

# MUY INTERESANTE

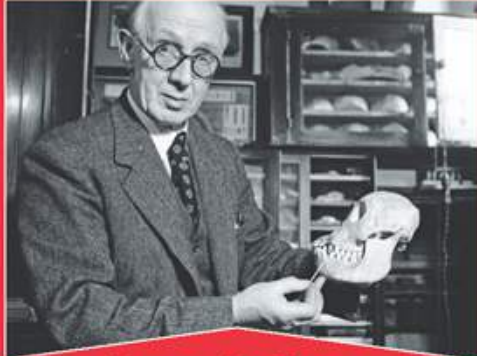
**Documento**  
**Cronobiología:**  
la ciencia te ayuda  
a aprovechar  
tu día  
pág. 78



Así serán los  
**cultivos en Marte**



La nueva  
medida del  
**kilogramo**



Los falsos  
**Indiana Jones**



# EL PELIGRO DE VIVIR SIN INSECTOS

Casi la mitad de las especies que se conocen están en peligro de extinción: el planeta depende de ellos

MAYO DE 2019, No. 05

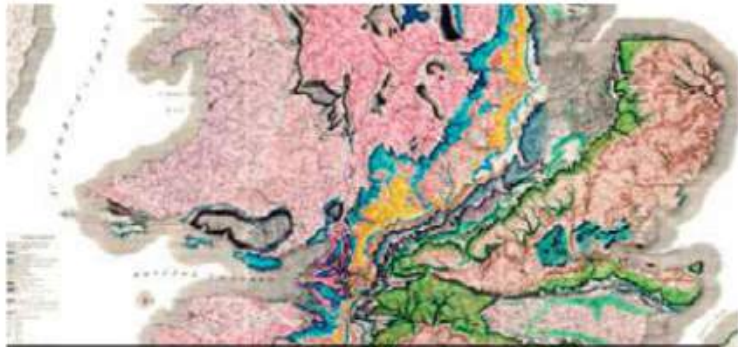
"Los insectos son metáforas vivientes."  
—Guillermo del Toro



www.muyinteresante.com.mx

La verdad sobre las  
**"colinas gravitacionales"**  
pág. 34

## SUMARIO Año XXXVI No. 05



### 36 Un nuevo mapa para Sudamérica

Un trabajo titánico es el que está detrás de la confección del gran mapa que actualiza la geología de toda América del Sur.

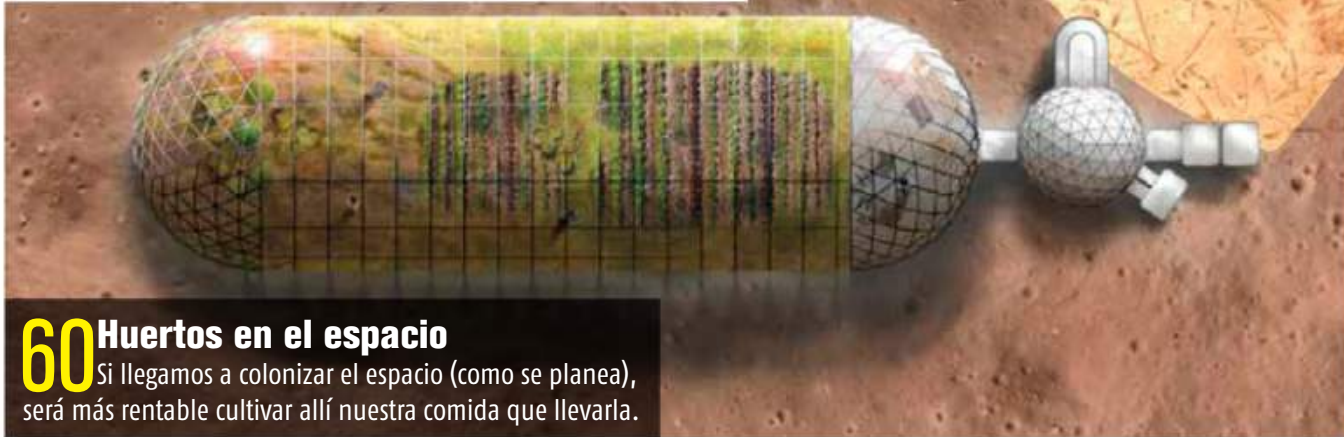
### 54 Adiós, viejo amigo

Despedimos al kilogramo, la última unidad de medida que aún se regía por un objeto físico. Con él, termina una era.



### 60 Huertos en el espacio

Si llegamos a colonizar el espacio (como se planea), será más rentable cultivar allí nuestra comida que llevarla.



### 44 EN PORTADA Se extinguen los insectos

Serán pequeños, pero también son el sostén de la vida en la Tierra; de ahí que la disminución de sus poblaciones sea asunto de seguridad mundial.

### 66 Mentirosos, mentirosos

Estos falsos "Indiana Jones" trataron de engañar al mundo con pseudo-hallazgos arqueológicos. Aquí los evidenciamos.



¿Quieres saber más de todo? Navega por nuestro sitio web: [muyinteresante.com.mx](http://muyinteresante.com.mx)



Encuentra lo más curioso en la sección Preguntas y Respuestas.



Te informamos de lo más novedoso de la ciencia.



No te olvides de seguirnos en nuestras redes sociales.



Visita la página web de Muy: lo mejor de la red en un solo sitio.

### 78 Documento ¿Diurno o nocturno?

La cronobiología, ciencia que estudia los ritmos biológicos, te ayudará a saber en qué momento del día eres más productivo.



COMPOSICIÓN DE LA GEOLOGÍA SUDAMERICANA

# El suelo que

La nueva versión de la carta geológica de América del Sur, realizada bajo el liderazgo de Colombia y Brasil, es la más exacta producida hasta ahora: por primera vez está correctamente georreferenciada.

Por **Ángela Posada-Swofford**

**U**n superorganismo viviente. Eso es el planeta Tierra. Para un biólogo y un ambientalista, la analogía es obvia, pero para un geólogo, el concepto de la “tierra viva” involucra lo que les sucede a los huesos del planeta en escalas de tiempo que son inconcebibles en cualquier otra profesión.

Si tan sólo las rocas estuvieran a flor de piel. Si tan sólo permanecieran estables a lo largo de los millones de años. Si no desaparecieran bajo la erosión del viento y el agua ni se derritieran con el calor que emana de las profundidades o fueran deformadas como plastilina por la presión del constante reciclar de la corteza terrestre y vueltas a formar a partir de pedazos de otros continentes extintos, la vida para los geólogos sería muy fácil. Pero como no es así, quienes estudian la estructura del planeta y los procesos que la afectan tienen forzosamente que convertirse en detectives de las rocas. ▶

# pisas

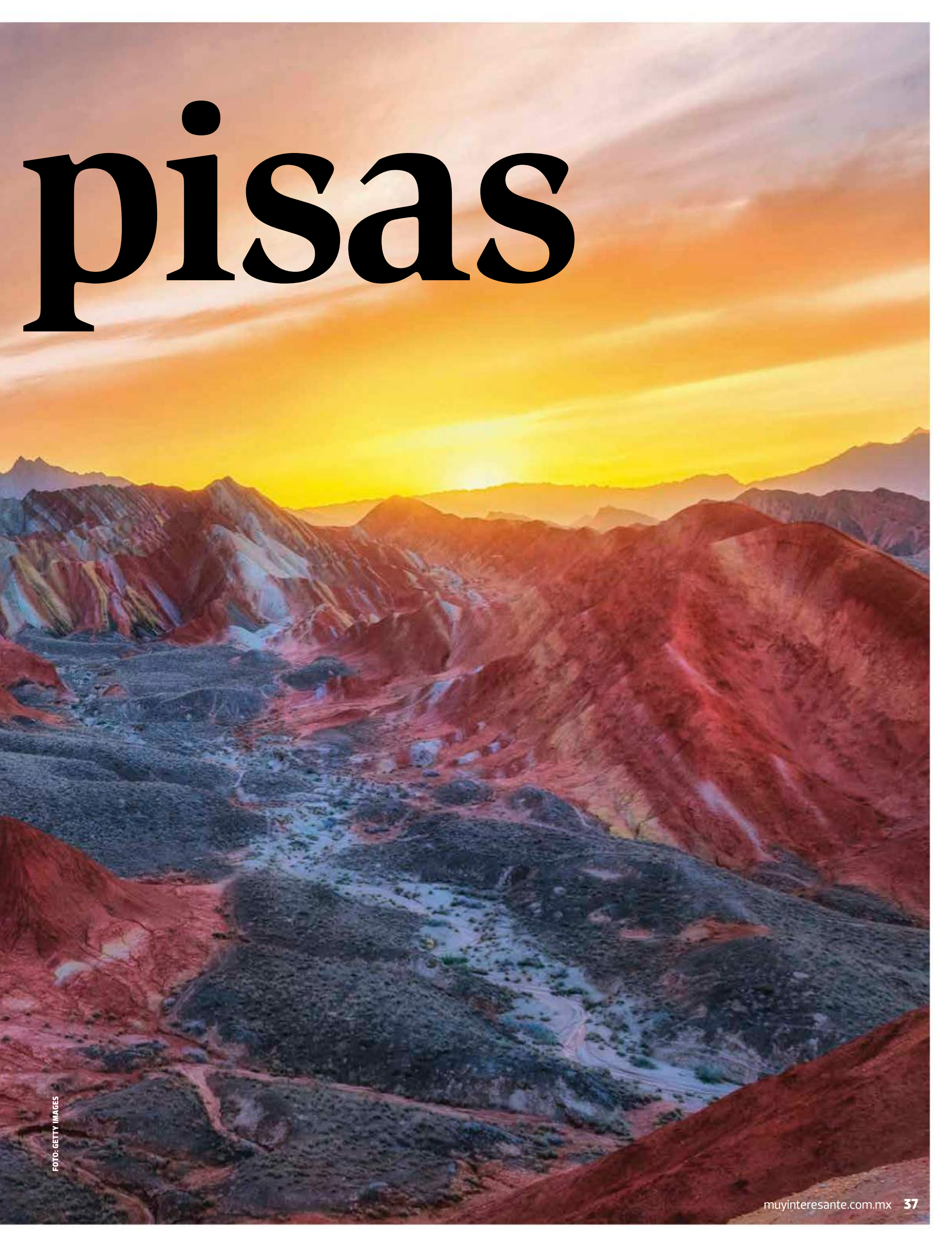


FOTO: GETTY IMAGES

**TRABAJO EN EQUIPO.** Autores del Mapa Geológico de Sudamérica a escala 1:5 M. De izquierda a derecha: Jorge Gómez Tapias, Dr. Carlos Schobbenhaus y Nohora Emma Montes Ramírez.



◀ Eso incluye a los cartógrafos de nuestra geología terrestre. Porque si hacer un mapa de la superficie de los continentes es de por sí difícil, no importa cuánta tecnología exista para ayudar, crear un mapa de la composición del suelo debajo de todo lo que se ve –vegetación, ríos, lagos, ciudades, etc.– es un trabajo formidable. Los mapas geológicos de los países, entonces, son el resultado de una intensa colaboración en equipo. Es un trabajo que hay que estar volviendo a hacer cada tanto tiempo –por lo general, 10 años–, porque constantemente surgen nuevos conocimientos que obligan a corregir lo anterior. Y es un trabajo crucial, a veces secreto, y siempre motivo de orgullo. Porque un mapa geológico no sólo contiene información que puede ayudar a enfrentarnos mejor a terremotos y deslizamientos, sino que es la base para entender dónde, exactamente, están el oro y el cobre, el petróleo, el agua subterránea, las minas de diamantes y demás tesoros que nos regala la litosfera y que son invisibles a nuestros ojos. En otras palabras, conocimiento es poder.

Pero si hacer el mapa geológico de un único país es un reto, hacer el de un continente entero es un trabajo sencillamente alucinante. Para comprender mejor el proceso, acepté la invitación del Servicio Geológico Colombiano, que recibió de

parte de la Comisión del Mapa Geológico del Mundo el encargo de liderar, junto con su contraparte de Brasil, la elaboración nada menos que del mapa geológico de toda Sudamérica. El documento, que ya salió del horno, será oficialmente presentado en sociedad a mediados de este año.

“Fue un trabajo que al final nos tomó cuatro años de dedicación exclusiva”, dice Jorge Gómez Tapias, del Servicio Geológico Colombiano, la institución que patrocinó el proyecto. “Logramos mucha colaboración entre los países de la región, ya que tuvimos que integrar 36 mapas geológicos de

todo el continente, y ése apenas fue el comienzo”, añade Gómez Tapias, quien desde 2014 actúa como codirector del excepcional proyecto, y desde este año como vicepresidente para Sudamérica de la Comisión del Mapa Geológico del Mundo.

El geólogo –que se había “fogueado” haciendo dos ediciones del mapa de Colombia– habla a toda prisa, como temiendo no alcanzar a contar la historia en las dos horas que tenemos de visita.

“Antes, los mapas geológicos eran dibujos”, cuenta con pasión abrasadora y un evidente orgullo de padre mientras desenrolla ante mí el mapa sudamericano de 120 x 160 cm. “No había un control de georreferenciación. Usted ponía un volcán y

**Empalmar la información proveniente de cada nación en un mismo mapa que tuviera sentido fue algo así como editar un libro con mil subeditores.**

nunca se verificaba si el volcán realmente estaba en ese sitio exacto. Ahora, como la gente va a consultar el mapa digital y Google Earth, la información tiene que estar correctamente georreferenciada; es decir, aquello que haya en el mapa tiene que empalmar perfecto con las coordenadas del accidente geográfico en cuestión”.

El gran mapa ocupa toda la mesa de trabajo y es una explosión de color. Es diferente de las cartas tradicionales porque aquí no hay divisiones entre países. En su lugar hay parches amarillos, rosados, verdes y azules, un mosaico de diferentes

texturas donde formas de color penetran dentro de otras o corren paralelas a otras más. Es un tapete del tiempo. Una película de la extensa historia de las rocas de este continente y su metamorfosis a lo largo de los últimos 3,400 millones de años. Esos brillantes colores, entonces, hablan a gritos de las consecuencias de eventos violentos, como colisiones entre continentes, la aparición de cadenas montañosas o la erosión causada por ríos. El resultado es tanto ciencia como arte.

“El mapa está en escala 1:5 millones, y representa una información de la mayor importancia para la divulgación, de forma

sinéctica, de los conocimientos geológicos actualizados del continente sudamericano”, escribe Carlos Schobbenhaus, del Servicio Geológico de Brasil y codirector del proyecto mapa geológico de Sudamérica, a través de un correo electrónico. “Nosotros nos encargamos de la Plataforma Sudamericana [gran parte de la cual es Brasil] y el Servicio Geológico Colombiano hizo los Andes y la Patagonia”. ➔



**CONOCER TU TIERRA.** Éste es el primer mapa geológico profesional de Inglaterra; hecho por William Smith.

## Historia plasmada

La historia de los mapas geológicos inicia con el papiro del museo de Turín: es considerado el mapa topográfico más antiguo del que se tiene noticia. Fue dibujado entre 1150-1156 a. C. por un escriba egipcio y preparado para la expedición de Ramsés IV a la región minera de Wadi Hammamat, donde hay expuestas rocas del Precámbrico. La expedición buscaba obtener rocas sedimentarias para esculpir estatuas para el faraón.

Sin embargo, la idea de un mapa real de la distribución de diferentes tipos de suelo fue propuesta por el naturalista británico Martin Lister (1639-1712). “El terreno puede estar coloreado o marcado con diferentes texturas o líneas, pero hay que tener mucho cuidado para anotar, sobre el mapa, cuáles son los límites de esos terrenos. Si se anotara cómo y hasta dónde se extiende cada uno, se podrían comprender muchas cosas más de las que puedo imaginar, y eso haría que tan arduo trabajo valiera totalmente la pena”. Más tarde, en 1717, el ingeniero militar italiano Luigi Ferdinando Marsili publicó un mapa donde aparecía la distribución de los depósitos de yeso y azufre cerca de su ciudad natal, Bolonia. Pero fue el geólogo William Smith (1769-1839) quien hizo el que se considera oficialmente como el primer mapa geológico profesional de su nativa Inglaterra, basándose en fósiles que encontró para identificar con ello las capas de roca. El detallado mapa de Smith sirvió como base para todos los demás después.



## Tesoros nacionales

**U**no de los primeros mapas geológicos de México fue elaborado en 1889 por la Comisión Geológica de México, en escala 1:3 M. Para 2007, el Servicio Geológico Mexicano (SGM) había publicado este otro, en escala 1:2 M. Según el portal del SGM, “la sexta edición de la Carta Geológica de México, a escala 1:2'000,000 fue realizada, elaborada y editada

por el SGM a partir de su programa cartográfico nacional en escalas 1:50,000, 1:250,000 y 1:500,000. Este programa inició en 1995 con personal del mismo SGM y contó con la participación de diversas instituciones de Educación Superior” para su conformación.

El desarrollo de la geología en México “estuvo determinado por los estudios hechos por naturalistas,

viajeros, empresarios mineros, militares y hombres de ciencia, mexicanos y extranjeros. Las riquezas minerales de México se consideran fabulosas. Ningún otro país de la Tierra le aventaja en este punto, especialmente en depósitos de plata y oro que son enormes, tanto que, después de más de 300 años explotados, sus minas y placeres no se han agotado todavía”.

### ← Poner de acuerdo a 12 países

En 2014 Gómez Tapias dio el primer paso unificador, organizando en Colombia un taller con 43 investigadores representando lo más selecto de la geología del sur de América, donde cada una de las 12 naciones que componen el continente explicó y entregó de forma oficial sus mapas geológicos digitales. Eso de por sí ya fue un gran avance de cooperación internacional. Luego, tras algunas acaloradas discusiones, se acordaron cosas importantes como la leyenda oficial del mapa, cómo diferenciar y clasificar las unidades según su edad y composición (rocas sedimentarias, volcánicas, plutónicas y metamórficas), qué recuadros poner y qué tramados emplear para los distintos tipos de rocas. Empalmar todo eso en un mapa que tuviera sentido fue algo así como editar un libro con mil subeditores.

“Además, no en todos los países se encuentran las mismas rocas, y era importante que todo estuviera representado”, recuerda

Gómez Tapias. “Por ejemplo, las riolitas, rocas parecidas al granito, en Argentina significan mucho y nosotros no las tenemos en Colombia. Entonces había que ponerlas y diferenciarlas”.

Primero que todo, como algunos mapas nacionales habían sido hechos hacía 10 años, el Servicio Geológico Colombiano hizo una actualización de edades de las unidades con las últimas publicaciones científicas. Luego estaba el tema de los colores.

“Los colores en los mapas obedecen a un estándar internacional, pero éste no nos daba colores para tanta variedad de rocas”, apunta Tapias colocando la palma de la mano sobre la paleta de rosados en la parte oriental de Brasil. “Por ejemplo, las del Proterozoico y el Arqueano en el Escudo Guayanés son tantas, que necesitaban montones de rojos distintos. Entonces rompimos el estándar y usamos otras gamas de colores para poder identificar todas las variedades que existen en la plataforma sudamericana”.

Mezclar el color en el porcentaje exacto de azul, rojo y verde

A detailed geological map of South America, showing various rock units in different colors (yellow, pink, orange, green, blue, purple) and structural features like faults and folds. The map is overlaid on a topographic relief map of the same region.

## Anatomía de un mapa

**P**ara realizar el nuevo mapa geológico de Sudamérica se integraron 36 mapas geológicos de los países individuales, y las edades de las rocas se actualizaron cotejando 42 artículos de revistas indexadas. El gran documento tiene 295 unidades geológicas (agrupaciones de rocas de edad y tipo similar); 2,804 segmentos de fallas; 263 segmentos de pliegues; 139 diques; 96 intrusiones alcalinas; 10 unidades de rocas de alta presión; 21 racimos de kimberlitas (rocas que albergan diamantes); 11 cráteres de impacto y 420 volcanes.

## Hablar de escalas

**E**n un mapa geológico la escala es la relación entre la distancia en el papel del mapa y la distancia en el terreno. El mapa geológico de Sudamérica está representado en escala de 1:5'000,000 donde 1 centímetro en el mapa es equivalente a 5 millones de cm, o 50 km en el terreno. En un mapa a escala 1:2,000 se alcanza a ver, por ejemplo, el techo de una casa, pero a 1:5 millones, incluso la ciudad donde está la casa aparece como un pixel. Y aunque lo ideal sería tener gran resolución, cuando el mapa ocupa tanto terreno como un continente entero, no sólo requeriría una pared gigantesca para extenderlo, sino que tanto detalle tendería a generar confusión.



◀ para obtener cada tono preciso, asegurar que imprima bien, que los contrastes se vean bien... es una tarea que exigió cientos de correcciones y reimpressiones.

**ESCRITO EN PIEDRA.** Rocas sedimentarias del Cretácico, en Colombia (izq. superior); a la derecha, piedras del Cámbrico en Argentina. Abajo, rocas metamórficas del Triásico encontradas en Ecuador.

Pero sin duda el trabajo más complejo fue el de georreferenciación, es decir, la verificación sobre el mapa de la ubicación exacta de las unidades de rocas en el terreno usando un sistema de posicionamiento y coordenadas de latitud y longitud. Esta tarea, que es tan delicada como hacer un brocado a mano, y cientos de veces más demorada, recayó por entero en la geóloga Nohora Emma Montes, quien es la mano derecha de Tapias en este proyecto y tercera autora del mapa.

“Los mapas de los diferentes países venían a escalas distintas, algunos traían poco o demasiado detalle y otros estaban sin georreferenciar”, explica Montes. “Eso implicaba volver a dibujar todo el mapa porque cuando uno lo comparaba con las imágenes de relieve sombreado del satélite de la NASA, los bordes de las unidades geológicas estaban corridos, no cuadraban las cosas. Entonces no sólo hubo que georreferenciar, sino redigitalizar. Eso es algo que no se hace en tres meses, sino en años”.

## Ni Malvinas ni Falkland

En general, dice Montes, “nosotros hicimos la compilación y generalización de la geología de Chile, Perú, Uruguay y Bolivia usando los mapas oficiales de cada país, y cuando ya tuvimos el mapa a escala 1:5 millones se los enviamos y obtuvimos la retroalimentación y revisión. Argentina generalizó el mapa de su país y prácticamente no se le hizo ningún ajuste, sólo se cambió la codificación. Venezuela y Ecuador realizaron la generalización, pero Ecuador en 2017 publicó un mapa actualizado de su país y nosotros realizamos

otra vez la generalización con este nuevo mapa actualizado y se lo enviamos para su revisión”. Aunque Brasil hizo su propio mapa, lo entregó en papel y en Bogotá se hizo la digitalización. En suma, interviene Gómez Tapias, este mapa es el resultado de un trabajo de colaboración exquisito. “A nivel de Colombia muchas veces no es fácil hacer consenso entre los geólogos, pero [increíblemente] a nivel de Sudamérica, logramos adaptarnos entre todos”.

La aventura cartográfica tuvo sus momentos de diplomacia, como cuando se decidía qué información era secreta, y en especial el dilema de escoger entre Islas Malvinas o Falkland. Según Gómez Tapias, “en la versión que llevé a París conté: ‘Vamos a usar el nombre de Malvinas’. Y se armó un problema allá por eso, y al final dejamos a las Malvinas sin nombre. Entonces, ni para un lado ni para el otro”.

Me regalo unos momentos para admirar el nuevo mapa. Saldrá en versión digital y en impresa. La copia en papel costará tal

### Sabías que...

El golfo de México se formó hace unos 180 millones de años.



FOTOS: SGN; INSTITUTO DE GEOLOGÍA SEGEMAR; FABIÁN MARCELO VILLARES, ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL, ECUADOR.

# Urkontinent

**A**ntes de entender lo que es un mapa geológico, uno tiene que saber lo que es un supercontinente. La idea se le ocurrió al meteorólogo y geofísico alemán Alfred Wegener (1880-1930), y es un concepto fascinante: es cuando la mayoría de los continentes de la Tierra son agolpados unos contra los otros, formando una sola masa, "Urkontinent", rodeada por un único océano. A partir de 1912, Wegener combinó evidencias para demostrar su hipótesis, que es la base para la formulación de las teorías sobre la tectónica de placas y la deriva continental.

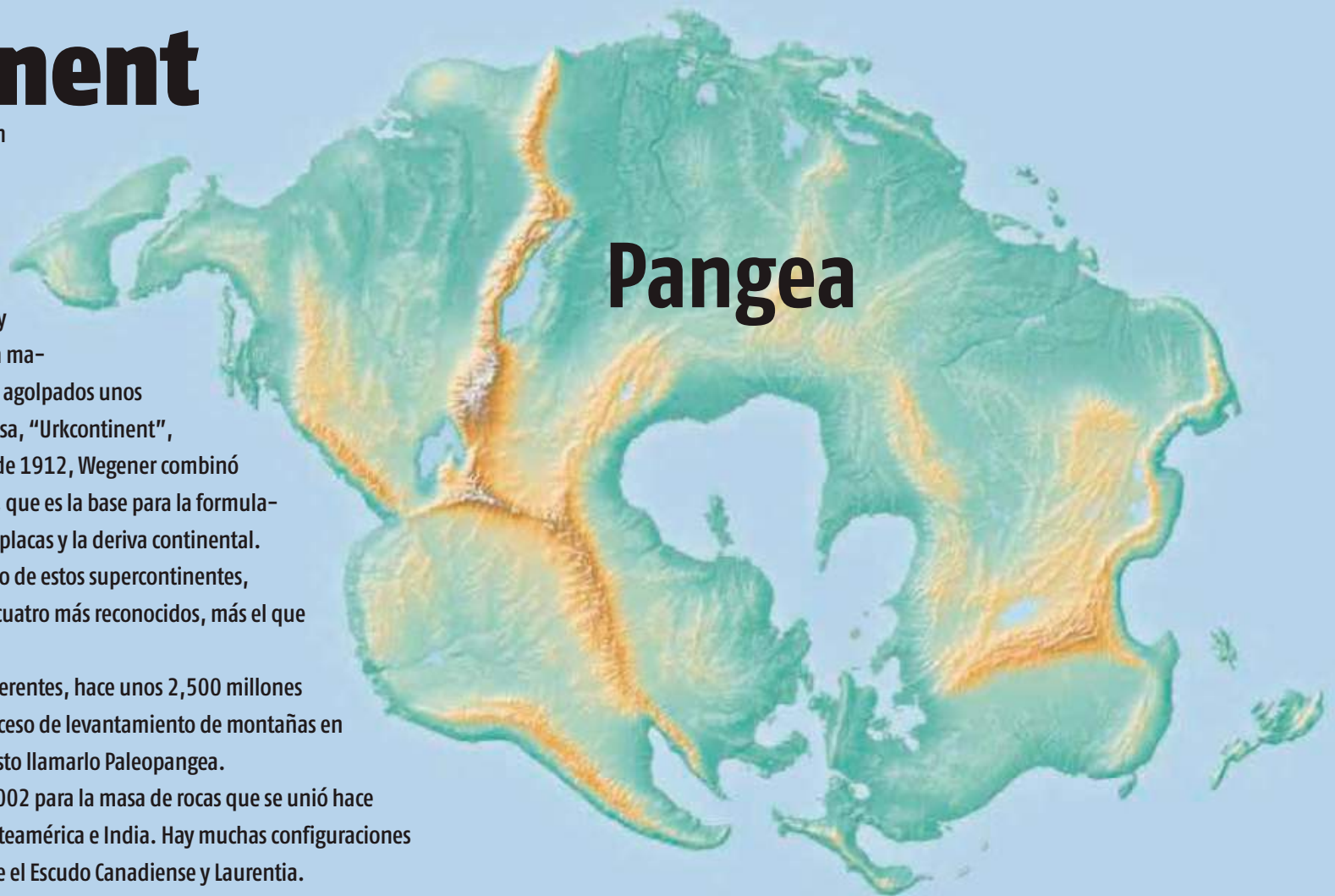
No hay un mapa aceptado de ninguno de estos supercontinentes, excepto el último, Pangea. He aquí los cuatro más reconocidos, más el que posiblemente tendríamos en el futuro:

- **Kenorland:** existió, según estudios diferentes, hace unos 2,500 millones de años. El nombre proviene de un proceso de levantamiento de montañas en Canadá y Estados Unidos. Se ha propuesto llamarlo Paleopangea.
- **Columbia:** el nombre se propuso en 2002 para la masa de rocas que se unió hace unos 1,600 millones de años entre Norteamérica e India. Hay muchas configuraciones para esta masa continental, que incluye el Escudo Canadiense y Laurentia.
- **Rodinia:** se formó hace 1,100 millones de años. El nombre proviene de una palabra rusa que sugiere que todos los demás continentes se derivan de éste, y que los primeros animales complejos evolucionaron en los mares a su alrededor. Rodinia al parecer duró 400 millones de años antes de fragmentarse.



vez unos 22 dólares (aunque en las páginas del Servicio Geológico Colombiano estará gratuito, al alcance de todo el mundo) para que otras personas lo tomen como base y hagan otro tipo de mapas. Antes no era así. Años atrás, tener un mapa era poseer información que podía ganar una guerra o volverte rico, y era un trabajo para espías y arrojados expedicionarios.

La historia geológica de Sudamérica es larga y compleja, y está gloriosamente expuesta en los parches de colores que los geólogos llaman "cratones", y que para ellos son tan familiares como para un diplomático son comunes los nombres de todas las naciones. El fascinante Cratón Amazónico en la parte norte del continente, por ejemplo, es uno de los más grandes del mundo. Tiene unos 430,000 kilómetros cuadrados e incluye partes de Brasil, Bolivia,



- **Pangea:** aparece hace unos 300 millones de años. Puesto que es el más reciente de los supercontinentes, las evidencias de su existencia no han sido borradas por las colisiones entre las placas y por el proceso de orogénesis (levantamiento de las cordilleras). Hace unos 200 millones de años Pangea se rompió en dos continentes: Laurasia en el norte, y Gondwana en el sur, que estaban separados por el mar de Tethys. Éstos, a su vez, se separaron para formar los continentes que vemos hoy.
- **Amasia:** la tendencia de movimiento actual de los continentes indica que Norteamérica se mueve hacia Asia y que ambos terminarán uniéndose en el quinto supercontinente. África va hacia Europa, cerrando el Mediterráneo, y Australia va hacia Asia, aunque no se sabe si Antártica se unirá a la fiesta. Esa nueva masa de rocas comenzaría a tomar forma dentro de 50 a 200 millones de años.

## Debajo de Sudamérica –y de todos los demás continentes, incluyendo Antártica– hay un cementerio con los restos de continentes extintos.

Colombia, Guyana y Venezuela. También es de los más viejos: su sótano tiene rocas de hace unos 3.4 mil millones de años. A través del tiempo los bloques continentales van cambiando de cara. Se parten y chocan y se funden unos con otros para formar nuevos continentes. Un poco como se conforman los planetas. El proceso es a la vez suave y violento, y es lo último en lo que uno pensaba cuando amorosamente coloreaba mapas con la viruta de los lápices de colores y un algodón para esparcirla suavemente sobre el papel mantequilla. **M**

### PARA SABER MÁS

[ccgm.org/en/home/164-carte-geologique-du-monde-a-l-echelle-de-135-000-000-9782917310243.html](http://ccgm.org/en/home/164-carte-geologique-du-monde-a-l-echelle-de-135-000-000-9782917310243.html)  
Sitio web de la Comisión del Mapa Geológico del Mundo.