

# El cambio climático en 3D

**Una nueva herramienta informática desarrollada por la ESI de la Universidad de Almería permite ver en tres dimensiones los efectos que tendrá el cambio climático sobre el terreno de Sierra Nevada y el Desierto de Tabernas, y evitar riesgos de inundaciones para las poblaciones de la zona. A. F. Gerdera.**

El cambio climático es una realidad imparable. Ya se están viendo los primeros efectos de la transformación profunda del clima de la Tierra provocada por la actividad humana. Un ejemplo de ello es el pasado 2015, el año más cálido desde que se tienen registros y que en el área del Sureste peninsular ha sido también uno de los más irregulares en lo que a precipitaciones se refiere. Este tipo de alteraciones en la meteorología tiene sus efectos en la vida natural y en la actividad humana, y también sobre el terreno, tal y como reproducen investigadores de la Escuela Superior de Ingeniería (ESI) de la Universidad de Almería (UAL), en uno de sus trabajos más avanzados, con el que han conseguido reproducir en 3D los efectos del cambio

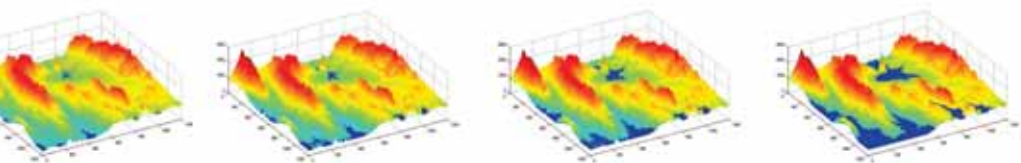
climático en los espacios naturales de Sierra Nevada y el Desierto de Tabernas. Se trata de un trabajo pionero a nivel internacional, al incorporar a un sistema de simulación basado en imágenes de satélite 3D datos sobre precipitaciones, temperaturas y condiciones de suelo, todo implementado mediante un modelo matemático basado en autómatas celulares. El Algoritmo RACA (Rainfall Algorithm with Cellular Automata), que es como se ha llamado esta aplicación, da un salto de calidad en las herramientas de este sector, al incorporar conjuntamente todo este tipo de datos y al ofrecer una imagen mucho más fidedigna de los cambios que se producirán en el territorio. Una información que se podrá utilizar en la gestión

medioambiental de un entorno natural, en la prevención de inundaciones y también en la mejora y optimización de embalses.

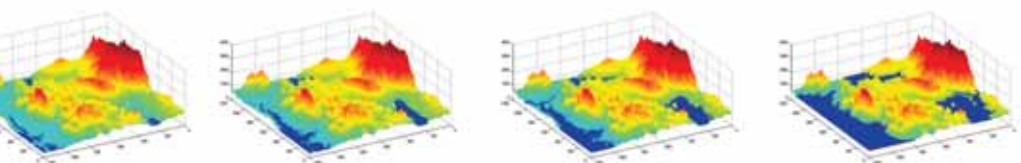
Este trabajo, que comenzó hace un par de años, ha sido desarrollado en el marco de la tesis doctoral de Moisés Espínola, investigador adscrito al grupo de investigación de Informática Aplicada de la UAL. Todo comenzó con un estudio similar sobre una región de Argentina, en el que se querían conocer los cambios en el terreno a partir de los datos de precipitaciones y temperatura. Sin embargo, el proyecto se hizo mucho más importante y ambicioso al llevar esta aplicación incipiente al escenario del Desierto de Tabernas y Sierra Nevada, porque este grupo de investigación de la ESI contaba también con datos sobre las condiciones del suelo, provenientes de trabajos anteriores en proyectos de investigación como SOLERES e iSOLERES, que ampliaban mucho más el caldo de la aplicación informática.

En su trabajo, este joven doctor ha empleado imágenes de satélite tridimensionales de los entornos de Sierra Nevada y el Desierto de Tabernas, facilitadas por la misión SRTM de la NASA, y sobre ellas ha simulado los cambios que experimentaría el caudal de agua en función del tipo de clima que resultara en la zona después de que se produzca el cambio climático, teniendo en cuenta todos los parámetros anteriores. "He desarrollado una apli-

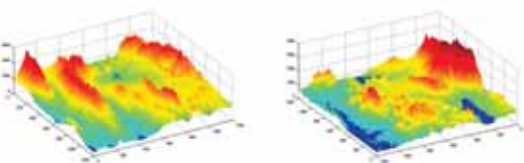
## Desierto de Tabernas con diferentes regímenes de lluvias.



## Sierra Nevada con diferentes regímenes de lluvias.



## Simulación con lluvia y condiciones de suelo



**En la página anterior, Moisés Espínola muestra una de las imágenes obtenidas con el simulador en el Desierto de Tabernas. Junto a estas líneas, una serie de simulaciones que van de escenarios más secos a otros más húmedos, en las que se puede apreciar el potencial de la aplicación.**

cación informática que permite simular, sobre imágenes de satélite 3D, la cantidad de agua remanente que quedaría en una región geográfica concreta tras un período determinado de precipitaciones”, explica este investigador de la ESI almeriense.

Gracias al Algoritmo RACA se puede predecir qué cantidad de agua remanente quedaría en una zona geográfica concreta tras un período de lluvia, teniendo en cuenta no sólo la cantidad de agua que llega a través de las precipitaciones, sino también la cantidad de agua que se evapora como consecuencia del calor del Sol, así como la cantidad de agua que se filtra por el suelo en forma de corrientes subterráneas. Para ello, además de las gráficas de precipitaciones, que pueden ser semanales, mensuales, anuales, etc, también se han tenido en cuenta las temperaturas medias anuales de la zona y el coeficiente de permeabilidad del tipo de suelo existente en cada píxel de la imagen de satélite 3D. Con todos estos parámetros se alcanza una manera de simular el ciclo completo de la lluvia: el agua que entra y el agua que sale del ciclo natural.

“Sobre dichas imágenes de satélite he aplicado las gráficas de precipitaciones de varios tipos de climas característicos de distintas regiones españolas (clima sub-desértico, clima continental, clima mediterráneo y clima oceánico). De este modo, se puede observar gráficamente mediante imágenes en 3D cómo quedaría el caudal de agua remanente en dichas zonas geográficas. Los resultados obtenidos se representan mediante códigos de colores en las imágenes de satélite tridimensionales DEM (Digital Elevation Model), de manera que todos los píxeles que tienen una altitud similar comparten el mismo color: azul claro

## Esta herramienta ayudará a la gestión ambiental de los espacios naturales

para las zonas más bajas, amarillo para las zonas intermedias y rojo para las zonas más altas. El color azul oscuro se reserva para el agua”, explica el investigador de la UAL.

En el trabajo se pone en práctica el modelo matemático de los autómatas celulares, la primera vez que se emplea para realizar simulaciones relacionadas con el cambio climático sobre imágenes de satélite tridimensionales. Los autómatas celulares han sido ampliamente utilizados en el ámbito de la teledetección (estudio de las imágenes de satélite) para implementar procesos de simulación de fenómenos meteorológicos y medioambientales en imágenes de satélite 2D. Sin embargo, existen pocos estudios que utilicen las propiedades de los autómatas celulares sobre imágenes de satélite 3D, que almacenan en cada píxel la altura correspondiente a dicha región geográfica, y por lo tanto “nos ofrecen la posibilidad de representar de manera tridimensional el modelado de la simulación realizada sobre la imagen de satélite”, explica Moisés Espínola.

El sistema es muy versátil y proporciona imágenes “casi a la carta” de cada una de las regiones analizadas. Una de las ventajas que presenta es la de configurar las imágenes 3D para ofrecer la mejor perspectiva posible, algo similar a lo que se puede hacer con programas

como Google Earth, en los que se permite mover la posición de la cámara y navegar libremente por la superficie de la imagen de satélite. “Gracias a la navegación 3D podemos visualizar de manera sencilla cómo se ha distribuido el caudal de agua acumulado por la superficie de la imagen de satélite DEM, analizando con más detalle qué regiones han sido cubiertas por el agua y cuáles no”, añade.

Una herramienta con esta capacidad es de gran interés para los gestores de espacios naturales, que consiguen la información adecuada para la toma de decisiones en cuanto a la preparación del espacio natural para las transformaciones que trae el cambio climático. Este programa permite ver la evolución del caudal de agua provocada por el cambio climático en zonas geográficas concretas, a partir de las estimaciones de precipitaciones y temperaturas, así como la información sobre el tipo de suelo y de su comportamiento en los posibles escenarios climáticos establecidos por los expertos. Los resultados obtenidos se pueden emplear para la prevención de desastres naturales en regiones urbanas, ya que se obtiene una imagen muy precisa de las posibles riadas e inundaciones en zonas urbanas, a partir del análisis de las precipitaciones registradas históricamente en la zona. “En los resultados visuales ofrecidos por el algoritmo RACA se puede observar claramente qué regiones de la imagen de satélite estarán cubiertas por el agua tras realizar la simulaciones correspondientes”, explica Moisés Espínola.

De la misma manera, es una herramienta con un uso potencial muy elevado en la proyección urbanística, porque permite conocer las zonas seguras para la ubicación de un núcleo de viviendas y descartar de los planes las zonas propensas a verse inundadas.

Este trabajo de investigación, que en breve estará plasmado en un artículo científico en una revista de impacto, se plantea como una herramienta a tener en cuenta para cualquier tipo de actuación en el medio natural, así como un instrumento para adelantarse en la gestión del medio ambiente y hacer frente de manera más eficaz a las transformaciones que traerá el cambio climático.

En su desarrollo, Moisés Espínola ha tenido el apoyo de Luis Iribarne, director del grupo de investigación de Informática Aplicada, Rosa Ayala y José Antonio Piedra, miembros del citado grupo, y los doctores Saturnino Leguizamón, de la Agencia Espacial de Argentina, y Massimo Menenti, de la Agencia Espacial Europea y la NASA, ambos también colaboradores del grupo de investigación TIC-211. La financiación se ha realizado con fondos del Ministerio de Economía y Competitividad, de la Junta de Andalucía y los Campus de Excelencia Internacional en Agroalimentación (CEIA3) y del Mar (CEIMAR). □