opinión del sector eléctrico del país. Se pudo obtener alguna información de funcionarios de importancia del sector eléctrico y del ente regulador. Las muestras obtenidas en las encuestas fueron muy pocas, pero se logró encuestar a una buena parte de las personas pertenecientes a diferentes grupos o empresas de servicios privadas del sector eléctrico del país.

3. RESULTADOS

La producción actual de energía solar fotovoltaica (registrada formalmente) está dirigida a determinados proyectos sin fines de lucro, ya que existe una falta de datos muy grande en este campo o la información,

está demasiado dispersa, pero que nos da una visión de lo mucho que puede hacerse en este campo. La cantidad potencial de producción en este tipo de fuente es de 800 MW de potencia, pero solo se tienen registros de producción y uso de 78 MW, por los altos costos de la inversión inicial en este tipo de energía (Betanco Maradiaga, 2018). Se observa que, a pesar del enorme potencial de esta fuente, en Nicaragua, el uso es muy limitado, salvo por algunos proyectos privados, como de algunas inversiones de parte del estado en este tipo de fuente, la realidad es que no se aprovecha del todo o se hace de forma muy limitada. Una ley que promueva el uso de este tipo de fuente, ya sea, como forma de ahorro en los negocios y los domicilios, o como una fuente de ingresos para el generador de este tipo de energía, puede dar un repunte a favor del uso de esta fuente, ya que la adquisición de los dispositivos de un sistema fotovoltaico representa un costo significativo para los domicilios y microempresas que serían los mayores beneficiados.

Los usos principales de la energía fotovoltaica son:

- . Generación de electricidad para usos de iluminación, usos domésticos.
- . Calentadores de agua.
- . Riego y bombeo de agua.
- . Cercas eléctricas (fincas ganaderas).
- . Secadores solares.
- . Refrigeración (aire acondicionado).

Se realizó una encuesta tipo Likert, según la definición de (Matas, 2018), que se aplicó a los trabajadores de la industria eléctrica. La encuesta tiene como objetivo, definir el concepto más conveniente para el sector consumidor. Las definiciones (6 definiciones), que aparecen en la encuesta, fueron tomadas de (Trebolle, 2006). Los trabajadores seleccionados pertenecían a diversas microempresas de servicios en media y baja tensión o que trabajan como grupos independientes en diversos proyectos del sector privados o brindan servicio a empresas privadas proveedores del estado y domicilios. Las empresas o micro empresas subcontratan a estos obreros del sector eléctrico con formación técnica, incluso ingenieros, con muchos años de experiencia, estas empresas se caracterizan por ser empresas muy flexibles.

Análisis de evidencia:

El análisis de la encuesta, permitió descubrir que la definición con mayor cantidad de “votos” es la definición número 1, que dice: *“La GD son generadores (típicamente entre 15 kW y 10 MW) esparcidos en los sistemas eléctricos. Estos generadores pueden estar conectados a las redes de distribución (en las instalaciones de la empresa distribuidora o en las instalaciones de los consumidores) o estar aislados de éstas. Con tamaño necesario para alimentar consumos residenciales o pequeños negocios y conectados en las instalaciones de los consumidores o aislados de las redes.”*, (Trebolle, 2006).

La definición 5, fue la que menos cantidad de “votos” registró. El valor de la variable de posición central (mediana) que más se repitió fue 4 (que fue para las definiciones 1, 4, 6). La mayor desviación estándar se observó para la definición 5; seguida de la definición 2, y luego la definición 6. Lo que indica que estas definiciones tuvieron mayor dispersión de las respuestas de los encuestados, también registró el grado de variabilidad mayor, comparado con el resto de preguntas; esto indica, que la definición con mayor grado de acuerdos fue la definición 1, los encuestados consideran que esta definición debe ser la definición adecuada para el concepto de GD que debe tener el marco legal y regulatorio de Nicaragua. Esto se puede corroborar

con la medida de la Varianza, que respecto al resto de definiciones; la definición 1 obtuvo una Varianza de .125. La segunda definición que más “votos” obtuvo fue la 4, que dice: “GD es a lo que llamamos producción de energía en las instalaciones de los consumidores o en las instalaciones de la empresa distribuidora, suministrando energía directamente a la red de distribución.”. La definición menos aceptada fue la 5, que dice: “GD son todas aquellas fuentes de energía eléctrica conectadas en las redes de distribución, ya sea directamente a dichas redes o conectadas a éstas por medio de las instalaciones de los consumidores, pudiendo operar en este último caso en paralelo con la red o en forma aislada.” (Trebolle, 2006).

Tabla 1. Tabla de frecuencias de la definición de Generación Distribuida. Definición 1.

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje Acumulado
Válido				
De acuerdo	7	87.5	87.5	87.5
Muy de Acuerdo	1	12.5	12.5	100
Total	8	100	100	

Fuente propia. Resultados de la encuesta tipo Likert. Mayo 2019.

La Tabla 1, corresponde al número de frecuencias que registro en la encuesta la definición número 1. Puede observarse que los porcentajes que obtuvo esta definición fueron del 87.5% del total de acuerdo (a favor). El grafico de barras elaborado con los resultados se observan en la figura 1, en esta figura se observa con mayor claridad que la cantidad de votos a favor de la definición 1 de lo que debería entenderse como GD en el Marco Legal y Regulatorio del uso de la energía eléctrica de Nicaragua, según los encuestados.

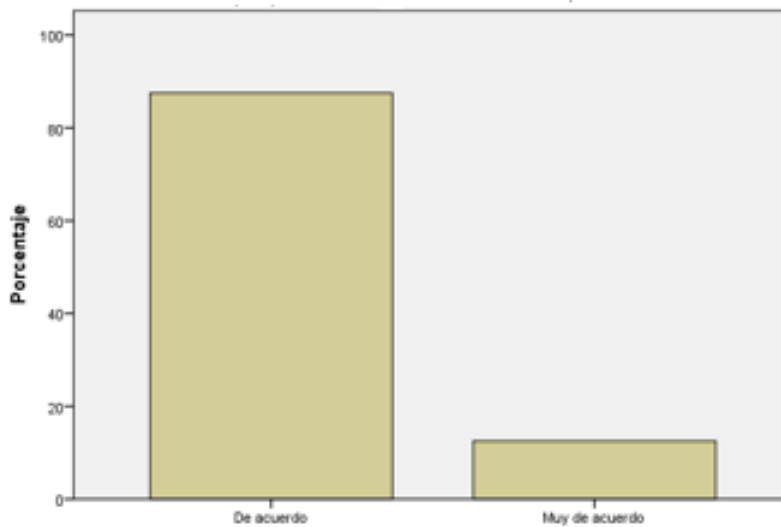


Figura 1. Gráfico de barras definición 1 de la Generación Distribuida.

Según (Martínez, Porcelli, 2018), en Argentina en los años 2016-2017, a través de resoluciones del Ministerio de Energía y Minería se incrementaron los proyectos de generación distribuida para generar energía eléctrica de fuentes renovables, para 29 proyectos que produjeron 1141955 MW de potencia, a un precio ponderado de \$ 61.33 dólares, en la primera convocatoria, en la segunda convocatoria 30 proyectos

para producir 1281539 MW de potencia, a un precio ponderado de \$53.98 dólares. Una tercera convocatoria en 2017, fue exclusivamente para fuentes de origen renovable como eólica, solar fotovoltaica, biomasa, biogás, pequeños productores hidroeléctrica y biogás de relleno sanitario. Desde el año 2011, hasta el 2018, se buscaba producir ahorros, gracias al empuje de programas como RenovAr. Pero, también buscaba, i). generadores distribuidos desde fuentes limpias. ii). Inyección de todo el excedente de la energía producida en los domicilios, iii) ahorros en energía eléctrica y gas, ayudar a minimizar los efectos del cambio climático. Para que la GD se desarrolle con todo su potencial requiere de leyes como la Ley N° 27424 que democratiza la participación de la población en la tarea de generar energía eléctrica. Eso significa que el precio de la energía vendida por el distribuidor pueda ser comparable al precio de generar la energía por cuenta propia y que, además, sea posible recuperar el monto de inversión hecho por el generador distribuido (domiciliar) en el corto o mediano plazo. Se puede observar de lo anterior, que la GD debe estar avalada por una ley que estimule su desarrollo, ya que, además, de producir ahorros en las economías y en el sistema de potencia, puede contribuir a la reducción de gases efecto invernadero (GEI), pero, además, debe estar acompañado de estímulos a la reducción de precios de la energía eléctrica.

(Cadena *et al.*, 2008), dicen que el sistema de potencia colombiano se trazó la meta de generación del 0.5% en el año 2010, a través de energías renovables, para el año 2030 la meta es del 6% del consumo de energía eléctrica, para con esta medida reducir 1 (una) tonelada de bióxido de carbono (CO₂), para esto, se proyectó una producción de energía eólica con un costo de 100 USD, de 50 USD para el caso de la geotérmica y de 25 USD con otras fuentes tales como: bagazo (10%), con geotérmicas (65%) y fuentes eólicas (25%) por tonelada de CO₂. Al final, los costos se redujeron a 25 USD por tonelada de CO₂ para el caso de la generación de fuente eólica, en 15 USD para la generación con fuente geotérmica y en 28 USD para la generación de fuentes mixtas.

Según (Baratto-Callejas, 2010), en Estados Unidos los programas de reducción de precios (RTP) establecido por Georgia Power con 1700 clientes generando energía eléctrica, produjeron 5,000 MW en 2008, a través de programas de incentivos, se produjo una reducción de picos de consumo del 5.8% a nivel nacional, correspondientes a 38,000 MW y a través de programas RTP 2,700 MW.

La Ley 20.571 para la GD de Chile, ley para la regulación de las tarifas eléctricas de los consumidores que poseen sistemas de generación residenciales. Esta ley da derecho a los consumidores atendidos por las Empresas Distribuidoras, que pueden generar su propia energía eléctrica a través de dispositivos renovables no convencionales o de cogeneración eficiente, que pueden producir energía eléctrica para autoconsumo, tengan derecho a recibir un pago por los excedentes de energía que inyecten al sistema de electricidad, a través de las empresas distribuidoras. El requisito es que el sistema de generación domiciliar sea con algún tipo de energías renovables que posea una capacidad de generación menor a 100 kW nominal.

(Martínez, A. N., & Porcelli, A. M. 2018), mencionan que debido a las grandes ventajas que le han dado las leyes al generador distribuido domiciliar, se creó otra ley (27.191) que excluye aquellas empresas que tienen el poder de consumir o producir grandes cantidades de energía eléctrica, que podrían hacer competencia a la GD de los consumidores que, además, de ser consumidores, pueden producir energía eléctrica de fuentes renovables para el autoconsumo y que los excedentes, pueden ser inyectados al sistema eléctrico de potencia nacional. El fundamento principal de esta práctica es el uso de fuentes renovables y la sanción de una ley que le dé un marco de acción, es básicamente, la reducción de los costos en la generación de energía

eléctrica, a través de la eficiencia energética. La GD busca el impacto de manera directa en los costos totales de producción de la industria, afectando la competitividad y el crecimiento de la economía. Otro beneficio será la descentralización de las fuentes de generación e inyección de energía eléctrica al sistema; la reducción, hasta cierto límite, de las pérdidas de energía en las redes de distribución debido a que la energía se genera en el punto de consumo, entre otras ventajas. Es decir, si el mercado es lo suficientemente grande y existen los incentivos adecuados, el desarrollo de una industria focalizada en la fabricación de equipos de energías renovables puede conformar un resultado adicional que beneficie social y económicamente al sistema.

Las reformas a la ley sobre la Generación Distribuida, que fue aprobada por la Asamblea Nacional de Nicaragua el 18 de Diciembre del 2017. Indica que las reformas a las leyes de 1999 no han parado de evolucionar, por la existencia de las muchas ventajas que implica la GD, hacer modificaciones a la Ley No. 951, "Ley de Reformas y Adiciones a la Ley No. 272, Ley de la Industria Eléctrica", en el futuro, podría justificar una nueva modificación que permita a las micro, pequeñas y grandes empresas invertir en una generación distribuida inclusiva, democrática, que permita la inyección de los excedentes de energía eléctrica al sistema de potencia eléctrica del país, considerando aquellos aspectos de pago preferencial por el uso de la infraestructura de transporte eléctrico del país, entre otros ajustes que deben considerarse.

Investigadores como (Cadena *et al.*, 2008), expresan que los desarrollos tecnológicos están pensados para la producción muy cercana al consumo, con el respaldo de la red de potencia eléctrica. Pero cuando existe una demanda mayor, surge la necesidad de la implantación de sistemas más flexibles, hasta llegar a los sistemas totalmente distribuidos. Estos sistemas se perfilan como una alternativa de alta penetración, de la cual se esperan modificaciones en la arquitectura y operación de los sistemas de potencia. Algunos países han comenzado a anticipar estos cambios con la realización de estudios prospectivos, en Europa, como en proyectos demostrativos en Estados Unidos. La infraestructura del futuro próximo, se enfoca en liberalizar cada vez más a los agentes económicos en su participación en los negocios de la energía eléctrica, y en la toma de decisiones. Con estas reformas se busca ofrecer mejores opciones a los usuarios de la energía eléctrica en cuanto a precios, que reflejen un manejo de costos de forma eficiente, el cumplimiento de estándares de calidad, así como niveles adecuados de cobertura. Los registros de mayor impacto de la generación distribuida con base en energías renovables se observan en las economías domésticas de micro y pequeños negocios. Otro aspecto de importancia a favor de la incorporación de la GD al sistema de potencia eléctrica es que, los proyectos de GD, facilitan la financiación de las inversiones con exoneraciones impositivas, porque contribuye en la producción de reducciones certificadas de emisiones de gases de efecto invernadero (RECs) que, según (Cadena *et al.*, 2008), pueden ser comercializados, para más motivos a favor de la GD. Además, en la medida que se popularice el concepto y los costos de la tecnología sean accesibles, una tendencia natural del marco legal será la regulación de este tipo de consumidores, ya que debe considerarse, el uso de los otros servicios como el alumbrado público, tal y como ha sucedido en Panamá.

En España (Trebolle, 2006), dice que la GD comenzó instalándose en centros cuya actividad era considerada de alta repercusión social tales como hospitales, aeropuertos, etc. Por otra parte, la definición de GD es muy diferente a lo que en Nicaragua se define como GD; una de estas definiciones dice que son pequeños generadores (que producen entre 15 kilo Watts (kW) y 10 Mega Watts (MW), ubicados en todo el sistema eléctrico, con cierto tipo de regulación, por el uso de la red de transmisión.

Otra definición de GD, dice que no es una generación planificada centralmente. No pasa por el centro nacional de despacho de carga (CNDC) o no esta o programada centralmente. Es de una potencia menor a 50 ó 100 MW. Que es usualmente conectada a la red de potencia de ($1V \leq 145 \text{ kV}$). Otras definiciones de (Trebolle, 2006), dicen que es una fuente de energía eléctrica que está conectada directamente a la red de potencia eléctrica o en las instalaciones de los clientes de la red eléctrica. Otra definición dice que es la generación de electricidad conectada a las redes de distribución en vez de a la red nacional de alta tensión. El concepto de generación distribuida que se maneja en España surge con la ley 54/1997, donde surge el concepto normativo de generación de régimen especial para aquellas instalaciones con potencia instalada inferior a los 50MW, con carácter retributivo y normativo distinto de aquellas centrales de generación con participación en el mercado mayorista. La ley 54/1997 se orienta a la generación de energía eléctrica con instalaciones abastecidas por fuentes de energía renovable, residuos y cogeneración (turbinas). La generación distribuida, además, se produce a través de diversas tecnologías entre las que están turbinas de gas, micro turbinas, turbinas de vapor, ciclos combinados, motores alternativos, mini-hidráulicas, generadores eólicos, paneles solares, pilas de combustible, entre otros.

El real decreto (RD) 2818/1998, ofrecía incentivos adicionales, diferentes para cada una de las tecnologías que se utilizaban para la producción de energía, muy cercano al precio medio del mercado mayorista y para aquellas instalaciones de generación que se habían acogido al régimen especial de producción. En el caso de las tecnologías solar, eólica, geotérmica, olas, mareas y rocas calientes y secas tenían la opción de recibir precios fijos de su energía, y así otras leyes como el RD 841/2002, con los artículos 16, 17 y 18, además, del RD Ley 6/2000 que consideran a la generación distribuida como una mercancía que puede ser vendida y comprada tanto en el mercado mayorista como el minorista, pero con regulaciones muy específicas para cada caso.

Las empresas distribuidoras de tecnología solar que operan en Nicaragua desde hace 18 años son: ECAMI, TECNOSOL, SUNI SOLAR, instalaban una especie de combo que incluye paneles solares, baterías y luminarias, en las zonas donde la red de distribución no llegaba. Desde el 2010 a la fecha con ayuda del gobierno ofrecían la venta de un sistema básico que incluía sistemas de energía eléctrica con paneles solares a la medida, ya sea en las zonas rurales y las zonas urbanas donde es mayor la demanda. En algunos casos para empresas ubicadas fuera de las zonas urbanas de la ciudad con medidores de dos vías del tipo (M8650C0C0H6C7A0A M8650 Power Monitor 32 MB - 60 Hz - 9S. Ethernet). Aunque, según INE (2017), se requieren permisos especiales para generar energía eléctrica con fuentes renovables. Nicaragua es uno de los países de centro américa con un potencial de generación de más de 800 MW desde fuente de energía solar algo que solo en los últimos años se ha considerado incorporar de forma efectiva INE.

Las fuentes de energía solar están en pleno desarrollo, y Nicaragua por su posición geográfica, según las investigaciones de López de la Fuente, J. (1985). Este potencial se reduce debido a las restricciones de infraestructura existente y disponibilidad de terreno para ese tipo de infraestructura, lo que impide el aprovechamiento de la mayor parte de su potencial que es de 800 MW según estudios recientes.

La energía solar, porcentualmente no representa mucha colaboración en la matriz energética actual, pero los estudios de López de la Fuente, consideran que este tipo de energía representa un enorme potencial para el ahorro en el que pueden involucrarse muchos pequeños negocios y domicilios. En Junio del 2017 se incorporaron nuevas reformas a la Ley 272 (Ley de la Industria Eléctrica), en la que se permite, a partir de

esta fecha, la posibilidad de producir energía eléctrica en los negocios y domicilios que puedan generar a partir de instalaciones productoras de energía solar o eólica. Esto, marca el inicio de la generación distribuida, pero solo para el autoconsumo. Además, establece una serie de condiciones y aspectos técnicos y legales que deberán cumplir todas las personas naturales o jurídicas que tengan planes de instalar dispositivos para generar energía.

(Trebolle 2006), citando a otros autores indica que la GD, es la generación de energía eléctrica con potencias entre 15 kW a 10 MW, que proviene de dispositivos generadores para consumirla en las mismas instalaciones y/o inyectar los excedentes a la red eléctrica bajo el concepto de generación distribuida. Puede observarse que, según este autor, el concepto completo es que, además, coincide con el resultado de la encuesta.

En los resultados de la entrevista a los miembros del departamento de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI), se obtuvo información sobre aquellas características que debe poseer el dispositivo de medición que puede incorporar la generación distribuida, el medidor inteligente, que, además, puede resolver los problemas en cuanto a determinar el cálculo de los precios correctos en cuanto al consumo, además, permitir a los consumidores (producir energía eléctrica desde sus domicilios con paneles solares, entre otros dispositivos) inyectar excedentes de energía al sistema de potencia, de esta forma, producir ahorros, recuperación de la inversión, entre otros beneficios.

Tabla 2. Pregunta 3 (Encuesta) ¿Qué aspectos deben cambiarse en el sistema eléctrico para que el consumo de energía eléctrica sea algo beneficioso tanto para los consumidores como para todo el sistema de potencia eléctrica? Con el análisis del software SPSS, se obtuvo.

Tabla 2. Aspectos a cambiarse para que el sistema de energía eléctrica sea beneficioso al consumidor.

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje Acumulado
Válido				
Cambiar Leyes actuales.	10	76.9	76.9	76.9
Incluir Energía Renovable.	1	7.7	7.7	84.6
Leyes que estimulen el consumo óptimo.	1	7.7	7.7	92.3
Leyes que estimulen el ahorro.	1	7.7	7.7	100
Total	13	100	100	

Fuente propia. Marzo 2018.

La Tabla 2 son los resultados del análisis de la pregunta 3 de la entrevista a los miembros del departamento docente (eléctrica y electrónica) de la UNI. Se observa que para los encuestados (docentes de la UNI y trabajadores del sector eléctrico), se hace necesario modificar algunos aspectos del marco regulatorio de la energía eléctrica del país, que permitan la incorporación plena de la GD, para que esta sea de mayor beneficio para consumidores y generadores. En la Tabla 3, puede observarse el resultado del análisis de la pregunta 5 de la encuesta a los trabajadores del sector eléctrico. Donde la mayor cantidad de votos fue la opción: “que incorpore las fuentes de energía renovables”, seguida por las opciones de “que permita

inyectar los excedentes de energía eléctrica a la red de distribución del país”, además, “que permita producir y consumir energía eléctrica”. El resto del análisis puede observarse en el Anexo 4.

Tabla 3. Las características que debe tener un sistema de medición del consumo de energía eléctrica.

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje Acumulado
Sistema que permita inyectar energía eléctrica.	3	23.1	23.1	23.1
Que pueda medir en 2 sentidos.	2	15.4	15.4	38.5
Que incorpore energía renovable.	5	38.5	38.5	76.9
Que permita producir y consumir energía eléctrica de la red.	3	23.1	23.1	100
Total	13	100	100	

Fuente propia. Marzo 2018.

Los cambios en el marco legal y regulatorio de Nicaragua, para enfrentar el cambio climático iniciaron a través del Decreto No. 88-99, de 1999, publicado en La Gaceta No. 163 del 26 de agosto de 1999. Con las reformas del decreto, se crea el Comité de Privatización de la Empresa Nicaragüense de Electricidad (ENEL). Se firman compromisos de hacer cambios en la legislación del país entre los años 2000 al 2003 en la lucha contra los efectos del cambio climático. El panorama de la GD y el marco legal regulatorio de Nicaragua, presenta características similares a las de otros países de la región, las motivaciones para determinados cambios tienen muchas justificaciones y análisis similares; las razones del sector eléctrico, de la gran mayoría de los países de América Latina, (con algunas particularidades propias de cada país) son muy parecidas. Entre estas se encuentran la tecnología, las situaciones políticas y económicas por resolver, las aspiraciones de desarrollo, entre otras. La evolución del marco legal de los países que ya han transitado por el camino de la generación distribuida, también se asemeja al caso Nicaragua. Muchas de las interrogantes a resolver transitan prácticamente por el mismo camino. Además, estos sistemas de potencia, han estado sometidos a las mismas tendencias del desarrollo mundial.

Las experiencias por las que ha transitado la GD en países desarrollados, para ser comercializada, dar respuesta a la demanda de los momentos pico de consumo que se generan durante el día y las formas de comercializarla en el mercado eléctrico, los beneficios que proporciona en cuanto a la reducción de gases efecto invernadero y otros beneficios a los consumidores, debe ser tomado en consideración. Se puede apreciar que las experiencias de los investigadores, especialistas en el tema de la generación distribuida consultados aquí, (Quintero, Carvajal, Marín, Michell, Trebolle, Martínez, Porcelli, Cadena, *et al.*) mencionan una serie de motivadores y situaciones que condujeron a que la GD sea parte del sistema de potencia, contribuyendo a la capacidad disponible de energía eléctrica para estos países consultados.

Esta investigación ha dejado al descubierto que existen muchas semejanzas, en cuanto a los motivadores y conveniencias de negocio que pueden aplicarse en el caso de Nicaragua, que fue reforzado con la encuesta al sector eléctrico, donde se descubre que la definición de GD, es muy similar a lo que se define como GD en países como Colombia, Chile, Argentina, México.

DISCUSIÓN

(Carvajal y Marín, 2012), consideran que la creación de nuevas leyes, para el sistema eléctrico de potencia colombiano permitió establecer reglas de competencia sanas para las actividades de producción y comercialización. Se formularon las reglamentaciones técnicas básicas para operar en todo lo referido al sistema eléctrico, se estableció el reglamento para lo referido a la expansión, conexión, operación del Sistema Interconectado Nacional.

El planteamiento de (Moncada y Utrubey, 2017), es que la generación distribuida es un modelo donde los consumidores pueden producir energía eléctrica a través de dispositivos de fuentes renovables, puede ser conveniente, económico y ser un modelo ganar-ganar para el sistema, siempre que se consideren aquellos aspectos técnicos de uso de la infraestructura de transporte y otras consideraciones que permitan la incorporación efectiva del consumidor (domicilios y negocios). Si se consideran las experiencias de América Latina como válidas para tomar la decisión en el caso del sistema de potencia nicaragüense.

(Martínez, Porcelli, 2018), ley 27424, estableció el marco legal y regulatorio para establecer la GD, desde fuentes renovables desde las instalaciones del consumidor, para el autoconsumo, pero con la posibilidad de inyectar los excedentes de electricidad a la red de distribución. Las empresas distribuidoras y los organismos del estado deben facilitar dicha inyección, proveyendo el libre acceso, sin ninguna dificultad legal o técnica. Esta ley también declara que la GD es de interés nacional, siempre que sea desde fuentes renovables, con los objetivos de lograr la eficiencia energética, la disminución de pérdidas en el sistema interconectado, la reducción de costos del sistema eléctrico y la protección del medio ambiente. El uso de fuentes renovables para producir energía, es la razón principal para que la GD tenga un marco legal, que le permita existir y brindar los beneficios esperados, que suelen impactar los costos totales de la producción de energía eléctrica, eso permite impactos positivos en la competitividad y la economía del país.

(Cadena, *et al.*, 2008), mencionan experiencias en Colombia sobre la incorporación de las energías renovables para reducir gases de efecto invernadero en 1 tonelada a través de la GD. Y reducción de costos, por reducir las emisiones de CO₂. (Baratto-Callejas, 2010) menciona experiencias en Estados Unidos de Norteamérica en cuanto a la reducción de precios de la energía eléctrica, producción de energía, debido a programas de incentivos hacia los productores domiciliarios. En Chile, la ley 20.571, para la regulación de tarifas dirigidas a la GD, permite que los generadores distribuidos reciban pagos por inyectar excedentes de energía eléctrica al sistema de potencia. Estos logros en los países citados por el artículo, puede ser alcanzable en nuestro país, si se logra una ley que permita a todos realizarla dentro de los límites de beneficios para todas las partes involucradas.

(Quintero, 2008), considera como beneficios de la GD debido a su concepción modular, al ser instalada a gran escala, bajan sus costos, estandariza los componentes de la conexión y la debida regulación facilita la producción de energía rápidamente, que puede estar disponible para el mercado en poco tiempo, que también puede ser producida en pequeña escala por domicilios y es aquí donde la energía renovable tiene la gran oportunidad para diversificar los recursos de un país, aumentando la auto sostenibilidad, ya que, es energía que se produce en el sitio de consumo. Puede ser utilizada como energía de reserva en los sistemas de potencia eléctrica, es una alternativa de generación y consumo para países en desarrollo, donde no es posible hacerlo debido a las condiciones económicas de sitios alejados, donde no llega el tendido eléctrico.

Tabla 4. Comparación de la evolución de las leyes de otros países respecto a Nicaragua.

País	Ley/Decreto No.	Acción	Acción Nicaragua
España	Ley No. 54/1997	Establecimiento del concepto de generación de energía en régimen especial, para sistemas de producción de energía eléctrica con potencia inferior a los 50MW.	Acuerdo Ministerial No. 063-DGERR-002-2017. Sistemas de potencia de 2 kW, 1 MW, 5 MW, para autoconsumo. Tramites.
España	Orden Ministerial del 5 Sept./1985	Imposición de Normas administrativas y técnicas para el funcionamiento y conexión a las redes eléctricas de centrales hidroeléctricas da hasta 5,000 kVA y centrales de autogeneración eléctrica.	Ley de promoción al subsector hidroeléctrico. Ley No. 467.
España	Real Decreto (RD) 2818/1998	Sobre producción de energía eléctrica desde fuentes de energía renovables, residuos y cogeneración.	Ley 532. Ley para la Promoción de Generación Eléctrica con fuentes renovables.
España	RD ley 6/2000	Aprobación de disposiciones urgentes para liberar el sector eléctrico, y la participación de este en el mercado.	No hay ley que considere esta acción.
España	RD 1663/2000	Se aprueban las conexiones de sistemas de producción de energía fotovoltaica a la red de baja tensión.	La Empresa Distribuidora, encargada de conexiones de generadores distribuidos.
España	RD 841	Regulación de sistemas de producción de electricidad, incentivos por producir energía eléctrica, obligaciones, compra de esta energía por parte de las distribuidoras.	No existe, no está regulado para el consumidor domiciliar.
España	RD 1432/2002	Implantación de procedimientos para autorizar o cambiar las tarifas de la energía eléctrica, regulación y organización de procedimientos para establecer costos de transporte, distribución y comercio del sistema eléctrico.	No existe, no está regulado para el consumidor domiciliar

Fuente: Propia. Agosto 2019.

Continuación

Tabla 4. Comparación de la evolución de las leyes de otros países respecto a Nicaragua.

País	Ley/Decreto No.	Acción	Acción Nicaragua
España	RD 436/2004	Establecimiento del procedimiento para modernizar y estructurar el régimen legal y económico de la producción de electricidad en régimen especial.	No existe, no está regulado para el consumidor domiciliar
Argentina	Ley 27424	Marco Legal y regulatorio para la generación de energía eléctrica de origen renovable usuarios domiciliarios, para autoconsumo, e inyección de excedentes a la red eléctrica obligaciones para los distribuidores del servicio asegurar el libre acceso a la red de distribución.	No existe, no está regulado para el consumidor domiciliar.
Chile	Ley 20.571	Autoriza la generación de energía de fuentes renovable, Generación Distribuida, da derecho a los usuarios a vender sus excedentes directamente a la distribuidora eléctrica a un precio regulado, el cual está publicado en el sitio web de cada empresa distribuidora.	No existe, no está regulado para el consumidor domiciliar
Colombia	Ley 1715 de 2014	Instituir marco legal, normar, promocionar, aprovechar las fuentes de energía renovable, incentivar la inversión, investigación, desarrollo de tecnologías limpias, la eficiencia energética, producir energía, respuesta de la demanda. Inyectar al sistema los excedentes de energía. Producción de energía eléctrica cerca de los centros de consumo, conectada a un Sistema de Distribución Local (SDL).	No existe, no está regulado para el consumidor domiciliar

Fuente: Propia. Agosto 2019.

La Tabla 4, muestra un análisis comparativo de la forma como ha evolucionado la GD para algunos países. Puede observarse que para el caso Nicaragua, a pesar de que existe una parte importante de las condiciones legales y normativas, no se considera importante la generación proveniente de consumidores domiciliarios. Esto aún no representa una cantidad considerable de energía, ya que la empresa distribuidora no facilita este tipo de acción de parte de los consumidores domiciliarios o aquellos que no generen (al menos 1 kW) en algunos países de América Latina y España, donde se le considera como un elemento de desarrollo al consumidor domiciliar, la oportunidad de ampliación de capacidades del sistema de potencia eléctrica, no aprovecha este recurso. Se considera que el sistema legal y regulatorio debe evolucionar hacia un estado donde se promueva la inversión y la investigación de la GD y el aprovechamiento de las condiciones

naturales del país, permitiendo sistemas la conexión de sistemas de producción de energía desde fuentes renovables, que puedan inyectarse al sistema eléctrico de potencia.

3. CONCLUSIONES.

Todos estos resultados se asemejan a las apreciaciones de los encuestados del sector eléctrico de Nicaragua, que consideran que para modernizar el sistema eléctrico de potencia del país debe incorporarse de forma masiva a las fuentes de energía renovable y más aún, aquellas aportaciones del consumidor a través de la GD, donde juega un papel de mucha importancia la medición inteligente en los dispositivos de medición domiciliarios, pero para esto deben modernizarse el Marco Regulatorio y Legal del sector eléctrico. Las experiencias de los países consultados, nos indican muchos logros positivos de la incorporación de fuentes de energía renovables a los sistemas de potencia eléctrica. Se observa de estas experiencias que, para incorporar las instalaciones de producción de energía eléctrica de los domicilios y negocios, requiere del estudio y análisis de la conveniencia de todos los sectores involucrados en la producción, el consumo, la administración y regulación del sistema de potencia.

La adecuación del sistema Legal y Regulatorio seguramente conviene a ciertos sectores que en la actualidad han impuesto el estado legal actual, pero es muy probable que este no sea el óptimo, si en los países que se consultaron ha sido una muy buena experiencia, es muy probable que lo sea para Nicaragua también, no es posible que, en Chile, Colombia etc. Sea algo que produce beneficios a todos involucrados, en nuestro país tenga que ser algo completamente adverso. Esto también conduce a descubrir que las experiencias por las que transitaban aquellos países que han sido mencionados en este artículo en cuanto a sus experiencias con la GD, son muy similares, lo que conduce a creer en la conveniencia de adoptar medidas similares a las tomadas por el sector eléctrico de Colombia, Chile, Argentina, entre otros países de América Latina.

Las encuestas y análisis de las mismas, han expresado que los beneficios de la generación distribuida deben ser dirigidos a los consumidores y a los negocios. Incluso la definición de GD que se logró de la misma encuesta indica que la GD debe conectarse a la red de distribución para incrementar la capacidad de generación de energía eléctrica de país. La definición 3 de lo que debe ser GD, fue la segunda más escogida. El 75% de las personas encuestadas, considera que la Ley No. 951, no tiene una definición que permita el aprovechamiento de la generación distribuida desde domicilios y pequeños negocios. No le permite al país aprovechar las ventajas que este tipo de generación proporciona al país y al medio ambiente. Instalaciones de paneles solares para la conexión de la radio y el teléfono celular han sido proyectos llevados a cabo por diferentes empresas del sector, priorizados por el gobierno, facilitando los recursos a través de los bancos.

RERERENCIAS

Baratto-Callejas, P. Implementación de un programa de respuesta de la demanda de Energía Eléctrica en un Mercado de Clientes No Regulados en Colombia. <https://goo.gl/CqkcVC>, Rev. Maest. Derecho Econ. Bogotá (Colombia), 6 (6), 259-292, enero-diciembre (2010) <http://revistas.javeriana.edu.co/index.php/revmaescom/article/download/7173/5705>

Betanco Maradiaga, J. (2018). Energía: Desde un modelo de derroche, hacia un modelo sostenible mediante energía renovable. Revista Científica De FAREM-Estelí, (24), 40-59. <https://doi.org/10.5377/farem.v0i24.5551>

Cadena, A., Botero, S., Tautiva, C., Betancur, L., & Vesga, D. (2008). Regulación para incentivar las energías alternas y la generación distribuida en Colombia. Revista De Ingeniería, 91, 93. <http://dx.doi.org/http://dx.doi.org/10.16924%2Fria.v0i28.270>.

Carvajal, S. & Marín, D. Impacto de la generación distribuida en el sistema eléctrico de potencia colombiano: un enfoque dinámico, *Tecnura*, vol. 17, n° 35. 79.

Decreto 2818/1998. Real Decreto. Producción de Energía Eléctrica por Instalaciones Abastecidas por Recursos o Fuentes de Energía renovables, residuos y cogeneración. BOE-A-1998-30041. núm. 312, de 30 de diciembre de 1998.

García Valdés, Margarita, & Suárez Marín, Mario. (2013). El método Delphi para la consulta a expertos en la investigación científica. *Revista Cubana de Salud Pública*, 39(2), 253-267. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-34662013000200007&lng=es&tlng=es.

Ley No. 951. Ley de reformas y adiciones a la ley No. 272, Ley de la industria eléctrica. República de Nicaragua. La Gaceta No. 126 del 5 de Julio de 2017.

Ley 601. Ley de Promoción de la Competencia. Republica de Nicaragua. La Gaceta No. 206. 24 de Octubre del 2006.

Ley 20.571 para la Generación Distribuida. Superintendencia de Electricidad y Combustibles. Santiago de Chile 16 de mayo de 2016.

Ley 54/1997. Legislación Consolidada del Sector Eléctrico. Jefatura del Estado «BOE» núm. 285. Referencia: BOE-A-1997-25340. Madrid. España. 27 de noviembre de 1997.

Ley 6/2000. Regulación para las instalaciones de producción de energía eléctrica en régimen especial. Ministerio de Administraciones Públicas. Madrid, España. 2 de agosto 2002.

Ley de la Industria Eléctrica. LEY N°. 272, Aprobada el 18 marzo de 1998. Publicada en La Gaceta, Diario Oficial N°. 74 del 23 abril de 1998

López de la Fuente, J. 1985. Estación Actinométrica VADSTENA. Red Solar de Nicaragua, Reporte 04/86. P. 52. DOI: <http://dx.doi.org/10.5377/encuentro.v0i104.2854>

Matas, A. (2018). Diseño del Formato de Escalas tipo Likert: Un estado de la cuestión. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 20(1), 39-47. <https://doi.org/10.24320/redie.2018.20.1.1347>

Martínez, A. N., & Porcelli, A. M. (2018). Análisis del marco legislativo argentino sobre el régimen de fomento a la generación distribuida de energía renovable integrada a la red pública. *Lex Social: Revista de Derechos Sociales*, Vol. 8. No. 2. 185-188.

Michell, N. (2013). Efectos del Subsidio a la tarifa de energía en los hogares nicaragüenses. Banco Central de Nicaragua. ISSN 2409-1863DT 043-diciembre 2013. 4-6.
https://www.bcn.gob.ni/estadisticas/estudios/2014/DT-43_Efectos_del_subsidio_a_tarifa_energia_a_los_hogares_nicaraguenses.pdf

Moncada. M.V. y Utrubey, W. 2017. Expanding Energy Access Through the Improvement of the Regulatory Framework for Renewable Distributed Generation in Nicaragua. P. 2. DOI: 10.1109/GHTC.2016.7857331

Quintero, S. X. C., & Jiménez, J. D. M. (2013). Impacto de la generación distribuida en el sistema eléctrico de potencia colombiano: un enfoque dinámico. *Tecnura: Tecnología y Cultura Afirmando el Conocimiento*, 17(35), 2.

Quintero, J. P. V. (2008). Generación distribuida: democratización de la energía eléctrica. *Criterio Libre*, (8), 105-112.

Trebolle D. “La generación distribuida en España”. Tesis del Máster en Gestión Técnica y Económica en el Sector Eléctrico, U. Pontificia Comillas, Madrid, 2006.
http://www.ingenieros.es/files/proyectos/Generacion_Distribuida.pdf

Vargas, I. 2012. La Entrevista en la Investigación Cualitativa: Nuevas Tendencias y Retos. P. 123.
<https://revistas.uned.ac.cr/index.php/revistacalidad/article/view/436>
<https://doi.org/10.22458/caes.v3i1.436>

RECONOCIMIENTOS:

A mi esposa Mara García Rivero, por su apoyo, ayuda y soporte ideal.

Ing. Ronald Torres T. Decano de la Facultad de Electrotecnia y Computación, apoyo a la investigación.

Dr. Napoleón Blanco. Docente UNI, Departamento de Ingeniería Eléctrica

Ing. Carlos Pérez Méndez Docente Titular Ing. Eléctrica UNI.

Ing. Marcos Munguía. Docente e Investigador UNI.

SEMBLANZA DE LOS AUTORES



Héctor R Guillén N.: Obtuvo el grado de Ingeniero Radioelectrónico en el Instituto Tecnológico “José Martí”, Habana, Cuba. Actualmente es profesor titular de la Universidad Nacional de Ingeniería, donde ha impartido clases en el área de Proyectos, Métodos de Investigación, Administración, Economía para Proyectos. Desarrolló sus estudios de maestría en la UNAN Managua. Tiene una publicación Nacional del libro “Principios de Administración” utilizado como libro de texto para las carreras de

Ingeniería Electrónica e Ingeniería Eléctrica de la UNI y para las carreras de Administración de la UCA, Nicaragua. Tiene estudios de postgrado en Proyectos, Administración y Empresas Familiares. Está finalizando su tesis de doctorado en Proyectos, en la línea de investigación vinculada con a la energía eléctrica.



Alejandro Alonzo García is currently a researcher in the Center of Engineering and Industrial Development. In 2015, he obtained its PhD degree from the National Polytechnic Institute from México (graduated with honors) and had a Postdoctoral fellowship from the Scientific Research Center of Yucatán. He is member of the Mexican Society of Mechanical Engineering and has been member of the American Society of Mechanical Engineers. Dr. Alejandro Alonzo has 12 JCR articles, and has participated in about 18 international congresses.