

Debilidades, oportunidades, fortalezas y amenazas sobre el planteamiento de la energía eléctrica como alternativa para el transporte en Colombia

Sandra Liliana Uribe C.

Recibido el 7 de MARZO de 2011. Aprobado el 17 de mayo de 2011

Resumen

La disposición y estructura actual de las ciudades, aunado al elevado crecimiento demográfico y la problemática ambiental que el planeta está atravesando, son la coyuntura que demanda políticas sobre el uso y eficiencia del tiempo y energía. Colombia es un país con gran riqueza hídrica, recurso que le brinda la posibilidad de plantear otros tipos de energía como alternativa para el desarrollo.

Palabras clave

Energía eléctrica, transporte, energía alternativa.

Abstract

The current layout and structure of cities, coupled with high population growth and environmental problems the planet is going through, are demanding political situation with potential effects on the use and efficiency of time and energy. Colombia is a country with rich water, a resource that gives you the opportunity to raise other types of energy as an alternative to development.

Keywords

Electrical energy, transportation, alternative energy.

I. Introducción

El presente artículo comienza con una breve reflexión sobre la historia y desarrollo de la energía que actualmente abastece el transporte en Colombia, haciendo énfasis en la problemática que justifica el planteamiento de nuevas alternativas al respecto. Como parte de la problemática que se evidencia, sobretodo desde el punto de vista ambiental, se presenta un escenario de contaminación que sustenta la evidente necesidad de contemplar energías diferentes a las fósiles en el desarrollo de las ciudades. Después de un análisis estratégico sobre las debilidades, oportunidades, fortalezas y amenazas de la energía eléctrica en el transporte, se hace una

breve reseña de situaciones en las que Colombia ha incursionado en este campo y por último se sugiere, a través de las conclusiones, a la energía eléctrica como alternativa para el transporte en Colombia.

¿En que momento se tomó el camino equivocado?

El vehículo eléctrico no es tecnología reciente, en Europa se hicieron los primeros experimentos en el tema alrededor de 1830, luego en 1873 en Inglaterra, la R. Davison construyó el primer modelo y para 1900 existían aproximadamente 1500 en la flota vehicular de Estados Unidos. La historia sería diferente si el mercado automotor hubiese mantenido ese rumbo. Sin embargo, en 1909 Ford expone el vehículo con motor de combustión interna que ofrecía ventajas como mayor potencia y autonomía; Entonces se tomó la decisión. Ahora bien, teniendo en cuenta que en esa época el petróleo se consideraba como fuente de energía "inagotable" es lógico pensar que no pasara mucho tiempo para que esta propuesta inundara el mercado deteniendo la fabricación de vehículos eléctricos en 1930. Además, el escenario que vivía el mundo en esos días, no había creado la necesidad de explorar las fuentes de energía limpia que hoy participan en la nueva etapa de este proyecto.

Los modelos de desarrollo actuales en los países industrializados han generado en gran parte la problemática ambiental que atraviesa hoy el planeta. Estos modelos tienen origen en los siglos XVIII y XIX cuando el mismo transporte asistió el impulso de la revolución Industrial en Europa occidental. Toda una transformación social, económica, tecnológica y cultural suscitó entonces el dominio de la industria sobre el trabajo manual, induciendo estas potencias a cimentar sus economías en la enorme capacidad de producción que esta revolución generó sin pensar en las consecuencias que hoy se habla de revertir.

II. Desarrollo de la temática

La constante problemática generada sobre el planeta debida a las acciones humanas ha hecho evidente la necesidad de promocionar una nueva corriente de pensamiento cuyo objetivo sea buscar soluciones a las necesidades de la sociedad contemporánea sin afectar su entorno y el medio ambiente, es decir, encontrar una solución en la cual converjan el factor económico, social y ambiental que garantice una mejor calidad de vida.

Uno de los problemas más significativos que ha tenido que enfrentar este "desarrollo" ha sido el incremento demográfico que ha afectado la capacidad del hombre para adaptarse de manera responsable al entorno, y como una cosa conlleva

a otra; el improvisado crecimiento de las poblaciones ha repercutido en la mala gestión de recursos y la deficiente estrategia para planear sistemas de transporte eficientes que cubran las necesidades de comercio y convivencia.

¡Hoy ya no es una alternativa, es una necesidad!

Como fue el vehículo de combustión interna el origen del sistema de transporte que hoy se ha popularizado, la evaluación de sus consecuencias se convierte en el tema central de esta problemática.

La principal fuente de energía que mueve el transporte a escala mundial tiene como origen los combustibles fósiles debido a su efectividad y al hecho de que su extracción no es muy costosa. El uso de la gasolina en los automóviles comienza en 1885 y desde entonces su incremento se ha presentado de manera desmedida, generando en el ambiente consecuencias como la lluvia ácida, el calentamiento global y la contaminación del aire que en las ciudades se ha evidenciado, entre otras, en el constante crecimiento de enfermedades respiratorias en los ciudadanos.

Todo esto obliga a la sociedad a pensar en replantear su modo de vida y especialmente de movilidad en función de nuevas fuentes de energía menos contaminantes, sistemas de mayor eficiencia en el transporte e indudablemente en la generación de conciencia ambiental en la población.

Según estadísticas sobre el comportamiento del consumo de energía primaria por sectores en Colombia, 1990-2005 de la Unidad de Planeación Minero Energética (UPME), 2007, la demanda de energía en el sector del transporte ha manifestado un crecimiento del 2,14% medio anual y posee una participación del 28,8% de energía de origen fósil de la totalidad que demanda el país. Si parte de esta energía que hoy es generada a partir de combustibles fósiles fuese remplazada por energía más limpia procedente de las hidroeléctricas, se estaría aliviando al planeta de una cantidad de emisiones de gases nocivos y las ciudades serían más respirables.

El escenario de contaminación por causa de la gasolina como fuente de energía para el transporte en Colombia.

Colombia es un país con 44 millones de habitantes aproximadamente, residentes en su mayoría en los centros urbanos. Según un informe del Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) del año 2008, esta distribución sería del 76% en las ciudades y el restante en zonas rurales, argumentando

así que la demanda en el transporte tenga un valor representativo y además tienda a elevarse.

Además, según datos del Ministerio de Transporte (2008), el parque automotor colombiano cuenta con 5.3 millones de vehículos de los cuales aproximadamente el 50% se encuentran concentrados en Bogotá y Medellín, con una distribución porcentual de la siguiente manera: El uso de vehículo particular es predominante con un 42%, un 41% son motocicletas, el 4% buses y busetas, otro 4% son vehículos de carga y un 9% vehículos varios. Además, se estima que el 16% de estas cifras son vehículos con más de 20 años de uso, aumentando el consumo de combustible y por consiguiente de emisiones.

De otra parte, entre el año 2000 y el año 2008 entraron en circulación alrededor de 1 millón de vehículos, evidenciando cambios en la tasa de crecimiento del parque automotor. Este fenómeno se debe en parte a la política de libre comercio implementada por el presidente César Gaviria en los años 90, que intervino en la dinámica comercial del país aumentando la población en algunas ciudades. El mercado interno fue entonces invadido por la importación de productos manufacturados entre estos, el vehículo, dejándolo al alcance de la población de ingresos medios y bajos.

De igual manera, el cambio cultural y social producto de crisis económicas, ha vendido el sector transporte como una oportunidad de trabajo causando la sobreoferta de unidades de transporte público que a su vez es responsable de la mala calidad del servicio ya que aumenta el congestionamiento y nuevamente las emisiones.

En el periodo de 1985 a 2007, estos índices se ubicaron hasta tres veces por encima de las tasas de crecimiento de la población en las ciudades más importantes de Colombia incidiendo de esta manera en las tasas de motorización¹ como se muestra en la tabla 1.

CIUDAD	TASA DE MOTORIZACIÓN (# Vehículos x 1000 Hab.)			
	1985	1990	2000	2007
BOGOTÁ	60,54	67,55	101,36	140,57
CALI	49,07	57,87	98,58	123,52
MEDELLÍN	57,26	65,33	92,36	97,05
BARRANQUILLA	50,68	59,31	88,12	120,25

Tabla 1. Tasa de motorización 1985-2007 - Principales Ciudades de Colombia. Fuente: Incremento del parque automotor y su influencia en la congestión de las principales ciudades colombianas. Universidad del Valle, Cali, Colombia, 2009.

1 Número de vehículos por cada 1000 habitantes

Con base en este comportamiento, se espera a largo plazo que la proyección de crecimiento de la población y el transporte en las grandes ciudades, arroje un aumento del 12%.

Caos en la movilidad...

Según el informe del Departamento de Planeación Nacional (DPN) del año 2005, en las principales ciudades del país la relación entre el número de habitantes y la cantidad de buses es discordante. Mientras el sistema de transporte de la capital colombiana cuenta con 3,1 unidades de servicio por cada 1000 habitantes, en Santiago de Chile este valor es de 1,3, en Curitiba (Brasil) de 0,7 y en Quito (Ecuador) de 1. No obstante, en este momento el sistema Trasmilenio² ha comenzado a reflejar decremento en las cifras anteriores asistiendo al 14% de la demanda de viajes diarios y seguido por otros sistemas como, Metrolus, Metro línea y Mío en otras ciudades.

Por ello, los indicadores sobre la densificación urbana y el transporte inherente, la tasa de motorización, la ineficiencia en la operación del sistema actual, la proyección en el crecimiento poblacional y del transporte: construyen un escenario preocupante a la luz de la problemática ambiental.

La problemática ambiental...

El consumo de combustibles fósiles en el sector del transporte, tanto en Colombia como en el ámbito mundial, ha sido y según las proyecciones sobre el escenario actual, seguirá siendo, si no se hace un cambio, la más representativa frente a los demás demandantes.

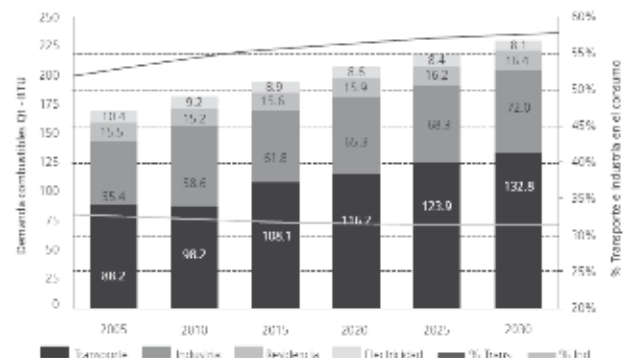


Figura 1. Consumo de combustibles fósiles por sector y proyecciones. Fuente: Alternativa energética para un transporte urbano sustentable en Colombia.-CODENSA. 2010

La gasolina es una mezcla de hidrocarburos³ derivada del petróleo que se utiliza como combustible en vehículos de combustión interna. El CO₂⁴ es el prin-

2 Sistema de transporte público masivo de la ciudad de Bogotá D.C.

3 Compuestos orgánicos formados por átomos de Carbono e hidrógeno

4 Dióxido de Carbono.

principal gas que genera el denominado efecto invernadero. Por otro lado, las emisiones de monóxido y dióxido de carbono además de otros gases como el óxido de nitrógeno, han conllevado a un contexto ambiental con alarmantes niveles de contaminación sobre todo en la capital, escenario que no sólo afecta la salud de las personas y la imagen de las ciudades sino también otros ecosistemas urbanos y la calidad del agua, entre otros.

Otro factor contaminante importante son las cenizas, estas son partículas sólidas que no se queman en el proceso de combustión. Aunque el petróleo y el gas natural generan menos cenizas que el carbón, la contaminación del aire producida por su presencia en el combustible se convierte en un problema para las ciudades donde se concentra un elevado número de vehículos a gasolina y diesel.

Aunque los sistemas de BRT⁵ están diseñados para funcionar con Diesel. Este combustible es también un derivado del petróleo, de menor costo que la gasolina y aún más nocivo para el medio ambiente debido a las emisiones contaminantes como el azufre y el nitrógeno inherentes del proceso.

El óxido de azufre (SOx) y el nitrógeno (NOx), contribuyen de manera importante a la generación de la lluvia ácida ya que se convierten en ácido sulfúrico con la humedad del aire. Aunque Estados Unidos, Europa y en especial los fabricantes de motores diesel han demostrado la preocupación y la iniciativa en investigación para reducir el contenido de estos compuestos en el combustible, aún no se ven resultados representativos. Hoy ha aumentado la intervención del biodiesel⁶ en este mercado gracias a que en un balance general sobre los efectos de SOx y NOx del 100% de biodiesel comparado con 100% de diesel evidencia que, el de origen vegetal es menos contaminante.

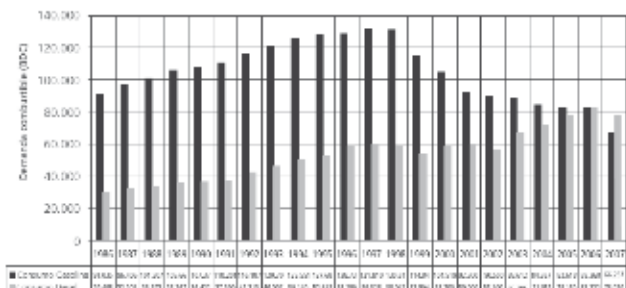


Figura 2. Consumo de combustibles en BDC para el transporte terrestre en Colombia, 1996-2007. Fuente: Alternativa energética para un transporte urbano sustentable en Colombia. CO-DENSA, 2010.

5 Bus Rapid Transit (bus de tránsito rápido)

6 Combustible derivado de aceites vegetales que puede remplazar al diesel.

De igual manera, la evidente deficiencia en la calidad del aire que esta fuente de energía en el transporte proporciona, es causada por material particulado⁷. Este material es responsable de enfermedades respiratorias, oculares, y hasta mortalidad infantil por Infección Respiratoria Aguda (IRA), eventos que suscitan a su vez la ineficiencia productiva en la economía, ya que son causa de numerosas incapacidades laborales y gastos en servicios médicos. La pérdida de imagen de las ciudades producto del smog, impacto en los ecosistemas urbanos y la contaminación del agua son consecuencias adicionales e igualmente preocupantes.

Matriz DOFA (Debilidades, Oportunidades, Fortalezas y Amenazas) del problema e identificación de estrategias para el planteamiento de una solución.

La matriz DOFA es una herramienta estratégica creada con el fin de formular y sobre todo evaluar proyectos. Hasta el momento ha sido aplicada a empresas, países y en este caso a una propuesta o proyecto. El objetivo de este tipo de análisis es principalmente identificar las debilidades, oportunidades, fortalezas y amenazas del objeto de estudio, buscando relacionarlas, encontrar su viabilidad y potenciar los factores positivos.

DOFA Sobre el planteamiento de la energía eléctrica como alternativa para el transporte en Colombia.

Si se habla en términos ambientales, la relación costo-beneficio de la implementación de la energía eléctrica en el sector del transporte es incuestionable. Sin embargo, éste no es el único factor que influencia la toma de una decisión de este calibre en un país como Colombia. Variables como la política, la economía y sobre todo el gremio que importa la gasolina son determinantes en este caso.

Desde que comenzó la explotación como tal del petróleo a mediados del siglo XIX se ha registrado un crecimiento exponencial gracias a la petroquímica, electricidad y el transporte. La demanda de energía por el sector del transporte en Colombia, según UPME, 2005, constituye el 39% de las 225 mil teracalorías⁸ que componen la demanda total de energía en el país. De este monto, el 74% es de origen fósil (Petróleo, Carbón y Gas natural). Ahora bien, teniendo presente que la gasolina ha perdido participación en este escenario con la influencia del diesel a partir del año 2004, se espera que siga decreciendo con el aumento del biodiesel y el gas natural.

7 Mezcla de partículas suspendidas en el aire las que varían en tamaño y composición dependiendo de sus fuentes de emisiones. (MP)

8 Un billón de calorías.

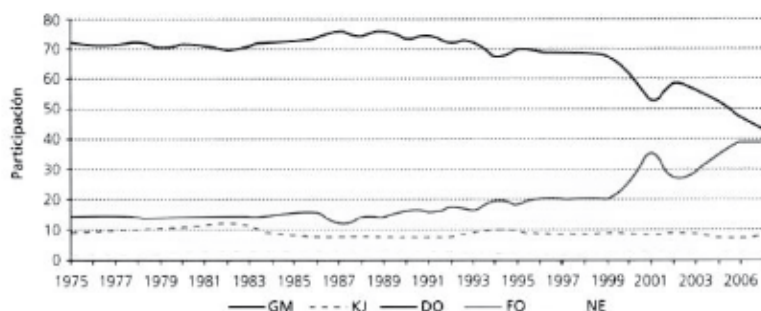


Figura 3. Participación porcentual de los energéticos en el sector transporte, 1975-2006. Fuente: *Alternativa energética para un transporte urbano sustentable en Colombia*. -CODENSA. 2009

GM gasolina, KJ Kerosene, DO Diesel Oil, FO Fuel Oil, NE No Energéticos.

En Colombia hasta el año 2008, los biocombustibles cubrieron el 70% de producción de etanol correspondiente a 325 millones de litros / año. Un 20% en biodiesel (55 millones de litros / año). Según Proexport (2008) el área cultivada en Colombia con este propósito es de 300 mil hectáreas y al año 2020 se proyecta que sean 3 millones. Sin embargo, se estima que al día todavía se importan alrededor de 20 mil barriles diarios de Diesel.

Debilidades de Colombia frente a la implementación de la energía eléctrica en el transporte:

- La normalización: Es un reto para Colombia comenzar a crear, estudiar, evaluar y disponer de nuevas normas basadas en un sistema tan diferente al actual, comenzando por los estándares en la calidad del servicio, responsabilidades y derechos de los usuarios, entre otros.

- El costo inicial del sistema: Aunque no se tienen valores confiables respecto al costo de ésta tecnología, se sabe que requiere una alta inversión inicial. Además del costo del vehículo como tal, se requerirá inversión para los centros de recarga de las baterías. Aunque la evolución tecnológica, la masificación gradual de la tecnología, como en pasadas ocasiones, (televisores, celulares...) regulará el precio, siguiendo la teoría de la Economía de escala⁹, El país no tiene aún una estructura política consistente frente a esta nueva oferta.

Respecto a lo anterior, la directora del Centro Colombiano de Tecnologías del Transporte (CCTT), María Teresa Cadena, señala que el sobre costo del valor inicial de estos vehículos se verá compensado en los costos de operación en el consumo debido a que pueden ser hasta un 40% más eficientes que los autos convencionales y adicio-

nalmente no emiten GEI, son silenciosos y presentan baja vibración.

- *Costo del automóvil:* El precio del modelo (Nissan Leaf) en Colombia, por ejemplo, no está estimado aún ya que depende de las políticas que activen los gobiernos. Sin embargo, un valor de referencia podría ser el costo a diciembre del presente año en Estados Unidos que es de US\$ 32.000.

- *Vida útil de las baterías:* se estima que la duración de un vehículo eléctrico es de 20 años, ahora bien, los estudios reflejan que las baterías recargables tienen una vida útil de 5 a 10 años máximo y una nueva batería tendría un costo equivalente al de un auto convencional.

- *Autonomía¹⁰ limitada:* Aunque ya existen vehículos con autonomía de hasta 180 Km., se estima que los modelos piloto en esta estrategia de implementación de transporte eléctrico en Colombia, tengan una autonomía que no supere 120 Km. No obstante, si se piensa en el transporte urbano particular, este rango no sería un problema en cuanto la disposición de las ciudades y de la cultura.

- *Tiempo de carga:* Es un desafío para el sistema de generación y distribución de energía, crear una estrategia para suplir la sobre demanda en ciertas horas ya que se esperaría que todos los autos se dispongan a recargar sus baterías en horas de la noche. Además, en el usuario también representaría un inconveniente la resistencia al cambio en términos culturales ya que para "tanquear" un vehículo convencional se requiere de poco minutos, mientras que la recarga de las baterías de un auto eléctrico podría demorar horas. Sin embargo, la empresa "Plugless Power" ya está trabajando en el diseño de una tecnología que idealmente funcione como un cargador universal sin cables. Si esta idea madura, pudiese disponerse este cargador en los parqueaderos de los centros comerciales u oficinas de tal manera que los usuarios puedan recargar sus autos mientras hacen compras, o trabajan.

- *El manejo de residuos:* No hay claridad en la investigación sobre el posible destino, reciclaje o disposición final de las baterías.

- *Desventajas de los vehículos eléctricos:* Estos vehículos son lentos con respecto a los convencionales, es una tecnología poco conocida y publicitarla adecuadamente demandaría tiempo y dinero adicional,

⁹ Proceso mediante el cual los costos unitarios de producción disminuyen al aumentar la cantidad de unidades producidas.

¹⁰ Carga de la batería en términos de kilometraje recorrido.

se requiere infraestructura física y tecnológica para las instalaciones de recarga de las baterías, es necesario contar con personal capacitado en este tipo de mecánica para masificar la tarea de mantenimiento. Además, el motor y los controles son de importación.

Oportunidades de Colombia frente a la implementación de la energía eléctrica en el transporte:

· *Ventaja Ambiental:* El transporte con energía eléctrica, inicialmente en el sistema de transporte público, representa un cambio en la calidad del aire en las principales ciudades del país, acompañado de las mejores prácticas de conducción y alivio en la sobre oferta de transporte público que semencionó al principio del presente informe.

Los vehículos eléctricos, a diferencia de los convencionales, no emiten material particulado, este material es responsable de enfermedades respiratorias, oculares, y hasta mortalidad infantil por Infección Respiratoria Aguda (IRA), eventos que ocasionan a su vez disminución en la producción de bienes y servicios del país ya que son causa de numerosas incapacidades laborales, además de gastos en servicios médicos. Hay que recordar que un factor determinante en la productividad de un país, compete a la salud y señala al Estado como el principal responsable.

· *Sostenibilidad financiera:* Durante la última década, el precio de los combustibles fósiles ha tendido al alza debido al desmonte gradual de subsidios, la homogenización del precio de la gasolina referente a los precios internacionales y la adopción de costos transferidos al mejoramiento del combustible y al mantenimiento de la malla vial. La capacidad que demandaría este sistema eléctrico independizaría el costo del mercado internacional ya que el precio de la energía eléctrica no depende de tantas variables.

· *Incentivo económico a largo plazo:* Según Ken Ramírez, director del programa de gerencia y planificación corporativa de 'Nissan para Latinoamérica "Hacer la recarga de un vehículo eléctrico en el hogar, con una conexión de 110 voltios, costaría al día de hoy \$9.600 con la tarifa del estrato más alto. Para recorrer esa misma distancia con un motor a gasolina, tomando en cuenta un consumo eficiente de 12 kilómetros por litro, se necesitarían \$27.500. La diferencia entre un mecanismo que funciona con electricidad y el otro por combustión interna es de casi \$18.000"

· *Beneficios en el mercado del Carbono:* La reducción de emisiones de Gases Efecto Invernadero

(GEI) brinda la posibilidad de acceso a planes de financiamiento para el desarrollo de iniciativas bajas en emisiones. De hecho, en el pasado Foro de Movilidad, Energías Alternativas y Medio Ambiente, el director del Centro Andino, Thomas Black, explicó al público la ventaja en términos de rentabilidad que ofrece introducir una flota de vehículos eléctricos en el sistema de transporte a través de mecanismos de co-financiación de desarrollo limpio de las Naciones Unidas.

· *Fuente de energía renovable:* Según lo indica la Agencia Nacional de Hidrocarburos (ANH, 2009), existe la posibilidad de que en el año 2015 quiebre la producción de petróleo con relación a la demanda interna. Esto lleva a pensar en aprovechar otras fuentes de energía.

· *Ventajas de los vehículos eléctricos:* Mayor potencia en el arranque, utilizan energía alternativa, no producen emisiones en el lugar de operación, es más eficiente en la ciudad, los costos de mantenimiento son menores, la ubicación de la batería en los carros ya no requiere de un espacio voluminoso, es posible ubicarlas en las puertas o a lo largo y ancho del piso del vehículo aumentando su estabilidad. Adicional a esto, la calidad del aire al interior del vehículo, la reducción en la vibración y el ruido serían beneficios adicionales.

· *Otros:* Aumento en los niveles de sostenibilidad de las ciudades producto de la reducción en la demanda de energía y promoción de sistemas más eficientes. Además del reordenamiento urbano y cultural en torno al transporte eléctrico y la reducción de la contaminación por ruido.

Fortalezas de Colombia frente a la implementación de la energía eléctrica en el transporte:

· *Hidroeléctricas:* Dentro de las numerosas ventajas que tiene Colombia, como su biodiversidad, variedad climática, entre otros, se encuentra su riqueza hídrica. Colombia cuenta con aguas oceánicas, lagunas, ríos de gran caudal vitales para el medio ambiente y aguas subterráneas. Aunado a esto, la ubicación geográfica tropical permite precipitaciones anuales de más de 3.000 milímetros, cuando el promedio mundial es de 900.

Colombia disfruta además de un autoabastecimiento a largo plazo confiable. Según (MX, 2008) la demanda de energía eléctrica en Colombia está cubierta en un 80% aproximado por las hidroeléctricas y sólo el 20% tiene como fuente el carbón, el gas natural y otros como se observa en la figura 4. Este país tiene tantos recursos que hoy en día soporta la

demanda interna y además exporta energía eléctrica a Ecuador y Venezuela.

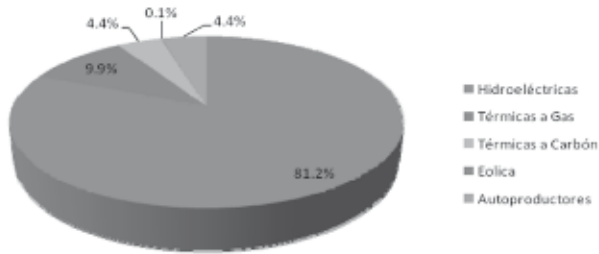


Figura 4. Generación de energía eléctrica por tipo de fuente - 2008. Fuente: UPME, 2009

Del potencial hidroeléctrico nacional actual, se aprovecha sólo un 12%. Mientras las grandes hidroeléctricas generan hasta 65 GW y 25 GW más que vienen de centrales menores, dejando sólo 10 GW para la energía eólica. Las hidroeléctricas solo cubren el 68% de la potencia instalada de generación eléctrica en Colombia (ver figura 5). Sin embargo, existen nuevos proyectos de generación que representan hasta 3.000 MW de potencia para centrales hidroeléctricas, estos proyectos son: Sogamoso, pescadero, Ituango, Miel II, Quimbo, Cucuana y Porce IV.

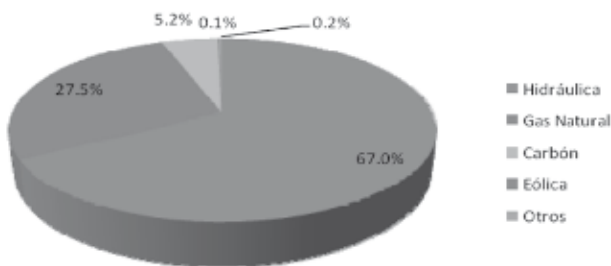


Figura 5. Participación por tipo de fuente de la capacidad instalada - 2008. Fuente: UPME, 2009

Según, Enel Fulvio Conti, director general del grupo energético italiano, la electricidad es el vector energético más eficiente ya que la transformación de la energía primaria en fuerza de trabajo es el doble.

- Costo de Oportunidad: La energía eléctrica como producto sustituto de la gasolina disminuye sustancialmente la participación de los combustibles en el transporte. Al eliminar la necesidad de importar gasolina, se puede obtener un mayor costo de oportunidad desviando este recurso hacia otros proyectos.

Amenazas de Colombia frente a la implementación de la energía eléctrica en el transporte:

- *Falta de confiabilidad del recurso:* Según el ambientalista Carlos Molina, en su informe de la contraloría para el medio Ambiente, la riqueza en el recurso hídrico colombiano ya no es tanta y además tiende

a disminuir por la reducción de fuentes hídricas evento que es consecuencia de la deforestación y la inadecuada disposición de residuos. Esto le brinda falta de confiabilidad al modelo de transporte basado en energía eléctrica. Sin embargo como estrategia de contingencia, se pretende construir nuevos proyectos de embalses y regulación de caudales.

Trayectoria de Colombia en el transporte con energía eléctrica.

El tranvía en Medellín comenzó a laborar en 1920 y funcionó hasta 1950, este sistema fue catalogado como el sistema de locomoción urbana más eficiente y limpio del mundo. Por otra parte, en Bogotá desde comienzos del siglo XX hasta 1951 aproximadamente operaron los trolebuses a lo largo de 54 Kilómetros en la ciudad.

En 1996, Medellín inauguró, después de 14 años de construcción, el sistema de metro, compuesto por 2 líneas, la primera de 23,2 Km. y la de segunda de 5,6 Km. Este sistema transporta hoy alrededor de 500 mil personas al día (día laboral) convirtiéndose en una pieza clave para la movilidad en la ciudad. Además, es más efectivo en términos de velocidad, economía y es "cero emisiones" contribuyendo a la calidad del aire. La energía consumida por el metro durante el año 2008 fue menor a 60 GW / hora y abastecida por las centrales hidroeléctricas de la región. Además, las reducciones de emisiones de CO2 le han permitido participar en el mercado de carbono siendo beneficiario de bonos y permitiendo contemplar la posibilidad de integrar 14 trenes más con una capacidad de 1.100 pasajeros.

Colombia también cuenta con otras experiencias como los sistemas eléctricos que transportan la carga desde la zona industrial hasta las instalaciones ó entre las canteras de material y las centrales de procesamiento. Un ejemplo claro es Acerías Paz del Río, en Boyacá.

El Cable es también un claro ejemplo. En Medellín existen 2 líneas, en Manizales está el cable los Cármbulos con 2,7 Kilómetros y capacidad de 1500 pasajeros por hora y siguiendo la misma estructura, en Monserrate, Bogotá y Chicamocha, Santander el transporte turístico construyó sus propias estructuras.

Vehículos de carga eléctricos ejerciendo en Colombia: debido a la reglamentación para reducir el riesgo de contaminación en centros farmacéuticos y de alimentos, por ejemplo, se han implementado vehículos eléctricos. También en zonas confinadas como centros industriales y comerciales. Aunque estos vehículos tienen ciertas limitaciones como la falta

de claridad en la reglamentación, falta de promoción y venta y sobre todo el hecho de que la industria local se limita al uso de baterías recargables haciéndolo muy costoso. Existe alrededor de esta tecnología falta de investigación sobre el beneficio en la calidad del aire. Según los proveedores nacionales un vehículo de carga eléctrico requiere menor mantenimiento ya que consta de menos piezas, el costo de la energía es inferior al del combustible y la vida útil es mayor a la de un vehículo convencional. Pero el costo inicial supera en hasta un 80% al vehículo convencional.

¿Se podría implementar el transporte con energía eléctrica en Colombia?

Teniendo en cuenta el elevado costo de estos vehículos y la estructura de manejo que trae consigo misma. Motivar al usuario dependería inicialmente del manejo de incentivos como omisión del "pico y placa", estacionamiento sin costo o asesorías y adecuaciones eléctricas en los hogares. Además de sobre costos en la gasolina o peajes para los usuarios de vehículos tradicionales.

Y como esta es una solución global y se debe tratar desde cada uno de los eslabones de la cadena productiva tendrían que existir también incentivos hacia los productores de vehículos y en la importación.

El pasado 10 de junio, el ministro de ambiente y vivienda Carlos Costa Posada, anunció que este año sería posible importar (cero arancel) automóviles, buses, articulados, eléctricos, híbridos y exclusivos de gas natural.

III. Conclusiones

- Según el diagnóstico del DOFA, El sistema de transporte eléctrico podría ser una alternativa con grandes oportunidades en Colombia, por ejemplo la participación como beneficiario en el mercado del carbono y la adaptabilidad de recursos que exige el sistema.

- Como primera medida se podría implementar este tipo de tecnología en el transporte público obedeciendo al hecho de su papel representativo dentro de la distribución modal del transporte, apoyado obviamente en incentivos gubernamentales.
- A mediano plazo se podría implantar la masificación de sistemas eléctricos más económicos, como la bicicleta, dando paso de manera gradual a los vehículos eléctricos compactos para el transporte particular.
- Se debe motivar la investigación en baterías recargables ligeras, cargadores universales inalámbricos, estaciones de recarga rápida, y nuevas referencias de vehículos eléctricos modificando de paso su tamaño y haciéndolos más pequeños con el fin de atacar el congestionamiento vial.
- La mayoría de debilidades que presenta el DOFA cuentan con estrategias de mitigación. Es evidente que existe investigación sobre alternativas para abordar y contrarrestar algunas de ellas.

IV. Referencias

- [1] Agencia Nacional de Hidrocarburos (ANH), (2009), *Colombia: Petróleo y Futuro*, Bogotá D. C., ANH.
- [2] Colombia, Ministerio de transporte (2008).
- [3] Colombia, Departamento Nacional de Estadística (2008). www.dane.gov.co
- [4] Colombia, Departamento Nacional de Planeación (2005).
- [5] Econometría S. A. (2007), *Evaluación de las posibilidades de utilización de medios de transporte energizados con electricidad*, Informe final, Bogotá D. C.
- [6] Energy International Administration, EIA, 2004, 2005, 2007
- [7] Naciones Unidas. Conferencia de Río de Janeiro. Brasil.
- [8] Sánchez, R. (2006), *Impacto de la demanda de energía eléctrica en Colombia debido a la penetración de vehículos híbridos y eléctricos*, [trabajo de grado], Medellín, Universidad Nacional de Colombia.
- [9] Velandía, E. (2009), *Energía Eléctrica. Alternativa energética para un transporte urbano sustentable en Colombia*, CODENSA S. A. ESP, Bogotá D. C.

Sandra Liliana Uribe Celis. Ingeniera Civil de la Universidad de La Salle, Magíster en Ingeniería Civil (énfasis en infraestructura vial) de la Universidad de Los Andes (Colombia). Actualmente cursando Magíster en Gerencia Ambiental de la Universidad de Los Andes (Colombia). Se ha desempeñado como docente y coordinadora del área de vías del Programa de Ingeniería Civil en la Corporación Universitaria Minuto de Dios (UNIMINUTO). Actualmente Gerente y Representante legal de Hidráulicas y Gases Ltda. chana511@gmail.com