



Marte, conocido como el planeta rojo, recibe este nombre por su apariencia rojiza debido a la presencia de óxido de hierro en su superficie (foto tomada de <http://astrogeology.usgs.gov>).

Marte, la casa del futuro

La posibilidad de establecer una colonia humana en Marte es cada vez más real. Las evidencias recogidas por la NASA de la presencia de agua líquida en el planeta rojo, orientará a los científicos en la búsqueda de vida extraterrestre.

Patricia Blanco Picado
patricia.blancopicado@ucr.ac.cr

La noticia es de gran importancia para la ciencia, que durante varias décadas ha venido trabajando en el lanzamiento de misiones espaciales con el objetivo de conocer a profundidad el planeta más cercano a la Tierra, y que comparte con esta una serie de características.

“La información que presentó la NASA me parece muy importante para la comunidad científica y nos hace pensar que tenemos mejores posibilidades para

establecer en un futuro una colonia en ese planeta”, opinó el Dr. Marco Barahona, profesor de la Escuela Centroamericana de Geología de la Universidad de Costa Rica (UCR).

Igualmente, para la Dra. Lela Taliashvili, directora del Centro de Investigaciones Espaciales (Cinespa) de esta universidad, el hallazgo es trascendental ya que “la humanidad debe encontrar un planeta cercano para emigrar en el futuro”.

“Si hay agua líquida, hay vida microbiana”, sentenció Taliashvili, quien consideró que por sus características Marte es un lugar indicado para explorar posibilidades de vida.

Desde la Antigüedad se conoce la existencia del planeta Marte. No obstante, en los años 1970 se conocieron los primeros indicios de que el agua líquida fluyó en algún momento en ese planeta. Las fotografías tomadas por las sondas espaciales a lo largo del tiempo han mostrado valles ondulados, pendientes y otras formaciones por donde el líquido

ha corrido. Esto hace suponer que en el pasado existieron condiciones ambientales que permitieron la ocurrencia de grandes inundaciones.

Asimismo, se observó la existencia de agua congelada en el polo norte del planeta rojo, e incluso, se cree que hace millones de años existió un enorme océano en ese mismo hemisferio.

A pesar de estos resultados, las investigaciones no habían sido concluyentes. Fue en el 2011 cuando aparecieron indicios más sólidos sobre la posibilidad de encontrar el preciado líquido fuera de la Tierra y de que provenga de acuíferos extraterrestres. Los científicos describieron el hallazgo en algunas pendientes como “manchas oscuras que aparecían a finales de la primavera y desaparecían en otoño en el hemisferio sur”.

El 28 de setiembre pasado se conocieron nuevas pruebas que hacen suponer la existencia de agua líquida. La NASA indicó que mediante el uso de un espectrómetro de imágenes encontró trazas de sales hidratadas (poseen moléculas de agua), que relacionó con el brote de agua muy salada.

“No es que se observó agua en estado líquido, pero sí parece ser una evidencia muy fuerte de la presencia de agua líquida bajo ciertas circunstancias, como temperatura y ubicación, en ese planeta”, explicó Barahona, especialista en hidrogeología.

Búsqueda de vida

“Determinar si existe agua líquida en la superficie de Marte es fundamental para comprender el ciclo hidrológico y el potencial de vida en Marte”, aseguran los científicos del Instituto de Tecnología de Georgia, Estados Unidos, en la investigación publicada en la revista *Nature Geoscience*.

Por su parte, la directora científica de la NASA, Ellen Stofan, confirmó en una entrevista al diario chileno *La Tercera* que “los descubrimientos que se realizan en Marte siguen reforzando la idea de que el planeta rojo es el lugar de nuestro Sistema Solar donde existen más probabilidades de éxito en la búsqueda de indicios de vida pasada”.

Marte se encuentra mucho más lejos del Sol que la Tierra, razón por la que sus climas son muy fríos, la atmósfera es muy delgada y retiene poco calor. Además, debido a su aridez y a su similitud geológica, se le ha comparado con el desierto chileno de Atacama.

Bajo estas condiciones es difícil encontrar agua líquida en el planeta rojo. Una de las hipótesis que manejan los investigadores de la NASA es que las sales hidratadas podrían disminuir el punto de congelación del agua, lo que permitiría que fluyan corrientes salobres.

Para Barahona, se podría pensar que hay un ciclo hidrológico en Marte, aunque no similar al que existe en la Tierra. Las evidencias geológicas en Marte muestran

un pasado más húmedo y más apropiado para el desarrollo de organismos vivos, dijo Barahona.

“Se han observado formas geomorfológicas que se asocian con procesos de erosión por el paso de agua líquida, como los cañones. Además, hay depósitos de rocas redondeadas que evidencian que posiblemente fueron transportadas por una corriente de agua y se relacionan con depósitos de ríos”, detalló.

En la Tierra, explicó, cuando un lago no vuelve a recibir el aporte de un río o de las lluvias y se empieza a evaporar, aumenta la salinidad en el agua. Si el proceso de evaporación continúa, se precipitan minerales evaporíticos, algunos de los cuales son hidratados, como el yeso.

“En la información que presentó la NASA –indicó Barahona–, los científicos lo que observan es una señal relacionada con minerales hidratados y estos con un proceso de evaporación de agua salada”.

Condiciones necesarias

Las investigaciones científicas dan cuenta que en Marte aún no existen todas las condiciones indispensables para la vida. Además del agua, la atmósfera y el campo magnético son factores importantes para la sobrevivencia y estos elementos son muy débiles en este planeta, aclaró Taliashvili, astrofísica de la UCR.

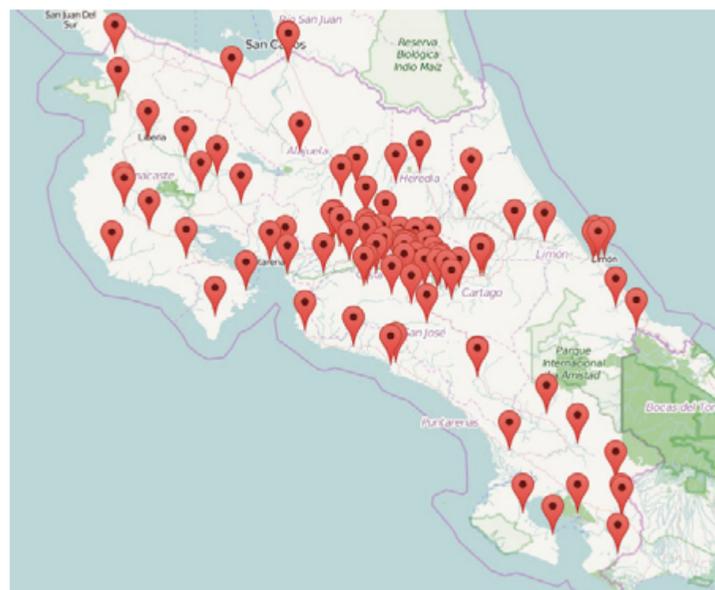
“El aumento del oxígeno en la atmósfera marciana es una de las tareas importantes a resolver para la colonización humana en Marte”, dijo la investigadora, pero también se requieren otros elementos como hidrógeno, nitrógeno y carbono.

La atmósfera de este planeta se compone fundamentalmente de dióxido de carbono (95 %) y en menor proporción de nitrógeno, argón, oxígeno molecular, monóxido de carbono y vapor de agua.

Según afirmó Taliashvili, otro aspecto que habría que resolver en Marte es la alta radiación solar debido a la ausencia de un campo magnético como el de la Tierra, lo cual representa un peligro para los humanos.

En marzo del 2016, la misión espacial *Insight* se adentrará bajo la superficie del planeta rojo con sofisticados instrumentos geofísicos, para investigar su estructura interior y así poder comprender la formación evolutiva de este planeta. Asimismo, la NASA se prepara para el envío de humanos a las cercanías de Marte durante la década del 2030.

Así las cosas, colonizar Marte ya no solo forma parte de la ciencia ficción. Ahora está más cerca que nunca. ■



El Laboratorio de Ingeniería Sísmica monitorea casi un centenar de acelerógrafos colocados en edificaciones de todas las provincias del país. Fuente: Laboratorio de Ingeniería Sísmica.

Laboratorio de Ingeniería Sísmica Ingenieros toman pulso al Hospital de Heredia

La colocación de acelerógrafos en el Hospital de Heredia permite a los ingenieros conocer el comportamiento de este edificio ante la eventualidad de un sismo de gran magnitud

Elizabeth Rojas Arias
elizabeth.rojas@ucr.ac.cr

Desde agosto pasado, el Hospital San Vicente de Paul de Heredia es monitoreado por profesionales de la Universidad de Costa Rica (UCR) y de la Caja Costarricense de Seguro Social (CCSS), por medio de dos acelerógrafos que se colocaron en una de las torres del edificio.

Es el primer hospital nacional "instrumentalizado", proceso que se logró como parte del convenio entre ambas instituciones, a través del Laboratorio de

Ingeniería Sísmica (LIS) de la UCR, para la vigilancia de edificaciones vitales en casos de sismos fuertes.

El Hospital de Heredia cuenta con seis edificios, se seleccionó el más alto para colocar dos equipos, uno en la planta baja y otro en el piso superior, que registrarán de forma continua las aceleraciones en este edificio, tanto debido a sismos como a otros tipos de vibraciones. El monitoreo se realiza por medio de Internet.

En el caso de que ocurriera un temblor se puede observar desde la UCR el comportamiento del módulo E del Hospital de Heredia, sus movimientos horizontales y verticales, y se puede calcular incluso el tiempo que tarda el inmueble en dejar de moverse.

Esta información, según explicaron el Dr. Aarón Moya Fernández y el Dr. Víctor Schmidt Díaz, especialistas en Ingeniería Sísmica, permite tomar medidas correctivas en la estructura si se detecta que el comportamiento del inmueble no es adecuado. De tal manera que la colocación de instrumentos, de la mano del análisis de la información, puede ayudar a garantizar la seguridad y confiabilidad de una edificación, añadieron los investigadores.

En el caso de un hospital, dijeron, se trata de inmuebles que deben permanecer en funcionamiento después de un terremoto, de ahí la importancia de mantenerlos monitoreados.

El convenio con la Caja del Seguro Social se firmó en el 2012, por lo que son varias las clínicas en las que se han colocado 15 acelerógrafos en todo el país.

Moya afirmó que próximamente colocarán instrumentos en el Hospital de Alajuela y en el Hospital de La Anexión, en Nicoya, Guanacaste.

Qué mide un acelerógrafo

A diferencia de un sismógrafo que registra el paso de las ondas de un temblor, los acelerógrafos miden el movimiento de un sismo en tres direcciones: dos horizontales (izquierda y derecha) y una vertical. Para la ingeniería sísmica los componentes horizontales son los más importantes, porque son los que sacuden con mayor intensidad la edificación y, por ende, pueden generar el mayor daño.

Otro aspecto a tomar en cuenta es la

duración de la sacudida, que si es muy prolongada puede ser la responsable de graves problemas en la estructura, aun cuando los niveles de aceleración no sean muy altos, explicó Schmidt. Este tiempo se calcula en forma precisa con los acelerógrafos.

Los investigadores detallaron que los edificios, al igual que todos los cuerpos materiales, poseen distintas formas de vibrar ante cargas dinámicas. Cuando ocurre un sismo el movimiento de la estructura se incrementa. Esto provoca que las personas que se encuentran en pisos superiores de un edificio perciban un temblor con mayor movimiento que las que se encuentran en los pisos inferiores. La única forma de medir este efecto es colocar instrumentos arriba y debajo de un inmueble.

Además, las fuerzas a las que se ve sometido un edificio ante un sismo relacionan el peso del inmueble con las aceleraciones. De ahí que el valor de la aceleración sea tan importante para el diseño sismorresistente (ver recuadro *Código Sísmico de Costa Rica*).

Registros en todo el país

La red de acelerógrafos del LIS está distribuida en todo el país y se encuentra conectada a Internet, por lo que hay un registro del movimiento del suelo cada segundo. Esta información está disponible en el sitio web del Laboratorio (www.lis.ucr.ac.cr), en donde se actualizan los gráficos cada seis minutos.

Los acelerógrafos han sido adquiridos por la UCR, aunque El Tobogán es el primer edificio "instrumentalizado" con equipos comprados por sus propietarios y se incorporaron a la red de movimiento fuerte del país mediante el sistema en línea del LIS.

Los dueños de edificios altos que estén interesados en colocar acelerógrafos en sus inmuebles se pueden comunicar con el LIS para obtener asesoría y colaboración acerca del procesamiento de los datos. El costo de cada instrumento es de aproximadamente \$10 000 y la asesoría del Laboratorio universitario es gratuita. ■

Código Sísmico de Costa Rica

La información científica que han aportado a lo largo de varias décadas el Laboratorio de Ingeniería Sísmica del Instituto de Investigaciones en Ingeniería y el Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales (Lanamme), ambos de la UCR, permite sustentar en forma efectiva el *Código Sísmico de Costa Rica*. Este se ha actualizado con los nuevos descubrimientos, lo que ha mejorado de forma considerable los sistemas constructivos del país.

Tal y como se señala en el sitio web del *Código Sísmico de Costa Rica*, este reglamento sistematiza prácticas de diseño sismorresistente basadas en el conocimiento científico, la praxis tecnológica y la experiencia de terremotos pasados. La historia del Código se nutre a partir de 1974 (primera edición), cuando aún estaban recientes los terremotos de Managua de 1972 y de Tilarán de 1973.

La segunda versión del *Código*, publicada en 1986, reviste vital importancia porque recoge la información científica de las recién creadas Red de acelerógrafos 1983 (precursora del LIS) y Red Sismológica Nacional (RSN), que se conformó en 1982 mediante un convenio entre la UCR y el Instituto Costarricense de Electricidad (ICE). Además, en esa década ya habían ocurrido los terremotos de Golfito y de San Isidro de El General.

Para la tercera versión (2002), el Código recoge la investigación realizada por el Lanamme y los posgrados en Geotecnia y en Estructuras de la UCR y la edición del 2010, que rige actualmente, incluye cambios en el mapa de zonificación sísmica, los parámetros para el cálculo del coeficiente sísmico y la actualización de requisitos para los materiales estructurales, especialmente para la madera y el acero.

Registro de la aceleración del Hospital de Heredia

[0.15] HSV6



Piso 06

[0.04] HSV1



Piso 01



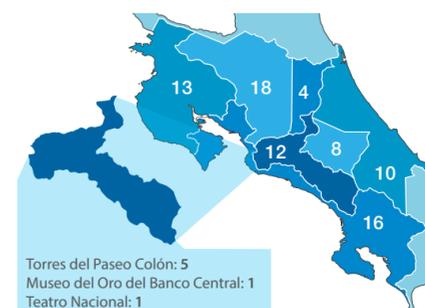
Acelerógrafo



Hospital San Vicente de Paul

Red de acelerógrafo :

El Laboratorio de Ingeniería Sísmica cuenta con cerca de 100 instrumentos digitales en todo el país:



Torres del Paseo Colón: 5
Museo del Oro del Banco Central: 1
Teatro Nacional: 1
Facultad de Ingeniería de la UCR: 2
Oficentro El Tobogán: 3

Clínicas y hospitales de la CCSS: 15

Textos: Elizabeth Rojas, periodista.
Diseño: Rafael Espinoza.

Clasificación de edificaciones según el Código Sísmico



Hospitales, estaciones de bomberos, aeropuertos, estaciones de telecomunicaciones (factor 1,25 a 1,50)



Obras de almacenamiento de sustancias tóxicas o explosivas (factor 1,25-1,50)



Escuelas, centros de salud, instalaciones públicas (factor 1-1,25)



Casas, oficinas, comercios (factor 1-1,25)

Medidas para evitar muertes por sismos en Costa Rica Para verdades el tiempo



Fuente: Artículo del Ing. Jorge Gutiérrez. Fundador de la Comisión permanente del Código Sísmico. Diseño: Rafael Espinoza



El ritmo del tamborito se acompaña con tres tambores llamados repicador, pujador y caja. Estos se encargan de la ornamentación, el sonido grave y el pulso, respectivamente (foto: Denis Castro)

Punto guanacasteco: heredero del sabor puntarenense

El Punto guanacasteco y otros ritmos del folclor nacional los heredamos del tamborito chiricano, un ritmo panameño que se aclimató en el puerto.

Paula Umaña González
paula.umana@ucr.ac.cr

El tamborito es un ritmo musical proveniente de la ciudad de Chiriquí, Panamá, que llegó a Puntarenas en el siglo XIX. Era bailado en los lupanares puntarenenses de la época, frecuentados por habitantes de Guanacaste y el Valle Central. El Punto guanacasteco y otras canciones folclóricas costarricenses poseen influencia de este ritmo y, en muchos casos, son una adaptación de este.

Mario Solera Salas, investigador y profesor de la Sede del Pacífico de la Universidad de Costa Rica (UCR), se ha dedicado por más de diez años a investigar la trayectoria del tamborito en el país.

Solera propone como hipótesis que la desaparición del ritmo chiricano en el país se da por el sistema patriarcal que imperó en los siglos XIX y XX, y que además la música guanacasteca, representativa del folclor nacional, se nutrió de la música puntarenense y por ende del ritmo chiricano.

El tamborito chiricano

Durante los siglos XIX y XX la frontera entre Costa Rica y Panamá estuvo en constante movimiento debido al intercambio cultural entre las poblaciones indígenas tanto panameñas como costarricenses. Además, los habitantes de Chiriquí se vieron en la necesidad de buscar buenos pastos para su ganado, por lo cual debieron cruzar la línea limítrofe y asentarse en Costa Rica.

Estas son algunas de las razones con las que Solera explica cómo la población chiricana llegó a influir en la cultura costarricense, principalmente en la música puntarenense y guanacasteca, como el tamborito.

El tamborito chiricano consiste de una voz principal femenina, que inicia la obra musical y espera la respuesta del coro, que está compuesto por tres o más mujeres. Este se acompaña con los sonidos de las palmas, lo cual evidencia la influencia europea en esta manifestación musical. Al canto se unen tres tambores: repicador, que se encarga de la ornamentación, pujador, que es de sonido grave y la caja que es la encargada de llevar el pulso. Los puntarenenses adaptaron este ritmo panameño a su medio y le agregaron otros instrumentos, como la marimba y el quijongo.

Solera explica que en el tamborito es la mujer la que lleva el control, tanto en el canto como en el baile que se realiza. Por esto, su hipótesis principal sobre la desaparición de este ritmo en el país lo lleva a apuntar al fenómeno social del machismo impuesto por la sociedad.

“Mi hipótesis es que un país machista como el nuestro, no podía tolerar una manifestación matriarcal y la borró, la eliminó, porque es una música en la que la mujer dice cómo se hacen las cosas y esto es un comportamiento cultural distinto al costarricense”, aseguró.

Sin embargo, el ritmo chiricano logró “colarse” en lo que hoy conocemos como música folclórica costarricense, y a pesar de la desaparición de este ritmo en la provincia puntarenense, Guanacaste le dio el refugio necesario al estar más alejada de la influencia del Valle Central.

El investigador afirmó que Puntarenas tenía estrecha relación con Guanacaste debido al cabotaje que se efectuaba entre ambas provincias y a que muchos guanacastecos y personas procedentes del Valle Central iban al puerto y visitaban los prostíbulos, en donde se tocaba y bailaba el tamborito.

“Es importante dejar sobre la mesa la idea de que la música guanacasteca, seguramente en buena medida se nutrió, o es tan solo una adaptación del tamborito chiricano puntarenense”, afirma Solera en su artículo *Música en Puntarenas*.

En los años 30 del siglo XX, el Secretario General de Educación, Luis Dobles Segreda, mostró su preocupación frente al hecho de que los costarricenses solo tocaban música estadounidense de la época, por lo cual envió a Guanacaste a los músicos Roberto Cantillano, Julio Fonseca y Daniel Zuñiga a recopilar e instrumentar para piano la música de esa provincia, con el objetivo de enseñarla

en las escuelas. Fue así como desde ese momento la música guanacasteca se estableció como la música folclórica costarricense, anulando las manifestaciones culturales de las otras regiones del país, sobre todo de la música.

“Hay un poder histórico del Valle Central que ha dictado cómo tiene que ser este país, y ese poder sin duda ha invisibilizado las zonas periféricas”, expresó Solera.

El Punto guanacasteco y el tamborito puntarenense

En relación con la música folclórica, Solera se refiere en su trabajo al conocido Punto guanacasteco, a través de las afirmaciones del director de la Banda de Conciertos de Guanacaste, Ronald Estrada Sánchez, quien explica que esta canción está conformada por cuatro melodías: dos de origen español, una hondureña, que es la que agrega la letra, y una canción puntarenense muy famosa del siglo XIX, llamada *Corazón*, para mostrar la influencia que tuvo la música puntarenense –y por ende la influencia chiricana– en la música de Guanacaste.

“Hago una comparación entre el Punto guanacasteco y el Punto panameño y ambos calzan. El torito –canción folclórica costarricense– también calza con el tamborito, entonces mucho de lo conocemos como música guanacasteca en realidad es puntarenense”, expresó el investigador.

Solera concluyó que la música chiricana puntarenense encontró refugio en el entonces lejano Guanacaste, donde las marimbas y guitarras, la quijada de burro y el quijongo adaptaron a la región la herencia musical del vecino país. ■



Mario Solera Salas es profesor de guitarra en la Sede del Pacífico de la Universidad de Costa Rica. A lo largo de su carrera se ha interesado por la etnomusicología y la investigación (foto: Denis Castro).