

Transición energética: del volante a Marte

Juan Diego Bernal, Managing Director, Tecnología en A&G Global Investors

Llevábamos meses dándole vueltas. Tras más de una década de uso, mi familia y yo decidimos jubilar nuestro querido coche. Tras semanas de deliberación y pruebas, la conclusión fue tan clara que me sorprendió haber invertido tanto tiempo en el análisis: tenía que ser eléctrico. 100 % eléctrico.

No fue una decisión ideológica, aunque la ecología no es un argumento que yo precisamente rechace. Era, sobre todo, una decisión de eficiencia, de pragmatismo y de ingeniería. Al observar con detenimiento el progreso de los coches eléctricos durante la última década, resulta difícil defender cualquier otra tecnología con la misma determinación... y esto lo digo con la vehemencia de quien se ha pasado demasiadas noches comparando prestaciones, y analizando pros y contras.

La diferencia entre un vehículo eléctrico y uno de combustión interna, el de toda la vida, es sustancial. Por ejemplo, un motor de combustión interna puede tener, dependiendo del modelo, entre 1.000 y 2.000 piezas móviles. Del mismo modo, un inyector diésel moderno mantiene presiones pico entre 1.000–2.500 bar. Para poner esto en perspectiva, pensemos que en el fondo de la Fosa de las Marianas (el punto más profundo de la Tierra, localizado a ~11 km bajo el nivel del mar) tiene una presión de 1.100 bar. Todo ello es un logro técnico maravilloso, pero también, comparativamente, un concepto radicalmente diferente en cuanto a eficiencia y eficacia.

Por su parte, el motor eléctrico tiene, en esencia, una sola parte que gira: el rotor. Eso no es un detalle estético, es una diferencia estructural que lo cambia todo: menos fricción, menos calor, menos desgaste, menos mantenimiento.

Sin embargo, bajo mi punto de vista, la revolución no está solo en el motor, sino en la batería. En 2010, una celda de ion-litio para automoción costaba unos 1.100 dólares por kilovatio-hora. En 2024, ese precio ya había caído por debajo de los 100, una caída del 90% en catorce años. Ninguna otra tecnología energética ha bajado de precio tan rápido, ni siquiera los paneles solares.

Además, en términos de eficiencia, el motor eléctrico convierte entre el 85% y el 95% de la energía en movimiento, frente al 20%-40% de uno de combustión. Añádanle el par motor instantáneo y ese silencio casi indecente al arrancar y moverse, y queda claro que no es solo una evolución del motor de combustión interna, sino algo mucho más profundo.

Toda revolución viene determinada por la economía de los recursos y, en el caso de la revolución energética y eléctrica, se necesitan grandes cantidades de litio, cobre,

níquel, grafito y manganeso. ¿Hay suficiente de estos materiales? La respuesta honesta es: casi con total seguridad sí, aunque no sin esfuerzo.

En el *Master Plan Part 3* presentado por Tesla en 2023, la compañía estimó que una economía mundial completamente electrificada requeriría 30 teravatios de generación renovable y 240 teravatios-hora de almacenamiento. Para hacernos una idea de la magnitud de estas cifras, hoy día, hay 9-10 teravatios de energía instalada a nivel mundial (incluyendo carbón, gas, nuclear, hidro, renovables, etc.). Por otro lado, las cantidades de minerales necesarias representarían menos del 50%-60% de las reservas actuales estimadas. Es una cantidad absurdamente enorme, sí, pero no una barrera insuperable. Además, si algo nos ha enseñado la historia de forma consistente es que cuando un recurso mineral se vuelve estratégicamente valioso, la humanidad lo busca con más intensidad...y siempre encuentra más de lo que esperaba.

Hasta aquí, podríamos estar hablando únicamente de transición energética. Pero lo verdaderamente interesante empieza ahora.

Elon Musk sostiene que la humanidad debe dejar de quemar cosas para obtener energía. Y lo hace, no solo por razones climáticas, sino por una cuestión de supervivencia civilizatoria. Su objetivo declarado con SpaceX no es solo construir cohetes, sino convertirnos en una especie multiplanetaria. Así es, su verdadera vocación radica en conseguir que el ser humano ponga un pie en Marte y establezca allí una colonia permanente. *Terraformación marciana*.

Para conseguir esto. hacen falta dos elementos que apenas están empezando a desarrollarse: cohetes completamente reutilizables (Starship es el sistema de Elon para conseguirlo) y una infraestructura energética capaz de producir combustible *in situ*. El candidato perfecto para este último punto es el metano (CH₄), ya que puede ser sintetizado a partir de CO₂ atmosférico marciano e hidrógeno (H₂) obtenido del hielo del subsuelo, usando energía eléctrica.

Y aquí aparece el vínculo que nadie señala con suficiente énfasis: para que todo esto funcione, para que haya cohetes que vuelen repetidamente y existan colonias humanas extraterrestres, necesitas energía eléctrica abundante, barata y limpia. No solo en Marte. También en nuestra querida Tierra: para fabricar los cohetes, para diseñar los sistemas, para entrenar a las personas y para mantener la infraestructura terrestre de una operación de tal magnitud.

Así, los ingenieros de Tesla que diseñan celdas de batería más densas, baratas y duraderas están, sin saberlo, diseñando las baterías que alimentarán los hábitats de Marte. Los que trabajan en carga ultrarrápida están resolviendo el problema de la recarga de los *rovers* de exploración en entornos donde no puedes esperar horas. Los

que desarrollan algoritmos de gestión energética están sentando las bases del software que administrará microrredes en la superficie de otro planeta.

Tesla y SpaceX no son dos empresas de un hombre neurodivergente o con intereses dispersos. Son dos piezas del mismo argumento. La transición energética de la Tierra es, entre otras cosas, el ensayo general de la infraestructura energética que necesitarás en cualquier otro planeta.

La pregunta de fondo es: ¿habría tanto dinero, tanto talento y tanta urgencia en torno a la energía eléctrica si no existiera esta visión de especie multiplanetaria?

No tengo una respuesta definitiva. Sospecho que sí que habría transición energética, impulsada por el clima y por la economía. Pero hay algo en la presión que ejerce la visión marciana que convierte la optimización en urgencia. No es lo mismo mejorar un sistema porque es lo correcto, que saber que necesitas dominarlo para hacer algo que nunca se ha hecho antes. Es el elefante en el centro de la habitación del que nadie habla, pero creo verdaderamente que el sueño multiplanetario de Elon es una fuerza impulsora de toda esta transformación del sector energético e industrial. Veremos... el mundo gira muy rápido e, impulsado por la tecnología, aún más.