

## Desarrollo sustentable y los diferentes métodos de transporte de energía eléctrica

BAUTISTA-VARGAS, María\*†, BARRON-TORRES, José, GARCÍA-MARTÍNEZ, Arnulfo y HERNÁNDEZ-FLORES, José.

*Universidad Politécnica de Altamira, Programa Académico de Ingeniería en Energía, Dir. Nuevo Libramiento Altamira – puerto industrial km 1.5, acceso por el km 30 de la carretera Tampico – Mante, C.P. 89600*

Recibido Abril 26, 2016; Aceptado Junio 2, 2016

### Resumen

El transporte de energía eléctrica, es el conjunto de dispositivos guiar la energía eléctrica desde una fuente de generación a los centros de consumo. En la presente investigación se realiza un análisis de los aspectos de desarrollo sustentable y la relación con los diversos métodos de transporte de la energía. Para ello, se elaboró tres tablas comparativas, donde se muestran los países seleccionados, los diferentes métodos de transporte de energía eléctrica y los aspectos de Desarrollo Sustentable (social, económico, ambiental y político). Dentro de los resultados obtenidos se obtuvo las características de los dispositivos de transporte de energía eléctrica, uso e impactos en países previamente seleccionados. La comparación de estos países con México muestra la tendencia a la necesidad de aperturar políticas que involucren otros medios para la distribución de la energía, con el fin de implementar el desarrollo sustentable en el país.

**Transporte de Energía Eléctrica, Desarrollo Sustentable, SAG, SWELL, Distribución de Energía inalámbrica**

### Abstract

The transmission of electricity is the set of guiding electric energy from a power generation to consumption centers devices. In this research an analysis of the aspects of sustainable development and the relationship with the various methods of transportation of energy is done. To do this, three comparative tables, where the selected countries, different methods of power transmission and aspects of sustainable development (social, economic, environmental and political) displayed were developed. Among the results obtained the characteristics of the devices power transmission, use and impact in selected countries it was obtained. Comparison of these countries with Mexico shows the trend to opening the need for policies that involve other means for distribution of energy, in order to implement sustainable development in the country.

**Power Transmission, Sustainable Development, SAG, SWELL, Wireless Power Distribution**

**Citación:** BAUTISTA-VARGAS, María, BARRON-TORRES, José, GARCÍA-MARTÍNEZ, Arnulfo y HERNÁNDEZ-FLORES, José. Desarrollo sustentable y los diferentes métodos de transporte de energía eléctrica. Revista de Tecnología e Innovación 2016, 3-7: 60-72

\*Correspondencia al Autor (Correo electrónico: esther.bautista@upalt.edu.mx)

†Investigador contribuyendo como primer autor.

## Introducción

El transporte de energía eléctrica, es el conjunto de dispositivos para transportar o guiar la energía eléctrica desde una fuente de generación a los centros de consumo (Jiménez, 2006).

Algunas de las problemáticas en el sistema de distribución de energía eléctrica, son causas comunes debido a las fallas en el cableado, como son: las ramas de los árboles a una corta distancia de la red eléctrica, las condiciones climáticas, sobrecalentamiento del cableado eléctrico, aumento repentino del voltaje y en ocasiones, la sobrecarga dentro de las viviendas (Landinger, 2010).

Uno de los factores de este tipo de problemáticas que se presentan en zonas rurales, parques o zonas de áreas verdes son las ramas de los árboles, esto debido a que el sistema de distribución de energía eléctrica de baja tensión se encuentra muy cercano a estas zonas, generando una interrupción debido a que las ramas hacen contacto con el cableado eléctrico, lo cual puede ocasionar cortos temporales, fallas en interruptores, hasta incendios debido a la formación de chispas al contacto (Landinger, 2010; Bouford, 2008).

Otro factor, son las condiciones climáticas, que impacta el ambiente de forma negativa a la red eléctrica. Es decir, en verano, se presentan precipitaciones con más frecuencia en la zona centro de la República Mexicana; lo cual genera problemas en las redes eléctricas debido a que las líneas de distribución se encuentran un poco deterioradas y por ende, existen pérdidas de voltaje.

Dentro del mismo factor, se encuentra otra problemática que es el sobre voltaje, el cual es generado debido a la diferencia de potencial que se crea con la formación de nubes cargadas electrostáticamente generando un alto campo magnético (Ruelas, 2000) , afectando las redes de distribución y transportando una cantidad de energía mayor a la capacidad de esta.

En la actualidad en México, el transporte de energía eléctrica es por medio del cableado; la cual es suministrada alrededor del país por medio de la Comisión Federal de Electricidad (CFE), misma que rige dentro del país como la única empresa dedicada a la satisfacción de la demanda energética a nivel nacional.

El cableado como forma de transporte de energía, suele ser un problema, debido a que se generan situaciones de deterioro en el mismo, lo cual conforme pasa el tiempo se va requiriendo mayor mantenimiento, esto además de provocar problemáticas a la sustentabilidad de comunidades con mayor demanda.

## Sustentabilidad de la energía eléctrica en México

Uno de los enfoques a nivel internacional para los países es que se desarrollen de manera sustentable, por eso en México, se necesita abarcar los puntos correspondientes del desarrollo sustentable, los cuales son de alta importancia para esta investigación. Uno de los puntos a destacar es el aspecto ambiental, el cual, el cableado eléctrico no es competente en este punto, ya que este contamina visualmente a tal grado de perjudicar tanto a la fauna como a los seres humanos; además de generar un residuo que es sintético y no es posible reutilizar.

Otro punto a destacar es el social, en el cual recae la problemática de los accidentes suscitados debido al mantenimiento de este tipo de distribución por parte de los trabajadores de CFE, lo cual también ha generado problemas a la población en general, debido a que en ocasiones, las estructuras de las viviendas se encuentran a pocos metros del sistema y este es un peligro latente para los ocupantes de las mismas (Figura 1).



**Figura 1** Cableado eléctrico en México.

Uno de los aspectos a destacar es el económico, ya que con el nacimiento de nuevas tecnologías, la red de distribución podría ser modificada; esto debido a que son más baratas en cuanto al costo de distribución de energía que la convencional; a pesar de que aún están en desarrollo, prometen ser más eficientes que el cableado. En la Tabla 1, se muestran los costos dependiendo del método de distribución, se puede observar que el método inalámbrico es más costoso, sin embargo abarca más distancia a comparación de la distribución de cableado.

Método de distribución	Distancia (m)	Precio (\$)
Cableado	1 m.	\$126
Inalámbrico	2 m	\$169

**Tabla 1** Costos de método de distribución.

En el aspecto político, de acuerdo al “Manual regulatorio de planeación del sistema eléctrico nacional” la implementación de una nueva tecnología en el ámbito de distribución de energía eléctrica debe pasar por un proceso de evaluación, el cual lleva a cabo una revisión de costos de proyectos recientes efectuados por diferentes países en el mundo (CFE, 2016); creando trabas hacia las nuevas tecnologías eficientes que aún no han sido implementadas en el mundo. Esto merma en los aspectos anteriores de la sustentabilidad, debido a que no permite que el país avance tecnológicamente, además de que persistirán las problemáticas ya mencionadas con anterioridad.

### Calidad de la energía

La calidad de la energía no se puede definir en sí por ser algo indeterminado, pero se podría decir que es la ausencia de interrupciones, sobre tensiones y deformaciones producidas por armónicas en la red y variaciones de voltaje suministrados al usuario (Olvera Contreras, 2013; Yebra Vega, 2010).

En México, se presentan problemas en la distribución de energía eléctrica que dificulta la entrega de energía de calidad al usuario. Los problemas que más se presentan en la actualidad dentro de las redes de distribución son: el hueco de tensión (SAG), elevaciones de tensión (SWELL), Armónicas, Interrupciones, etc.

El SAG es un decremento del voltaje que se presenta a causa descargas atmosféricas, fallas, arranque de motores, falta de mantenimiento de alimentadores, entre otros. El SWELL es el incremento del voltaje a causa de las fallas presentadas en los sistemas de generación, en la red eléctrica y dentro de los hogares, al ocurrir algún corto circuito (García M., 2009; Mora Flórez, 2003).

Los armónicos son cargas no lineales que conectan a las redes eléctricas sinusoidales con corrientes no lineales, lo cual genera un aumento de potencia al transportador, empeorando el factor de potencia de la red y provocando sobrecargas en los conductores, lo cual calienta las redes eléctricas aumentando el efecto Joule (RTR, 2012; Dariel Arcila, 2010).

Estas problemáticas son la llave para dar paso a otros tipos de generación de energía, esto en base a distintos métodos investigados y dispositivos desarrollados.

### Metodología a desarrollar

Como se mencionó con anterioridad, en el presente trabajo se desarrolló una investigación descriptiva, mediante una matriz comparativa de los diferentes métodos de transporte de energía eléctrica.

Sé utilizó la herramienta de Matriz Comparativa para analizar el enfoque de los criterios que manejan cada alternativa de distribución de energía contrastando con los aspectos técnicos ambientales, políticos, sociales y económicos desde la perspectiva que opera los países de India, Nueva Zelanda, Dinamarca, Estados Unidos, China, la Unión Europea y Latinoamérica, comparado con los aspectos que maneja México, ampliando la zona de estudio debido a que los aspectos a tratar son a nivel nacional. Las etapas de desarrollo consistieron en (Figura 2):

1. Descripción de los diferentes métodos de transmisión de energía eléctrica identificando los principios utilizados y los avances realizados hasta el momento (González, 2009; Pérez, 2010; Ingeniería, 2011; pena, 2009).

2. Selección de los países para la comparación de los criterios ya mencionados, en base a la distribución de energía eléctrica, seleccionándose aquellos que han desarrollado características específicas respecto a la implementación de las energías renovables y los que aún se encuentran en desarrollo de la misma (André, 2010).
3. Elaboración de una Matriz Comparativa de doble entrada que muestre la información de una forma resumida y concentrada a través de columnas y filas, principalmente para comparar las características del desarrollo sustentable bajo los criterios establecidos en los países seleccionados y la viabilidad de cada dispositivo.
4. Analizar los resultados obtenidos correlacionando los aspectos que tiene México, Identificando el método relevante podría ser adoptado como una opción de transporte de energía.

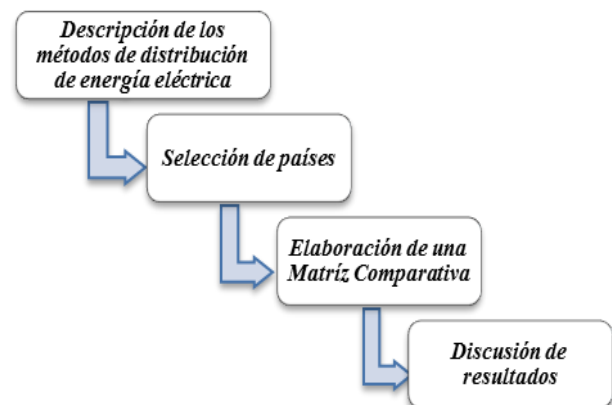


Figura 2 Etapas de desarrollo.

### Resultados

*Descripción de los Métodos de distribución de energía eléctrica.*

Hoy en día, con el desarrollo tecnológico y las investigaciones, se han descubierto nuevos métodos de distribución de energía eléctrica, entre los cuales se encuentran las ondas de radio o de Radiofrecuencia (RF), las microondas, el láser y la inducción electromagnética o inducción de campo cercano. Algunas de estas tecnologías, aún se encuentra en investigación mientras que otras ya se encuentran comercializadas.

La tecnología de transmisión de energía por medio de la RF es basada en la Teoría de Maxwell, la cual hace referencia a las ondas electromagnéticas, su comportamiento y su frecuencia (González, 2009). Las ondas de radio han sido investigadas por años, desde hace más de 150 años, las cuales se ha descubierto que son generadas cuando una corriente alterna pasa por un conductor, su frecuencia es medida en Hertz (Hz) y su longitud de onda en metros (m) (Pérez, 2010). Esta tecnología es utilizada para la transmisión de datos de voz, la voz es transmitida hacia un emisor, la cual es codificada para después ser emitida por medio de una antena transmisora. Hasta el momento, existe una empresa que se dedica a desarrollar ésta tecnología que recientemente ha logrado transmitir micro vatios y mili vatios de potencia (Pérez, 2010).

Otra tecnología en desarrollo es la transmisión de energía por microondas, estas también son ondas electromagnéticas pero, con diferente frecuencia. Lo que diferencia las microondas de las demás es que son de una frecuencia más alta, por ende sus vibraciones son muy elevadas por segundo (Pérez, 2010; Mendoza, 2002). Estas ondas son generadas por un magnetron, el cual es calentado por una corriente eléctrica y produce una nube de protones a su alrededor, lo que provoca que los electrones giren alrededor del filamento en forma de espiral conformado por imanes permanentes que permiten que la energía emitida sea de forma radial.

Al viajar los electrones en forma espiral generan un campo electromagnético perpendicular al desplazamiento de los mismos hasta alcanzar el polo positivo de alto voltaje (Ingeniatic, 2011).

Las microondas han sido estudiadas por años, comenzando con el científico Thomas Alba Edison, el cual comenzó con un dispositivo que generó pulsos eléctricos de duración muy corta combinado con una antena parabólica (Pérez, 2010). Hoy en día, existen empresas interesadas en este tipo de distribución y han comenzado investigaciones acerca de ello.

Uno de los desarrollos logrados gracias al trabajo presentado por Albert Einstein acerca del efecto fotoeléctrico es la aplicación del láser como sistema de distribución de energía. Esta tecnología se basa en la conversión de la energía eléctrica o química en un haz de luz potente, el cual es proyectado a través del aire hacia un receptor que transforma de nueva cuenta en energía eléctrica. Según la teoría del efecto fotoeléctrico desarrollada por Einstein, si se estimulan los átomos de una sustancia, estos pueden emitir una luz de igual longitud de onda. Dicho proceso de emisión estimulada, primero se lleva a cabo el proceso de absorción de un fotón, el cual el electrón que se encuentra ligado al átomo absorbe un fotón y a esto se le es conocido como la inversión temporal del proceso de emisión (Pérez, 2010).

Para que se realice la emisión, debe de existir dentro del ambiente otros fotones que no interactúen con el átomo, a estos se les conoce como fotones “espectadores” los cuales deben tener los mismos números cuánticos del fotón emitido; Estos deben permanecer desde el estado inicial hasta el final. Después, el átomo es rodeado por un fondo de radiación de fotones con la frecuencia y polarización adecuada, generando así un haz láser (Pena, 2009).

Para generar el rayo, es necesaria una fuente de energía eléctrica que excite a los átomos de las sustancias que se usa como medio y cause que estos choquen entre sí para que produzcan la luz. Dentro de este utilizan los espejos para aumentar la luz producida por los átomos, los cuales son enviados hacia adelante y una vez que la luz sea lo suficientemente brillante, pasa a través de un espejo y se produce el rayo. Existe una empresa dedicada a la investigación de este método para la distribución, ya que hasta el momento no se ha desarrollado por completo (Pérez, 2010).

Una de las opciones más desarrolladas en distribución y que existen más empresas generando e innovando este tipo de distribución es por inducción electromagnética. Esta tecnología está basada en la ley de Faraday, debido a que fue el primer físico en descubrir que la energía al producir magnetismo, puede generar electricidad (Castaño, 2008).

Uno de los dispositivos creados para reforzar su teoría fue una conexión de un galvanómetro a una bobina, después introducía un imán a este y observó que se producía una corriente transitoria. Con esto se explica que la inducción electromagnética es el proceso mediante el cual los campos magnéticos generan una corriente eléctrica en un conductor (Pérez, 2010). Hoy en día, esta tecnología ya está puesta en marcha en distintos dispositivos, como el encendido de lámparas, cargando celulares, hasta la recarga de autos eléctricos; siendo una opción más viable para la distribución.

### Selección de países

Debido a que algunos dispositivos se encuentran en desarrollo, aún no se ha creado una comparativa acerca del tema, esto dificulta la selección de los países, por ello se ha utilizado como fuente el uso de las energías renovables.

Existen países que han adquirido las nuevas tecnologías de energías alternativas aplicándolas para el desarrollo de los mismos. Basándonos en esta investigación se seleccionaron los países como India, Nueva Zelanda, Dinamarca, Estados Unidos, China, Unión Europea y Latinoamérica. Dentro de la Unión Europea se incluyeron los países: Italia, Alemania, Francia, España, Suiza; y en Latinoamérica se incluyeron los países: Brasil, Perú, Chile, Argentina y México.

### Elaboración de una Matriz Comparativa

Para la elaboración de una Matriz Comparativa la información se debe presentar de forma resumida y concentrada a través de filas y columnas. Principalmente, se identificaron los aspectos políticos que maneja cada país.

En una segunda estancia se identificaron los aspectos ambiental, social, económico, y político que presenta cada método de distribución de energía creando una comparativa entre los puntos ya mencionados, lo anterior se integró con la información recabada de las políticas dentro de los países seleccionados con los aspectos de cada método de distribución de energía. Se utiliza un sistema binario, manejado valores de "1" si cumple y "0" no cumple, demostrando la viabilidad de cada país de acuerdo al método y que países cuentan con un desarrollo para estos. Realizándose al final una sumatoria de los puntos de cada método y de esta manera identificar al método más viable de transmisión de energía eléctrica en cada país seleccionado, así como las posibilidades de desarrollo y aplicación de esta tecnología.

En la Tabla 2, se observan los países seleccionados en base a las políticas desarrolladas respecto a la aceptación de las nuevas tecnologías y el aprovechamiento de estos, así como la inversión en el desarrollo de nuevas opciones tecnológicas, arrojando datos concretos acerca de su desarrollo tecnológico en base a la investigación señalada con anterioridad. Esto contribuye a tener conocimiento acerca del desarrollo tanto político como tecnológico de cada país, generando así un nicho de oportunidad para el desarrollo de nuevas políticas que permitan el crecimiento de las innovaciones generadas en los mismos.

Entre los resultados obtenidos, la India presenta una gran aceptación de las nuevas formas de aprovechamiento de energía, como son las renovables, además de que se propicia que aumentar la demanda de aprovechamiento de las energías renovables debido al Plan Nacional de Cambio Climático (PNCC) lanzado en 2008 (Sánchez, 2012).

Otro de los países que presenta políticas favorables es Nueva Zelanda, ya que se ha mostrado interesado en apoyar las innovaciones realizadas dentro de su país, actuando como colaborador el país Español (OID, 2016). Dinamarca, es un país que se ha desarrollado potencialmente debido a su cultura ecológica, a la importancia del uso de los recursos renovables y al manejo político dentro del mismo dejándolo así dentro de los primeros diez en el índice de sustentabilidad energética (CME, 2013; Induambiente, 2015).

De acuerdo al documento “Guía sobre la regulación federal de las ventas de electricidad importada en Canadá, México y Estados Unidos”, sólo existe una regulación para el uso, compra-venta de energía y no requiere el permiso para la importación de energía eléctrica, esto demuestra que hasta cierto punto, las normas regulatorias de energía dentro de este país son flexibles, también se han dedicado a utilizar el recurso solar como fuente de energía al igual que el uso de etanol como combustible para la producción de biocalor en edificios (EAN, 2005; REN21, 2016). China, que es otro de los países involucrados, presenta nuevos proyectos desde hace más de diez años, proyectos que involucran el avance energético dentro de este, modificando sus políticas y sus procedimientos de producción (Palazuelos y García, 2007).

Debido a que los avances tecnológicos se han presentado dentro de la Unión Europea, ha dado indicios de que existe una regulación en la mayoría de estos países que involucra la experimentación y la implementación de las innovaciones, además de que la conforman países comprometidos con el uso de las energías renovables como medio de producción de energía (CCE, 2013).

En los últimos años, Latinoamérica se ha interesado en implementar tecnología que beneficie económicamente a los países involucrados. Las empresas transnacionales han mostrado interés en utilizar los recursos de esta zona del mundo, gracias a esto ha comenzado el desarrollo tanto energético como tecnológico de estos países, abriendo una opción más para la implementación de nueva tecnología (CME, 2013).

En base a esto, se observa las desventajas que tiene México con las potencias mundiales, ya que nuestro país cuenta con una política en desarrollo para el aprovechamiento de las innovaciones referentes a distribución de electricidad utilizando energías alternas, situación que en otros países han tratado de mejorar.

Países	Políticas
India	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Potencia mundial a nivel energético.</li> <li>• Apuesta a las energías renovables.</li> <li>• Se encuentra abierto a nuevas tecnologías que sean eficientes.</li> <li>• Sus compañías buscan nuevas opciones a nivel energético en otros países.</li> <li>• Han incrementado su inversión en las energías renovables en un 52%.</li> <li>• En 2011, invirtió 10.3 millones de dls en tecnología.</li> </ul>
Nueva Zelanda	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se encuentra entre los 10 primeros países con alto índice de sustentabilidad energética.</li> <li>• Invierte en la creación de nuevas tecnologías.</li> <li>• Cuenta con un plan de innovación de tecnologías.</li> <li>• Abre paso al uso de nuevas tecnologías que sean eficientes.</li> </ul>
Dinamarca	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cuenta con una política medioambiental y sustentable.</li> <li>• Invierte en la creación de nuevas tecnologías.</li> <li>• Apuestan por el uso de las energías renovables.</li> <li>• Crea programas de concientización ambiental.</li> <li>• Se encuentra abierto a nuevas tecnologías que sean eficientes.</li> </ul>
Estados Unidos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Invierte en la generación de energía eléctrica mediante las energías renovables.</li> <li>• Es uno de los principales productores de energía verde.</li> <li>• En 2011, presentó una inversión de 50 billones de dólares en las tecnologías de energía renovable.</li> <li>• Cuenta con planes futuros para el uso total de los recursos renovables.</li> <li>• No cuenta con legislaciones que prohíban el ingreso de nuevas tecnologías al país.</li> <li>• Se encuentra medianamente abierto al uso de nuevas tecnologías que sean eficientes.</li> </ul>
China	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Utilizan las energías renovables en un 23% de producción.</li> <li>• Es el país líder en inversión en energía y combustibles renovables.</li> <li>• Apoya a la creación de nuevas tecnologías.</li> <li>• En 2014, presentó una inversión de 83.3 billones de USD.</li> <li>• Se encuentra abierto a nuevas tecnologías que sean eficientes.</li> </ul>
Unión Europea	<ul style="list-style-type: none"> <li>• En 2011, se presentó un 20.6% de uso de las energías renovables para la producción de energía.</li> <li>• Invierten en la generación de nuevas tecnologías.</li> <li>• Cuentan con un plan de desarrollo de tecnología.</li> <li>• Se encuentra abierto a nuevas tecnologías que sean eficientes.</li> </ul>
Latinoamérica	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se encuentran en proceso de uso de las energías renovables.</li> <li>• En 2014 invirtieron 13.3 miles de millones de USD.</li> <li>• No cuentan con planes de inversión en el desarrollo de nuevas tecnologías.</li> <li>• Se encuentran cerradas al uso de las nuevas tecnologías.</li> </ul>

**Tabla 2** Matriz descriptiva de los aspectos políticos de cada país.

Se obtuvieron los resultados de los diferentes métodos inalámbricos de transmisión de energía eléctrica en base a los criterios de sustentabilidad. En la tabla 3, estos resultados demuestran que la mayoría de ellos son viables tanto para México como otros países en desarrollo, eliminando las problemáticas ya mencionadas. Existen pros y contras de cada una, dejando en claro que hay tecnologías que no podrán ser aceptadas, una de estas es la tecnología por microondas; si bien ya fue probada en el espacio por una compañía japonesa (Pérez, 2010) y dio resultados positivos, es muy costosa, ya que esta compañía pretende transmitirla desde el espacio direccionada a los módulos fotovoltaicos.

Otra tecnología que cuenta con una gran desventaja es por medio de RF, la cual genera pérdidas al momento de la distribución aunque es una tecnología realmente barata, dejando así dos opciones viables para la transmisión de la energía eléctrica.



Dispositivos	Ambiental	Social	Económico	Político
RF	No contamina	No causa daños en la salud. No es aplicable a los sistemas de distribución debido a que ha sido utilizado para transmitir bajos voltajes (5V).	El dispositivo tiene un costo de \$5 USD.	Es necesario el permiso de las autoridades correspondientes.
Microondas	No contamina	Se encuentra en desarrollo pero arroja datos alentadores para ser una opción viable.	El costo aún no es concreto, pero el plan a futuro de este método promete ser costoso.	Es necesario el permiso de las autoridades correspondientes.
Láser	No contamina	No causa daños en la salud. Se encuentra en desarrollo pero en las pruebas realizadas a dicho dispositivo alcanzó a transmitir 1.5V en una distancia de 10 m.	El dispositivo desarrollado tiene un costo de \$200 USD.	Es necesario el permiso de las autoridades correspondientes.
Inducción Electromagnética	No contamina	No causa daño en la salud. Se ha desarrollado un dispositivo que ha sido utilizado para cargar dispositivos móviles.	El dispositivo desarrollado tiene un costo de \$100 USD.	Es necesario el permiso de las autoridades correspondientes.

**Tabla 3** Aspectos base de los métodos de distribución de energía eléctrica.

Después de obtener los datos necesarios se realizó la integración en la Matriz Comparativa como se muestra en la Tabla 4. De acuerdo a los diferentes métodos de distribución de energía eléctrica en base a los criterios de sustentabilidad que se encuentran dentro de cada país seleccionado.

Los resultados que se obtuvieron comprenden el nivel de aceptación de los mismos de acuerdo a las políticas ya analizadas de cada país, si bien hay países que se encuentran dentro de la lista que están desarrollando algún método ya mencionado, hay otros que debido a la viabilidad de estos pueden ser aceptados para el aprovechamiento de los mismos. Una de las tecnologías que ha sido aceptada dentro de los últimos años ha sido la tecnología Witricity, la cual fue desarrollada y es aplicada en la transmisión a corta distancia, como un cargador de celular, encendido de lámparas, entre otros (Páz y Torres, 2014).

Esta tecnología, demuestra que es posible la eliminación del cableado en la distribución de energía eléctrica pero es necesario llevar a cabo su desarrollo para mejorar el dispositivo y así, permita el transporte a largas distancias. Sin embargo, no es la única tecnología posible, también el uso de la tecnología láser puede ser la opción para la eliminación del cableado, ya que respeta los aspectos de sustentabilidad.

Países	Dispositivos	Ambiental	Social	Económico	Político	Total por dispositivo	Total por país
India	RF	1	0	1	1	3	14
	Microondas	1	1	0	1	3	
	Láser	1	1	1	1	4	
	Inducción Electromagnética	1	1	1	1	4	
Nueva Zelanda	RF	1	0	1	1	3	13
	Microondas	1	1	0	1	3	
	Láser	1	1	1	1	4	
	Inducción Electromagnética	1	1	1	1	3	
Dinamarca	RF	1	0	1	1	3	14
	Microondas	1	1	0	1	3	
	Láser	1	1	1	1	4	
	Inducción Electromagnética	1	1	1	1	4	
EEUU	RF	1	0	1	0	2	11
	Microondas	1	1	0	0	2	
	Láser	1	0	1	1	3	
	Inducción Electromagnética	1	1	1	1	4	
China	RF	1	0	1	0	2	14
	Microondas	1	1	1	1	4	
	Láser	1	1	1	1	4	
	Inducción Electromagnética	1	1	1	1	4	
UE	RF	1	1	1	1	4	13
	Microondas	1	1	0	0	2	
	Láser	1	1	0	1	3	
	Inducción Electromagnética	1	1	1	1	4	
Latinoamérica	RF	1	0	1	0	2	8
	Microondas	1	0	0	0	1	
	Láser	1	1	0	0	2	
	Inducción Electromagnética	1	1	1	0	3	

Estados Unidos (EEUU), Unión Europea (UE);

Sistema binario. 1, si cumple; 0, no cumple

**Tabla 4** Matriz comparativa de los países seleccionados bajo los criterios de aplicación de la sustentabilidad.

Los resultados arrojados por la Matriz Comparativa demuestran que los países más aptos y con más aceptación para estos métodos de distribución son India, Dinamarca y China esto de acuerdo a que obtuvieron una puntuación de 14 puntos mostrando que cumplen con todos los criterios que se seleccionaron.

Otros de los países que le siguen con una puntuación de 13 puntos son países pertenecientes a la Unión Europea, ya que estos presentan un alto índice de aceptación hacia las innovaciones y los métodos que cumplen con los criterios de sustentabilidad. Estados Unidos presenta una puntuación de 11 puntos debido a que sus políticas de aceptación de tecnología aún no han sido desarrolladas por completo.

Finalmente se encuentran países de Latinoamérica, dentro de los cuales se encuentra México que presenta una baja puntuación de 8 puntos esto de acuerdo a las investigaciones políticas de estos países no han sido aperturadas con respecto a los avances de distribución y tecnología, teniendo una gran área de oportunidad al desarrollo tecnológico en los mismos.

### Discusión de los Resultados

Dentro de la investigación se estudiaron los aspectos sustentables respecto a cada dispositivo de transmisión de energía para su comparación con México. Lo expuesto incluye la elaboración de una Matriz Comparativa con el enfoque de los aspectos sustentables como son el ambiental, social, económico y político de cada dispositivo de transmisión de energía eléctrica, desde la perspectiva política que rige a los países seleccionados comparándolo con los aspectos que maneja México.

Cabe señalar que el método de distribución de energía eléctrica más apto es por inducción electromagnética, debido a que cuenta con los aspectos necesarios para el Desarrollo Sustentable y que políticamente, tiene menos problemáticas. Otro punto relevante, es la detección de países que mejor se desarrollan en cuanto a las innovaciones, los cuales son Dinamarca, India y China.

La comparación de estos países con México, muestra la tendencia a la necesidad de aperturar políticas que involucren otros medios para la distribución de la energía, con el fin de implementar el desarrollo sustentable en el país.

### Agradecimiento

Se le agradece el apoyo brindado a la empresa CFE a través del M. C. Arnulfo Benito García Martínez, por facilitarnos el material necesario para la elaboración de este documento. Así como a la Universidad Politécnica de Altamira por su apoyo para el desarrollo y difusión de esta investigación.

### Conclusiones

Los datos arrojados dentro de los aspectos políticos indican que México cuenta con un sistema político que se encuentra en crecimiento hacia el ámbito energético, si bien se utilizan las energías renovables para la producción de energía en un 24.5% aún continúan progresando en este ámbito.

Otro punto a destacar es que la mejor opción como método de distribución de la energía eléctrica es la inducción electromagnética; ya que la compañía Witricity ha mejorado esta tecnología de tal forma que sea más viable.

La inducción electromagnética es un método simple, de bajo costo, que no genera contaminación de algún tipo y que de acuerdo a las políticas mencionadas dentro de la investigación, no genera problemas al ser instalada dentro de sus redes eléctricas y mejoraría los aspectos de las problemáticas ya mencionadas (SAGs, SWELLS, pérdidas por aumento de temperatura, etc.).

### Referencias

André, F., De Castro, L., & Cerdá, E. (2010). Las energías renovables en el ámbito internacional (Licenciatura). Universidad Complutense de Madrid.

Bouford, J. (2008). Spacer cable reduces tree caused customer interruptions. Recuperado de: <http://kafactor.com/content/technical-resources/ieee-scs-paper.pdf>.

Castaño, Arturo R. (2008) Unidad V: Inducción Electromagnética. En: (Primera edición, pp. 2-4) Argentina. Universidad Nacional del Nordeste.

CFE (2016). Código de red (p. 84). México: Subdirección de transmisión.

Consejo Mundial de la Energía (CME). (2013). La red de líderes del sector energético que promueve el suministro y uso sostenible de la energía en beneficio de todos. WEC, 80°, 1-16

Comisión al Consejo Europeo. (2013). Política energética y sus desafíos. Comisión Europea, 1-29.

Dariel Arcila, J. (2010). Armónicos en sistemas eléctricos. IEB. [En línea] <http://www.ieb.com.co>.

Energía de América del Norte (EAN). (2005). Guía Sobre La Regulación Federal De Las Ventas De Electricidad Importada En Canadá, México Y Estados Unidos. Grupo de Trabajo de Energía de América del Norte, 1-12.

García Martínez, A. (2009). Calidad de la energía. Presentación, México.

González Ureña, Á. (2009). Descubrimiento de las ondas de Radio: la confirmación de la Teoría Electromagnética. Investigación y ciencia. [En línea]<http://www.investigacionyciencia.es/blogs/fisica-y-quimica/10/posts/descubrimiento-de-las-ondas-de-radio-la-confirmacin-de-la-teora-electromagnetica-10186>.

Iusa. (2015). Lasta de precios: conductores construcción baja tensión. Iusa. [en línea]. [http://www.iusa.com.mx/Lista\\_Precios/Conductores\\_Const\\_IUSA.pdf](http://www.iusa.com.mx/Lista_Precios/Conductores_Const_IUSA.pdf).

Induambiente. (2015). Dinamarca es un referente mundial en materia de “crecimiento verde”. A continuación revisamos parte de su experiencia, de sus planes de consolidación y de las opciones de colaboración que existen con Chile. Informe Internacional, 52-62

Ingeniatic. (2011). Magnetrón. Ingeniatic. [En línea]. <http://ingeniatic.euitt.upm.es/index.php/tecnologias/item/504-magnet%C3%B3>.

Jiménez Meza, O., Cantú Gutiérrez, V., & Conde Enríquez, A. (2006). Departamento de iluminación y alta tensión (Maestría). Universidad Autónoma de Nuevo León.

Landing, C. (2010). Sistema Hendrix de líneas compactas: Contacto con ramas. Redes eléctricas. [En línea] <http://www.redeselectricas.com.ar/news/hendrixrural.html>.

Mendoza Dueñas, J. (2002). Ondas electromagnéticas. En J. Mendoza Dueñas (Octava edición) Física (Pp. 1-4). Perú: Telafax.

Mora Flórez, J. J. (2003). Perturbaciones en la onda de tensión: Huecos [sag] y sobretensiones [swell]. Presentación, Girona.

Oficina de Información Diplomática (OID). (2013). Nueva Zelanda. Ficha País, 1-6.

Olvera Contreras, J. (2013). Estudio de problemas de compatibilidad dieléctrica en cables semi-aislados para redes de distribución (Licenciatura). Instituto Politécnico Nacional.

Palazuelos, E.y García, C. (2007). La transición energética en China. Instituto Complutense de Estudios Internacionales, 1-47.

Paz Penagos, H. y Torres, J. J. (2014). Witricity mediante inducción magnética. Ingeniería y Desarrollo (Vol. 32, pp. 2-26). Colombia: Universidad del Norte.

Pena Ruano, C. (2009). Absorción y emisión estimulada de fotones por electrones ligados. Coeficientes de Einstein. En C. Pena Ruano, Mecánica Cuántica Avanzada (Primera edición, pp. 9-12). Madrid: Universidad Autónoma de Madrid.

Pérez Arango, J. (2010). Electricidad Inalámbrica (Licenciatura). Universidad Tecnológica de Pereira.

Ren21. (2016). Energías Renovables 2016: Reporte de la situación mundial 2016. Renewable Energy Policy Network for the 21st Century, 1-32.

RTR (2012). Calidad de la energía eléctrica (P. 42). Madrid: RTR.

Ruelas, R. (2008). Puesta a tierra de protección atmosférica. Ruelsa. [En línea] <http://www.ruelsa.com/notas/tierras/pe50.html>.

Sánchez, S. (2012). India: acciones internas de índole energética encaminadas a su conversión como potencia internacional estable. Ciudadanía y Valores, 6°, 27-40.

Yebra Vega, T. (2010). Nuevos retos en el diseño de redes eléctricas de distribución (Doctorado). Universidad Politécnica de Valencia.