

Francisco J. Goerlich Gisbert

Datos climáticos históricos para las regiones españolas (CRU TS 2.1)

Datos climáticos históricos para las regiones españolas (CRU TS 2.1)

Francisco J. Goerlich Gisbert

UNIVERSIDAD DE VALENCIA
INSTITUTO VALENCIANO DE INVESTIGACIONES ECONÓMICAS (*Ivie*)

■ Resumen

Este documento de trabajo transforma la base de datos mundial del Climate Research Unit de la Universidad de East Anglia (<http://www.cru.uea.ac.uk/>), conocida como CRU TS 2.1, en datos regionales para España, tanto a nivel provincial como de comunidad autónoma. Dicha base de datos, cuyo formato original es de tipo *grid*, no se ajusta a las necesidades de los historiadores e investigadores sociales y ello por dos motivos: por una parte, estos estudiosos no están familiarizados, todavía, con las nuevas técnicas de los *sistemas de información geográfica* (SIG) necesarias para la manipulación de estas estructuras de datos; por otra parte, y más importante, los datos disponibles en este formato no se pueden combinar con los datos de los que disponen normalmente los investigadores. De esta forma, mediante esta transformación, no solo es posible comparar estos datos con los disponibles de estaciones meteorológicas españolas y examinar así su consistencia, sino que es factible integrar dicha información con estadísticas demográficas y socioeconómicas, que típicamente solo están disponibles en formatos dependientes de la estructura política y administrativa de un país.

■ Palabras clave

Climatología, base de datos, estadísticas históricas.

■ Abstract

This working paper translates the global database of the Climate Research Unit from the University of East Anglia (<http://www.cru.uea.ac.uk/>), known as CRU TS 2.1, into regional data for Spain. This transform is carried out at the level of both autonomous regions (*comunidades autónomas*, NUTS 2) and provinces (NUTS 3). The original database, in grid form, is not suitable for social scientists and historians. On the one hand, they are not yet familiar with the GIS (geographical information system) techniques needed to manage such data structures. On the other, and more importantly, GIS data in grid form cannot be directly combined with the kind of data which they normally have available. Hence the above transformation allows us to perform a double task: firstly, to compare the database directly with statistics from meteorological stations and examine the consistency between data sources; and, secondly, to combine the transformed database with demographic and socioeconomic data normally available in formats that depend on a country's administrative and political structure.

■ Key words

Climatology, database, historical statistics.

Al publicar el presente documento de trabajo, la Fundación BBVA no asume responsabilidad alguna sobre su contenido ni sobre la inclusión en el mismo de documentos o información complementaria facilitada por los autores.

The BBVA Foundation's decision to publish this working paper does not imply any responsibility for its contents, or for the inclusion therein of any supplementary documents or information facilitated by the authors.

La serie Documentos de Trabajo tiene como objetivo la rápida difusión de los resultados del trabajo de investigación entre los especialistas de esa área, para promover así el intercambio de ideas y el debate académico. Cualquier comentario sobre sus contenidos será bien recibido y debe hacerse llegar directamente a los autores, cuyos datos de contacto aparecen en la *Nota sobre los autores*.

The Working Papers series is intended to disseminate research findings rapidly among specialists in the field concerned, in order to encourage the exchange of ideas and academic debate. Comments on this paper would be welcome and should be sent direct to the authors at the addresses provided in the About the authors section.

La serie Documentos de Trabajo, así como información sobre otras publicaciones de la Fundación BBVA, pueden consultarse en:
<http://www.fbbva.es>

The Working Papers series, as well as information on other BBVA Foundation publications, can be found at: <http://www.fbbva.es>

Versión: Septiembre 2010
© Francisco J. Goerlich Gisbert, 2010
© de esta edición / *of this edition*: Fundación BBVA, 2010

EDITA / PUBLISHED BY
Fundación BBVA, 2010
Plaza de San Nicolás, 4. 48005 Bilbao

La comparación de las series españolas con las del entorno más próximo o con las de todo el mundo es ahora posible y necesaria.

Carreras (2005, p. 64)

1. Introducción

EL reciente interés por el cambio climático, y los retos que el mismo plantea para la sociedad global en un futuro más o menos cercano, ha hecho crecer las publicaciones relacionadas este tema, desde una perspectiva realmente interdisciplinar, de forma exponencial en los últimos años (Stanhill 2001). Sin embargo, la idea del efecto invernadero y la posible influencia del ser humano sobre dicho efecto no son nuevas y pueden rastrearse, al menos, hasta el siglo XIX (Tyndall 1863; Arrhenius 1896).

Este interés ha ido acompañado, al igual que en otras disciplinas, por un énfasis en la recopilación y armonización de estadísticas históricas climáticas que permitieran analizar el largo plazo desde una perspectiva global¹. La necesidad de armonización fue claramente puesta de manifiesto a partir de los trabajos del Inter-governmental Panel on Climate Change (IPCC, <http://www.ipcc.ch/>) (McCarthy et ál. 2001). Para responder a esta necesidad diversos organismos internacionales producen y armonizan, desde hace algún tiempo, este tipo de información. Entre ellos, es de destacar el Climate Research Unit (CRU) de la Universidad de East Anglia (<http://www.cru.uea.ac.uk/>), el Tyndall Centre for Climate Change Research, formado por un consorcio de universidades del Reino Unido lideradas por la Universidad de East Anglia (<http://www.tyndall.ac.uk/>), el Goddard Institute for Space Studies de la NASA (<http://www.nasa.gov/>) en la Universidad de Columbia (<http://www.giss.nasa.gov/>), el National Climatic Data Center (NCDC) de la National Oceanic and Atmosphere Administration

¹ El esfuerzo es similar al reciente énfasis en la armonización de estadísticas económicas que permitan realizar comparaciones a nivel mundial, como las llevadas a cabo por el Center for International Comparisons de la Universidad de Pennsylvania (CICUP) (<http://pwt.econ.upenn.edu/>), conocidas como la *Penn World Table* (PWT) (http://pwt.econ.upenn.edu/php_site/pwt_index.php), cuya última versión es la PWT 6.3 (Heston, Summers y Aten 2009).

(NOAA, <http://www.ncdc.noaa.gov/>) o el Center for Climatic Research de la Universidad de Delaware (<http://climate.geog.udel.edu/~climate/index.shtml>).

En España la información histórica sobre datos climáticos está excelentemente recopilada en Carreras (2005) y la bibliografía allí recogida. Aunque ajustados a la fecha de publicación, destacan también los trabajos de Huerta (1984) y Barriendos (1995). Este tipo de recopilaciones recogen datos diversos de las distintas estaciones meteorológicas disponibles en España desde alrededor de mediados del siglo XIX, se trata por tanto de información bruta, para ciudades o puntos concretos y cuya disponibilidad espacial es diversa y, normalmente, creciente en el tiempo.

Este tipo de datos directos, procedentes de la observación en puntos aislados y sin una regularidad espacial clara, constituía la única fuente de información meteorológica antes de la recogida de datos mediante satélite (teledetección). Ya sea en esta forma, o mediante la agregación a promedios anuales y/o espaciales², esta ha sido la fuente de información básica utilizada por historiadores económicos en su integración de datos climáticos con datos socioeconómicos y demográficos (Dobado 2004, 2008; Pons y Tirado 2008; Ayuda, Collantes y Pinilla 2010).

Sin embargo, las bases de datos de carácter global presentan un formato muy diferente y difícilmente compatible con la estructura de datos a la que están acostumbrados historiadores, geógrafos, sociólogos y economistas, donde los límites administrativos y políticos determinan la unidad de recogida o presentación de la información. Los climatólogos tienden a favorecer los dominios de recogida y organización de la información según zonas climáticas coherentes, por ejemplo, cuencas hidrográficas; mientras que los investigadores medioambientales, que trabajan normalmente con modelos de simulación de todo el globo terráqueo, requieren la información climática en formato de rejilla cartográfica (*grid*), susceptible de ser tratada mediante los modernos Sistemas de Información Geográfica (SIG). Este es, hoy día, el formato estándar para los datos climatológicos de carácter global.

Así pues, cuando la información climática debe ser combinada con estadísticas socioeconómicas y demográficas es necesario un cambio de coordenadas de forma que, o los

² Véase el listado de fuentes secundarias en Carreras (2005, p. 49).

datos climáticos son transformados a dominios espaciales de carácter político-administrativo, o los datos demográficos y económicos son transformados a una *grid*³.

Este trabajo convierte los datos de la base de datos climática global de series temporales en formato *grid* de Mitchell y Jones (2005), del Climate Research Unit, conocida como *CRU TS 2.1*, a un formato estándar en términos de las estadísticas que están habituados a manejar los investigadores sociales: datos regionales (provincias y comunidades autónomas), en formato de serie temporal, o si se prefiere un panel de datos que se extiende a 7 variables climáticas más allá de un siglo y con una periodicidad mensual.

El objetivo es doble. Por una parte, se facilita la comparación de este tipo de estadísticas con las habitualmente disponibles para España (Carreras 2005). Por otra parte, se dispone de una base de datos estructurada y regular, que puede ser incorporada, con las debidas cautelas, a los modelos históricos de desarrollo regional o localización de la población.

El trabajo se estructura de la siguiente forma. La sección siguiente describe, de forma sucinta, la base de datos original. Esto incluye tanto las variables, como el formato de los datos de partida, su resolución y fiabilidad, así como la forma de medir esta última a partir de los propios datos. La meto-

³ Aunque la idea de convertir los datos socioeconómicos a una rejilla cartográfica pudiera parecer algo estrambótica, hace tiempo que existen *grids* de población de cobertura mundial, como *LandScan*TM del Oak Ridge National Laboratory (ORNL, <http://www.ornl.gov/>) o la *Gridded Population of the World* (GPWv3) del Center for International Earth Science Information Network (CIESIN, <http://beta.sedac.ciesin.columbia.edu/gpw/>) en la Universidad de Columbia (Balk y Yetman 2004). En el ámbito europeo la European Environment Agency (EEA) dispone de una *grid* poblacional para Europa construida a partir de los datos de *Corine Land Cover* (CLC) para el año 2000 y con 1 Hectárea de resolución, (<http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/population-density-disaggregated-with-corine-land-cover-2000-2>, Gallego 2010) y Eurostat patrocina actualmente el proyecto *EESnet GEOSTAT* del European Forum for Geostatistics (EFGS, <http://www.efgs.ssb.no/>) para la elaboración de una *grid* europea a partir de los censos de 2011 que vaya más allá de la población.

La conversión de datos de actividad económica a una *grid* independiente de las fronteras actuales está todavía en la infancia, pero ha pasado de la ciencia ficción a ser un proyecto en marcha que ha recibido la atención de importantes autores interesados en la medición económica. De hecho, el proyecto *G-Econ* (<http://gecon.yale.edu/>) del profesor Nordhaus (2006, 2008) tiene como objetivo el desarrollo de una base de datos económico-geofísica, de ámbito mundial y en formato *grid*, que conforme una nueva métrica: el *producto celda bruto* (*Gross Cell Product*, GCP) frente al *producto interior bruto* (*Gross Domestic Product*, GDP). Dicho proyecto ya ha dado sus primeros frutos (Nordhaus y Chen 2009), aunque todo indica que los problemas de datos son sustanciales (Füssel 2008, 2009). En cualquier caso, dado el reciente debate sobre la importancia relativa de la geografía y las instituciones en la determinación de los patrones de renta per cápita, y el acceso al desarrollo por parte de las economías en un contexto espacio-temporal (Sachs, Mellinger y Gallup 2000; Acemoglu, Johnson y Robinson 2001a, 2001b; Sachs 2003), esta línea de investigación continuará con toda probabilidad en el futuro.

dología solo se describe someramente, remitiendo al lector a las fuentes bibliográficas originales. La sección tercera describe el proceso de transformación de los datos originales en datos provinciales y de comunidades autónomas. Y finalmente se hacen algunas comparaciones con datos españoles. Un breve apéndice describe la disponibilidad de los datos y su formato de distribución.

2. La base de datos CRU TS 2.1

EL origen de las bases de datos del *Climate Research Unit* (CRU) de la Universidad de East Anglia lo constituyen una serie de conjuntos de datos globales sobre estaciones meteorológicas que el CRU ha ido compilando y actualizando durante los últimos 30 años. Sobre la base de esta información, New, Hulme y Jones (1999) construyeron una *grid* climatológica de 0,5° de resolución, 0,5° latitud × 0,5° longitud de tamaño de celda (aproximadamente 56 km × 56 km en el ecuador), de medias mensuales de determinadas variables para el periodo 1961-1990. Una *grid* climatológica representa el clima promedio para un periodo de tiempo largo y permite la comparación espacial de características medioambientales relacionadas con el clima, pero no recoge la variación temporal. Esta *grid*⁴ es conocida como CRU CL 1.0.

A partir de este trabajo inicial, New, Hulme y Jones (2000) construyeron, con la misma resolución espacial, 0,5°, una *grid* de series temporales mensuales para determinadas variables climáticas y el periodo 1901-1996. Para ello utilizaron el *método de las anomalías* (Jones 1994), que trata de maximizar la información disponible sobre estaciones meteorológicas en el tiempo y en el espacio. A grandes rasgos, en esta técnica, las series temporales de estaciones se expresan en términos de anomalías relativas a un periodo base de referencia: 1961-1990, se interpolan estas anomalías sobre una *grid*, en lugar de interpolar los valores absolutos de las variables, y se combinan finalmente con una *grid* de *normales* sobre el mismo periodo base. Como periodo de referencia base se utilizó la CRU CL 1.0 de New, Hulme y Jones (1999). Esta *grid* inicial es conocida como CRU TS 1.0 y fue actualizada posteriormente hasta 1998 por los mismos autores (CRU TS 1.1).

⁴ La resolución espacial de esta *grid* fue posteriormente aumentada hasta los 10' por New, Lister, Hulme y Makin (2002), y es conocida como CRU CL 2.0.

El proceso de cálculo efectúa las correcciones necesarias por la altitud del terreno⁵ y por la distancia del centro de la celda al lugar donde se encuentran las estaciones cercanas que contribuyen al valor de la celda en cuestión. Los ajustes por distancia se efectúan a través de una ponderación determinada mediante una función de deterioro de la correlación (*correlation decay function*; Jones, Osborn y Briffa 1997). Por su parte, la distancia que delimita el umbral que define la inclusión o exclusión de estaciones en el cálculo se determina empíricamente, como aquella a partir de la cual la correlación *inter*-estaciones, adecuadamente ponderada según zonas, deja de ser significativa a un 95% de confianza para un número dado de observaciones (*correlation decay distance*, CDD; Dai, Fung y Del Genio 1997). Aunque la función que determina los pesos asignados a las estaciones es la misma para todas las variables, las distancias que definen la inclusión o no de las mismas depende de la variable concreta (New, Hulme y Jones 2000).

Mitchell et ál. (2004) revisaron estas *grids* y las actualizaron hasta el año 2000 (CRU TS 2.0)⁶. Posteriormente, Mitchell y Jones (2005) emprendieron una tarea de revisión y ampliación de las bases de datos de partida de las estaciones, desarrollaron una serie de mejoras metodológicas en los procesos de interpolación, generación de series de referencia utilizando información de estaciones vecinas, ampliación de variables y extensión del periodo temporal hasta 2002, pero mantuvieron lo sustancial del método: interpolación de las anomalías sobre un periodo base de referencia, que se sigue manteniendo en 1961-1990. De esta forma generaron la base de datos conocida como CRU TS 2.1, y que es el objeto de este trabajo. La metodología de las diferentes versiones indica claramente que no se deben mezclar las diferentes *grids*⁷.

⁵ De hecho la base de datos proporciona una *grid* de altitudes (un modelo de elevación digital), con la misma resolución que para las variables climáticas y que en la práctica puede utilizarse como máscara para distinguir la tierra firme de los océanos, ya que solo proporciona altitudes para las celdas terrestres.

⁶ Estos autores también aumentaron la resolución espacial para Europa hasta los 10', dado el mayor número de observaciones de estaciones en esta área (CRU TS 1.2).

⁷ En enero de 2010 el CRU hizo pública la versión 3.0 de la CRU TS 3.0, actualizada hasta 2006. Sin embargo no se dispone todavía (junio de 2010) de la información metodológica sobre los cambios incorporados. Adicionalmente el formato de distribución de esta nueva versión es diferente del de la base de datos CRU TS 2.1. La CRU TS 3.0 puede descargarse en formato *raster* ASCII de ESRITM, lo que dada la periodicidad temporal significa manipular 1272 ficheros tipo *grid* por cada variable.

La CRU TS 2.1 comprende 1224 observaciones mensuales de 9 variables climáticas para el periodo 1901-2002, cubre toda la Tierra, con excepción de la Antártica, y ofrece una resolución espacial de 0,5°. Las 9 variables climáticas y sus unidades de medida son las siguientes:

- 1) *PRE*: precipitación (mm, equivalente a litros/m²)
- 2) *TMP*: temperatura media cerca de la superficie (grados Celsius, °C)
- 3) *DTR*: rango de temperatura diurna cerca de la superficie (°C)
- 4) *WET*: frecuencia de días húmedos (días)
- 5) *VAP*: presión de vapor (hecto-Pascales, hPa)
- 6) *CLD*: cobertura de nubes (%)
- 7) *FRS*: frecuencia de días con helada (días)
- 8) *TMN*: temperatura mínima cerca de la superficie (°C)
- 9) *TMX*: temperatura máxima cerca de la superficie (°C)

A efectos de utilización de esta información es necesario dividir las variables en 3 grupos: 1) *variables primarias*, 2) *variables secundarias* y 3) *variables derivadas*.

2.1. Variables primarias

Comprenden la *precipitación*, la *temperatura media* y el rango de *temperatura diurna*.

Para estas variables se dispone de suficiente información sobre las estaciones de base como para obtener las *grids* directamente a partir de las anomalías de dichas estaciones. Por tanto, los datos de las variables primarias se basan solamente en observaciones directas de estaciones.

2.2. Variables secundarias

Comprenden la *presión de vapor*, la *cobertura de nubes* y las *frecuencias de días húmedos y con heladas*.

Para estas variables la información directa de las estaciones es menor que en el caso anterior, sobre todo a principios del siglo XX. Por este motivo la información sobre estacio-

nes es aumentada mediante relaciones empíricas o conceptuales a partir de las variables primarias. Estas relaciones se utilizan para la construcción de *grids* sintéticas de anomalías mensuales que son las utilizadas en el proceso final. New, Hulme y Jones (2000) proporciona información sobre dichas relaciones.

2.3. Variables derivadas

Comprenden la *temperatura máxima* y *mínima*.

Estas variables se obtienen directamente de las variables primarias *temperatura media* y el rango de *temperatura diurna*⁸.

A efectos prácticos, las variables primarias son siempre más fiables que el resto, ya que puede considerarse que proceden de la observación directa, mientras que las variables secundarias deben ser utilizadas con mayor cautela, aunque sobre este tema volveremos más adelante.

El propósito principal de la base de datos es la de proporcionar a los analistas medioambientales uno de los *inputs* necesarios para sus modelos de simulación. Esta finalidad ha sido determinante en ciertas opciones metodológicas y deben ser tenidas en cuenta por el usuario, ya que condicionan el propio uso de la base de datos en un contexto de series temporales. Los elaboradores de la información avisan claramente de estas limitaciones a los potenciales usuarios, <http://www.cru.uea.ac.uk/~timm/grid/ts-advice.html>, y que por su relevancia comentamos brevemente.

Una de las principales cuestiones que se plantea es hasta qué punto es legítimo utilizar esta base de datos para examinar el argumento sobre el cambio climático. En este contexto hay dos cuestiones puntuales diferentes:

1. ¿Es legítima la utilización de la CRU TS 2.1 para la *detección del cambio climático antropogénico*⁹?

⁸ Además de todas estas variables, es posible construir otras variables climáticas derivadas a partir de relaciones empíricas. La web del CRU ofrece cierta información al respecto: <http://www.cru.uea.ac.uk/~timm/grid/faq.html>.

⁹ Es decir, el atribuible al comportamiento humano o cambio climático en la terminología del IPCC.

La respuesta es claramente *no*. La información de base incluye estaciones urbanas con un cierto sesgo hacia temperaturas más cálidas. Para ser capaces de detectar la influencia de la actividad humana en el clima (en un sentido causal) es necesario eliminar todas las influencias del desarrollo urbano y de los cambios en el uso del suelo en los datos de partida de las estaciones meteorológicas.

Es importante observar que esta limitación se aplica a la práctica totalidad de los datos disponibles sobre variables climáticas y, en consecuencia, muchos de los trabajos que analizan la existencia de cambio climático en España no analizan el cambio climático antropogénico, sino, en el mejor de los casos, el cambio climático regional (Sanz Donaire 2008).

2. ¿Es legítima la utilización de la CRU TS 2.1 para medir el cambio climático regional?

La respuesta a esta pregunta depende de la homogeneidad y calidad de los datos de partida para la región en cuestión. La CRU TS 2.1 no proporciona una representación homogénea del cambio climático en todas y cada una de las celdas. Esto es consecuencia tanto de la información disponible como del propio diseño. La CRU TS 2.1 puede considerarse como la mejor estimación del patrón espacial del clima en cada momento de tiempo, al mismo tiempo que es completa en las dimensiones espacial y temporal. En este sentido, la CRU TS 2.1 está *optimizada en el espacio*, más que *optimizada en el tiempo*; y debido a que el énfasis se pone en disponer de las mejores estimaciones del patrón climático espacial en cada momento del tiempo, es posible observar cierta falta de homogeneidad en las series temporales a nivel de celda concreta.

Este problema es más visible a principios del siglo XX en las regiones subdesarrolladas, pero no afecta de forma sustancial a España en ciertas variables, donde la red de estaciones es suficientemente densa para que las estimaciones de las variables primarias sean razonables. Más adelante retomamos esta cuestión.

A este respecto, hay dos características relevantes de la CRU TS 2.1 que es necesario conocer:

1. Las grids se basan en los datos de las estaciones sin depurar. En las regiones y los meses para los que no se dispone de información directa, es decir, no hay ninguna estación dentro del radio de CDD, las anomalías se relajan hacia el cero, y en consecuencia el valor final de la variable en cuestión se relaja hacia el *valor normal*, es decir al promedio mensual del periodo 1961-1990, que es el que se toma como referencia¹⁰. Esta característica se basa en el supuesto de que, en ausencia de información temporal específica disponible para un punto concreto, la mejor estimación en ese momento del tiempo es la media de largo plazo, y se la conoce con el nombre de *relajación hacia la climatología*. En el contexto de las estadísticas económicas es similar a, una vez estimada una tendencia, sesgar los valores de las interpolaciones hacia dicha tendencia cuando no dispongamos de información adicional, lo que podríamos denominar *relajación hacia la tendencia* en este caso. Resulta obvio que esta puede ser una limitación para un análisis de series temporales, donde la variabilidad a lo largo del tiempo es crucial¹¹, de la misma forma que la *relajación hacia la tendencia* puede ser una limitación para el análisis del ciclo económico.
2. Cada *grid* mensual se basa en una interpolación de los datos de las estaciones disponibles en ese momento del tiempo. De un mes a otro la red de estaciones disponibles puede variar. Como ya hemos indicado, este método de interpolación proporciona la mejor estimación del patrón espacial del clima en un momento del tiempo, pero no necesariamente es óptimo en términos temporales. Por tanto, los cambios a lo largo del tiempo de los valores a nivel de celda individual se deberán no solo a cambios genuinos en el clima, sino también a fluctuaciones en la red de estaciones disponibles. La interpolación de anomalías, en lugar de valores absolutos, tiende a minimizar estas fluctuaciones, que sin embargo no pueden ser eliminadas totalmente.

¹⁰ Existe en climatología una tendencia a considerar como *valores normales* a los promedios de periodos de treinta años, si bien no todos los autores están de acuerdo con esta práctica (Sanz Donaire 2008, p. 745, nota 32).

¹¹ Para una crítica a la utilización de esta base de datos en un análisis causal de series temporales, donde la densidad de estaciones de base es limitada, véase Patz et ál. (2002).

Para ser capaces de evaluar las posibilidades de la CRU TS 2.1 en términos de un análisis de series temporales, la CRU hace pública, junto con las *grids* de las variables climáticas, unas *grids* con la información del número de estaciones que han contribuido al valor de la celda en cuestión¹². La CRU no hace pública la información directa de las estaciones por cuestiones de confidencialidad. Esta información debe ser examinada por aquellos investigadores interesados en utilizar la dimensión temporal de la base de datos.

La conclusión de esta reflexión es que a nivel regional los datos serán más fiables cuanto mayor sea el nivel de agregación espacial que consideremos, pero aún así la cantidad de información detrás de los datos debe ser examinada. Para áreas pequeñas es posible que sea más conveniente el examen directo de las observaciones de las estaciones meteorológicas, en lugar de las de los datos globales procedentes de *grids*. En España disponemos de registros de estaciones desde mediados del siglo XIX (Carreras 2005), pero aún así, la utilización de los datos de estaciones en análisis de series temporales está sujeto a dos problemas principales: 1) dichos datos proporcionan una indicación del fenómeno de interés en un punto concreto del espacio; como se relaciona lo observado en ese punto con un valor promedio para un área dada no es una cuestión trivial; y 2) los datos de series temporales derivados de observaciones de estaciones no son necesariamente precisos ni homogéneos en el tiempo. Existe una abundante literatura al respecto (Peterson et ál. 1998).

Aunque es cierto que este tipo de cuestiones metodológicas sobre la homogeneidad de los datos de estaciones no ha recibido en ocasiones la atención que se merece, la recopilación para España de Almarza, López y Flores (1996) muestra lo determinante que puede resultar un tratamiento adecuado de la información de partida para la selección de series básicas o de referencia.

En el caso español, un examen directo de las 285 celdas correspondientes a nuestro territorio indicó que la información de partida es siempre suficiente *a priori* para las varia-

¹² Esta información se ofrece, con la misma resolución y estructura que los datos originales de las variables climáticas, para las variables: *TMP*, *DTR*, *PRE*, *WET*, *VAP* y *CLD*. Para *TMX* y *TMN* los valores coinciden con los de *DTR* y para *FRS* no se ofrece información sobre estaciones en la web de donde se obtuvieron los datos (CGIAR-CSI), si bien es posible utilizar los datos de estaciones para *TMP* o *DTR* como *proxy* (comunicación personal de Antonio Trabuco del Consortium for Spatial Information y encargado de la CRU TS 2.1).

bles precipitación y temperatura media, si bien en el caso del archipiélago canario, dada su localización geográfica, la información es notablemente inferior a la del resto de España. Además, el número de estaciones que hay detrás de los valores finales en las celdas es siempre mayor en el caso de la temperatura media que en el caso de la precipitación. Por el contrario, para el resto de variables, incluida el rango de temperatura diurna que es una de las variables primarias, existen muchos valores de celdas particulares que proceden de la interpolación, especialmente en la primera mitad del siglo XX. En algunos casos, un simple gráfico de series temporales refleja claramente la *relajación hacia la climatología* que hemos mencionado anteriormente y hace dudar de la utilidad de esta información para un análisis de series temporales. La interpolación es especialmente evidente en el caso de la variable frecuencia de días húmedos, donde no parece que exista prácticamente información directa para España en todo el periodo considerado.

Tomados en su conjunto, la información de partida es razonable en todo el periodo para las variables precipitación y temperatura media, que son además las más frecuentemente utilizadas en los trabajos de carácter histórico. Para el resto de variables los números que se ofrecen en la base de datos deben ser manejados con mayor precaución en un contexto de series temporales, especialmente para ámbitos geográficos pequeños. Como es lógico, la información de estaciones subyacentes tiende a crecer en el tiempo, con un pico en el entorno de mediados de los ochenta, ya que en los años recientes se han desarrollado otros métodos de observación climatológica.

3. Construcción de observaciones climáticas regionales

EL formato original de la base de datos CRU TS 2.1, disponible en la web del CRU (<http://www.cru.uea.ac.uk/cru/data/hrg/>), está en formato ASCII delimitado por comas representando una *grid* regular latitud-longitud, y su manejo es muy laborioso¹³. Por esta razón, el

¹³ La base de datos original proporciona rutinas específicas en Fortran para la lectura y manipulación de los datos en sistemas Unix, dado el tamaño de los ficheros que hay que manejar.

Consortium for Spatial Information (CGIAR-CSI), del Consultative Group on International Agricultural Research (CGIAR), reformateó los datos originales en un formato manejable mediante *software* estándar de GIS, en concreto la base CRU TS 2.1 se transformó a una *grid* en formato ArcInfo de ESRI™ (<http://www.esri.com/>), para su manejo en ArcView 3.x, ArcMap 8/9 o ArcInfo 8/9. Esta *grid* regular, cuya resolución espacial es de 0,5° y está en el sistema de referencia geodésico WGS84 con coordenadas geográficas, contiene un valor identificativo único para cada celda de la superficie terrestre¹⁴, lo que permite su unión y/o relación, mediante este código, con las tablas de datos o de estaciones correspondientes a las variables climáticas. Es esta *grid*, obtenida de la web del CGIAR-CSI (<http://www.cgiar-csi.org/data/climate/item/52-cru-ts-21-climate-database>), la que constituye el punto de partida de los datos utilizados en este trabajo.

La conversión de estos datos en estadísticas regionales para España sigue un proceso similar al utilizado por Michell, Hulme y New (2002) para la elaboración de las estadísticas de países o áreas geográficas coherentes desde un punto de vista climático¹⁵, aunque existen algunas diferencias. Estos autores asignan cada celda de la *grid* a un único país a partir de una inspección visual¹⁶, y calculan el valor del país en cuestión como una media ponderada de los valores de las celdas que pertenecen a dicho país. El peso de cada celda es el coseno de la latitud, puesto que la superficie de las celdas disminuye al incrementarse la latitud. Un procedimiento similar es utilizado por Dell, Jones y Olken (2008) a partir de los datos de Matsuura y Willmoth (2007), si bien estos autores utilizan software de SIG y ponderaciones a partir de una *grid* de población, en lugar de ponderaciones por área, para el cálculo de estos estadísticos zonales.

Nuestra aproximación también utiliza ponderaciones por superficie, si bien, dado que el tamaño de las provincias no es excesivo en relación al de las celdas, no utilizamos el

¹⁴ Se excluyen los océanos y la Antártida.

¹⁵ Estas bases de datos utilizan versiones anteriores a la CRU TS 2.1, están disponibles a partir de la web del *Climate Research Unit* (<http://www.cru.uea.ac.uk/cru/data/hrg/>) y se las conoce con el acrónimo CRU CY 1.0, 1.1, 2.0 y 3.0.

¹⁶ En el caso de que una celda pertenezca a más de un país esta se asigna al que mayor superficie de la misma ocupa.

software de SIG para el cálculo directo de los estadísticos zonales, sino para determinar que parte de la superficie provincial pertenece a cada una de las celdas de la *grid*, siendo esta superficie la ponderación en la obtención de los valores provinciales. En la latitud 40° las celdas de la *grid* no son cuadradas, y su superficie se ve reducida en una proporción igual al coseno de la latitud¹⁷. El procedimiento exacto fue el siguiente.

La *grid* en formato ArcInfo de ESRITM proporcionada por CGIAR-CSI fue transformada a formato vectorial *shape* de ESRITM y en el que, como atributo, disponíamos del código de enlace de cada celda a los datos climáticos de la *grid*. Por otra parte disponemos de un fichero vectorial de contornos provinciales, también en formato *shape* de ESRITM, descargado vía *wfs* (*web feature service*) de la Infraestructura de Datos Espaciales (IDEE, <http://www.idee.es/>) del Instituto Geográfico Nacional (IGN, <http://www.ign.es/>) y cuyo sistema de referencia geodésico es ED50 en coordenadas geográficas. Este fichero fue transformado al sistema de referencia de la *grid* CRU TS 2.1, que por tratarse de una *grid* global es el WGS84. Una vez disponíamos de ambos ficheros en el mismo sistema geodésico, se procedió a realizar una intersección entre los polígonos de la *grid* y los de las provincias, para a continuación proyectar los datos en UTM (Huso 30N). Una vez efectuada esta proyección se determinó la superficie de cada provincia en cada una de las celdas de la *grid*, y estas superficies son las que se utilizaron en la construcción de las estadísticas climáticas provinciales.

El resultado de dicho proceso se ilustra en el mapa 1, en el que puede verse la provincia de Navarra en términos de las superficies que ocupa en cada celda de la CRU TS 2.1, de esta forma el valor de una variable climática concreta para dicha provincia es un promedio de los valores de las celdas que tienen una intersección no nula con los lindes de la provincia, ponderado por el área correspondiente. Al objeto de poder examinar la variabilidad dentro de un ámbito geográfico determinado, se calculó no solo el promedio, sino también los valores extremos, máximo y mínimo, de las celdas implicadas en el cálculo. El mismo

¹⁷ Quizá sea necesario mencionar aquí que las coordenadas geográficas, en que se encuentran los datos de partida, no son cartesianas y por esta razón sus *grids* no dan lugar a celdas cuadradas sobre el terreno. Esta es una característica común de los modelos digitales de carácter global en formato de *grid*.

proceso se realizó para los datos de estaciones, lo que permite examinar el número de observaciones directas que entran en la obtención de un valor provincial concreto y que, por las razones explicadas en el epígrafe anterior, puede tomarse con un indicador de la calidad de los datos y su potencial uso en un análisis de series temporales.

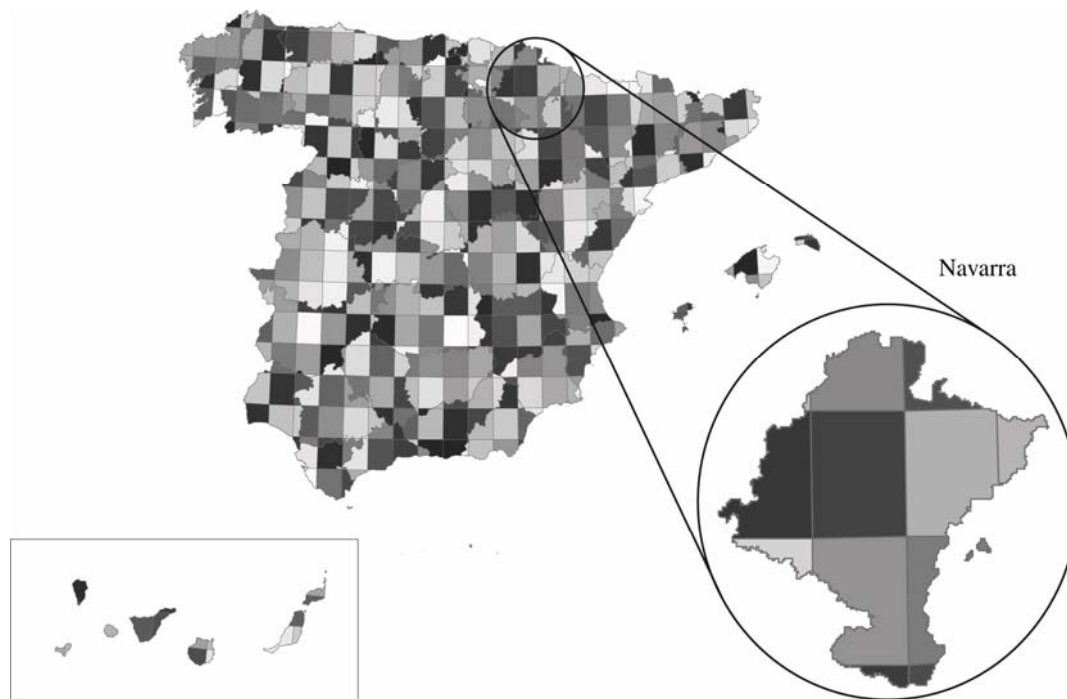
El número de celdas que pertenecen a las diferentes provincias osciló entre 5 para Guipúzcoa o Vizcaya y 19 para Badajoz¹⁸.

El mismo proceso se efectuó para las comunidades autónomas y para la Península Ibérica (es decir, excluyendo Illes Balears, Canarias y las ciudades autónomas de Ceuta y Melilla). Finalmente, y aunque no se trata de una región climáticamente coherente, se obtuvieron también datos para el conjunto de España.

En total pues, se disponen de series temporales mensuales de 1224 observaciones, desde enero de 1901 a diciembre de 2002, para 9 variables climáticas: *PRE*, *TMP*, *DTR*, *WET*, *VAP*, *CLD*, *FRS*, *TMN* y *TMX* y 6 variables de estaciones: *PRE*, *TMP*, *DTR*, *WET*, *VAP* y *CLD*, para los ámbitos regionales de provincias y comunidades autónomas, además de la Península y el conjunto de España. En cada caso se calcula el valor promedio (ponderado por la superficie), así como el valor máximo y mínimo de las celdas implicadas en el cálculo, si bien la base de datos disponible en la web ofrece solo los valores promedio.

La precisión de esta base de datos depende, por supuesto, de la precisión de la *grid* original, puesto que la primera deriva directamente de la segunda. Las precisiones metodológicas relevantes han sido expuestas en el epígrafe anterior, aunque se recomienda al lector que acuda a las publicaciones originales (New, Hulme y Jones 2000; Mitchell y Jones 2005), así como a la web donde los datos están accesibles (<http://www.cru.uea.ac.uk/cru/data/hrg/>), para información adicional.

¹⁸ Excluyendo Ceuta y Melilla, cuya coherencia climática con el resto de la Península es más que dudosa.

MAPA 1: Intersección de la *grid* con los contornos provinciales

4. Algunas comparaciones

AUNQUE el objetivo inicial de este trabajo era la presentación de la base de datos CRU TS 2.1 en un formato accesible a los investigadores sociales, es decir la translación de una *grid* geográfica a datos regionales, es conveniente examinar, si quiera de forma muy somera, la conformidad entre la CRU TS 2.1 y algunos de los datos que con frecuencia utilizan historiadores, geógrafos y economistas en relación a la evolución de ciertas características climáticas en nuestro país.

En primer lugar, examinamos brevemente la relación entre la CRU TS 2.1 con los datos de precipitación del cuadro 1.7 de Carreras (2005, p. 70) que recogen la precipitación acuosa en la España peninsular para el periodo 1955-2001, con una frecuencia mensual en litros/m², y cuya fuente original es el *Anuario Estadístico de España* del Instituto Nacional de Estadística (INE) y el *Calendario Meteorológico* del Instituto Nacional de Meteorología

(INM). La impresión visual de ambas series se muestra en el gráfico 1 y se observa claramente un alto grado de conformidad entre las mismas. De hecho el coeficiente de correlación global entre ambas es de 0,976.

Es posible apreciar, igualmente, que la serie de la CRU TS 2.1 presenta un comportamiento menos extremo en los máximos, como consecuencia, probablemente, del proceso de suavizado en su elaboración, aunque esta característica no parece observarse en los mínimos. Un gráfico de dispersión, el gráfico 2, revela claramente esta característica: la serie de Carreras (2005), basada directamente en estaciones meteorológicas, tiende a presentar valores mayores conforme crece el nivel de las precipitaciones. La tendencia mostrada en el gráfico se corresponde a una cuadrática y presenta un R^2 muy elevado, 0,956; el coeficiente asociado al término cuadrático es significativo (utilizando errores estándares robustos frente a heterocedasticidad de White 1980), aunque de pequeña magnitud (0,0014), pero la constante, sin embargo, no lo es. El gráfico 2 permite detectar claramente dos *outliers* que merecen ser investigados. Al examinar los datos directamente, observamos que se trata de dos meses consecutivos, junio y julio de 1988. En el primer caso, la tabla 1.7 de Carreras (2007, p. 70)¹⁹ indica un valor de 24 l/m², y en el segundo de 101 l/m²; por su parte los valores que hemos obtenido de la CRU TS 2.1 promediando las celdas de la Península arrojan valores de 91,8 l/m² para junio y 24,9 l/m² para julio. Por tanto, es posible que no se trate de valores discrepantes entre ambas fuente de información, sino de que en los valores originales se haya cometido algún error de transcripción en la información. Puesto que los valores obtenidos de la CRU TS 2.1 se han obtenido promediando un total de 251 celdas parece razonable suponer que dicha errata proceda de la tabla de Carreras (2005) o de las fuentes originales.

¹⁹ A partir del año 1986 se indica en Carreras (2005, p. 71) que desaparece el decimal en la fuente, y por tanto solo disponemos de valores enteros.

GRÁFICO 1: Datos de estaciones españolas y de la CRU TS 2.1 para la Península. Precipitación. Medias mensuales 1955:01 a 2001:12

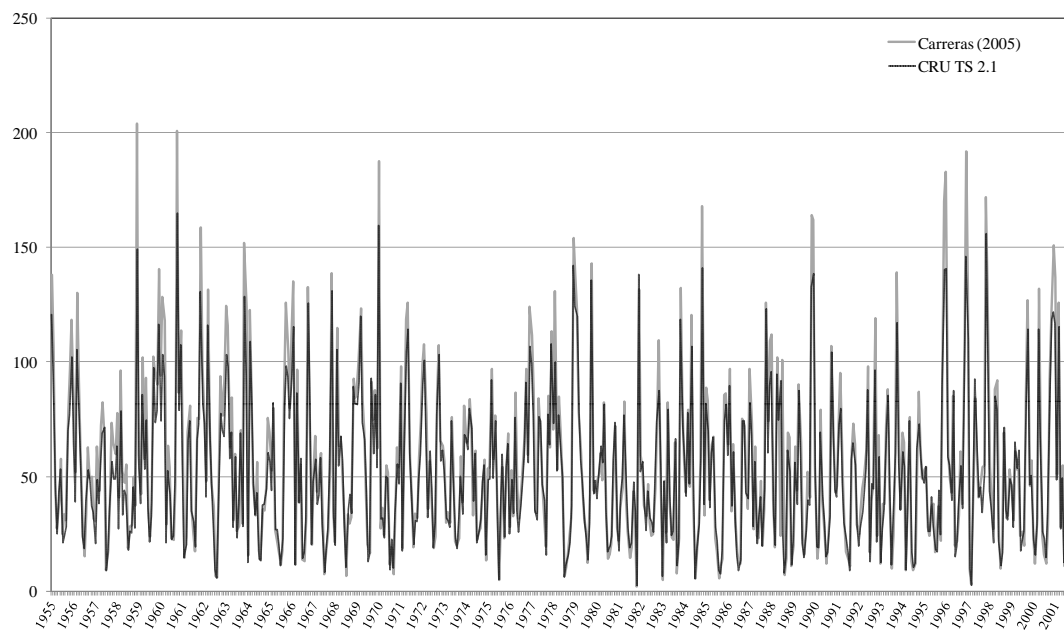


GRÁFICO 2: Diagrama de dispersión. Precipitación: 1955:01-2005:12

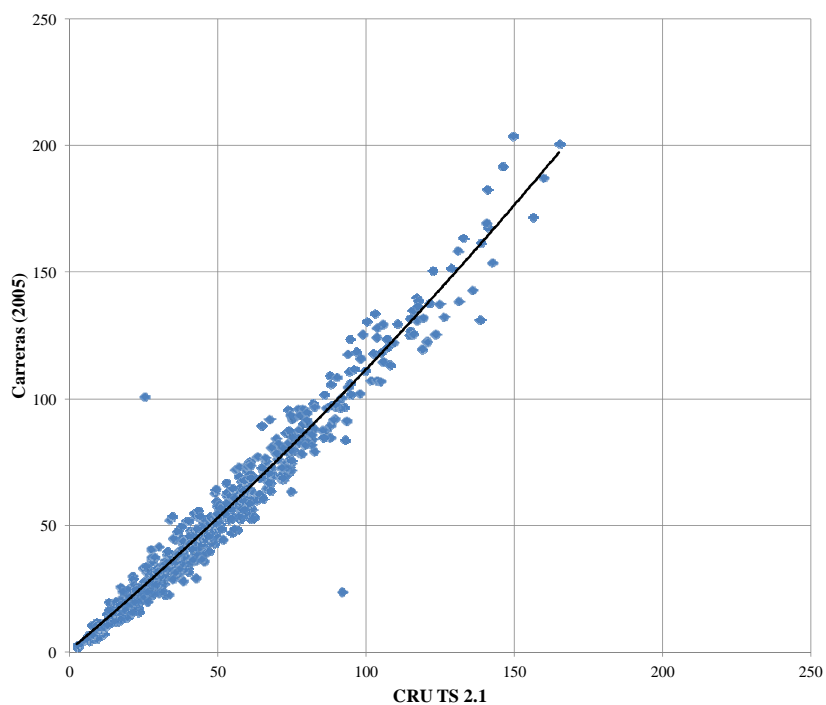
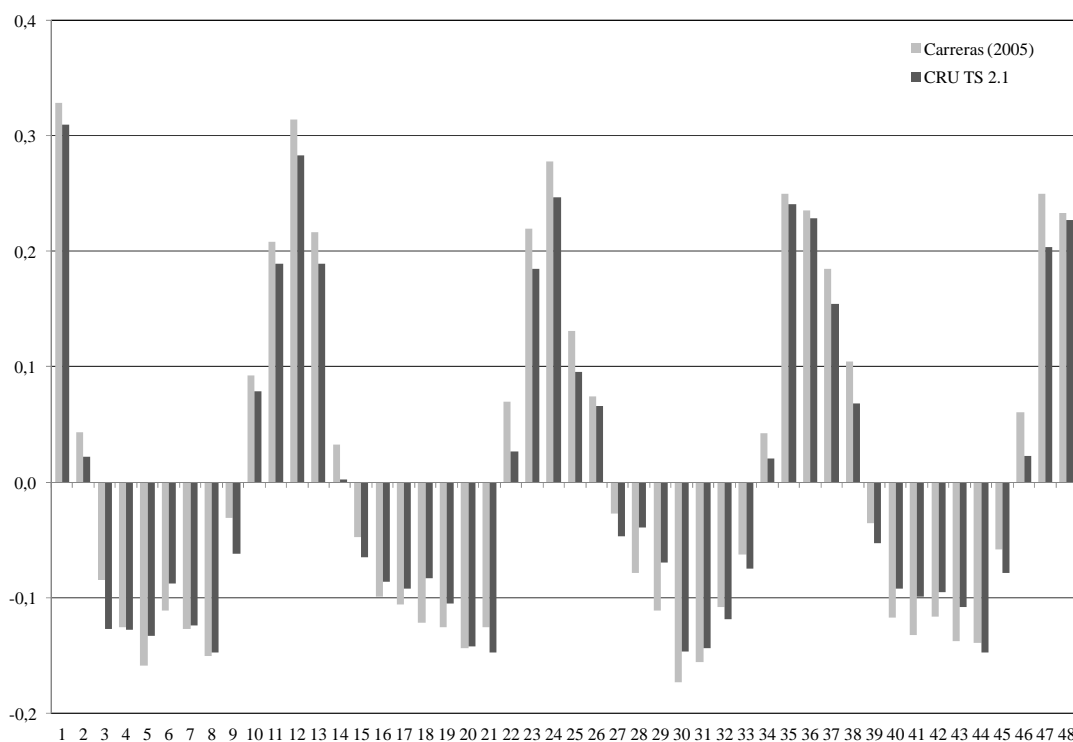
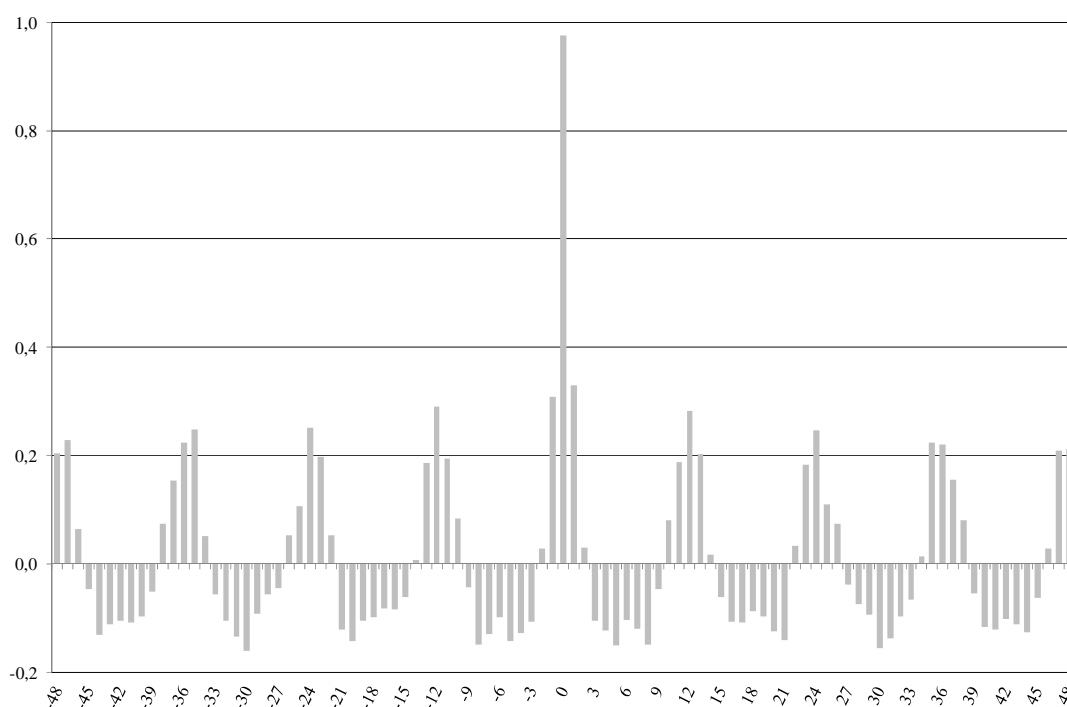


GRÁFICO 3: Función de autocorrelación. Precipitación: Carreras versus CRU TS 2.1

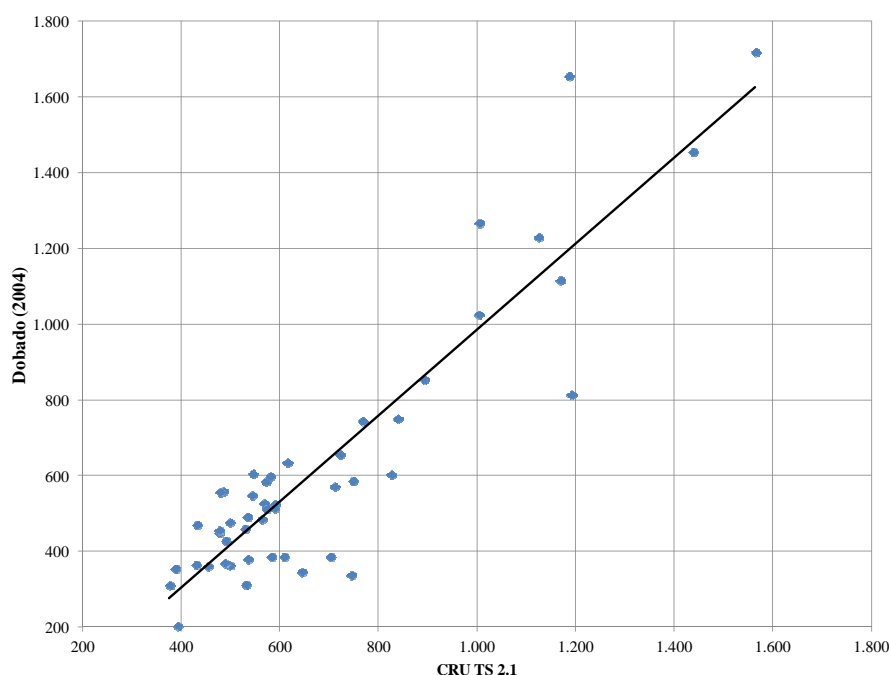
Finalmente, los gráficos 3 y 4 ofrecen evidencia adicional de que ambas series tienen propiedades similares en el contexto del análisis de series temporales. El gráfico 3 muestra las funciones de autocorrelación, con un retardo de hasta orden 48, para las dos series. Ciertamente ambas ofrecen características de autocorrelación muy similares. La correlación entre las funciones de autocorrelación para estos 48 retardos es de 0,990. Por su parte, el gráfico 4 muestra la función de autocorrelación cruzada entre las dos series. La coincidencia es máxima, y próxima a la unidad, 0,976, cuando no hay desfase, y muy pequeña en todos los demás casos, donde raramente se observan valores fuera de $\pm 0,2$. Tan solo en los desfases ± 1 se sobrepasa muy ligeramente el valor de coeficiente de correlación cruzada del 0,3.

GRÁFICO 4: Función de correlación cruzada. Precipitación: Carreras versus CRU TS 2.1

En definitiva, los resultados apuntan hacia una buena coincidencia entre ambas series, que parecen mantener características de series temporales similares, si bien la serie de precipitaciones de la CRU TS 2.1 tiende a mostrar un comportamiento menos extremo en los valores máximos.

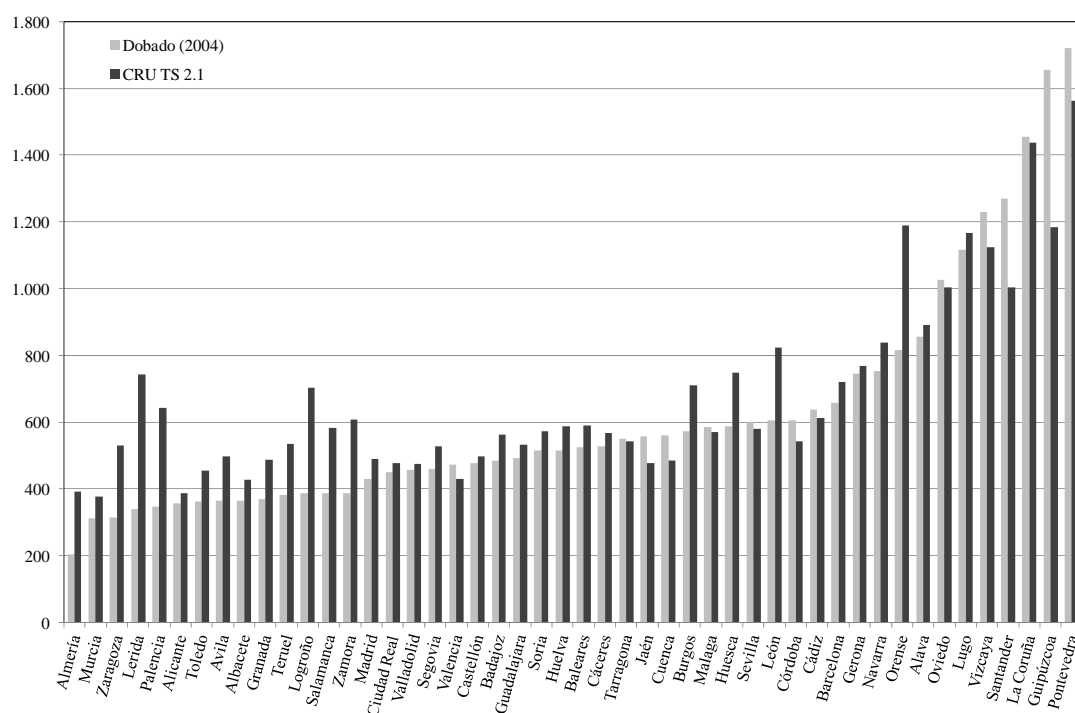
En segundo lugar, examinamos la coherencia en el ámbito regional. Para ello utilizamos los datos de Dobado (2004) que utiliza las precipitaciones anuales, media 1960-1990, citando como fuente el INM (Dobado 2004, p. 117, nota 45) y considerando las 47 provincias peninsulares más Illes Balears²⁰. Obsérvese que este periodo coincide, prácticamente, con el periodo de referencia tomado como base en la CRU TS 2.1, si bien en este caso se mantiene la periodicidad mensual. A partir de la CRU TS 2.1 acumulamos las precipitaciones anualmente para el periodo 1960-1990 y calculamos el promedio de los datos anuales para dicho periodo. La comparación entre los dos conjuntos de datos arrojó un coeficiente de correlación 0,908 y se ofrece en el gráfico 5.

²⁰ Los datos fueron amablemente suministrados por Rafael Dobado a través de Vicente Pinilla.

GRÁFICO 5: Precipitaciones provinciales. Medias anuales 1960-1990

La consistencia entre ambas variables es elevada, pero menor que en el caso de la comparación vía series temporales. Tomando como base los valores de Dobado (2004), encontramos 2 casos en los que la CRU TS 2.1 ofrece valores de precipitaciones inferiores al 20%, Cantabria y Guipúzcoa, por este orden; pero por el contrario encontramos 16 casos en los que la CRU TS 2.1 ofrece precipitaciones superiores en un 20% a los datos de Dobado (2004), de ellos en 7 provincias la discrepancia es superior al 50%, y en una superior al 100%, Lleida.

Una forma alternativa de observar ambos conjuntos de datos se ofrece en el gráfico 6. En él hemos ordenado de menor a mayor las precipitaciones de Dobado (2004) y les hemos superpuesto las de la CRU TS 2.1. Se observa como las mayores discrepancias se dan en los extremos de la distribución, por la cola inferior la CRU TS 2.1 parece presentar valores superiores a los ofrecidos por Dobado (2004), mientras que lo contrario sucede en la cola superior de la distribución, aunque en este caso de forma menos pronunciada. De hecho los datos de la CRU TS 2.1 muestran menor desviación típica que los de Dobado (2004), 273,3 frente a 342,2, y también menor coeficiente de variación, 0,40 frente a 0,55, ya que la CRU TS 2.1 muestra además mayores precipitaciones medias. El coeficiente de correlación de rangos entre ambas series desciende a 0,752.

GRÁFICO 6: Precipitaciones provinciales. Medias anuales 1960-1990. Dobado versus CRU TS 2.1.

Todo ello indica que la relación en el ámbito provincial es elevada, pero parece ser menor que en el caso de las series temporales. Sin duda, el ámbito geográfico importa, ya que como hemos indicado anteriormente es de esperar que la base de datos CRU TS 2.1 presente una menor variabilidad frente a los datos de estaciones directos cuando mayor sea la cobertura geográfica. En cualquier caso en ambas situaciones, series temporales o corte transversal, la CRU TS 2.1 parece presentar un comportamiento menos volátil, al menos en lo que hace referencia a las precipitaciones.

Nada de estas comparaciones indica, sin embargo, que fuente de información es más representativa de la realidad. Por una parte, nuestro análisis exploratorio de datos se ha limitado a una sola variable, las precipitaciones, y el periodo más reciente. Piénsese, sin embargo, que las precipitaciones son mucho más difíciles de interpolar que los datos de temperatura, donde el gradiente de altitud juega un claro papel en los modelos climáticos. Por otra, carecemos de un *benchmark* de referencia claro, de forma que es difícil determinar qué fuente de datos es más fiable. Estas son, sin duda, interesantes cuestiones de investigación.

5. Comentarios finales

ESTE trabajo ha puesto en un formato accesible para historiadores, geógrafos y economistas una base de datos climática de ámbito histórico y cobertura mundial para su utilización en el tipo de modelos que estos investigadores utilizan, la denominada CRU TS 2.1. Una comparación breve y limitada de las precipitaciones derivadas de esta base de datos muestra una elevada conformidad con los datos directos de estaciones meteorológicas utilizados con más frecuencia por estos investigadores. Sin embargo, tal y como indica la cita de Carreras (2005, p. 46) con la que se iniciaba este trabajo, una mayor comparación entre ambas fuentes de información es, no solo posible, sino necesaria. Una elevada coherencia entre las diferentes fuentes de información permitiría extender la información disponible de forma considerable y en un formato regular.

Una cuestión adicional de especial interés, fuera del ámbito de este trabajo, sería examinar hasta qué punto la información estadística española de base podría ser combinada con la *grid* CRU TS 2.1 para conseguir una mayor resolución espacial, sobre todo en lo que hace referencia a las variables precipitación y temperatura media, que son las más fiables desde un punto de vista de las series temporales.

En el ámbito de la Península Ibérica disponemos del *Atlas Climático Digital de la Península Ibérica* de Ninyerola, Pons y Roure (2005), una *grid* climatológica de alta densidad (cuadrícula de 200 m de lado) basada en el periodo 1950-1999 para las variables precipitación, temperatura media, mínima y máxima, y que previsiblemente podría ser utilizada para aumentar la resolución espacial de la CRU TS 2.1, a pesar de la diferente metodología de elaboración. Así por ejemplo, las *grids* de 1 km se están volviendo cada vez más populares, por lo que sería interesante examinar hasta que resolución podríamos descender razonablemente con este tipo de información auxiliar.

En particular, las recopilaciones del Servicio Meteorológico Nacional (1943), González Quijano (1946), Lorente (1961, 1968), Almarza, López y Flores (1996), o el listado de fuentes primarias de Carreras (2005, p. 47), convenientemente geo-referenciadas y depuradas, junto con los trabajos recientes en un contexto de SIG realizados por Pons (1986), Ninyerola, Pons y Roure (2000, 2007a, 2007b) y Pons y Ninyerola (2008) podrían ser utilizados para aumentar la resolución espacial de la CRU TS 2.1, y quizá también su ámbito temporal

hacia el pasado. La propia web del CRU ofrece ciertas pistas de cómo hacerlo²¹, aunque se trataría, sin duda, de una tarea ardua y laboriosa.

6. Apéndice

LOS ficheros de distribución de la base de datos son del formato PC-Axis (<http://www.ine.es/prodyser/pcaxis/pcaxis.htm>) y se estructuran en tres ficheros que cubren los valores medios de las 9 variables climáticas consideradas para todo el periodo temporal, 1901:01 a 2002:12, para cada uno de los 3 ámbitos geográficos considerados:

- 1) Península y España (CRU_TS_2.1_España.px),
- 2) Comunidades autónomas (CRU_TS_2.1_CCAA.px), y
- 3) Provincias (CRU_TS_2.1_Provincias.px).

Dichos ficheros son accesibles a través del enlace http://www.ivie.es/downloads/clima/CRU_TS_2_1.zip, y su visualización requiere la instalación del programa PC-Axis.

Adicionalmente, si se dispone del programa PX-Map instalado en el sistema (<http://www.ine.es/prodyser/pcaxis/pcaxis.htm#4>), añadiendo los ficheros de mapas de comunidades autónomas y provincias (<http://www.ivie.es/downloads/clima/Mapas.zip>), disponibles en el mismo lugar que los ficheros de datos, es posible crear mapas con las variables climáticas para estos ámbitos regionales.

Información sobre los valores máximo y mínimo de cada ámbito geográfico, así como sobre los datos de estaciones, e información adicional sobre el proceso de transformación o resultados intermedios pueden solicitarse al autor: Francisco.J.Goerlich@uv.es.

Los datos originales pueden obtenerse de la *web* del CGIAR-CSI <http://www.cgiar-csi.org/data/climate/item/52-cru-ts-21-climate-database>.

²¹ Véase al respecto la pregunta frecuente 25 de <http://www.cru.uea.ac.uk/~timm/grid/faq.html>.

7. Bibliografía

- ACEMOGLU, D., S. JOHNSON y J.A. ROBINSON (2001a): “The colonial origins of comparative development: An empirical investigation”. *American Economic Review* 91, 1369-1401.
- ____ (2002b) “Reversal of fortune: Geography and institutions in the making of the modern world income distribution”. Documento de Trabajo n.º 8460, Cambridge, MA: National Bureau of Economic Research, septiembre.
- ALMARZA MATA, C., J.A. LÓPEZ DÍAZ y C. FLORES HERRÁEZ (1996): *Homogeneidad y variabilidad de los registros históricos de precipitación de España*. Madrid: Ministerio de Medio Ambiente, D. G. del Instituto Nacional de Meteorología.
- ARRHENIUS, S. (1896): “On the influence of carbonic acid in the air upon the temperature of the ground”. *The London, Edinburgh and Dublin Philosophical Magazine and Journal of Science* 41. 237-276.
- AYUDA, I.; F. COLLANTES y V. PINILLA (2010): “From locational fundamentals to increasing returns: The spatial concentration of population in Spain, 1787-2000”. *Journal of Geographical Systems* 12, 25-50.
- BALK, D. y G. YETMAN (2004): “The global distribution of population: Evaluating the gains in resolution refinement”. Documentación para GPW, Versión 3. Palisades, NY: CIESIN (Center for International Earth Science Information Network), febrero.
- BARRIENDOS VALLVÉ, M. (1995): “La producción bibliográfica en climatología histórica”. *Revista de Geografía* 29, n.º 1, 103-110.
- CARRERAS, A. (2005): “Clima”. En A. Carreras y X. Tafunell, coords. *Estadísticas Históricas de España*. Volumen I, capítulo 1, 33-75.
- DAI, A.; I.Y. FUNG y A.D. DEL GENIO (1997): “Surface observed global land precipitation variation during 1900-1988”. *Journal of Climate* 10, 2943-2962.
- DELL, M., B.F. JONES y B.A. OLKEN (2008): “Climate change and economic growth: Evidence from the last half century”. Documento de Trabajo n.º 14132, Cambridge, MA: National Bureau of Economic Research, julio.
- DOBADO GONZÁLEZ, R. (2004): “Un legado peculiar: La geografía”. En E. Llopis, ed. *El Legado Económico del Antiguo Régimen*. Barcelona: Crítica.

- DOBADO GONZÁLEZ, R. (2006): “Geografía y desigualdad económica y demográfica de las provincias españolas (siglos XIX y XX)”. *Investigaciones de Historia Económica* 5, primavera, 133-170.
- FÜSSEL, H.M. (2008): “Climate, geography and macroeconomics: Revised data, refined analysis and new findings”. En Ehlers et ál., eds. *Digital Earth Summit on Geoinformatics*. ISDE (International Society for Digital Earth), 12-14 de noviembre, 26-31.
- ____ (2009): “New results on the influence of climate on the distribution of population and economic activity”. Documento de Trabajo n.º 13788, Munich Personal RePEc Archive, marzo.
- GALLEGO, F.J. (2010): “A population density grid of the European Union”. *Population and Environment* 31, n.º 3 julio, 460-473.
- GONZÁLEZ QUIJANO, P.M. (1946): *Mapa pluviométrico de España*. Madrid: Consejo Superior de Investigaciones Científicas e Instituto Juan Sebastián Elcano de Geografía.
- HESTON, A., R. SUMMERS y B. ATEN (2009): *Penn World Table Version 6.3*. Center for International Comparisons of Production, Income and Prices at the University of Pennsylvania, agosto. Disponible en Internet: http://pwt.econ.upenn.edu/php_site/pwt_index.php.
- HUERTA LÓPEZ, F. (1984): *Bibliografía Meteorológica Española*. Madrid: Instituto Nacional de Meteorología.
- JONES, P.D. (1994): “Hemispheric surface air temperature variations: a reanalysis and update to 1993”. *Journal of Climate* 7, 1794-1802.
- JONES, P.D., T.J. OSBORN y K.R. BRIFFA (1997): “Estimating sampling errors in large-scale temperatures averages”. *Journal of Climate* 10, 2548-2568.
- LORENTE, J.M. (1961): “Un siglo de observaciones de temperatura media anual en España”. *Calendario Meteoro-Fonológico*, 133-137.
- ____ (1968): “Variaciones de la temperatura media anual en España peninsular”. *Calendario Meteoro-Fonológico*, 183-191.
- MATSUURA, K. Y WILLMOTT (2007): *Terrestrial Air Temperature and Precipitation: 1900-2006 Gridded Monthly Time Series, Version 1.01*. Newark, DE: Universidad de Delaware. Disponible en Internet: <http://climate.geog.udel.edu/~climate/>.
- MCCARTHY, J.J., O.F. CANZIANI, N.A. LEARY, D.J. DOKKEN y K.S. WHITE (2001): *Climate change 2001: Impacts, Adaptation, and Vulnerability*. Cambridge University Press. Cambridge.

- MITCHELL, T.D., T.R. CARTER, P.D. JONES, M. HULME Y M. NEW (2004): “A comprehensive set of high-resolution grids of monthly climate for Europe and the globe: The observed record (1901-2000) and 16 scenarios (2001-2100)”. Documento de Trabajo n.º 55, Norwich: Tyndall Centre for Climate Change Research, julio.
- MITCHELL, T.D. M. HULME y M. NEW (2002): “Climate data for political areas”. *Area* 34, 109-112.
- MITCHELL, T.D. y P.D. JONES (2005): “An improved method of constructing a database of monthly climate observations and associated high-resolution grids”. *International Journal of Climatology* 25, 693-712.
- NEW, M., M. HULME y P. JONES (1999): “Representing twentieth-century space-time climate variability. Part I: Developing of a 1961-90 mean monthly terrestrial climatology”. *Journal of Climate* 12, n.º 3, marzo, 829-856.
- ____ (2000): “Representing twentieth-century space-time climate variability. Part II: Developing of 1901-96 monthly grids of terrestrial surface climate”. *Journal of Climate* 13, n.º 13, Julio, 2217-2238.
- NEW, M., D. LISTER, M. HULME y I. MAKIN (2002): “A high-resolution data set of surface climate over global land areas”. *Climate Research* 21, mayo, 1-25.
- NINYEROLA, M., X. PONS y J.M. ROURE (2000): “Modelling of air temperature and precipitation through GIS techniques”. *International Journal of Climatology* 20, 1823-1841.
- ____ (2005): *Atlas Climático Digital de la Península Ibérica. Metodología y aplicaciones en bioclimatología y geobotánica*. Universidad Autónoma de Barcelona. Disponible en Internet: <http://opengis.uab.es/wms/iberia/index.htm>.
- ____ (2007a): “Objective air temperatura mapping for the Iberian Peninsula using spatial interpolation and GIS”. *International Journal of Climatology* 27, 1231-1242.
- ____ (2007b): “Monthly precipitation mapping of the Iberian Peninsula using spatial interpolation tools implemented in a Geographic Information System”. *Theoretical and Applied Climatology* 89, 195-209.
- NORDHAUS, W.D. (2006): “Geography and macroeconomics: New data and new findings”. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 103, marzo, 3510-3517.
- ____ (2008): “New metrics for environmental economics: Gridded economic data”. *The Integrated Assessment Journal* 8, n.º 1, 73-84.

- NORDHAUS, W.D. y X. CHEN (2006): “Geography: Graphics and Economics”. *The B.E. Journal of Economic Analysis & Policy* 9, n.º 2 (contribuciones), artículo 1. Disponible en Internet: <http://www.bepress.com/bejeap/vol9/iss2/art1/>.
- PATZ, J.A., M. HULME, C. ROSENZWEIG, T.D. MITCHELL, R.A. GOLDBERG, A.K. GITHEKO, S. LELE, A.J. MCMICHAEL y D. LE SUEUR (2002): “Regional warming and malaria resurgence”. *Nature*, 420, n.º 12, diciembre, 627-628.
- PETERSON, T.C., D.R. EASTERLING, T.R. KARL, P. GROISMAN, N. NICHOLLS, N. PLUMMER, S. TOROK, I. AUER, R. BOEHM, D. GULLETT, L. VINCENT, R. HEINO, H. TUOMENVIRTA, O. MESTRE, T. SZENTIMREY, J. SALINGER, E.J. FORLAND, I. HANSEN-BAUER, H. ALEXANDERSSON, P. JONES y D. PARKER (1998): “Homogeneity adjustments of *in situ* atmospheric climate data: A review”. *International Journal of Climatology* 18, n.º 13, noviembre, 1493-1517.
- PONS NOVELL, J y D.A. TIRADO FABREGAT (2008): “Los determinantes de la desigualdad económica regional en España”. *Información Comercial Española* 842, mayo-junio, 195-216.
- PONS, X. (1996) “Estimación de la Radiación Solar a partir de modelos de elevaciones. Propuesta metodológica”. En J. Juaristi e I. Moro, eds. *Actas del VII Coloquio de Geografía Cuantitativa, Sistemas de Información Geográfica y Teledetección*, Vitoria-Gasteiz.
- PONS, X. Y M. NINYEROLA (2008): “Mapping a topographic global solar radiation model implemented in a GIS and refined with ground data”. *International Journal of Climatology* 28, marzo, 1821-1834.
- SACHS, J.D. (2003): “Institutions don’t rule: Direct effects of geography on per capita income”. Documento de Trabajo n.º 9490, Cambridge, MA: National Bureau of Economic Research, febrero.
- SACHS, J.D., A. MELLINGER y J. GALLUP (2000): “Climate, Coastal Proximity, and Development”. En G.L. Clark, M.P. Feldman y M.S. Gertler, eds. *Oxford Handbook of Economic Geography*, Oxford, Reino Unido: Oxford University Press.
- SANZ DONAIRE, J.J. (2008): “Una geografía física o ambiental de España”. En J. Velarde y J.M. Serrano, eds. *La Economía*. Volumen 3 (S. del Campo y J.F. Tezanos, dirs.). *La España del Siglo XXI*. Madrid: Biblioteca Nueva, Fundación Sistema e Instituto de España.
- SERVICIO METEOROLÓGICO NACIONAL (1943): *Las series más largas de observaciones pluviométricas en la Península Ibérica*. Serie D, nº 1. Madrid: Ministerio de Aire.

STANHILL, A. (2001): “The growth of climate change science: a scientometric study”. *Climatic Change* 48, 515–24.

TYNDALL, J. (1863): “On radiation through the earth’s atmosphere”. *Philosophical Magazine* 4. 200-207.

WHITE, H.A. (1989): “A heteroskedasticity-consistent covariance matrix and a direct test for heteroskedasticity”, *Econometrica* 48, 4 (mayo), 721-746.

NOTA SOBRE LOS AUTORES - ABOUT THE AUTHORS*

FRANCISCO J. GOERLICH GISBERT es licenciado en Ciencias Económicas por la Universidad de Valencia, máster en Económicas por la London School of Economics, doctor por la Universidad de Valencia, catedrático del Departamento de Análisis Económico en la Universidad de Valencia y profesor investigador del Ivie. Coautor de más de diez libros, ha publicado medio centenar de artículos sobre temas de macroeconomía, econometría y economía regional en diversas revistas nacionales e internacionales, tales como *Investigaciones Económicas*, *Revista Española de Economía*, *Revista de Economía Aplicada*, *Investigaciones Regionales*, *Estadística Española*, *Review of Income and Wealth*, *Regional Studies*, *Journal of Regional Science*, *Applied Economics*, *Population, Economics Letters* o *Econometric Theory*.

Correo electrónico: Francisco.J.Goerlich@uv.es

Cualquier comentario sobre este documento puede ser enviado a Francisco J. Goerlich Gisbert, Universidad de Valencia, Departamento de Análisis Económico, Campus de Tarongers, Av. de Tarongers s/n, 46022-Valencia. E-mail: Francisco.J.Goerlich@uv.es

* El autor agradece a Héctor García la ayuda prestada en el manejo informático de la información y a Isidro Cantarino sus comentarios a una versión inicial de este trabajo. Así mismo se agradece el apoyo financiero del Ministerio Español de Ciencia y Tecnología, proyecto SEC2008-03813/ECON, y del programa de investigación Fundación BBVA-Ivie. Información y resultados mencionados en el texto, pero no mostrados en el trabajo o disponibles en la base de datos, están accesibles a través del autor.

ÚLTIMOS NÚMEROS PUBLICADOS – RECENT PAPERS

- DT 08/10 *Guanxi Management in Chinese Entrepreneurs: a Network Approach*
Iván Arribas Fernández y José E. Vila Gisbert
- DT 07/10 *Un índice de rugosidad del terreno a escala municipal a partir de modelos de elevación digital de acceso público*
Francisco J. Goerlich Gisbert y Isidro Cantarino Martí
- DT 06/10 *Quality of Education and Equality of Opportunity in Spain: Lessons from Pisa*
Aitor Calo-Blanco y Antonio Villar Notario
- DT 05/10 *Breaking the Floor of the SF-6D Utility Function: An Application to Spanish Data*
José M.^a Abellán Perpiñán, Fernando I. Sánchez Martínez, Jorge E. Martínez Pérez y Ildefonso Méndez Martínez
- DT 04/10 *Análisis del potencial socioeconómico de municipios rurales con métodos no paramétricos: aplicación al caso de una zona Leader*
Ernest Reig Martínez
- DT 03/10 *Corpus lingüístico de definiciones de categorías semánticas de personas mayores sanas y con la enfermedad de Alzheimer: una investigación transcultural hispano-argentina*
Herminia Peraita Agrados y Lina Grasso
- DT 02/10 *Financial Crisis, Financial Integration and Economic Growth: The European Case*
Juan Fernández de Guevara Radoselovics y Joaquín Maudos Villarroya
- DT 01/10 *A Simple and Efficient (Parametric Conditional) Test for the Pareto Law*
Francisco J. Goerlich Gisbert
- DT 16/09 *The Distance Puzzle Revisited: A New Interpretation Based on Geographic Neutrality*
Iván Arribas Fernández, Francisco Pérez García y Emili Tortosa-Ausina
- DT 15/09 *The Determinants of International Financial Integration Revisited: The Role of Networks and Geographic Neutrality*
Iván Arribas Fernández, Francisco Pérez García y Emili Tortosa-Ausina
- DT 14/09 *European Integration and Inequality among Countries: A Lifecycle Income Analysis*
José Manuel Pastor Monsálvez y Lorenzo Serrano Martínez
- DT 13/09 *Education, Utilitarianism and Equality of Opportunity*
Aitor Calo-Blanco y Antonio Villar Notario

Fundación **BBVA**

Plaza de San Nicolás, 4
48005 Bilbao
España
Tel.: +34 94 487 52 52
Fax: +34 94 424 46 21

Paseo de Recoletos, 10
28001 Madrid
España
Tel.: +34 91 374 54 00
Fax: +34 91 374 85 22
publicaciones@bbva.es
www.bbva.es