



## **Generación de escenarios locales de cambio climático en parques nacionales para evaluación de impactos**

**Entidad en la que se desarrolla el proyecto:** Fundación para la Investigación del Clima

**Equipo de investigación:** Jaime Ribalaygua Batalla. Fundación para la Investigación del Clima

**Parque Nacional donde se ubica el estudio:** el conjunto de los Parques nacionales de la Red.

**Palabras clave:** clima, modelos, downscaling estadístico, predicciones.

**Organismo cofinanciador:** Fundación Biodiversidad

**Inicio:** 01/09/2008 - **Fin:** 31/08/2009

### **SINOPSIS**

La principal herramienta para la prospección del clima de las próximas décadas son los denominados Modelos de Predicción Numérica del Clima (MPNCs) o, como se les conoce comúnmente, Modelos de Circulación General (MCGs). Los MCGs muestran una capacidad notable para reproducir las principales características de la circulación atmosférica general.

El problema surge cuando se chequean los resultados a escala más pequeña, cuando la topografía es descrita con poco detalle, por lo cual es necesario aplicar modelos de reducción de escala (downscaling). Tras un análisis de las opciones y de las ventajas e inconvenientes de cada opción, el equipo de la FIC ha optado por desarrollar un método de downscaling estadístico y aplicarlo a los parques nacionales españoles, utilizando datos procedentes de las estaciones de la Red y, también, datos de las estaciones meteorológicas (AEMET) próximas. Los resultados de verificación del modelo, una vez aplicado, son muy buenos para la temperatura y aceptables para la precipitación, mientras que los resultados de validación ofrecen resultados robustos para temperatura, pero introducen bastantes incertidumbres para precipitación. Además, los resultados de la verificación y la validación permiten calcular el denominado error sistemático (medida en que las simulaciones por regionalización de las salidas de control de los MCGs no se corresponden con el clima real).



**ALGUNOS FRAGMENTOS QUE NOS PUEDEN ACERCAR AL CONTENIDO  
DEL PROYECTO**

Los Modelos de Circulación General (MCGs) simulan flujos de energía, masa y cantidad de movimiento, mediante las ecuaciones primitivas de la dinámica, entre los puntos de una retícula tridimensional que se extiende por la atmósfera y océanos y las capas superiores de la litosfera y criosfera. Mediante la integración temporal de estos flujos, se obtienen evoluciones simuladas de los estados atmosféricos.

Hay distintos tipos de modelos, según las dimensiones en las que trabaje: modelos en 1D (balance de energía, modelos de radiación convectiva), en 2D (plano altura-latitud) y 3D (MCGs; atmósfera, océano, atmósfera-océano). Los MCGs más modernos incluyen capas en la baja y media estratosfera, ya que los recientes estudios demuestran su influencia en el sistema climático. Desde 1990 se está trabajando con modelos acoplados atmósfera-océano y son estos los incluidos en el cuarto informe del IPCC y con los que se está trabajando en la actualidad.

Los MCGs muestran una capacidad notable para reproducir las principales características de la circulación atmosférica general. El problema surge cuando se chequean los resultados a escala más pequeña (es decir, se seleccionan unos pocos puntos de la rejilla de trabajo) donde las variables, especialmente en superficie, no se aproximan a los valores observados en realidad. Estas limitaciones se pueden explicar por varias razones, algunas de ellas relacionadas con la insuficiente resolución espacial de los modelos, incluyendo el hecho de que la topografía (cordilleras, líneas de costa, etc) es descrita con poco detalle, lo que hace que algunos elementos relacionados con la misma y de extraordinaria importancia a nivel local, sean omitidos y no tenidos en cuenta por el modelo.

Tras un análisis de las opciones y de las ventajas e inconvenientes de cada opción para generar escenarios en topografías complicadas como la española, el equipo optó por desarrollar un método de downscaling estadístico. Los resultados de verificación del modelo, una vez aplicado, son muy buenos para la temperatura, y aceptables para la precipitación. Los resultados de validación ofrecen resultados robustos para temperatura, pero introducen bastantes incertidumbres para precipitación. Debe tenerse en cuenta que los resultados obtenidos en los procesos de verificación y validación permiten hacerse una idea aproximada de la incertidumbre asociada a cada simulación de futuro. Además, los resultados de la verificación y la validación permiten calcular el denominado error sistemático (medida en que las simulaciones por regionalización de las salidas de control de los MCGs no se corresponden con el clima real).

Los escenarios que se generan en este proyecto son los escenarios "en bruto", series diarias, de precipitación acumulada en 24 horas y de temperaturas máxima y mínima diarias, sin corregir los errores sistemáticos. Así, si los usuarios requieren las series diarias, necesitan una corrección que mantenga



la variabilidad diaria de la serie. Pero si sólo se requiere la precipitación mensual, o anual, el procedimiento de corrección de errores sistemáticos es diferente. En definitiva, dado que cada usuario puede requerir una corrección específica para su caso, los escenarios se ponen disponibles en bruto, para hacer luego en cada caso las correcciones adecuadas.

La utilización de los escenarios finalmente seleccionados deberá hacerse siempre teniendo en cuenta las incertidumbres asociadas, estimadas en base a los resultados de verificación y validación. Y, si se van a utilizar la series diarias (o sus agregados mensuales, anuales...), deberá siempre realizarse la corrección del error sistemático, en función del uso concreto que se vaya a realizar. Este postproceso de los escenarios exige una cierta experiencia y especialización.

En total se analizan 14 parques nacionales en la primera parte y 10 y 11 parques nacionales para temperatura y precipitación, respectivamente, en la segunda. Que se analice un número distinto de parques en temperatura y precipitación se debe a que no se han utilizado las mismas estaciones en ambas variables, y puede que para un parque sí haya estaciones dentro de él que midan la temperatura y no la precipitación y viceversa.

Aunque los resultados del estudio ofrecen una valiosa información sobre los cambios esperados en los parques nacionales, se observan diferencias significativas en algunas estaciones estudiadas del interior del Parque, con respecto a la media de las estaciones circundantes, por lo que se puede concluir que los análisis deben realizarse de forma local. Se considera muy importante aumentar el número de estaciones disponibles dentro de los Parques nacionales, para poder obtener información a escala local con la mayor fiabilidad posible.

En líneas generales, tanto las temperaturas máximas como las mínimas sufrirán un aumento, aunque las mínimas lo harán de forma más moderada que las máximas. Verano es, en general, la estación que más acusa estos aumentos e invierno la que menos. En cuanto a la precipitación, descensos generales en todas las estaciones. Primavera es la estación con los descensos más altos y verano la que presenta los más bajos.