

LA INFORMACION CLIMATICA A ESCALA GLOBAL: DEL DATO A LA
DIFUSION DEL CONOCIMIENTO.
WWW.GLOBALCLIMATEMONITOR.ORG

Juan Mariano CAMARILLO NARANJO, José Ignacio ALVAREZ FRANCO, Natalia LIMONES RODRÍGUEZ, M^a Fernanda PITA LÓPEZ, José OJEDA ZÚJAR
Departamento de Geografía Física y Análisis Geográfico Regional, Universidad de Sevilla, España.

jmcamarillo@us.es, jalvarez2@us.es, natalialr@us.es, mfpita@us.es, zujar@us.es

RESUMEN

Esta comunicación presenta el comienzo de una investigación que va encaminada a construir un modelo de datos y una herramienta de geo-visualización que permita el acceso a datos climáticos globales: el visor *Global Climate Monitor*. Ligada a todo ello, se construirá y pondrá en servicio en la misma aplicación una completa batería de indicadores climático-ambientales de fácil comprensión que permita transmitir el comportamiento del clima a escala global a cualquier potencial usuario, dentro o fuera de la comunidad científica.

Los datos que se ofrecen actualmente en el visor se corresponden con la versión CRU TS3.21 de la base de datos de la *Climate Research Unit (U. of East Anglia)*, producto que ofrece datos a una resolución espacial de medio grado en latitud y longitud y que abarcan desde Enero de 1901 a Diciembre de 2012 a escala mensual.

Palabras clave: geovisualización, indicadores climáticos, bases de datos climáticas globales, Software libre.

ABSTRACT

This paper summarizes the beginning of an investigation that is aimed to build a data model and a geo-visualization tool that allows access to global climate data: the Global Climate Monitor Web Viewer. Linked to it, a complete set of climate-environmental indicators capable of displaying climate patterns on a global scale understandable to any potential user (inside or outside the scientific community) will be built and put into service in the same online application.

The data which is currently displayed corresponds to the CRU TS3.21 version of the Climate Research Unit (University of East Anglia) database, a product that provides data at a spatial resolution of half a degree in latitude and longitude, spanning from January 1901 to December 2012 on a monthly basis.

Key words: geo-visualization, climatic indicators, global climatic databases, open source software

1. INTRODUCCIÓN

La investigación climática tradicionalmente ha estado necesitada de la configuración de bases de datos robustas y homogéneas que permitieran analizar la distribución espacio-temporal del comportamiento de las variables climáticas. Estas series de datos han sido recogidas a partir

de las distintas redes de información meteorológica asociadas a los centros de producción de datos meteorológicos nacionales. Se trataba de series de datos con una cobertura espacial irregular producto de la propia distribución de las redes de observatorios meteorológicos; su extensión temporal era también irregular y predominantemente corta –salvo en aquellos países de más amplia tradición en la observación meteorológica–, los controles de calidad no eran exhaustivos y adolecían de una cobertura global planetaria.

La investigación climatológica actual, especialmente en la última década, ha asistido a la eclosión de la producción de grandes bases de datos climáticas globales realizadas por diferentes organismos internacionales, cuyo denominador común es la disponibilidad y accesibilidad bajo el paraguas de las licencias ‘open data’. Se trata de series de datos en muchas ocasiones con una distribución espacial regular en modelos de rejilla –*gridded*–, de extensión temporal larga y homogénea, con procedimientos de homogeneización robustos y que abarcan una cobertura global planetaria.

Muchas y muy variadas fuentes de información están en la base de las series de datos globales que finalmente son accesibles en los portales web de referencia en la materia. Esta variabilidad hace referencia tanto a la naturaleza de la información climatológica de base, observada *VERSUS* modelada, así como a la dimensión temporal de los datos que se ofrecen, históricos *VERSUS* futuros.

Una gran variedad de ejemplos pueden encontrarse hoy disponibles en la red a tan solo un ‘click’ de distancia, algo impensable para la comunidad científica en general y climatológica en particular hace solamente unos años.

Algunos de los ejemplos más relevantes a partir de criterios diversos como el grado de uso por parte de la comunidad científica internacional de las series de datos ofrecidas, el reconocido prestigio del organismo que las produce o su utilización por parte de terceros organismos vinculados por ejemplo a los estudios de cambio climático, podrían ser incluidos en la siguiente lista:

- Series de datos históricos producidos por la *Climate Research Unit (CRU) de la Universidad de East Anglia*, Reino Unido. Estas series globales construidas a partir de observaciones terrestres en estaciones meteorológicas desde comienzos del siglo XX hasta la actualidad constituyen quizás una de las bases de datos más utilizadas, comprobada y aplicada en la actualidad. La versión CRU TS3.21 es la versión más reciente y cubre hasta el mes de Diciembre de 2012. Se presenta como un ‘grid dataset’ con una resolución espacial de 0°5’*0°5’. La rejilla se basa en interpolaciones espaciales sobre series estables y homogeneizadas de anomalías construidas a partir de la colección de datos observados en estaciones meteorológicas terrestres. http://www.cru.uea.ac.uk/Global_Historical_Climatology_Network_Monthly_GHCN-M/ desarrollada por el *National Climatic Data Center- NCDC- (National Oceanic and Atmospheric Agency –NOAA-)*, EEUU. Se trata de series de datos mensuales de temperatura procedentes de 7280 estaciones del mundo, con importantes y exhaustivos controles de calidad establecidos sobre los datos, desde detección de *outliers* hasta establecimiento de filtros de inconsistencia espacial, etc... disponibles desde 1880 hasta el mes actual. <http://www.ncdc.noaa.gov/ghcnm/v3.php>
- *Climate Prediction Center –CPC- (National Oceanic and Atmospheric Agency –NOAA-)*. EEUU. Versión *grid* de la base de datos climática anterior basada en métodos como la aproximación de la interpolación de la anomalía con reajustes espacio temporales

- derivados de datos de reanálisis para el ajuste topográfico. Su extensión comprende desde el año 1948 hasta la actualidad. <http://www.cpc.ncep.noaa.gov/>
- *Global Precipitation Climatology Centre –GPCC-, Deutscher Wetterdienst.* Alemania. Este Servicio ofrece una amplia panoplia de productos y series de datos de precipitación globales muy completos entre los que cabe destacar los productos en rejilla basados en métodos de interpolación mejorados del método de interpolación empírica de SPHEREMAP (Willmott et al., 1985) sobre las anomalías en series de estaciones terrestres del conjunto del planeta. Especialmente destacable es el producto *First Guess Product*, que usa alrededor de 6000 estaciones mundiales y que tiene la particularidad de actualizar la serie mensual del mes anterior los días 8 de cada mes, permitiendo de esta forma acceso a un producto básico para procesos de monitorización de la precipitación global en *nearreal-time*. <http://www.dwd.de/>

Existen tres aspectos importantes que debemos analizar en relación con la naturaleza de estas series de datos: por un lado, la disponibilidad, calidad y tipo de acceso a los datos, por otro las posibilidades de geo-visualización que ofrecen y por último la disponibilidad de indicadores climáticos derivados de las variables climatológicas primarias.

En relación al primer aspecto cabe destacar la amplia disponibilidad de estas series globales de datos. En la mayoría de los casos se distribuyen bajo licencias abiertas de bases de datos – *open database license*-, lo cual permite un uso abierto y sin restricciones con fines y propósitos no comerciales como la educación o la investigación. Ello ha producido una disponibilidad de datos globales que han favorecido su uso cada vez más extensivo en el ámbito científico, con numerosas referencias de investigaciones basadas en éstas (Folland *et al*, 2001; Jones and Moberg, 2003; New, Hulme and Jones, 2000). No obstante, las dificultades de los formatos técnicos en los que se distribuye –*netcdf* o archivos de texto plano de decenas de millones de datos normalmente- ha circunscrito su utilización a un número reducido de personas casi exclusivamente ligadas a ámbitos científicos. Consideramos que el conocimiento del clima puede, sin embargo, interesar a un número mucho más amplio de personas y de usuarios, especialmente en contextos de conocimiento abierto –*open knowledge*- y de desarrollo de políticas y de espacios de decisión participativos en los que el acceso a la información se torna en uno de los aspectos fundamentales.

Precisamente, la geo-visualización de los datos puede constituirse como herramienta eficaz de acceso público a la información en general y climática en particular. Desde este punto de vista sin embargo, son menos los ejemplos de geo-visualizadores completos que permitan un acceso fácil y cómodo a un número mayor de potenciales usuarios de la información climática. En este sentido, existen algunos geo-visualizadores muy especializados en el acceso y descarga de datos (NCDC-NOAA, <https://gis.ncdc.noaa.gov/map/viewer/#app=cdo>) o bien, en la mayoría de los casos, se trata de geo-visualizadores muy generales que muestran la climatología de 30 años –normales- ó de 10 años, renunciando a las altas capacidades espacio-temporales que todas estas series de datos en rejilla presentan (*IPCC*, <http://www.ipcc-data.org/maps/>). Complementariamente los geo-visualizadores de información climatológica presentes hoy en la red suelen ser muy básicos, con poca interacción entre el cliente –usuario- y el servidor de datos o, en muchos casos, sin integración con servicios de geolocalización distribuidos como *googlemaps* o *openstreetmaps*.

En tercer lugar, un aspecto crucial en el valor añadido que puede ser alcanzado a partir de las variables climáticas primarias es, obviamente, la producción de indicadores climáticos –

anomalías, tendencias, índices de sequía, valores de extremos- que pueden ser derivados a partir de las primeras. En este sentido podemos encontrarnos en la actualidad con proyectos y páginas web de indicadores climáticos globales pero cuya cartografía se limita a imágenes estáticas sin ningún entorno de geo-visualización o bien, por el contrario, buenos sistemas de geo-visualización pero aplicados específicamente a algún indicador muy concreto. En este último caso cabe destacar el visor del Global Drought Monitor, con una muy buena herramienta de geo-visualización del índice de sequía global SPEI –*Standardized Precipitation-Evapotranspiration Index*- (<http://sac.csic.es/spei/map/maps.html>).

Como conclusión podemos indicar que en términos de geo-visualización de datos climáticos globales existe una diversidad importante en términos tanto de los datos e indicadores disponibles como de las herramientas propias de los visores y sus capacidades.

2. OBJETIVOS

En consonancia con estas premisas, los objetivos de la investigación podrían resumirse en los siguientes:

- Construir un modelo de datos y una herramienta de geo-visualización que permita el acceso de datos científicos complejos como los que representan los datos climáticos globales a un número más importante de usuarios potenciales que pueden estar interesados en el conocimiento del clima terrestre.
- Desarrollar específicamente una herramienta de geo-visualización web para datos climáticos globales. Construir y servir una batería de indicadores climático-ambientales de fácil comprensión que permita a un número amplio de usuarios profundizar sobre el comportamiento del clima a escala global.
- Construir desde un prisma más amplio como objetivo futuro un monitor global del clima – www.globalclimatemonitor.org-.
- Generar información y conocimiento a partir de los datos climáticos existentes en el contexto actual de las sociedades en red.

Así, todo ello se quiere conseguir a partir del diseño de un visor de datos climáticos globales cuya pretensión es la de convertirse en un instrumento de seguimiento del comportamiento del clima a escala mundial (de ahí su nombre de *Global Climate Monitor, GCM*).

3. DATOS Y FUENTES DE INFORMACIÓN

Los datos que en la actualidad se ofrecen en el visor se corresponden con la versión CRU TS3.21 del producto de alta resolución en rejilla que se pueden obtener a través del *British Atmospheric Data Center –BADC-*.

Las características básicas de este producto son las siguientes:

- Resolución espacial: 0.5°*0.5° latitud/longitud
- Resolución temporal: Enero de 1901 a Diciembre de 2012
- Escala temporal: mensual
- Variables disponibles: precipitación (pre), temperatura media (tmp), temperatura media de las mínimas (tmn), temperatura media de las máximas (tmx), evapotranspiración potencial

- (pet), amplitud térmica diaria (dtr), presión del vapor (vap), cobertura nubosa (cld), frecuencia de días húmedos (wet), frecuencia de días de helada (frs)
- Sistema de referencia: WGS84
 - Formato de descarga: *netcdf*

En negrita se resaltan las variables que han sido seleccionadas para esta primera versión del *Global Climate Monitor –GCM-* desarrollado. En fases posteriores está previsto incluir algunas otras variables disponibles, especialmente la amplitud térmica diaria, la frecuencia de días húmedos y la frecuencia de días de helada.

Este producto se basa en una presentación en rejilla de las variables anteriormente citadas cuyos valores han sido sometidos por parte del organismo productor (*CRU*) a diversos controles de calidad y procesos de homogeneización (Mitchell and Jones, 2005). Las fuentes primarias de datos se basan en distintas bases de datos climáticas de registros observados entre las que cabe destacar las construidas a escala planetaria por Jones and Moberg (Jones and Moberg, 2003), Peterson (Peterson *et al*, 1998) o New (New *et al*, 2000). Los procesos de homogeneización se basan en la construcción de series de referencia mediante vecinos que sirven para la comparación con las estaciones candidatas a entrar en la base de datos. Se trata del método desarrollado para la *Global Historical Climatology Network –GHCN-* desarrollado por Peterson (Peterson *et al*, 1998).

La construcción de la serie de alta resolución en rejilla –*gridded-* se basa en el método de las anomalías (Jones, 1994; New *et al*, 2000), que genera una malla de anomalías basada en las normales absolutas o relativas (precipitación, evapotranspiración) del periodo base 1961-1990 con el objetivo de generar normales espaciales que presenten una amplia cobertura independientemente del momento temporal de la serie. A partir de esta rejilla se calculan las series de anomalías que permitirán la interpolación espacio-temporal del conjunto de nodos de la malla (Mitchell and Jones, 2005). Posteriormente, estas series de alta resolución han sido revisadas y ampliadas temporalmente hasta llegar a la versión usada en este trabajo, cuyos métodos de revisión y ampliación han sido publicados en por Harris *et al*, 2013.

Es importante destacar que se trata de una de las bases de datos climáticos globales utilizada por el Panel Intergubernamental para el Cambio Climático –*IPCC-* en su quinto informe en el capítulo dedicado a la revisión de la evolución de las temperaturas planetarias de los últimos cien años. Es además la que se ofrece en el apartado de datos de la página web de dicho organismo y sobre la que se centra la geo-visualización global de las normales climatológicas que puede encontrarse en su centro de datos –<http://www.ipcc-data.org/>–.

Como ya ha sido mencionado, construir una herramienta de geo-visualización del conjunto completo de este producto, así como de indicadores climáticos derivados de dicho conjunto de datos es el objetivo del trabajo que se presenta.

4. DISEÑO DE INDICADORES CLIMÁTICOS

El conocimiento del clima como fenómeno complejo se sustenta, además de en los valores de las variables medidas procedentes de la observación instrumental, en la derivación de índices o indicadores climáticos que respondan a preguntas relacionadas con un espectro más amplio del *conocimiento* del funcionamiento del sistema climático. ¿Cuáles son los valores normales y las anomalías de las temperaturas máximas y mínimas?, ¿y de la precipitación?, ¿cuáles son

y qué dimensión tienen los comportamientos extremos?, ¿qué índice de aridez, o de estacionalidad o de sequía observamos?, etc. Todas ellas son preguntas a las que la ciencia climática ha intentado e intenta dar respuesta en las diferentes escalas espacio-temporales de análisis, que abarcan desde los registros de una única estación meteorológica al comportamiento planetario. Desde esta óptica nos trasladaríamos desde la esfera del dato a la esfera del conocimiento. Y añadiríamos una tercera componente actual que no sería otra que la difusión de ese conocimiento; difusión en entornos de red *-network-*, interconectados y abiertos *-open-* desde una perspectiva integrada de conocimiento abierto y compartido *-open knowledge-* transversal al quehacer científico actual.

Desde esta perspectiva, la propuesta planteada en esta primera fase de desarrollo de un monitor del clima global presenta un total de 30 indicadores climáticos derivados de las cinco variables primarias señaladas en el apartado anterior y que pueden observarse en la Tabla nº 1.

ESCALA TEMPORAL	TEMPERATURA	PRECIPITACION	EVAPOTRANSPIRACION
MENSUAL	TEMPERATURA MEDIA Anomalías de la temperatura media TEMPERATURA MEDIA DE LAS MÍNIMAS Anomalías de la temperatura media de las mínimas TEMPERATURA MEDIA DE LAS MÁXIMAS Anomalías de la temperatura media de las máximas	PRECIPITACIÓN TOTAL Anomalías de la precipitación Anomalías de la precipitación en porcentaje	EVAPOTRANSPIRACIÓN POTENCIAL Anomalías de la evapotranspiración potencial Anomalías de la evapotranspiración potencial en porcentaje
ANNUAL	Temperatura media Anomalías de la temperatura media Temperatura media de las mínimas Anomalías de la temperatura media de las mínimas Temperatura media de las máximas Anomalías de la temperatura media de las máximas	Precipitación total Anomalías de la precipitación Anomalías de la precipitación en porcentaje Índice de estacionalidad de la precipitación	Evapotranspiración potencial Anomalías de la evapotranspiración potencial Anomalías de la evapotranspiración potencial en porcentaje
NORMALES (MENSUALES Y ANUALES)	Temperatura media Temperatura media de las mínimas Temperatura media de las máximas	Precipitación total	Evapotranspiración potencial
TENDENCIAS	Temperatura media Temperatura media de las mínimas Temperatura media de las máximas	Precipitación total	Evapotranspiración potencial

Tabla 1: VARIABLES E INDICADORES CLIMATICOS DEL GCM.

Como puede observarse, cada una de las magnitudes incorporadas al visor presenta diferentes indicadores en diferentes escalas temporales. Estas escalas abarcan la escala mensual original de presentación de las variables en el producto CRU TM3.21 a la escala, la escala anual, la escala de la climatología de 30 años –normales- en sus diferentes periodos desde 1901 hasta la actualidad, así como la derivación de las tendencias globales registradas.

5. METODOLOGÍA: FLUJO DE DATOS, MODELO DE DATOS Y ARQUITECTURA DEL SISTEMA

La metodología aplicada para el diseño del sistema que permite la geo-visualización de propuesta se basa en metodologías estructuradas clásicas de diseño de sistemas de información. El resultado final del geo-visor que puede ser consultado en el navegador web está sustentado por un conjunto de componentes interrelacionados entre los que se producen intercambios de información y procesos secuenciales que aseguran la finalidad para la que se diseña: la geo-visualización de datos e indicadores climáticos globales.

Dentro de las metodologías estructuradas clásicas, entre las que cabe citar SSADM (*Structured System Analysis and Design Methods, National Computing Center, UK, 1995*), YSM (*Yourdon Systems Method, Yourdon, 1993*) o Metodología de Kendall & Kendall (2005), existen dos procesos metodológicos críticos e indispensables en la fase de diseño de un sistema de información: el modelado de flujo de datos y el modelado lógico de datos:

- Modelado del flujo de datos (*Data Flow Modelling –DFM-*): Esta herramienta se centra en la identificación, modelado y documentación de los distintos flujos de información que suceden alrededor y dentro del sistema de información. El resultado será la producción de un Diagrama de Flujo de Datos (*Data Flow Diagram –DFD-*) que mostrará la conexión de los distintos procesos y procedimientos que tendrán lugar dentro del sistema de información. Este diagrama mostrará el almacén de los datos, la forma en la que se accede a ellos, la descripción de las entidades o actores externos (en términos de intercambio de datos) que interactúan con el sistema así como los flujos entre todos estos componentes.
- Modelado lógico de los datos (*Logical Data Modelling –LDM-*): dentro de este proceso los requisitos de los datos son investigados, definidos y modelados. El elemento central de esta herramienta es la producción de la estructura lógica de los datos (*Logical Data Structure –LDS-*). Esta LDS es la nomenclatura específica que, dentro de la metodología SSADM, adopta el modelo entidad-relación (E-R) de modelado de bases de datos.

5.1 El modelo de flujo de datos

El modelado del flujo de datos se muestra en el diagrama de flujo de datos que representa el flujo de información entre los distintos componentes del sistema, así como los procesos necesarios que deben reproducirse para asegurar que dicho flujo sea correcto (Figura 1.)

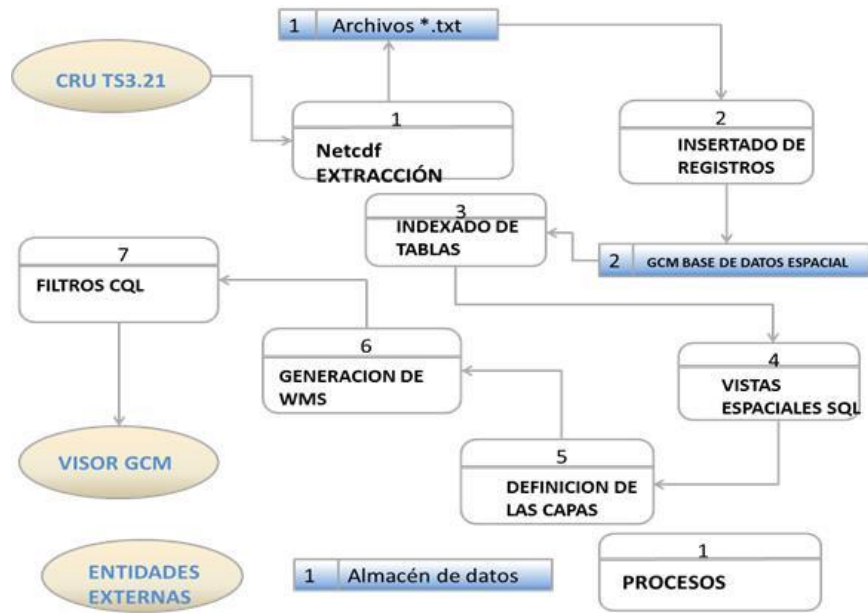


Fig. 1: Diagrama de flujo de datos del sistema.

5.2. Modelo lógico de datos

El modelo de datos entidad-relación se configura como un modelo en “araña” en el que la tabla de puntos geográficos –que almacena la geometría de los mismos mediante el campo *geom*- se sitúa en el centro estableciendo relaciones uno a muchos (1-M) con el resto de entidades –tablas- del modelo. Ver figura 2.

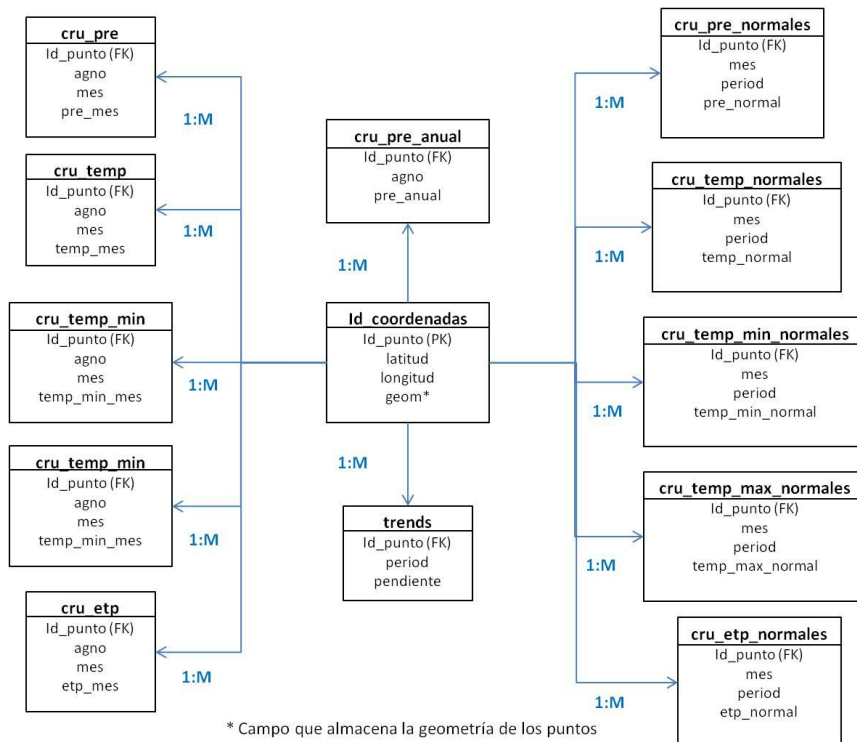


Fig 2: Esquema del modelo de datos entidad-relación del sistema.

Es necesario destacar la naturaleza del proceso de diseño de la estructura de la base de datos, en el que el papel de los expertos en la información climática es esencial para garantizar la coherencia de los datos y de sus índices derivados de tal forma que un buen diseño del modelo de datos de dicho modelo es el elemento central de todo el proceso. Solo a partir de un modelo de datos robusto, en el que atributos y cardinalidades representen la relación implícita existente entre los datos, podemos posteriormente diseñar herramientas de acceso a los datos.

5.3. Arquitectura del sistema

La arquitectura del sistema está basada en componentes y software de código abierto –*open source*-. Figura 3.

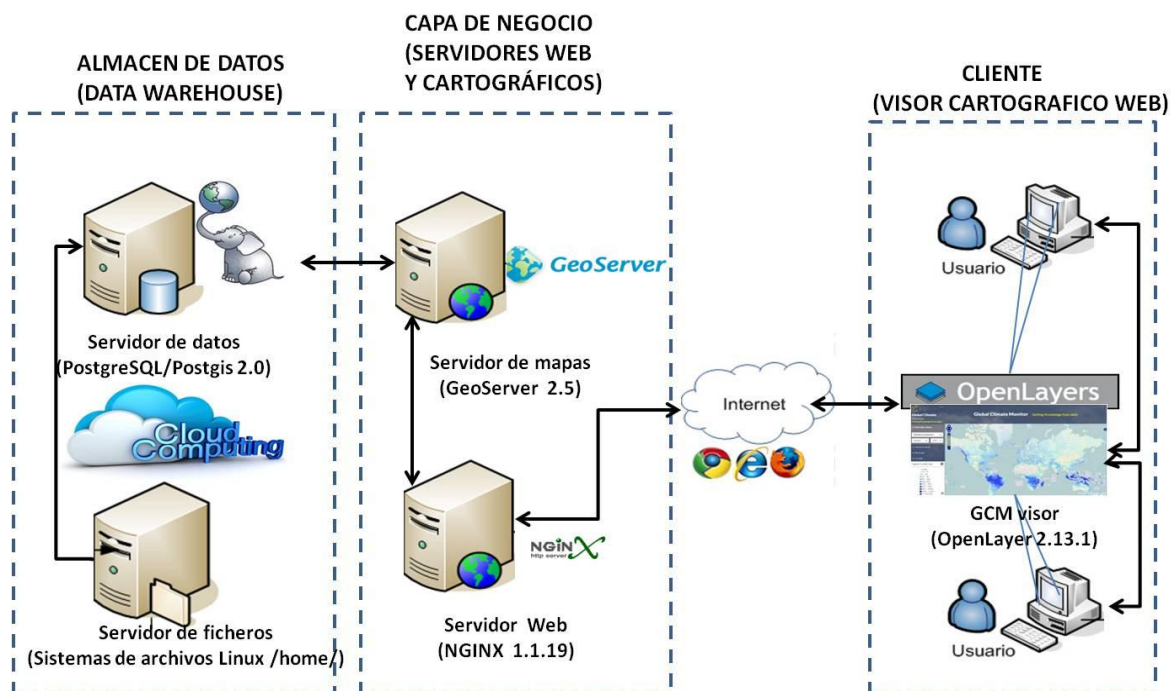


Fig 3: Componentes del sistema.

6. RESULTADOS Y EVOLUCIÓN DEL SISTEMA

El resultado de la metodología propuesta y del diseño del geo-visor climático global puede consultarse y está plenamente operativo en la dirección web www.globalclimatemonitor.org

Se trata de un geo-visor que permite al usuario acceder a la batería de variables e indicadores climáticos globales en las distintas escalas temporales de análisis propuestas. Al mismo tiempo permite la integración de dicha visualización con distintos servicios de localización como *openstreetmap*, *google hybrid*, *google terrain* o *google satellite*. Tiene herramientas de navegación *zoom* y *pan* y, como característica de especial importancia, el acceso a la información numérica del valor del indicador climático en cada punto de los aproximadamente 70000 que existen para las zonas emergidas del planeta mediante una herramienta *info* (servicio *getfeatureinfo* del *Web Map Service –WMS-*servido).

El ensamblaje de las distintas tecnologías de código abierto –*open source*– disponibles – servidor de datos espacial, servidor de mapas, servidor de aplicaciones web y visores– permiten en la actualidad acometer este tipo de macro-proyectos científicos. Especialmente destacable es el papel del servidor de datos espacial *PostGis* (www.postgresql.org), cuyas prestaciones en el manejo de información alfanumérica y espacial y de tablas de casi 100 millones de datos han resultado esenciales para la puesta en marcha del sistema.

Por último indicar las fases más importantes en la evolución inmediata del sistema de información diseñado. Estas fases se sustentan en el diseño de tres grandes bloques de evoluciones:

- La generación de un mayor número de indicadores climáticos disponibles en el visor. En este sentido cabe destacar el cálculo de percentiles sobre las variables primarias más allá de los valores medios como mecanismo de estudio de extremos climáticos por los impactos tan importantes que estos tienen en la sociedad, el cálculo de diferentes índices de sequía y el desarrollo de indicadores para aplicaciones climáticas como el confort térmico u otros relacionados con la salud o la agricultura.
- En relación con los datos primarios, dos son las líneas más importantes que ya se están trabajando: en primer lugar la integración de fuentes de información que garanticen la actualización mensual de la información con el objetivo de convertir el visor en un monitor en tiempo casi real –*near real time*– (*Global Precipitation Centre* y *Climate Prediction Centre*); y en segundo lugar la integración de las proyecciones de escenarios climáticos y la evolución a futuro de las variables climáticas primarias.
- El tercer bloque de evoluciones previstas están en relación con las herramientas de geovisualización y acceso a los datos; entre ellas cabe destacar el diseño de herramientas de descarga de datos mediante selecciones espaciales del usuario en el propio visor, el desarrollo de una herramienta de gráficos que muestre la serie temporal de cada variable sobre cada punto y la división en doble pantalla sincronizada con el objetivo de establecer comparaciones entre variables y fechas.

7. CONCLUSIONES

El acceso y manejo de grandes bases de datos de información climática, debido a la complejidad de los formatos en los que se presentan en la actualidad, restringe su uso a un número muy reducido de usuarios incluso dentro de las esferas científicas o técnicas. Sin embargo, la importancia de contar con herramientas de fácil acceso que permitan el conocimiento del funcionamiento complejo del sistema climático aparece como una de las claves actuales. En este sentido podemos afirmar que la geo-visualización de los datos procedentes de estas grandes bases de datos climáticas globales es una herramienta poderosa y útil para conseguir el objetivo de hacer que estos datos puedan llegar a un número cada vez mayor de usuarios. Mucho más es así si los sistemas que puedan diseñarse para ello, como es nuestro caso, apuestan por, además, generar valor añadido a los datos de las variables primarias mediante el diseño y la producción de indicadores derivados que permita establecer un puente desde el dato al conocimiento.

8. AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se enmarca en la actividad de los siguientes Proyectos de Investigación: “Desarrollo de un modelo de anticipación a las sequías basado en escenarios dinámicos (GUADALSEQ)”, “*Sustainable Water Action (SWAN). Building research links between EU and USA*” y “Directiva Marco del Agua y riesgos hídricos: gestión y mitigación de sequías”.

Agradecer a los técnicos e investigadores de la empresa Geographica Studio la implicación en este proyecto y las tareas de administración del sistema.

9. REFERENCIAS

Folland, C.K. *et al.* (2001). Observed Climate Variability and Change. En: *Climate Change 2001: The Scientific Basis*. Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change ;Houghton, J.T., Ding, Y., Griggs, D.J., Noguer, M., van der Linden, P.J., Dai, X., Maskell, K. and Johnson, C.A. (Eds.). Cambridge University Press, Cambridge, UK. pp. 99-181.

Harris, I., Jones, P.D., Osborn, T.J. and Lister, D.H. (2014). “Updated high-resolution grids of monthly climatic observations – the CRU TS3.10 Dataset”. *Int. J. Climatol.*, 34. p. 623–642.

Jones PD. (1994). “Hemispheric surface air temperature variations: a reanalysis and update to 1993”. *Journal of Climate* 7. pp. 1794–1802.

Jones, P.D., and A. Moberg (2003). “Hemispheric and large-scale surface air temperature variations: An extensive revision and an update to 2001”. *Journal of Climate* 16, pp. 206-223.

Mitchell, T. D. and Jones, P. D. (2005). “An improved method of constructing a database of monthly climate observations and associated high-resolution grids”. *International Journal of Climatology* 25. Pp. 693–712.

New, M., Hulme, M., Jones, P. D. (2000). “Representing twentieth century space-time climate variability. Part 2: development of 1901–96 monthly grids of terrestrial surface climate”. *Journal of Climate* 13. pp 2217-2238

Peterson TC *et al.* (1998a.). “Homogeneity adjustments of in situ atmospheric climate data: a review”. *International Journal of Climatology* 18. pp. 1493–1517.

Peterson TC, Karl TR, Jamason PF, Knight R, Easterling DR. (1998b). “The first difference method: maximizing station density for the calculation of long-term global temperature change”. *Journal of Geophysical Research* 103: 25. pp. 967–25 974.

Peterson TC, Vose R, Schmoyer R, Razuvaev V. (1998c). “Global Historical Climatology Network (GHCN) quality control of monthly temperature data”. *International Journal of Climatology* 18. pp. 1169–1179.

Rayner, N.A. *et al* (2006). “Improved analyses of changes and uncertainties in marine temperature measured in situ since the mid-nineteenth century: the HadSST2 dataset”. *Journal of Climate*, 19, pp. 446-469

Willmott, C.J., C.M. Rowe and W.D. Philpot (1985): “Small-scale climate maps: A sensitivity analysis of some common assumptions associated with grid-point interpolation and contouring”. *Amer. Cartogr.*, 12, 5-16.