

**GEORREFERENCIACIÓN DEL ‘MAPA DE LA PROVINCIA DE VALLADOLID’ (1779) 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 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.

Incluye dos recuadros con coordenadas que recogen el partido Puebla de Sanabria y la parte septentrional del partido de Rueda. Se han extraído estos recuadros del espacio que ocupan en la lámina y, ampliando el ámbito del fichero, se han trasladado a su posición real en el mapa tomando como referencia los marcos graduados.

**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 16º39’14.025” oeste de Greenwich (-16,6538958333333330 grados decimales)
Proyección:	sinusoidal
Meridiano central:	12º30’ al este del Pico de Tenerife (-4,1538958333333333 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=-4.153895833333333 +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 15’ 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 de Madrid. Para el trazado de los meridianos del mapa es necesario establecer la diferencia entre estos dos meridianos. El meridiano de Madrid utilizado aquí no puede ser el del Observatorio de la capital que no se construyó hasta 1790 en el cerro del Retiro, por tanto ha de pasar por el centro de la

<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 meridiano de Cádiz, es decir, a 16º39’14,025” oeste de Greenwich.

ciudad, probablemente por la plaza mayor. Si consultamos la obra teórica del propio Tomás López<sup>2</sup> leemos que sitúa el meridiano de Madrid a 13º 6' este del de Tenerife. Sin embargo, midiendo la posición de la ciudad de Madrid sobre los mapas de este *Atlas Geográfico*, encontramos que su punto central está situado a 12º47'30" este del Pico de Tenerife, es decir, casi a 19 minutos de la posición anotada en su texto teórico. Por tanto, utilizaremos la posición de Madrid empleada por López en sus propios mapas para establecer que, en sus marcos graduados, la diferencia de meridianos Madrid/Tenerife es de 12º47'30".

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

El mapa se ha georreferenciado en el sistema descrito más arriba utilizando los cruces de la malla de meridianos y paralelos de 15', se han introducido 10 puntos homólogos bien distribuidos por todo el mapa con los que se ha obtenido un error medio cuadrático total de 80,82 m, utilizando un ajuste polinómico de orden 2. Estos datos están próximos a la precisión de 65 m, que se puede esperar para un mapa a esta escala (aproximadamente 1:260.000). 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 14 cruces de la malla de 15' 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.

Desconocemos cuáles fueron los puntos que Tomás López utilizó como marco de referencia en este mapa, pero podemos suponer que manejaría datos de posición – observados o estimados – para las poblaciones más importantes: capitales de provincia, cabezas de Partido, grandes villas o sedes de los principales monasterios. Una vez que se ha situado el mapa de Valladolid 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 Valladolid	1'3,7" hacia el E	1º47,3" hacia el S
Medina del Campo	0'18,3" hacia el O	6'40,4" hacia el S
Olmedo	1'52,5" hacia el E	5'29,5" hacia el S

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

Tordesillas	1'58,4" hacia el O	4'48,5" hacia el S
Peñafiel	11'54,7" hacia el E	1'59,8" hacia el S
Medina de Rioseco	1'6,9" hacia el O	1'35,6" hacia el N
Portillo	0'33,7" hacia el E	4'7,6" hacia el S
Torrelobatón	1'48,5" hacia el O	3'21,9" hacia el S
Simancas	0'14,1" hacia el O	1'39,6" hacia el S
Mayorga	3'34" hacia el O	0'4,8" hacia el S
Palenzuela	8'36,7" hacia el E	4'14,5" hacia el N
Rueda del Almirante	2'12,3" hacia el E	4'56" hacia el N
Mansilla de las Mulas	2'3,7" hacia el E	3'52,9" hacia el N
Benavente	4'48,4" hacia el O	1'31,5" hacia el N
Puebla de Sanabria	11'8,4" hacia el O	3'6,7" hacia el N

En el caso de la provincia de Valladolid, al estar constituida por territorios inconexos y alejados entre sí, el desplazamiento de los elementos del mapa no sigue un patrón general. Los extremos oriental y occidental están bastante desplazados en direcciones opuestas, pero el resto de poblaciones mantienen errores de posicionamiento muy moderados sin un componente común a todos ellos. Al manejar datos procedentes de trabajos de ingenieros militares, algunos de ellos verdaderos levantamientos "con plancheta", tal como se indica en la nota del mapa, los errores de posicionamiento en esta provincia están entre los menores de Tomas López. Los desplazamientos en latitud y longitud de la ciudad de Valladolid se hallan cerca del promedio.

**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**. Con toda seguridad, las observaciones realizadas para localizar la posición de la ciudad de Valladolid fueron 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 Valladolid en el mapa de López a su correspondiente en la cartografía actual: **1'3,71" hacia el este y 1147,31" 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\_Valladolid\_1779\_lam41-44\_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 **Benavente, Carpio, León, Mansilla de las Mulas, Mayorga, Medina del Campo, Medina de Rioseco, La Mezquita, Olmedo, Palenzuela, Peñafiel, Portillo, Puebla de Sanabria, Rueda del Almirante, Simancas, Tordesillas, Torrelobatón, Viana del Bollo y Villada**. También hay que introducir vértices de ajuste que fijen la posición, ya modificada en la corrección anterior, del punto principal del mapa (Valladolid 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'.

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