



Asociación  
Valenciana  
Astronomía

# RIGEL 269

LA REVISTA DE LA ASOCIACIÓN VALENCIANA DE ASTRONOMÍA

3 OCTUBRE | NOVIEMBRE | DICIEMBRE | 2023

**MARTE EN LA TIERRA**

**ASTRONOMÍA DESDE LA CIUDAD: CASIOPEA (I)**

**NUBES MASTODÓNTICAS O "MAMMATUS"**

**PASEANDO POR LAS ESTRELLAS DOBLES:  
REVISTAS ESPECIALIZADAS**

**RESEÑA DEL LIBRO "ESTRELLAS POR UN TUBO"**



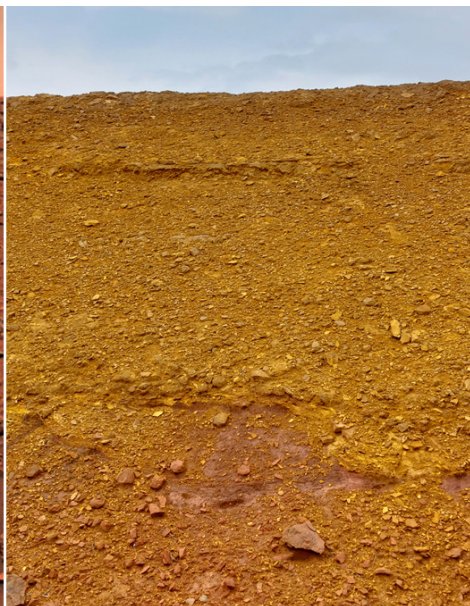
# Riotinto: Marte en la Tierra

**Autores:** Ignacio Tornero y Luis Rivas  
Texto revisado por Carlos Briones

La provincia de Huelva es una gran desconocida, que atesora un enorme patrimonio cultural y un ingente encanto natural. Lugares como la Sierra de Aracena, con su imponente Gruta de las Maravillas, hacen las delicias del público en general y de los geólogos en particular.



*Imagen de Marte tomada desde Chryse Planitia por la sonda Viking 1, el 21 de julio de 1976 (imagen: NASA).*



*Imagen de la zona de la tierra amarilla, en Riotinto (imagen: Luis Rivas)*

Pero hay un lugar que merece una visita por su impresionante orografía y su interés para la microbiología y la investigación planetaria: el Parque Minero de Riotinto. Es probablemente el lugar más parecido a Marte que podemos encontrar en nuestro planeta. En esta zona, los Íberos ya extraían minerales en el año 3.000 a. C. Posteriormente, en la época romana, la explotación continuaría con la extracción de oro, plata y cobre, que ha continuado casi ininterrumpidamente hasta la actualidad.

Fruto de toda esta actividad a cielo abierto han ido aflorando distintas formaciones moldeadas por la erosión natural, dando lugar a un paraje único por el que la NASA y la ESA han mostrado su interés durante años, realizándose diferentes trabajos de investigación en el campo de la microbiología en ambientes extremos y la astrobiología.



*La concentración de óxidos metálicos (en particular, de hierro) otorga una peculiar coloración a las aguas del río Tinto, lo que lo convierte en algo único (imagen: Luis Rivas)*

El río Tinto, perteneciente a la Cuenca Atlántica Andaluza, nace en las inmediaciones de la Peña del Hierro, en la localidad onubense de Nerva y, tras recorrer cerca de 100 kilómetros, desemboca en la Ría de Huelva. La mayor parte de la cuenca del río discurre por la Faja Pirítica Ibérica, que contiene la mayor concentración de sulfuros metálicos de nuestro planeta.

Sus aguas rojizas se caracterizan por tener un pH muy ácido, entre 1,7 y 2,7 (cercano al del ácido sulfúrico) con un elevadísimo contenido en metales pesados (cationes de Fe, Ni, Cu, Zn, Cd, Mn,...) y en anión sulfato (procedente de la oxidación de los sulfuros del lecho del río).

Una intensa investigación desarrollada principalmente por científicos pertenecientes a la Universidad Autónoma de Madrid y al Centro de Astrobiología

(CAB, CSIC-INTA), tanto en el propio río como en el subsuelo de la zona de su nacimiento, ha mostrado que el origen de las peculiares características de estas aguas no es fruto de la contaminación minera, sino que es natural. Lo que hace único al río Tinto es que, desde su nacimiento y a lo largo de todo su cauce, contiene microorganismos extremófilos cuyo metabolismo de tipo quimiolitotrófico acidifica el agua y, en esas condiciones, se solubilizan los metales que están presentes en las rocas, pasando al agua.

A partir de esas condiciones extremas producidas por unas pocas especies de bacterias, se han adaptado a vivir en esa agua cientos de especies de eucariotas, como algas y hongos. Y los humanos hemos aprovechado desde hace milenios la acidez natural de esas aguas para fomentar la minería en dicho entorno, mediante el sistema conocido como drenaje ácido de minas.



*Diferentes sedimentos en el suelo de Riotinto (imagen de Luis Rivas)*

En este proceso de oxidación de sulfuros metálicos se originan minerales como hematitas, goethita, jarosita, etc., que han sido identificados en algunas zonas de Marte, como Meridiani Planum. De ahí partió el interés de la NASA y otras agencias espaciales por estudiar esos microorganismos que obtienen su energía de los sulfuros metálicos presentes en el lecho del río Tinto.

Meridiani Planum es una llanura marciana que se encuentra en la parte más occidental del Sinus Meridiani, cerca del ecuador del planeta, y que alberga una



alta concentración de hematita cristalina gris. En la Tierra, la hematita se suele formar en manantiales de agua caliente u otros entornos hidrotermales, lo que llevó a considerar que esa hematita de Marte indicaría la presencia de agua líquida en el pasado remoto del planeta (hasta hace unos 3.000 millones de años). El rover Opportunity de la NASA se posó en Meridiani Planum para estudiar esta zona, encontrando evidencias de la presencia pasada de agua durante un largo período de tiempo. Entre dichas pruebas, destaca la detección de jarosita en una roca que se bautizó como “El Capitán”.

La jarosita es un mineral descubierto en 1852 por el geólogo alemán August Breithaupt en el barranco andaluz de El Jaroso, en la Sierra Almagrera (Almería). Posteriormente se ha encontrado jarosita en Riotinto y Mazarrón (Murcia), y también varias zonas de Chile y Australia, entre otros lugares. Es un mineral difícil de identificar, porque se puede confundir con la limonita y la goethita. De color amarillo pardo, suele presentarse en masas granulares, aunque a veces forma pequeños cristales tabulares.

Se han propuesto diferentes explicaciones para la existencia de la jarosita en los sedimentos marcianos. En 2021 se anunció la presencia de jarosita en el hielo de la Antártida, por debajo de los 1000 metros de profundidad. Se encontraron cristales de este mineral adheridos a partículas residuales ricas en sílice en el núcleo de hielo del Domo Talos, lo que indicaría una erosión en la que interviene tanto polvo eólico como aerosoles atmosféricos ácidos, hecho que refuerza el modelo de erosión del hielo para la formación de jarosita en Marte.



*Autores del artículo junto a la réplica del rover Curiosity (imagen de Pilar Fernández).*

## La visita a la zona

El parque minero de Riotinto se encuentra abierto a las visitas, ofreciendo diversas combinaciones, tales como el recorrido junto al río Tinto en el antiguo tren minero, la visita al museo minero, el barrio inglés de Bella Vista, las minas de Peña de Hierro y de Corta Atalaya, etc. Pero la visita que más nos interesa es la denominada "Marte en la Tierra", con una duración de 90 minutos, que se encuentra disponible únicamente los sábados. La alta demanda de visitantes hace recomendable la adquisición anticipada de entradas a través de la web del parque minero. Con estas premisas, los autores de este artículo, junto a otros acompañantes, realizamos la visita la pasada primavera.

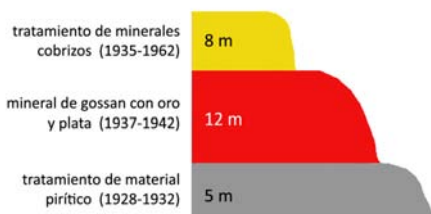


*Centro de recepción de visitantes de la visita "Marte en la Tierra" (imagen: I. Tornero).*

Un tren neumático lleva a los visitantes a una semiesfera blanca, donde se ofrece una explicación del recorrido que se va a realizar, siempre acompañado por una persona que guiará la visita. El sorprendente paseo discurre por tres zonas bien diferenciadas: la Tierra Roja, el Gran Muro Negro y el campo de pruebas de investigaciones científicas.

## La Tierra Roja, el origen de un entorno marciano

El depósito de estériles de la fundición de cobre estaba delimitado por un muro de 433 metros de largo y 25 metros de altura, tenía una superficie de 800.000 metros cuadrados y albergaba más de 4 millones de toneladas de estériles. De abajo a arriba, este depósito tiene tres niveles que se corresponden con tres periodos de operaciones diferentes del concentrador.



*Corte del depósito de estériles (imagen de los autores)*

Este depósito no sufrió alteraciones hasta 1994, cuando la compañía que explotaba las minas, Minas de Riotinto SAL, decidió volver a tratar el nivel rojo para intentar recuperar el oro y la plata contenido en él, eliminando en esta zona la capa superior amarilla para tratar unas 40.000 toneladas en una planta piloto.

Así pues, la acción del hombre aportando material al depósito y alterándolo después al dejar al descubierto el nivel arcilloso rojo, ha permitido la erosión por lluvia y viento durante 25 años. Esto ha dado lugar a un entorno singular que, tanto por su color rojizo como por su morfología, es el lugar más parecido que podemos encontrar en la Tierra a algunas zonas del planeta Marte.



*Adentrarse en la zona de la Tierra Roja recuerda ciertos paisajes del Valles Marineris de Marte (imagen de Ignacio Tornero)*

## El Gran Muro Negro

Este inmenso muro es el lugar donde la Fundación Piritas depositó, entre 1907 y 1970, el material incandescente desechable resultante de los trabajos para la obtención de cobre, compuesto básicamente por hierro y sílice. Al solidificar, se forma una roca artificial conocida en el ámbito minero como escoria, y el lugar donde se acumula se denomina escorial.

Actualmente, esta montaña negra y de aspecto similar a la lava solidificada alberga 2.700.000 toneladas, ocupa una superficie de unas 14 hectáreas y tiene una altura media de 20 metros.



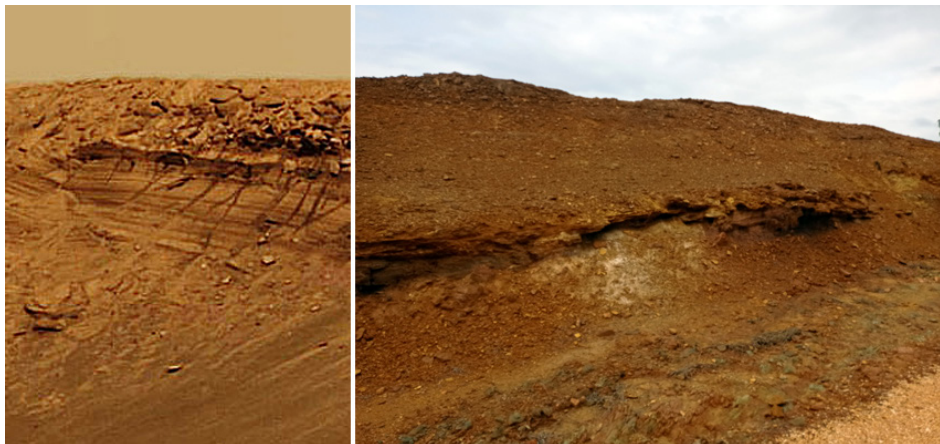
*A la izquierda, el Gran Muro Negro se alza detrás de la tierra roja (imagen de Remei Murgui). En la derecha, un detalle de afloración de materiales de diferentes colores (imagen de Ignacio Tornero)*

El imponente color negro dominante está fajado en algunos puntos por bandas amarillas (azufre), rojizas (óxido de hierro) y moteada de verde (óxido de cobre). En buena parte, los taludes presentan huellas de la maquinaria pesada que extrajo parte de esa montaña de ferrosilicato para emplearlo como relleno en pistas mineras o para elaborar hormigón de alta densidad.

## **Campo de pruebas de investigaciones científicas**

Como ya hemos expuesto, el paisaje parece sacado de otro planeta. A esta zona se la llama “paraje de Zarandas”. Este nombre se debe a la principal actividad que se desarrollaba aquí, la trituración y zarandeo de mineral. Sus características geológicas y mineralógicas, han llevado a la NASA, ESA, Universidad Autónoma de Madrid, INTA, CSIC y Centro de Astrobiología, a desarrollar numerosas investigaciones tanto en esta zona como a lo largo del curso del río y también en su subsuelo.





*A la izquierda una imagen dentro del cráter Endurance de Marte, tomada por el rover Opportunity (Imagen NASA-JPL). A la derecha un paisaje idéntico de Riotinto (imagen de Ignacio Tornero).*

Entre los trabajos ya realizados destacan el proyecto MARTE como colaboración entre el CAB y la NASA (2003-2005), cuyo fin fue el estudio de la vida extremófila presente en esta zona y el desarrollo de tecnología para la posible detección de vida en Marte. El proyecto IPBSL fue desarrollado por el CAB (2010-2015) para estudiar microorganismos presentes en el subsuelo en la zona de nacimiento del río, hasta una profundidad de 600 metros.

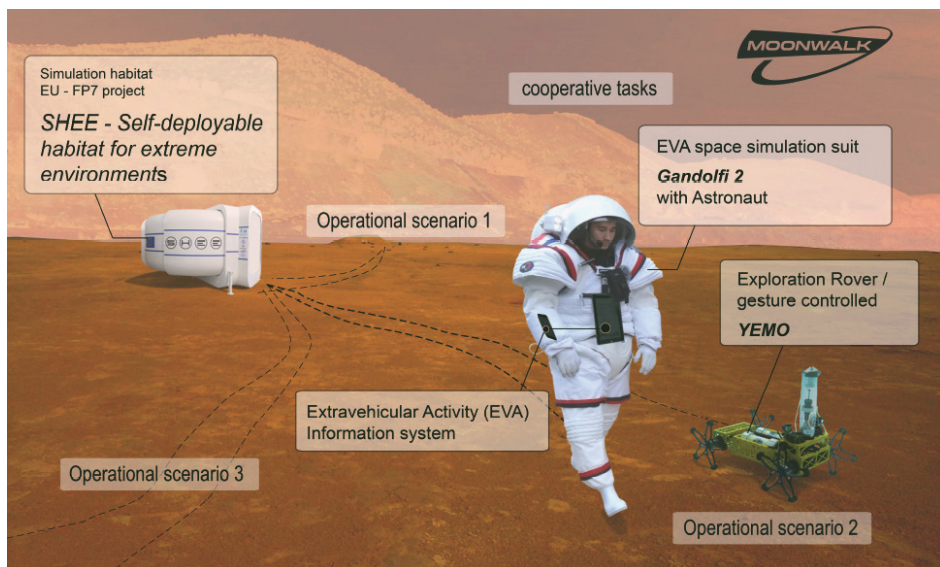


*Prueba de simulación del proyecto Moonwalk en 2016. (Créditos Moonwalk Consortium, imagen de Bruno Stubenrauch).*

También destaca el proyecto MOONWALK (2016), desarrollado por el CAB y el INTA, para la puesta a punto y mejora de las técnicas utilizables por un equipo astronauta-robot durante las actividades extra-vehiculares. A lo largo de este proyecto, se probaron en el entorno de Riotinto el rover de exploración YEMO, el traje espacial Gandolfi 2 y el prototipo de hábitat desplegable para exploración de ambientes extremos SHEE.

## **Signs Of Life Detector, que detecta biomoléculas procedentes de microorganismos, como posibles “marcadores de vida” o biomarcadores)**

Además, se utilizaron dos instrumentos científicos desarrollados por el CAB: el SOLID (Signs Of Life Detector, que detecta biomoléculas procedentes de microorganismos, como posibles “marcadores de vida” o biomarcadores) y un prototipo del RLS (Raman Laser Spectrometer, que puede detectar moléculas orgánicas presentes en minerales).



Esquema de las pruebas de simulación en Riotinto (imagen CAB-CSC/INTA)