

Génesis del mercado eléctrico minorista y de baja potencia, con tecnologías de microgeneración renovable en México

AQUINO-ROBLES, José*†, LUCERO, FERNÁNDEZ-NAVA, Cecilia y CORONA-RAMÍREZ, Leonel.

Recibido Octubre 11, 2016; Aceptado Noviembre 4, 2016

Resumen

Con las reformas energéticas recién aprobadas y ahora ya en sus primeras fases de implementación, es necesario considerar factores que hagan que las virtudes anunciadas en ellas, sean efectiva y eficazmente aplicadas en la práctica. Por tales hechos en este trabajo de investigación; se mostrará el necesario surgimiento de un mercado eléctrico minorista y de baja potencia en México. Este mercado minorista deberá ser la contraparte al mercado eléctrico mayorista que es operado ya en el Centro Nacional de Control de la Energía, y que fue recientemente desincorporado de la Comisión Federal de Electricidad. Dicho mercado minorista despresurizará las tensiones que se generan en un mercado que compra y vende energía en grandes cantidades y que podría crear cuellos de botella y especulación en la seguridad de suministro de energéticos primarios; de acuerdo a lo observado en otras naciones donde solo se implementó el mercado mayorista. Y también crear especulación financiera derivada entre otras causas por los altamente cambiantes precios de los hidrocarburos, que se utilizan para producir electricidad. De acuerdo a lo anterior, se explicará la forma operativa del mercado eléctrico minorista y de baja potencia. Con las inherentes ventajas de utilizar tecnologías de aprovechamiento renovable y los contratos de interconexión existentes en México.

Energías renovables, tecnologías renovables de aprovechamiento energético, mercado eléctrico, microgeneración renovable

Abstract

With energy reforms recently approved and now in the early stages of implementation. It is necessary to consider factors that make that virtues written on reforms, can be effective and effectively applied in practice. By such facts in this research we will show the necessary emergence of a retail electric market and low power in Mexico. Let the counterpart to the wholesale electricity market which is already at the Centro Nacional de Control de la Energía, recently cut de la Comisión Federal de Electricidad. The retail market despresurizará the tensions that are generated in a market that buys and sells energy in large quantities. And that could according to that observed in other nations where only implemented the wholesale market, create necks of bottle and speculation on the security of supply of primary energy. And also financial speculation arising among other causes by highly changing prices of hydrocarbons, which are used to produce electricity. According to the above, we will explain the operational form of the retail electric market and low power. With the inherent advantages of using renewable technologies and use existing interconnection contracts in Mexico.

Renewables energy, electrical market, microgeneration

Citación: AQUINO-ROBLES, José, LUCERO, FERNÁNDEZ-NAVA, Cecilia y CORONA-RAMÍREZ, Leonel. Génesis del mercado eléctrico minorista y de baja potencia, con tecnologías de microgeneración renovable en México. Revista de Investigación y Desarrollo 2016, 2-6: 1-19

* Correspondencia al Autor (Correo Electrónico: jaquinor@gmail.com)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

Antecedentes

Para comenzar, cabe señalar que a partir de la aprobación de la reforma energética en nuestra nación, ha habido un cambio fundamental en relación al suministro eléctrico; ya que este último ahora es considerado como una mercancía que se compra y se vende en un único mercado mayorista de energía; el cual ya está operando en el Centro Nacional de Control de la Energía (CENACE), en este 2016 y está ya trabajando bajo normas y reglas ya preestablecidas y con ello el suministro dejará de ser un servicio estratégico que la nación a través de sus empresas estatales prestaba a la población en general, para la satisfacción de sus necesidades en general y ahora la energía eléctrica pasa a ser una mercancía que se compra y se vende en un mercado (Aquino, Corona Cuervo 2012).

Ahora bien para entender en qué punto nos encontramos históricamente hablando vale la pena recordar cómo se ha conformado hasta ahora el Sector Eléctrico en el mundo. En este contexto cabe señalar que el transporte y distribución de la energía eléctrica empezó a ser necesario poco después de que surgió la bombilla eléctrica (Yebra 2010). Edison junto con J.P. Morgan, fundan General Electric (GE) en 1880. Esta compañía apostó por la generación y distribución de energía eléctrica mediante máquinas de Corriente Continua (CC). Sin embargo en 1886 apareció un fuerte competidor con una tecnología diferente, fue en este año cuando George Westinghouse funda en Pittsburgh la Westinghouse Electric & Manufacturing Company. Esta compañía apostó por la generación en Corriente Alterna (CA).

Hubo una intensa contienda por liderar el mercado. En Europa las primeras redes de distribución fueron en corriente continua, en 1882 se construyó un enlace de 2kV CC entre las localidades alemanas de Miesbach y Munich, que distan 50 km. Grandes ingenieros de la época se enzarzaron en discusiones para dilucidar que tecnología era la mejor. En Inglaterra Ferranti, Gordon, W. M. Mordey, Silvanus Thomson en EE.UU. Tesla, Sprague y C.P. Steinmetz estaban a favor de la CA, mientras que a favor de la CC en Inglaterra estaban Lord Kelvin, Crompton, A.W. Kennedy, John Hopkinson y en EE.UU. Edison.

De lo anterior se afirma con evidencias históricas, que el inicio del crecimiento de los sectores eléctricos respondía a la iniciativa privada, mientras el Estado observaba y ejercía una muy limitada regulación a dicha actividad industrial. En este período el Estado también comenzó a intervenir en el establecimiento de precios sirviendo muchas veces de árbitro entre los consumidores y los proveedores de energía eléctrica.

Pero el cambio principal llegó por motivos tanto tecnológicos como económicos. La instalación de líneas de transmisión (en aquel tiempo exclusivamente en corriente alterna, para trasladar la energía a grandes distancias) esto hizo posible la creación de centrales de gran capacidad de generación (principalmente hidráulicas, alejadas de los centros de consumo). Surgiendo con ello el concepto actual de Sistema Eléctrico de potencia (SEP), que engloba la interconexión de varias centrales de generación, con la transmisión, la distribución, la comercialización y finalmente el consumo de la energía eléctrica (Perez Arriaga, Batle y Rivier 2008).

Desde el punto de vista tecnológico permite ventajas como compartir la cobertura de demanda máxima, disponer de potencia de respaldo y tener un despacho económico de generación desde la perspectiva económica. Todo lo cual es posible gracias a la mencionada interconexión del sistema.

Para llegar a concretar sistemas interconectados fue necesario fortalecer las empresas eléctricas con el financiamiento de los bancos. Todo ello avanzaba por buen camino, sin embargo, la crisis financiera de la década de los treinta en el siglo XX, en América, y posteriormente la segunda guerra mundial en Europa debilitaron la capacidad inversora de las compañías eléctricas, no pudiendo afrontar los grandes proyectos que se vislumbraban como necesarios para mantener el alto ritmo de crecimiento que siguieron a estos sucesos históricos. Esta dificultad motivó la primera gran reestructuración de la industria eléctrica. El sector eléctrico se nacionalizó en casi todos los países del mundo, y en particular en América Latina.

Con ello el primer cambio de propietario se da de una forma tal que en México podríamos equiparlo a la nacionalización de la banca en 1982 solo por citar un hecho cercano a nuestra memoria colectiva o la más reciente nacionalización de parte del estado Argentino de la empresa YPF (yacimientos petrolíferos fiscales) independientemente del contexto; en algunas ocasiones este hecho se considera una nacionalización por motivos políticos y en otras un rescate de parte del estado para seguir suministrando un servicio que ya no pueden ofrecer empresas privadas que han quebrado financieramente o que los servicios que suministra no son los convenidos en los contratos.

Reasumiendo, los Estados emprendieron ambiciosos planes de expansión centrados en la construcción de centrales de gran tamaño muy intensivas en capital, tanto complejos hidráulicos, como térmicos (o en su caso también nucleares como en el caso de Argentina, Brasil y México en AL). La planificación eléctrica se volvió por tanto responsabilidad del Estado por medio de empresas públicas estatales, que hacían los planes sobre los aspectos claves (evolución de la demanda, evolución del coste de los combustibles...), fijaban el margen de reserva, la calidad de servicio deseada... El elemento central, conceptualmente al menos, era un proceso explícito de optimización cuya función objetivo era satisfacer las necesidades energéticas estimadas, maximizando la eficiencia, o al menos tratando de hacerlo.

La década de los sesenta y setenta del siglo XX se caracterizó por una fuerte inversión, sin embargo en algunos países los gobiernos en turno convirtieron al servicio público de energía eléctrica y por ende a las empresas eléctricas en botines políticos usándolas para sus intereses electorales, políticas de empleo, control de la inflación. Y con la crisis petrolera de 1973 (que supuso un freno al crecimiento de la demanda eléctrica) precipitaron a muchos países a sus empresas eléctricas a una situación próxima al colapso económico. Los Estados tuvieron que intervenir directamente al sector, inyectando abundantes recursos financieros para evitar la debacle.

El problema no se detuvo ahí. Muchos gobiernos no tenían suficiente capital para emprender las nuevas inversiones necesarias para mantener cuando menos funcionando al sector eléctrico y las fuentes de financiación (organismos como el FMI o el banco mundial) que hasta ese momento habían soportado el vertiginoso ritmo de inversión comenzaron a exigir cambios estructurales profundos para nuevamente dotarlos de recursos.

La administración pública de muchas empresas latinoamericanas, con el Estado como regulador y propietario, dejaba mucho que desear y la intromisión hasta la fecha en algunos países en las decisiones empresariales es en general un factor de ineficiencia, de acuerdo a (Perez Arriaga et al 2008).

Por otro lado, la construcción de líneas de alta tensión para el transporte permitía la creación de mercados de dimensión antes impensable; el agotamiento de las economías de escala de las tecnologías tradicionales de generación (carbón, combustóleo, hidráulicas y nucleares) y el surgimiento de nuevas tecnologías (ciclos combinados de gas) permitió la expansión de los sistemas eléctricos con costes marginales inferiores a los costes medios existentes; y las principales instituciones (FMI, etc.) prestatarias del sector eléctrico en América Latina influyeron a los gobiernos a sumarse a la ola liberalizadora (privatizadora) de los servicios (comunicaciones, banca, energía, petroleras, gaseras, minería).

En Europa la reestructuración del sector y la introducción de la competencia (creación de un mercado competitivo) fueron vistas como una oportunidad para reducir la presencia del Estado en el sector, y con ello incrementar la eficiencia de la industria eléctrica con la idea de beneficiar al consumidor y compatibilizar los marcos regulatorios nacionales, con el nuevo marco de integración europea.

Los procesos de liberalización también permitieron generar ingresos para las naciones y temporalmente al menos, se redujeron las tarifas, aprovechando simultáneamente las mejoras en eficiencia, el menor coste de las nuevas tecnologías de generación y la significativa bajada que tuvieron los tipos de interés en la década de los noventa del siglo XX.

En Latinoamérica, además de tratar mejorar en eficiencia y de buscar que la industria eléctrica dejara de ser el botín político del gobierno en turno. La reforma fue primordialmente regida por la imperiosa necesidad de atraer nuevo capital del exterior que hiciera posible la expansión y ordenada administración de los sistemas eléctricos. El cual es necesario para nutrir los altos niveles de crecimiento económico y descargar a los gobiernos de la necesidad de invertir en la expansión del sector.

El proceso de reforma comenzó con la privatización de las compañías eléctricas en Chile a finales de los años ochenta, seguido de la liberalización y reestructuración de las industrias del petróleo, electricidad y gas natural en Argentina, Bolivia, Brasil, Colombia, Ecuador y Perú. También se afirma en que la privatización del sector eléctrico en Chile no alcanzó la creación de un mercado verdaderamente competitivo. Este último hecho, entre otros tantos más ha motivado investigaciones como la presente.

Argentina llevó a cabo un proceso de reestructuración profunda, el cual involucró la separación de la industria eléctrica y la competencia en la generación eléctrica, así como la competencia en el mercado mayorista (incluyendo un mercado de contratos y un mercado spot). De forma paralela a la reestructuración y la privatización, se busca introducir restricciones a la propiedad para prevenir discriminación y poder dominante en el mercado. Cosa que debe observarse con mucho detalle para aspirar a tener un verdadero mercado y que este sea también verdaderamente competitivo.

La apertura competitiva y la reestructuración de los mercados eléctricos se han llevado a cabo también en Bolivia, Colombia y Perú, mientras que está en consideración en Ecuador.

Brasil y México, las dos economías más grandes de América Latina, están abriendo de manera cautelosa sus sectores eléctricos, entre otras causas para observar el desempeño de los modelos de mercado. Por ejemplo, las reformas en Brasil son implementadas de forma gradual, tomando en consideración la estructura federal de la nación (Aquino Robles et al 2014 a).

México y algunos países de Centroamérica, mantuvieron un sector eléctrico integrado verticalmente, permitiendo a productores independientes de electricidad concluir contratos con la empresa eléctrica nacional sin embargo dada ya la reforma energética y en su capítulo eléctrico en este 2016 ya se tiene en pleno funcionamiento el mercado eléctrico en México lo cual implicará contratos o subastas futuras, la programación a mediano plazo y el mercado de corto plazo. Para lo cual ya se ha preparado para tal hecho creando el ente regulador (la Comisión Reguladora de Energía CRE) separado del ente legislador (Secretaría de Energía SENER) desde hace ya varios años e irán separando las actividades que realiza todavía la empresa pública estatal (Comisión Federal de Electricidad CFE). De las cuales por ejemplo han ido desincorporando ya el Centro Nacional de control de la Energía (CENACE) mismo que dejó de ser parte de la CFE, ya que la misma CFE ha pasado a ser por decreto presidencial la otrora empresa pública estatal que monopolizaba todavía la mayor parte de las actividades del sector eléctrico en México a ser ahora una empresa productiva del estado; la cual competirá al igual que todos los demás Productores Independientes de Energía eléctrica en México (PIEs) para suministrar energía eléctrica en México.

De momento algunos de los efectos positivos conocidos de la privatización y la liberalización del sector energético son: competencia, más eficiencia en la generación, el transporte y la distribución, el incremento en la productividad, el alivio en las presiones a las finanzas públicas.

Marco teórico

La operación del sistema eléctrico de potencia, en cualquier nación moderna, se enfrenta a nuevos retos, por un lado se desea ofrecer a la ciudadanía una energía de alta calidad, tanto desde el punto de vista de flujo ininterrumpible, como desde la perspectiva de los parámetros de la onda de tensión. Y por otra parte se desea que la producción el transporte y la distribución de la energía sea eficiente y aún más, que todo lo anterior tenga nulo o muy poco impacto ambiental. Con todo lo anterior y con la apertura o liberalización de actividades dentro del sector eléctrico; y con la disponibilidad de tecnologías modulares y de aprovechamiento renovable tanto de niveles macro, como de niveles micro de producción eléctrica se vive también una democratización de la generación eléctrica, resultado de lo cual, casi cualquier consumidor puede, mediante la tecnología apropiada convertirse en productor de energía, logrando con ello cubrir parte de su consumo, todo su consumo o inclusive cubrir su consumo y además vender energía eléctrica (García 2008).

Sin embargo es digno aclarar que la electricidad tiene ciertas características técnicas que le diferencian de otros productos que se compran y se venden en diferentes mercados. Mientras en otros sectores como puede ser textil, se puede contar con un volumen de stock que puede absorber variaciones de la demanda, la electricidad es un producto que no puede ser almacenado en condiciones económicamente viables por el momento.

Esto hace que en cada momento la generación ha de ser igual a la demanda, debiendo contar con una red de transporte lo suficientemente consistente para llevar a cabo esta transmisión y con una capacidad de producción acorde a las necesidades. Por tanto, es necesaria una coordinación entre las decisiones de inversión en generación y transporte de la energía eléctrica. Todas estas características técnicas y económicas han hecho del sector eléctrico un sector necesariamente regulado incluyendo los sectores en diferentes naciones que han optado por liberalizar sus actividades (Gilzans 2010).

En la actualidad existe una elevada correlación entre el incremento de la demanda eléctrica y el aumento en el producto interior bruto (P.I.B) de un país. Este hecho, es una de las razones por las que el sector eléctrico ha estado regulado, dada la importancia que tiene en el desarrollo económico de un país (Aquino et al 2014 b).

Son varias las causas que han llevado al cambio en la estructura del sector eléctrico, pasando de un sistema totalmente regulado propiedad del estado, a un mercado liberalizado en el que cualquier compañía puede desarrollar la actividad económica. Aunque no todas las actividades propias de este sector han sido o pueden ser desreguladas.

Mientras en la generación y comercialización se han dado una serie de acontecimientos que han hecho viable esta liberalización, el caso del transporte y la distribución permanecen regulados en su totalidad, debido a que no se han desarrollado nuevas tecnologías que hagan que dejen de ser, monopolios naturales.

Los factores que han hecho posible la liberalización de actividades son:

- Reducción de las economías de escala en la generación. En la actualidad la modularidad de gran parte de los elementos que conforman las centrales hacen que ya no sea mucho más rentable construir una central de 500 MW que dos de 250 MW.

- Desarrollo de nuevas tecnologías. La creación de tecnologías renovables, sobre todo de la eólica, con unos costes de instalación y mantenimientos muchos menores que los que estaban asociados a otras tecnologías, o la aparición de los ciclos combinados, más eficientes que las anteriores han provocado un cambio en las condiciones del sector a nivel de generación.

Todo ello ha conseguido que las barreras de entrada sean mucho menores, haciendo viable una posible entrada de nuevos participantes. Pero no basta con que se existan los medios para poder liberalizar el sector, también es necesario que se permita plenamente por parte de las autoridades y que los usuarios lo crean conveniente para ellos.

El primer requisito se ha dado en gran cantidad de países, incluso la Unión Europea ha publicado dos directivas en las que se insta a los gobiernos de los países miembros a tomar las medidas necesarias para favorecer esta liberalización.

El segundo requisito es un impedimento menor, ya que en la actividad de generación la búsqueda de aumentar la eficacia y con ello disminuir el precio, está relacionada con la liberalización. Se podría decir que mientras existe un único propietario que toma todas las decisiones de inversión repercutiendo los posibles costes de unas medidas erróneas al conjunto de los consumidores, el uso que se está haciendo de los recursos no es todo lo eficiente que debería.

Si esta toma de decisiones se reparte en diferentes empresas, cada una de ellas se preocupará por minimizar los costes de operación y de aumentar sus ingresos, prestando una especial atención a su estrategia de inversiones para reducir los errores en las mismas. Por ejemplo, si una empresa decide la construcción de una central que no resulta adecuadamente eficiente, el mercado se encargará de dejarla fuera en sus decisiones y esto repercutirá en el beneficio del agente en cuestión. El hecho de que exista un conjunto de agentes tomando decisiones hace que el mercado escoja a las que actúan de forma más eficiente, por lo que el error en una decisión no afecta a los consumidores al menos de forma tan directa como en el escenario regulado (Jiménez 2006).

Todo esto deberá repercutir en una disminución en el precio al aumentar la competencia y eficiencia en el sector. Aunque para que la disminución en los precios sea efectiva, es necesario que la competencia también lo sea y esto solamente se puede conseguir haciendo que el número de participantes en el mercado sea lo suficientemente elevado (Aquino Robles et al 2015).

Dado que la mayoría de los mercados que se han liberalizado hasta el momento son locales, como puede ser el caso de México, la cantidad de empresas participantes es todavía pequeña pudiéndose considerar estos mercados como oligopolistas, siendo hasta cierto punto cuestionable la efectividad de la competencia, hasta el momento. Una posibilidad de incrementar esta competencia es mediante la integración de diversos mercados, sabiendo que es necesario el incremento de las capacidades de transporte entre ellos.

Esta línea de actuación tiene asociados problemas técnicos, en lo que se refiere a desarrollo de la red de transporte adecuada, además de dificultades desde el punto de vista político dada la necesaria coordinación o incluso fusión de los operadores del sistema.

Otra posibilidad es aumentar el número de empresas dentro del mercado interior de cada país y esto implica la existencia no solo de un mercado mayorista en el sector, sino también la fuerte e intensa participación de productores y consumidores en un mercado al menudeo o minorista donde se venda y se compre energía eléctrica pero en cantidades pequeñas para proveedores y clientes en pequeño (Aquino et al 2015 b).

La actividad de comercialización es relativamente fácil de liberalizar, una vez que es posible hacerlo con la generación; ya que se pueden facturar los consumos de los clientes con independencia del agente que les suministre la energía, tan solo haciendo uso del medidor eléctrico que posee cada uno de los consumidores. Para asegurar la liberalización de esta actividad se debe permitir el uso de las redes de distribución sean propiedad de quien sean, por cualquier comercializador; previo pago eso sí, de una tarifa estipulada por el regulador incluso mediante la implementación de un mercado de baja potencia y minorista.

En algunos países Europeos, en la actualidad no es extraño el hecho de que la red de distribución que llega a una zona sea de una determinada compañía, pero la empresa que factura la energía que llega a una vivienda o empresa de esa área sea otra diferente. Se puede decir que una vez liberalizado el sector eléctrico, se pueden definir cada uno de los participantes de la siguiente forma:

Productor: Es el agente que realizando su actividad de generación eléctrica en régimen de competencia. Puede vender su producción de varias formas diferentes, reflejando en el precio de venta los costes en los que incurre por el hecho de realizar esta actividad. Se pueden realizar los intercambios en un mercado mayorista o mediante contratos bilaterales con agentes compradores de electricidad y también mediante subastas tanto de largo plazo, como de corto plazo.

Transportista: En el escenario liberalizado, este agente desarrolla su actividad de forma regulada. Por tanto sus ingresos están fijados por el Estado, mediante el ente legislador ya sea Secretaría o Ministerio o Intendencia de Energía; debiendo mantener la red de transporte de larga distancia en funcionamiento. Cada agente interesado en utilizar la red le deberá pagar una tarifa fijada por el regulador. Esta tarifa es fija o debería serlo para todo el que quiera utilizarla con independencia del uso.

Distribuidor: Realiza una actividad también regulada, en la que realiza el transporte regional de la energía. Por esta razón suelen existir distribuidores diferentes en cada región, siendo habitual, aunque problemático, que los grandes productores inviertan también en redes de distribución.

Comercializador: El cual desarrolla su actividad de forma liberalizada al igual que los productores. Adquiere la energía a los productores en las condiciones que se permitan en cada mercado y la vende al consumidor final. Cada uno de los comercializadores trata de diferenciar el producto que vende, a pesar que la electricidad que suministra un comercializador tiene las mismas características que las de otro; desde un punto de vista técnico. Esto se consigue ofreciendo paquetes diferentes dependiendo del uso.

Clientes o consumidores: Son el último eslabón de la cadena. En un mercado totalmente liberalizado, debe poder adquirir la electricidad a través de los comercializadores o en el mercado mayorista e incluso de existir en un mercado de baja potencia y minorista, aunque en algunos casos, debido al coste de transacción, se decantan por la compra a los comercializadores (Jiménez 2006).

El sistema eléctrico tradicional, regulado, verticalmente integrado, es el resultado de 100 años de evolución, donde los requerimientos técnicos operacionales determinaron su estructura. El concepto “verticalmente integrado” se refiere a que las funciones de previsión, planeación, construcción, generación eléctrica, transmisión y transformación, distribución, medición, facturación y cobranza las realiza una sola empresa en un territorio, constituyendo un monopolio natural. Puede ser una empresa pública nacional, regional o municipal, o empresas privadas a las que se ha concesionado el servicio eléctrico en un territorio, bajo supervisión del Estado, que controla las tarifas y la calidad del servicio. De ahí el término “reguladas”, que básicamente significa con control de tarifas (Gilzans 2010).

Las empresas eléctricas, públicas o privadas, prestan un servicio estratégico que incluso es asunto de seguridad nacional. Algunos creen que es una industria que vende kilowatt por hora (kwh) y piensan que su objetivo es reducir costos e incrementar ventas, es decir, utilidades. Pero los kwh no son el producto a vender, son simplemente la unidad de medida de un servicio energético que hace posible la iluminación eléctrica, la fuerza motriz que mueve las máquinas, y todos los equipos eléctricos y electrónicos que caracterizan a la civilización moderna (Ibídem).

La electricidad en corriente alterna no puede almacenarse; por ello en la industria eléctrica la generación de fluido es simultánea a lo que los usuarios demanden, instantáneamente. A lo largo del día, como a través del año, la demanda de electricidad por los usuarios del servicio presenta patrones estadísticos llamados curvas de demanda, que son típicas de cada día de la semana, de lunes a domingo, y varían en magnitud y forma a lo largo del año, en forma coincidente con la duración del día solar y la temperatura ambiente.

Además crecen continuamente, conforme crece la población y se desarrolla la economía. Esta variación de la demanda, hora a hora y día a día, hace que la operación del sistema sea crítica. Todas las funciones están íntimamente relacionadas y la estabilidad del sistema total depende de una buena coordinación y supervisión de las mismas (Aquino Robles et al 2014 a).

A principios de los años ochenta, a un economista inglés, el Dr. Littlechild, se le ocurrió que el sistema eléctrico también debería abrirse a la competencia, “para mejorar el servicio y bajar costos”. Y se llamó “desregulación” al proceso de desintegrar las empresas eléctricas en empresas de generación eléctrica que compiten entre sí para vender su electricidad al “menor precio”, en un mercado abierto en el que se subastan diariamente los bloques horarios de energía a vender, llamado mercado eléctrico o mercado spot, donde se cotejan diariamente las ofertas y cotizaciones.

También, pensó en una empresa de transmisión y control del despacho de carga, que programa las entregas horarias de energía eléctrica a las empresas distribuidoras en los distintos territorios en que se dividió una región o país.

Empero, dado que con esto es difícil que alguna empresa privada o pública haga inversiones fuertes sobre la base de “a ver si vendo mi electricidad”, surge también otro actor, llamado comercializador, que funge como intermediario, que compra con contratos de largo plazo, haciendo viable la inversión, y revende en el mercado eléctrico, especulando con la relación oferta/demanda para obtener su utilidad (Gilzans 2010).

En ese aspecto en México se ha ido transitando de un modelo verticalmente integrado, con el cual operó la CFE y la ahora extinta Compañía de Luz y Fuerza del Centro (CLyFC), hasta la década de los 90s. A un modelo de comprador único, con el que hasta este año ha operado la CFE, vea figura 1.

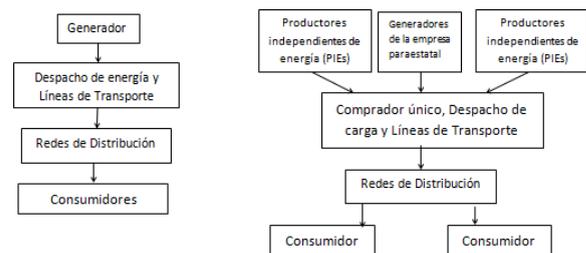


Figura 1 Sistema eléctrico verticalmente integrado y sistema eléctrico de comprador único

A principios de este año 2016 de acuerdo a la hoja de ruta especificada por la SENER entró en vigor en México el modelo del mercado mayorista, por lo que el sector eléctrico en nuestra nación transitara a una apertura y para lo cual han ofrecido el siguiente calendario que marca las fechas de implementación y pruebas vea figura 2.

Calendario de implementación: Sigüientes pasos		
Mercado	Hito	Fecha para primera etapa
Mercado del Día en Adelanto y Mercado de Tiempo Real para Energía y Servicios Conexos.	Pruebas	Septiembre de 2015
	Operación	1 de enero de 2015 (día en adelante el 31 Dic 2015)
Subastas de Largo Plazo para Potencia, Energía Limpia y Certificados de Energías Limpias.	Pruebas	Septiembre de 2015
	Operación	Octubre de 2015 (contratos inician en 2018)
Subasta de Derechos Financieros de Transmisión.	Pruebas	Septiembre de 2015
	Operación	Noviembre de 2015
Mercado de Potencia.	Pruebas	Octubre de 2015
	Operación	Noviembre de 2015
Subastas de Mediano Plazo para Energía.	Pruebas	Septiembre de 2016
	Operación	Octubre de 2016
Mercado de Certificados de Energías Limpias.	Pruebas	2018
	Operación	

Figura 2 Calendario de implementación del mercado eléctrico mayorista en México

De acuerdo a la SENER en su portal de internet, delinean una hoja de ruta que permite seguir los pasos hacia la apertura del sector en varios pasos, pero su objetivo final es tener el esquema siguiente de acuerdo a la figura 3. (Aquino Robles et al 2015b).

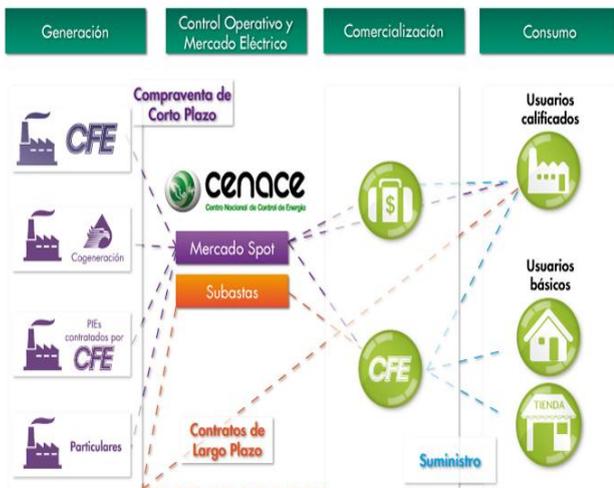


Figura 3 Esquema de operación del mercado eléctrico mayorista en México.

Por tales hechos el Catedrático José María Yusta L. en sus investigaciones manifiesta la necesidad de la participación de muchos más proveedores de energía y no solo de compradores y vendedores de grandes cantidades, sino la de vendedores y compradores de cantidades pequeñas de energía lo que provoque a su vez, la existencia de un mercado equilibrante, un mercado minorista y de baja potencia en México vea figura 4.

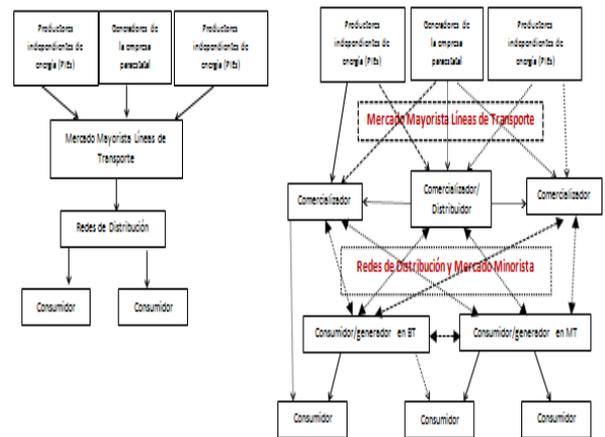


Figura 4 Esquema del sector eléctrico con mercado mayorista y con mercado mayorista y minorista de energía

En referencia a esta última implementación (del mercado eléctrico de baja potencia) ha surgido toda una línea de investigación, desarrollo tecnológico y de innovación (I+D+i), para subsanar los problemas relacionados con los cuellos de botella, la voluntad especulativa inherente en las transacciones en los mercados, misma que no solo es inherente a los mercados eléctricos, sino también sucede en los mercados: financieros, petroleros, de fondos para el retiro, de gas, de inmuebles y de divisas. Se ha investigado alrededor de las tecnologías de microgeneración eléctrica y de generación distribuida y de recursos energéticos distribuidos (Aquino Robles et al 2015a).

De estas investigaciones podemos rescatar un concepto que se ha desarrollado para crear la necesaria y nutrida competencia que en verdad haga bajar los precios de la electricidad de forma natural debida a la competencia (vía la ley de la oferta y la demanda) y no por medio de subsidios que a la postre provocan burbujas financieras o quebrantos económicos en las finanzas de algunas nación en particular. Este concepto es el *de Planta virtual de generación eléctrica* (Virtual Power Plant VPP).

Mismo que consiste en la agrupación (dentro de un área geográfica determinada) de diversas unidades de microgeneración eléctrica, pudiendo ser estas tanto de tecnologías renovables como convencionales, las cuales para obtener mejores beneficios tanto técnicos, como económicos y de despacho preferencial de energía, unidos o agrupados o asociados entre sí, deben buscar generar energía de forma coordinada, de tal suerte que juntos pueden ser observados vía previa negociación de por medio por el despachador de energía del mercado mayorista y dependiendo de su magnitud podría considerársele como si fuera una planta de generación de pequeña o mediana capacidad de generación siendo que en la realidad son muchos microgeneradores dispersos en un área determinada (Aquino Robles et al 2013).

Las plantas virtuales de generación eléctrica, son ya un concepto más avanzado surgido de lo que originalmente fue la inserción de la generación distribuida en las redes eléctricas, en las décadas pasadas; lo cual no es más que colocar plantas de generación muy cerca del usuario industrial o dentro de sus mismas instalaciones; en ocasiones sirviendo de cogeneración y que esto consiste en suministrar toda o parte del consumo de las industrias que generaban calor residual y que al insertar éste dentro de un ciclo que le permitiera generar calor y con ello producirse energía eléctrica mediante pequeñas o medianas plantas eléctricas; lograban con ello importantes ahorros en su factura eléctrica.

Esto al ir incrementándose entre los industriales logró no solo evitar la construcción de más líneas eléctricas (tanto de distribución como de transmisión) que son siempre necesarias al incrementarse los consumos entre los polígonos y parques industriales, sino que a su vez mejoro la calidad del suministro eléctrico, evitando las inherentes interrupciones por sobre cargas y también evitando los bajos niveles de tensión a la hora de mayor demanda eléctrica.

Y en naciones donde la generación distribuida ha sido muy utilizada también ha evitado la construcción de grandes plantas de generación eléctrica y sus líneas de alta tensión para el transporte de la energía, como en Alemania y Dinamarca.

Aunado a lo anterior, en países desarrollados se ha incrementado de forma exponencial la instalación de micro y macro generación fotovoltaica principalmente en la Europa continental y en Norteamérica, Canadá y Estados Unidos, juntamente con China y Japón, y estos han recibido tanto incentivos como las primas en las tarifas, por ser su producción eléctrica de origen renovable, así como incentivos fiscales y hasta préstamos blandos a plazos largos para el pago de las instalaciones.

Sin embargo en ciertas naciones de Europa, como Alemania, Dinamarca España y Portugal han surgido empresas que construyen instalaciones de hasta cientos de kilowatts y algunas otras de varios Megawatts que los colocan alquilando azoteas de naves industriales y venden la energía eléctrica con la industria del interior de la nave o con algún otro cliente industrial cercano. Dando con ello ejemplo de que puede constituirse un mercado de compra y venta de energía eléctrica a nivel minorista y de baja potencia. Prueba de ello es la empresa parques solares de Navarra de España (Aquino, Robles et al 2015 b).

Considerando que tanto la tecnología de aprovechamiento energético fotovoltaica como la eólica, se consideran fuentes no firmes de energía; por tales hechos los contratos de compra y venta de energía por parte de la gente que desee participar en estas transacciones deberá por fuerza considerar la participación de un tercero que suministre la energía eléctrica necesaria en las horas que no exista luz solar o no exista o no haya suficiente fuerza de vientos para la producción eólica o que este tercer participante pueda permitir pactar el intercambio energético en el mejor de los casos si no es que la compra venta de energía horaria.

Otro aspecto trascendente para que tales negocios se lleven a cabo; surge del poder de convocatoria de parte de las pequeñas o medianas empresas que instalan paneles fotovoltaicos y que para poder desarrollar proyectos que los superan en capacidad económica y para no perder las oportunidades se valen de campañas para atraer también inversionistas que puedan aportar cantidades también de no tan alto nivel para de alguna manera incrementar su capacidad financiera y con ello crear sociedades de inversión; como en el caso de la empresa parques solares de Navarra, ofrecían en 2011, mediante una campaña de invitación a inversionista en plena crisis económica de Europa un rendimiento anual del 10% respecto a su participación inicial invirtiendo desde 3000 Euros, en adelante. Con todo la multiplicación de productores de energía eléctrica de baja potencia entre un determinado sector de la población no puede ya simplemente obedecer la normativa con la que empezaron a interconectarse con la red eléctrica que fue conocida en su tiempo como fit and forget que podría traducirse como conectar y olvidarse (Aquino Robles et al 2013).

Dado que en la red eléctrica como ya se había mencionado anteriormente; la energía debe generarse en el momento mismo que se consume, so pena de hacer variar los dos principales parámetros del servicio, como lo es la onda de tensión y la frecuencia de oscilación de la corriente alterna. Por lo cual el concepto de Planta virtual de generación eléctrica, tendrá por tanto de disponer de los mandos necesarios para poder ajustarse a las necesidades de la red eléctrica en cualquier momento. Necesitará por tanto de sistemas de monitoreo y de adquisición de datos (SCADA), colocando a las redes de distribución eléctrica en camino a convertirse plenamente en redes eléctricas inteligentes. Vea figura 5 (Aquino Robles et al 2015b).

Sin embargo existen también ciertas contrariedades para la implementación de las plantas virtuales de generación eléctrica, una de ellas es la relativa incertidumbre de las fuentes de energía renovables de dos de las principales tecnologías que forman el grueso de la microgeneración, las cuales son la variabilidad que puede presentar la insolación o intensidad luminosa del sol, por el paso de nubes o días nublados o de mucho viento y la intermitencia del recurso eólico. Sin embargo como se puede observar en la figura 5. Las fuentes o microfuentes de generación renovable pueden interconectarse de forma sincronizada con generación convencional y aunado a los sistemas de almacenamiento energético (en desarrollo) pueden en un momento dado funcionar incluso de manera autónoma, si es que se llega a perder el suministro de la línea principal. Claro considerando que existan cargas críticas que pudieran ponerse en riesgo sí es que desaparece el suministro de la compañía generadora principal (Aquino Robles et al 2013).

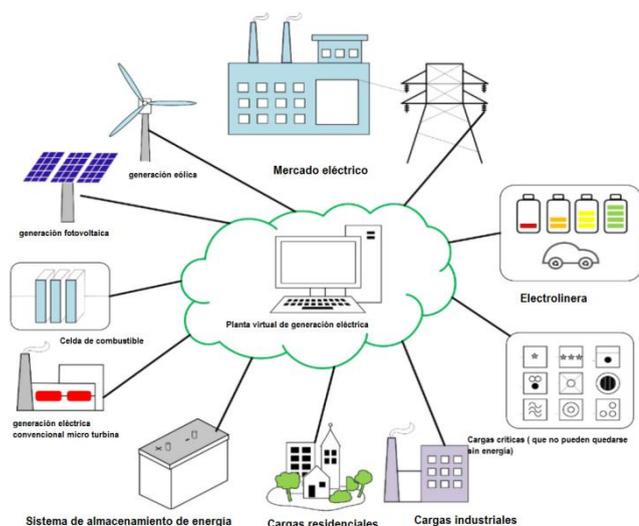


Figura 5 Esquema de una planta virtual de generación eléctrica.

Las dos principales virtudes del agrupamiento entre pequeños microproductores en el concepto denominado Planta virtual de generación eléctrica son:

- Una vez agrupados pueden vender sus excedentes o toda su energía entre los consumidores locales y con ello crear un mercado minorista local en el que incluso pueden venderse también servicios auxiliares.
- Juntos los productores tendrán mayor fuerza para poder negociar en el mercado mayorista, si en un momento dado cuentan ya con la capacidad instalada total que les permita negociar contratos y subastas de gran magnitud.

Con lo anterior se puede considerar que el mercado eléctrico de baja potencia puede llegar a despresurizar problemas que son muy conocidos dentro del ámbito de investigación de los mercados eléctricos. Crisis como la del sistema eléctrico de California en 2001, pudo haberse evitado o en su caso el daño colateral hubiese sido menor al que sucedió con la implementación de un mercado de baja potencia que fuera la alternativa de elección de los clientes eléctricos (Aquino Robles et al 2015b).

A la postre, con la operación en primera instancia del mercado eléctrico mayorista, y posteriormente la del mercado eléctrico minorista será necesario también un ente reconocido institucionalmente hablando para que tanto compradores como vendedores de energía, tanto de nivel macro, como de nivel micro puedan trabajar coordinadamente, bajo una normativa y un reglamento que ellos mismos (los productores-consumidores de energía eléctrica) junto con la CRE y la SENER puedan crear conjuntamente para beneficio de todos en su conjunto. Para lo cual será necesaria la creación de una cámara de comercio de energía eléctrica, muy al estilo de la que ya existe en Brasil cuya página en la red interconectada es <http://www.ccee.org.br/portal>, organismo que interactúa con el ministerio de energía de esa nación <http://www.mme.gov.br/>, justamente también actuando de contrapeso ante el Ministerio de energía y abogando tanto por los productores independientes de energía tantos sus derechos como sus obligaciones agrupados ellos en esa cámara de comercio.

Así mismo para la inserción masiva (masificación) de tecnologías renovables de microgeneración entre la población en urbanizaciones e unidades habitacionales y fraccionamientos y también entre los consumidores industriales y de servicios; existen los siguientes medios contractuales para la interconexión, de acuerdo a (Aquino Robles et al 2013):

- Contrato de Interconexión para fuentes de energía renovable del tipo intermitente¹ (CIEI).

¹ En este caso, se consideran tanto al recurso solar como eólico como fuentes intermitentes, sin embargo es menester aclarar que el recurso solar es más bien en recurso variable, debido a que su presencia tiene que ver con tiempos bastante bien definidos que son la entrada y salida del sol en horas bastante bien determinadas que solo dependen de la estación del año en la que se viva. Sí llegan a existir días de alta nubosidad y días muy nublados estos hacen que el recurso solar disminuya más no hacen que se interrumpa. El recurso eólico sí que es intermitente, puesto que de un momento a otro puede haber una alta disponibilidad de viento y en muy poco tiempo puede que este se ausente totalmente.

Aplicable a permisionarios con capacidad > 0.5 MW con disponibilidad intermitente del energético primario como: energía eólica, solar e hidroelectricidad con almacenamiento o disponibilidad limitados). El contrato permite la interconexión de los permisionarios con el Sistema Eléctrico Nacional y regula su relación con respecto a:

- Servicios de transmisión
- Intercambio de energía
- Compraventa de energía

La energía generada se entrega a la red de transmisión cuando está disponible; La energía generada en cualquier periodo horario y no consumida por los usuarios puede ser “acumulada” por CFE y “entregada” en otros periodos horarios análogos, en periodos distintos o en días o meses diferentes; El intercambio de energía se lleva a cabo al precio de tarifa en el punto de interconexión al Sistema Eléctrico Nacional; Al final del año, el permisionario puede vender a la CFE la energía sobrante acumulada al 85% del CTCP.

Transmisión: Los cargos por transmisión se calculan con base en la energía efectivamente transportada (no en la capacidad reservada de transmisión).

Reconocimiento de capacidad de generación: La capacidad es calculada con base en el promedio de la capacidad de la central, medida durante las horas de máxima demanda en los días hábiles.

Otros: Los cargos por servicios conexos (regulación de frecuencia y voltaje) son por energía generada y no por capacidad instalada. La energía en emergencias se paga al 1.5 del cargo variable de la tarifa correspondiente.

- Contrato de Interconexión para fuentes de energía solar a pequeña escala (Net metering 1:1).

Características:

- Aplicable a cualquier persona física o moral que instale un equipo fotovoltaico menor a 30 kW;
- No se requiere Permiso de generación (< 0.5 MW);
- La energía se intercambia al mismo precio (1:1).

Ventajas:

- Disminución del cargo en la facturación;
- Mejor calidad de la energía, toda vez que la generación está en el lugar donde se consume
- Diversificación del parque de generación del suministrador.

- Contrato de Interconexión para sociedades de autoabasto y cogeneradores con los Suministradores.

Los permisionarios de autoabastecimiento que entreguen energía eléctrica exclusivamente a instalaciones de municipios, estados o gobierno federal pueden utilizar el CIEI con cualquier fuente de energía renovable.

- En estos casos, la Metodología para la determinación de los cargos por servicio de conducción de energía eléctrica en media tensión considera también una disminución en el cargo de transmisión dado el beneficio que aportan a la disminución de pérdidas en la red.

- **Contrato de Compraventa de energía eléctrica para pequeños productores (CCPP).**

CCPP: características:

- Aplicable a permisionarios con capacidad < 30 MW;

- Aplicable a Pequeños Productores ubicados en el Sistema Interconectado Nacional;

- La totalidad de la energía generada es vendida al Suministrador;

- El Suministrador está obligado a tomar la energía del Permisionario;

- El contrato tiene una vigencia de 20 años (renovable);

- La energía se paga al 98% del Costo Total de Corto Plazo (CTCP) de la región de que se trate.

- **Convenio de Compraventa de excedentes de energía eléctrica (energía económica) y porteo.**

- Energía Sobrante: La potencia neta entregada mayor a la potencia de compromiso de porteo en un intervalo de medición. Podrá ser vendida al suministrador en el mismo mes o acumularla para su venta en meses posteriores.

- Energía Faltante: La potencia entregada menor a la potencia de compromiso de porteo. Podrá ser compensada con energía sobrante de meses anteriores.

- Energía Complementaria: Es energía complementaria cuando un Centro de Consumo, además de la energía que recibe de su Fuente de Energía requiere de un contrato de suministro normal de energía.

Con la Energía Complementaria y la Energía Faltante se determina la demanda facturable como lo establece el Acuerdo de Tarifas

- **Compensación:** Se compensará equivalentemente entre Periodos Horarios análogos.

- **Pagos por porteo:** Contratos para fuentes de Energía Renovable: Estos cargos se corrigen en función de la energía realmente porteada (factor de planta).

Desde el punto de vista del usuario común en territorio mexicano, que podría tener un problema económico debido a su consumo energético en ciudades con clima extremo, como Mexicali, Monterrey, Ciudad Juárez, Mérida, Cancún, Ciudades costeras o del Norte de la república y que al poder producir el mismo mediante tecnología fotovoltaica parte o toda su energía que consume en aire acondicionado y demás consumo, podría en un momento dado con la tecnología apropiada simplemente interconectarse mediante los siguientes trámites:

Gestiones para generar energía eléctrica mediante tecnología fotovoltaica a pequeña escala menor a 30 kW se reduce a los siguientes trámites:

1.- Estudio de factibilidad de interconexión (Este se realiza ante la compañía suministradora en este caso CFE

2.- Contrato de interconexión, también se realiza ante la compañía suministradora en este caso también CFE.

El contrato de interconexión para fuentes fotovoltaicas a pequeña escala, es solo un anexo al contrato, con la compañía suministradora CFE. (Vea figura 6).

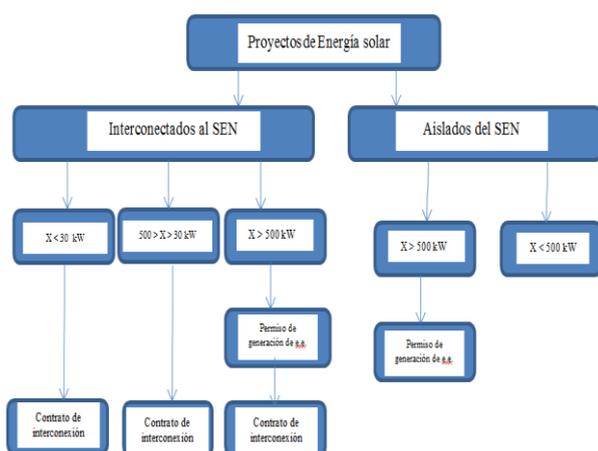


Figura 6 Instrumentos de regulación de proyectos solares fotovoltaicos

Sin embargo el contrato de interconexión se limita a un intercambio energético, basado en el principio de balance neto, medición neta o net metering. El cual consta de lo siguiente:

- Para fines de facturación la medición neta se determinará como la diferencia: energía eléctrica recibida de CFE menos energía eléctrica entregada a CFE.
- Para el caso de que haya una diferencia mayor que cero: Se consume más energía que la que se entrega. Se considerará como un saldo a favor de la CFE y se facturará en la tarifa aplicable de acuerdo al contrato.
- Para el caso de que haya una diferencia igual a cero entonces: Se consume la misma cantidad de energía que la que se entrega a CFE, por lo que se facturará el mínimo establecido en la tarifa en la que se tiene el contrato de suministro normal.
- Para el caso de que haya una diferencia menor que cero significa entonces que: Se entregó más energía que la que se consumió, por lo que se considerará como un crédito energético a favor que podrá ser compensado dentro de los 12 meses siguientes, de no ser así dicho crédito se cancela. La facturación procede de la siguiente manera:

- Se factura el mínimo establecido en la tarifa en la que tiene el contrato de suministro normal y se te guarda virtualmente la energía que quedó a favor, para regresársela automáticamente en las siguientes facturaciones en las que se presenten diferencias mayores que cero.

Comparativa en cuanto a oportunidades comerciales.

Aun cuando la medición neta o net metering permite ciertas ventajas como la de poder tener balance cero o a balance a favor del consumidor. Una de las limitantes que impide que la instalación masiva de sistemas fotovoltaicos se realice en México es debido justamente a este contrato poco atractivo para hacer negocios. Ya que en él se limita únicamente a un intercambio energético y no un intercambio monetario. A pesar de ser el tipo de instalación que menos gestiones deben realizarse. Podría en el papel parecer la más atractiva para implementarse. Sin embargo no se le aprecia como negocio por las razones expuestas en el párrafo anteriormente.

A ese respecto, cabe señalar que para las compañías instaladoras representa una mayor utilidad buscar, los pocos proyectos de gran tamaño que a pesar de ser pocos representan un mercado todavía más atractivo. Más aún la mayor parte de proyectos mayores de 30 kW y menores de 0.5 MW son aún de autoconsumo.

Las oportunidades comerciales que pueden explotarse en principio pueden ser:

Conseguir convencer a muchos consumidores cautivos de generar su propia energía eléctrica, esto es en principio particularmente atractivo para los consumidores de energía en sitios de clima extremo.

Los cuales requieren de aire acondicionado para vivir con cierta comodidad en sus casas. Poblaciones como Mexicali, Ciudad Juárez, Mérida y diversas ciudades o centros turísticos costeros, son particularmente nichos de mercado para instalar sistemas fotovoltaicos domiciliarios. Ello por el importante ahorro monetario que representa producirse su propia energía para autoconsumo. Ya que la cantidad de energía necesaria para tener la casa-habitación climatizada, representa un alto nivel de consumo, aun con la tarifa preferencial que CFE les ha otorgado a esas ciudades sigue siendo alta la cantidad que se debe pagar por todo el consumo.

La dispersión de una cantidad considerable de sistemas fotovoltaicos domiciliarios; entre la población consumidora y en su momento la cantidad de ellos podría integrar una central eléctrica virtual. Ésta Podría llegar a diferir e incluso puede llegar a sustituir no solo la construcción de más líneas de distribución y transporte eléctrico, sino que también de centrales eléctricas convencionales planeadas para incrementar la oferta de energía eléctrica. Con ello se puede también aplazar o dejar de pensar en construir enormes complejos como lo son las grandes centrales nucleares (considerando su enorme vulnerabilidad ante sismos y otros desastres naturales como en el caso reciente de Fukushima Japón) o el caso de grandes centrales hidroeléctricas que llegan a llevarse más de 5 años en construcción y llegan a afectar enormes áreas geográficas y desplazar en ocasiones a poblaciones enteras de sus lugares de origen. En ese contexto de nadie es desconocido que estos grandes complejos tienen una aceptación social negativa y un gran impacto ambiental y la tasa de retorno de la inversión es bastante más larga.

Considerando que poner en marcha una moderna planta térmica de gas natural lleva de 1 a 3 años dependiendo del tamaño de ésta. Una gran central hidroeléctrica de 5 a 10 años, considerando el desplazamiento de población y las obras que deben hacerse alrededor de la planta. Una central nuclear es en tiempo de construcción y puesta en marcha algo similar a la hidroeléctrica. La instalación y puesta en marcha de un pequeño sistema fotovoltaico de hasta 30 kW lleva cuando mucho de 1 a 4 meses considerando el estudio de factibilidad de interconexión de CFE y los permisos correspondientes de la CRE. Y sí se considera que la instalación de varias instalaciones fotovoltaicas se puede llevar a cabo de forma paralela en el tiempo. Se puede manifestar que es la apuesta más viable para sustituir o dejar de construir enormes complejos generadores centralizados de energía que aunque intensivos en capital, son altamente contaminantes o su simple presencia implica grandes riesgos por su alta vulnerabilidad a desastres naturales o en el caso de las hidroeléctricas implican grandes gastos por el llamado concepto de “judicialización” del proyecto. Debido a la problemática inherente a sus daños colaterales en su construcción.

Riesgo reducido con respecto a un gran riesgo financiero

Desde el punto de vista operativo y económico-financiero en caso de que alguna persona vendiera su casa por separado de su sistema de generación eléctrica o por algún motivo dejara de producir energía. El impacto de que un pequeño productor deje de producir, es mínimo. En el caso de que una central de generación de gran tamaño sufriera un daño severo por cualquier índole incluyendo una quiebra financiera o el caso de que su combustible primario escaseara o fuera sumamente caro. El impacto de cerrar una central de gran tamaño sería severo para el sistema interconectado.

Desde estos puntos de vista es necesario quitar algunas cortapisas a un naciente mercado eléctrico a nivel minorista, para que al igual que sucede con los productores independientes, se puede mercar energía eléctrica a niveles minoristas, tal como suceda actualmente a niveles macro. Puesto que esto en cierta medida es un tanto discriminatorio. Considerando que solo se favorece a las economías de escala aun siendo contaminantes con todo y que usen gas natural. En ese aspecto. Debe por tanto favorecerse también las inversiones pequeñas en este sector y que al mismo estas inversiones puedan tener retornos económicos monetarios y no simples intercambios energéticos para el caso del contrato basado en Medición neta.

Conclusiones

En esta investigación, se puede observar la trayectoria que lleva la implementación de las reformas recientemente aprobadas, particularmente la reforma eléctrica. Misma que ha cambiado y cambiará aún más la estructura del sector eléctrico en México.

Deberá tenerse cuidado de verificar todas y cada una de las operaciones que podrían suscitarse tanto desde el punto de vista financiero como técnico mismas que puedan llegar a provocar problemas en la nueva forma de operación en el sector.

Sobretudo deben aprenderse las lecciones catastróficas que han puesto en predicamento a estados como California en Estados Unidos en 2001. Y así como también los problemas que viven actualmente en Alemania y España, donde el cambio modernizador del sector prometía también bajar los precios de la electricidad vía la competencia que habría entre generadores, lo cierto es que bajaron durante un tiempo al inicio y posteriormente nunca han dejado de ir incrementándose.

La apuesta por el mercado de baja potencia servirá precisamente para poder realmente prometer mantener las tarifas en costos adecuados mediante un proceso natural basado en la ley de la oferta y demanda y no mediante artilugios financieros con propósitos electorales que a la postre producen costos altos aunque diferidos a lo largo del tiempo.

Se presentan algunas alternativas para poder crear el mercado en baja tensión y de baja potencia o minorista de energía eléctrica.

Agradecimientos

Los autores agradecen a la SIP del Instituto Politécnico Nacional por el apoyo recibido para la realización de este trabajo el cual es parte del proyecto de investigación registro SIP No. 20161088. Y también a la fundación Carolina, al COTEBAL- IPN y al IIE de México, por las facilidades otorgadas para los cursos doctorales

Referencias

Aquino Robles. J.A., Fernández Nava, Corona L. *Recursos Energéticos Distribuidos frente a los sistemas eléctricos de potencia convencionales*. VIII Congreso de Internacional sobre Innovación y Desarrollo Tecnológico CIINDET 2010 organizado por AMIME y la IEEE sección Morelos, 2010.

Aquino R. J.A., Corona R.L.G., Cuervo P.V.D. Las decisiones del mercado versus las decisiones en la lucha contra el cambio climático – una revisión desde la perspectiva del sector eléctrico. Presentado en el 2º. Congreso Nacional en Investigación en Cambio Climático del 15 al 19 de Octubre del 2012

Aquino Robles. J.A., Corona R.L.G., Fernández N.C. *Comparativa de requisitos para generar energía eléctrica por medio de energías renovables entre empresas y particulares en México*. 3er. Congreso Nacional en Investigación en Cambio Climático del 14 al 18 de Octubre del 2013.

Aquino Robles. J.A. Cortez H. P., Corona R. L. Una misma meta con soluciones en las antípodas – Seguridad de Suministro Eléctrico o Independencia Energética XI Congreso de Internacional de Innovación y Desarrollo Tecnológico CIINDET 2014, IEEE sección Morelos, 2014.

Aquino-Robles J.A. Illescas G.O. Osorio G. B.C. Análisis del incremento en la capacidad instalada, la diversificación energética y el cambio climático en américa latina. 4º. Congreso Nacional en Investigación en Cambio Climático del 20 al 24 de Octubre del 2014.

Aquino-Robles, J. A. González C. J.F., Fernández N. C. El mercado eléctrico de baja potencia en México en el contexto del cambio climático. Quinto congreso nacional de investigación en cambio climático. 2015 ciudad universitaria.

Aquino Robles J.A. González C. J.F. Corona R. L.G. *“Las plantas virtuales de generación en el contexto de México”*. V International Congress on Alternative energies CINEA 2015, Red de energía del IPN México D.F. Noviembre del 2015

García Quintero Edwin, Valoración de la Calidad de la Energía Eléctrica, Respecto a Huecos de Tensión: Índices y Niveles de Calidad, Tesis Doctoral, Universidad Politécnica de Valencia 2008. Disponible en: <http://www.tdx.cat/handle/10803/22108>. Consultado en Enero del 2016

Gilzans G.M. Integración de un modelo fundamental y un modelo econométrico para la caracterización del mercado eléctrico. Proyecto Fin de Carrera para obtener la titulación en Ingeniería Industrial en la Universidad Pontificia de Comillas Madrid. Junio del 2010.

Jiménez H.D. Análisis estratégico de la redes de electricidad. Proyecto Fin de Carrera, presentado para obtener la titulación en Ingeniería Industrial en la Universidad Pontificia de Comillas Madrid. Junio del 2006.

Pérez-Arriaga J., Batlle C., Rivier M., Gómez T., “Expansión de la oferta e infraestructura eléctrica en Iberoamérica: generación, transmisión y distribución”, Libro sobre la energía y regulación en Iberoamérica, CNE, Madrid, 2008.

Yebera Vega, Tomás, “Nuevos retos en el diseño de redes eléctricas de distribución. Enfoque a la carga, la red y la calidad de la energía eléctrica”. Tesis doctoral, Universidad Politécnica de Valencia. Departamento de Ingeniería Eléctrica. Instituto de Tecnología Eléctrica, España, Junio del 2010.