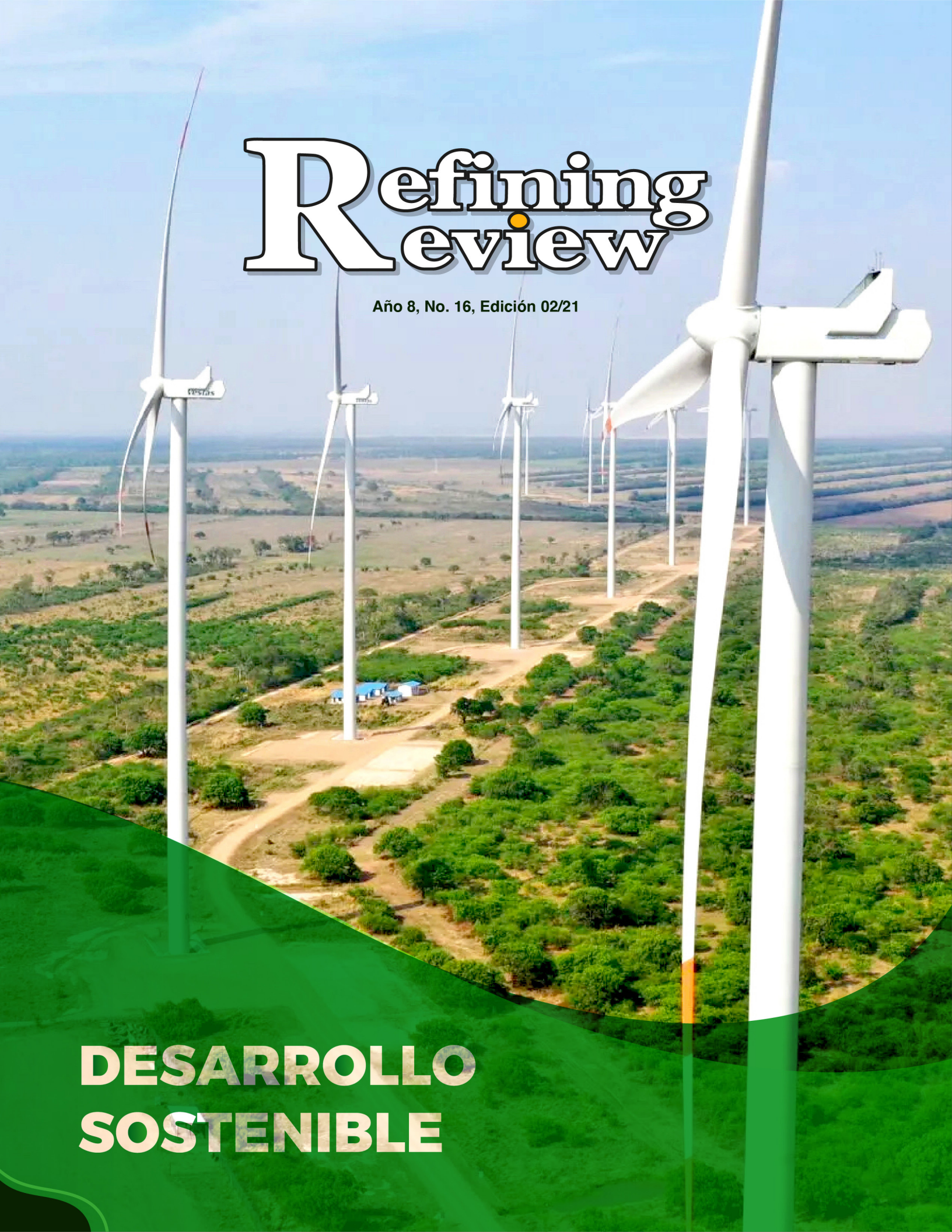




Refining Review

Año 8, No. 16, Edición 02/21

**DESARROLLO
SOSTENIBLE**



ARTÍCULOS

MOVILIDAD DEL MAÑANA



JOHNNY RAMIRO
FLORES RODRÍGUEZ

Cabe señalar que ninguna energía es perfecta: de hecho, el objetivo de cualquier política energética es encontrar el equilibrio ideal para proporcionar energía de forma fiable, limpia y asequible. La confiabilidad debe responder a la pregunta: ¿existe suficiente energía para todos? Lo más probable es que los recursos energéticos sigan estando disponibles en un futuro próximo. Las reservas de petróleo, gas natural y carbón dependen de los precios, y mientras estemos dispuestos a pagar, los recursos se producirán y se entregarán al consumidor final.

Lo mismo se aplica a las energías renovables. Dado que su caudal es constante, la energía renovable no implica restricciones de suministro. La dificultad radica en nuestra capacidad para obtener energía del sol, el

viento, la biomasa o el océano. Además, debido a que los paneles solares, las turbinas eólicas o las baterías requieren cantidades limitadas de metales y tierras raras, su suministro puede verse limitado debido a esta limitación física.

El segundo problema es el precio. El diseño de la matriz energética basada en un 80% de combustibles fósiles, se basa principalmente en el hecho de que el carbón, el petróleo y el gas natural son las fuentes de energía más asequibles para sostener el desarrollo económico mundial en el siglo XX.

Esta situación está cambiando rápidamente debido a que los costos técnicos de la generación solar fotovoltaica y eólica se han reducido drásticamente en los últimos años.

Al examinar el costo total de producción de electricidad a lo largo de todo el ciclo de vida de la tecnología global, la energía solar y eólica son altamente competitivas en comparación con las fuentes de energía tradicionales.

EL PROBLEMA DEL CAMBIO CLIMÁTICO

El desafío más urgente es, sin duda, el cambio climático. Dado que los combustibles fósiles representan la mayor parte del consumo en la actualidad, los gases de efecto invernadero emitidos durante el proceso de combustión se acumularán en la atmósfera y provocarán un aumento de la temperatura global.

En consecuencia, el cambio climático destruiría la vida tal como la conocemos de

una manera sin precedentes en la historia de la humanidad. La reducción del hielo marino y la capa de nieve, el aumento del nivel del mar, los cambios en las precipitaciones y los fenómenos meteorológicos extremos más frecuentes, afectarán a las poblaciones de diversas formas, obligándolas a adaptarse o trasladarse a lugares más habitables.

HACIA UN MUNDO DE CERO EMISIONES NETAS

En respuesta a este problema, todos los estados miembros de la Convención de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático llegaron a un acuerdo en 2015 durante la aprobación del Acuerdo de París para mantener el aumento de temperatura por debajo de los 2 °C de los niveles preindustriales.

Para el IPCC¹, el objetivo de +2 °C es imperativo: en la segunda mitad del siglo XXI, todos los países deben trabajar juntos para lograr cero emisiones netas de gases de efecto invernadero lo antes posible. Esto no significa necesariamente el fin de los combustibles fósiles, pero significa que en un momento dado, todas las emisiones deben almacenarse bajo tierra (lo que llamamos captura y almacenamiento de carbono) o compensarse con emisiones negativas (como la forestación o la captura directa de dióxido de carbono en el aire).

En 2010, la matriz energética basada en carbón, petróleo y gas natural representaba el 80% del suministro energético mundial. Donde las emisiones de gases de efecto invernadero van en aumento, así como la consecuente contaminación local en un mundo cada vez más urbano, lo que nos lleva a señalar que se constituirán en los principales desafíos del siglo (Lambert-Lalitte, 2014).

Para resumir, no existe una única fuente perfecta de energía: es necesario encontrar el equilibrio correcto entre fiabilidad, asequibilidad y preservación del medioambiente. Puesto que los recursos energéticos seguirán estando disponibles en el futuro cercano, donde

el cambio climático se considera como el principal problema del próximo siglo.

El objetivo es claro, debemos llegar cuanto antes a un mundo con cero emisiones netas a fin de evitar los efectos devastadores de un clima inestable, donde las personas realizan actividades económicas que requieren energía suministrada, principalmente, por fuentes emisoras de CO₂.

LAS CAUSAS DE LAS EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO

La ecuación Kaya, propuesta por el economista japonés Yoichi Kaya en los años 90, es un modelo para valorar fácilmente los factores que provocan el aumento de las emisiones de gases de efecto invernadero. Para Kaya, la evolución de las emisiones de carbono es el producto de cuatro factores:

- La evolución del contenido de carbono en la energía que consumimos (CO₂/energía),
- La intensidad energética de nuestra actividad económica (medida generalmente por la cantidad de energía consumida por unidad del PIB),
- La riqueza por habitante (PIB per cápita)
- El aumento de la población

En París, los países miembros de la ONU acordaron alcanzar un nivel de cero emisiones netas lo antes posible en la segunda mitad del siglo XXI, para ajustarse al objetivo de limitar el aumento de las temperaturas a +2 °C. Diversos escenarios permiten explorar las tendencias futuras compatibles con este objetivo. Una forma simplificada de limitar el aumento de las temperaturas a 2 °C es dividir por 3 nuestras emisiones, de forma conjunta, de aquí al 2050. De acuerdo con las estimaciones más recientes de la ONU, la población mundial aumentará en un 30% para el 2050. Al mismo tiempo, si el PIB mundial per cápita aumenta durante los próximos 35 años tan rápido como lo hizo en los últimos 35, su crecimiento para el 2050 será, aproximadamente de un 60%.

En resumen, para dividir las emisiones

mundiales por tres en 2050, con una población adicional del 30% y un PIB per cápita 60% más alto, se debe dividir los otros dos términos de la ecuación, $\text{CO}_2/\text{energía}$ o $\text{energía}/\text{PIB}$, por más de seis.

En otras palabras, cada año debemos reducir en más de 5% el contenido de CO_2 en la energía que consumimos o reducir la cantidad de energía requerida para producir una unidad del PIB.

REDUCIR EL CONTENIDO DE CO_2 DE LA MATRIZ ENERGÉTICA

La Figura 1, representa el ciclo de vida de las emisiones de gases de efecto invernadero de diversas fuentes de electricidad. Las barras muestran los resultados de una serie de estudios sobre el contenido de CO_2 (expresado aquí en gramos de equivalente de CO_2) por cada kilovatio-hora de electricidad producida. Claramente, la descarbonización de la matriz energética implica pasar de una matriz basada en un 80% en combustibles fósiles a fuentes de baja emisión de carbono como la hidroeléctrica, la eólica, la solar o la bioenergía. Otras formas de reducir nuestras emisiones de CO_2 y suplir nuestras necesidades energéticas incluyen el uso de la energía nuclear o la captura y el almacenamiento del carbono emitido por las fuentes de combustibles fósiles.

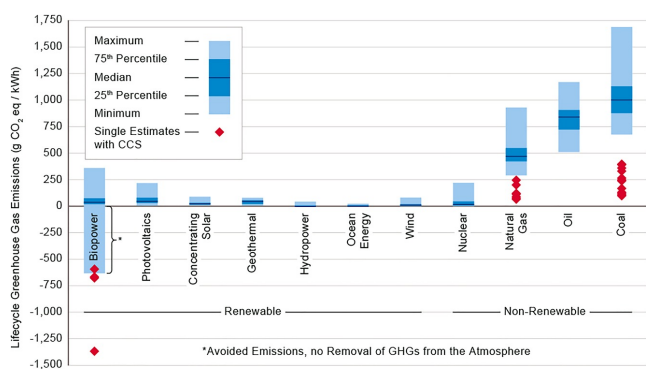


Figura 1: Comparación de las emisiones de GEI de la evaluación del ciclo de vida publicada para las tecnologías de generación de electricidad. (Intergovernmental Panel on Climate Change, 2012)

Hoy en día, la intensidad de CO_2 en el suministro mundial de energía primaria es la misma que hace 30 años. Después de una ligera reducción en la década de los 90, aumentó nuevamente después del 2000, debido al apresurado desarrollo económico

de algunos países asiáticos, sostenido por un consumo intensivo de carbón y petróleo. Sin lugar a dudas, la descarbonización de nuestro consumo energético es un desafío clave para los próximos años.

Si observamos el contenido energético del PIB, que es una buena variable para medir los incrementos en la eficiencia energética, el panorama es ligeramente distinto. En promedio, la energía primaria requerida para producir una unidad adicional de PIB ha disminuido en un 1% anual, lo que es una muestra de las mejoras en nuestros procesos industriales, pero también de la expansión del sector servicios en el PIB mundial (cuyo consumo energético es menor en comparación con las industrias pesadas). Sin embargo, todavía estamos lejos de cumplir la exigencia de disminuir en un 5% anual la intensidad de CO_2 mundial del PIB, objetivo esperado en el escenario de +2 °C.

En consecuencia, las emisiones de gases de efecto invernadero obedecen al aumento de la población, a su actividad económica, así como a la intensidad energética del PIB y a la intensidad de CO_2 de la energía que consumimos. Puesto que, probablemente, la población y el PIB seguirán aumentando en el futuro, debemos reducir la intensidad energética del PIB y la intensidad de CO_2 de la matriz energética en un 5 % anual para cumplir el objetivo a largo plazo del Acuerdo de París.

Diversas soluciones son posibles; más energías renovables, más energía nuclear o la captura y el almacenamiento de las emisiones causadas por la combustión de combustibles fósiles. Lo cual nos permite plantear la siguiente pregunta o línea de investigación: Cuáles son las soluciones para pasar a una matriz energética asequible, fiable y descarbonizada, capaz de suplir las necesidades de un planeta que pronto contará con diez mil millones de habitantes?

Para responder de alguna manera a este cuestionamiento, es posible abarcar sectores estratégicos. La necesidad de cuidar el medio ambiente, nos podría llevar a la necesidad de descarbonizar nuestra movilidad, lo cual nos lleva a preguntarnos: cómo mejorar la eficiencia energética de los vehículos? cuál es el rol de la planificación urbana? y que de los cambios en

nuestros hábitos de movilidad para ayudarnos a hacer la movilidad más sostenible?

RETOS POR DELANTE

¿Cuáles son los cinco principales retos que se ciernen sobre el sector del transporte?

1. Gases de efecto verde: en particular, las emisiones de CO₂ liberadas a la atmósfera a través de la combustión de gasolinas o diesel oil. Donde el sector del transporte representa el 14% de las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero de producción artificial y, por lo tanto, debe ser parte de la solución.
2. Disponibilidad y costos de los combustibles: los precios de la gasolina y diesel oil han crecido aproximadamente un 150% en la última década.
3. Contaminación local: cuando se alcanza ciertos niveles, los gases de combustión de combustibles, pueden ser una amenaza para la salud pública.
4. Congestión del tráfico: el conductor promedio perdió 8 días hábiles en congestión de tráfico en 2012, según el índice de tráfico de TomTom (TomTom Traffic Index, 2021).
5. Aparcamiento urbano: como 2 de cada 3 seres humanos, y usuarios potenciales de automóviles, vivirán en una ciudad a mediados de este siglo (efecto migratorio). La disponibilidad de espacio y el tiempo dedicado a encontrar un lugar de estacionamiento será un problema importante.

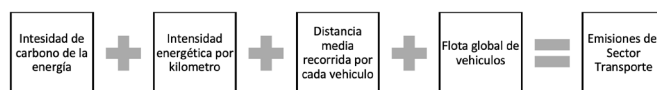
ECUACIÓN DE KAYA PARA EL TRANSPORTE

Estos desafíos se pueden resumir a través de una ecuación muy simple, derivada de la ecuación de Kaya. Donde es posible mostrar todos los factores que influyen en el crecimiento de las emisiones de gases de efecto invernadero. Aplicando esta ecuación al sector del transporte, tenemos:

$$[T]CO_2 = \left(\frac{[T]CO_2}{[T]energía} \right) \left(\frac{[T]energía}{kilometros} \right) \left(\frac{kilometros}{vehiculos} \right) (vehiculos)$$

Donde: “[T]CO₂”, son las emisiones de todos los vehículos; “[T]energía”, representa la energía consumida en el sector transporte; “kilómetros”, es la distancia recorrida por todos los vehículos; y “vehículos”, es el número total de vehículos en las vías y carreteras.

En otras palabras, las emisiones del sector transporte pueden considerarse como el producto de cuatro factores:



Si necesitamos dividir nuestras emisiones por 3 antes de 2050, como nos dicen la mayoría de los científicos del clima, tendremos que dividir por 3 al menos uno de estos cuatro factores. Los otros permanecen constantes. Estos cuatro factores pueden considerarse como los principales gravámenes sobre los que tenemos que actuar para llevar nuestro sistema de transporte a un camino más sostenible.

DESCARBONIZACIÓN DEL TRANSPORTE

Como el 97% del sector transporte todavía depende del petróleo, esto aboga por un cambio profundo de combustible hacia automóviles híbridos, biocombustibles o vehículos eléctricos a batería (Lambert-Lallite, 2014).

Sin embargo, los vehículos eléctricos son tan “limpios” como la combinación de electricidad utilizada para alimentar a los automóviles. Por ejemplo, un vehículo eléctrico alimentado con electricidad a base de carbón nos conducirá a un aumento del 40% de las emisiones de CO₂ correspondientes a “Well-to-Wheel”(del pozo a rueda), en comparación con el nivel promedio de emisiones de los automóviles vendidos. En cuanto que para la electricidad a base de gas natural, solo reduciría las emisiones en un 15%. El problema radica en que el carbón representa el 41% de la mezcla mundial de electricidad, el

gas natural el 22% y el petróleo el 5%; donde el sector eléctrico representa una cuarta parte de las emisiones de gases de efecto invernadero de producción artificial.

Sobre la base de este tipo de mezcla de electricidad, la electrificación de todos los vehículos no tendrá un gran impacto en las emisiones globales de CO₂. Es decir, la descarbonización de la movilidad necesitaría primero una descarbonización del mix energético.

MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA DE LOS VEHÍCULOS

El segundo término de la ecuación, la intensidad energética por kilómetro, es una buena manera de describir la eficiencia energética global de un vehículo. Mejorar por un lado el contenido energético de los combustibles existentes y por otro lado la eficiencia de los motores nos ayudará a reducir el consumo de combustible. La eficiencia del combustible de los vehículos ha mejorado mucho en los últimos años, a medida que se establecen estándares cada vez más estrictos.

La reducción de peso, la mejora de la aerodinámica y la reducción de la resistencia a la rodadura de los automóviles, pueden ayudar a disminuir aún más el consumo de combustible de los vehículos. La conducción ecológica, donde los conductores adaptan sus hábitos de conducción para optimizar el rendimiento del motor, puede ayudar a reducir el consumo de combustible entre un 10 y un 15%.

PLANIFICACIÓN DE CIUDADES INTELIGENTES Y VIDA SOSTENIBLE

El tercer término de la ecuación, la distancia media recorrida en vehículo, es una cuestión de estilos de vida y planificación urbana.

Reducción de la distancia media

Aumento de la densidad urbana: Históricamente, los asentamientos humanos comenzaron con personas agrupadas alrededor

de un pozo, y el tamaño de ese asentamiento era aproximadamente la distancia que uno podía caminar con una vasija de agua en la cabeza. Eso se mantuvo sin cambios durante miles de años. Luego, con la industrialización, todo comenzó a centralizarse. Las fábricas se trasladaron a las afueras de las ciudades; la producción se centralizó en las plantas de ensamblaje; se aprendió a ir a la escuela; ir de compras a grandes centros comerciales, etc. Y se construyeron automóviles, carreteras y estacionamientos para conectarse. Este es un patrón que se ve a menudo en todas las ciudades, es lo que llamamos “expansión urbana”. Por tanto, la densidad urbana tiene un gran impacto en el consumo de energía. A medida que una ciudad extiende su superficie, observamos un aumento en la demanda de movilidad, y en base a nuestro sistema de movilidad actual, inevitablemente aumenta el consumo de energía.

Para el 2050, al menos 2 mil millones de personas adicionales se irán a las ciudades. En consecuencia, el modelo urbanístico tendrá un gran impacto en el consumo energético, así como en las emisiones.

Teletrabajo: El teletrabajo también puede ser una buena forma de reducir nuestra necesidad de movilidad. El teletrabajo, puede definirse como un arreglo de trabajo en el que los empleados no se desplazan a un lugar central de trabajo. Pueden trabajar desde casa, desde bibliotecas públicas, desde oficinas compartidas cerca de donde viven. En nuestras sociedades donde cada vez más interacciones se basan en los servicios, ¿realmente necesitamos llevar nuestro coche todos los días para ir a trabajar? Actualmente y gracias a la emergencia sanitaria, hemos logrado encaminar esta idea.

Por tanto, el desarrollo de un arreglo de trabajo de este tipo reduciría la necesidad de movilidad, los kilómetros recorridos, de ahí las emisiones de CO₂. Pero el teletrabajo también ha demostrado beneficios sobre el tiempo de trabajo y la productividad.

Movilidad compartida

El último término de la ecuación, el número de vehículos disponibles; donde se puede incluir muchos gravámenes para optimizar nuestro sistema de movilidad.

La pregunta es: ¿qué buscamos en última instancia en un vehículo? ¿Es la posesión, o es el servicio de la movilidad? En el medio del siglo 20, poseer un automóvil era un signo de riqueza y éxito social. Pero hoy en día, cada vez más personas prefieren comprar un servicio de movilidad que un automóvil. Debemos tener en cuenta que, en promedio, un automóvil está en la carretera solo el 5% del tiempo.

Los servicios de “carpooling” y “car-sharing” (movilidad compartida), han tenido un auge en los últimos años como respuesta a este problema. Lo que ha hecho posible utilizar de manera más eficiente una red ya existente: ¡la carretera!

El carpooling se puede definir como un viaje compartido en automóvil, de modo que más de una persona viaja en un vehículo. El propietario del coche es generalmente uno de los viajeros.

Esto es diferente al uso compartido de automóviles, en el que una flota de automóviles es propiedad conjunta de los usuarios. Carpooling explota los coches que ya son propiedad de las personas, el coche compartido explota los coches comprados precisamente para el grupo de coches compartidos. Los usuarios del carpooling, mutualizan el costo del viaje, el consumo energético y las emisiones. Los usuarios de car-sharing, mutualizan los costos fijos del vehículo (compra del coche, seguro, mantenimiento, etc.).

Por último, pero no menos importante: el transporte público eficiente, disponible, asequible y limpio es crucial para reducir la energía per cápita requerida para el transporte. Al elegir su medio de transporte, las personas compararán el costo, la disponibilidad, la confiabilidad y la comodidad de cada sistema. Estos son todos los factores que les convencerán de pasar de los coches de propiedad privada y

de uso privado, hacia un sistema de movilidad más colectivo y sostenible. Al final, todos estos son los gravámenes sobre los que podemos actuar para reducir las emisiones y satisfacer al mismo tiempo nuestras crecientes necesidades de movilidad.

ABORDAR MÚLTIPLES DESAFÍOS

Si el beneficio no es seguro para las emisiones globales, los vehículos eléctricos definitivamente tienen un impacto positivo sobre la contaminación del aire local, en parte causada por las partículas provenientes del escape de los motores automotrices.

El teletrabajo y la movilidad compartida ayudan a reducir el número de vehículos en la carretera, reduciendo así la congestión del tráfico y la necesidad de infraestructura de estacionamiento.

El diseño urbano inteligente y la disponibilidad de modos de transporte colectivos eficientes en las ciudades también reducen el tráfico, la necesidad de estacionamiento, la contaminación local y el consumo de combustible.

La gente responde a los incentivos (ya sea en función del costo, el tiempo o la comodidad): a nadie le gusta quedar atrapado en el tráfico, pasar tiempo buscando un lugar de estacionamiento, en otras palabras, gastar dinero para alimentar su automóvil.

Conocemos las soluciones, algunas ya están aquí, técnicamente disponibles y asequibles. Y pueden beneficiar a cada uno de nosotros y a la sociedad en su conjunto. Los incentivos deben implementarse adecuadamente para ayudar a nuestra sociedad a desencadenar este cambio de un sistema de transporte individual y superado, a una vía de movilidad más colectiva, más eficiente y sostenible.

CONCLUSIONES

Para garantizar una movilidad humana más sostenible, uno de los objetivos más importantes del sector del transporte es la reducción de los

contaminantes transportados por el aire y, sobre todo, de las emisiones de gases de efecto invernadero. Para alcanzar este objetivo, podemos utilizar cuatro palancas principales:

Comportamiento de las personas

En los próximos años, la población mundial seguirá creciendo, dando lugar a una mayor necesidad en la movilidad de las personas. Al mismo tiempo, esperamos que las personas también adopten modos de transporte más respetuosos con el medio ambiente (caminar, andar en bicicleta, conducir de forma ecológica, car-sharing) e incluso reducir sus necesidades de movilidad a través de nuevas organizaciones como el teletrabajo.

Infraestructura

La segunda palanca es la mejora de la eficiencia global de los sistemas de transporte a través del desarrollo de la infraestructura, las instalaciones públicas y la organización del transporte. Esto significa: transporte público, estacionamientos, carreteras inteligentes, estaciones de carga eléctrica, etc. Sin embargo, esto lleva mucho tiempo y requiere una gran inversión pública.

Eficiencia energética de vehículos y sistemas de propulsión

La tercera palanca es la tecnología del vehículo, que se puede utilizar para mejorar la eficiencia energética del vehículo y reducir las emisiones contaminantes. De hecho, la industria del automóvil está invirtiendo considerablemente en innovadores motores de combustión interna y sistemas de postratamiento, así como en la electrificación de vehículos. Sin olvidar otras mejoras como la reducción de la resistencia aerodinámica del vehículo, la reducción de las pérdidas a través de los neumáticos o la reducción del peso del vehículo. Se puede lograr una reducción simultánea significativa de las emisiones de contaminantes de escape y el consumo de combustible mediante una combinación de todos estos medios.

Energía descarbonizada

Para disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero, la última palanca es aumentar la cuota de energías descarbonizadas. La electricidad descarbonizada puede, por ejemplo, derivarse de

fuentes renovables (hidráulica, solar, eólica, biomasa) y de fuentes nucleares. Los biocombustibles y los combustibles con bajo contenido de carbono, como el gas natural, también se constituyen en un medio para descarbonizar los combustibles.

Para concluir, la industria del transporte es una industria pesada y estos cambios drásticos son difíciles de implementar rápidamente. Los usuarios del transporte también pueden ser reacios a cambiar sus hábitos. Por ejemplo, la Agencia Internacional de la Energía espera que el transporte siga dependiendo del petróleo para más del 90% de su energía en 2035 (Pinchon, 2014).

En consecuencia, la tecnología, pero no la tecnología por sí sola, desempeñará un papel importante y habrá que desarrollar e implementar muchas soluciones tecnológicas.

REFERENCIAS

- Intergovernmental Panel on Climate Change. (2012). Renewable Energy in The Context of Sustainable Development.
- Lambert-Lallitte, S. (2014). Las presiones de la demanda energética. En I. School, Transición Energética (págs. 4-5). Paris: IFP.
- Lambert-Lallitte, S. (2014). Mobility of tomorrow. En Sustainable Mobility (págs. 142-147). IFP.
- Pinchon, P. (2014). Technical and environmental challenges for the automotive sector. IFP.
- TomTom Traffic Index. (09 de 12 de 2021). TomTom Traffic Index. Obtenido de https://www.tomtom.com/en_gb/traffic-index/

RAMIRO FLORES

CEO - IFSA GROUP / DIRECTOR REFINING REVIEW
Ingeniero Químico, graduado en la Universidad Mayor de San Andrés, con estudios de post grado en Chile, Brasil y Noruega. Ph.Dc en Ciencias de la Economía. Fue Director de Refinerías, Plantas Petroquímicas y Unidades de Proceso - Superintendencia de Hidrocarburos. Profesor e Investigador en la UMSA.



“El éxito no es un accidente, es trabajo duro, perseverancia,
aprendizaje, estudio y lo más importante de todo,
amor por lo que estás haciendo o aprendiendo a hacer.”

-- Pelé --

