LOS PROYECTOS CARTOGRÁFICOS: EL MAPA DE ESPAÑA

Cayetano Mas Galvañ

Cuando en 1870 el general Carlos Ibáñez e Ibáñez de Ibero se hizo cargo de la dirección del recién fundado Instituto Geográfico –embrión del actual Instituto Geográfico Nacional– la primera sede de esta institución, podríamos decir que por verdadera justicia poética, no pudo ser otra que el número 8 de la madrileña calle de Jorge Juan. El propio general, figura cumbre de la geodesia española, nos recuerda poderosamente los perfiles de nuestro personaje: militar y científico, reconocido en la Europa de los sabios, curtido en difíciles empresas –como la que le llevó a dirigir la que consiguió, en 1879, efectuar el primer enlace geodésico entre dos continentes–... Más aún, Ibáñez y el Instituto cuya dirección se le encomendó, se aplicaron a una tarea fundamental ya reclamada por Jorge Juan: la de levantar una cartografía nacional, un verdadero Mapa de España, apoyado en metodología moderna; es decir, sobre una red geodésica. La centuria larga que media entre los proyectos de Jorge Juan y el inicio de la creación de dicha red en nuestro país evidencia no sólo las dificultades reales que la empresa entrañaba, sino –sobre todo– el abismo que medió entre la clara conciencia respecto de las exigencias de modernidad que existía en mentes como la de Jorge Juan, y el retraso científico en que España había caído.

El ingeniero y militar Carlos Ibáñez e Ibáñez de Ibero, marqués del Mulhacén (1825-1891).

1. ANTECEDENTES DE LOS PROYECTOS CARTOGRÁFICOS DE JORGE JUAN

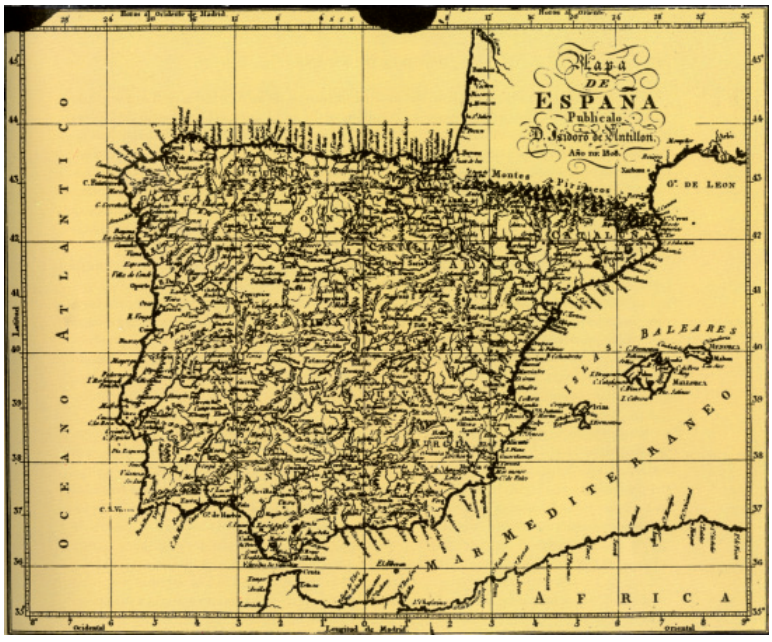
A. LOS INTENTOS ANTERIORES

Como señala R. Núñez de las Cuevas, hasta la época del general Ibáñez, todos los intentos llevados a cabo durante tres siglos para

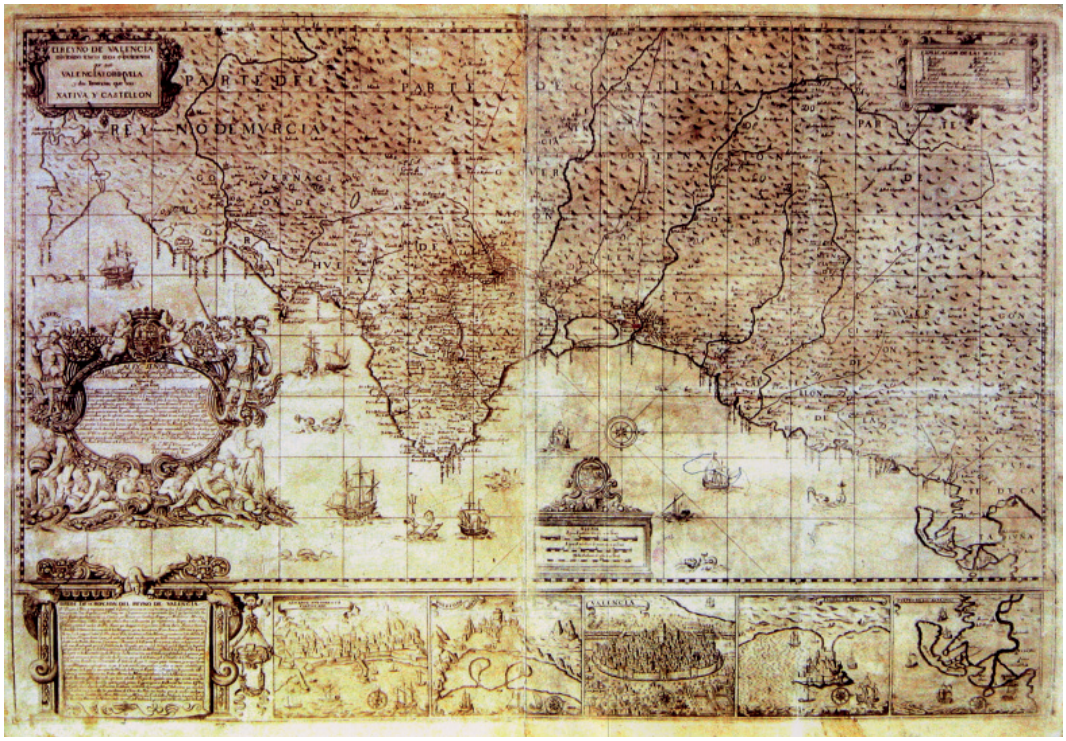
formar un gran mapa del territorio nacional, basado en una red geodésica y bajo la responsabilidad de un organismo estatal, habían fracasado, a veces por incompetencia y otras por falta de interés y medios, rivalidades o excesivo individualismo (Núñez de las Cuevas, R., p. 17). También H. Capel habla a las claras del retraso, o por mejor decir, de la inexistencia de la cartografía española al terminar el siglo XVII (Capel, H., p. 125 y ss.).

Sin embargo, habíamos sido –como en otros terrenos–, el primer país europeo en plantear decididamente la realización de un mapa científico de todo su territorio. El proyecto corresponde a la época de Felipe II. El del Prudente constituía todo un ambicioso plan de medición geodésica, levantamiento cartográfico y descripción geográfica, que encomendó a Pedro de Esquivel, catedrático de Matemáticas en la Universidad de Alcalá. Esquivel llegó a construir los instrumentos necesarios, y en 1566 inició los trabajos de campo, probablemente teniendo presentes los métodos de triangulación planteados en Europa por autores como Apiano, Regiomontano y Frisius. No se conoce con certeza el destino de este mapa ni hasta qué punto llegaron los trabajos, dada la temprana muerte de Esquivel y de sus inmediatos discípulos; y aunque se ha afirmado que a él se debe el llamado *Atlas del Escorial*, compuesto por 20 hojas que forman un mapa de la Península, de carácter reservado y que no se publicó, investigaciones recientes niegan tal autoría y lo atribuyen a Alonso de Santa Cruz. Se piensa igualmente que pudo servir de base para organizar las *Relaciones Topográficas*, realizadas entre 1575 y 1578. En todo caso, se trató del primer intento serio, patrocinado por el Estado, para llegar a disponer de un mapa oficial de España. Los papeles de Esquivel se pasaron, por orden de Felipe II, a Herrera «para que pueda continuar la carta de España» (Capel, H., p. 132), aunque el proyecto no prosiguió.

El siglo del Barroco, de forma significativa, vino a representar en el campo geográfico (al igual que en el historiográfico), la interrupción de los proyectos de ámbito estatal en favor de otros de menor alcance. Con todo, en un primer período la idea de Felipe II aún pareció tener cierta vigencia. Es la etapa presidida –hasta su muerte en 1624– por la personalidad del portugués Juan de Labaña, nombrado en 1582 profesor de Matemáticas, Cosmografía, Geografía y Topografía de la Academia Matemática de Madrid, fundada por el propio Felipe II. A los trabajos de Labaña debemos el mejor mapa español del siglo XVII, el del reino de Aragón (en realidad concluído por el jesuita Pablo de Rojas): aún a finales del siglo XVIII, Isidoro de Antillón reconocía que el mapa de Labaña no había sido superado. Posteriormente, el proyecto de la carta de España no pasó de recibir esfuerzos meritorios, pero –como se ha dicho– limitados y esporádicos (Pedro Teixeira, Gabriel de Santa Ana, Pedro Pérez Manxón...), de modo que el proyecto de Esquivel distó de completarse, y España quedó definitivamente retrasada respecto de otros países en el conocimiento cartográfico de su territorio, por mucho que algunas iniciativas tardías del propio siglo XVII intentaran suplir las exigencias cartográficas que planteaban



Mapa de España por Isidoro Antillón (1808).



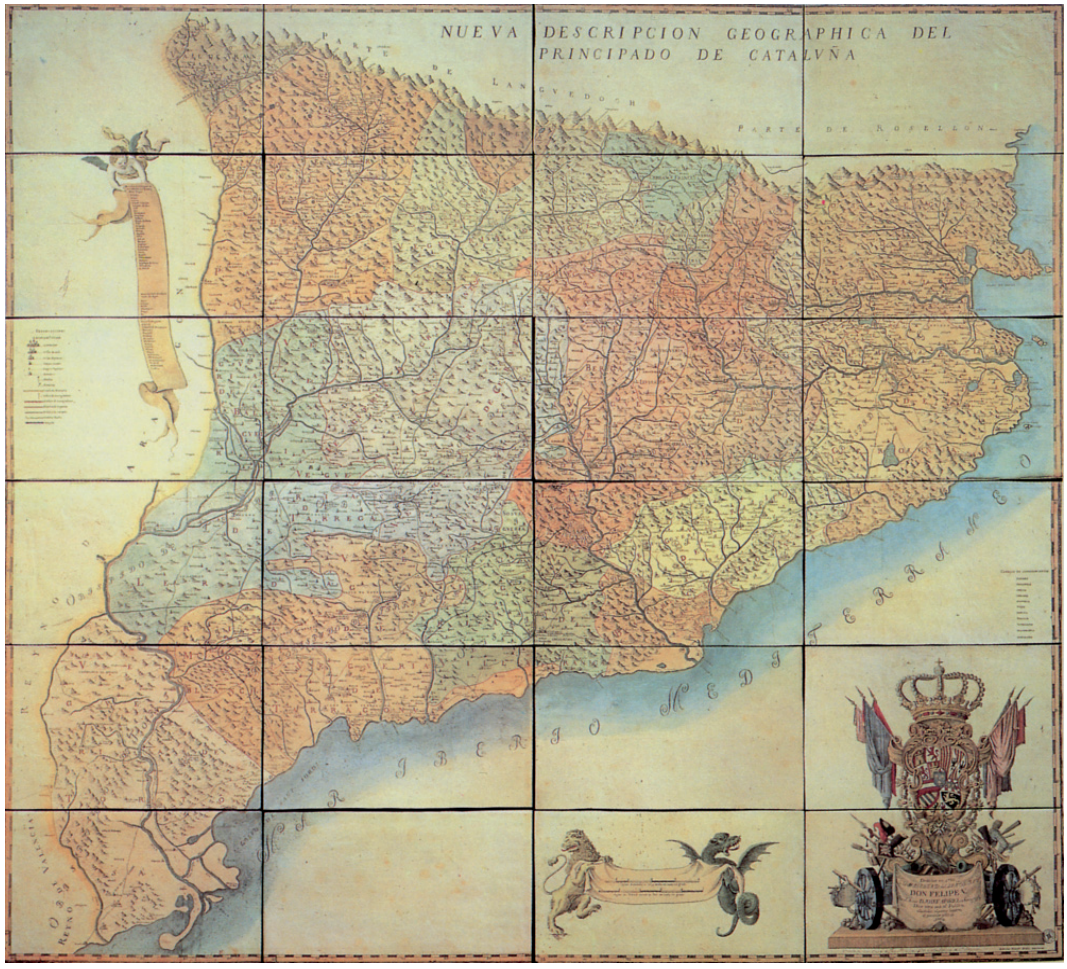
Mapa del Reino de Valencia por Francisco Antonio Cassaus (1693) (Bilioteca Nacional, Madrid).

las necesidades militares o administrativas (mapa del arzobispado de Toledo, grabado por disposición del arzobispo Portocarrero; mapa de Valencia de Antonio Cassaus, S. J, entre otros) (Capel, H., p. 133 y ss.).

Se entró de este modo en el siglo XVIII con una pobreza cartográfica extraordinariamente profunda. Nada de particular tiene que, con su llegada al trono, Felipe V pronto manifestase el deseo de disponer de un mapa topográfico de España como el que su abuelo Luis XIV estaba formando en Francia con la ayuda de la *Academie Royale des Sciences*. El rey Sol sabía que los mapas no eran sólo un instrumento militar, sino más ampliamente, de gobierno. De modo que la llegada al poder de la nueva dinastía en España y las reformas políticas y económicas emprendidas hacían ya de todo punto indispensable disponer de una cartografía nacional fiable.

Al menos, tres tipos de reformas exigían una buena base cartográfica. En primer lugar, las administrativas y territoriales, dada la implantación de nuevas divisiones y figuras político-administrativas; en segundo lugar, aún más obviamente, por las necesidades derivadas de la organización de la red de caminos y canales; y en tercer –y especialmente destacable desde nuestro punto de atención– lugar, las medidas de unificación fiscal que tuvieron como iniciativa central el denominado *Catastro de Ensenada*, puesto en marcha por el real decreto de 10 de octubre de 1749: en la medida en que el *Catastro* afectaba a los bienes raíces y sus cargas, así como a las actividades personales de los no exentos, su implantación exigía la realización de cálculos de la riqueza imponible, haciéndose también imprescindible un buen conocimiento del territorio y una adecuada base cartográfica. De hecho, la elaboración del *Catastro* se efectuaría en distintas fases, pero en todas ellas la recogida de datos de carácter geográfico o territorial tenía una importancia decisiva (Capel, H., pp.135-145).

La cartografía fiable que estos proyectos exigían, sencillamente, no existía, por mucho que nuevos mapas se habían ido añadiendo, intentando cubrir los vacíos, a los ya existentes. Algunos obispados (Cuenca, Osma, Sevilla, Córdoba, Jaén y Cartagena) levantaron sus cartas en esta primera mitad



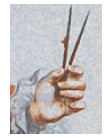
Mapa de Cataluña segunda edición (1769), de José Aparicio (Cartoteca de Cataluña, Barcelona).

del Setecientos. Lo mismo podemos decir de otros territorios, como Aragón (por Fr. Juan Seyra) o Navarra (1724). Mención aparte merece Cataluña, con el mapa que le dedicó José Aparicio (*Nueva Descripción geográfica del Principado de Cataluña*, 1720, a escala 1:210 000), hombre de confianza de Patiño y nombrado Geógrafo del rey por Felipe V; o el publicado, diez años más tarde, por el conde Darnius... pero se trataba de mapas que sólo cubrían parcialmente el territorio, a escalas diferentes y con muy distintos grados de exactitud. Se necesitaba recuperar la idea de una buena carta general de España.

Por otra parte, esta ausencia era sentida por los intelectuales próximos al nuevo ideario ilustrado, como una muestra más del retraso español. Tal fue el caso del conocido impresor valenciano Antonio Bordazar, quien llegó a dar clases particulares de geografía práctica esperando que fuera «capaz de igualar a los mejores geógrafos i vindicar a España en essa falta vergonzosa; pues no ha avido todavía quien delinee i burile un mapa de España» (cit. por Capel, H., p. 146). También la Academia de la Historia lamentaba la falta de cartografía, tan necesaria para los estudios históricos, y aunque llegó a emprender alguna iniciativa, pronto quedó abandonada.

B. EL ESTADO DE LA CARTOGRAFÍA EN LA EUROPA DEL SIGLO XVIII

Como ocurría a nivel general, esta conciencia de retraso se agudizaba especialmente al comparar nuestra situación, en cada terreno, con las consideradas como grandes naciones europeas.



Ya hemos aludido a que, en el siglo XVI (1533), Gemma Frisius describió el método de la triangulación para la determinación de coordenadas. Pero en el mismo siglo (1571) Leonard Digges dio a conocer la plancheta y se compilaron tablas precisas de efemérides astronómicas. Durante el Seiscientos, al holandés Snellius debemos la invención del método de triangulación para el levantamiento de áreas grandes, tales como regiones o países, cuya primera aplicación fue el levantamiento de Württemberg por W. Schickard (1657); el también holandés Christian Huygens construyó un reloj de péndulo que mejoró notablemente la determinación de las longitudes, y a finales de este periodo se construyó el teodolito altacimutal. Pero fue sobre todo en Francia, bajo los auspicios de la *Academie Royale des Sciences* (y por tanto como consecuencia del impulso nacionalista-estatal) donde más claros desarrollos tuvo la cartografía topográfica a partir del impulso que le dio Gian Domenico Cassini (Cassini I), que inició el levantamiento topográfico del país de una forma rigurosa, empleando los métodos creados por Snellius y empezando con la medida del arco del meridiano de París (en principio, con el tramo Paris-Amiens; proseguido después con el Paris-Collioure y Paris-Dunquerke), efectuada por Picard. Entre 1672 y 1681, el propio Picard y La Hire determinaron la posición de unos 50 lugares y realizaron un mapa (la *Carte de l'Academie,* 1682) en el que la extensión de Francia se ajustaba de 31.657 a 25.386 leguas cuadradas. Por otro lado, las triangulaciones efectuadas para medir el grado de meridiano fueron estableciendo la base de una red geodésica definitivamente impulsada por el ministro Orry cuando apoyó la realización de una «descripción geométrica» de Francia con el fin de poder dirigir mejor la organización de la red viaria francesa. La labor de la dinastía de los Cassini fue especialmente destacable en este terreno. Así, tras los trabajos geodésicos de los Cassini I y II (Gian Domenico y su hijo Jacques), César François Cassini de Thury (Cassini III) terminó los trabajos de establecimiento de la triangulación geodésica de Francia, y –por encargo de Luis XV– comenzó el levantamiento de la que habría de ser conocida como «*Carte géométrique du Royaume de France*» o «*Carte de Cassini*», que sólo concluiría –tras 30 años de trabajos y enormes dificultades–, su hijo Jean-Dominique Cassini (Cassini IV). El mapa contenía 182 hojas a escala 1:86 400 y se apoyaba sobre la referida triangulación, compuesta de 800 triángulos construidos sobre 19 bases. Precisamente, en el momento en que Cassini de Thury acabó los trabajos de triangulación iniciados por su abuelo y su padre, Jorge Juan tuvo conocimiento directo por hallarse en Francia, de regreso de América.

Al hilo de esta cuestión, no podemos dejar de mencionar –aunque no sea el momento de glosarlo por menor– los grandes avances impulsados por los geodestas galos, y en particular las expediciones de medición de arcos meridianos en dos diferentes latitudes del globo (Ecuador y Finlandia), en la primera de las cuales tuvieron tan destacado papel Jorge Juan y Antonio de Ulloa.

Retrato de Gian Domenico Cassini (1625-1712).

2. LOS PROYECTOS DE JORGE JUAN

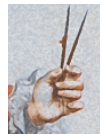
A. LAS RELACIONES CON EL MARQUÉS DE LA ENSENADA

Como describe Cristina González, Jorge Juan y Antonio de Ulloa, después de sus periplos, tuvieron ocasión de asistir a los funerales por Felipe V en julio de 1746. José Patiño, el ministro de Marina que había confiado en ellos para la empresa americana, también había fallecido. Pero no por ello se arredraron. Dispuestos a demostrar su valer, recorrieron las distintas covachuelas de la Secretaría de Estado y de Marina presentando sus trabajos de investigación (que se publicarían en su momento con los títulos *Relación histórica del Viage a la América meridional* y *Observaciones Astronómicas*). El trato que recibieron mediaba entre la indiferencia y la hostilidad. Pero finalmente dieron con su hombre: el teniente general de la Armada, José Alonso Pizarro –con quien ya mantenían buena relación–, que les introdujo en el despacho del marqués de la Ensenada. No tardó mucho en percatarse D. Zenón –que había accedido al ministerio de Hacienda, Marina, Guerra e Indias en 1743– de que Jorge Juan y Ulloa eran los hombres que necesitaba para desarrollar su política naval de armamentos. Desde entonces, sin necesidad de que entremos en más detalles, les recibió como colaboradores, y les protegió e impulsó: ascensos, publicaciones, misiones especiales en el extranjero (como la de Juan en Londres, o la que llevó a Ulloa a visitar diversas cortes europeas...). Para ambos marinos, el período que medió entre 1749 y 1754 estuvo, por tanto, marcado por una intensa actividad junto a Ensenada. Cristina González es taxativa al calificar la relación: «ambos se convirtieron en hombres de su confianza y pertenecieron a la nómina de sus principales asesores y colaboradores... sirvieron a Ensenada en labores de asesoramiento sobre múltiples proyectos que requerían de la opinión de ambos expertos en la materia: mejoramiento de las escuelas de Guardias Marinas, construcción de canales, gabinetes científicos, academias...»

Mapa de Reino de Valencia de Tomás López (1792) (Instituto Geográfico Nacional).

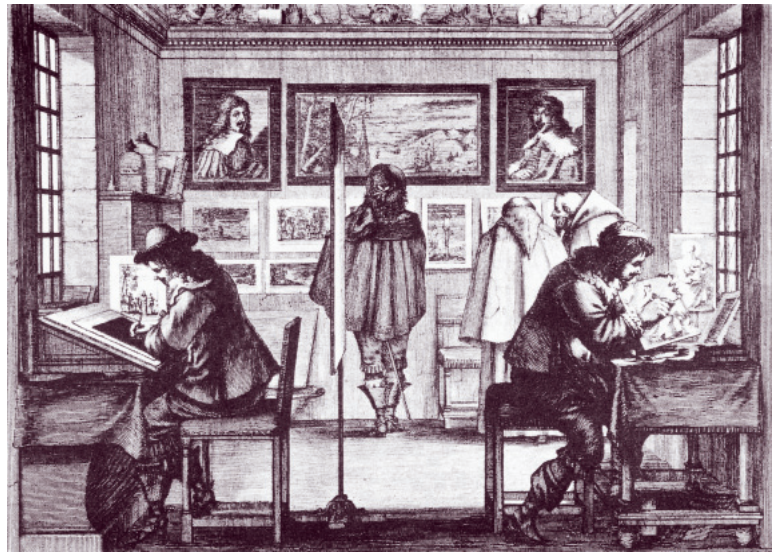
Y los proyectos cartográficos. Resulta plausible que Ensenada ya los tuviese en mente e incluso que hubiese pensado en ponerlos en práctica antes de la 'reaparición' de Juan y Ulloa: existe alguna referencia, proporcionada por Isidoro de Antillón a un mapa encargado por Ensenada a los jesuitas Martínez y De la Vega, quienes entre 1739 y 1743 habrían desplegado una serie de trabajos destinados a «construir una carta exacta y circunstanciada de España», mapa que ha estado rodeado de un halo de misterio y de cierta confusión (Ensenada se encumbra precisamente en 1743) y que después parece que fue usado ampliamente por Tomás López (Capel, H., p. 146).

Sin embargo, lo que queda fuera de toda duda es que Jorge Juan y Antonio de



Ulloa (especialmente el primero) van a ser los hombre de Ensenada en los proyectos cartográficos que, por las imperiosas necesidades, la pobreza de la cartografía nacional y la conciencia del «indecoroso» –en sus propios términos– retraso en el que nos hallábamos incursos, tanto necesitaba y reclamaba el Marqués. Según J. F. Quintanilla, en 1746 Ensenada había dirigido al nuevo monarca, Fernando VI, un escrito en el que recomendaba una serie de medidas entre las que se encontraba «la confección de cartas geográficas, bajo la dirección de don Jorge Juan y don Antonio de Ulloa, con grabadores venidos de fuera o con españoles enviados a París a aprender el arte». Según el mismo autor, Jorge Juan comenzó las observaciones astronómicas para el levantamiento del mapa de España en Madrid, en 1748 (Quintanilla, J. F., p. 16). Tuvo que interrumpirlas, sin embargo, para marchar a Londres –en su célebre misión de espionaje encargada por el ministro– a finales de ese año. Y desde Londres envió instrucciones e instrumentos para que continuase sus observaciones el P. Juan Wedlingen, S.J., desde el pequeño observatorio astronómico que tenían los jesuitas en el Colegio imperial de Madrid, en la calle de Toledo.

Vendrían luego los principales proyectos a los que de inmediato nos referiremos. Pero aún después, Ensenada continuó pensando en los mismos hombres para llevar a la práctica sus ideas en este campo. Así, puede interpretarse que la creación del Observatorio Astronómico de Cádiz en 1753, y la observación del eclipse de Sol de ese mismo año con el fin de determinar la longitud de Trujillo, iban en la dirección de acumular elementos para levantar la Carta Geográfica de España. En un memorial al rey del mismo año 1753, hablando de cartas geográficas, Ensenada insistía:



Tienda taller de grabador por Abraham Bosse.

No las hay puntuales del Reino y de sus Provincias; no hay quien las sepa grabar, ni tenemos otras que las imperfectas que vienen de Francia y Holanda. De esto proviene que ignoremos la verdadera situación de los pueblos y sus distancias, que es cosa vergonzosa.

En Francia trabajan continuamente en perfeccionar las suyas midiendo una y muchas veces los terrenos, en que han adelantado mucho, dirigiendo estas operaciones el famoso Casini el joven.

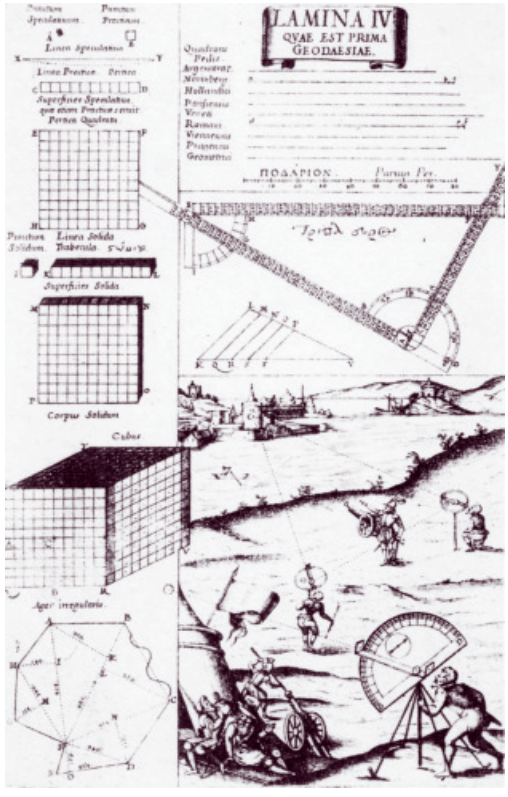
Conviene que en España se practiquen bajo las reglas que ha proyectado D. Antonio de Ulloa y D. Jorge Juan a cuyo fin se fabrican en París y Londres los instrumentos necesarios, y algunos están ya en Madrid. El beneficio que producirá esta providencia no para en el conocimiento de la situación puntual de cada lugar; pondrá a la vista la extensión de su territorio, los límites ciertos de cada provincia y la comprehensión de cada corregimiento, el curso de los ríos, los términos que pueden regar y la navegación que puede hacerse en ellos, el uso y aprovechamiento de las tierras, con los frutos que pueden producir, los caminos Reales y particulares y otras noticias importantes tendentes al buen gobierno y al adelantamiento del comercio. Se sabrá cuántos pies mide la España y cada una de sus provincias, las cosechas que puede dar, el auxilio y asistencia que puede sacar una de otra, y en qué parajes hay más proporción que en otros para establecer ciertas fábricas, que es uno de los

puntos más delicados que pueden ocurrir (cit. por Capel, H., p. 150).

Se trata de un texto que refleja perfectamente los motivos de Ensenada en su empeño por lograr disponer de una buena cartografía nacional. Publicado por vez primera por Rodríguez Villa en 1878, H. Capel destaca en él tres rasgos: la consideración del mapa como instrumento de gobierno, la cita de las triangulaciones francesas y el reconocimiento explícito del papel esencial de Jorge Juan y Antonio de Ulloa en la puesta a punto del proyecto. A continuación, analizaremos el contenido de los proyectos presentados al Marqués por estos hombres, donde apreciaremos el grado de simbiosis que llegó a darse, en estos puntos, entre político y científicos.

B. LAS *INSTRUCCIONES*

Dos fueron los proyectos cartográficos que conocemos, obra de Jorge Juan (quizá en colaboración con Antonio Ulloa) presentados a instancias de Ensenada. Uno de ellos, el más conocido, fue ya publicado nada menos que en 1809, en las *Memorias del Depósito Hidrográfico*, y se conserva en el Museo Naval. Pertenece a la sola pluma de Jorge Juan y data de junio de 1751. En realidad se trata de un informe presentado a la Secretaría de Marina que lleva por título «Método de levantar y dirigir el mapa o plano general de España, con reflexiones a las dificultades que pueden ofrecerse: por Don Jorge Juan, Capitán de Navío de la Real Armada». Como su propio título indica, en realidad se trata de dos escritos, separados por unos meses (según indica el texto, aunque sin precisar cuántos): uno era el *Método*, y el otro el apéndice con las *Reflexiones*.



Técnicas geodésicas en la *Arquitectura civil, recta y oblicua* (1678), de Juan de Caramuel.

Sin embargo, existe otro documento menos conocido. Se trata de la *Instrucción de lo que se ha de observar por las compañías de geógrafos... en la formación de los mapas generales de España...*, aunque generalmente se le conoce por el plural de su encabezamiento (*Instrucciones*). Se conserva una copia manuscrita del original en la Real Academia de la Historia. Ya citadas por Hernández Duro y H. Capel, las *Instrucciones* fueron publicadas por Reguera en el año 2000, y han sido detenidamente analizadas en una muy reciente publicación por M. Ruiz Morales y M. Ruiz Bustos.

¿Cuál es el origen inmediato de ambos escritos? Ya nos hemos referido al inicio de la colaboración de nuestros científicos con Ensenada. Ahora bien, parece que un hecho terminó de decidir a D. Zenón. Y es que –como señala R. Núñez de las Cuevas (Ruiz y Ruiz, 8)– la ordenanza de intendentes de 1749 encargaba a los ingenieros, comandantes de las distintas plazas, la formación de mapas de sus provincias. Ensenada tuvo ocasión de comprobar la escasa calidad de los levantamientos. De ahí la orden dada por el Marqués, el día 2 de octubre de 1750, para que Jorge Juan y Antonio Ulloa redactasen el método que había de seguirse para formar el Mapa de España, solicitándoles

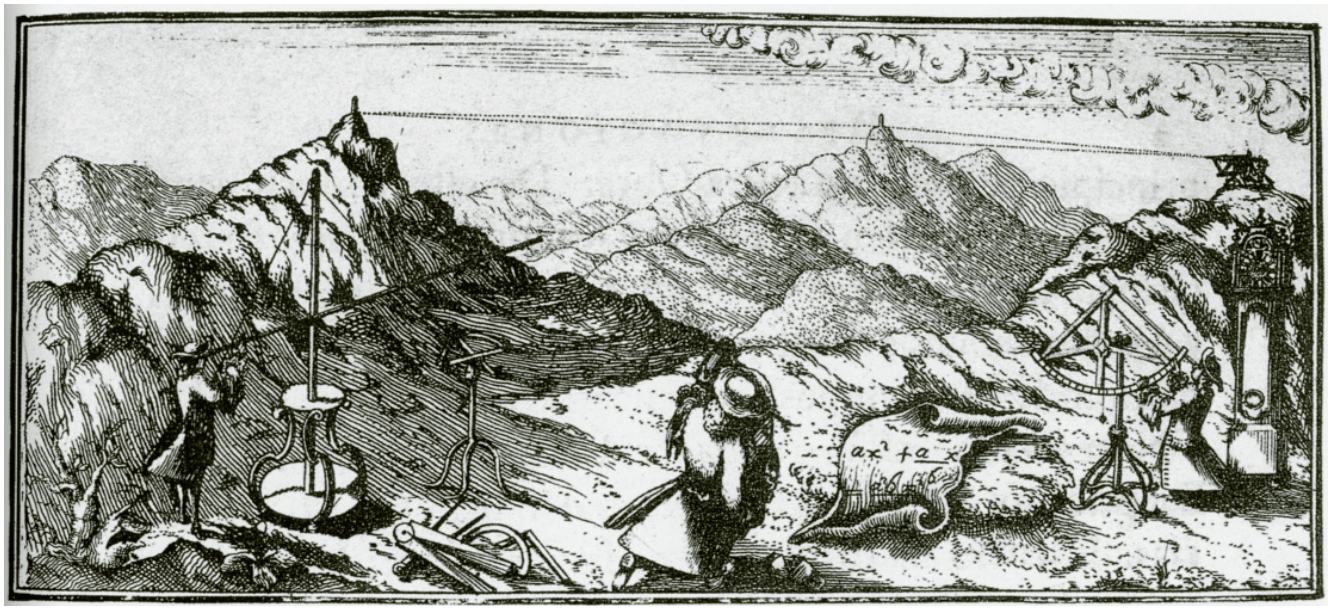
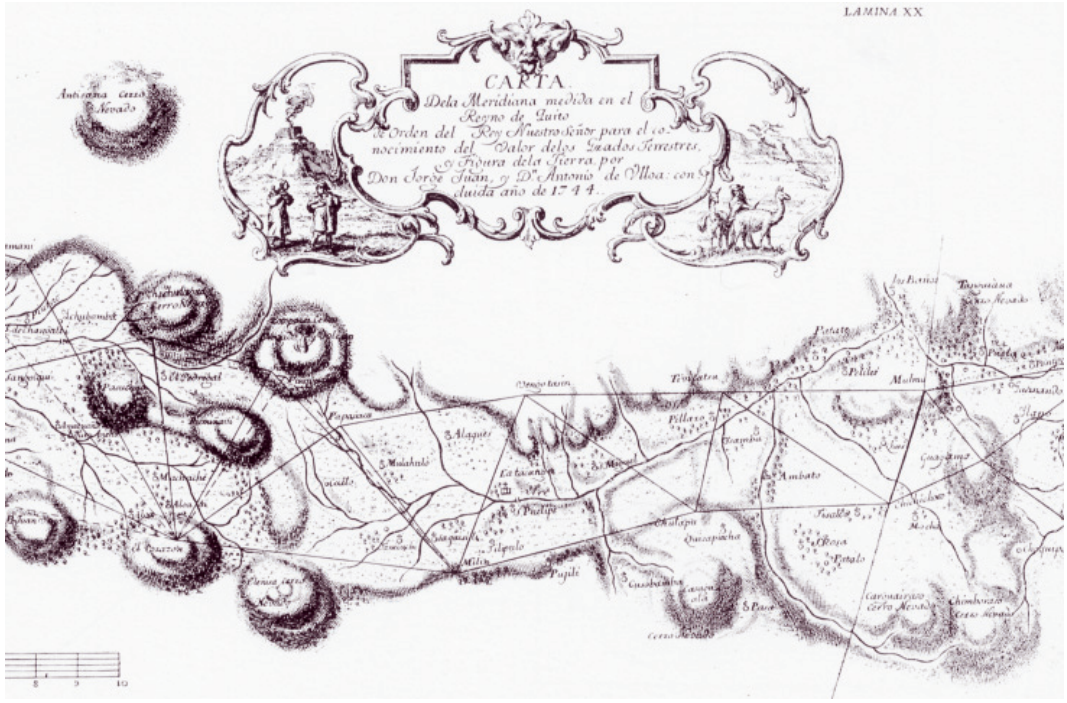


Lámina de las *Observaciones astronómicas y physicas...* (1748) de Jorge Juan.

también que indicasen los instrumentos necesarios para los trabajos de campo, de acuerdo con la experiencia –que ellos tan bien conocían– de las otras naciones.

Ambos textos (el *Método* con sus *Reflexiones*, y las *Instrucciones*) presentan importantes semejanzas, al punto que Ruiz Morales y Ruiz Bustos afirman que debieron ser borradores –o redacciones adaptadas a cada momento, matizaríamos nosotros– del mismo proyecto enviado a Ensenada en respuesta a su orden. Las *Instrucciones* no llevan fecha, aunque sin duda hemos de reputarlo como el primero de ambos textos, debiendo por tanto datarse entre octubre de 1750 y junio de 1751. Y en cuanto a la atribución, nos parece que queda un tanto imprecisa. Sin duda, si es que participó Ulloa, la mayor parte pertenecería a Jorge Juan. La mayor familiaridad del matemático con estas tareas y el hecho de que Ulloa no regresase de su viaje europeo hasta finales de 1751 son hechos que apuntan indudablemente en tal dirección. Lo cual no debe hacernos concluir que Ulloa permaneciese ajeno al proyecto general del Mapa de España. Quintanilla afirma rotundamente que «el levantamiento y producción de cartas geográficas interesaban [...] por igual a Juan y Ulloa», teniendo este último gran familiaridad con todo lo relacionado con los procesos de delineación, grabado e impresión de cartas geográficas, tal como quedó acreditado, *v. gr.*, en su participación en la edición de la *Relación del viaje a la América meridional*. Más aún, el mismo autor pone de manifiesto que cuando D. Antonio regresó a Madrid –una vez concluido su periplo europeo–, en su equipaje figuraba un moderno equipo de instrumentos de medición geodésica, junto con otros de prospección minera y de análisis químico, habiendo contratado también a distintos especialistas en estas materias. Ulloa habría sido igualmente el encargado de proponer a Fernando VI un plan completo de trabajo para los años sucesivos –que contemplaba muy destacadamente la formación de personal especializado para acometer el levantamiento del Mapa de España–, plan del que saldría el proyecto de la Academia o «Casa de la Geografía», presentado en 1752 y apoyado por Ensenada dotándolo de medios y edificio propio, que tenía como primera finalidad la formación de cartógrafos. Aunque esta empresa terminó zozobrando entre los restos del naufragio de Ensenada, según Sempere Guarinos llegó a dar algún fruto durante los años 1752-1753, pues «instruyó a varios, para



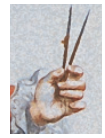
Carta de la meridiana medida en el Reino de Quito, grabado de las *Observaciones astronómicas...* de Jorge Juan.

formar el mapa geográfico de España, y con ellos hizo el de seis leguas en torno de Madrid» (Quintanilla, J. F., p. 22).

Volviendo al manuscrito de la Academia de la Historia (las *Instrucciones*), sin duda es el que con mayor extensión refleja el pensamiento de Jorge Juan, y debemos –aunque no lleva fecha–, reputarlo como el primero de ellos. Como hemos indicado, el análisis más detenido y reciente pertenece a Ruiz Morales y Ruiz Bustos. En total, el proyecto de Jorge Juan consta de 82 puntos, atendiendo a tres grandes bloques: en primer lugar la Geografía; en segundo lugar, la Hidrografía de las costas; finalmente, la Astronomía.

En cuanto a la parte geográfica, en realidad contiene el detalle completo del proyecto para el levantamiento de un verdadero mapa topográfico moderno de España. Desde el punto de vista organizativo, se planteaba un esquema jerarquizado, cuya cúspide estaría ocupada por un Director Principal (en opinión de Quintanilla, Ensenada había tomado la decisión lógica de que lo fuera el propio Jorge Juan), ayudado por una serie de directores particulares y éstos a su vez por distinto personal subalterno. Esto daría pie a la formación de distintos equipos (o «compañías»), en un total de 20, que –mandadas por los respectivos directores particulares–, irían efectuando los levantamientos geográficos, distribuyéndose por las provincias españolas. El Director Principal velaría porque no se hallasen compañías ociosas.

Todo el manuscrito revela un claro sentido práctico, obviamente fruto del conocimiento directo en este tipo de empresas. De este modo, el total de las 20 compañías comenzaría por efectuar prácticas conjuntas topografiando el Reino de Toledo. Este aspecto recuerda tanto el proceder seguido por Cassini III en sus trabajos en Francia, como resulta en cierto modo premonitorio, puesto que la que sería línea base del futuro –y aún muy lejano– Mapa Topográfico Nacional se midió precisamente en Madridejos. Amén de su director particular, cada compañía estaría formada por dos ayudantes (uno, «detallador» y el otro, dibujante), asistidos por 4 peones. El jefe del equipo se encargaría de efectuar la medida de la base y de la observación de los ángulos en los triángulos que desde ella se fuesen formando, además de revisar los cálculos y dibujos de los geógrafos ayudantes.



Una vez situado, posteriormente, cada equipo en su respectiva provincia, se comenzaría por efectuar la medida de la base, que habría de tener unas 5.000 varas (1 vara= 83,6 cm), procurando la mayor exactitud y horizontalidad, y colocando la base en el centro de la zona a triangular. Los triángulos deberían tener unos desarrollos de unas 10.000 varas. Se insistía mucho en la necesidad de comprobar las medidas de las bases (no excediendo más de 0,25 de vara), y en la utilización, idoneidad y conservación de los instrumentos de medida (en concreto, perchas de madera de 8 varas de largo, que formaban tramos de 32 varas).

El método de triangulación también era cuidadosamente descrito en este manuscrito. Así, los extremos de la base serían los centros de dos figuras poligonales adyacentes, compuestas por cinco a siete triángulos que ocupasen todo el contorno del horizonte, que creasen triángulos los más regulares posible, preferiblemente equiláteros. Por tanto, la red triangular de cada provincia se configuraría como una serie de cadenas adyacentes a lo largo de los meridianos, partiendo siempre de los triángulos conformados en torno a la base central.

El instrumental básico a utilizar serían los cuadrantes, utilizados en este caso horizontalmente. No obstante, cada director particular dispondría también de un anteojo, mientras que los detalladores y dibujantes serían provistos de una aguja graduada con alidada y pie. Medida la base, formarían entre el director y sus ayudantes un mapa «por mayor» de un espacio de terreno de 8 a 10 leguas de lado, determinando los lugares donde convenía poner los vértices (que serían de madera, formando trípode, de 4 varas de alto). Una vez colocados, el segundo ayudante (o dibujante) continuará con el mapa «por mayor» de otras 8 o 10 leguas, a continuación de las primeras, mientras que el director particular y el detallador irían haciendo las observaciones de los ángulos, evitándose así los retrasos innecesarios o las pausas en el trabajo. Por lo demás, el cálculo de los triángulos se haría por todos, de modo que los verificasen mutuamente. Los mapas se dibujarían primero a escala grande y después se sacarían a otra más pequeña. Cada mapa se haría del tamaño de una vara cuadrada, «que según la escala de tres dedos por legua, vendría a comprender 16 leguas de País por cada lado que serán 256 leguas cuadradas». Se trataría, en definitiva, de una escala 1:80 000, es decir «tres dedos de la vara de Castilla por cada legua de a 5.000 varas», por probable influencia de la casi idéntica empleada por Cassini en su carta de Francia.

Asentado el método y las técnicas de triangulación a aplicar, los puntos siguientes tratan de la información que debía contener el mapa y de cómo había de codificarse. En primer término, la altimetría se representaría mediante perfiles abatidos, lo que pone de manifiesto las dificultades de la época para cuantificar adecuadamente el relieve terrestre. La verdad es que las dificultades en representar este dato habían llevado a G. Delisle, geógrafo de Luis XV desde 1718, a afirmar –en una irónica confesión de impotencia ante la irresolución del problema– que para que un mapa pareciese agradable no debía incluir montaña alguna. Y en efecto, el sistema de curvas de nivel no se

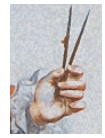
Mapa de Europa según las observaciones de l'Academie Royale des Sciences, por G. Delisle (1708).

Escena de medición topográfica, grabado siglo XVIII.

impuso hasta un siglo después; y en España hasta 1875, con la primera hoja del Mapa Topográfico Nacional. En cuanto a la planimetría urbana, se detallaba ampliamente en el punto 41: se comenzaría por las poblaciones más importantes, en perspectiva caballera, y se continuaría por las de menor entidad (lugares, aldeas, abadías, monasterios, caseríos, ermitas, castillos, torreones, ventas y fuentes). También se representarían caminos y ríos, así como los límites administrativos (locales; y de corregimientos, provincias y reinos), con sus correspondientes signos. Igualmente se incluirían los cultivos (bosques, plantíos, sembrados, prados, lagunas), así como se explicaba el empleo de los caracteres aplicables a los topónimos. Claro que en algunos casos, los geógrafos tendrían que efectuar verdaderas investigaciones. Por ejemplo, en cuidar la anotación correcta de los topónimos (incluyendo los no castellanos), lo que aún hoy –dicho sea de paso–, en pleno siglo XXI, sigue pareciendo un imposible cuando uno se enfrenta a la lectura y comprobación de una carta; y especialmente en la determinación de las jurisdicciones, para lo que se dan instrucciones precisas (basadas en citar a las justicias, para que compareciese un alcalde, un regidor y el escribano del ayuntamiento). De acuerdo con las anteriores costumbres y práctica de las relaciones topográficas, directores y ayudantes deberían llevar un diario en el que recogerían las noticias correspondientes a la historia natural de cada país: en este terreno se insiste mucho en no fiarse de los informes comunes de las gentes, evitando caer en la «vulgaridad» y examinando las cosas por sí mismos. Con un planteamiento ambicioso, también se contemplaba la recogida de información estadística:

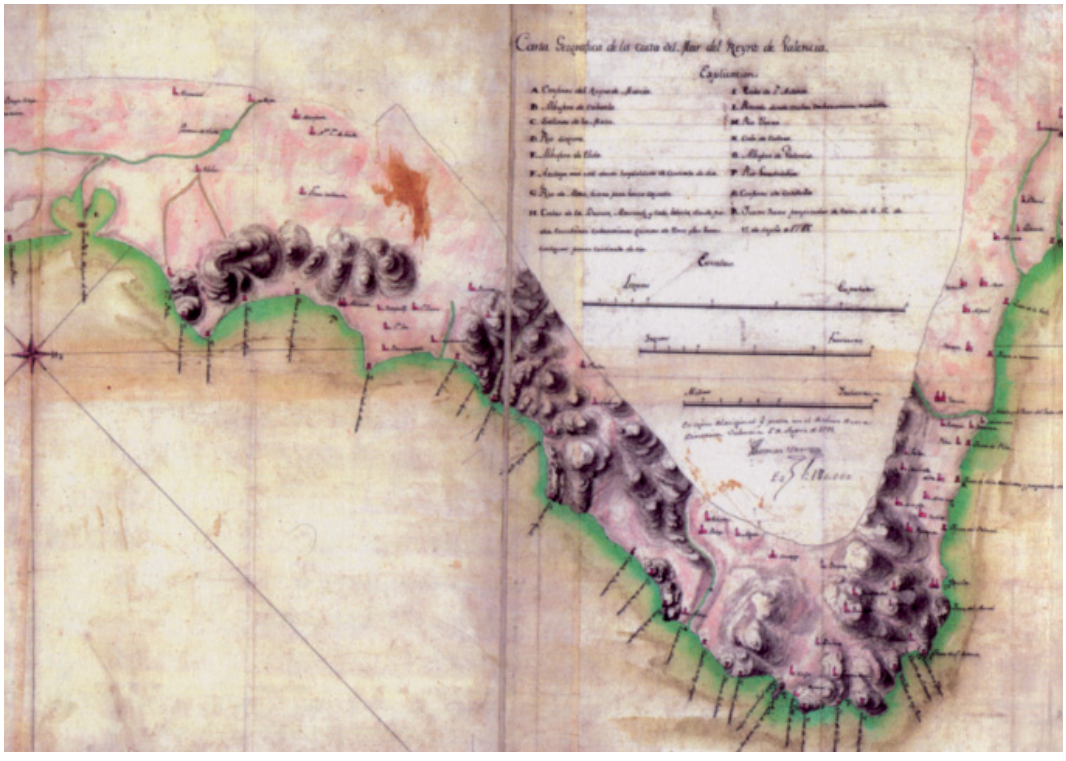
> *Tomarán todas las noticias correspondientes a las situaciones, capacidad, formalidad, vecindario. Comodidades de éstos, sus ejercicios y ocupaciones, así en los nobles como en los Plebeyos, si son Realengos, o de señoríos, Parroquias, casas de comunidades así de hombres como de mujeres, número de personas en cada una, con todas las demás circunstancias precisas para hacer una perfecta Descripción de ellos.*

Por no faltar, también se menciona que debe incluirse la información arqueológica.



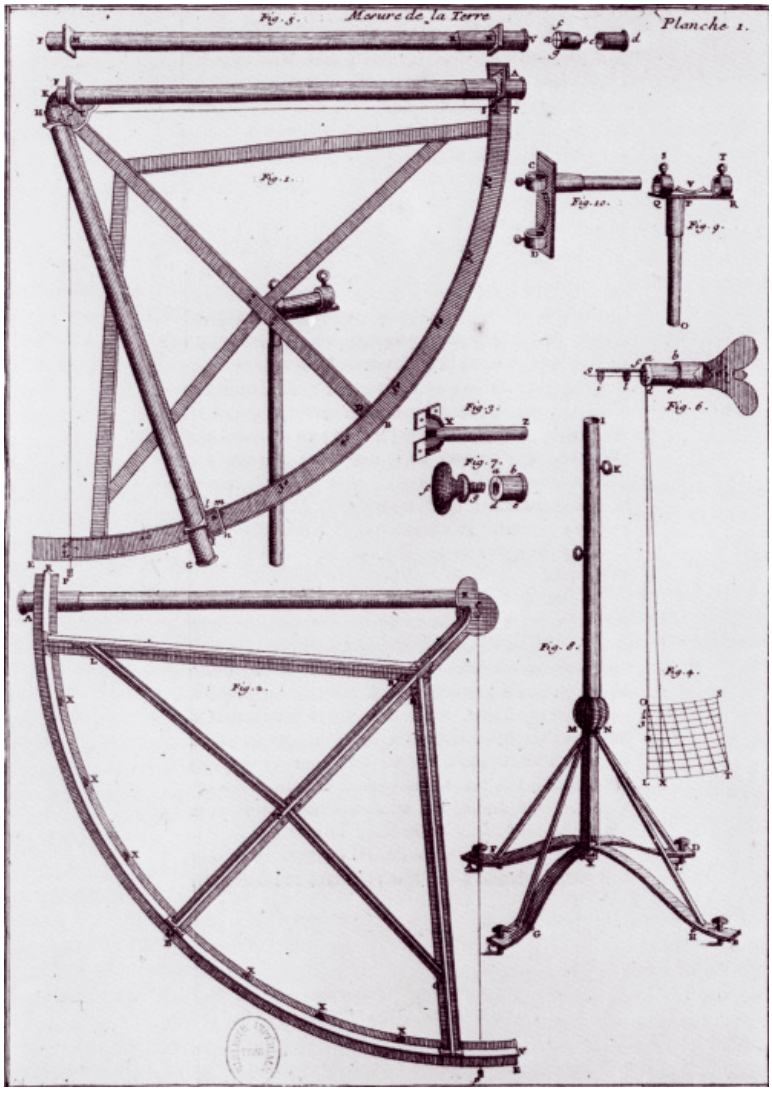
Desde el punto 49 al 59, el manuscrito de la Academia pasa a ocuparse de la Hidrografía, el segundo gran bloque de las *Instrucciones*. También aquí se formarían compañías, mandadas por un director particular (que se presupone marino militar), un hidrógrafo ayudante (oficial o al menos guardiamarina), un desarrollador (al menos piloto o segundo piloto), y cuatro peones marineros. Estas compañías tendrían por misión formar los mapas de las costas hasta media o una legua tierra adentro (lo que fuera preciso para formar los triángulos), sin omitir «ensenada por pequeña que sea» y situando todos los escollos, arrecifes, bancos..., hasta 4 ó 5 leguas de distancia de la costa. La escala era mucho más detallada que la de la carta terrestre (1:2 400), y también se atendería al relieve submarino, determinando con la sonda las profundidades inferiores a 80 brazas. Se informaría también de los vientos, mareas, puertos y corrientes, así como de las posibles perturbaciones magnéticas que pudiesen incidir sobre las agujas. Finalmente, el trabajo se adornaría con informes sobre las disponibilidades comerciales relacionadas con la pesca y los animales anfibios (volátiles y terrestres). En cuanto a los instrumentos, serían los mismos que para los geógrafos, y se proveería que cada compañía tuviese una barca para efectuar los sondeos y demarcaciones.

La última parte del manuscrito, dedicada a la Astronomía, comienza desde el punto 59, donde detalladamente se define su principal función geodésica. Jorge Juan, en realidad, denomina a quienes deben trabajar en estos cometidos 'astrónomos cosmógrafos', y su primera obligación era la absolutamente básica y complementaria de las anteriores, de determinar la situación de las poblaciones en la esfera por sus longitudes y latitudes. Tarea que desempeñarían con todo cuidado, porque su labor era, entre otras cosas, la de corregir los pequeños e inevitables errores que se produjeran por parte de geógrafos e hidrógrafos. A tal efecto, se constituirían cuatro compañías de cosmógrafos, dirigida cada una de ellas por un «primer astrónomo», con su correspondiente ayudante y un peón que les acompañase y que cuidase de los instrumentos. El país se dividiría en



Detalle de la *Carta geográfica de la costa del mar del Reyno de Valencia*, por Tomás Sanz (1766) (Centro Geográfico del Ejército).

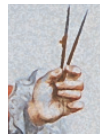
tantas regiones como compañías. Igualmente se detallan las observaciones necesarias para el cálculo de la latitud (aunque sin indicar el método) para lo cual cada primer astrónomo emplearía un cuadrante astronómico de 2 pies de radio con todo su aparejo. La coordenada se determinaría sólo en las ciudades y villas grandes, y con la mayor exactitud: tres observaciones que concordasen con una diferencia menor de 4,5 a 6 segundos de arco (en la práctica, el margen de error del instrumento). En cuanto a la siempre más problemática longitud geográfica, se emplearía una variante del método del fuego, ideado en 1738 por La Caille: en las dos estaciones, cuya diferencia de longitud se pretendía conocer, se anotaba la hora local marcada por el reloj cuando aparecía el resplandor producido por la deflagración de una pequeña cantidad de pólvora, en un lugar destacado y visible, situado entre ambas estaciones. En este sentido, hemos de decir que el procedimiento que Jorge Juan describe no es demasiado riguroso, pero eso sí, se basa en la repetición de observaciones (de 20 a 24 en una noche), y hay que tener en cuenta que sólo se trataba –en principio– de conocer la diferencia de longitud geográfica entre dos poblaciones (no por tanto, de establecerla respecto de un único meridiano de referencia; lo cual, por lo demás, no deja de constituir una insuficiencia). El hecho es que la amplitud longitudinal de España no era todavía bien conocida, razón por la cual cada compañía de astrónomos tomaría un paralelo distinto como base, y empezando por la parte más oriental iría observando longitudes sobre su respectivo paralelo hasta llegar a la parte más occidental. También se encargarían los cosmógrafos de otras labores complementarias, tales como el cálculo del azimut astronómico de algunos de los lados de los triángulos establecidos por los geógrafos, o la comprobación de la orientación de la red, observaciones astronómicas (se les entregaban dos péndulos astronómicos, telescopios grandes, aguja portátil, anteojo y un termómetro), y anotación de cuanto pudiese conducir al conocimiento del clima (v.gr., si el frío o el calor, y la humedad o la sequedad, influían en lograr o no una mayor longevidad en las personas). Informarían igualmente sobre el estado de las universidades y colegios, hospitales, bibliotecas y otras instituciones útiles.



Cuarto de círculo utilizado por J. Cassini en la triangulación de la meridiana de París (lámina de su obra *De la grandeur et de la figure de la Terre*, 1720).

El proyecto era realmente ambicioso, razón por la cual en el punto 74 se establecía que cada quince días escribiesen los directores particulares al Director Principal (en Madrid), informando sobre el estado de la obra y dificultades. Todo el material (operaciones de campo e inventarios múltiples) se remitiría también al Director Principal.

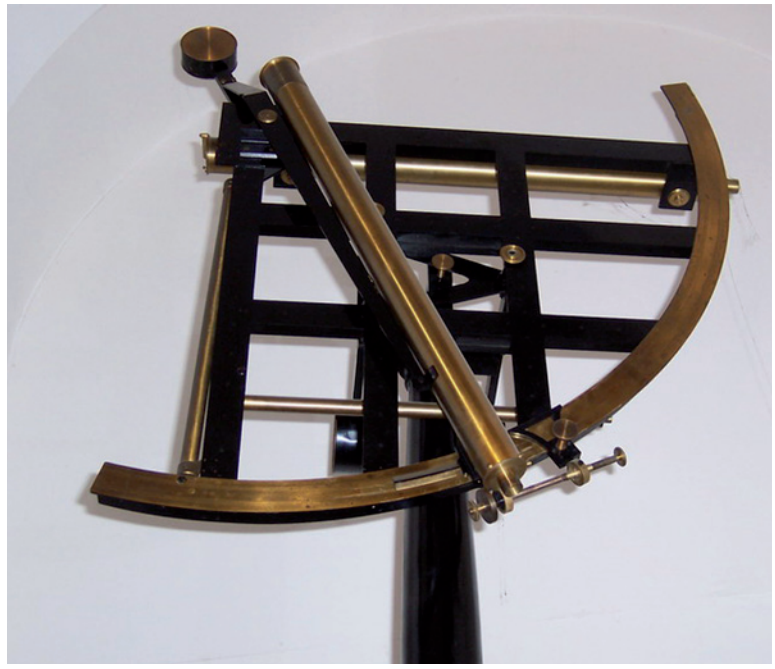
Los siete puntos finales están dedicados a cuestiones de intendencia. La justificación



de los gastos de los peones (jornales y gastos de señales) se haría quincenalmente, tras lo cual el Director Principal ordenaría librar los importes. En cuanto al alojamiento, se proporcionaba a todas las compañías una tienda de campaña y dos cañoneras si estuvieran tan lejos de poblado que volver a él para pernoctar perjudicara la marcha de los trabajos. Las pernoctas en poblado correrían a cargo del personal de la compañía, aunque se dictarían circulares para que se les facilitasen los alojamientos más cómodos, así como dos piezas en las casas consistoriales donde poner las mesas y tener luz para trabajar en el dibujo de los mapas. Los gastos del transporte de los instrumentos se costearían, como la tienda de campaña, de la Real Hacienda.

No podían dejar de contemplarse las cuestiones de urbanidad: «Todos los empleados han de procurar señalarse en tener una buena conducta, con aquellas personas con quien se traten, y evitarán, aunque tengan razón para ello, el entrar en discusiones con las Justicias y otros ministros del Rey». No hemos de hacer un gran esfuerzo de imaginación para decir que la mente del autor o autores estaría puesta en los serios incidentes de este tipo que habían experimentado en América. Se contemplaba igualmente la posibilidad de que a los miembros de las compañías se les denegase la ayuda solicitada en las circulares, de lo que se daría aviso al Director Principal para que «se haga el ejemplo que parezca justo a los inobedientes, o se tomen nuevas providencias para en adelante».

Finalmente, se fijaban los sueldos y gastos, incluyendo el alquiler de las bestias. Los sueldos se pagarían mensualmente desde Madrid, de forma que en cada compañía debía haber un habilitado encargado de elaborar las nóminas y mandarlas al Director Principal, para que éste las conformara y ordenara el libramiento. Tanto los jornales como los bagajes (animales) se pagarían diariamente, con cargo al depósito que cada mes se le entregaba al director particular de cada compañía, previa justificación.

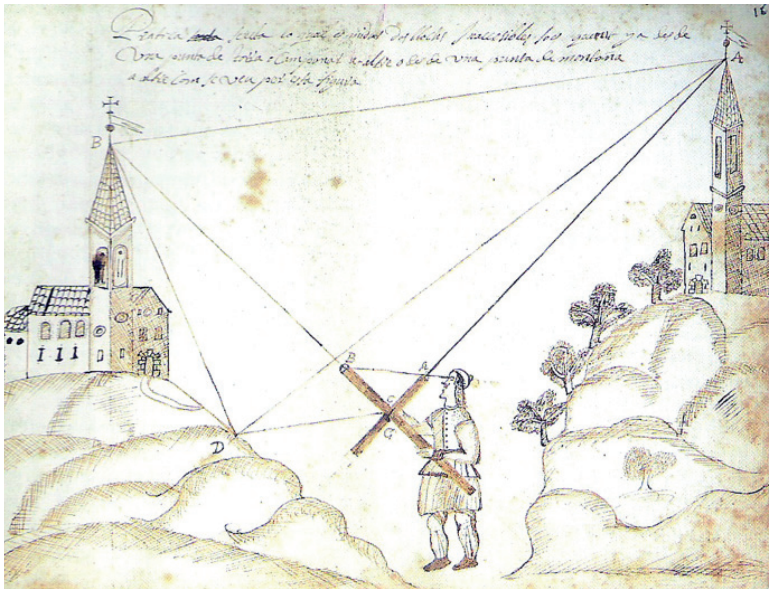


Cuarto de círculo astronómico del siglo XVIII.

Sin embargo, no se incluye un cálculo de cuántos pudieran ser estos gastos para elaborar el mapa, lo que evidencia su carácter de borrador o anteproyecto. Un proyecto, en definitiva muy ambicioso, moderno y multidisciplinar, que pone en evidencia unos conocimientos geodésicos que principalmente hemos de atribuir a la pluma de Jorge Juan, aunque sin descartar la colaboración de Ulloa. En honor a la verdad, el proyecto también contenía notables fallos, y en particular nos llama la atención –precisamente en estos C*aballeros del Punto Fijo*– el no tener en cuenta la curvatura terrestre, ni el sistema cartográfico que se emplearía al dibujar el mapa y sus láminas. Limitaciones que no le harían homologable a los criterios plenamente modernos. Además, el proyecto adolecía de una cierta inconsistencia: más que un Mapa de España, se hubiera tratado de un conjunto inconexo de mapas de sus reinos, puesto que no se aseguraba el solape riguroso de los mismos.

C. LA *MEMORIA*...

Como se ha dicho, el proyecto conservado en el Museo Naval resulta bastante más co-



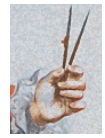
Escena de medición del *Cuaderno explicativo de la cruz geométrica* por P. A. Mas (1700).

nocido, es posterior a las *Instrucciones*, y en realidad consta a su vez de dos escritos de distinta fecha (la *Memoria* y las *Reflexiones*), siendo el segundo una enmienda radical del primero, debido sobre todo a dificultades presupuestarias. La atribución es incuestionable, pues esta vez firma en solitario Jorge Juan, como capitán de navío de la Armada, y aunque sin fecha precisa, debe tratarse de 1751.

Frente a las referidas inconsistencias de las *Instrucciones*, en este nuevo proyecto se adopta la necesaria perspectiva global, aunque manteniendo gran parte de las consideraciones técnicas de las *Instrucciones* y, eso sí, fijando ahora el tiempo de ejecución previsto.

Los detalles a representar serían idénticos a los de las *Instrucciones*: ciudades, lugares, caseríos,... El fundamento geodésico era, de nuevo, la medida de una base en el centro del reino, aunque en este caso bastante mayor, de 2 ó 3 leguas. Se mediría también con percha, y Jorge Juan detallaba de nuevo sus exigentes recomendaciones de precisión. La configuración de la red triangular a partir de esa base, en cambio, ofrece una incomprensible novedad con respecto a las *Instrucciones*, pues alejándose de las firmes directrices francesas, defensoras a ultranza de que las cadenas de triángulos discurriesen sensiblemente a lo largo de los meridianos y paralelos, se plantea que se levanten desde la base 8 series de triángulos que discurrieran por los 8 rumbos principales de la aguja hasta los extremos del reino, prefigurando así una red radial. La forma era también la de triángulos equiláteros, de dimensiones bastante mayores en sus lados (6 a 10 leguas). Los goniómetros empleados serían igualmente del tipo de cuartos de círculo, aunque de mayor exactitud, dada la escala (se recomendaba un radio de 18 a 20 pulgadas en lugar de las 9 anteriores). Sin embargo, era mayor el rigor de las *Instrucciones* en cuanto a la triangulación, puesto que en este proyecto último no se mencionan ni los cierres de las posibles vueltas de horizonte, ni los márgenes de error tolerables para cada uno de los triángulos de la red. Antes de tratar de las compañías necesarias para observar la triangulación y captar la información propia del relleno, queda un tanto en entredicho la propia idea del Mapa de España, al mencionar que la distribución del trabajo se debería hacer para cada reino «de por sí o parte de alguno de sus tamaños, haciendo atención a que se acabe todo a un mismo tiempo si es posible», volviendo así a los planteamientos del primer proyecto. Estimada la superficie de todos los reinos de España (con bastante aproximación, por cierto) en torno a las 15930 leguas cuadradas y fijado el plazo de ejecución en 4 años, Jorge Juan llega a la conclusión de que serían necesarias 32 compañías (a razón de 500 leguas cuadradas cada una), con 128 operadores; es decir, 4 hombres por compañía, aunque de inmediato indica que se podría reducir a la mitad de hombres y hacerlo en 10 años. Existía aquí, al proponer alargarlo, el reconocimiento de la imposibilidad de contar con los instrumentos necesarios, pues «ni en París ni en Londres pueden hacer ni aun la mitad de los cuartos de círculo que arriba se han hallado necesarios en dos años».

En todo caso, la composición de las compañías sufre una pequeña alteración respecto de las *Instrucciones*, pues a las órdenes



del director particular trabajarían tres subalternos (dos instrumentistas y un delineador, este último para formar el mapa). También los directores particulares dependerían de un director llamado aquí general y residente en Madrid. En el equipo de la compañía figuraban también dos auxiliares «aunque no tan inteligentes, y podrán tomarse de los Agrimensores», con funciones análogas a las de los peones de las *Instrucciones*, prácticamente destinados a la elección de posibles vértices para la triangulación. El *modus operandi* era también similar al de las *Instrucciones*, así como el material de intendencia, aunque como novedad se añaden 8 banderas (6 blancas y 2 blancas y rojas «por cuadrados»). Otro tanto ocurre con la descripción de las tareas administrativas.

En este proyecto se concede muy poca importancia a las observaciones astronómicas, reducidas a unas pocas determinaciones de latitud y longitud, partiendo de la de la Corte y tomándolas en algunos puntos, sólo si había ocasión. No obstante, en su favor hay que decir que quizá pensase aplicar una variante del ahora llamado 'problema geodésico directo', cuando afirmaba «por lo cual, y la distancia examinada en toesas de los demás lugares, se vendrá en conocimiento exacto de la de estos».

La falta de rigor en los planteamientos cartográficos es ahora aún más notoria que en las *Instrucciones*, pues no dedica una sola línea a la representación del relieve, aunque pormenorice la información del futuro mapa en parecidos términos y limite sustancialmente el contenido estadístico de las correspondientes relaciones, rematando sus comentarios con una de las atribuciones del responsable máximo del proyecto: «quedando después al arbitrio del Director general el dar parte al Rey de aquello que mereciere su atención». También correspondería a dicho Director «acordar y unir los mapas que le remitieren, que siempre habrá de ser debajo de la escala de dos pulgadas francesas por legua; quedando a su cuidado el reducirlas después de unidos al punto que hallare más adecuado», para lo que contaría con dos delineadores como ayudantes. En el debe, en este caso, hemos de colocar también lo inadecuado de la escala prevista (aproximadamente 1:100 000), sensiblemente menor que la del primer proyecto, así como la ausencia de comentarios a propósito del número y tamaño de las hojas necesarias para cubrir todo el territorio.

Las *Reflexiones*, como segunda parte de este otro proyecto, efectúan una profunda enmienda a la primera parte (la *Memoria*). Vázquez Maure apuntó como causa de estos cambios el hecho de que Jorge Juan supiera o al menos sospechara de la existencia de una conspiración contra su valedor Ensenada, al que un tanto (o un mucho) ditirámbicamente califica como «impulsor del renacimiento español». Pero lo que constituye un hecho es la radical simplificación introducida por el marino en sus planteamientos iniciales, que Ruiz Morales y Ruiz Bustos califican de «verdaderamente patética»:

> *Es pues el que me propongo el de levantar el mapa con solo planchetas o semicírculos de pínulas o anteojos, sin otro instrumento; y con ello se evita la necesidad mayor, que era la de 32 cuartos de círculo, y también la de tanta gente: pues si allí necesitábamos 16 compañías de cuatro hombres inteligentes para acabar el todo en 10 años; aquí con 32 hombres de mediana*

Teodolito simple del siglo XVII (Museo Naval, Madrid).

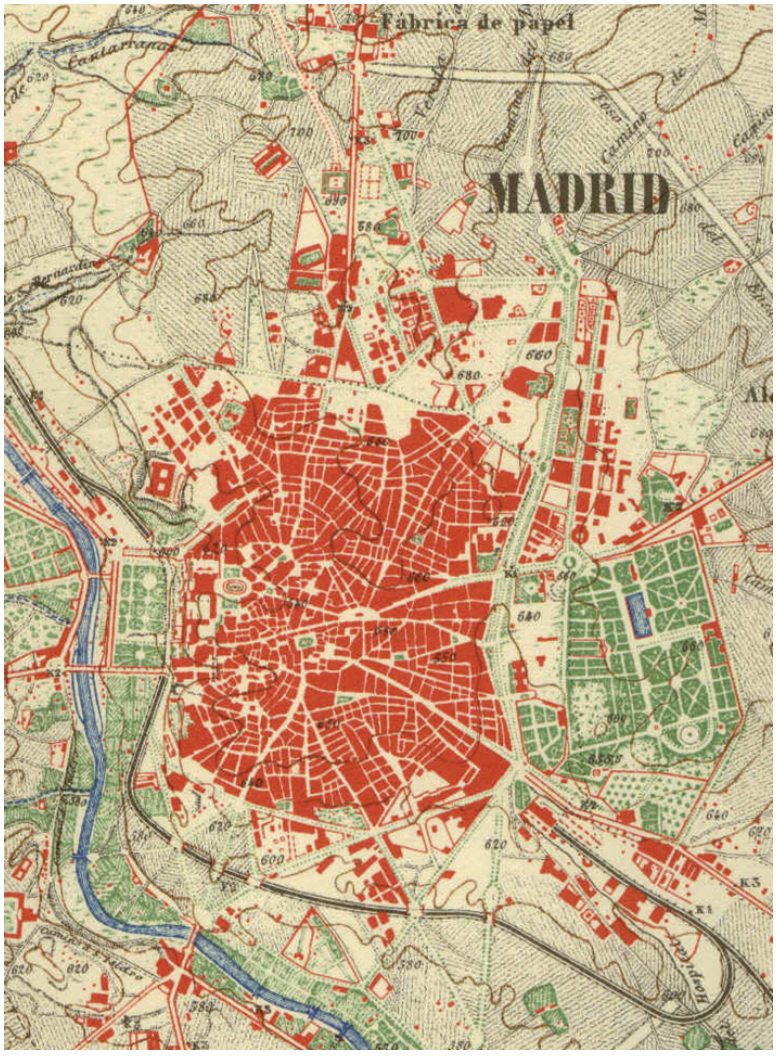
inteligencia, como que cada uno hará lo que del otro modo hacía cada compañía, tendremos la obra acabada en cinco años, sin necesitar esperar los instrumentos; pues planchetas o semicírculos, ya sea con pínulas o con anteojos, se consiguen con gran facilidad.

Este drástico cambio metodológico trató de apuntalarlo con un mayor número de observaciones astronómicas, que desarrolla aquí con cierta minuciosidad aunque no con el detalle de las *Instrucciones*, llegando a fijar los errores previstos (15" de arco –unos 30 metros– para la latitud y 1" de tiempo para la longitud, que es el error equivalente al anterior para nuestra latitud, determinada –como en las *Instrucciones*– por medio de fuegos). Los encargados de estas operaciones serían cuatro operadores «más bien inteligentes», contando cada uno de ellos con un cuarto de círculo de 20 pulgadas y un buen péndulo.

Por nuestra parte, y sin entrar a valorar los argumentos políticos –un tanto tempranos para 1751–, de la lectura de las *Reflexiones* se deduce claramente un hecho: Jorge Juan ha tomado conciencia plenamente realista de la magnitud y de las dificultades del proyecto, agravadas por la orografía muy montañosa de España, y teme que se alargue hasta el punto de no verlo concluir:

Desde luego se puede creer que 13 o 14 años no será mucho tiempo para ver el todo acabado; y una dilación tan grande, ¿qué apariencias no tiene de que no se vea el fin a la obra?

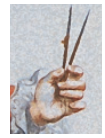
Nuestro marino iba a tener razón, pero lo que en modo alguno podía intuir cuando redactó estas líneas era el larguísimo tiempo que aún faltaba para ver realizado el proyecto del Mapa de España.



Detalle de la primera hoja del Mapa Topográfico Nacional (1875).

3. FIN DEL PROYECTO E INICIO DEL LARGO CAMINO HACIA EL MAPA DE ESPAÑA

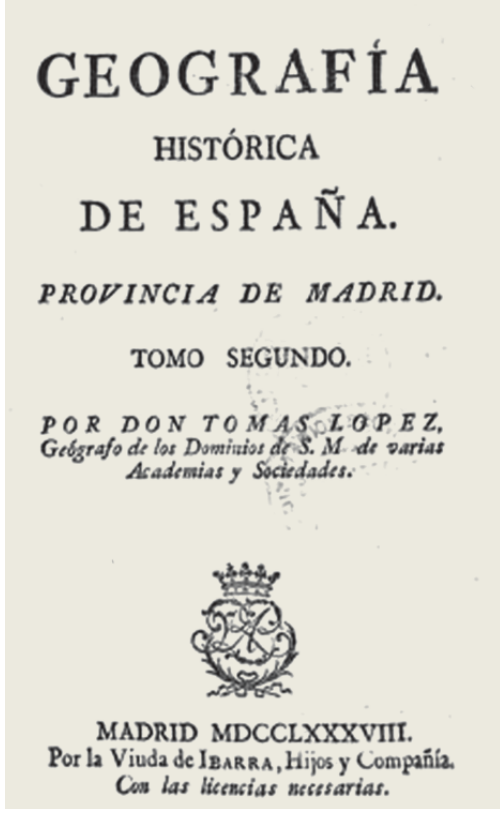
Como toda carrera política digna de tal nombre, la de Ensenada también se vio truncada como consecuencia de una conspiración bien urdida por sus adversarios. Su caída –la de 1754– marcó también, si no la desgracia de Jorge Juan y de Ulloa, sí un claro distanciamiento (al menos temporal) de los círculos de poder, como ensenadistas que fueron y cuya condición nunca ocultaron. Con todo ello, eso sí, sus proyectos geográficos y cartográficos quedaron definitivamente arrumbados. Es difícil resistirse a efectuar un juicio sobre las consecuencias de este hecho. Por segunda vez en la historia, se dejaba perder la ocasión para llenar nuestro vacío cartográfico. La primera, como hemos visto, ocurrió



en tiempos de Felipe II; la segunda es ésta de la que hemos tratado: si el proyecto de Jorge Juan hubiese hallado continuidad, de haberse realizado con un mínimo de rigor, no cabe duda de que habría exigido muchos más recursos y tiempo del que –bastante optimistamente– nuestro marino estimó en principio. Pero ¿acaso no ocurrió lo mismo en Francia? De este modo, España habría contado con su cartografía nacional con poca diferencia sobre nuestros inmediatos vecinos; es decir, Francia o incluso el propio Portugal, donde en 1788 se iniciaron las operaciones geodésicas, y dos años más tarde la triangulación general, dirigida por Francisco Antonio de Ciera.

En su momento hemos tenido ocasión de citar un texto de Ensenada, de 1753, en el que el Marqués, amén de citar a Juan y a Ulloa –conjuntamente– como los encargados del proyecto del mapa de España, indica que en París y Londres se estaban fabricando los instrumentos necesarios y que incluso algunos de ellos ya habían llegado a Madrid. Ciertamente, el de los instrumentos no era el único problema. El propio Ensenada apuntaba que «no basta que se formen y levanten las Cartas; es necesario que haya en el Reino quien las sepa abrir, sea haciendo venir grabadores de esta profesión, o enviando a París artistas o mozos que las aprendan» (Capel, H., p. 151).

Así pues, el proyecto continuaba adelante poco antes de la caída del Marqués. Ensenada, de acuerdo con su política habitual, intentó atraer algún técnico extranjero, e incluso se apalabró la venida del prestigioso Dheulland, un francés experto grabador de la marina y autor de mapas geográficos. Las resistencias de la Corte francesa impidieron el viaje, y fue entonces cuando se decidió enviar pensionados a París a cuatro jóvenes para aprender el arte del grabado: cuando el proyecto del Mapa fracasó, los frutos de esta iniciativa fueron de los pocos que pudieron salvarse y darle cierta continuidad, puesto que entre los pensionados se encontraban quienes habrían de ser los dos grandes geógrafos españoles del siglo XVIII. Nos referimos a Tomás López y Juan de la Cruz Cano, realizadores de una importante labor cartográfica. De hecho, en una carta de 1799, López –el más perfecto representante de los geógrafos del Setecientos, en palabras de H. Capel– afirmaba que «fui enviado a París con otros por el Marqués de la Ensenada para estudiar geografía y levantar un mapa de España, por proposición que habían hecho D. Jorge Juan y D. Antonio Ulloa». Añadamos que, al menos López estuvo en París nueve años, entre 1742 y 1760, lo que le permitió adquirir una sólida formación matemática, astronómica y geográfica. Ambos –López y Cano– realizaron algunos destacados proyectos conjuntos (mapas del Golfo de México y de la América septentrional), pero López es especialmente recordado por su *Atlas geográfico del Reyno de España e Islas adyacentes, con una breve descripción de sus Provincias* (París, 1756-1757; Madrid, 1757), de 21 mapas, labor que fue continuada con la realización posterior de distintos mapas de España, de sus reinos, provincias y ciudades.

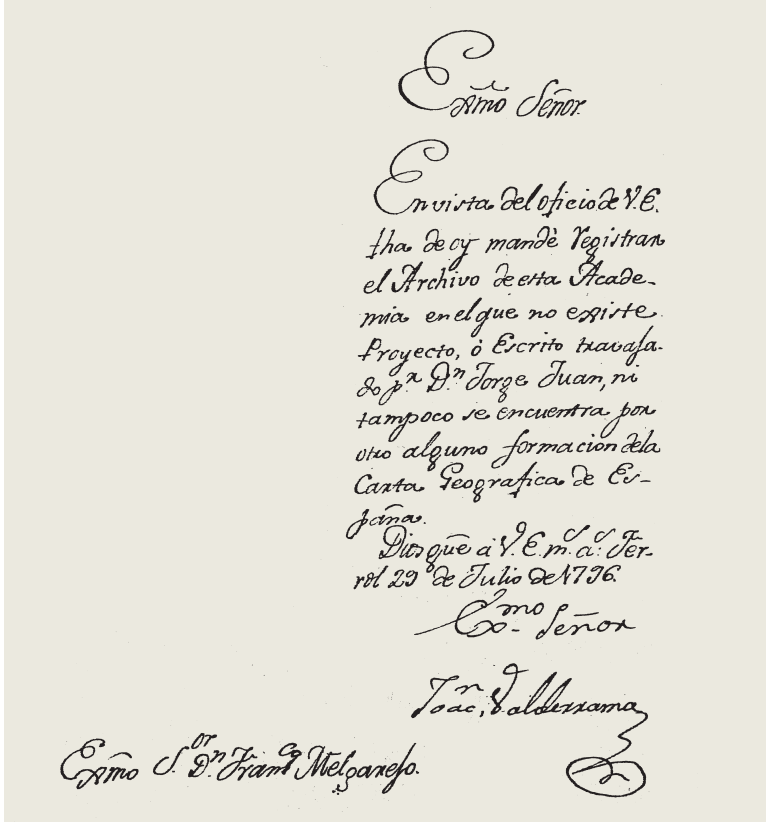


GEOGRAFÍA
HISTÓRICA
DE ESPAÑA.
PROVINCIA DE MADRID.
TOMO SEGUNDO.
POR DON TOMAS LOPEZ,
Geógrafo de los Dominios de S. M. de varias Academias y Sociedades.
MADRID MDCCLXXXVIII.
Por la Viuda de Ibarra, Hijos y Compañía.
Con las licencias necesarias.

Portada de la *Geografía histórica de España*, de Tomás López (Biblioteca Regional, Madrid).

Vicente Tofiño de San Miguel (Museo Naval, Madrid).

Hombre que contó con el indudable apoyo de la administración, de las instituciones y de los poderosos (quienes le realizaron múltiples encargos), fundador a su vez de una dinastía de geógrafos, López es, sin embargo, el ejemplo perfecto –de nuevo según Capel– del geógrafo erudito, de gabinete, que trabaja con fuentes de segunda mano sin realizar personalmente las observaciones astronómicas y topográficas necesarias para el levantamiento cartográfico. Ello, pese a las muchas bondades de los trabajos de López, le apartaba de la amplitud y el carácter de los proyectos cartográficos planteados por Jorge Juan y Antonio Ulloa; y sobre todo le colocaba a él, a sus hijos y al mucho menos afortunado Cano en una labor solitaria y forzosamente limitada a reducidos vuelos: el Mapa Topográfico que se necesitaba aún permanecía muy lejos en el horizonte. Como simple muestra, hemos de decir que a finales del siglo XVIII aún no se disponía de información suficiente y fiable de las coordenadas astronómicas de las poblaciones españolas.



Exmo Señor

En vista del oficio de V.E. fha de oy mandé registrar el Archivo de esta Academia en el que no existe Proyecto, ó Escrito trabajado p.r D.n Jorge Juan, ni tampoco se encuentra por otro alguno formación de la Carta Geografica de España.

Dios que á V.E. m.s a.s Ferrol 29 de Julio de 1796.

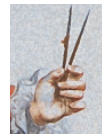
Exmo Señor

Isac, Valderrama

Exmo S.or D.n Fran.co Melgarejo.

Documento del expediente personal de Jorge Juan (Archivo General de Marina «Álvaro de Bazán», Viso del Marqués).

El Setecientos acabó, como quizá no podía ser de otro modo, con buenos proyectos y pocas realizaciones. Es más que razonable pensar que las *Instrucciones* las tuviera muy presentes V. Tofiño y Vandewde, de quien Jorge Juan fue gran mentor, al efectuar los levantamientos de su *Atlas Marítimo de España* (1783-86). Colaboradores a su vez de Tofiño fueron José Espinosa y Tello y Dionisio Alcalá Galiano. En 1792, el primero presentó al Ministerio de Marina un proyecto para el levantamiento sistemático de un Mapa de España. En aquel momento el plan no fue considerado porque estábamos en guerra con Francia, y Espinosa comisionado en Manila. Tres años más tarde, Godoy encargó a Alcalá Galiano la presentación de un plan definitivo para formar el tan deseado Mapa de España. En 1796 se creaba el Cuerpo y la Escuela de Ingenieros Cosmógrafos del Estado, y quedaba a cargo del nuevo cuerpo, de acuerdo con el artículo siete de sus Ordenanzas, la formación de la *Carta Geométrica del Reyno.* Al plantear este proyecto, no se habían olvidado las directrices de Jorge Juan, porque se dictaron órdenes y se revolvieron archivos (capitanía de Ferrol, academias de guardias marinas y pilotos...) y papeles en busca de sus ya antiguos trabajos sin que –sorprendentemente–

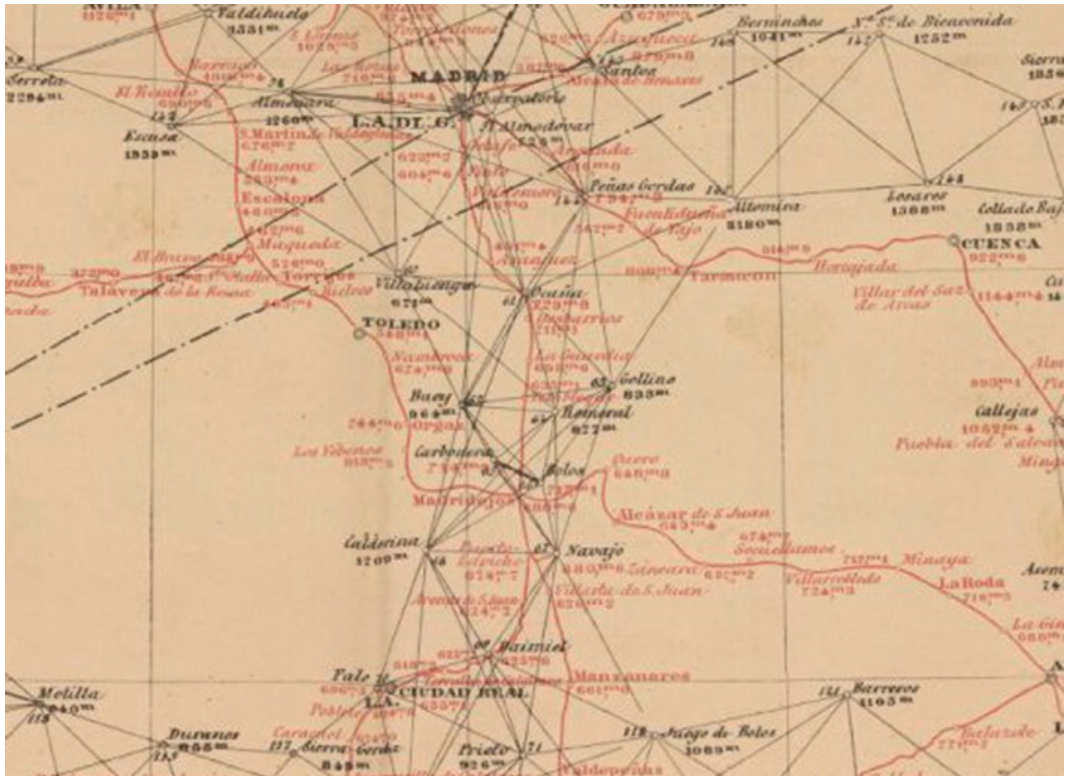


pudieran hallarse. En 1800, Espinosa y Tello propuso otro plan, que apenas diferría del presentado en 1792, y que tampoco llegó a buen fin. En el mismo año, Jiménez Coronado, director del Real Observatorio de Madrid, planteaba el levantamiento de la *Carta Geométrica de España,* que se inició en la provincia de Madrid y al poco tiempo quedó paralizada. En 1804, se cerró la Escuela y se disolvió el Cuerpo de Ingenieros Cosmógrafos. Y ya antes (en 1801) Felipe Bauzá, otro ilustre marino e hidrógrafo, expresaba en la Academia de la Historia sus inquietudes ante las dificultades que surgían cada vez que se proponía la formación del Mapa...

Una vez tras otra, nos hallamos ante actuaciones individuales mientras que en otros países la cartografía era el resultado del esfuerzo colectivo de centros e instituciones de carácter militar y científico; único camino para una ciencia cuya técnica desbordaba ya en mucho la capacidad personal, por genial que ésta fuera. Ya nos hemos referido al caso francés. Por su parte, en Inglaterra, en 1791, Jorge III ordenó el levantamiento del país a escala 1: 63 600 (una pulgada por milla) y se creó el *Ordnance Survey*, primer centro cartográfico fundado en el mundo, cuya sede fue la Torre de Londres; el mapa se finalizó en 1840. Por nuestra parte, el panorama siguió durante prácticamente toda la mitad del siglo XIX entre las declaraciones de intenciones y las imposibilidades para realizarlas. La primera declaración institucional sobre la ineludible obligación de iniciar el Mapa, la hicieron las Cortes del Trienio, el 17 de octubre de 1820, recomendando la formación de la *Carta Geográfica Nacional.* A pesar de ello, pasaron trece años antes de que por Real Decreto de 30 de noviembre de 1833, sobre la división territorial, se dispusiera la formación de mapas exactos de las provincias, así como el General del Reino. Un decreto de 23 de noviembre de 1840 planteó de nuevo el proyecto del Mapa de España, creando la Comisión Directiva del Mapa de España, aunque con unas características que indican el escaso interés del gobierno por resolver de una vez el problema. Se reorganizó la Comisión en 1843, dividiéndose en tres secciones: en 1844 se organizaba la sección de levantamientos y a partir de esa fecha dejan ya de tenerse noticias sobre el trabajo de la Comisión.

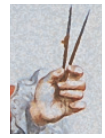
José Espinosa y Tello, primer director del Depósito de Hidrografía (Museo Naval, Madrid).

Mediado el siglo, sin embargo, parece que algo comenzaba realmente a moverse: tan insufrible debía ser ya la necesidad y el retraso. En el año 1852, la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales elevó un informe al Gobierno donde se decía que «no se debe pasar más tiempo sin que la energía de una voluntad decidida, y con el noble empeño de vencer toda clase de obstáculos, por grandes que sean los sacrificios que éste lleve consigo, se emprenda obra tan necesaria como la de nuestro mapa topográfico». Posiblemente esta actitud de la Academia hizo tomar conciencia del problema al Gobierno, y por Real Decreto de



Detalle de la *Red geodésica de primer orden* (1888), en el que se aprecia la línea base establecida en las cercanías de Madridejos.

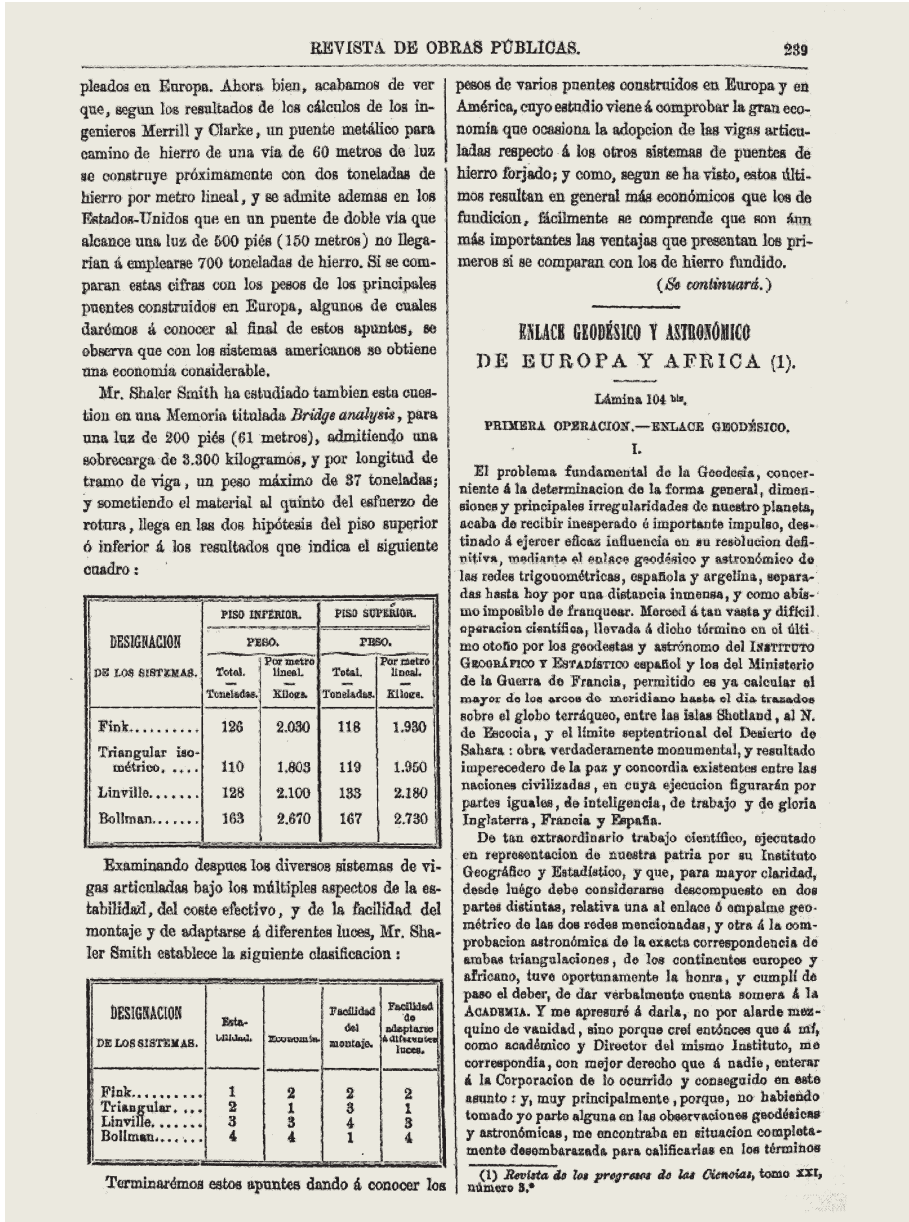
11 de enero de 1853 se estableció, en el Ministerio de Fomento, la Junta Directiva de la Carta Geográfica de España y se nombró presidente al general Manuel de Monteverde. Transcurridos apenas nueve meses pasó la Junta a depender del Departamento de la Guerra, y el 23 de marzo de 1853 se dio principio a los trabajos para la formación del Mapa Geográfico de España, saliendo al campo dos secciones compuestas cada una por tres oficiales y pasando dos al extranjero para adquirir instrumentos y estudiar los más recientes procedimientos seguidos en otros países. Tal parece que alguien hubiera desempolvado los viejos proyectos de Jorge Juan. El entonces comandante de ingenieros Carlos Ibáñez y el capitán de artillería Frutos Saavedra se trasladaron a París, en marzo de 1854, para encargar una regla de medir bases, que construyó Brunner, y en 1855 elevaron, a la Junta Directiva del Mapa, el proyecto de experiencias y comparación de la regla con el módulo o tipo depositado en el Observatorio de París. Se trasladó el aparato a España y, en el verano de 1858, ¡por fin!, se midió la base central de la triangulación geodésica en Madridejos, provincia de Toledo (de nuevo, el texto de Jorge Juan se hacía presente). Poco antes, en 1856, se había creado la Comisión Nacional de Estadística, a la que se le atribuía la realización de la Carta Geográfica de España. En el mes de junio de 1859 se promulgó la ley llamada de Medición del territorio, y finalmente el 12 de septiembre de 1870 se creó el Instituto Geográfico, responsable directo del Mapa Topográfico Nacional, principal paradigma de la cartografía básica española. Su primer director fue el ya general Ibáñez de Ibero. En 1875 salía a la luz pública la primera hoja del tan ansiado Mapa, a escala 1:50 000. En cuanto a la red geodésica, la de primer orden se concluyó en 1915; la de segundo orden, en 1927; y la de tercer orden, en 1930. La publicación del Mapa Topográfico Nacional no concluiría hasta 1980 (*sic*)...



**

En la cima más alta de la Península, el Mulhacén, un puñado de cartógrafos militares al mando del coronel D. Joaquín Barraquer, había soportado, durante las últimas semanas del verano y las primeras del otoño de 1879, todo tipo de inclemencias, incluida la caída de un rayo sobre los instrumentos. La misión que les guiaba consistía, nada menos, que en intentar la mayor hazaña geodésica del siglo XIX: por medio de señales ópticas, pugnaban por enlazar por vez primera –geodésica y astronómicamente– dos continentes, creando un cuadrángulo desde el que cualquiera de los otros tres vértices pudiera ser visto desde el cuarto. Eran dichos vértices las cimas del Tetica de Bacares, en la Sierra de los Filabres, y –ya en África, donde los equipos eran coordinados por el comandante francés Perrier– las cimas de los montes Filhaussen (en el Rif) y M'Sabiha (en Argelia). Si se conseguía, se habría logrado prolongar, al mismo tiempo, y por encima del Mediterráneo, la meridiana que desde las islas Shetland, a 61° N, descendía hasta las Baleares, y que permanecía detenida, ante obstáculos aparentemente insalvables, desde tiempo antes.

El objetivo se logró con un error de cierre de los triángulos del orden de un segundo de arco, y de una centésima en las longitudes. Por la coordinación del proyecto por parte española, el general Ibáñez de Ibero recibió el título de marqués del Mulhacén en 1889. Desde los tiempos de Jorge Juan y Antonio Ulloa, con su participación en la expedición ecuatorial de medición del grado de meridiano, siglo y medio antes, la geodesia española no había protagonizado un éxito de tales dimensiones, en un proyecto internacional (Sevilla de Lerma, M. J., p. 47-49).



REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS. 239

pleados en Europa. Ahora bien, acabamos de ver que, segun los resultados de los cálculos de los ingenieros Merrill y Clarke, un puente metálico para camino de hierro de una vía de 60 metros de luz se construye próximamente con dos toneladas de hierro por metro lineal, y se admite ademas en los Estados-Unidos que en un puente de doble vía que alcance una luz de 500 piés (150 metros) no llegarian á emplearse 700 toneladas de hierro. Si se comparan estas cifras con los pesos de los principales puentes construidos en Europa, algunos de cuales darémos á conocer al final de estos apuntes, se observa que con los sistemas americanos se obtiene una economía considerable.

Mr. Shaler Smith ha estudiado tambien esta cuestion en una Memoria titulada *Bridge analysis*, para una luz de 200 piés (61 metros), admitiendo una sobrecarga de 3.300 kilogramos, y por longitud de tramo de viga, un peso máximo de 37 toneladas; y sometiendo el material al quinto del esfuerzo de rotura, llega en las dos hipótesis del piso superior ó inferior á los resultados que indica el siguiente cuadro:

DESIGNACION DE LOS SISTEMAS.	PISO INFERIOR. PESO. Total. Toneladas.	PISO INFERIOR. PESO. Por metro lineal. Kilogs.	PISO SUPERIOR. PESO. Total. Toneladas.	PISO SUPERIOR. PESO. Por metro lineal. Kilogs.
Fink.....	126	2.030	118	1.930
Triangular isométrico.	110	1.803	119	1.950
Linville.....	128	2.100	133	2.180
Bollman.....	163	2.670	167	2.730

Examinando despues los diversos sistemas de vigas articuladas bajo los múltiples aspectos de la estabilidad, del coste efectivo, y de la facilidad del montaje y de adaptarse á diferentes luces, Mr. Shaler Smith establece la siguiente clasificacion:

DESIGNACION DE LOS SISTEMAS.	Estabilidad.	Economía.	Facilidad del montaje.	Facilidad de adaptarse á diferentes luces.
Fink.....	1	2	2	2
Triangular.	2	1	3	1
Linville.	3	3	4	3
Bollman.....	4	4	1	4

Terminarémos estos apuntes dando á conocer los pesos de varios puentes construidos en Europa y en América, cuyo estudio viene á comprobar la gran economía que ocasiona la adopcion de las vigas articuladas respecto á los otros sistemas de puentes de hierro forjado; y como, segun se ha visto, estos últimos resultan en general más económicos que los de fundicion, fácilmente se comprende que son áun más importantes las ventajas que presentan los primeros si se comparan con los de hierro fundido.

(*Se continuará.*)

ENLACE GEODÉSICO Y ASTRONÓMICO DE EUROPA Y AFRICA (1).

Lámina 104 bis.

PRIMERA OPERACION.—ENLACE GEODÉSICO.

I.

El problema fundamental de la Geodesia, concerniente á la determinacion de la forma general, dimensiones y principales irregularidades de nuestro planeta, acaba de recibir inesperado ó importante impulso, destinado á ejercer eficaz influencia en su resolucion definitiva, mediante el enlace geodésico y astronómico de las redes trigonométricas, española y argelina, separadas hasta hoy por una distancia inmensa, y como abismo imposible de franquear. Merced á tan vasta y difícil operacion científica, llevada á dicho término en el último otoño por los geodestas y astrónomo del Instituto Geográfico y Estadístico español y los del Ministerio de la Guerra de Francia, permitido es ya calcular el mayor de los arcos de meridiano hasta el dia trazados sobre el globo terráqueo, entre las islas Shetland, al N. de Escocia, y el límite septentrional del Desierto de Sahara: obra verdaderamente monumental, y resultado imperecedero de la paz y concordia existentes entre las naciones civilizadas, en cuya ejecucion figurarán por partes iguales, de inteligencia, de trabajo y de gloria Inglaterra, Francia y España.

De tan extraordinario trabajo científico, ejecutado en representacion de nuestra patria por su Instituto Geográfico y Estadístico, y que, para mayor claridad, desde luégo debe considerarse descompuesto en dos partes distintas, relativa una al enlace ó empalme geométrico de las dos redes mencionadas, y otra á la comprobacion astronómica de la exacta correspondencia de ambas triangulaciones, de los continentes europeo y africano, tuve oportunamente la honra, y cumplí de paso el deber, de dar verbalmente cuenta somera á la Academia. Y me apresuré á darla, no por alarde mezquino de vanidad, sino porque creí entónces que á mí, como académico y Director del mismo Instituto, me correspondia, con mejor derecho que á nadie, enterar á la Corporacion de lo ocurrido y conseguido en este asunto: y, muy principalmente, porque, no habiendo tomado yo parte alguna en las observaciones geodésicas y astronómicas, me encontraba en situacion completamente desembarazada para calificarlas en los términos

(1) *Revista de los progresos de las Ciencias*, tomo XXI, número 3.º

Noticia del *Enlace Geodésico y Astronómico de Europa y África*, conseguido por los cartógrafos militares dirigidos por Carlos Ibáñez e Ibáñez de Ibero (*Revista de Obras Públicas*, 1880, t. I).

****

OBRAS CARTOGRÁFICAS DE JORGE JUAN

«Instrucción de lo que se ha de observar por las compañías de Geógraphos, Idrógraphos y Astrónomos en la formación de los Mapas generales de España, Cartas marítimas de todas las Costas de la Península, averiguaciones concernientes a la Historia natural, Antigüedades, y otras noticias de España y del régimen que han de guardar en estas operaciones para la maior perfección de esta vasta e importante empresa.» (Real Academia de la Historia, vol. C. 25)

«Método de levantar y dirigir el mapa o plano general de España, con reflexiones a las dificultades que pueden ofrecerse: por Don Jorge Juan, Capitán de Navía de la Real Armada» en *Memoria del Depósito Hidrográfico*, 1809, pp. 143-155.

BIBLIOGRAFÍA

Capel, H.: *Geografía y matemáticas en la España del siglo XVIII*, Barcelona, 1982.

Cuesta Domingo, M., *La cartografía de Santa Cruz*, Madrid, Real Sociedad Geográfica, 2003.

González Caizán, C., *La red política del Marqués de la Ensenada*, Madrid, 2004.

Núñez de las Cuevas, R., «El general Don Carlos Ibáñez e Ibáñez de Ibero (1825-1891)», en *Militares y marinos en la Real Sociedad Geográfica*, Madrid, 2005

Quintanilla, J. F., *Naturalistas para una Corte ilustrada*, Aranjuez, 1999.

Reguera Rodriguez, A. T., «Las Reglas o Instrucciones de Jorge Juan y Antonio de Ulloa para la formación de los Mapas Generales de España», *Llull*, vol. 23 nº 47 (2000), pp. 473-498.

Ruiz Morales, M. y Ruiz Bustos, M., *Jorge Juan y sus proyectos para un mapa de España*, Granada, 2005.

Sevilla de Lerma, M. J., *Introducción histórica a la geodesia* (http://www.iag.csic.es/museo/docs/historia_geodesia.pdf –consulta marzo 2006–).