

Granada, lunes 16 de junio de 2025

## **Desvelan nuevas claves para entender la pérdida del agua que albergó Marte hace miles de millones de años**

- Un estudio liderado por el Instituto de Astrofísica de Andalucía (IAA-CSIC) analiza el papel de la inclinación del eje de rotación de Marte en la pérdida de agua del planeta rojo
- El equipo científico ha incorporado mejoras clave en el modelo climático empleado, lo que ha permitido representar con mayor precisión el escape actual de hidrógeno y, en consecuencia, la pérdida de agua al espacio

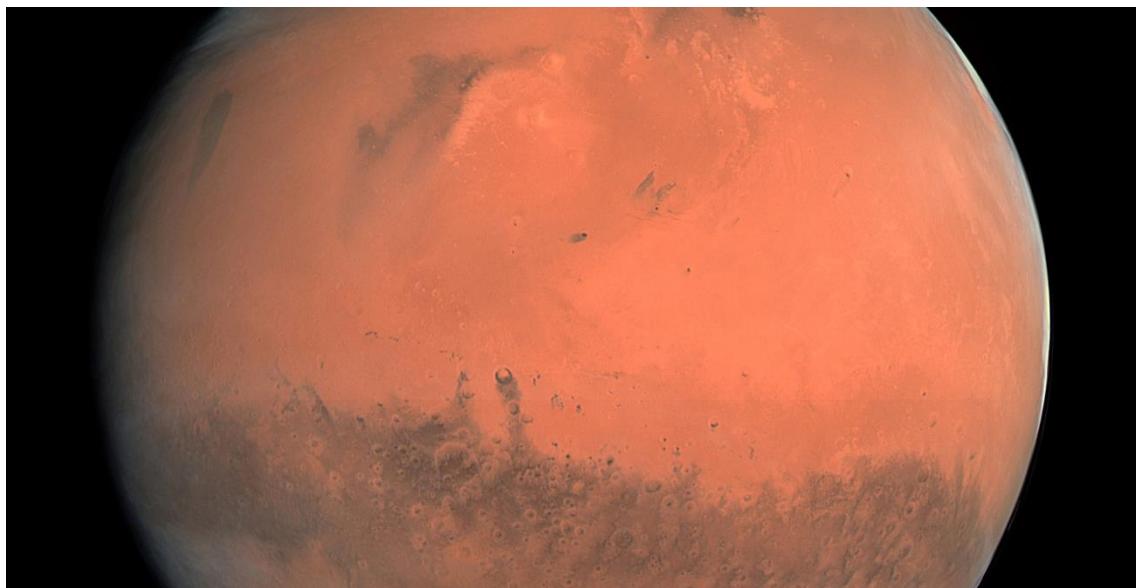


Imagen de Marte tomada por el instrumento Osiris a bordo de la nave espacial Rosetta de la ESA. / ESA and MPS for OSIRIS Team MPS-UPD-LAM-IAA-RSSD-INTA-UPM-DASP-IDA

Marte es hoy un planeta extremadamente árido, cuyas condiciones de presión y temperatura impiden que el agua líquida exista en su superficie. Sin embargo, los indicios geológicos y mineralógicos apuntan a que, en un pasado remoto, el planeta rojo albergó grandes volúmenes de agua en forma de ríos, lagos e incluso océanos. A pesar de décadas de investigación, aún no se ha resuelto una de las grandes incógnitas sobre la historia marciana: ¿qué ocurrió con toda esa agua?

Un nuevo estudio, liderado por el Instituto de Astrofísica de Andalucía (IAA-CSIC), ha analizado el papel de la oblicuidad —la inclinación del eje de rotación del planeta— en la pérdida de hidrógeno, y por tanto de agua, en la atmósfera de Marte a lo largo del tiempo. “Para comprender el estudio hay que tener en cuenta que la oblicuidad de Marte ha cambiado mucho a lo largo de su historia”, advierte **Gabriella Gilli**, investigadora del IAA-CSIC que colidera el trabajo. Y añade: “El modelo climático tridimensional que hemos utilizado sugiere que, durante períodos de alta oblicuidad, la tasa de escape pudo ser hasta cerca de veinte veces superior a la actual”. El trabajo ha sido publicado recientemente en la revista científica [\*Nature Astronomy\*](#).

**Francisco González-Galindo**, investigador del IAA-CSIC y coautor principal del estudio, señala: “Si reuniéramos toda el agua presente en Marte hace entre 3 y 4 mil millones de años, obtendríamos un océano global de más de cien metros de profundidad”.

### ¿A dónde ha ido a parar el agua marciana?

Parte de esa agua podría seguir presente hoy bajo la superficie, atrapada en forma de hielo o integrada en minerales hidratados. Sin embargo, otra fracción se ha perdido en el espacio a través de un proceso conocido como “escape atmosférico”, en el que átomos y moléculas adquieren la energía suficiente para superar la atracción gravitatoria del planeta y escapar al medio interplanetario. La tasa actual de escape de hidrógeno no es suficiente para explicar, por sí sola, la pérdida de la enorme cantidad de agua que existió en el pasado.

La órbita de Marte experimenta variaciones periódicas que influyen de forma significativa en su clima. Una de las más relevantes es el cambio en la inclinación de su eje de rotación, conocida como oblicuidad. “Aunque actualmente este valor es parecido al de la Tierra —alrededor de 25 grados—, en Marte ha oscilado ampliamente a lo largo de los últimos cientos de millones de años, con una media cercana a los 35 grados”, menciona Gilli. Aunque se sabe que estas variaciones tienen una gran influencia sobre el ciclo del agua en el planeta, hasta ahora no se había investigado cómo afectan a la pérdida de agua a través del escape atmosférico.

El estudio ha explorado la relación entre la oblicuidad de Marte y la pérdida de agua a lo largo del tiempo, y ha revelado que durante los períodos en los que la inclinación del eje alcanzaba valores elevados, aumentaba la insolación en los polos. Esto intensificaba el ciclo del agua y generaba una atmósfera más cálida y húmeda. En esas condiciones, el vapor de agua alcanzaba capas más altas de la atmósfera, donde era más vulnerable a la radiación solar, que lo descomponía en átomos de hidrógeno y oxígeno. Al ser muy ligeros, los átomos de hidrógeno podían escapar con mayor facilidad al espacio, contribuyendo así a la pérdida de agua del planeta.

El equipo investigador estima que la pérdida de hidrógeno durante períodos de alta oblicuidad podría explicar la desaparición de una cantidad de agua equivalente a un océano global de unos 80 metros de profundidad. Este valor coincide con el límite inferior de las estimaciones sobre el agua que Marte albergó en el pasado. “Aunque comparado con la Tierra pueda parecer modesto, en Marte representa una fracción

importante de su antigua agua, por lo que su impacto es relevante”, comenta Gabriella Gilli.

## Simulando el pasado climático de marte

La herramienta clave empleada en este estudio, el modelo climático global de Marte (Mars Planetary Climate Model, Mars-PCM), fue desarrollada inicialmente por el Laboratoire de Météorologie Dynamique de París, en colaboración con otras instituciones internacionales. Desde hace más de dos décadas, el Instituto de Astrofísica de Andalucía participa activamente en su desarrollo y optimización.

Para este estudio, el IAA-CSIC ha incorporado mejoras fundamentales en el modelo climático global de Marte, incluyendo nuevos compuestos y reacciones químicas que han permitido, por primera vez, reproducir con precisión las observaciones del escape de hidrógeno realizadas, entre otras, por las misiones MAVEN (NASA) y Mars Express (ESA). Asimismo, el equipo ha llevado a cabo las simulaciones que muestran cómo los cambios en la inclinación del eje marciano han influido en la pérdida de agua al espacio.

“Nuestros resultados indican que el escape de hidrógeno desempeñó un papel más importante en el proceso de desecación de Marte de lo que se creía hasta ahora, lo que resulta clave para reconstruir cuánta agua ha perdido el planeta al espacio a lo largo de su historia”, señala Francisco González-Galindo.

## Implicaciones astrobiológicas y climáticas

En este contexto, el estudio tiene implicaciones astrobiológicas, ya que comprender cómo los cambios en la inclinación del eje del planeta han intensificado el ciclo del agua y favorecido su pérdida al espacio permite afinar la búsqueda de posibles períodos en los que Marte pudo haber sido habitable. “Saber cuándo y cómo se dieron las condiciones adecuadas —y cuándo dejaron de existir— es fundamental para valorar si el planeta rojo pudo albergar vida en algún momento de su historia”, destaca Gilli.

Además, el trabajo también pone de relieve hasta qué punto los parámetros orbitales pueden transformar el clima de un planeta. “Mientras que en la Tierra las variaciones son suaves gracias a la estabilización que ejerce la Luna, en Marte han provocado cambios drásticos que afectaron al agua, la atmósfera y, en última instancia, a su potencial para sostener vida”, manifiesta González-Galindo. “Esta visión a largo plazo del cambio climático planetario también ofrece una valiosa perspectiva sobre la fragilidad de los equilibrios que hacen posible la habitabilidad, y subraya la importancia de proteger nuestro planeta”, concluye Gilli.

Gabriella Gilli, Francisco González-Galindo, Jean-Yves Chaufray, Ehouarn Millour, François Forget, Franck Montmessin, Franck Lefèvre, José Naar, Yangcheng Luo, Margaux Vals, Loïc Rossi, Miguel Ángel López-Valverde & Adrián Brines. **Increased hydrogen escape from Mars atmosphere during periods of high obliquity.** *Nature Astronomy*. DOI: [doi.org/10.1038/s41550-025-02561-3](https://doi.org/10.1038/s41550-025-02561-3)

IAA - CSIC Comunicación

[comunicacion@csic.es](mailto:comunicacion@csic.es)