

**GEORREFERENCIACIÓN DEL ‘MAPA DE LA PROVINCIA DE TOLEDO’ (1768) 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 completo está incluido en una sola lámina.

**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 (-16,653895833333330 grados decimales)
Proyección:	sinusoidal
Meridiano central:	13º15’ al este del Pico de Tenerife (-3,4038958333333333 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=-3.40389583333333 +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.

**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 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 62,7629 m, utilizando un ajuste polinómico de orden 2. Estos datos están dentro de la precisión inferior a 140 m, que se puede esperar para un mapa a esta escala (aproximadamente 1:560.000). 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 15 cruces de la malla de 30’ visibles en el mapa.

<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.

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 no indica en la cartela que construyera este mapa de Toledo sobre observaciones astronómicas, pero contaría con los datos de Madrid y, al menos, pudo estimar coordenadas “sobre los Mejores Mapas impresos y manuscritos”. Desconocemos cuáles fueron los puntos que Tomás López utilizó como marco de referencia, pero podemos suponer que dispondría de 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 Toledo 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 Madrid	9'28" hacia el E	1'4" hacia el S
Ciudad de Toledo	10'30" hacia el E	6'9" hacia el S
Alcalá de Henares	13'18" hacia el E	1'42" hacia el N
Talavera	7'44" hacia el E	2'23" hacia el S
Ocaña	12'45" hacia el E	5'18" hacia el S
Alcázar de San Juan	7'53" hacia el E	11'24" hacia el S
Torrelaguna	10'47" hacia el E	3'11" hacia el N
Guadalupe	9" hacia el E	2'28" hacia el N

Se aprecia un sesgo general de los desplazamientos hacia el este. En sentido latitudinal no existe una tendencia clara.

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 observaciones realizadas para localizar la posición de Madrid fueron las más tenidas en consideración para la elaboración de este mapa. Atendiendo a los datos del listado anterior, corregimos el error principal de posicionamiento de este mapa mediante la **traslación** de la posición de Madrid en el mapa de López a su correspondiente en la cartografía actual: **9'28" hacia el este y 1'4" 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\_avila\_1769\_lam23\_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 la **ciudad de Toledo, Alcalá de Henares, Talavera, Ocaña, Alcázar de San Juan, Torrelaguna, Guadalupe, Escalona, Consuegra, Almonacid y Guadalajara**. También hay que introducir vértices de ajuste que fijen la posición, ya modificada en la corrección anterior, del punto principal del mapa (Madrid 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.