

Prohibido volar

Vicente Padilla, ingeniero aeronáutico, ex-vicepresidente y miembro del consejo asesor del Colegio Oficial de Ingenieros Aeronáuticos de España (COIAE)

El Gobierno de España ha propuesto prohibir los vuelos en aquellos trayectos que puedan realizarse en menos de 2,5 horas¹ en tren. Es su medida estrella para el sector del transporte aéreo en la lucha contra el cambio climático de aquí al 2050.

¿Estamos de broma?

La gravedad de la crisis debido a las emisiones de CO₂ hace que la próxima década sea crucial, ya que nos jugamos el futuro del planeta; hacen falta medidas eficaces y a veces uno se pregunta si algún representante del gobierno no se está tomando el problema en serio.

Está claro que la industria del transporte aéreo debe asumir cambios tecnológicos radicales si quiere reducir su impacto en el calentamiento global. Las mejoras en la eficiencia operativa² no han sido suficientes para compensar el incremento de pasajeros y kilómetros a nivel mundial. Sin embargo, prohibir los vuelos cortos no es la solución.

Las prohibiciones pocas veces son efectivas y ésta en particular no nos sacará del atolladero. Es una solución simplona que puede incluso ser contraproducente porque transmite a la ciudadanía el mensaje de que se está actuando con firmeza, cuando en realidad son medidas cosméticas sin valor efectivo alguno. Si queremos ser efectivos en esta lucha, tenemos que entender primero cuál es el origen de las emisiones, qué impacto real tiene cada fuente, y luego cómo eliminarlas. No todos los sectores tienen una solución evidente para la próxima década.

Las soluciones políticas son fundamentales, pero la realidad es tozuda y persistente, y sólo las soluciones que sean también técnicas generarán resultados efectivos. No hay maquillaje que disimule el paso de los años, y el 2050 está ya a la vuelta de la esquina.

Prohibición de la Eficiencia

En el 2017, el cantante sueco Staffan Lindberg descubrió el perfecto chivo expiatorio en su lucha contra el cambio climático. Con el argumento de que el transporte aéreo “contamina mucho”, decidió dejar de volar y animó a otros a seguir su ejemplo. Había nacido en Europa la moda de flygskam, o vergüenza de a volar. La idea cogió fuerza dos años después, en 2019, cuando la joven ecologista Greta Thunberg se negó a coger un avión para atender la Cumbre sobre la Acción Climática en Nueva York, e igualmente, para el viaje de vuelta a Madrid para participar en la Conferencia sobre el Cambio Climático. En ambos casos, decidió hacer el viaje de tres semanas a través del Océano Atlántico en barco a vela – de cero emisiones.

Uno de los argumentos en contra del transporte aéreo es que es muy ineficiente. Según Greta, volar contamina mucho.

Greta Thunberg – y todos sus seguidores – están equivocados. La verdad es que, si tenemos todos los factores en cuenta, volar es con diferencia el modo más eficiente de transporte.

Tomemos como ejemplo a la naturaleza en donde hay pocas dudas de que sólo los más eficientes sobreviven. En el Reino Animal, pocas veces la vida ha conseguido dominar los aires, pero cuando esto ha

ocurrido, ha demostrado ser una estrategia evolutiva de mucho éxito. Los primeros animales en dominar el vuelo fueron los insectos hace 350 millones de años, y desde entonces han desarrollado más especies que todo el resto del Reino Animal en su conjunto. Entre los vertebrados son precisamente los reyes de los cielos, los pájaros, los que más especies han desarrollado. Finalmente, los murciélagos representan curiosamente el 20% de todas las especies mamíferas, sólo superados por los roedores.

En el Reino Animal volar tiene su recompensa. Es un modo muy eficiente de desplazarse.

Y entre los medios de transporte público ocurre algo parecido. Es precisamente porque el medio de transporte aéreo es el más eficiente, y con diferencia, por lo que está tan extendido, y sigue aumentando la distancia con el resto. El transporte aéreo en los últimos 50 años ha multiplicado por 12 el número de pasajeros-kilómetro². Ningún otro medio de transporte público ha tenido un crecimiento similar. Si al inicio del Siglo XX el tren y el barco eran los medios de transporte público más populares, a principios del Siglo XXI es indiscutiblemente el avión. Esto no es por casualidad. Vivimos en un mundo altamente competitivo, en la naturaleza, entre las naciones, entre las empresas y por supuesto en el mundo del transporte. En un mundo competitivo sólo los más eficientes vencen. Nadie regala nada. Si el transporte aéreo se ha impuesto al resto de modos de transporte público, es sin duda porque es muy eficiente. No tiene sentido prohibir lo que es eficiente. Existen tres parámetros principales que miden la eficiencia de un medio de transporte: el coste operativo, el coste en tiempo y el coste de la infraestructura.

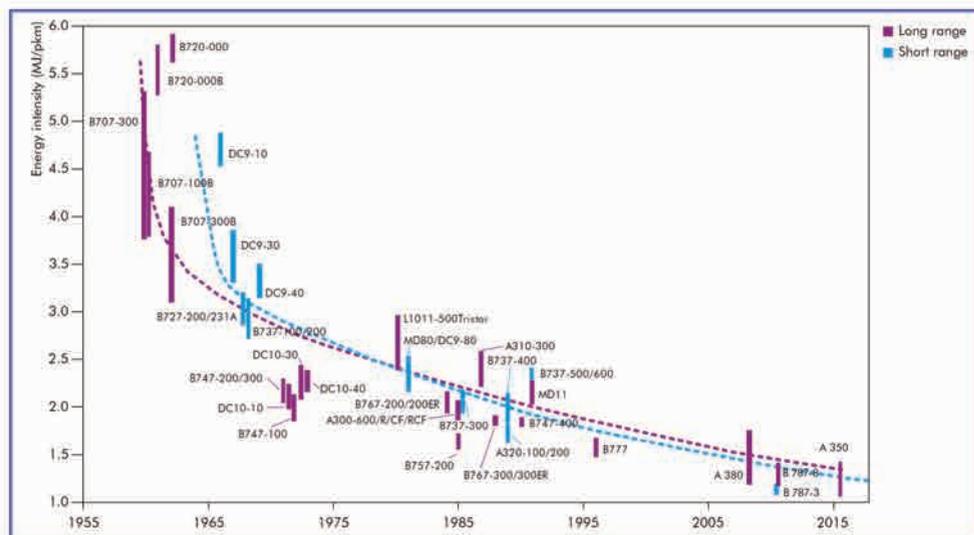
Es evidente que el transporte aéreo es el más eficiente en tiempo para el transporte interurbano en la mayoría de los casos, incluido el desplazamiento al aeropuerto. Es por ello, y porque la eficiencia en tiempo no tiene impacto alguno en el cambio climático, por lo que no vamos a abundar en este aspecto.

En cuanto al coste operativo, el consumo del transporte aéreo - medido por kilómetro-pasajero - es parecido al de los coches particulares, entre 2,0 y 2,5 céntimos de euros³. Si bien es cierto que, medido exclusivamente por este parámetro, el tren eléctrico es más eficiente, en la lucha contra el cambio climático, no puede utilizarse únicamente este argumento. Si esto fuera así, ¿por qué en un mundo competitivo el tren ha prácticamente desaparecido en EEUU y ha sido arrinconado en Europa?

La respuesta es sencilla: no se puede medir la eficiencia de un sistema de transporte exclusivamente por las emisiones que salen por el “tubo de escape”. Hay que analizar todo el conjunto.

El coste medioambiental oculto de las infraestructuras terrestres

Medido por el coste medioambiental de la infraestructura, el transporte aéreo vuelve a ser imbatible. El ferrocarril, como las carreteras, infligen



Mejora en la eficiencia de las aeronaves²

un daño medioambiental irreparable al territorio. Imaginemos una isla virgen con dos ciudades, una en cada extremo de la misma. Un bosque virgen de cientos de kilómetros cuadrados lleno de árboles y animales salvajes las separan. Naturaleza en estado puro. ¿Permitiríamos la construcción de una vía férrea entre las dos ciudades para conectarlas? ¿O una autopista? No lo creo. No hay duda de que el transporte aéreo es la mejor opción para proteger este paraíso.

La vía férrea o las carreteras generan unas cicatrices permanentes de cientos de kilómetros en el territorio. Éstas dañan bosques, llanuras, marismas, acuíferos. Más aún, las infraestructuras para el transporte terrestre constituyen un muro enorme para las personas, pero especialmente para los animales salvajes. Traen consigo la fragmentación del territorio, son como auténticos ríos infranqueables, que impiden que las especies migren para encontrar mejores terrenos de caza o pasto provocando el empobrecimiento genético, y cuando lo intentan, pueden morir atropellados. Curiosamente, son precisamente los animales voladores los que no se ven afectados por las infraestructuras terrestres.

Además, una vía férrea sólo permite comprar billetes entre las ciudades incluidas en el corredor en donde está construida. Por ejemplo: Madrid-Zaragoza-Lleida-Barcelona. Nada más.

El transporte aéreo va más allá. No tiene límites. Un avión, despegando de Barcelona, puede llevarte a cualquier lugar del mundo: Ibiza, Roma, Estambul, Buenos Aires, Seattle, Pekín, Nairobi, Vladivostok o Sidney.

El transporte aéreo sobrevuela montañas nevadas, valles profundos, ríos salvajes, tundras heladas, desiertos abrasadores y océanos tenebrosos sin afectar al territorio, sólo por el coste "medioambiental" de una pista de 3.000 metros. Un precio imbatible.

Es más, el corredor de 600 kilómetros de vía férrea que une Madrid y Barcelona transporta unos 11 millones de pasajeros⁴ Eso es equivalente a 18.000 pasajeros por cada kilómetro de infraestructura. El aeropuerto de Gatwick, con una pista de 3,3 kilómetros de longitud, procesó más de 46 millones de pasajeros en el 2019. Esto es, cerca de 14 millones de pasajeros por cada kilómetro de infraestructura, 750 veces más que la vía férrea. La mayor eficiencia de la infraestructura aeropor-

tuaria es indiscutible.

Finalmente, promover un cambio de modo de transporte hacia el ferrocarril sería un auténtico disparate, ya que este cambio requiere la construcción de nuevas infraestructuras. Las inversiones en líneas férreas suponen un coste importante en emisiones de CO₂ por el consumo de energía para la producción del cemento, del acero, la construcción de túneles y viaductos, el movimiento de tierras y el desplazamiento de los materiales hasta pie de obra. Además, la construcción de la infraestructura puede ser muy intensiva en emisiones de gases de efecto invernadero si la orografía es accidentada y requiere construir estructuras complejas - como viaductos y túneles -,

como suele ser el caso en España.

Por ejemplo, los estudios en el Reino Unido para la construcción de la línea de alta velocidad entre Londres y Birmingham estiman que generarán 1.2 millones de toneladas de CO₂. Según la Universidad de Oxford⁷, debido a las emisiones durante la construcción, el proyecto HS2 (alta velocidad) contribuirá negativamente en la reducción de las emisiones de carbono en el RU de aquí hasta el 2050, y los efectos a largo plazo (30-50 años) son desconocidos al reconocer que su estudio es ciertamente complejo. Esto es, los potenciales ahorros de la operación no compensan las emisiones ciertas generadas durante la construcción.

Los gestores políticos deberían tener en cuenta que, en el cálculo de las emisiones, son importantes no sólo las emisiones que salen del tubo de escape, sino también el coste medioambiental de la infraestructura.

¿Prohibición o innovación?

El sector de la aviación es muy consciente de la gravedad de la crisis debido a las emisiones de CO₂. Por ello, en estos momentos de urgencia climática, la industria aeronáutica apuesta por la innovación tecnológica para conseguir la descarbonización del sector.

Con la tecnología actual, se prevé que en el futuro próximo las soluciones tecnológicas que permitan la descarbonización dependerán de la distancia recorrida en el vuelo. En este momento se barajan 3 alternativas:

1. Aviación eléctrica para corto alcance, hasta 500 km
2. Hidrógeno para el medio alcance o intracontinental
3. Combustibles biológicos o sintéticos para el largo alcance o intercontinental

Baterías eléctricas

Para los vuelos de hasta 500 kilómetros, principalmente los vuelos regionales (20-80 pasajeros) o los vuelos de commuters (<20 pasajeros), se está trabajando ya en la descarbonización mediante la electrificación del sistema de propulsión. A corto plazo es posible buscar la solución de un motor híbrido, y en el más largo plazo un motor 100%

eléctrico alimentado por baterías. El problema principal de esta tecnología, a pesar de las mejoras extraordinarias en los últimos 20 años, es la baja densidad gravimétrica de las baterías. Actualmente, la energía específica de las baterías de litio es unas 50 veces inferior a la del querosenog. Absolutamente insuficiente para vuelos de largo recorrido. Aunque la densidad de las baterías de litio está mejorando, es necesario un cambio tecnológico revolucionario para alcanzar densidades gravimétricas que permitan los vuelos de mayor alcance. Además, debemos aún resolver los problemas de ciclos de vida limitados - carga y descarga - así como mejorar los tiempos de carga. La gran ventaja de esta tecnología es que, si la electricidad es de origen renovable, no libera ninguna emisión de gases de efecto invernadero a la atmósfera.

Hidrógeno

El hidrógeno puede ser utilizado como combustible en un motor térmico o bien como fuente de electricidad en una pila de hidrógeno. Aunque la densidad de energía gravimétrica del hidrógeno es 3 veces la del querosenog, la densidad volumétrica es mucho menor – una quinta parte – lo que obliga a rediseñar los aviones para adaptarlo a tanques de más tamaño. El tamaño de los tanques, con la tecnología actual, suponen una limitación importante para los vuelos de largo recorrido.

Biocombustibles y combustibles sintéticos

La gran ventaja de estos combustibles es que pueden usarse sin hacer prácticamente cambios ni a los sistemas del avión ni a las infraestructuras aeroportuarias. Sin embargo, estos combustibles no quedan exentos de retos:

- 1) Siguen emitiendo CO2 y sigue sin resolverse el efecto invernadero de las emisiones a gran altura de CO2 y los óxidos de nitrógeno.
 - 2) Debemos garantizar la integridad medioambiental del proceso. Si para generar biocombustibles, nos dedicamos a deforestar la Amazonia para el cultivo de la soja, nos habrá salido una vez más el tiro por la culata.
 - 3) Para finalizar, el proceso debe ser escalable. Hay que producir millones de litros de combustible a un precio razonable.
- Todas estas opciones están aún en un estado embrionario, y no podemos descartar ninguna. Por eso, cuando el gobierno propone prohibir los vuelos en aquellos trayectos que puedan realizarse en menos de 2,5 horas en tren, está simplemente eliminando una de las opciones. Esta medida desincentiva la innovación y la experimentación en una tecnología que permitiría la descarbonización del segmento del corto alcance. Francia ya ha dado este paso equivocado. España no puede cometer el mismo error.
- Europa no necesita obstáculos adicionales para competir con EEUU o China en este mercado emergente.

Exhibit 3
Comparison of new technology and sustainable aviation fuels and new technologies

Comparison vs. kerosene	Biofuels	Synfuels	Battery-electric	Hydrogen
Commuter <19 PAX			Maximum ranges: up to 500-1,000 km due to lower battery density	No limitation of range
Regional 20-80 PAX				
Short-range 81-165 PAX	No limitation of range	No limitation of range		
Medium-range 166-250 PAX			Not applicable	Revolutionary aircraft designs as efficient option for ranges above 10,000 km
Long-range >250 PAX				
Main advantage	✓ Drop-in fuel – no change to aircraft or infrastructure	✓ Drop-in fuel – no change to aircraft or infrastructure	No climate impact in flight	High reduction potential of climate impact
Main disadvantage	✗ Limited reduction of non-CO ₂ effects	✗ Limited reduction of non-CO ₂ effects	Change to infrastructure due to fast charging or battery exchange systems	Change to infrastructure

Comparativa de nuevas tecnologías y combustibles sostenibles. (EU H2 2020)⁸

Lo más doloroso de esta propuesta es su marcado efecto cosmético y sin consecuencias reales para la lucha contra el cambio climático. Los vuelos de menos de 500 kilómetros representan menos del 4% de las emisiones¹⁰. Es más, de todos los vuelos cortos, las rutas que potencialmente podrían prohibirse en España son sólo 5:

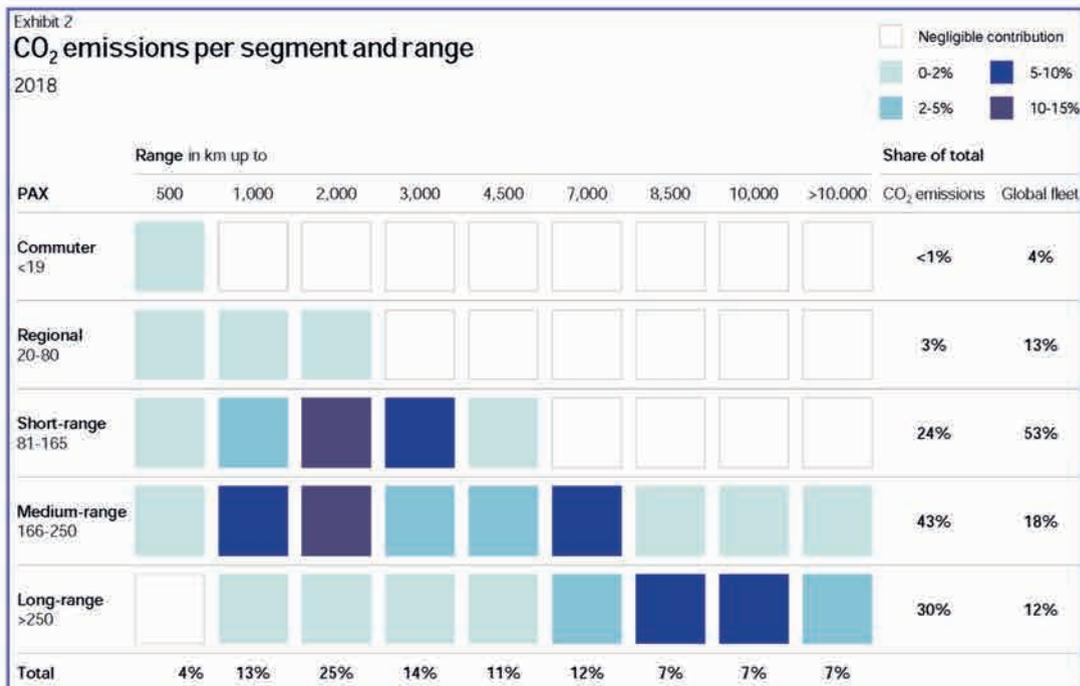
- Madrid-Barcelona
- Madrid-Valencia
- Madrid-Alicante
- Madrid-Málaga
- Madrid-Sevilla

Todas ellas son rutas que tienen una alternativa de AVE de menos de 3 horas. Ahora bien, si nos vamos a sensu stricto de la propuesta – menos de 2,5 horas - sólo Madrid-Valencia y Madrid-Alicante entrarían en dicha categoría. Según mis propias estimaciones, la eliminación de estos vuelos supone un ahorro de alrededor de 50 kilotoneladas de CO2, o un 0,67% de las emisiones del transporte aéreo en un año. La medida estrella para descarbonizar el sector supone un coste terrible en innovación para obtener unos ahorros en emisiones insignificantes...Sinceramente, ¿merece la pena?

Prohibido no legislar

Los gobiernos europeos tienen muy fácil disminuir las emisiones del sector aéreo. Actualmente los aviones en Europa se ven obligados a volar en zig-zag entre los diferentes bloques del espacio aéreo, lo que genera retrasos y emisiones de CO2 innecesarias. Este problema se resolvería simplemente con la aplicación del marco regulatorio del Cielo Único Europeo. Según la Comisión Europea, con esta medida se podría reducir en hasta un 10% las emisiones del sector¹¹. Sin inversión alguna. Gratis total.

La falta de mejora del sistema de control del tráfico aéreo, con un buen sistema de compartición de datos, permitiría descongestionar el espa-



Contribuciones a las emisiones de CO₂ en aviación según distancia y capacidad de los vuelos. (EU H2 2020)¹⁰

cio aéreo, utilizar rutas más directas y evitar retrasos. Sólo en el 2019 en Europa se emitieron 11,6 millones de toneladas de CO₂ innecesarias debido a los retrasos¹¹, o lo que es lo mismo, ¡¡aproximadamente la mitad de todas las emisiones del transporte aéreo español!! Los gobiernos europeos llevan discutiendo el Cielo Único Europeo desde hace más de 20 años, y a día de hoy, todavía no han conseguido eliminar la fragmentación de nuestro espacio aéreo. Ésta sí que sería una medida eficaz contra el cambio climático. Si los legisladores quieren prohibir algo, que prohíban su propia inacción de gobierno.

¿Prohibición de la interconexión?

Para el neófito del transporte de personas, una de las dificultades para comprender bien este sector es asimilar el concepto de "sistema". La eficiencia de la movilidad de las personas radica en la eficiencia del sistema de transporte - en conjunto - y no en la valoración individualizada de cada elemento que lo compone. Esto es, el transporte de personas, y su eficiencia, hay que analizarlo globalmente como la suma de diferentes modos de transporte - coche, taxi, autobús, metro, cercanías, tren, avión, barco...- cada uno con su nicho de actuación. Ninguno sobra y ninguno falta.

Por ejemplo, una red ferroviaria de cercanías bien conectada alimenta los servicios de larga distancia ferroviarios y los servicios aéreos de media y larga distancia. O la red de metro alimenta la red de servicios de autobuses urbanos e interurbanos. O incluso los servicios marítimos de los cruceros son alimentados principalmente por la red de servicios aéreos. Todos están interconectados.

Por eso, los profesionales del sector del transporte, hablamos de centros intermodales de transporte; esto es, centros de conexión a los que accedes mediante un modo de transporte: el taxi, el metro... y sales de éstos mediante otro modo diferente: el tren, el avión....

Por todo ello, no podemos hablar de la eficiencia de una línea especifi-

ca, sino que tenemos que analizar la eficiencia del sistema en su conjunto. Así pues, prohibir los vuelos entre dos ciudades de un sistema afecta a todo el sistema, no sólo a ese enlace, pudiendo generar efectos adversos no deseados al conjunto. En este caso concreto, es posible que se traslade parte del tráfico aéreo al servicio ferroviario con esa misma conexión, pero puede también desaparecer parte del tráfico de conexión con vuelos internacionales, o peor aún, desviarlos hacia otros aeropuertos de países competidores, e incluso incrementarlo. Ante esta última posibilidad, lógicamente, el mismo Gobierno Francés, promo-

tor de esta brillante idea, ha hecho a su prohibición una excepción: los vuelos con conexión al extranjero sí están permitidos. No van a dañar el negocio de Air France del que el propio gobierno es en parte propietario. Al final, después de tanto ruido mediático, esta medida afectará a cuatro vuelos mal contados. Daños al sector aéreo francés, enormes; beneficios en la lucha contra el cambio climático, paupérrimos. Lo dicho, puro fuegos de artificio. ■

BIBLIOGRAFÍA

- (1) España 2050. Fundamentos y propuestas para una Estrategia Nacional a Largo Plazo. Pág. 196
- (2) International Energy Agency. Transport, Energy and CO₂. Moving towards sustainability. Page 317
- (3) EEA Report. Transport and environment report 2020 — Train or plane? Pag. 31
- (4) Agencia EFE. 20 febrero 2018. <https://www.efe.com/efe/espana/economia/el-ave-madrid-barcelona-suma-85-5-millones-de-pasajeros-en-diez-anos/10003-3529108>
- (5) UK Civil Aviation Authority. Table_01_Size_of_UK_Airports_PDF_Annual.rdl
- (6) <http://www.greengauge21.net/wp-content/uploads/Carbon-and-HS2-GG21-flyer.pdf>
- (7) High Speed Rail: Implications for carbon emissions and biodiversity
- (8) Clean Sky 2 JU and Fuel Cell Hydrogen 2 JU. Hydrogen-powered aviation. A fact-based study of hydrogen technology, economics and climate impact by 2050. Pág 16.
- (9) Informe de Sostenibilidad del COIAE 2020. Tabla 4. Pág. 50
- (10) Clean Sky 2 JU and Fuel Cell Hydrogen 2 JU. Hydrogen-powered aviation. A fact-based study of hydrogen technology, economics and climate impact by 2050. Pág 19.
- (11) https://ec.europa.eu/transport/modes/air/news/2020-09-22-ses-more-sustainable-and-resilient-air-traffic-management_en