

Joan F. Mateu Bellés*

LAS BRIGADAS HIDROLÓGICAS DE LA JUNTA GENERAL DE ESTADÍSTICA (1859-1867)

1. Introducción

La consolidación de la revolución liberal inició, entre otros muchos aspectos, una nueva etapa en el reconocimiento del medio físico español. Las iniciativas más ambiciosas surgieron de la propia administración, necesitada de memorias y cartografías precisas para una acertada legislación sobre los recursos naturales y para asentar los nuevos poderes del Estado. En pocas palabras, urgía inventariar el país para potenciar las fuerzas productivas y organizar el Estado liberal.

A lo largo de las décadas de los cuarentas y cincuentas del siglo XIX, la administración liberal —a través de diferentes cuerpos facultativos— acometió proyectos conducentes al estudio territorial. Entre otras iniciativas, cabe citar la *Carta geográfica de España* y la *Carta geológica de Madrid y la general del Reino* mientras ingenieros de Montes y Caminos procedían al inventario forestal e hidrológico. A mediados del siglo XIX, el atraso respecto a otros estados europeos era notorio.

Con ánimo de cubrir las carencias, a propuesta de Leopoldo O'Donnell, presidente del Consejo de Ministros, se dictó la ley de medición del territorio (5 de junio de 1859) que, en el artículo primero, dice: «Los trabajos geográficos que se ejecutan hoy por los diferentes Ministerios, se continuarán con la posible rapidez bajo la dirección inmediata y dependencia de la Presidencia del Consejo y de la Junta de Estadística, formando en breve plazo un plan general para tener en breve una representación y descripción completa de la Península, islas adyacentes y provincias de Ultramar». La

* Departament de Geografia. Universitat de València.

ley de medición y descripción del territorio convirtió a la Junta de Estadística –adscrita desde su creación en 1856 a la presidencia del Consejo de Ministros– en un poderoso instrumento en la labor de inventariar el medio físico, como ya lo hacía de la población y sus actividades.

Naturalmente, la Junta General de Estadística fue muy sensible a las alternancias ministeriales y a las tensiones corporativas. El mayor dinamismo en el reconocimiento del medio físico se concentró entre 1860 y 1865, aunque legalmente las actividades de las diferentes brigadas se documentan desde mediados de 1859 hasta mediados de 1867. En efecto, un real decreto de 20 de agosto de 1859 organizó, de forma muy ambiciosa, las brigadas de trabajos geodésicos, marítimos, geológicos, forestales, hidrológicos e itinerarios en el seno de la Junta de Estadística, a pesar de los mercedados recursos humanos y económicos de la Administración. La experiencia se cerró por dificultades presupuestarias el 1 de julio de 1867 con la disolución de las brigadas geológicas, forestales e hidrológicas. Las prioridades de O'Donnell no coincidían con las de Narváez.

El desarrollo y aplicación de la ley de medición y descripción del territorio de 1859 merecería una investigación de conjunto por su significado para la historia de la Geografía Física de España. Este trabajo más sectorial –en fase de investigación cuando enfermó y falleció mi antigua profesora y buena amiga la Dra. Milagro Gil-Masarell Boscà– sólo reconstruye la labor de las brigadas hidrológicas de la Junta General de Estadística. Quiere ser mi homenaje a la desaparecida catedrática de Prehistoria de la Universidad de Valencia, crecientemente interesada por la evaluación del entorno ambiental de sus excavaciones.

2. Actuación de las brigadas hidrológicas. Las campañas

Las brigadas hidrológicas de la Junta de Estadística se formaron para acometer el reconocimiento general de las aguas, esto es, una componente central del sistema natural y social. Hasta entonces, los ríos peninsulares habían sido considerados como posibles ejes de la navegación fluvial y como puntos de derivación de los canales de riego. Ahora se planteaba una evaluación estadística de las aguas peninsulares. Los trabajos hidrológicos debían culminar en cinco años y sus resultados –además de la descripción de las cuencas– servirían para el desarrollo de la futura ley de aguas y para racionalizar el sistema de concesiones.

Las brigadas hidrológicas –dependientes de la presidencia del Consejo de Ministros– nacían al margen del servicio ordinario de obras públicas del Ministerio de Fomento que contaba con una estructura administrativa propia –organizada primero por distritos y luego por provincias– ocupada preferentemente del establecimiento de la red de carreteras. A mediados del siglo XIX, la obra hidráulica había perdido importancia en las prioridades de Fomento (Sáenz Ridruejo, 1985). Esta iniciativa de estudio hidrológico de los ríos constituye el primer intento contemporáneo de evaluación estadística de las aguas peninsulares.

2.1 *Creación de las brigadas*

El artículo 26 de la real orden de 20 de agosto de 1859 disponía la organización de seis brigadas hidrológicas que se distribuirían por las diferentes cuencas hidrográficas de la Península. Las previsiones –similares a otras brigadas organizadas por la citada real orden– eran muy optimistas: «en el plazo de cinco años se completará un reconocimiento general de las aguas estancadas y corrientes, y de su posible aprovechamiento, con los aforos, nivelaciones y anteproyectos necesarios». Había una voluntad de disponer, en poco tiempo, de un reconocimiento preliminar de las aguas peninsulares.

El plan de actuación de las brigadas hidrológicas lo fijó poco después la real orden de 6 de julio de 1860. Sus trabajos deberían abarcar los siguientes apartados:

- 1º Plano y nivelación general del río principal y sus afluentes, reduciéndose en estos últimos, cuando sean de grande importancia ó extensión, á una longitud de dos ó tres kilómetros, además de la parte comprendida entre su desembocadura y los límites del valle principal.
- 2º Iguales datos respecto de los canales de todas clases, comprendidos en el mismo valle y derivados del río principal ó de sus afluentes, con destino al abastecimiento de las poblaciones, al riego, la industria ó la navegación.
- 3º Planos y sondeos ó nivelaciones, según los casos, de las lagunas naturales ó artificiales, de los terrenos pantanosos que por su extensión ú otras consideraciones deban ser estudiados especialmente para su aprovechamiento, y de los afluentes y derivaciones respectivas.
- 4º Indicación de la línea á que alcanzan las mayores inundaciones en las avenidas extraordinarias y alturas á que en tales casos llegan las aguas, recogiendo estos datos y las secciones transversales en los puntos en que por la

grande extensión de las inundaciones, por las circunstancias de los terrenos inundados ó por los del cauce del río, puedan ser de mayor ó más inmediato interés.

- 5º Aforos de todas las aguas estancadas ó corrientes, mencionadas en los números anteriores.
- 6º Cálculo de fuerza que á la sazón se emplee en todas y cada una de las fábricas de diversas clases establecidas en los saltos de agua, y de la distribución de este líquido en los demás aprovechamientos.
- 7º Descripción del río principal y de las lagunas y pantanos, afluentes y derivaciones, como también de la naturaleza y disposición de los terrenos de regadío y de aquellos en que se hayan ejecutado y proyectado obras importantes para su desecación y saneamiento, con una reseña general de las mismas y de todas las demás relativas á los objetos indicados.
- 8º Examen y descripción de las divisorias en cuanto se refiere á la extension, violencia y duracion de las grandes crecidas de los ríos; á la permanencia de sus corrientes ordinarias, y á los puntos de paso preferibles para comunicarse con las cuencas contiguas.
- 9º Exposicion clara y extensa del aprovechamiento existente de las aguas, con las consideraciones necesarias para poder formar juicio fundado acerca de sus ventajas é inconvenientes, y de los medios de mejorarle.

La realidad, sin embargo, distó bastante de las previsiones porque nunca se crearon las seis brigadas ni se culminaron los estudios programados. En efecto a fines de 1859, los trabajos hidrológicos no se habían iniciado por falta de personal facultativo. En sesión de 27 de diciembre de 1859, la Comisión de Estadística General del Reino se planteó incluso la posibilidad de contratar ingenieros de Lombardía para la realización de los reconocimientos de las cuencas fluviales por carencia de técnicos suficientes en España.¹ La iniciativa no prosperó.

2.2 *Las campañas de 1860 y 1861*

En las primeras semanas de 1860, el ingeniero Joaquín Téllez Sotomayor² se hizo cargo de la jefatura de operaciones hidrológicas de la Junta. Durante el primer año —a pesar de la ambiciosa real orden de 6 de julio de

1. Archivo del Instituto Geográfico Nacional (AIGN), *Libro de Actas de las sesiones de la Comisión de Estadística General del Reino (1856-1859)*, Sesión del 27 de diciembre de 1859.

2. Archivo General del Ministerio de Obras Públicas, Transporte y Medio Ambiente (AMOPTMA), legajo 6628, *Expediente personal de Joaquín Téllez Sotomayor*.

1860— una sola brigada integrada por Téllez, nueve ayudantes y el número proporcional de porta-miras inició el estudio de la cuenca del Tajo, comenzando por Toledo hacia la cabecera. El 3 de agosto de 1860 se autorizó el pago de diez y nueve mil reales por el importe de los instrumentos de la brigada.³ Poco después, se acordó que el jefe del Derall de la Sección Tercera de la Junta girara visita de inspección a las brigadas forestal e hidrológica, enterándose sobre el terreno del estado de los trabajos.⁴

En la campaña siguiente (1861) participaron dos brigadas cuyo objetivo seguía siendo la cuenca del Tajo, desde el molino llamado el Maquilón hasta su origen.⁵ El plan de trabajos hidrológicos de la Junta de Estadística seguía su curso, pero el horizonte de los cinco años se alejaba definitivamente, al no haberse organizado las seis brigadas inicialmente previstas.

Al parecer, las campañas de 1860 y 1861 se dedicaron preferentemente a nivelaciones topográficas para confeccionar los diferentes planos previstos por la real orden de 6 de julio de 1860. Eran operaciones lentas y complejas que exigían numerosos porta-miras, muy expuestos a las inclemencias estivales. El ingeniero-jefe, Joaquín Téllez Sotomayor, a petición propia, dejó de prestar sus servicios en la Junta de Estadística el 30 de diciembre de 1861. Oficialmente adujo problemas de salud,⁶ pero tal vez expresaba la desconfianza hacia un proyecto utópico y carente del soporte necesario.

Mientras, otro tramo del río Tajo era objeto de estudio por parte de Fomento. En efecto, el 30 de junio de 1861, Rafael Clemente⁷ —ingeniero destinado en la provincia de Cáceres desde marzo de 1859 hasta fines de 1861— concluía sus reconocimientos para la navegación del Tajo desde los Callejones del Salto del Gitano hasta la frontera portuguesa (Berecibar, 1864). Por muchas razones, el río Tajo ocupaba en estos años la prioridad en los estudios fluviales.

3. AIGN, *Libro de Actas de las sesiones de la Comisión de Estadística General del Reino (1860)*, Sesión de 3 de agosto.

4. AIGN, *Libro de Actas de las sesiones de la Comisión de Estadística General del Reino (1860)*, Sesión de 22 de agosto.

5. Real orden de 14 de agosto de 1861.

6. AIGN, *Libro de Actas de las sesiones de la Comisión de Estadística General del Reino (1861)*, Sesión de 21 de abril.

7. AMOPTMA, legajo 6191, *Expediente personal de Rafael Clemente Garrido*.

2.3 *Revisión del programa hidrológico de Estadística y alternativa de Fomento*

La amplitud de los trabajos hidrológicos programados por la Junta de Estadística sobrepasaba la disponibilidad de los recursos humanos y económicos. Por ello, el relevo en la jefatura de la brigada fue una buena ocasión para revisar el programa, ajustando objetivos y medios disponibles. Así lo entendió Pedro Antonio de Mesa,⁸ nuevo ingeniero-jefe de la brigada hidrológica, quien elevó un informe a la Junta de Estadística, con fecha de 19 de mayo de 1862, proponiendo como objetivo de la brigada el reconocimiento *preliminar* de los estiajes de los ríos peninsulares. Los trabajos deberían encaminarse a «reconocer todo el río principal y sus afluentes de primer orden aforando todos los cursos de agua, existentes en el valle; hacer una nivelación barométrica, a lo largo de ellos, a fin de tener alguna idea de sus pendientes generales, y si fuera posible, un reconocimiento de las divisorias, que limitan sus cuencas, tomando de paso todas las noticias posibles sobre las crecidas y aprovechamientos de agua, que se hacen en la actualidad y puedan hacerse (Mesa, 1864, p. 1). El plan de Mesa fue aceptado por la Junta y se abandonó el anterior programa excesivamente ambicioso, sin haber concluido siquiera la cuenca del Tajo. En lugar de las nivelaciones topográficas y la elaboración de planos de las riberas fluviales, a partir de entonces se primarían la práctica de aforos, las nivelaciones barométricas (pendientes longitudinales), la recogida de noticias de avenidas y la descripción de los aprovechamientos. Mesa preveía que, en cada campaña, se aforaría el estiaje de un gran valle peninsular.

Mientras tanto, la necesidad social de investigación de los fenómenos hidrológicos —como marco preliminar de futuras leyes encaminadas a atender las demandas de la agricultura y la industria— obligó al Ministerio de Fomento a avanzar en el establecimiento de un servicio hidrológico permanente en las cuencas peninsulares. Los inicios del nuevo servicio de Fomento se sitúan en una real orden de 12 de junio de 1861 que organizó las *comisiones de estudio* de las cuencas de los ríos Guadalquivir y Ebro —presididas respectivamente por los ingenieros Rafael Clemente⁹ y Saturnino Adana—¹⁰ «a fin de evitar que obras parciales, acometidas con inde-

8. AMOPTMA, legajo 6441, *Expediente personal de Pedro Antonio Mesa Arroquín*.

9. AMOPTMA, legajo 6191, *Expediente personal de Rafael Clemente Garrido*.

10. AMOPTMA, legajo 6081, *Expediente personal de Saturnino Adana Lázaro*.

pendencia unas de otras, y sin relación ninguna entre sí, acaben por imposibilitar, ó dificultar al menos, el planteamiento de un sistema general que permita utilizar la inmensa riqueza... (de) nuestro suelo».¹¹ Ambas comisiones iniciaron sus trabajos a mediados de 1861,¹² desarrollando el pionerismo explorador de las márgenes fluviales.

2.4 *Las campañas de 1862 y 1863*

Por su parte, las brigadas hidrológicas de la Junta de Estadística dedicaron la campaña de 1862 al aforo del caudal de estiaje de las cuencas del Tajo y del Guadalquivir. «Las dos brigadas, de que se compone la Sección Hidrológica, salieron á campaña el 28 de julio de 1862: la una, dirigida por el que suscribe estas líneas (Pedro A. de Mesa) y el ayudante D. Benito Polo, se dirigió al Guadalquivir; y la segunda, á cargo del ayudante primero de Obras públicas D. Víctor de Pagés y el de Estadística D. Andrés Guiano, se dirigió al Tajo... Regresaron a Madrid el 9 de noviembre del mismo año, después de recorrer un trayecto de más de 5.800 Km y de haber recogido los datos diseminados en una extensión de más de 100.000 Km²» (Mesa, 1864, p. 1). Además una pequeña comisión se dirigió al Ebro para determinar su caudal desde Zaragoza hasta el mar (Mesa, 1865, p. 92).

Por tanto, durante 1862, en la cuenca del Guadalquivir operaron la *brigada hidrológica* de la Junta de Estadística presidida por Pedro Antonio de Mesa y la *comisión de estudio* del Guadalquivir dirigida hasta marzo de 1862 por Rafael Clemente y desde marzo a noviembre de 1862 por Rafael Navarro.¹³ Al final de la campaña de 1862, la Junta General de Estadística se daba por enterada de los trabajos hidrológicos practicados y animó al ingeniero-jefe Mesa a elaborar una memoria sobre el Guadalquivir para su posterior publicación.¹⁴

En la primavera de 1863 se debatió en la Junta de Estadística la conveniencia de una mayor coordinación entre las brigadas geológicas, forestales e hidrológicas, pero finalmente se acordó mantener, por aquel año,

11. Real orden de 15 de junio de 1861.

12. AMOPTMA, legajo 299, *Expediente sobre el estudio de la cuenca del Guadalquivir* (1861) y *Expediente sobre el estudio de la cuenca del Ebro* (1861).

13. AMOPTMA, legajo 6191, *Expediente personal de Rafael Navarro Romero*.

14. AIGN, *Libro de Actas de las sesiones celebradas por la Junta general de Estadística (1862-1863)*, Sesión de 7 de diciembre de 1862.

sus respectivos programas de trabajo.¹⁵ En años sucesivos, se intentaría que las brigadas de operaciones geográficas (geológicas, forestales e hidrológicas) operaran sobre una mismo ámbito territorial.

Durante la campaña de 1863, la brigada hidrológica se ocupó de la cuenca del Ebro y una pequeña avanzadilla se dirigió al Duero. El ingeniero Mesa y sus colaboradores se encaminaron al Ebro y, seguramente, utilizaron información de la *Comisión de estudio* del Ebro, presidida por Saturnino Adana (junio de 1861 - abril de 1862) y Mariano Royo (abril de 1862 - julio de 1865).¹⁶ Los resultados de esta nueva campaña también fueron publicados por iniciativa de la Junta de Estadística (Mesa, 1865).

2.5 *La labor de 1864*

Durante la campaña de 1864, la brigada hidrológica –presidida por Mesa– estudió el caudal de estiaje de la cuenca del Duero con el mismo método aplicado en los años precedentes al Guadalquivir y Ebro (aforos, nivelación barométrica, noticias de crecidas y aprovechamientos). Al concluir los trabajos en el Duero, la brigada retornó a Madrid y dedicó el invierno a las habituales labores de gabinete. Por diversas razones, la entrega de la Memoria hidrológica del Duero –suscrita por Pedro Antonio de Mesa– se retrasó a mayo de 1867.¹⁷ La monografía no se publicó.

Avanzada la campaña de 1864, la plantilla de ingenieros de la brigada se amplió con Miguel Cervantes López¹⁸ y Pelayo Clairac.¹⁹ Era la consecuencia de la buena labor de la brigada hidrológica y del favorable impacto producido por la publicación del *Reconocimiento hidrológico del valle del Guadalquivir*.

Mientras tanto, una real orden de 6 de enero de 1864 dispuso que la Junta Consultiva de Caminos se ocupara con urgencia de preparar un plan general para el estudio de todas las cuencas peninsulares: «Redactada la ley

15. AIGN, *Libro de Actas de las sesiones celebradas por la Junta general de Estadística (1862-1863)*, Sesión de 1 de mayo de 1863.

16. AMOPTMA, legajo 6081, *Expediente personal de Saturnino Adana Lázaro* y legajo 6576, *Expediente personal de Mariano Royo Urieta*.

17. AMOPTMA, legajo 6441, *Expediente personal de Pedro Antonio Mesa Arroquín*.

18. AMOPTMA, legajo 6187, *Expediente personal de Miguel Cervantes López*. Cervantes tomó posesión en septiembre de 1864.

19. AMOPTMA, legajo 6190, *Expediente personal de Pelayo Clairac Sáenz*. El joven ingeniero Clairac se incorporó a la brigada el 27 de octubre de 1864.

de aguas... (el Gobierno) cree llegado el momento de estudiar científicamente... los aprovechamientos de aguas...». De acuerdo con el dictamen de la Junta Consultiva, en los meses siguientes, el Ministerio de Fomento —además de las ya operativas comisiones para el estudio del Guadalquivir y del Ebro— dotó tres nuevas comisiones. La del Guadiana²⁰ estuvo encabezada —entre marzo de 1864 y septiembre de 1865— por Secundino Fernández de la Pelilla,²¹ la comisión del Duero fue presidida por Máximo Perea Zoparda²² desde abril de 1864 hasta julio de 1865 y la de la cuenca del Tajo²³ a las órdenes de José Bellón Arcos²⁴ entre abril de 1864 y agosto de 1865. Era un paso decisivo hacia la implantación de los servicios hidrológicos de cuenca.

2.6 *La crítica y última campaña de 1865*

A principios de 1865, las brigadas hidrológicas de la Junta de Estadística contaban con tres ingenieros (Pedro Antonio de Mesa, Miguel Cervantes y Pelayo Clairac). Aquel año el ingeniero-jefe Mesa pensaba reconocer el Guadiana (Mesa y Clairac) incluyendo el tramo portugués y el Tajo (Cervantes). Además las brigadas podrían solicitar la colaboración de las recién organizadas *comisiones de estudio* del Tajo (Bellón) y del Guadiana (Fernández de la Pelilla). La vacante dejada por traslado de Clairac a principios de abril de 1865 fue cubierta el 1 de mayo por el también joven ingeniero Nicolás Sichar Salas.²⁵ Poco después, Mesa y Sichar se trasladaban al Guadiana para iniciar la campaña y Cervantes se dirigió al Tajo.

El final de la campaña de 1865 fue accidentado porque Miguel Cervantes regresó a Madrid enfermo de unas malignas calenturas que cogió en el Tajo. Nicolás Sichar —encargado de las nivelaciones barométricas en la cuenca del Guadiana— falleció en Madrid el 12 de octubre de 1865, probablemente por agotamiento.²⁶ Poco antes, el 6 de octubre de 1865 el in-

20. AMOPTMA, legajo 299, Expediente 4120, *Expediente sobre el estudio de la cuenca del Guadiana* (1864).

21. AMOPTMA, legajo 6254, *Expediente personal de Secundino Fernández de la Pelilla*.

22. AMOPTMA, legajo 6507, *Expediente personal de Máximo Perea Zoparda*.

23. AMOPTMA, legajo 299, *Expediente sobre el estudio de la cuenca del Tajo* (1864).

24. AMOPTMA, legajo 6136, *Expediente personal de José Bellón Arcos*.

25. AMOPTMA, legajo 6616, *Expediente personal de Nicolás Sichar Salas*.

26. Estas valoraciones corresponden a Mesa, ingeniero-jefe de la brigada, en AMOPTMA, legajo 6441, *Expediente personal de Pedro Antonio de Mesa Arroquín*.

geniero-jefe Pedro Antonio de Mesa fue autorizado para pasar al servicio de la Empresa del ferrocarril de Ponferrada a La Coruña. El cese del ingeniero-jefe, Pedro Antonio de Mesa, supuso el abandono de un proyecto de estadística fluvial dotado con precarios recursos.

Al mismo tiempo, el año 1865 marca el inicio de una nueva etapa en el reconocimiento de los ríos españoles. En efecto, una real orden de 29 de julio creó diez *divisiones hidrológicas* (Mateu, 1995) en el organigrama del Ministerio de Fomento que nacían con voluntad de convertirse en un servicio *permanente* dedicado «a los estudios hidrológicos del territorio de la Península que tanto han de contribuir al fomento de la agricultura y demás industrias». Poco después, una *Instrucción* de 10 de agosto señalaba, como objetivos de las nuevas dependencias, la realización de una estadística general de las aguas y de sus aprovechamientos susceptible de aplicarse al «surtido de las poblaciones, el riego, la industria, la navegación y el flotaje». Era una apuesta de futuro, nacida en el contexto de la discusión y aprobación de la ley de aguas de 1866.

2.7 *La entrega de los trabajos pendientes*

Las brigadas hidrológicas de la Junta habían proyectado dedicar la campaña de 1866 al reconocimiento de la región litoral, pero no hubo salida de campo. Oficialmente se adujeron dificultades presupuestarias, pero en realidad las brigadas especiales (geológicas, forestales e hidrológicas) ya no contaban entre los objetivos preferentes de la Junta General de Estadística. Era el momento de concluir las Memorias pendientes, antes de disolver las brigadas. Tras la marcha de Pedro Antonio de Mesa, Miguel de Cervantes²⁷ se hizo cargo de la jefatura de la brigada hidrológica a fines de 1865. El joven ingeniero Juan Manuel Ranero²⁸ debía sustituir a partir del 31 de octubre de 1865 al fallecido Nicolás Sichar, pero alegó grave enfermedad para retrasar su incorporación a la Junta de Estadística.

A lo largo de 1866, Narváez —presidente del Consejo de Ministros— requirió la entrega de las Memorias pendientes a diferentes ingenieros (Pedro Antonio de Mesa, Amalio Maestre, Juan Manuel Aranzazu, Agustín Martínez Alcívar, Francisco García Martino, Andrés Antón Villacampa y Agustín Romero López) que, en su día, habían estado adscritos a las briga-

27. AMOPTMA, legajo 6187, *Expediente personal de Miguel Cervantes López*.

28. AMOPTMA, legajo 6543, *Expediente personal de Juan Manuel Ranero Sainz*.

das geológicas, forestales o hidrológicas, amenazando incluso con la apertura de expedientes. En este sentido, el ingeniero Mesa –al servicio de la compañía del ferrocarril de Ponferrada a La Coruña– entregó la Memoria del Duero (14 de mayo de 1867) y del Guadiana (9 de junio de 1867). Existen acuses de recibo de Narváez, fechados respectivamente el 16 de junio y el 12 de julio de 1867. Por su parte, en junio de 1867, Miguel Cervantes entregó la Memoria y planos del reconocimiento de la cuenca del río Tajo, el plano de la cuenca del Guadiana y el perfil general de ambos ríos.²⁹

El 1 de julio de 1867 –por la ley de presupuestos– se disolvió la brigada hidrológica de la Junta de Estadística. Los ingenieros Miguel Cervantes y Juan Manuel Ranero quedaban en expectativa de destino.³⁰

3. Los ingenieros al servicio de las brigadas hidrológicas

Desde principios de 1860 hasta fines de junio de 1867, varios ingenieros de Caminos prestaron sus servicios en las brigadas hidrológicas de la Junta General de Estadística y dirigieron los reconocimientos de los valles fluviales. La naturaleza de los trabajos exigían largas campañas a lomos de caballerías practicando aforos y nivelaciones, seguidas de trabajos en el gabinete. Las marchas y el cometido de dichas brigadas permiten equiparar a sus componentes con otros exploradores y pioneros coetáneos.

3.1 *Los ingenieros-jefe*

En la práctica, dos ingenieros dirigieron las operaciones: Joaquín Téllez Sotomayor (1860-1861) y Pedro Antonio de Mesa (1862-1865). Cada uno desarrolló un plan de trabajo diferente. El primero –ateniéndose a la real orden de 6 de julio de 1860– enfocó el reconocimiento fluvial como un trabajo topográfico al que se subordinaban los aforos y la descripción de los aprovechamientos. El segundo primó los aforos de estiaje y las nivelaciones barométricas en el campo, y la ordenación de datos esta-

29. Todas las circunstancias de la entrega de las Memorias se citan en AMOPTMA, legajo 6441, *Expediente personal de Pedro Antonio de Mesa Arroquín*.

30. AMOPTMA, legajo 6187, *Expediente personal de Miguel Cervantes López* y legajo 6543, *Expediente personal de Juan Manuel Ranero Satnz*.

dísticos y noticias de aprovechamientos en el gabinete. Eran dos métodos —uno más lento y prolijo y otro más rápido— de inventariar los valles fluviales.

El puesto de ingeniero-jefe de la brigada no debía estar muy solicitado. Ni Téllez ni Mesa eran expertos en hidrología al iniciar su labor en las brigadas a la vista de sus respectivos expedientes personales. En algún momento, incluso se pensó en contratar ingenieros de Lombardía para el reconocimiento de los ríos peninsulares.

Joaquín Téllez Sotomayor (Málaga, 1 de julio de 1816- ?) finalizó sus estudios en 1845. Durante los primeros años, su actividad profesional se desarrolló en el distrito de Granada, en la dirección de las obras del canal de Guadalmedina y en el distrito de Cáceres. Desde 1855 hasta su jubilación en 1879, sus cargos profesionales, salvo una breve estancia en Castelló de la Plana (1873-74), estuvieron en Madrid: profesor de la escuela, comisión de la carta geológica, jefatura de la brigada hidrológica (1860-1861), secretaría de la Junta Consultiva de Caminos, dirección general de Estadística. A menudo, sus problemas de salud limitaron sus capacidades para el servicio.³¹

Pedro Antonio de Mesa (Jódar, 11 de enero de 1826-Madrid, 28 de diciembre de 1875) había concluido sus estudios en 1848. Su trayectoria profesional estuvo vinculada a varias empresas concesionarias de ferrocarriles (Sama de Lagreo-Gijón, Córdoba-Málaga, Ponferrada-La Coruña), salvo los períodos dedicados a la Administración en el distrito de Granada (1848-1855) y en la junta general de Estadística (1862-1865).³² Mesa —conocido por las monografías hidrológicas del Guadalquivir y del Ebro— fue un constructor y gestor de ferrocarriles. Entre 1862 y 1865, este ingeniero recorrió unos 20.000 Km a caballo —«que puedo justificar con mis itinerarios»— por las márgenes de los ríos Guadalquivir, Ebro, Duero y Guadiana. Antes, el 21 de octubre de 1861 firmó el proyecto de canalización del río Guadalmedina, encargado por el Ayuntamiento de Málaga.³³

31. AMOPTMA, legajo 6628, Expediente personal de *Joaquín Téllez Sotomayor*.

32. AMOPTMA, legajo 6441, *Expediente personal de Pedro Antonio de Mesa Arroquín*.

33. Una buena expresión del oficio topográfico y cartográfico del ingeniero es el plano de la laguna de Fuente-Piedra concluido el 13 de octubre de 1852, referenciado con el número 413 en el *Catálogo histórico de Obras Hidráulicas*, Madrid, Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo, 1985, pp. 340-341.

3.2 *Los ingenieros subalternos*

Al menos, cuatro ingenieros subalternos (Miguel Cervantes, Pelayo Clairac, Nicolás Sichar y Juan Manuel Ranero) estuvieron adscritos a las brigadas hidrológicas. Los dos primeros concluyeron sus estudios en 1863 y tomaron posesión de su cargo en la Junta de Estadística a fines de 1864. Los dos últimos finalizaron la carrera en 1864 y pasaron a las brigadas hidrológicas durante 1865. Todos ellos tuvieron ocasión de practicar –casi como primeros destinos– en los valles fluviales.

Miguel Cervantes López (Málaga, 30 de abril de 1842- ?) tuvo una larga dedicación a la Administración (distrito de Badajoz, junta general de Estadística, patrimonio de la Corona, ayuntamiento de Madrid, jefaturas de Canarias y Avila, jefatura de la división hidrológica del Júcar y Segura) que compaginó con breves períodos en la empresa privada.³⁴ Su actividad en la brigada hidrológica la desempeñó como ingeniero subalterno (septiembre de 1864-diciembre de 1865) y como ingeniero jefe (diciembre de 1865-junio de 1867).

Pelayo Clairac Sáenz (Santiago de Cuba, 25 de diciembre de 1839-Madrid, 11 de abril de 1891) dedicó una parte importante de su vida profesional a los ferrocarriles desde puestos de la Administración (división de ferrocarriles de Barcelona, división de Madrid, comisión del proyecto de ferrocarril de Béjar a Mérida) y de la empresa privada (ferrocarril de Medina del Campo a Salamanca). Otros destinos se relacionaron con la gestión de aguas (brigada hidrológica, división hidrológica de Madrid, negociado de aguas).³⁵

Nicolás Sichar Salas (? - Madrid, 12 de octubre de 1865), tras finalizar sus estudios en 1864, fue destinado el 1 de mayo de 1865 a la brigada hidrológica donde falleció en octubre de 1865.³⁶ Por su parte, Juan Manuel Ranero Sáinz, aunque comisionado a la brigada hidrológica, no llegó a prestar servicio por enfermedad.³⁷

34. AMOPTMA, legajo 6187, *Expediente personal de Miguel Cervantes López.*

35. AMOPTMA, legajo 6190, *Expediente personal de Pelayo Clairac Sáenz.*

36. AMOPTMA, legajo 6616, *Expediente personal de Nicolás Sichar Salas.*

37. AMOPTMA, legajo 6543, *Expediente personal de Juan Manuel Ranero Sáinz.*

4. Los trabajos hidrológicos durante las campañas

Apenas ha quedado constancia de los trabajos realizados por las brigadas hidrológicas en 1860 y 1861. Por contra, las labores acometidas durante las campañas de 1862 a 1865 se hallan mejor documentadas. Cada verano las brigadas practicaban varias decenas de aforos conducentes a estimar el caudal de estiaje en una gran cuenca peninsular. Al mismo tiempo se procedía a la realización de nivelaciones barométricas del curso principal y de sus afluentes principales. Las dimensiones del territorio exigían métodos expeditivos para cubrir, por término medio, marchas de unos 40 Km diarios (Mesa, 1864, p.2).

4.1 Operaciones de aforo

La práctica de aforos era una operación laboriosa que precisaba la intervención de una brigada experta durante varias horas y generalmente se repetía en días sucesivos hasta fijar el caudal de estiaje. Los técnicos de las primeras décadas de la segunda mitad del siglo XIX anotaban gran número de variables (características del lecho, materiales de los flotadores, temperatura atmosférica, viento, tipo de aparato, etc.). Naturalmente, el ingeniero Mesa y sus brigadas no pudieron operar de esa forma porque la limitada duración de la campaña lo impedía si se quería alcanzar la región inferior del valle: «Los aforos se han hecho de la manera más rápida y expedita, tomando las secciones por nivelación ó por sondeo con un sencillo aparato de cuerdas, de que iban provistas las brigadas; y la velocidad con flotadores... Los pequeños cursos de agua se aforaron de igual modo, y han debido por lo tanto cometerse errores, si bien el resultado general ha sido muy aceptable comparando con otros trabajos hechos más minuciosamente» (Mesa, 1864, p. 2). De regreso a Madrid, en el gabinete se efectuaban los cálculos y se comprobaba la coherencia de cada estación de aforo respecto de los puntos aforados anterior y posterior del valle, integrando las aportaciones de los tributarios. Después, el *gasto* también se relacionaba con la superficie de la cuenca de alimentación y con las características de las diferentes formaciones litológicas.

Este procedimiento de aforar del ingeniero-jefe Mesa contrasta significativamente con los trabajos realizados para nuevas concesiones. Así, el mismo año que la brigada hidrológica reconocía todo el valle del Duero, el ingeniero-jefe de Valladolid, Carlos Campuzano, también aforó el río

Duero los días 22, 23 y 30 de agosto y 13 de septiembre de 1864, al pie del pueblo de Sardón, en unión de Manuel Estibaus, entonces ingeniero de la sociedad Unión Castellana:³⁸

«Las sequías tan continuas de este año y la circunstancia de haber sido muy pocas las nieves en el invierno anterior han influido notablemente en la escasez que se observa en el río comparada con la de otros años y viendo que seguían bajando he vuelto a repetir en los días 30 del mes de agosto y 13 del presente, eligiendo otro punto a corta distancia aguas arriba del puente de Herrera...

Los aforos verificados en la inmediación de Sardón se han hecho con el instrumento de Reichenbach (tubo de Pitot, perfeccionado) y con flotadores de obleas. El río tiene una extensión en línea recta de seiscientos metros, y el tramo en que se hicieron las observaciones de sesenta metros tiene secciones transversales que se diferencian muy poco...

Para tener con toda precisión las velocidades en los diferentes filetes de agua, se tendió de una a otra orilla y perpendicular a la corriente un grande calabrote, en el que se señalaron por distancias horizontales de dos en dos metros los puntos en que habían de hacerse las observaciones; estas se hicieron con el tubo de Reichenbach en el fondo, en la altura media y en la superficie, repitiéndolas frecuentes veces en cada una de las verticales para tener exactamente la diferencia de altura en los tubos y deducir las velocidades por las tablas que acompañan a estos instrumentos...

En esos mismos días hice varios flotadores de obleas que recorrieron con regularidad en el filete de mas profundidad del río...

(La diferencia de resultados entre ambos procedimientos) «se comprende perfectamente; el ultimo sistema es imperfecto, no puede tenerse seguridad de la marcha de los flotadores. El empleo de los tubos dá la velocidad en cada punto de la seccion del río y cuanto mas se repitan y subdividan, mejores seran los resultados.

Disponiendo á los pocos días que hice esas observaciones, del molinete Woltmann, creí conveniente emplearle para ver los resultados ... me trasladé a Herrera de Duero el día 30 de agosto, eligiendo un tramo muy uniforme del río en cuya mitad procsimamente tomé un perfil trasversal, cuyas profundidades se anotaron en las mas bajas aguas de ese día... Para deducir las velocidades por el numero de bueltas que daba el molinete en un minuto, tenía que hallar antes el coeficiente por el que se multiplicase las que correspondiesen á un segundo, deduciendole de varias experiencias comparativas con las velocidades halladas por el tubo de Reichenbach. De diez y nueve experiencias hallé este coeficiente...

... repetí mis observaciones el día 13 del corriente, bolviendo á medir con toda la exactitud la seccion trasversal del río, que dio muy cortas diferencias con el del día 30... El día no podía estas mas en calma, así es que las observaciones con el tubo de Reichenbach en cada punto en nada discrepaban...»

38. AMOPTMA, legajo 161, *Expediente relativo al abastecimiento de aguas potables a Valladolid.*

El ingeniero Campuzano dudó de los resultados obtenidos con el molinete de Woltmann. En síntesis he aquí los resultados, expresados en m³/seg:

Fecha	Lugar	Caudal (Instrumento Reichenbach)	Caudal (Molinete de Woltmann)
22 agosto	Sardón	14,3	
23 agosto	Sardón	14,4	
30 agosto	Herrera de Duero	13,9	13,7
13 septiembre	Herrera de Duero	13,6	15,7

4.2 Nivelaciones barométricas

Los trabajos de las brigadas hidrológicas formaba parte del programa iniciado por la ley de medición y descripción del territorio de junio de 1859. El levantamiento de los perfiles longitudinales del valle principal y sus afluentes se inscribía en la perspectiva topográfica de muchas brigadas de la Junta general de Estadística. Los perfiles eran además una variable fundamental para la caracterización de los valles fluviales.

A partir de cotas conocidas (ciudades, estaciones de ferrocarril, carta geográfica de Coello, etc.), las brigadas hidrológicas durante las sucesivas campañas realizaron nivelaciones barométricas «con el Anaeroide, frecuentemente comparado con un buen barómetro Fortin, arreglado al tipo del Observatorio de Madrid y situado en estaciones lo más próximo posible al campo de observaciones» (Mesa, 1864, p. 2). En la campaña de 1865, el ingeniero subalterno Nicolás Sichar se encargó de las nivelaciones barométricas en la cuenca del Guadiana.

Las nivelaciones barométricas culminaban en el gabinete con la elaboración de perfil longitudinal del valle fluvial y sus afluentes principales. En 1867, se disponía de los perfiles del Guadalquivir, Ebro, Duero, Tajo y Guadiana. No obstante, sólo se publicaron los del Guadalquivir y Ebro (Mesa, 1864 y 1865).

4.3 *Descripción del valle y labores de encuesta*

Los trabajos de campo se completaban con descripciones del valle fluvial y con la realización de encuestas referidas a aguas (aprovechamientos, crecidas, proyectos, lagunas, etc.). En el caso del Guadalquivir, Mesa (1864) pudo aportar experiencias adquiridas en los años al servicio del distrito de Granada y como proyectista del ferrocarril de Córdoba a Málaga. En las labores de encuesta, colaboraron las jefaturas provinciales de Obras Públicas, los concesionarios de aguas, los ingenieros al servicio de empresas privadas, etc.

En las descripciones del medio físico, Pedro Antonio de Mesa es parco y conciso en extremo. No obstante, en ocasiones aprecia con nitidez procesos y modelados geomorfológicos, la sucesión de paisajes y destaca la belleza de la naturaleza. Es una somera presentación del valle fluvial.

5. El trabajo de documentación en el gabinete

Antes y después de una campaña, la brigada hidrológica reunía «una colección de datos y noticias de todas partes pero principalmente de los archivos de la Junta y de la Dirección general de Obras Públicas». ³⁹ En la redacción de las Memorias finales se utilizó preferentemente la documentación de la Junta de Estadística. Por contra, las memorias disponibles en la Dirección general «hubieran evitado (errores) teniendo á la vista los numerosos datos recogidos por Ingenieros, que deben existir en el Ministerio de Fomento con relacion á estos estudios» (Mesa, 1865, Introducción).

5.1 *La documentación en la Junta de Estadística*

El archivo de la Junta general de Estadística era un centro de documentación que reunía los trabajos geodésicos, geológicos, forestales, catastrales de todas las brigadas repartidas por territorio español. En las dependencias de la Junta, se producían además las Memorias finales y los avances provisionales de los equipos técnicos adscritos al programa de medición y descripción del territorio, lo cual permeabilizaba los resultados.

39. AMOPTMA, legajo 6441, *Expediente personal de Pedro Antonio de Mesa Arroquín*.

En la redacción de las Memorias hidrológicas del Ebro y del Guadalquivir Pedro Antonio de Mesa utilizó el *Avance geológico de España* de Amalio Maestre. En 1864, dicho Avance geológico se imprimió como *Plano con el bosquejo geológico general de España* por iniciativa de la Junta general de Estadística. El mismo ingeniero Mesa también consultó la *Carta general de España* de Francisco Coello, el *Censo de población* de 1860, los *Anuarios estadísticos de España* correspondientes a los años 1858, 1859-60 y 1860-61, etc. Sin duda, recurrió también al *Diccionario* de Madoz.

5.2 *La documentación en la Dirección general de Obras Públicas*

Naturalmente la mejor documentación sobre aguas estaba en la Dirección general de Obras Públicas, cuyo depósito de planos y archivo reunían muchos proyectos relacionados con aguas corrientes y estancadas. No obstante, los ingenieros de las brigadas hidrológicas sólo consultaron dichos fondos de forma somera. Tal vez, esta escasa labor de documentación en el Ministerio de Fomento sea el mayor déficit de los *reconocimientos* de las brigadas hidrológicas. Mesa era bien consciente, pero «deberá hacerse cuando terminado este bosquejo de la cuestion en toda España..., se esté en el caso de reunir y de ordenar cuanto de interesante haya (en el Ministerio de Fomento) para la ciencia y la aplicación». En el archivo de la Dirección General había dos tipos de documentos de especial interés para las brigadas: los estudios recientes sobre navegación fluvial y algunos datos de aforos.

5.2.1 *Estudios recientes sobre navegación de los ríos.* Desde principios de la década de los cuarenta del siglo XIX, tras el fracaso de varios concesionarios para establecer la navegación fluvial en el Ebro, Tajo y Guadalquivir, la Administración se hizo cargo de los estudios y reconocimientos necesarios para incentivar la decisión de futuras empresas (Sáenz Ridruejo, 1990, p. 17). Aparentemente, los nuevos estudios sobre navegación se inscribían en la larga tradición del proyectismo utópico (Díaz Marta, 1985), especialmente brillante durante la Ilustración (Arroyo-Camarero, 1989). No obstante, su ascendencia más directa fueron los sucesivos informes de Larramendi⁴⁰

40. Una valoración de los informes de Larramendi puede encontrarse en Sáenz Ridruejo (1990) y Del Moral (1991).

que marcaron una inflexión hacia el realismo de los proyectos de navegación fluvial (Alzola, 1979).

En efecto, los ingenieros de mediados del siglo XIX fueron cada vez más conscientes de las limitaciones físicas de los ríos peninsulares para la navegación en la medida que sus reconocimientos eran más precisos. Dichos estudios analizaban con mayor detalle el régimen de las aguas (altas, medias y estiajes), las sinuosidades del lecho, el comportamiento de las márgenes y la alternancia de *tablas* y *chorreras*, la pendiente general y por tramos, etc. En realidad todos estos datos eran o podían ser relevantes para la confección de las monografías hidrológicas de la Junta general de Estadística.

a) *Estudios sobre el Guadalquivir*. En la década de 1841 a 1850, el estudio de la navegación de Córdoba a Sevilla conoció una significativa revitalización (Del Moral, 1991). García Otero (1847) –tras dos campañas de reconocimiento en 1842 y en 1844– publicó una monografía que constituye un hito bibliográfico para los estudios posteriores del Guadalquivir. Pedro Antonio de Mesa la consultó para la redacción de su *Reconocimiento del valle del Guadalquivir*. En efecto, los estudios de García Otero (1842, 1847) contienen una completa relación de las *tablas*, *chorreras*, vados y presas, una caracterización de las márgenes, fondos y variaciones del lecho y el resultado de varios aforos en el tramo de Córdoba a Sevilla. De ellos había concluido que «ni por el volumen de aguas, ni por la pendiente el Guadalquivir es naturalmente navegable»

El proyecto de mejora de la navegación del río Guadalquivir en su región marítima –publicado por Corroza (1859)– era otro documento a disposición de Mesa. Las propuestas de Corroza marcan el arranque del nuevo proyecto portuario de Sevilla. Entre otros aspectos, el proyecto analiza un cauce marítimo-fluvial (régimen de mareas, características del llano de inundación, dinámica hidrogeomorfológica del canal, etc.), cuyas conclusiones interesaban a la brigada hidrológica de la Junta General de Estadística.

b) *Estudios sobre el Guadiana*: Una real orden de 19 de octubre de 1849 comisionó a Felipe Naranjo (ingeniero de Minas) y a Carlos M^a de Castro (ingeniero de Caminos) para que, entre otras cuestiones, estudiaran los medios para hacer navegable el Guadiana desde Badajoz hasta su desembocadura. No obstante, el estudio se restringió al tramo comprendido

entre el puente de Mérida y el puente de las Palmas en Badajoz (Castro, 1854, pp. 111-114). Carlos M^a de Castro –futuro autor del proyecto de ensanche de Madrid– fijó la alternancia de *tablas y chorreras* y la pendiente del lecho del Guadiana entre Mérida y Badajoz. Las condiciones del cauce se hallaban dentro del límite aceptable para la navegación en ambos sentidos, auxiliada por la sirga, si se efectuaban dragados en las chorreras y se cegaban canales secundarios.

c) *Estudios sobre el Tajo*: En 1861, el ingeniero Rafael Clemente –destinado en la provincia de Cáceres desde 1859– culminó una Memoria sobre la navegación del Tajo desde la desembocadura del Sever hasta los Callejones del Salto del Gitano. El capítulo III describe el cauce (casi 75 Km) y los diferentes tipos de obstáculos para la navegación (espigones y puntas salientes, *chorreras* y presas), analiza el régimen de las aguas altas y estiajes de 1857, 1858, 1859 y 1860 en la escala hidrométrica situada en el puente de Alcántara y, por último, considera la pendiente del cauce (con la distribución de *tablas y chorreras*) y las variaciones de la velocidad del flujo. El ingeniero Rafael Clemente practicó además varios aforos durante el estiaje de 1859. En los capítulos siguientes se analizan, por tramos, las cuatro condiciones básicas para la navegación fluvial (anchura suficiente de cauce, dirección sin cambios bruscos, profundidad o calado bastante y velocidad que no exceda de ciertos límites). El Tajo –entre Alcántara y la frontera portuguesa– cumplía las dos primeras condiciones, pero no las últimas. En un apéndice, Rafael Clemente trató monográficamente los Callejones del Salto del Gitano para mostrar las dificultades de la navegación hacia aguas arriba (Berecibar, 1864).

También se practicaron simultáneamente estudios corográficos, físicos e hidrográficos del valle del Tajo (Page, 1867), en el tramo portugués.

d) *Estudios sobre el Duero*: Una real orden de 17 de noviembre de 1851 mandó reconocer los ríos Pisuerga y Duero para averiguar la conveniencia de establecer la navegación entre Valladolid y Zamora. El ingeniero Antonio Revenga⁴¹ –en dos campañas sucesivas– analizó los casi 15 Km del cauce del Pisuerga aguas abajo de Valladolid y los casi 90 Km del Duero hasta Zamora (Revenga, 1854, pp. 93-98), levantó un plano a escala 1/5.000 con las formas más notables del lecho y sus márgenes y confeccionó

41. AMOPTMA, legajo 6548, *Expediente personal de Antonio Revenga*.

un estado con las longitudes parciales de *tablas* y *chorreras*.⁴² Sobre estas referencias, estableció las principales variables del flujo como base de las obras necesarias (esclusas, cortas, caminos de sirga, dragados de *chorreras*, reposición de presas arruinadas, etc.) para la navegación que consideraba viable (Revenga, 1854, pp. 93-98).

También, se practicaron reconocimientos del Duero portugués (Oliver, 1926, 1927, 1928) después del tratado de libre navegación entre Portugal y España de 1840. Entre ellos, destaca un mapa del sector portugués realizado en 1848 por J. Forrester a escala 1/60.000 acompañado de diferentes croquis, estados y viñetas y una Memoria sobre la navegación del Duero escrita en 1851 por Francisco García San Pedro, ingeniero jefe de la provincia de Salamanca⁴³ que —entre otros puntos— considera las características del cauce, el régimen del río y de la navegación, etc.

e) *Estudios sobre el Ebro*: La navegación por el Ebro desde el Mediterráneo hasta Zaragoza, en unión con el Canal Imperial de Zaragoza a Tudela y el ferrocarril desde Tudela al Cantábrico, era un eje de transporte con grandes perspectivas a mitad del siglo XX. «Su gran extensión, la circunstancia de facilitar la comunicación entre los dos mares, la abundancia y la variedad de los productos de las comarcas que atraviesa, contribuyen a hacerla beneficiosa para las capitales que en ella con acierto se empleen y, por lo tanto, para el país» (Rodríguez, 1857, p. 178). En este contexto se inscriben los reconocimientos practicados por García Otero (1846) en el canal Imperial.

Pero aquí interesan los reconocimientos de los ríos. Varios ingenieros franceses —al servicio de la Real compañía de navegación del Ebro— intervinieron en la elaboración del proyecto y dirección de las obras desde Zaragoza al Mediterráneo durante la primera década de la segunda mitad del siglo XIX. Avanzado el mes de julio de 1857, se inauguró el servicio fluvial entre Xerta y Sant Carles de la Ràpita y se confiaba culminar la obra para la fiesta del Pilar de 1858 (Rodríguez, 1858). No obstante, el ingeniero Mesa (1865, pp. 111) —al visitar en 1863 los trabajos desarrollados por la Compañía— encontró que «las obras estaban abandonadas sin los guardas,

42. La cartografía del proyecto de Antonio Revenga aparece citada con el número 524 en el *Catálogo histórico de Obras Hidráulicas*, Madrid, Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo, 1985, p. 359.

43. AMOPTMA, legajo 6282, *Expediente personal de Francisco García San Pedro*.

siquiera indispensables para su custodia, y sin esperanza que llegaran a su terminación ... Las condiciones del proyecto han cambiado y es necesario abandonar la idea de comunicar á Zaragoza con el mar por medio de la navegación del Ebro».

En el *Reconocimiento hidrológico del valle del Ebro* (Mesa, 1865) se transcribió una Memoria del ingeniero francés Lesquiller (1864) que, entre otros aspectos, ofrece un panorama general del valle del Ebro entre Zaragoza y el mar, un análisis de la pendiente y profundidad del lecho así como del caudal y velocidad del flujo del río. Después se consideran los sistemas y obras proyectados para la navegación (rectificaciones y dragados, esclusas, canales, etc.).

5.2.2 *Estudios hidrológicos de ríos*: Las brigadas hidrológicas de la Junta de Estadística también pudieron consultar algunos estudios hidrológicos puntuales publicados en el *Boletín Oficial de Caminos, Canales y Puentes* o en la *Revista de Obras Públicas*. Los aforos practicados derivaban de la intervención de comisiones temporales y carecían de continuidad.

Entre el 10 y 16 de septiembre de 1842, el inspector José García Otero –auxiliado por los ingenieros Jacobo González Arnao y Marcelo Sánchez Movellan y el arquitecto Segundo Díez– practicaron minuciosos aforos en los ríos Ésera y Cinca relacionados con el proyecto de Canal de Litera. En la conclusión, indican que en España los estudios hidrológicos de los ríos aún eran balbucentes: «Para formar la estadística de las aguas corrientes con buenos resultados que puedan utilizarse en beneficio de la prosperidad del país, es indispensable hacer un estudio concienzudo de sus ríos, lo que no llegará á conseguirse con comisiones temporales, por muy expertos que sean los Ingenieros á quienes se confíen: si se quiere conocer bien los estados de agua y su influencia en el regimen, hay que vivir sobre los ríos algunos años...» (García Otero *et al*, 1846, p. 180).

Por su parte, el ingeniero de Minas Felipe Naranjo y el ingeniero de Caminos Carlos M^a de Castro recorrieron el Guadiana desde las lagunas de Ruidera hasta Badajoz en cumplimiento de una real orden de 19 de febrero de 1849. Los escritos derivados de dicha campaña –efectuada entre abril y noviembre de 1849– encuentran paralelismos con la literatura de otros exploradores coetáneos. Felipe Naranjo realizó un estudio geológico y geonóstico de la cuenca del Guadiana. Carlos M^a de Castro levantó una nivelación corrida del curso del río, verificó algunas nivelaciones transversales y practicó varios aforos del río. Los *Apuntes* del Guadiana de Castro

(1854) constituyen un precedente destacado para los estudios del Guadiana porque testimonian la magnitud del cambio ambiental de la cuenca. Carlos M^a de Castro mantuvo la entonces vigente separación hidrográfica de dos ríos independientes (el Guadiana de Ruidera y el Guadiana de los Ojos). Sin duda, su análisis hidrogeomorfológico de las lagunas –altas y bajas– de Ruidera, la descripción de Guadiana la baja y los aprovechamientos de las aguas serían de obligada referencia para las brigadas hidrológicas de la Junta General de Estadística.

A principios de la segunda mitad del siglo XIX los estudios hidrológicos de ríos peninsulares mostraba un notable atraso: «En algunas naciones se observa diariamente la altura de las aguas sobre escalas establecidas de antemano en sitios adecuados, formándose catálogos de inestimable valor. Por desgracia no tiene lugar aún entre nosotros...». Mientras se formaban comisiones permanentes de estudio de las cuencas fluviales, serían bienvenidos todos los datos de aforos que los ingenieros practicasen, «observaciones que a veces cuestan poco de adquirir y que tan útiles son en ciertos casos» (Almazán, 1858). En esta línea, se publicaron aforos de estiaje realizados en el Segura, Tajo y Henares (Almazán, 1858), en el río Vanera (Redacción, 1855), en los proyectos y obras de abastecimiento urbano, etc.

A lo largo de 1860 sucedieron importantes avenidas en numerosas cuencas fluviales de ambas mesetas. Barrón (1861) analizó la magnitud del fenómeno y concluyó solicitando «el examen de las grandes cuencas de los ríos, el estudio topográfico e hidrográfico de su curso, la conveniencia de aplicar el sistema que la localidad aconseje como el mejor en las obras del arte». En opinión de Barrón, el desarrollo de semejante plan era superior a las fuerzas particulares y necesitaba el apoyo del Gobierno. Meses después Madrazo (1861) revisaba la experiencia francesa tras las catastróficas inundaciones de 1856 para aplicarla a las recientes crecidas de numerosas cuencas peninsulares. Naturalmente las brigadas hidrológicas, durante sus campañas de campo, tuvieron ocasión de reunir informaciones sobre las mencionadas avenidas de 1860.

6. Contenidos de los *reconocimientos* hidrológicos

Los trabajos hidrológicos de la Junta general de Estadística culminaron con la redacción de cinco monografías sobre los principales ríos penin-

sulares (Guadalquivir, Ebro, Duero, Tajo y Guadiana). Las dos primeras se publicaron (Mesa, 1864 y 1865), mientras las restantes quedaron inéditas. Puesto que mis pesquisas por localizar las Memorias hidrológicas del Duero, Tajo y Guadiana han sido negativas, este breve análisis de contenidos sólo se referirá a los reconocimientos publicados. En ambas monografías, el autor desarrolló un mismo esquema⁴⁴ que, sin duda, se mantendría en las tres memorias inéditas.

De entrada, los reconocimientos hidrológicos aportan los resultados de los aforos practicados durante una campaña que se iniciaba en julio y concluía en octubre. La brigada realizaba su labor desde la cabecera hacia la desembocadura. Por tanto, los datos establecían un módulo de estiaje, pero el ingeniero los consideró equivalentes al caudal mínimo garantizado (Del Moral, 1991). Esta confusión conceptual mereció una pronta desautorización de los *reconocimientos* por parte de la Junta Consultiva de Caminos a la hora de analizar los expedientes de nuevas concesiones.

6.1 *El reconocimiento del Guadalquivir*

La monografía hidrológica del Guadalquivir (Mesa, 1864) se articula en dos partes: una breve descripción física e hidrológica de la cuenca y un análisis de los datos hidrométricos de la campaña de 1862 (M. de C., 1864). El autor advierte del carácter novedoso –aunque preliminar– de un estudio hidrológico referido a las diferentes fases del estiaje del Guadalquivir. Para la exposición, el ingeniero Mesa establece cuatro sectores arbitrarios: la región superior (desde el origen hasta Mengíbar), la región media (entre Mengíbar y Córdoba), la región inferior (comprendida entre los puentes de Córdoba y Sevilla) y la región marina (desde Sevilla hasta la desembocadura).

En la descripción física e hidrográfica de la cuenca (56.522 Km²), Mesa aporta los resultados de las nivelaciones barométricas practicadas por su brigada para caracterizar las pendientes longitudinales de las diferentes regiones e introduce someras noticias geológicas procedentes del Avance elaborado por Amalio Maestre. Por contra, no refiere el volumen y distribución de las precipitaciones porque el número de observatorios era insu-

44. En la *Revista de Obras Públicas de 1864 y 1865*, se publicó una reseña de ambas monografías firmadas por las iniciales M. de C. que interpreto como Miguel de Cervantes, ingeniero entonces adscrito a las brigadas hidrológicas de la Junta de Estadística.

ficiente para fijar un «término medio racional». Por ello, el ingeniero concluye la primera parte solicitando la creación de un servicio estatal de observatorios meteorológicos.

La segunda parte trata los datos hidrométricos del estiaje de 1862, completándolos con informaciones sobre aprovechamientos ya establecidos, concesiones de aguas efectuadas hasta fines de 1860, aguas estancadas, minerales y salinas y, por último, con el estado de las principales vías de comunicación y las necesarias para el futuro. Del Moral (1991) ha contextualizado con detalle dichos contenidos, por lo cual sólo apuntaré dos breves referencias hidrológicas.

La metodología de la campaña –desarrollada desde julio a octubre entre la cabecera y Sevilla– captó diferentes fases del estiaje. En síntesis, la compleja región superior aportaba al Guadalquivir 15,3 m³/seg en el puente de Mengíbar, de las cuales 4 procedían del Guadiana menor y 6,7 del Guadalimar. A lo largo de la región media –según aforo de Córdoba– el río aumentaba su caudal hasta 23,6 m³/seg. En la región inferior, el gasto aumentaba a 50,6 en Cantillana y a 53,3 en el puente de Sevilla, siendo especialmente abundante el Genil con 21 m³/seg. El último aforo se practicó en octubre y el río «evidentemente no estaba en estiaje».

Los aforos de la región inferior practicados por la brigada representaban valores superiores a los de García Otero (1847), obtenidos durante el estiaje de 1842. En la interpretación de los datos, Mesa se mostró excesivamente condicionado por el interés de la Junta de Estadística en inventariar la «riqueza» hidrológica del valle. En realidad, la brigada hidrológica había aforado diferentes estados de estiaje, pero no los caudales mínimos disponibles para los aprovechamientos ya establecidos y para las futuras concesiones.

6.2 *El reconocimiento del Ebro*

La organización de la Memoria hidrológica del Ebro (Mesa, 1865) «está calcada sobre aquella (la del Guadalquivir), tanto en las materias que trata, como en el orden de exposición que se ha seguido: si resulta mas estensa, es porque el valle que describimos (Ebro) tiene mas importancia que aquel...» En la introducción, el ingeniero advierte sobre las utilidades de un estudio –aunque provisional– para las futuras concesiones. La gran extensión de la cuenca (83.530 Km²) aconsejaba dividirla en tres porciones: la región superior (hasta Miranda de Ebro), la región media (desde

Miranda hasta Zaragoza) y la región inferior (el área situada aguas abajo de Zaragoza).

Las primeras páginas del *reconocimiento* se dedica a la descripción física de la cuenca: dimensiones del valle, pendiente general, clasificación hidrográfica según afluentes de primer orden (Jalón, Aragón, Gállego y Segre), segundo y tercero y caracterización geológicas de las formaciones litológicas. Estos datos se completan con la población por provincias, la superficie cultivada (regable y secano) y tipos de cultivos.

El contenido central de la monografía presenta los resultados hidrométricos del estiaje de 1863 por regiones o sectores, completándose con noticias sobre aprovechamientos, concesiones, aguas estancadas, etc. El análisis hidrológico del Ebro —más elaborado que el del Guadalquivir— mantiene el concepto de estiaje como equivalente a la «riqueza» hidrológica del valle principal o de sus afluentes. El autor incorpora además algunos datos de aforos practicados en 1862 y noticias procedentes de otros técnicos que en algún momento habían intervenido en la cuenca del Ebro. El ingeniero Mesa era consciente que el estiaje de 1863 no podía «reputarse como de los más estériles que se conocen en este río».

En el cuadro siguiente, se sintetizan los caudales de estiaje del Ebro y las aportaciones de sus afluentes de primer orden en las confluencias, según los aforos practicados por la brigada en 1863:

Estación de aforo	Caudal (m ³ /seg)	Estación de aforo (desembocadura)	Caudal (m ³ /seg)
Miranda de Ebro	20,2	Aragón	8,4
Calahorra	30,0	Jalón	2,8
Tudela	45,2	Gállego	9,0
Zaragoza	28,3	Segre	92,2
Mequinenza	135,6		
Flix	136,0		

A continuación, el ingeniero calculó la producción total del valle del Ebro durante el citado estiaje en 274,2 (m³/seg), y de cada uno de los principales afluentes, porque incluyó también los aprovechamientos ya establecidos. En última instancia, la «producción» del valle, los aprovechamientos y los sobrantes constituían la *riqueza* hídrica del valle.

7. Balance de las brigadas hidrológicas

El reconocimiento hidrológico de los valles fluviales –incluido entre las prioridades de la ley de medición y descripción del territorio (de 5 de junio de 1859)– derivó hacia en un estudio estadístico de los módulos de estiaje de los grandes ríos españoles. La actividad efectiva de las brigadas hidrológicas se redujo a cuatro campañas (1862-1865) durante las cuales se aforaron el Guadalquivir, Ebro, Duero, Tajo y Guadiana. El programa se interrumpió bruscamente en 1866, sin alcanzar la «región litoral».

El programa hidrológico original (1860-1861) había carecido de los necesarios recursos humanos y pecó de objetivos excesivamente ambiciosos. En 1862, se redefinieron los medios y los objetivos de los trabajos hidrológicos. A partir de entonces, el balance es positivo si se repara en la magnitud de la empresa, en los limitados efectivos y en los resultados alcanzados en cuatro campañas. Los integrantes de las brigadas hidrológicas –con grandes dosis de aventurismo romántico– hicieron realidad una empresa que puede asimilarse a otras coetáneas. En efecto, los viejos estados europeos –al igual que los países nuevos– fueron escenario, en estos años, de campañas científicas de reconocimiento de la naturaleza y de sus recursos naturales: geólogos, ingenieros, geógrafos y aventureros aportaron los nuevos bagajes científicos y técnicos al conocimiento de ríos, montes y paisajes conocidos, habitados y explorados desde miles de años.

7.1 *El atraso en materia de aguas*

El indudable esfuerzo de las brigadas hidrológicas de la Junta general de Estadística –culminado con sus *reconocimientos hidrológicos* publicados e inéditos– no debe enmascarar el atraso tecnológico en materia de aguas. Ante este panorama, los técnicos sugirieron los pasos necesarios encaminados a un más ajustado conocimiento de la hidrología española.

Así, García Otero *et al* (1843) –tras practicar unos aforos en los ríos Esera y Cinca en 1842– concluían que los datos aislados carecían «de valor por ellos mismos... Los aforos de los ríos deben hacerse diferentes veces en un mismo estado de aguas y repetirse algunos años, si se quiere encontrar el verdadero valor medio. Pero entre nosotros, por lo menos hasta ahora, semejantes comisiones (de aforos) han sido temporales, y en algunas ocasiones apremiantes para presentar en corto tiempo resultados buenos ó malos, sopena de exponerse a la mas injusta crítica...» Los mismos ingenie-

ros añadían que «para formar la estadística de las aguas corrientes con buenos resultados que puedan utilizarse en beneficio de la prosperidad del país, es indispensable hacer un estudio concienzudo de los ríos, lo que no llegará a conseguirse con comisiones temporales, por muy expertos que sean los Ingenieros á quienes se confíen: si se quiere conocer bien los estados de agua y su influencia en el régimen, *hay que vivir sobre los ríos algunos años*, y además de estas circunstancias los Ingenieros deben disponer de agentes de confianza y de los medios necesarios».

Vivir sobre los ríos algunos años era el camino emprendido en otros estados europeos porque el conocimiento de las cuencas hidrográficas requería un trabajo permanente. Mientras «en algunas naciones se observa diariamente la altura (de las aguas fluviales), sobre escalas establecidas de antemano en sitios adecuados, formándose catálogos de inestimable valor, por desgracia no tiene esto lugar entre nosotros» (Almazán, 1858). En el momento de la creación de las brigadas hidrológicas (1859), el panorama se reducía a comisiones especiales que practicaban aforos puntuales de estiaje para nuevas concesiones. En este sentido, las brigadas hidrológicas de la Junta general de Estadística significaron una primera aproximación –apresurada, rápida, acelerada– a una materia compleja. Pero el desafío no era practicar centenares de aforo en una campaña sino vivir sobre los ríos algunos años. Superar el atraso pasaba por la formación de comisiones permanentes de estudio de los ríos. La creación de las Divisiones Hidrológicas (1865) representó la oportunidad de superar un creciente atraso tecnológico (Mateu, 1995).

7.2 *Un reconocimiento preliminar*

Los *reconocimientos hidrológicos* de los cinco grandes valles fluviales efectuados por las brigadas hidrológicas adolecían «de mil defectos de observación», pero avanzaban «un bosquejo de la cuestión» del agua en España y, por tanto, eran «de alguna utilidad para la Administración» (Mesa, 1865, Introducción). Nadie como el ingeniero-jefe de las brigadas hidrológicas era tan consciente del carácter preliminar de los reconocimientos del Guadalquivir, Ebro, Duero, Guadiana y Tajo.

En el capítulo de las Conclusiones de los *reconocimientos* del Guadalquivir y del Ebro, Mesa (1864, 1865) ofrece unos resúmenes estadísticos de cada uno de los valles fluviales. Eran un avance y un bosquejo numérico encaminados a cuantificar los estiajes de los ríos peninsulares y la produc-

ción media de aguas de cada sector del valle en relación con la red de afluentes y con las formaciones litológicas. En otras palabras, ésa era la «riqueza» hidrológica de España para atender los aprovechamientos ya establecidos y para los nuevos usuarios, mientras no se planteara la regulación fluvial. En los reconocimientos, por «lo vasto del asunto y la carencia de datos» nada se avanzaba sobre el valor hidrológico de las crecidas y las aguas medias. Naturalmente, dicho estudio sobrepasaba la capacidad de los esforzados integrantes de las raquílicas brigadas hidrológicas de la Junta General de Estadística.

Agradecimientos: Esta investigación –parte de un trabajo más extenso en fase de elaboración– no se hubiera realizado si la Universitat de València no me hubiera concedido un permiso de exención de docencia durante el curso 1993/94. La Conselleria d'Educació i Ciència de la Generalitat Valenciana me becó para una estancia en Madrid en ese mismo período. Reconozco con gratitud las facilidades y deferencias del personal del Archivo General del Ministerio de Obras Públicas y del Archivo del Instituto Geográfico Nacional. Agradezco las sugerencias de los ingenieros Fernando Saénz Ridruejo, José M^a Santafé y Juan Marco Segura y de los geógrafos Antonio López Gómez, Nicolás Ortega, Leandro del Moral y de mi maestro el profesor Rosselló Verger.

Bibliografía

- ALMAZÁN, J. (1858): «Aforos de los ríos Segura, Tajo y Henares en aguas bajas», *Revista de Obras Públicas*, pp. 173-176.
- ALZOLA, P. (1979): *Historia de las obras públicas en España*, Madrid, Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos-Ediciones Turner, 501 pp.
- ARROYO, F. y C. CAMARERO (1989): «Proyectos ilustrados de navegación fluvial», en *Los paisajes del agua*, Valencia, Universidades de Valencia y Alicante, pp. 347-369.
- BARRÓN, E. (1861): «Inundaciones», *Revista de Obras Públicas*, pp. 57-90.
- BERECIBAR, (1864): «Navegación del Tajo», *Revista de Obras Públicas*, pp. 157-165; 169-173; 181-183.

- CASTRO, C. Ma de (1854): «Apuntes sobre las lagunas de Ruidera y río Guadiana». *Revista de Obras Públicas*, pp. 49-54.
- (1854): «Apuntes sobre el río Guadiana y su nacimiento en los Ojos», *Revista de Obras Públicas*, pp. 106-114.
- CEHOPU (1985): *Planos históricos de Obras Hidráulicas*, Madrid, Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo, 398 pp.
- CORROZA, C. (1859): *Proyecto para mejorar la navegación del río Guadalquivir en su región marítima*, Madrid, Imp. de José Cosme de la Peña, 300 pp..
- DEL MORAL, L. (1991): *La obra hidráulica en la cuenca baja del Guadalquivir (siglos XVIII-XX)*, Sevilla, Universidad de Sevilla, 591 pp.
- DÍAZ MARTA, M. (1985): «Realismo y utopía en los proyectos hidráulicos de la Ilustración y el Romanticismo», en *Planos Históricos de Obras Hidráulicas*, Madrid, Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo, pp. 10-27.
- GARCÍA OTERO, J. (1844): «Adicción al reconocimiento del Guadalquivir entre Córdoba y Sevilla practicado en fines de 1842», *Boletín Oficial de Caminos, Canales y Puertos*, pp. 173-180.
- (1846): «Reconocimiento del Canal Imperial con arreglo á la orden de la Dirección general de Caminos, Canales y Puertos, fecha 18 octubre último», *Boletín Oficial de Caminos, Canales y Puertos*, pp. 203-210; 219-221.
- GARCÍA OTERO, J. *et al* (1846): «Noticia de los aforos hechos en los ríos Esera y Cinca el año 1842 al reconocer el canal proyectado de Tamarite de Litera, para dar cumplimiento á la Real Cédula de concesion expedida en 25 de abril de 1834», *Boletín Oficial de Caminos, Canales y Puertos*, pp. 177-180.
- GARCÍA OTERO, J. (1847): *Reconocimiento del río Guadalquivir entre Córdoba y Sevilla verificado en los años 1842 y 1844 por órdenes del Ministerio de la Gobernación de la Península, con arreglo a las instrucciones que en su cumplimiento extendió la Dirección General de Caminos, Canales y Puertos*, Madrid.
- L'INGENIEUR (1856): «Estudios sobre los proyectos para mejorar la navegación de los ríos», *Revista de Obras Públicas*, pp. 139-141.
- LESQUILLIER, M. (1864): «Canalización del Ebro», *Revista de Obras Públicas*, pp. 109-115; 121-127.
- M. de C. (1864): «Bibliografía. Memoria sobre el reconocimiento hidrológico del valle del Guadalquivir», *Revista de Obras Públicas*, pp. 187-189.

- M. de C. (1865): «Bibliografía. Memoria sobre el reconocimiento hidrológico del Valle del Ebro, *Revista de Obras Públicas*, pp. 229-231; 241-242.
- MADRAZO, F. de (1861): «Inundaciones», *Revista de Obras Públicas*, pp. 80-86; 92-98; 104-114.
- MATEU, J. F. (1995): «Planificación hidráulica de las Divisiones Hidrológicas (1865-1899)», en *Planificación hidráulica en España*, Alicante, Instituto Universitario de Geografía, pp. 69-105.
- MESA, P. A. (1864): *Reconocimiento hidrológico del valle del Guadalquivir*, Madrid, Junta General de Estadística, 71 p. + láminas.
- (1865): *Reconocimiento hidrológico del valle del Ebro*, Madrid, Junta General de Estadística, 128 pp. + láminas.
- OLIVER, B. (1926): «La navegación en el río Duero (Apuntes históricos)», *Revista de Obras Públicas*, pp. 527-531.
- (1927): «La navegación en el río Duero (Apuntes históricos)», *Revista de Obras Públicas*, pp. 51-53; 288-292; 311-316; 439-441.
- (1928): «La navegación en el río Duero (Apuntes históricos)», *Revista de Obras Públicas*, pp. 27-30.
- PAGE, E. (1867): «Revista bibliográfica. Estudios corográficos, físicos e hidrográficos del valle del Tajo en la parte portuguesa por el Excmo. Sr. M. J. Julio Guerra», *Revista de Obras Públicas*, p. 61.
- REDACCIÓN (1855): «Aprovechamiento de las aguas del río Vanera», *Revista de Obras Públicas*, pp. 175-178; 183-187; 208-212.
- (1856): «Necrológica de José García Otero», *Revista de Obras Públicas*, pp. 210-212.
- REVENGA, A. (1854): «Reconocimiento de los ríos Pisuerga y Duero, mandado practicar por real orden de 17 de noviembre de 1851, con objeto de averiguar la conveniencia y facilidad de su navegación entre Valladolid y Zamora», *Revista de Obras Públicas*, pp. 93-98.
- RODRÍGUEZ, G. (1857): «Inauguración de la navegación del río Ebro en la parte comprendida entre Mequinenza y el mar, verificada en los días 20 y 21 del mes de Julio». *Revista de Obras Públicas*, pp. 177-180.
- SÁENZ RIDRUEJO, F. (1985): «Panorama de un siglo de problemática hidráulica en España», en *Planos históricos de Obras Hidráulicas*, Madrid, Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo, pp. 28-35.
- (1990): *Ingenieros de caminos del siglo XIX*, Madrid, Colegio de Caminos, Canales y Puertos y Editorial AC, 413 pp.

