



Marte

Cuadernillo CESAR





## Tabla de contenidos

<b>Overview of Mars</b> .....	<b>2</b>
The red planet Mars .....	2
<b>Properties of Mars</b> .....	<b>4</b>
Global properties of Mars compared to Earth: .....	4
Mars surface properties.....	8
Orbital properties.....	11
Mars seasons .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Habitability.....	12
Mars Moons.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>ESA Missions to Mars</b> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Mars Express .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
ExoMars .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>

## Introducción a Marte

### El planeta rojo

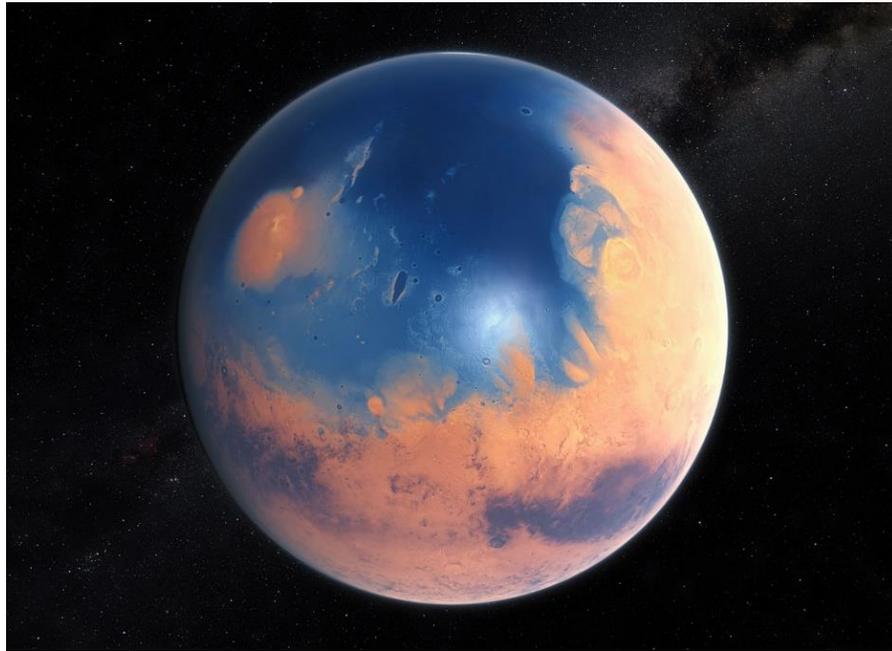
Marte, también conocido como “El Planeta Rojo”, por el color de su superficie, es el cuarto planeta en distancia respecto al Sol y el segundo planeta más pequeño del Sistema Solar después de Mercurio. Es uno de los planetas del Sistema Solar que es visible a simple vista, y ha sido conocido desde que los primeros humanos miraban el cielo.

Las primeras observaciones de Marte usando telescopios fueron hechas por Galileo Galilei en 1610. Desde el principio de la era espacial, comenzando con las misiones *Mariner* de NASA en 1960, docenas de satélites se han enviado por diferentes agencias que han explorado Marte.

A día de hoy sabemos que Marte es un planeta rocoso con una atmósfera fina y variedad de características en su superficie, que también se pueden encontrar en cuerpos del Sistema Solar (i.e, cráteres, desiertos, valles, volcanes). Marte tiene casquetes polares, parecidos a los de la Tierra que varían con las estaciones. Estudiar Marte nos ayuda a entender mejor a los planetas rocosos tipo Tierra.



A lo largo de los años, diferentes misiones han intentado resolver los misterios de Marte, incluyendo preguntas como: ¿Ha habido alguna vez vida en Marte? ¿Ha estado alguna vez Marte cubierto parcialmente por mares que han ido desapareciendo lentamente con el tiempo?



**Figura 1:** Impresión artística de cómo pudo haber sido el aspecto de Marte hace 4 billones de años.

Créditos: ESO/M. Kornmesser/N. Risinger ([skysurvey.org](http://skysurvey.org)).



## Propiedades de Marte

### Propiedades generales de Marte comparado con la Tierra:

- Marte es un planeta 'tipo tierra', en el sentido que es rocoso. Está compuesto principalmente de los elementos que encontramos en la Tierra.
- Diámetro ~0.5 diámetro de la Tierra.
- Volumen ~ 15% volumen de la Tierra (0.151 Tierras).
- Masa ~ 11% la masa de la Tierra (0.107 Tierras).
- Gravedad ~ 38% la gravedad superficial de la Tierra, lo que corresponde a  $3.72 \text{ m/s}^2$ .
- Densidad global inferior a la Tierra ( $3.93 \text{ g/cm}^3$  comparado con  $5.51 \text{ g/cm}^3$  en la Tierra).
- El territorio en Marte es parecido al de la Tierra (Mars no tiene océanos).
- Marte tiene una atmósfera muy fina (~6 milibares comparado con ~1000 milibares en la Tierra).
- Marte ya no tiene campo magnético.

### Diferencias entre Marte y la Tierra:

- La órbita de Marte es mas excéntrica que la de la Tierra, por ello su posición en la órbita, juega un rol más importante en el clima que en el caso de la Tierra.
- Entorno al 70% de la Tierra está cubierta de agua, pero en Marte no. Sin embargo, como se han descubierto canales, barrancos y valles sobre la superficie de Marte se piensa que **hubo agua líquida circulando por el planeta en el pasado**.
- En la actualidad, la presión atmosférica de Marte es muy baja para que pueda haber agua líquida, con la excepción de zonas con altitudes muy bajas como *Hellas Basin*.
- Hay mucho **polvo** en la superficie de Marte y tormentas de polvo así como Marte frecuentemente tiene tormentas de polvo a escala regional y global, así como demonios de polvo (tornados) locales.
- Los casquetes polares de Marte están hechos de una mezcla de agua de hielo y dióxido de carbono congelado, también llamado « **hielo seco** », a diferencia de los casquetes polares en la Tierra que sólo están hechos de agua en forma de hielo. En

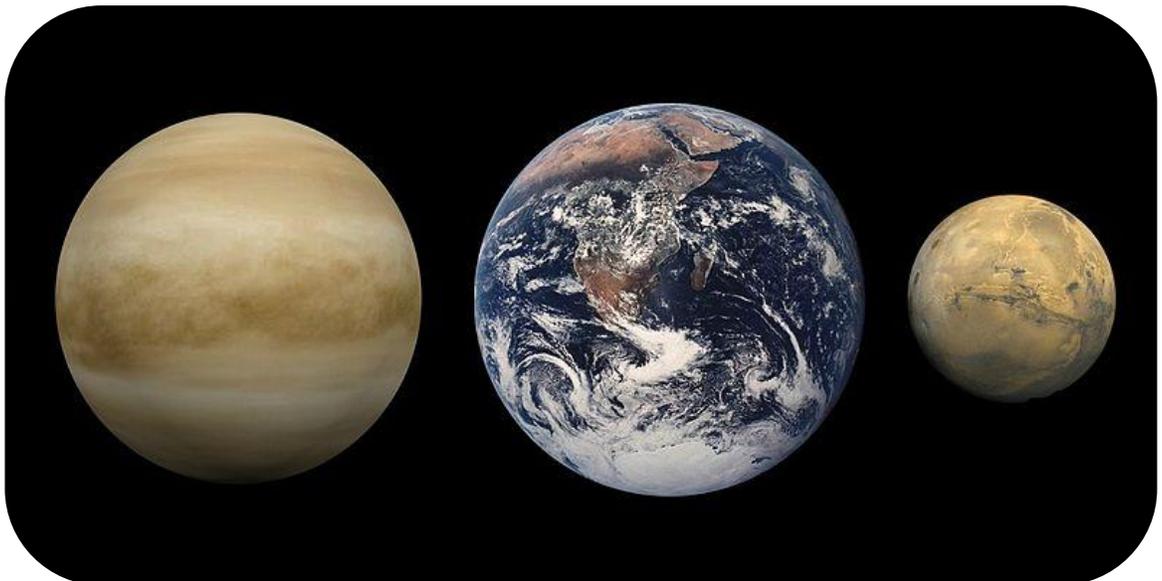


Marte, cuando los casquetes polares comienzan a decrecer (en primavera o verano), no se descongelan en océanos sino que se subliman en la atmósfera. **Dióxido de carbono es el gas principal en la atmósfera marciana (un 98%)**, y las nubes de Marte son nubes de dióxido de carbono congelado.

- Como no hay océanos en Marte y la atmósfera es más fina que la de la Tierra (100 veces más) Marte tiene una respuesta más rápida a la cantidad de radiación solar impactando en la superficie. Tomad nota de que en la Tierra el mes mas cálido tiene lugar dos meses después del solsticio de verano, mientras que en Marte este tiene lugar casi inmediatamente.

### Parecidos entre la Tierra y Marte:

- Ambos planetas tiene el eje de rotación inclinado, lo cual es la causa principal de las estaciones.
- Ambos planetas tienen características y fenómenos meteorológico específicos de cada estación y de cada region del planeta. Por ejemplo, hay una estación de huracanes en la Tierra mientras que en Marte hay un doble vórtice recurrentes.
- **Ambos planetas tienen casquetes polares que cambian con la estaciones.**
- **Ambos, Marte y la Tierra tienen agua en forma de nubes o hielo.**



*Figura 2: Marte comparado con Venus y la Tierra. (Créditos: NASA/ESA)*



# MARS QUICK FACTS

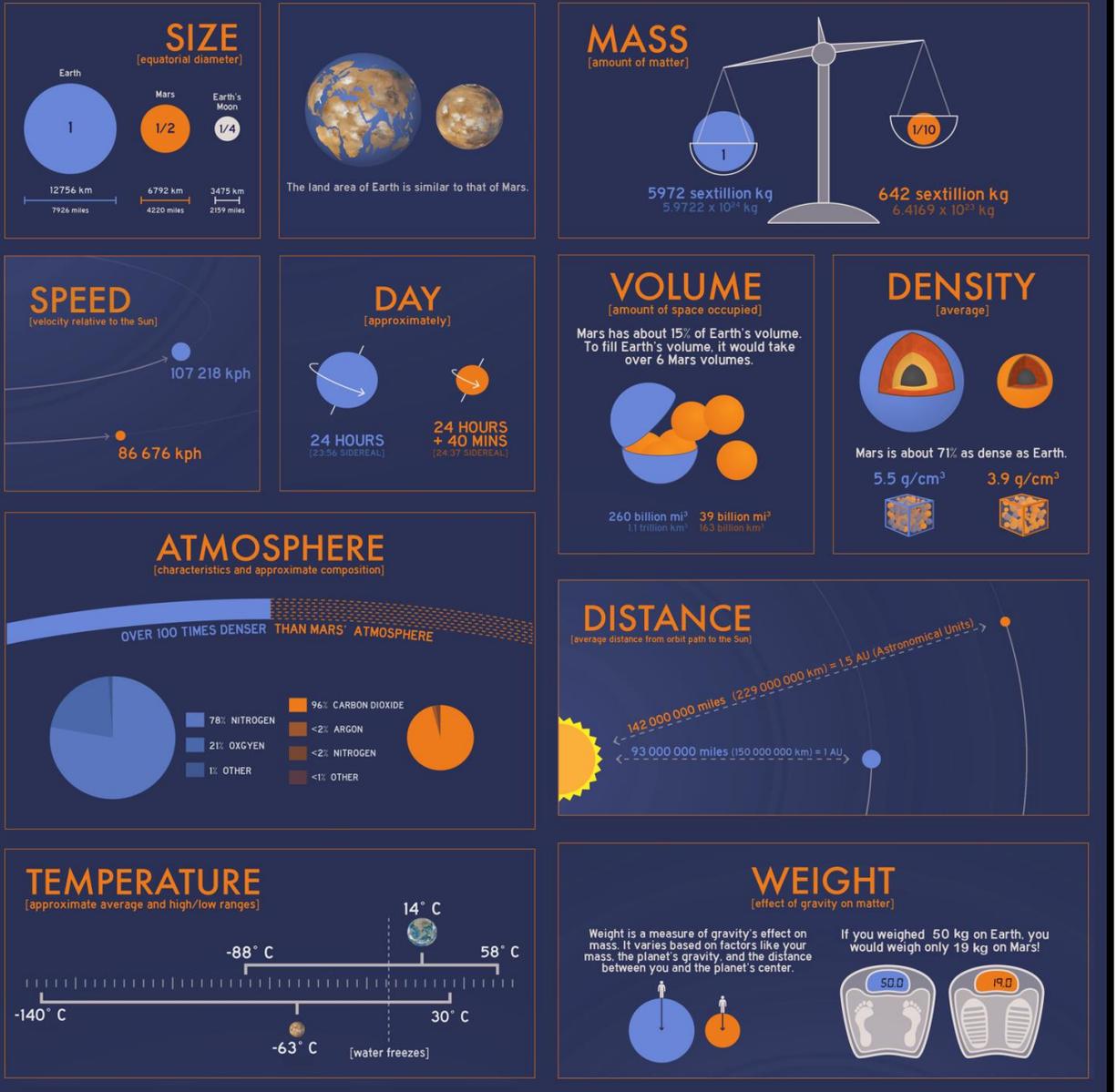


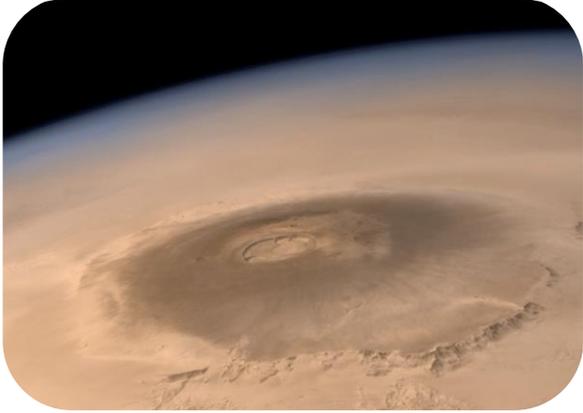
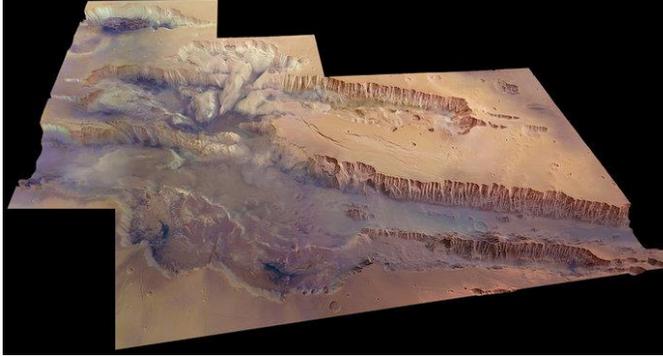
Figura 3: Datos fundamentales que son interesantes para comparar Marte con la Tierra. Créditos: NASA. (Para ver la información completa de la infografía: <https://mars.nasa.gov/all-about-mars/facts/>)



## Propiedades de la superficie de Marte

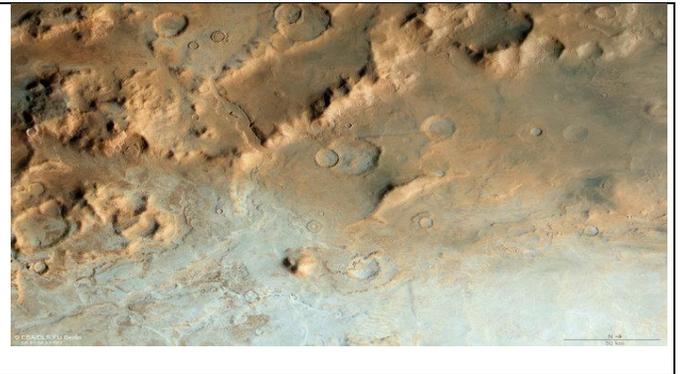
Marte tiene una apariencia muy característica de color rojo-anaranjado principalmente por el óxido de hierro de su superficie. Los satélites que exploran Marte también han visto otros colores sobre su superficie, como el marrón, bronce y verdoso. **Marte está compuesto principalmente de oxígeno y silicio, junto con metales.**

El volcán más grande del Sistema Solar, el **Monte Olympus**, se encuentra en Marte. Con 27 km de altura es la segunda montaña más alta del Sistema Solar (siendo la primera *Rheasilvia* en el asteroide Vesta). Además, Marte tiene el cañón más grande del Sistema Solar, **Valles Marineris**, con 4000 km de longitud, 200 km de anchura, y hasta 7 km de profundidad.

<p><b>Olympus Mons</b></p> <p>Créditos: ESA/DLR/FU Berlin (Mars Express)</p>	 A photograph of the Olympus Mons volcano on Mars, showing its massive, circular caldera and surrounding plains under a hazy sky.
<p><b>Valles Marineris.</b></p> <p>Créditos: ESA/DLR/FU Berlin (Mars Express mission)</p>	 A 3D topographic map of the Valles Marineris canyon system on Mars, highlighting its immense scale and complex structure with various plateaus and escarpments.

## Hellas Basin

Créditos: ESA/DLR/FU Berlin (Mars Express)



En el hemisferio norte se encuentra la suave cuenca *Borealis* que cubre el 40% del planeta y podría ser el resto de un impacto gigante. Los canales encontrados en estas regiones pueden tener 2000 km de longitud y 100 km de anchura.

Al haberse encontrado canales, barrancos y valles en todo el planeta podemos asumir que **corrió agua líquida en el pasado en la superficie del planeta.**

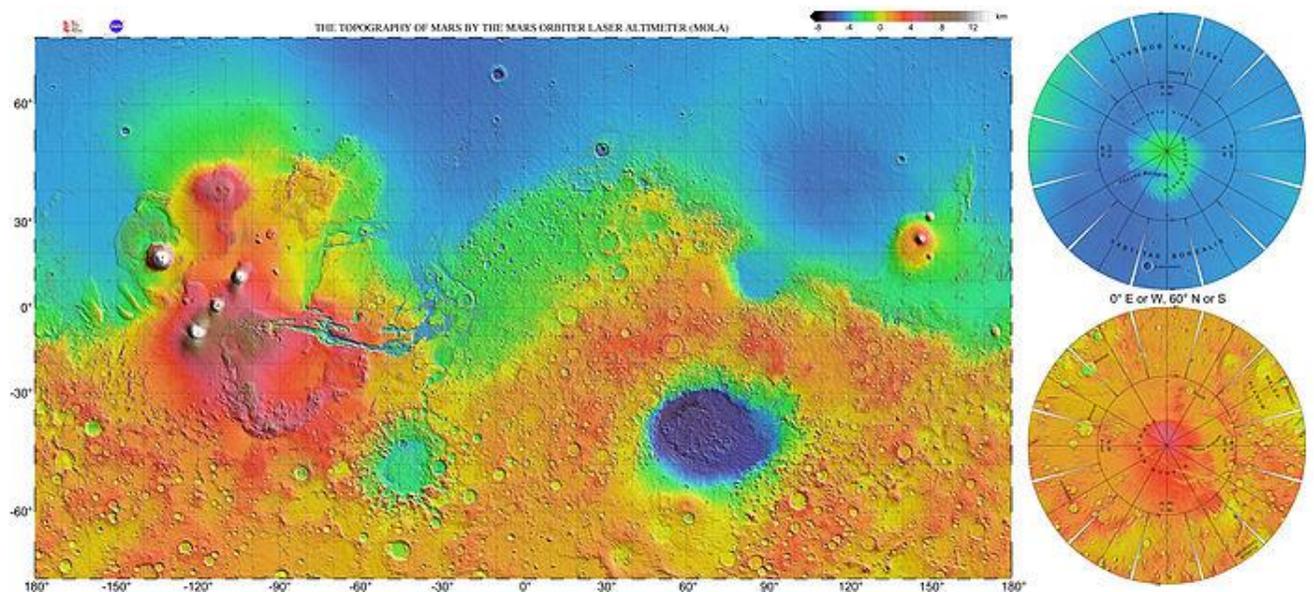


Figura 7: Imagen de radar de la región *Borealis basin*. Créditos: MOLA

Marte es mucho más frío que nuestro planeta, lo cual es en parte por su mayor distancia al Sol, pero también por su fina atmósfera que previene que se genere el efecto invernadero. El promedio de temperaturas se encuentra en torno a  $-60^{\circ}\text{C}$ , aunque éste puede cambiar desde  $-125^{\circ}\text{C}$  cerca de los polos (en invierno) hasta  $20^{\circ}\text{C}$  cerca del ecuador.



En Marte, al igual que en la Tierra, los polos norte y sur no reciben la luz del sol durante el invierno. En el frío invierno, el dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) se congela y forma los casquetes polares. Cuando termina el invierno y la luz del Sol comienza a calentar los polos, el dióxido de carbono de los casquetes cambia de estado sólido a gaseoso (proceso conocido como sublimación). A medida que nos adentramos en el año las temperaturas aumentan, los casquetes polares se deshacen y el dióxido de carbono vuelve a la atmósfera, reduciéndose así el tamaño de los casquetes polares, que también están hechos de agua helada.

### Propiedades del interior de Marte:

El interior de Marte es, en algunos aspectos, similar al del interior de la Tierra. Tiene un núcleo metálico denso, de hierro y níquel con un radio de unos 1800 km. Entorno a éste se encuentran materiales menos densos, un manto de silicatos, causante de muchas de las formaciones tectónicas y volcánicas del planeta. El grosor de la corteza del planeta es similar al de la Tierra (aproximadamente unos 50 km).

### La atmósfera de Marte

Se cree que la atmósfera de Marte era mucho más gruesa cuando Marte se formó. Marte perdió su magnetosfera, hace unos 4 billones de años y debido a esto, las interacciones del viento solar con la ionosfera de Marte han ido reduciendo el grosor de su atmósfera, arrancando átomos de las capas más externas. Esta erosión ha resultado en una presión superficial media de un 0.6% la de la Tierra.

**Marte tiene una atmósfera fría y fina, lo que implica que el agua líquida no puede existir en la mayoría de los lugares de su superficie.** La composición de la atmósfera de Marte consiste en un 96% de dióxido de carbono, 1.93% de argón y un 1.89% de nitrógeno con ciertas trazas de oxígeno y agua.

La **detección de metano** en la atmósfera de Marte es un tema de gran debate entre la comunidad científica, pues su presencia nos revela la existencia de una fuente activa de este gas presente en Marte. Esta fuente de metano puede deberse a actividad volcánica, impacto de cometas, e incluso a la presencia de formas de vida del tipo de microorganismos.



*Figura 8: Puesta de sol en Marte. Créditos: NASA*

### Propiedades orbitales

La distancia promedio de Marte al Sol es aproximadamente de 230 millones de km, y tarda en completar una vuelta alrededor del Sol (un periodo orbital) de 687 días terrestres. Un año marciano es igual a casi 2 años terrestres.

La duración de un “día” en Marte es parecida a la de un día en la tierra (24h y 40 minutos). La inclinación del eje de rotación de Marte, respecto al plano de su órbita (giro alrededor del Sol), es de 25.2 grados, siendo muy similar a la inclinación de la rotación del eje de la Tierra (23.5 grados).

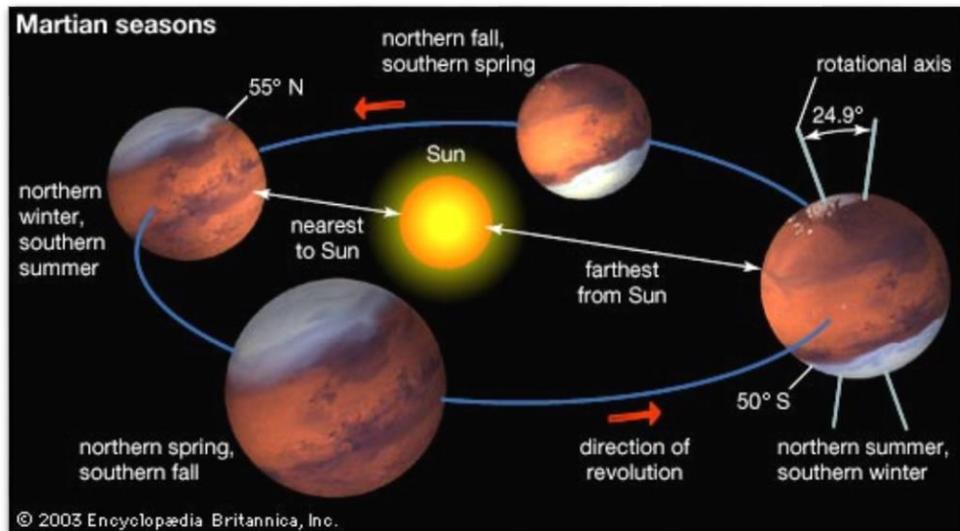
### Estaciones en Marte

Marte tiene estaciones que son muy parecidas a las de la Tierra. Las estaciones se producen por la inclinación del eje de rotación de Marte. Sin embargo, porque Marte está a una distancia mayor que la Tierra del Sol, la duración de las estaciones de Marte son casi el doble de largas. Debido a la alta excentricidad de la órbita de Marte, las temperaturas en verano en el hemisferio sur de Marte son mayores que en su hemisferio norte.

Marte tiene las tormentas de polvo mayores del Sistema Solar. Estas tormentas ocurren en Marte de manera regular durante la estación de verano del hemisferio sur, cuando el planeta se encuentra más cerca del Sol. Una mayor iluminación solar causa un mayor contraste de



temperaturas, dando como resultado movimientos de aire que levantan fácilmente las partículas de polvo de la superficie. El tamaño de las tormentas puede variar de una pequeña área en la superficie a tormentas gigantes que pueden cubrir todo el planeta, alcanzando velocidades superiores a 160 km/h.



*Figura 9: Ilustración de las estaciones de Marte. Créditos: Encyclopædia Britannica.*

## Habitabilidad

Las condiciones de la órbita de Marte hacen que caiga en el borde de la **zona de habitabilidad** de nuestro Sistema Solar, la cual se define como la región entorno a la estrella en la que un planeta podría tener agua en estado líquido en superficie.

El principal problema de Marte es que debido a su fina atmósfera y su falta de campo magnético no es posible que exista agua líquida en su superficie por períodos largos. Esto no significa que nunca haya existido agua líquida en la superficie de Marte.

Hay evidencias que sugieren que el planeta fue una vez mucho más habitable que hoy, pero si organismos vivos como los microorganismos existieron alguna vez es a día de hoy incierto.

Lo que es cierto es que muchos terrenos visibles en Marte sugieren que hubo agua líquida en la superficie de Marte. De hecho, grandes lagos y valles encontrados son parecidos a zonas terrestres erosionadas por el agua o la lluvia.