

**GEORREFERENCIACIÓN DEL ‘MAPA DE LA PROVINCIA DE SEGOVIA’ (1773) incluido en el ATLAS GEOGRÁFICO DE ESPAÑA, que comprende el mapa general de la península, todos los particulares de nuestras provincias y el del reino de Portugal, por D. Tomás López.**

Los trabajos de georreferenciación han sido realizados por el Servicio de Cartografía de la Universidad Autónoma de Madrid según el procedimiento descrito en el documento [“Georreferenciación de cartografía antigua para los visores del SCUAM”](http://guiadigital.uam.es). Disponible en <http://guiadigital.uam.es>. El fichero georreferenciado procede del ejemplar del *Atlas* disponible en la Cartoteca Rafael Mas de la misma universidad.

**Ámbito a georreferenciar**

El mapa de la provincia de Segovia está dividido en cuatro láminas. Antes de comenzar el proceso de georreferenciación, se han unido en un solo fichero digital las cuatro hojas del *Atlas* que forman este mapa. Este mapa incluye un recuadro de menor tamaño con un mapa del condado de Chinchón rodeado con su propio marco graduado. Este recuadro menor se ha extraído del ámbito general del mapa de la provincia y se ha separado en un fichero aparte que será georreferenciado al margen del principal, aunque con su mismo sistema de referencia.

**Parámetros del sistema de referencia del mapa original**

El sistema de referencia que hemos encontrado más próximo al del mapa original es el siguiente:

Origen de coordenadas:	meridiano del Pico de Tenerife <sup>1</sup> , situado a 16°39’14.025’’ oeste de Greenwich (-16,653895833333330 grados decimales)
Proyección:	sinusoidal
Meridiano central:	12º al este del Pico de Tenerife (-4,653895833333333 grados decimales respecto a Greenwich)
Figura de la tierra:	Esfera autálica de radio 6371007 m (GRS80)
Parámetros PROJ.4 para este sistema:	+proj=sinu +lon_0=-4.6538958333333 +x_0=0 +y_0=0 +a=6371007 +b=6371007 +units=m +no_defs

**Reconstrucción de la malla meridianos y paralelos**

Se ha reconstruido la malla de meridianos y paralelos del mapa con 30’ de resolución a partir de su marco graduado teniendo en cuenta que en los mapas del Atlas de Tomás López son todos ellos líneas rectas. Los paralelos, porque en la proyección sinusoidal son todas líneas rectas paralelas entre sí. Los meridianos, porque cuando López los trazaba en sus mapas simplificaba su curvatura sinusoidal, casi imperceptible a nuestra latitud, para que fueran completamente rectos. También hay que tener en cuenta que el lado sur del marco graduado de este mapa está referido al usual origen de coordenadas elegido por Tomás López en el Pico de Tenerife, pero el lado norte lo está al meridiano del Hierro. Para el trazado de los meridianos del mapa es necesario establecer la diferencia entre estos dos meridianos. Si consultamos la obra teórica del propio Tomás López<sup>2</sup> leemos que sitúa el meridiano del Hierro a 1º2’ oeste del de Tenerife. Sin embargo, se puede comprobar que el mismo López no manejaba las diferencias de longitud anotadas en sus *Principios...* para la construcción de sus mapas. Esto es muy

<sup>1</sup> Almonacid, C. (2016) “Longitudes de los antiguos meridianos en la cartografía española”. Consultado en <http://guiadigital.uam.es/SCUAM/documentacion.php>. El meridiano del pico de Tenerife se ha situado a partir de los datos del Atlas Marítimo de Vicente Tofiño, donde se fijaba a 10º 22’ del meridano de Cádiz, es decir, a 16º39’14,025’’ oeste de Greenwich.

<sup>2</sup> López, T. (1775-1783). *Principios Geográficos aplicados al uso de los Mapas*. Madrid, imprenta de Joachin Ibarra. 2 vols.

evidente en el meridiano de Madrid, pero también en el del Hierro que en sus mapas - por ejemplo, en el mapa General de España de 1770 - se sitúa a poco menos de 1º1' del de Tenerife, coincidiendo con cálculos posteriores<sup>3</sup>. Por tanto, utilizaremos la posición del meridiano del Hierro empleada por López en sus propios mapas para establecer que, en sus marcos graduados, la diferencia de meridianos El Hierro/Tenerife es de 1º1'.

**Georreferenciación inicial basada en la malla meridianos y paralelos reconstruida**

El mapa principal de la provincia se ha georreferenciado en el sistema descrito más arriba utilizando los cruces de la malla de meridianos y paralelos de 30'. Se han introducido 9 puntos homólogos bien distribuidos por todo el mapa con los que se ha obtenido un error medio cuadrático total de 79,405 m, utilizando un ajuste polinómico de orden 2. Estos datos se acercan a la precisión de 60 m que se puede esperar para un mapa a esta escala (aproximadamente 1:240.000), teniendo en cuenta que se trata de un mapa dividido inicialmente en varias hojas ensambladas en un solo fichero. Una vez comprobada la validez del sistema de georreferenciación empleado, se ha realizado un ajuste por triangulación (spline) para encajar la malla de meridianos y paralelos del mapa a una malla teórica homóloga generada numéricamente. Para ese ajuste se han utilizado los 20 cruces de la malla de 30' visibles en el mapa.

Este método de georreferenciación persigue mantener intacto el posicionamiento y el trazado de las entidades geográficas tal como aparecen cartografiadas en el mapa antiguo. Se preservan la calidad de trazado y los errores de posición de los datos representados en el mapa original. Debido a la cuantía de estos errores, el fichero inicialmente georreferenciado no se incluye en los ficheros de descarga ni en el acceso WMS.

**Evaluación de los errores de posicionamiento en el fichero georreferenciado inicialmente**

Ha de tenerse en cuenta que la cartografía de gabinete utilizaba como armazón de ajuste los pocos puntos en los que se disponía de coordenadas geográficas procedentes de observaciones astronómicas. Esas observaciones procedían de fuentes muy heterogéneas y en su mayoría de muy escasa precisión, sobre todo en la longitud cuyo cálculo no se resolvió satisfactoriamente hasta finales del siglo XVIII. La cartografía de gabinete se nos suele presentar con errores notables de posicionamiento que, además, pueden no ser homogéneos si, como suele ser habitual, se han utilizado las coordenadas de varios puntos inconexos obtenidas de observaciones astronómicas aisladas o, incluso, estimadas sobre mapas previos. El proceso de georreferenciación de este tipo de cartografía puede tener en cuenta la presencia inexorable de estos errores para tratar de reducirlos. Se trata de llevar el mapa a una posición más ajustada sin renunciar a la reconstrucción del sistema de referencia original ni al mantenimiento del trazado de sus elementos.

Tomás López declara en la cartela del mapa de Segovia que lo construyó con las mejores noticias de los naturales. Carecía, por tanto, de observaciones astronómicas para las poblaciones de esta provincia, aunque pudo utilizar las de otras provincias limítrofes, por ejemplo, las de la ciudad de Madrid. En cualquier caso, desconocemos cuáles fueron los puntos que Tomás López utilizó como marco de referencia, pero podemos suponer que los localizaría en algunas poblaciones importantes: capitales de provincia, cabezas de partido, grandes villas o sedes de los principales monasterios. Una vez que se ha situado este mapa de Segovia de Tomás López en el sistema de referencia descrito más arriba, podemos comparar la posición de las principales poblaciones del mapa con sus coordenadas geográficas según la cartografía actual para estimar el desplazamiento que deberían sufrir hasta situarse en su posición real:

	Desplazamiento longitudinal	Desplazamiento latitudinal
Ciudad de Segovia	7'5" hacia el E	4'44" hacia el S
Pedraza	6'56" hacia el E	1'58,5" hacia el N

<sup>3</sup> Almonacid, C. (2016), op.cit.

Cuéllar	2'42" hacia el E	2'25,5" hacia el S
Coca	2'49,5" hacia el E	2'48" hacia el S
Peñaranda	9'10" hacia el E	49" hacia el N
Haza	6'44" hacia el E	37" hacia el N
Riaza	9'10" hacia el E	1'32,5" hacia el S
Ayllón	12'20,5" hacia el E	2'19" hacia el S
Madrid (pza. Mayor)	8'58,5" hacia el E	59" hacia el S
El Escorial	5'53,5" hacia el E	1'37" hacia el S

Se aprecia un desplazamiento general de todos sus elementos hacia el este, que en la mitad occidental del mapa toma claramente un componente sudeste.

**Traslación del mapa a su punto principal. Corrección inicial de la georreferenciación.**

Realizamos una primera corrección utilizando la posición geográfica del punto cuyos datos de latitud y longitud pudieron tener más peso para construcción del mapa, al que calificamos como su **punto principal**. Seguramente, las estimaciones realizadas para localizar la posición de la ciudad de Segovia fueran las más tenidas en consideración. Atendiendo a los datos del listado anterior, corregimos el error principal de posicionamiento de este mapa mediante la **traslación** de la posición de Segovia en el mapa de López a su correspondiente en la cartografía actual: **7'5" hacia el este y 4'44" hacia el sur**. No modificamos el sistema de referencia de modo que, tras este desplazamiento, los valores del marco graduado ya no expresan la verdadera posición de los puntos respecto al origen de coordenadas.

Transformamos este fichero trasladado a un sistema de referencia actual – Web Mercator con datum WGS1984 (auxiliary sphere) y origen de coordenadas en el meridiano de Greenwich – para simplificar su manejo en el acceso WMS. Constituye la capa 'ATLopez\_segovia\_1773\_lam19-22\_UAM'.

Tras esta primera corrección, a medida que nos alejamos del punto principal, aún quedan fuera de su posición real muchas zonas del mapa. Los desajustes, aunque menores. Son ahora más dispares. Para su corrección, solo podremos actuar deformando el mapa por partes.

**Ajuste por partes a la posición real de las poblaciones más importantes del mapa**

Debido a la disparidad de los desajustes, esta corrección solo se puede realizar deformando el mapa. Las poblaciones principales se convierten en los vértices de una red de triángulos cuyos segmentos son los vectores de la traslación hacia la posición ajustada. Situamos los vértices de desplazamiento en: **Pedraza, Cuéllar, Fuentidueña, Coca, Íscar, Sepúlveda, Maderuelo, Montejo de la Vega, Peñaranda, Haza, Riaza, Ayllón, Madrid, Ávila, San Martín de Valdeiglesias, Navalcarnero, El Escorial, Villacastín, Lozoya y Puente de Duero**. También hay que introducir vértices de ajuste que fijen la posición, ya modificada en la corrección anterior, del punto principal del mapa (Segovia en este caso) y afiancen los márgenes de la lámina que puedan resultar más distorsionados. Aun así, el mapa original quedará notablemente deformado, sin embargo, sus elementos quedarán más cerca de su posición real para facilitar su uso como fuente de datos histórica.

Este fichero ajustado se incluye en el WMS referido al sistema de referencia actual Web Mercator, datum WGS1984 (auxiliary sphere) y origen de coordenadas en el meridiano de Greenwich. Constituye la capa a la que nombramos con el sufijo 'AJUSTE'.

**Georreferenciación del fichero del mapa del Condado de Chinchón**

El fichero del Condado de Chinchón comparte escala y sistema de referencia con el resto del mapa de la provincia de Segovia del que se extrae después de la georreferenciación y traslación al punto principal de todo el mapa provincial. El pequeño tamaño del recuadro no justifica que reconstruyamos su malla

geográfica de meridianos y paralelos ni que, en su interior, realicemos ningún ajuste por partes. De modo que, se georreferencia llevándolo a la posición actual de su punto principal: la población de Chinchón, adelantándonos a su corrección por traslación y al ajuste por partes. Constituye la capa 'ATLopez\_chinchon\_segovia\_1773\_lam19\_UAM'.

Se ha configurado el WMS para permitir la visualización de las capas hasta la escala 1:15.000.