



EL ARTE DE MEDIR Y PESAR LAS AGUAS

THE ART OF MEASURING AND WEIGHING WATERS.

JOSÉ IGNACIO
URQUIOLA PERMISÁN

Facultad de Filosofía,
Universidad Autónoma de
Querétaro

Junto a la antigua definición del agua como uno de los cuatro elementos, que con la tierra, el fuego y el aire, forman parte de la naturaleza, hallamos con más frecuencia su conceptualización en base a sus cualidades, al definirla como un cuerpo incoloro, inodoro e insípido, que se encuentra en la naturaleza en estado líquido, sólido y gaseoso. En adición a estas cualidades K. Wittfogel, se refirió en especial a otras dos que presenta en estado líquido, permitiendo su utilización para transmitir humedad al suelo y hacer factible el desarrollo de cultivos en áreas de baja pluviosidad pero con disposición de corrientes de agua, o de facilitar el desagüe en áreas muy húmedas. Estas dos cualidades nos remiten por un lado a su maleabilidad o la capacidad del agua para adoptar la forma del recipiente que la contiene, y la posibilidad de conducción en cantidad y volumen, siguiendo el trayecto que permite la fuerza de gravedad¹. Es en relación al conocimiento y manejo de estas dos cualidades como inicio esta exploración temática, que desemboca en los conocedores de este arte, en la transmisión de sus conocimientos y en la aplicación de los mismos.

¹ Wittfogel, Kart. *Despotismo oriental. Estudio comparativo del poder totalitario*. Madrid, Ed. Guadarrama, 1966, pp. 31-34.

Resumen

El arte de medir y pesar las aguas, nos sitúa en la agrimensura, labor que se presenta vinculada a la necesidad de hacer mediciones en tierras, aguas y minas para establecer áreas, conocer la cantidad disponible de agua, proceder a su conducción y fundamentar los repartos de tierras y aguas

Este ensayo presenta unos ejemplos relativos al ejercicio de esta labor en mediciones de aguas, durante la época colonial. Por este medio conocemos la forma de realizar estos trabajos y la expansión que alcanzó en el siglo XVIII, como tarea auxiliar para las resoluciones de juicios en razón de medidas y levantamiento de mapas y planos.

El desarrollo de esta labor, en buena parte experimental, fue complementada con la disposición de obras como el Tratado de José Sáenz de Escobar, del cual se comenta el tratado sobre medidas de aguas y unas aplicaciones que fueron sometidas a su parecer.

Palabras clave: Agrimensura, aguas, conducción, repartimiento, medición, tratado.

Abstract

The art of measurement establish us in the "agrimensura", this labor links the necessity to measure land, water and mines, to establish the amount of water available to its conduction, to support its distribution.

This work presents us some examples related to the labor of water measurement during the colonial epoch. By this means, we know the way we have to do studies and the scope of measurement labor in the XVIII century.

This essay is based on the Tratado of the José Sáenz de Escobar, that comment the measurement labor and this implementations.

Words: water, deliver, distribution, measurement, Tratado.

El mismo autor, plantea que estas características dieron lugar a establecer formas de organización social, manifestadas en sociedades agrarias, diferenciando la hidroagricultura, con empleo de riego a pequeña escala, de la agricultura hidráulica, cuando este desarrollo se manifestó y alcanzó extensas áreas de cultivo, con el resultado de una mayor división del trabajo, y en especial, la necesidad de una cooperación en gran escala, para llevar a cabo obras de contención, conducción y reparto de agua².

Es precisamente en relación estrecha con esta forma de agricultura hidráulica, donde encontramos las primeras referencias sobre peritos o conocedores de la práctica para la medida de tierras y aguas. La obra de Herodoto, que contiene una extensa serie de reflexiones y datos sobre la sociedad egipcia, expone algunas de las obras de gran escala atribuidas en especial a dos reyes: Menes y Sesostris. Bajo este último, la expansión de una extensa área de irrigación basada en la crecida anual del río Nilo, se supone apoyada por el trabajo de peritos conocedores de geometría, con miras a distribuir los nuevos terrenos dedicados a cultivo y para establecer y reparar las medidas de los campos inundados periódicamente³. Este tipo de situaciones debieron ser repetitivas en las sociedades basadas en la agricultura hidráulica y posiblemente dieron lugar a la presencia de especialistas vinculados a la labor de mediciones y a la resolución de conflictos. Esta labor, sin embargo, no será exclusiva de este tipo de sociedades, y su empleo será cada vez más frecuente, en cuanto correspondió a necesidades propias de las diferentes actividades económicas.

Se considera también que los conocimientos adquiridos tanto en base a la experiencia, como a la aplicación de ciertas reglas y cálculos, se pudieron generar de forma independiente sin descartar la importancia de la difusión, tal como suponía

² *Ibid.*, pp. 41-62.

³ Herodoto, *Los nueve libros de la Historia*, México, Ed. Porrúa, 1971. El autor se refiere a este punto de esta forma: "...el mismo Sesostris... hizo la repartición de los campos, dando a cada egipcio su suerte cuadrada y medida igual de terreno... imponiendo en los campos cierta contribución, logró fijar las rentas anuas de la corona. Con este orden de cosas, si sucedía que el río destruyese parte de algunas de dichas suertes, debía su dueño dar cuenta de lo sucedido al rey, el cual informado del caso, reconocía de nuevo por medio de sus peritos y medía la propiedad...Nacida de tales principios en Egipto la geometría, creo que pasaría después a Grecia..." (pp. 89-90).

Herodoto, en relación a la geometría. El traspaso de conocimientos del medio oriental hacia el occidente europeo, y en particular al medio hispano, debieron tener como uno de sus enlaces, en la propia experiencia grecolatina, donde constan numerosos testimonios sobre la obra hidráulica⁴, en especial la conducción del agua a los centros urbanos. La obra de T. Glick, nos remite por otro lado a la continuidad y cambios en las comunidades de regantes de la huerta valenciana, a la que se supone vinculada con una larga trayectoria a partir del período islámico, con la presencia del "cequier" como conocedor de la forma y manera de la distribución del agua y agente principal para la vigilancia de los sistemas en uso, así como del Tribunal de las aguas, como organismo para llevar y resolver los conflictos⁵.

Para el medio mesoamericano, se constatan condiciones similares a las de las sociedades hidráulicas, pero con la diferencia que en lugar de sistemas basados en el uso de grandes corrientes de agua, se utilizaron una multiplicidad y conjunción de formas de riego en extensiones de menor escala⁶, donde se revela también un conocimiento extenso sobre formas de medición y de su traslado en referencias gráficas⁷. Las condiciones impuestas por la conquista, iniciaron una nueva forma de integración a una de las etapas de la formación de la economía-mundo capitalista, donde el papel relevante se reorientó hacia las explotaciones mineras, como agentes de la activación comercial mundial⁸. En este contexto, además de los nuevos requisitos alimentados por la actividad minera, se considera la continuidad de los sistemas de riego, donde una gran parte, presentaron una integración de nuevos usuarios, al incorporar a los mismos las tierras mercedadas a españoles, orientadas al cultivo de trigo y caña de azúcar⁹. Esta incorporación provocó muchas

⁴ Ruiz Acevedo, Juan Manuel/ Delgado Béjar, Fernando, *El agua en las ciudades de la Bética*, Sevilla, Ed. Gráficas Sol, 1991. Ventura Villanueva, Angel, *El abastecimiento de agua a la Córdoba romana*, Córdoba, Ed. Universidad de Córdoba, 1996.

⁵ Glick, Thomas F. *Regadío y sociedad en la Valencia medieval. Del Cenja al Segura*. Valencia, Edición a cargo de Ramón Ferrer Navarro, Artes Gráficas Soler, 1988.

⁶ Palerm, Angel. *México prehispánico. Evolución ecológica del valle de México*. México, Ed. Consejo Nacional para la Cultura y las Artes. Colección Regiones, 1990.

⁷ Rojas, Teresa (Coord.) *La agricultura en tierras mexicanas desde sus orígenes hasta nuestros días*. México, Ed. Grijalbo/ Consejo Nacional para la Cultura y las Artes, 1991.

⁸ Wallerstein, Immanuel, *El moderno sistema mundial. La agricultura capitalista y los orígenes de la economía-mundo europea en el siglo XVI*, México, Ed. Siglo XXI, 1979.

veces condiciones degradativas¹⁰ pero también dio lugar a la formación de nuevos sistemas adscritos a la expansión colonizadora¹¹.

Bajo estas nuevas condiciones, encontramos una entrada paulatina y una expansión muy reveladora de los agrimensores, como personas conocedoras del arte de la agrimensura. Esta actividad será definida como el arte de medir la superficie de los terrenos, de levantar planos y de trasladarlos al papel. La aplicación de estos conocimientos se hicieron además extensivos a las mediciones realizadas para los trabajos de conducción de aguas y para establecer los elementos materiales reguladores de los repartimientos de aguas. En adición a lo anterior, se aplicaron también estos conocimientos para las mediciones bajo tierra, requeridas en los trabajos de minería, en especial para definir la trayectoria de galerías, tiros y socavones.

Una de los escritos considerados más significativos en el medio novohispano, donde se hizo la conjunción de estos conocimientos, fue la llamada "Geometría Práctica y Mecánica, dividida en tres tratados: El primero de medidas de tierras; el segundo de medidas de minas y el tercero de medidas de aguas, dispuestas por el Maestro don José Sáenz de Escobar, Abogado de las Reales Audiencias de Guadalajara y México, para instrucción de Corregidores, Alcaldes Mayores, Receptores y Medidores de tierras de esta Nueva España, dedicado al capitán don Francisco Pérez de Naba, Caballero de la Orden de Santiago". Este largo título corresponde al manuscrito conservado en la Biblioteca Nacional de México¹², e igualmente al que permanece en calidad de documento reservado en el Archivo General de la Nación, bajo la signatura de A.G.N. Tierras, Vol. 3706. Las fechas de uno y otro manuscrito son respectivamente 1736 y 1749, y son indicativas de la realización de varias copias, sin que se tenga

9 Sandre Osorio, Israel, *Documentos sobre posesión de aguas de los pueblos indígenas del Estado de México, siglos XVI al XVIII*, México, CIESAS/ IMTA/ Comisión Nacional del Agua/ El Colegio Mexiquense, 2005.

10 Musset, Alain, *El agua en el valle de México, siglos XVI-XVIII*. México, Centro de Estudios Mexicanos y Centroamericanos/ Pórtico de la Ciudad, 1992. Pérez Rocha, Emma, *Ciudad en peligro. Probanza sobre el desagüe de la ciudad de México. 1556*, México, INAH, Colección Científica, 1996. Wobeser, Gisela Von, *La formación de la hacienda en la época colonial. El uso de la tierra y el agua, México, UNAM, 1989*.

11 Meyer, Michael C. *El agua en el Suroeste hispánico. Una historia social y legal, 1550-1850*, México, Ed. CIESAS/ IMTA, 1997.

12 Moreno, Roberto, "Catálogo de los manuscritos científicos de la Biblioteca Nacional", en *Boletín del Instituto de Investigaciones Bibliográficas*, Tomo I, num. 1, en-jun, 1969, pp. 61-104. Está registrado bajo Ms.1528.

noticia de que fuera preparado para una edición impresa.

Uno de los objetivos de este ensayo, será dar a conocer el contenido del tercer tratado de don José Sáenz de Escobar, el tratado de las medidas de aguas, donde se reúnen los conocimientos que debían tener los agrimensores, así como arquitectos, peritos, jueces y personas comisionadas para labores relacionadas con las medidas de conducción y repartimientos de aguas. Este apartado está precedido por una retrospectiva sobre la presencia de los agrimensores en la Nueva España y algunos de los ejemplos de la actividad en torno a las mediciones de aguas. A su vez, dedico un tercer apartado a varias de las prácticas en relación a medición y repartimiento de aguas, en el transcurso histórico del sistema llamado de la Cañada y Patehé, donde estaba integrada la población de Querétaro. Todo este conjunto expositivo, queda entonces enmarcado temporalmente en el período colonial.

La hipótesis de trabajo que ha guiado este ensayo, es que la formación de especialistas en el campo de la agrimensura, requirió la obtención de conocimientos tanto en el terreno experimental, como en obras de consulta escritas y preparadas para difundir los conocimientos básicos y generales, y de los problemas más frecuentes a los que se enfrentaban en el ejercicio de su labor. A este respecto, el siglo XVIII, manifiesta una clara expansión de esta labor, como una especialización necesaria en las diferentes tareas, entre las que se incluyeron las de conducción y repartimiento de aguas.

Creo que este trabajo constituye un avance en varios terrenos. A través de la obra de Elías Trabulse, se establece un primer marco general relativo al desarrollo de la ciencia en diversos campos del saber¹³. Para la época novohispana identifica una cierta evolución de corrientes, asimiladas a las tradiciones organicista, que cubrirá los primeros tiempo; la tradición hermética, que se manifestará sobre todo a lo largo del siglo XVII, y la mecanicista, cuyo desarrollo tendrá lugar en el siglo XVIII, donde la principal preocupación fue la búsqueda de leyes que explicasen la regularidad y recurrencia de los fenómenos del mundo físico. Bajo esta perspectiva general y en el ámbito de las ciencias aplicadas, destaca como

13 Trabulse, Elías, *Historia de la Ciencia en México*, México, CONACYT/ F.C.E., 4 Tomos, 1983.

figuras significativas a Diego García de Palacio¹⁴, Alvaro Fuentes y de la Cerda¹⁵, y trata en especial sobre la importancia del trabajo manuscrito de José Sáenz de Escobar, al que califica como “uno de los más valiosos documentos de la historia de la ciencia y la tecnología coloniales”¹⁶. Esta obra sería utilizado posteriormente por Domingo Laso de la Vega¹⁷ en el Reglamento General de las medidas de las aguas y por Francisco Javier Gamboa en los Comentarios a las Ordenanzas de minas. Abre de esta forma el interés por el estudio de este manuscrito y deja la puerta abierta para trabajos más específicos¹⁸.

No he encontrado a la fecha muchos estudios relativos a la labor de los agrimensores en la Nueva España, como grupo involucrado especialmente en el trabajo de mediciones y elaboración de mapas y planos. La mayor cercanía la considero en la obra de Horacio Capel y colaboradores¹⁹, relativa a la formación del Cuerpo de Ingenieros militares y su preparación a través de las Academias, y en el estudio del Dr. Omar Moncada a uno de estos ingenieros, Miguel Constanzó²⁰. Otros casos estudiados, nos remiten a las figuras de Ignacio de Ildefonso Iniesta Bejarano y de Castera²¹, cuyo desempeño se presentan en relación a su obra arquitectónica y su contribución en el campo urbanístico, aunque se menciona también su participación como agrimensor en varios trabajos. Ambos casos nos remiten a la fase histórica del siglo XVIII, que corresponde a la etapa más significativa de la presencia y labor de los agrimensores y donde tuvo aparición y amplio uso, la obra manuscrita de don José Sáenz de Escobar.

14 Se refiere a la obra impresa en 1583, bajo el título de *Diálogos militares, de la formación e información de personas, instrumentos y cosas necesarias para el buen uso de la guerra*.

15 Este autor publicó en 1615, dirigido en especial para el público guatemalteco, *Libro de Quentas y reducciones de plata y oro*.

16 Trabulse, *Hirtoria*, Op. Cit., Tomo I, pg. 67.

17 Su obra fue publicada con el título de *Reglamento de las medidas de las aguas*, en 1761.

18 Un trabajo posterior de Trabulse fue publicado bajo el título de *El círculo roto, Estudios históricos sobre la ciencia en México*, México, F.C.E., 1996, donde trata en especial las figuras de fray Diego Rodríguez, sor Juana Inés de la Cruz, Díaz de Gamarra y Antonio de León y Gama.

19 Capel, Horacio, Sánchez, Joan Eugeni y Moncada, Omar, *De Pallas a Minerva. La formación científica y la estructura institucional de los ingenieros militares en el siglo XVIII*, Madrid, Serbal/CSIC, 1988.

20 Moncada Maya, José Omar, *El ingeniero Miguel Constanzó. Un militar ilustrado en la Nueva España del siglo XVIII*, México, UNAM, 1994.

21 Silva Prada, Natalia, “Oficio y arte: Don Ildefonso de Iniesta Bejarano. Un arquitecto novohispano, 1716 -1781”, *Historia Mexicana*, XLVI:2, 1996, pp. 279- 323. Hernández Franyuti, Regina, *Ignacio de Castera. Arquitecto y urbanista de la ciudad de México, 1777-1811*, México, Instituto de Investigaciones Dr. José María Luis Mora, 1997.

Agrimensores, medidores, y comisionados. La labor de la agrimensura y su aplicación en las medidas de aguas.

La primera constatación de la que parto, es que durante los dos primeros siglos del período colonial, se encuentra una situación muy fluida, en relación a la presencia de diferentes grupos de personas vinculadas a las mediciones de tierras y trabajos para la conducción y repartimiento de aguas. Junto a la labor desempeñada por algunos agrimensores, encontramos un componente muy variado de medidores, peritos y comisionados por alguna autoridad, en especial por diferentes jueces, en su condición de oidores de la Audiencia, alcaldes mayores y alcaldes ordinarios, en orden a la realización de estas tareas.

Uno de los primeros ejemplos que dispongo relativo a la actuación específica de agrimensores, tuvo que ver con el problema para el establecimiento de los límites entre el Obispado de Michoacán y el Arzobispado de México. El problema se centró en la pertenencia de la población de Querétaro a uno u otro Obispado, con las implicaciones relativas a la percepción de los diezmos. Una Provisión Real, fechada en 14 de julio de 1568, expedida por los miembros de la Audiencia Real de México, explicaba entre otros puntos, que para dilucidar este asunto “...por nuestro mandado han ido por agrimensores algunas personas...”²². Fray Pablo Beaumont, daba cuenta de los nombres de estos agrimensores, llamados también cosmógrafos, uno de los cuales fue Francisco Domínguez, quien realizó la medida de la distancia entre Pátzcuaro y Querétaro, contando un total de 21 leguas y 1250 pasos. El segundo fue Jaime Juan quien hizo la medida desde la ciudad de México a Querétaro, calculando un total de 21 leguas, así como desde Pátzcuaro a Querétaro, donde contó un total de 21 leguas y 2500 pasos²³.

Con el fin de obtener una exploración mayor de este tipo de actividad podemos acudir al conjunto de materiales documentales conservados en el ramo Tierras del Archivo General de la Nación. La consulta inicial, a partir del Catálogo

22 A.G.I. Escribanía de Cámara de Justicia, Vol. 1148, fj. 161r. Este tipo documental se llama Provisión Real por las características que presenta, pero encontramos Provisiones tanto emitidas por la autoridad real, como por las Audiencias a nombre del Rey.

23 Beaumont, fray Pablo, *Crónica de Michoacán*, México, Balsal Editores, 1988, Tomo III, pg. 149. Según se declaraba en esta misma sección, una legua incluía 60 cordeles y cada cordel 50 pasos, por lo que la legua equivalía a 3.000 pasos.

de Ilustraciones, identifica una situación bastante común para los primeros tiempos de la colonia. Durante el siglo XVI y parte del XVII, una buena cantidad de los Mapas e Ilustraciones que formaban parte de los expedientes conservados, tuvieron que ver con las diligencias encargadas a las autoridades locales, con el fin de reconocer e informar sobre la viabilidad de las solicitudes de estancias de ganado y/o tierras de labor. Estas diligencias, establecidas a partir de los “mandamientos acordados”, incluyeron por lo general el requisito de tomar información de testigos, hacer el reconocimiento del sitio solicitado: la llamada “vista de ojos” y la elaboración de una “pintura”, donde se señalara la situación de la merced solicitada, colindancias, accidentes o características del terreno y posibles poblaciones cercanas. En la mayoría de los casos, no queda explícito quién hizo estas pinturas, pero por lo general se requería que fueran firmadas por la autoridad comisionada al efecto y/o un escribano.

Uno de los muchos ejemplos que se pueden citar al respecto, surge en relación a la solicitud que hizo don Pedro de Quesada, por el año de 1590, para obtener la merced de dos caballerías de tierra y un sitio de venta, en términos del pueblo de San Juan del Río. El Virrey don Luis de Velasco, en ese mismo año emitió un mandamiento

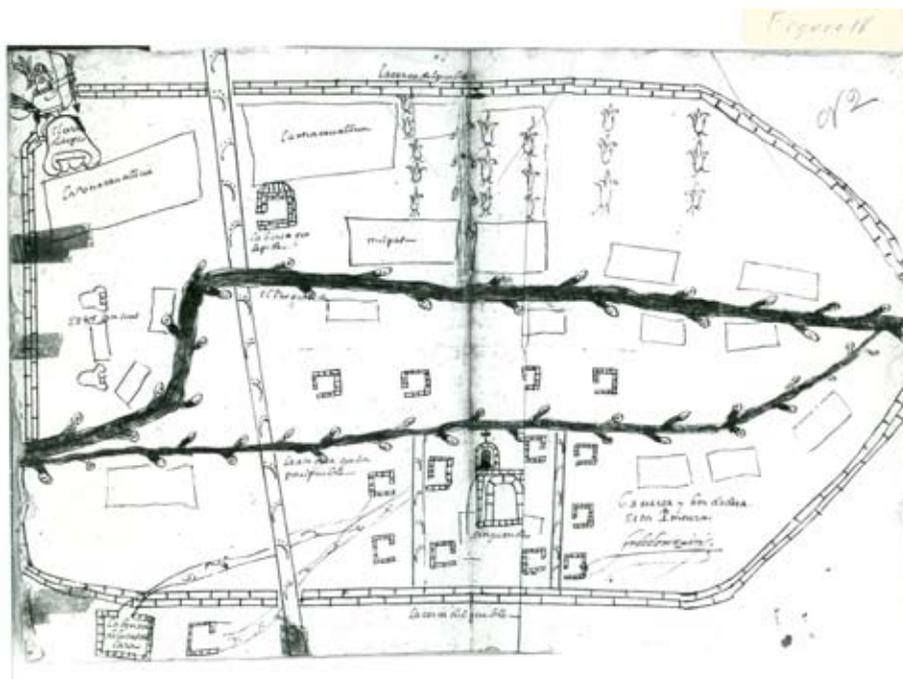
acordado, encargando al Alcalde Mayor de Querétaro una serie de diligencias. Como parte de las mismas, además de la información de testigos y el reconocimiento del lugar, solicitaba que “... haréis pintura del asiento del pueblo [que] en dichos términos cayere, y las demás estancias, tierras o ventas que en ellos estuvieren proveídos y hecha merced, y cuyas son, y los baldíos que quedan, con declaración de la distancia que della hay a la que se pide y la que hay a la población y sementera de los naturales... y me enviaréis... la pintura firmada de vuestro nombre con todo lo demás...”²⁴. El expediente conserva la pintura realizada y enviada donde se pueden identificar las anotaciones solicitadas y al calce de la misma la anotación: “Va cierta y verdadera esta pintura. Fernando Mújica”, que era entonces el Alcalde Mayor del pueblo de Querétaro²⁵. En el mismo año de 1590, el libro de Mercedes, conserva el asiento de la merced concedida para las dos caballerías y sitio de venta según la petición referida²⁶.

24 A.G.N. Tierras, Vol. 2782, Exp.4, fjs. 29r – 34r.

25 La pintura está registrada en el Catálogo de Ilustraciones, publicado por el A.G.N., 1979, en el Tomo 5, número 2154, bajo el carácter de Mapa pictográfico, color, y como signatario, el Capitán Fernando de Mújica, Alcalde Mayor. En la actualidad todos estos Mapas e Ilustraciones están separados de los documentos que formaban parte y para su consulta hay que acudir a la Galería 5.

26 A.G.N. Mercedes, Vol. 15, fjs. 255v – 256r.

Pintura que acompañó las diligencias realizadas con motivo de la petición de don Pedro de Quesada.



Las labores de medición fueron especialmente requeridas en los inicios de las nuevas poblaciones. Uno de los ejemplos documentados se dio con relación a la fundación de la villa de Celaya. En 12 de octubre de 1570, el Virrey don Martín Enríquez, basado en el informe de don Francisco de Sande, otorgó la licencia para esta fundación bajo la advocación de Nuestra Señora de la Concepción de Celaya²⁷. Junto con la forma inicial

de elección de autoridades y el espacio jurisdiccional aplicado a la villa, se facultaba a las nuevas autoridades para señalar a cada uno de los vecinos dos caballerías de tierra, dos suertes previstas para huerta y viña y el solar donde edificar la casa²⁸, así como la utilización de las aguas de los ríos llamados de San Miguel y Apaseo. La lista inicial de solicitantes de tierras, según el Dr. Sande sumaba 35 personas.

Poco después, por el año 1574, Alonso Martínez, fue comisionado por el virrey, como juez visitador, para llevar a cabo el reparto de tierras, bajo un cierto cambio, pues se consideró la entrega a cada labrador, de una caballería de riego y 1 ½ de temporal. El proceso continuó en 1575, cuando el virrey encargó al Alcalde Mayor, Pedro de Villegas, proceder al reparto de aguas de los dos ríos. Para esta labor el Alcalde Mayor escogió dos repartidores entre los propios labradores para cada uno de los ríos: Para repartir el agua del río San Miguel nombró a Miguel Sánchez y Domingo de Silva y para el río de Apaseo nombró a Diego Pérez de Lemos y Miguel Juan.

El criterio central manejado para proceder a la división del agua fue que se repartiese con igualdad, de manera todos la gozasen por iguales partes. Este criterio nacía a su vez, de la previsión en la entrega a los labradores de la misma cantidad de tierras, cuestión que no fue enteramente respetada. Para el reparto del agua del río San Miguel se procedió a poner una tabla con 17 agujeros, “puesta por nivel y compás como no salga más agua por un agujero que por otro”. La secuencia para el uso del agua, implicaba la utilización de dos turnos, cada uno de doce días,

27 A.G.N. Tierras, Vol. 674, Exp.1, fjs. 1139r- 1139v.

28 La caballería era equivalente a 42.8 Has. Una suerte de tierra se considera como ¼ parte de caballería y el solar se cuenta como una superficie cuadrada de 50 por 50 varas. Robelo, Cecilio A., *Diccionario de pesas y medidas mexicanas*, México, CIESAS, 1997. Ruiz Dávila, Manuel, *Cartilla del sistema métrico decimal*, México, Estereotipia de Manuel Ruiz Dávila, 1889.

durante los cuales cada labrador tenía derecho al empleo del agua, con parte entera o media parte, en razón de la cantidad de tierras que tenían mercedadas y reconocidas con riego²⁹. No consta en esta sección documental la forma de reparto del río de Apaseo, pero la podemos suponer bastante similar, con la participación algo improvisada de las personas nombradas, en calidad de repartidoras de las aguas de ambos ríos.

Una situación algo similar se suscitó con motivo del repartimiento de aguas en el valle de Atlixco. Después de la fundación de Puebla de los Angeles por el año de 1531³⁰, se buscó y procedió a la entrega de terrenos para cultivo de viñas y labores de pan. Por el año de 1534, junto con la relación de los pobladores vecindados se daba constancia sobre el desarrollo de una serie de plantaciones de viñas³¹. En mayo de 1565, los miembros de la Audiencia Real con miras a favorecer el riego de terrenos dedicados a producción de trigo, encomendaban al Alcalde Mayor que hiciera un reconocimiento del río de Atoyaque, “...teniendo noticias de personas expertas en semejantes negocios, que el dicho río se puede sacar y llevar al valle de Atlixco...porque habría agua suficiente para el riego de todas las tierras del y habría mucha abundancia de trigo...”³². Unos años después ya estaban repartidas tierras y aguas, pero había desavenencias entre los labradores y dueños de molinos por las tomas y aprovechamiento de las aguas.

Con el fin de alcanzar un arreglo, el Virrey don Luis de Velasco en 1592 otorgó una comisión a don Baltasar de Herrera, vecino de la ciudad de México, en razón de su “habilidad práctica y experiencia”. Se trataba en principio de dividir y repartir el agua en la mejor forma y orden, “... haciendo peso y medida de ella, de manera que cada uno quede con lo que le pudiese alcanzar, respecto de la disposición de los ríos y labores...”.

Además del arreglo de lo que estaba vigente, y en

29 Urquiola Permisán, José Ignacio, “El repartimiento de aguas en Celaya: Año 1575”, *Boletín del Archivo Histórico del agua*, año 6, num 18, mayo-agosto 2001, Nueva Epoca, pp. 5-11.

30 Contreras Cruz, Carlos/ Cuenya, Miguel Angel, (Edit.) *Angeles y constructores. Mitos y realidades en la historia colonial de Puebla (siglos XVI-XVII)*, Puebla, Benemérita Universidad de Puebla, CONACYT/ Ayuntamiento de Puebla, 2000.

31 López de Villaseñor, Pedro, *Cartilla Vieja de la nobilísima ciudad de Puebla deducida de los papeles auténticos y libros antiguos, 1781*, Puebla, Gobierno del Estado de Puebla, 2001, pp. 73-77.

32 A.G.N. Mercedes, Vol. 8, f. 3r. “Comisión a los Alcaldes Mayores de la ciudad de los Angeles y Cholula sobre lo del agua de Atoyaque”.

razón de una proyección a largo plazo, se le pedía a Baltasar de Herrera que hiciera una revisión completa de las presas, tomas de agua y acequias, para dejarlas firmes, de forma que "...en lo de adelante ninguno lo pueda alterar, ni llevar más agua de la que le perteneciere"³³.

La labor encomendada a Baltasar de Herrera, se debía iniciar según la expresión previa, con la "medida y peso del agua", es decir, con el cálculo del volumen de agua que estaba disponible para proceder después a su reparto y división. Este trabajo será descrito con todo detalle. Se eligió el lugar apropiado para ello en una parte del trayecto cercano a la junta de los ríos Atoyaque y Axocapa. Se procedió después a realizar un desvío en este tramo, con el fin de preparar y acomodar esta parte del cauce sobre un largo de 30 varas³⁴, para el propósito de la medición, emparejando el suelo y paredes. Un paso posterior fue formar una especie de embocadura, y a distancia de nueve varas antes de la salida se puso a nivel un tablón con dos orificios en sus extremos, por los cuales podía deslizarse sobre dos estacas situadas en cada lado del ancho del cauce.

Cumplida ya esta labor se procedió a reencauzar el río y en fecha 30 de diciembre se dio cuenta del resultado: "...La cantidad que así traían los ríos de Atoyaque y Axocapa los partió y dividió en ciento cuarenta partes, cada una del tamaño de una sesma de alto y ochava en ancho, a que puso por nombre surco de agua, para los repartir entre todas las dichas acequias que así salen de los dichos dos ríos, dando a cada una de ellas la cantidad de agua que le pareciere que conviene, conforme a la dicha medida y la averiguación que se hiciera de la cantidad de tierras, que con cada una de dichas acequias se riega, para que ninguna de las dichas partes sea agraviada..."³⁵.

El documento prosigue con la revisión de las tomas y la aplicación de las cantidades de agua en cada toma o división. Estas indicaciones nos muestran la manera en que se dispuso el tramo del cauce para el cálculo del volumen de agua. Se buscó obtener para la medida una figura rectangular con tres lados fijos (fondo y paredes la-

terales) y el cuarto movable, constituido por el tablón deslizante, para medir la altura alcanzada por el agua. Sin embargo, el documento no explicita cual fue esa altura, por lo que no sabemos la forma en que llegó a obtener el resultado final: la cantidad expresada de 140 surcos, que sería el volumen disponible para efectos del reparto y división de aguas.

La cantidad de 140 surcos³⁶ era bastante considerable si la comparamos con otros repartimientos también de buena magnitud, como el que se realizó sobre el río Amazinac en 1643. Aquí el motivo partía de un pleito local que fue llevado ante la Audiencia y el Oidor que quedó a cargo del asunto, el Doctor Andrés Gómez de Mora, solicitó la presencia e intervención de dos "maeses de campo" nombrados para efecto de "medir y pesar las aguas": Felipe Meléndez y Sebastián Gutiérrez. La medición arrojó un volumen de 50 surcos, disponible para el reparto del agua. Los maeses de campo, quedaron también a cargo de construir la serie de 6 cajas de agua, con las medidas correspondientes para la distribución entre los usuarios que participaban de derechos al uso de agua³⁷.

En las cajas 1 y 2, se hacía además una división por días de la semana, según la cual los pueblos de Tlacotepeque y Zacualpa, disponían durante un día, de la totalidad del agua que salía de la caja distribuidora, y las haciendas e ingenios usaban también la totalidad del agua, bajo una distribución por surcos, durante los otros seis días de la semana. En contraste, en la caja 6, el pueblo de Xantetelco, recibía un surco de agua durante todos los días de la semana, en paralelo a los surcos que recibían un convento agustino y un particular. De esta forma los encargados de la medición y peso del agua, debían regular también las cantidades, por medio de los marcos puestos en las cajas de agua y la frecuencia de la disposición de agua, regulado por lo general por días.

Gran parte de las mediciones, sin embargo, fueron realizadas para cantidades mucho más modestas. En el año de 1780, una controversia

33 Cervantes, Enrique, "Documentos para la historia de Puebla". *Memorias de la Sociedad Alzate*, Tomo 48, año 1927, pp. 199-201.

34 Se calcula la vara como equivalente a 0.838 mts. Las 30 varas, implicaban unos 25 mts.

35 *Ibid.*, pp. 216-217.

36 La medida mayor para estos cálculos es el buey de agua: que contenía 48 surcos. El buey de agua daría un gasto de 159 litros por segundo. La estimación del gasto de un surco de agua, sin embargo, varía según la consideración de diferentes autores, pues unos lo calculan del orden de 6.5 litros por segundo, y otros de 3.3 litros por segundo.

37 A.G.N. Tierras, Vol. 2055, Exp.1, fjs. 1r - 17v.

suscitada entre los naturales del pueblo de Apam, con el propietario de la hacienda de Ocotepéc, llamado Fernando Guyo, dio lugar a la realización de una serie de mediciones encargadas esta vez al agrimensor don Ildefonso Iniesta Vejarano. Este agrimensor, realizó primero tres mediciones en tres secciones diferentes del curso de un caño de agua y otras en dos ojos de agua. Para este efecto consta que solo llevó consigo una vara de medir, y para cada una de las mediciones expresó el nivel de altura y ancho del cauce según un cálculo realizado en dígitos o dedos³⁸:

Basado en estos cálculos don Ildefonso estimó que el total del agua disponible equivalía a una cantidad algo superior a 4 naranjas, sobre la que rebajada la parte estimada de merma, dejaba disponibles 3 naranjas, 5 ½ reales y 7 pajas³⁹ equi-

valente a unos 30 reales. La distribución de esta cantidad en el pueblo de Apam, se hacía a través de una serie de cinco pilas o depósitos de agua, para cada uno de los cuales se requería entre 2 y 3 reales de agua, más otros dos reales utilizados en dos lavaderos públicos y otros dos para elaboración de adobes y otros menesteres⁴⁰. En conjunto para usos urbanos, el pueblo debía conservar la disposición de 15 reales sobre los 30 reales calculados. El referido agrimensor don Ildefonso Iniesta Vejarano, junto con Antonio Cataño Cordero, son quizás las perdonas más representativas del grupo de especialistas que se dedicaron a la agrimensura a lo largo del siglo XVIII. Una muestra selectiva de los mapas que realizaron, tomada del Catálogo de Mapas e Ilustraciones ofrece una cierta perspectiva de su trabajo.

38 A.G.N. Tierras, Vol. 1888, Exp.1, fjs. 14r – 30v. El dedo se supone una medida de longitud, que corresponde a 1/48 parte de una vara y equivalente a 0.0175 mts. o 1.75 cms.

39 Cada naranja contenía 8 reales, por lo que esta cantidad se podía

reducir a un total de 29.7 reales

40 Una paja de agua proporcionaba durante un día un total de 648 litros o 0.648 metros cúbicos de agua. Un real de agua, que contenía 18 pajas, daba un flujo total por día equivalente a 11.664 litros o 11.6 metros cúbicos.

Mapas elaborados por ambos agrimensores conservados en la A.G.N.⁴¹

Año	Antonio Cataño Cordero	Año	Ildefonso Iniesta Vejarano
1725	Mapa color. San Martín Tequesquipa. Temascaltepec.	1741	Mapa, Yacapixtla, Marquesado del Valle, Mor.
1727	Mapa. Cuatepec, Zacualpa. Edo. de Mex.	1743	Mapa, color. Santa María Chiconautla, Ecatepec. E Mex
1729	Mapa. San Miguel Nopala y Sochicuapan, Edo. de Mex.	1746	Mapa color. Sochiapa y Chicapa, Cosamaloapan, Ver.
1730	Mapa. Hacienda de Santa Bárbara, Apaseo. Gto.	1747	Mapa, Mexicalzingo, S. Andrés Tepepilco. Edo. Mex.
1732	Mapa, color. Santiago Tecomate y Hda. Tenguedo.	1747	Mapa, Santiago Cuautlalpa y S. Vicente Chicoloapa, Edo. Mex
1739	Mapa. San Mateo y la Visitación. Edo, de Mex.	1747	Mapa color. Mexicalzingo, Churubusco, D.F.
1742	Mapa, color. Hacienda de Puerto de Nieto. San Miguel.	1750	Mapa. Hda. San Miguel Tepetitlán, Cuatepec. E.Mex.
1742	Varios Mapas. Haciendas S. Diego y Buenavista, Qro.	1755	Mapa. Villa de San Miguel (Con A. Cataño Cordeo)
1744	Mapa. Río Chiquimitío, Tarímbaro, Mich.	1762	Mapa, color. S. Lorenzo Toxico, Ixtlahuaca, Edo. Mex.
1749	Mapa, color. Santa Mónica, Autempan, Hgo.	1765	Mapa. Tepeji y Atitalaquia, Hgo.
1749	Mapa color. Quatepeque, S. Francisco Aquautla. Edo. Mex.	1766	Mapa. S. Francisco Ayotuco, Chichicapa, Edo. mex.
1758	Mapa color. Hda, San Mateo, Ixtlahuaca, Edo. Mex.	1774	Mapa, color. Rancho Ojo de Agua, San Agustín de las Cuevas, D.F.
1761	Mapa, color. Salvatierra, Gto.	1777	Mapa. Hda. Tepezayuca, Zempoala, Hgo.
1761	Ilustración y Mapa. Hda. Machorra, Qro.	1778	Mapa. Tula. Hgo.
1767	Mapa. Rancho el Astillero, Cuautla, Mor.	1780	Mapa, color. San Blas Olvera, Edo. Mex.
1787	Mapa. Hda. De Mazapa, Texcoco. Edo. Mex.	1781	Mapa, color. Tilaza y Hda. De Almaya. Edo. Mex.

41 *Catálogo de Ilustraciones*, México, Archivo General de la Nación, Tomos 1 al 10, 1979

Según estos datos, la labor de don Ildefonso se extendió por lo menos desde 1741 hasta 1781 y la de don Antonio Cataño, desde 1725 hasta 1787. Esta muestra es solo un recorrido inicial, pues su participación se debe considerar también en relación a trabajos que no desembocaron en la realización de mapas y en las referencias procedentes de otros fondos documentales. Por estos mismos años se puede identificar también parte de la obra realizada en Querétaro por agrimensores, a la vez que arquitectos, como Francisco Martínez Gudiño⁴², Ignacio de las Casas y José Mariano Oriñuela, junto con la de personajes como José Antonio Alarcón, José del Mazo y Avilés, Pedro y Antonio Rodríguez de León, varios de los cuales tuvieron también intervención en relación a cuestiones de carácter hidráulico.

Hasta donde he llegado a constatar, el ejercicio de la agrimensura durante la época colonial, no estuvo regido por algún cuerpo normativo especial⁴³, pero si se halla durante el siglo XVIII, el nombramiento y titulación de varias personas como “agrimensores” en la Nueva España. Uno de estos ejemplos fue el de don Francisco de Zúñiga y Ontiveros, quien ya graduado en medicina solicitó en 1769 al Virrey Marqués de Croix, el otorgamiento del título de agrimensor, por cuanto estaba instruido en lo teórico y práctico del citado arte. El Virrey encomendó a don Ildefonso Iniesta Vejarano, a la sazón maestro mayor de la ciudad y agrimensor, la realización del correspondiente examen, saliendo aprobado honoríficamente en “...las aritméticas práctica y especulativa, en la geometría teórica y práctica, en la cosmografía, hidrografía o medidas de aguas, y en la de minas y alturas y dar socavones y tiros en general y particular”⁴⁴. Una vez pagado el derecho llamado de media anata, se le otorgó el título que le facultaba para hacer mediciones en tierras y “para el peso y repartimiento de aguas” en los dominios de la Nueva España.

42 Anaya Larios, Rodolfo y colaboradores, *Francisco Martínez Gudiño. Un maestro del barroco queretano*, Querétaro, UAQ, 2003.

43 Esta actividad no estaba comprendida dentro de la labor atribuida inicialmente a la albañilería y después diferenciada de la de arquitectura. “Ordenanzas de Albañilería” (año 1599) y “Reformas y adiciones a las Ordenanzas de Arquitectura” (año 1746), en Fernández, Martha, *Arquitectura y Gobierno Virreinal. Los maestros mayores de la ciudad de México, siglo XVII*, México, UNAM, 1985, pp.287-295.

44 A.G.N. Mercedes, Vol. 81. fjs. 30v – 31r.

Don Ildefonso intervino igualmente como examinador, con ocasión de otras solicitudes, como la presentada por don Antonio Ignacio Rodríguez de Molina en el año de 1771. Como en el caso anterior se indicaba que el examen se vertió sobre aritmética y geometría, así como en la hidrografía y medidas de minas. Al ser aprobado y pagar el derecho de media anata, el Virrey don Antonio Bucareli le extendió el título de “agrimensor general”⁴⁵. Junto con don Ildefonso, otro de los agrimensores llamados de forma constante en calidad de examinador, fue don Felipe de Zúñiga y Ontiveros, “Philomatemático” y en ciertos casos se acudió a los agrimensores titulados establecidos en las provincias de la Nueva España. Así en 1777, para el examen de don Francisco Xavier de la Rosa, vecino de la ciudad de Guanajuato y administrador de una mina, se recurrió a don Bruno de Ureña y don Manuel Serrato. El examen se extendió a numerosas materias como “geometría elemental y práctica, aritmética inferior y superior, álgebra racional e irracional, trigonometría, maquinaria, estática e hidrostática, hidrotecnia y las prácticas que contiene la geometría subterránea”⁴⁶. Este conjunto de materias, objeto de los diferentes exámenes, pone de manifiesto la necesidad de acceder a un variado ámbito de conocimientos y la importancia para ello de contar con un texto, aunque fuera en manuscrito, como el que preparó don José Sáenz de Escobar.

Don José Sáenz de Escobar y el Tratado de la medida de aguas

Se disponen todavía muy pocos datos sobre la trayectoria de Don José Sáenz de Escobar. La obra de Beristain y Souza lo menciona como “...natural de la Nueva España, Maestro de Artes por la Universidad de México y célebre Abogado de su Real Audiencia”⁴⁷. Se incluyen como parte de su obra escrita, realizada entre los años de 1698 y 1736, una serie de alegaciones jurídicas relativas a conflictos sobre la posesión de minas, y varios “Manifiestos”, relacionados también con la posesión y propiedad de minas. Escribió dos Tratados: uno de ellos, vinculado a cuestiones testamen-

45 A.G.N. Mercedes, Vol. 81, fjs. 54r – 54v.

46 A.G.N. Mercedes, Vol. 81, fjs. 115v – 116v.

47 Beristain de Souza, *Biblioteca Hispanoamericana Septentrional*, México, UNAM, Tomo I, 1980, pp. 466-467.

tarias, que se publicó en 1714, bajo el título de “Dificultad imaginada y facilidad verdadera en la práctica de hacer testamentos, reducida a ocho documentos”. El segundo, quedó en forma manuscrita, y es el citado como “Geometría Teórica y Práctica”, dividido a su vez en tres tratados o secciones. La tercera sección es la que se conoce como el Tratado de la medida de aguas.

El título completo del mismo es: “Tratado de medidas de aguas para conducir las y pesarlas y de sus datas para los repartimientos dispuesto por el maestro don José Sáenz de Escobar, Abogado de las Reales Audiencias de Guadalajara y México. Manuscrito en el año 1749”. Se complementó con una sección breve titulada a su vez: “Declaración sobre riegos y cuenta de los días que se consumen en regar una caballería de tierra con uno, dos, tres o más sulcos de agua que se expresa, añadida a el fin de esta obra, por ser anexa esta cuenta y curiosa para el mismo supuesto”.

El Tratado se abre con una serie de consideraciones relativas a los “motivos” que había tenido para escribirlo: En primer lugar, con este Tratado se buscaba dar unas bases para evitar los errores que se cometían en las “medidas y pesos” de las aguas. En su experiencia legal, atribuía muchos de los litigios, a la manera equivocada en que se había procedido para calcular los volúmenes de agua que disponían para los usos que se dispusieran. En segundo lugar, a través del Tratado, se buscaba dar a conocer, formas de calcular el “repartimiento” de aguas, corrigiendo dos de los problemas más comunes: El empleo por algunos usuarios de mayores cantidades de lo que les correspondía, y la distribución deficiente del agua. En tercer lugar, sumaba a estas reflexiones iniciales, los problemas que se suscitaban en los cálculos financieros, debido también a errores sobre la forma de conducción y distribución del agua, o por los costos de los pleitos seguidos entre los que se consideraban perjudicados en estas labores.

Un segundo capítulo se dedica a la exposición de “cinco tipo de observaciones o medidas” para empezar a corregir los defectos más comunes que se presentaban en las mediciones y repartos de aguas:

1.- Antes de cualquier decisión, se debía partir de un reconocimiento detallado del lugar

que se adoptaba como punto de partida para la conducción de aguas. Comentaba además que la “declinación” mínima que debía darse para que el agua corriese con normalidad, suponía la de 0.5 metros de desnivel cada 100 metros⁴⁸.

- 2.- Se debía tomar también en cuenta, las características o cualidades de las tierras por donde debía conducirse, prefiriendo siempre terrenos sin hendiduras o de las que “embebían” las aguas.
- 3.- Debía reconocerse las condiciones del terreno por donde se dirigía la conducción del agua. Al respecto podía encontrarse con “llanos, lomas, laderas o barrancas”.
 - En el caso de terrenos llanos, se debía aplicar sencillamente la declinación prevista y evitar o seguir el trazo por las partes convenientes.
 - En caso del paso por lomas, se debían hacer zanjas, ajustando las medidas de profundidad y declinación, prefiriendo esta solución a la de hacer “socavones”, que por lo general implicaban grandes gastos.
 - En caso del paso por laderas, se debía prever sobre todo, el evitar el vertido de aguas lloviznas, que podían romper los bordes del acueducto, así como el recibir cantidades de lamas que podrían taponar el conducto.
 - En caso de bajíos, o barrancas, debía buscarse la forma de seguir las líneas de declinación, a no ser que resultara más económico, hacer “terraplenes” para salvar espacios cortos, o hacer “arcos” con el mismo propósito.
- 4.- Se debía revisar con todo cuidado las diferentes alternativas, sopesando los inconvenientes y ventajas, así como los costos que representaban, reiterando las diligencias.
- 5.- Finalmente, establecía que no se debía conformar con una sola medición. Todos los cálculos

⁴⁸ Esto supondría por ejemplo que en el caso de la conducción de aguas que se hizo en Querétaro por el año de 1736, en el recorrido de 7.184 metros calculados en la longitud total de la conducción, debía contar por lo menos con un desnivel de 36 metros.

debían realizarse en ambos sentidos, de forma que no se diese lugar a supuestos o cálculos precipitados.

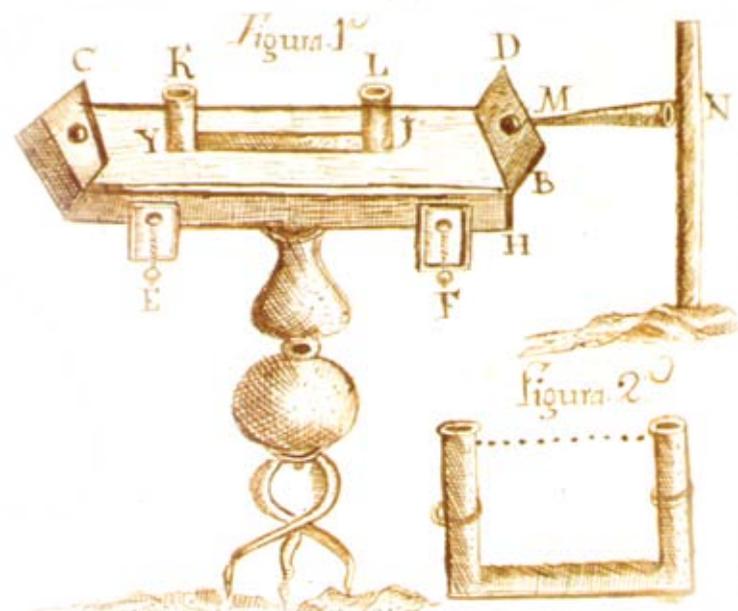
Estas observaciones, como vemos, corresponden a una serie de pasos más o menos comunes, donde la experiencia y práctica podían solucionar muchas de las cuestiones enunciadas. Los errores, sin embargo, acompañaron muchas de las situaciones seguidas bajo cierta precipitación.

La aplicación y cálculos en terreno, sobre todo para efectos de la “declinación”, implicaba el uso de una serie de instrumentos. Don José Sáenz de Escobar hacía referencia por lo menos a ocho tipo de instrumentos: La regla dióptrica; la libra acuaria, el chorobate, el cuadrante, el cuadrado astrolabio, el planímetro, la libella ordinaria, la libella kircheriana y la libella claviana, de los cuales, estas dos últimos recibían sus nombres de los que las habían inventado.

El Diccionario de Autoridades reconoce y define la dioptra, como: Zun instrumento óptico,

geométrico y astronómico, que puesto sobre el astrolabio o sobre u círculo graduado, sirve para medir y tomar las alturas, profundidades y distancias. Es una regla en cuyos dos extremos se colocan pínulas o viseras, y en ellas sus agujeros, el uno enfrente del otro, por donde se hace la puntería, dirigiendo los rayos visuales al objeto que se observa⁴⁹. Indica a su vez, que fue inventada por Ptolomeo. Sáenz de Escobar, por su parte, dibuja y explica en este Tratado la forma y empleo del chorobate, al que atribuye sus inicios con Vitruvio. “...compónese de una regla larga (de diez pies bastaría) que sea de veinte pies, que hacen seis varas, cuya longitud la juzgo muy bromosa, ...” se incluían además unos pinacidios o tabillitas perpendiculares y otras tabillitas que servían para conocer la orientación. Uno de los aspectos claves que ofrecían estos instrumentos, era la estimación de las declinaciones del terreno y la manera de calcular ciertas diferencias de alturas entre dos puntos del terreno.

49 Real Academia Española, *Diccionario de Autoridades*. Madrid, Editorial Gredos, 1979, Edición facsimilar de la de 1732, Volumen I, p. 285.



Nivel de agua provisto de alidadas de pínulas. Francisco Guzmán de Lara y Luzón: <<Geometría práctica y mecánica en tres tratados>>. Siglo VXIII. (BN,Manuscrito 8186).

Dos capítulos de cierta relevancia son el V y VI dedicados a los cálculos para el repartimiento de las aguas. Se parte de la consideración que los repartimientos tenían su base en las concesiones de mercedes hechas por Su Majestad y las autoridades puestas en su lugar (Virreyes, Presidentes...)⁵⁰.

Una de las medidas comunes para los repartos de agua en el campo, era el “surco” o propiamente el “sulco”, nombre que procedía del surco que se hacía para el riego de la tierra. Sus fracciones serán respectivamente las naranjas y las pajas. Un sulco comprendía 3 naranjas, 24 reales y 432 pajas. La paja será a su vez, la medida que se adoptó de manera común para los repartos de agua en medios urbanos.

Para el cálculo de las medidas que correspondían a estas nominaciones, parte de la forma en que se dividía la vara castellana en 48 partes que llama dígitos, o dedos, y cada dígito en cuatro granos. Cada vara comprendía entonces 192 granos. La referencia a los granos será el punto de partida para identificar a las “pajas de agua”. Una paja de agua, en sus cálculos, comprendía una figura de grano y medio corto de diámetro. Para el caso de las naranjas de agua, le calcula 16 granos en cuadro, equivalentes a un cuadrado con 256 granos cuadrados. Supuesto que cada naranja comprendía a 144 pajas, resultaba a su vez, que en una medida cuadrada, una paja equivalía a una figura cuadrada con 1.77 granos por lado.

Esta secuencia de medidas, tomadas tanto en su forma redonda o cuadrada, sería un elemento básico, para formar las medidas de los “marcos”, que por lo general se empleaban para dar acceso a los volúmenes medidos de aguas, desde las acequias generales de conducción, hacia los canales o caños que conducían el agua a los terrenos de cada propietario.

⁵⁰ Cabe añadir, sin embargo, que en la experiencia fundacional de muchas de las villas del Bajío y norte de México, la autoridad, a través de las licencias de fundación, otorgó a los Cabildos, un conjunto de concesiones. Entre ellas por lo común, dispuso de la capacidad para delimitar las tierras dedicadas a labranza o huertas, y para señalar las dimensiones de los terrenos aplicados a los vecinos, así como la especificación de su condición de “regadío” o secano, según la ubicación y posibilidades estimadas para el riego. En fase posterior, será también bastante común, la solicitud de “confirmaciones” particulares al Virrey, y la negociación sobre “regulaciones colectivas”, basadas en el pago de ciertas cantidades de dinero.

Las observaciones que reúne en torno a los repartimientos de aguas, se pueden concretar a los siguientes puntos:

- 1.- Una primera diligencia, era la necesidad de calcular la cantidad total de agua, ya fuera en sulcos, o naranjas, que se podía disponer para el reparto.
- 2.- La segunda diligencia era reconocer la parte y lugar de donde partía la toma de agua. Una de las formas comunes era el aprovechamiento de ríos, cuyas aguas se consideraban comunes, y donde se hacían las correspondientes sangrías o heridos para las tomas de agua. La identificación de estos puntos, implicaba por lo común hacer presas o elevaciones, con las salidas de aguas en conductos o acequias derivadas de la principal. En este mismo contexto, en las conducciones de agua para los casos de molinos de pan o batanes, se requería la correspondiente merced, con calidad, de que una vez empleada para promover fuerza hidráulica, se debía regresar el agua a su conducto de origen o “madre del río”.
- 3 y 4.- La tercera y cuarta diligencias, aplicables en los repartimientos de agua donde concurrían varios interesados, las orientaba a establecer una forma que sirviera para igualar las cantidades que llegaran a distintos puntos y con distinto recorrido. Su parecer aquí, era el disponer de una pila o depósito de agua, desde donde debían partir, “a la misma altura”, los varios conductos. En sus palabras: “...Pónganse las datas por círculos o cuadrados, asienten sobre un plan nivelado paralelo...”.

Terminaba este apartado con tres advertencias: La primera, proponía una medida tentativa para aplicarla en los casos que las mercedes no incluyeran una referencia precisa a la disposición del volumen de agua. Para el movimiento de un molino, por lo común se requerían unos ocho sulcos, mientras que para el movimiento de un batán, solo eran requeridos unos dos o tres sulcos de agua. A su vez, los requerimientos de cantidades de agua para el riego de terrenos, dependía en buena medida, de las características de los propios terrenos. Una idea bastante común, era que para regar una caballería de tierra se necesitaban cerca de 3 sulcos continuos de agua.

La segunda advertencia, se hacía en relación a la forma de disponer las cantidades de agua “mercenadas”. Cuando se disponía de un volumen grande de agua, se podían aplicar medidas continuas de agua, mientras que para una menor cantidad, podía distribuirse a través de una secuencia o tandeo, ya sea de día y noche, de horas durante el día, de unos días entre varios, etcétera. Este ejercicio será parte de los acuerdos locales y de la forma en que el medidor pueda arreglar la disposición de los volúmenes entre el conjunto de usuarios.

La tercera advertencia la dirige en especial a los medidores, y plantea la necesidad de que pusieran las datas de agua sobre planos perfectamente nivelados y bajo las condiciones más adecuadas para que no se dieran robos, ni ensanches en los referidos marcos que formaban las datas.

Este conjunto de apreciaciones estaba acompañado por una serie de cálculos, dirigidos a establecer la forma de medir las alturas, como las áreas correspondientes a las figuras cuadradas y circulares de los marcos de agua.

En la **Declaración sobre riego**, se presenta el cálculo aproximado de la cantidad de agua requerida para el riego de una caballería de tierra. Se ofrece aquí la información obtenida por dos personas: don Antonio González y don Luis González de Soto, vinculados a varias haciendas de la zona cercana a la ciudad de México, manifestada ante un juez. Se parte de una diferenciación entre cuatro tipos de tierras, identificadas como de “ladamal, tezoquite, blanca y arenosa”. Sus diferencias se estiman aquí en relación a un mayor o menor requerimiento de agua para la misma superficie de terreno.

El cálculo que se manifestaba es el siguiente: Para el riego de tres fanegas de sembradura de trigo, con la cantidad de un sulco de agua, se necesitaba un día completo. Entonces, para el riego de una caballería de tierra, calculado como equivalente a 60 fanegas de sembradura⁵¹, con el mismo sulco de agua, se necesitaban 20 días

51 Según esta cuenta, la fanega de sembradura de trigo equivalía a 0.71 Has. Otros autores, en tiempos posteriores manifestaron otro tipo de equivalencias como la que refería K. Kaerger, en su obra *Agricultura y colonización en México en 1900*, México, U. de Chapingo/ CIESAS, 1986, pg. 229, donde se le aplica a la fanega de sembradura de trigo la equivalencia de 3.57 Has.

completos de agua. Sin embargo, para un tipo de tierra como la que llama “blanca” que identifica como tequesquitos, para la misma caballería de tierra, se debían emplear unos 25 días de agua.

Un segundo cálculo, tenía que ver con la diferencia que se producía al aumentar la cantidad de agua, es decir, si se empleaban 2 sulcos en lugar de uno. El experimento o la experiencia mostraba, un “ahorro” en el tiempo de riego, de forma que para la misma caballería de tierra, con 2 sulcos de agua, se necesitaban 9 días, en lugar de los 10. Esta diferencia se aplicaría a su vez, en relación a las diferencias observadas para los tipos de tierras. De esta forma, manteniendo esa misma unidad de referencia, la caballería de tierra, se presentaban dos tipos de variantes a tomar en cuenta: Las características de las tierras y el volumen de agua conducida para el riego.

Una aplicación basada en los criterios del Tratado

La realización del Tratado de las medidas de aguas, debió tener uno de sus fundamentos, en el propio ejercicio como abogado de la Real Audiencia, que le llevaron a conocer la serie de problemas planteados alrededor de los litigios por cuestiones de aguas. Uno de los ejemplos donde consta su participación, tuvo lugar por el año de 1721, cuando uno de los labradores de Valle de Santiago-Salamanca, llamado Gabriel de Iturburu, condujo una solicitud para la intervención del Virrey. Esta intervención se buscaba en razón de dos tipos de cuestiones: La medición de las aguas que se utilizaban para riego, y la revisión de la forma de repartimiento del agua entre el grupo de usuarios.

La Villa de Salamanca, partió también de una licencia de fundación que fue otorgada por el año de 1602, para formar un asiento a orillas del río Grande en un punto considerado intermedio entre las nuevas villas de Celaya y León. Como en el caso de Celaya, a través de la licencia se otorgaba al Cabildo la facultad de proceder a la distribución de las tierras de labranza, considerando la entrega de 4 caballerías, 2 suertes para viña y olivar y el solar, para cada uno de los **solicitantes de vecindad**⁵². Desde el principio se buscó

52 A.G.N. General de Parte, Vol.6, Exp. 211, fjs, 176v – 180r.

también realizar una saca de agua del río Grande con el fin de regar las tierras al lado norte del mismo, proyecto que no se llegó a concretar⁵³. Sin embargo, los terrenos que obtuvieron el beneficio del riego, fueron los situados al sur, a partir de una acequia llamada el Brazo de Moreno que dio lugar a la formación del Laborío de Valle de Santiago con tres padrones basados en los grupos de labores que regaban a partir del río y cada acequia principal⁵⁴.

Para el año de 1721, ante la existencia de ciertas diferencias entre los propietarios de estas labores, ya constituidas como haciendas, se requirió la intervención del Virrey, quien a su vez, solicitó el parecer de don José Sáenz de Escobar, en calidad de asesor. En su intervención y respuesta se extendía a una serie de considerandos, que nos recuerda lo que escribió en el Tratado. Así, en relación a la cuestión de las mediciones y repartos de aguas, expresaba estos puntos: a) Se debía estudiar el asunto con cuidado, pues tenía ya experiencia de una larga serie de pleitos por los repartos de agua, "...que me motivan me haya dedicarme a las matemáticas, por lo que conduce a esta materia". b) Consideraba también que estos pleitos se habían multiplicado, por el aumento de tierras dedicadas a labranza "...experimentándose que muchos sin merced de agua, disponen sus tierras para las siembras, y por no perder lo sembrado, la hurtan o la alquilan o la compran a los dueños y éstos hacen granjería, llevando más agua de la que les pertenece". c) También sucedían problemas por razón de las diferentes alturas de las tomas de agua, pues aunque los "marcos" presentaran las mismas medidas, se suscitaban diferencias favorables a los situados en las partes bajas del recorrido, frente a los que tenían sus tomas en las partas altas⁵⁵.

En la aplicación de medidas para resolver el problema planteado entre los labradores, expuso cuatro tipo de medidas. 1) La necesidad de hacer un reconocimiento y nueva medida del volumen de agua que se utilizaba para riego. 2) Proceder después a un repartimiento del agua, rectificando los marcos por donde salía el agua, de forma que las medidas correspondieran a las mercedes

53 A.G.N. Mercedes, Vol. 35, fj. 73v.

54 Urquiola Permisán, José Ignacio, "El Laborío de Valle de Santiago: Formación de un sistema de riego en el Bajío colonial", Revista *Investigación*, UAQ, Año VII, num 25-26, JI-Dic. 1988, 1a Epoca, pp.18-26

55 A.G.N. Mercedes, Vol. 70, fjs. 109r – 112v.

de que gozaban. 3) Proceder a realizar las conducciones de agua, según la forma expresada. 4) Aplicar castigos a los que modificaran los marcos, de manera que "...ninguno pueda ensanchar, ni ahondar más, corromper ni vulnerar la longitud ni latitud en que quedare cada marco según la medida que se hiciere"⁵⁶. Otra de las intervenciones de don José Sáenz de Escobar tendrá lugar por el año de 1721, en relación con las previsiones para la obra de la nueva conducción de aguas limpias en la ciudad de Querétaro. Veamos unos antecedentes y la aplicación de mediciones en este sistema de uso de aguas.

Formación y mediciones en el sistema de la Cañada y Patehé

Los primeros datos reunidos en torno al sistema de uso de aguas de la Cañada y Patehé durante la época colonial, nos sitúan ante dos grupos de testimonios: La licencia de fundación del pueblo de Querétaro, otorgada en 1537 y la participación de don Hernando de Tapia en las obras de conducción de agua. La licencia que procede del Rey Carlos V, se otorgó a petición de dos indios principales en razón de realizar este asiento a vertientes del río que viene de la Cañada⁵⁷. Como parte de las prerrogativas, además del espacio asignado de jurisdicción, se indicaba que "...hayan e gocen de las aguas de el dicho río para sus aprovechamientos y granjerías...de lo cual, si fuera necesario, después que los dichos vecinos y sus moradores se hayan aprovechado y regado sus labranzas y sementeras, dejen libremente la que les quedare, que corra por su curso natural, para disponer de ella a nuestra voluntad"⁵⁸. Con ello se otorgaba no solo el derecho de acceso, sino la prioridad, aunque no la exclusividad en el uso de estas aguas.

La concreción de obras para proceder a este goce y aprovechamiento, se manifiesta en la Relación Geográfica de Querétaro, como resultado directo de la gestión de don Hernando de Tapia, "...poblado el pueblo, el buen don Hernando se dio a abrir acequias para que el agua que sale de

56 *Ibid.*, fj. 111r.

57 *La Sombra de Arteaga*, Año XXVI, num.18, (23-V-1892), pp. 287-290. Se transcribe una copia realizada en 1761, por el escribano José Carlos de Eraso, a petición de don Vicente Ferrer Claudio Morales, Gobernador de los naturales. Otra copia similar se reproduce en el trabajo de Rabell, Eduardo "La Real Cédula de fundación de Santiago de Querétaro", en *El Heraldo de Navidad*, Querétaro, 2006, pp. 32-38.

58 *Ibid.*, pg. 288.

la dicha cañada, les pudiese aprovechar para regar con ella muy grandes tierras que tiene este pueblo, como el día de hoy le hacen”⁵⁹.

Otros testimonios posteriores, reafirman esta intervención, donde se implicaba un primer diseño del sistema, dispuesto para llevar el agua a los solares y huertas formadas en el asiento del pueblo, a lo largo del recorrido de las acequias, junto con las tierras de labranza dispuestas en especial en la sección oeste y parte final del recorrido. Uno de estos testimonios salía a luz, al reunirse una información con motivo de mostrar la trayectoria familiar, el conjunto de propiedades y la participación de don Hernando de Tapia en la formación del sistema de riego, todo ello finalmente canalizado en la nieta de don Hernando, doña Luisa del Espíritu Santo, religiosa del convento de Santa Clara de Jesús.

La pregunta 4 del cuestionario que se formó con ese propósito exponía: “...si saben que los manantiales y ojos de agua de la Cañada, de donde viene el agua a el pueblo, está en sitio y lo ha poseído siempre, y ahora por la dicha doña Luisa de Tapia lo posee el dicho convento y siempre los dichos ojos de agua los han limpiado y cuidado ellos”⁶⁰. Como muestra de las respuestas de los cinco testigos presentados, destaco la ofrecida por Juan Xaramillo, vecino del pueblo quien declaraba contar con 73 años. “...Y asimismo sabe que el dicho don Fernando de Tapia, fue el primer fundador deste dicho pueblo y trujo de otras partes indios cristianos y los fundó formando calles y plazas, pulicía y buen gobierno, que estando una ciénega a la parte de la cañada muy alta y muy cerrada, y que no corría, abrió a su costa y limpió la dicha ciénega y encaminó abriendo río, para que hubiere agua en el pueblo, y llevarla por acequias y a unas tierras nombradas el Cerrillo que hoy posee el convento, al pie del cual pasa el dicho río, y fue el primer trigo que se sembró y cogió en este dicho pueblo, y que se regó con el agua del dicho río, todo lo cual vio y sabe este testigo, porque su padre Antonio de Mesina, fue uno de los primeros fundadores deste dicho pueblo, y que dio al dicho don Fernando de Tapia cantidad de yuntas de bueyes para hacer la madre del río, y

59 Relación de Querétaro, en Acuña, René (Edit.) *Relaciones Geográficas del siglo XVI: Michoacán*, México, UNAM, 1987, pg 221.

60 “ Información de legitimación y cacicazgo de doña Luisa del Espíritu Santo...”, en Demanda de la parte del convento de Santa Clara contra los que usan del agua deste pueblo sin tener título...” A.H.Q. Civil, 1631, fj. 65r.

fuese por donde hoy va, de manera que con haber hecho esto, perpetuó el agua por el dicho río, y mas enjugó la ciénega para hacer asiento de pueblo, donde hoy está fundado, que vio este testigo era todo ciénega y con haber abierto corriente y echado toda el agua por la parte donde hoy va, se secó donde hoy está fundado”⁶¹.

Esta larga exposición, en cuanto declaración hecha bajo juramento como “cierta y verdadera”, planteaba entre otras cuestiones: 1) La existencia de una ciénega, que al ser desecada, fue lugar para el asiento del pueblo. 2) La apertura de una acequia principal con el fin de disponer agua para uso de los naturales y del propio don Hernando en las tierras que entonces poseía y que pasaron a manos del convento. 3) La realización de la obra hidráulica, apoyada con el equipamiento obtenido de un vecino, “las yuntas de bueyes”, para formar el o los nuevos cauces. 4) La indicación de que con estos avances se iniciaron en esta zona los cultivos de trigo.

En los siguientes años, bajo la incorporación de nuevos vecinos españoles, dedicados principalmente al comercio y ganadería, se ofrecieron algunas disputas por el uso del agua, pero es hasta el año de 1605, que encontramos un primer ordenamiento de aguas, mandado por el Alcalde Mayor don Alonso de Ulloa. Este ordenamiento fijó la secuencia y cantidad de días de agua que debían recibir las 6 labores formadas en la terminación del sistema, que recibían el agua a través del río. Cada turno se completaba en 44 días, durante los cuales unas labores recibían todo el remanente y otras compartían por mitad este beneficio en los días señalados⁶².

Este ordenamiento reflejaba un aspecto parcial del funcionamiento del sistema. Para encontrar la perspectiva completa debemos llegar hasta el año de 1654, como resultado de un nuevo pleito levantado por el convento de Santa Clara contra el entonces Gobernador de los naturales, don Baltasar Martín. El motivo del pleito fue la construcción de un dique o presa, por el que don Baltasar y otros miembros de la familia, desviaban la corriente de unos ojos de agua, hacia unas tierras propias situadas a la altura del pueblo de

61 Ibid., fjs. 68r – 68v.

62 “Demanda de la parte del convento de Santa Clara contra los que usan del agua sin tener título para ello”. A.H.Q. Civil. Año 1631, fjs. 74r – 76r.

la Cañada. El convento llevó el asunto a la Audiencia Real, donde después de tiempo de espera, encomendó la resolución del asunto al Oidor don Gaspar Fernández de Castro. La llegada a Querétaro de este personaje dio lugar a una extensa recopilación de documentos, para comprobar los derechos de todo el conjunto de usuarios, la exposición y alegatos de los interesados y se incorporó también una descripción, donde aparece una primera exposición de todos los puntos desde los que se hacían las tomas y derivaciones de aguas vigentes⁶³.

Con esta información; la inspección o vista de ojos y el conocimiento sobre litigios previos, don Gaspar Fernández de Castro, formó un amplio escrito, donde quedó establecida la forma del repartimiento de aguas y la vigencia sobre decisiones previas por las que se declaraban y amparaban derechos sobre aguas. En todo este proceso el Oidor se apoyó en el trabajo de don Francisco de Chavida, a quien le encargó entre otras cuestiones, “medir y pesar las aguas”, y proceder a la medida y hechura de todos los marcos por donde se hacía la distribución del agua. Bajo este peso y medida se estimó que el conjunto disponible de aguas, alcanzaba la cantidad de 20 surcos, y bajo una compleja división, se determinó la medida de los marcos, ramales y divisiones, por lo general en naranjas o reales de agua⁶⁴. Las huertas recibían dotaciones de agua con una frecuencia semanal o quincenal, mientras que el conjunto de labores seguían el esquema de turnos que se sucedían a lo largo de unos 40 días. Todos los usuarios debieron contribuir a su vez para el pago de las obras encomendadas a Francisco de Chavida.

Un nuevo episodio que marcó una nueva necesidad de realizar obras y mediciones nos lleva hasta los años cercanos a 1720, en el marco de una expansión industrial, donde Querétaro empezó a destacar en el medio de la Nueva España como el principal centro manufacturero de producción de telas. Con esta expansión, y el crecimiento demográfico se produjo también una degradación notable en el sistema de conducción de aguas, provocado por el vertido de sustancias,

en particular de residuos de colorantes y alcaparrosa, que viciaron el agua y la hicieron inservible para usos domésticos⁶⁵.

El principal testimonio conservado, procede del documento por el que se nombró al Marqués de la Villa del Villar del Aguila, Comisionado para la nueva obra de conducción de aguas limpias⁶⁶. Este documento reproduce los pasos previos y en especial la fase donde el Cabildo de la ciudad, convocó a dos especialistas, pesadores de aguas: Don Nicolás Díaz y Miguel José Díaz, para que graduasen la cantidad de agua que se obtendría de un ojo llamado el Capulín; midiesen y trazasen la conducción del agua hasta ponerla en la ciudad y planteasen a su vez, la forma en que se habría de salvar por medio de arcos, unos terrenos bajos y quebradas en la parte final del recorrido. No consta el cálculo del volumen medido en el citado ojo, pero si la distancia de 6.756 varas que debía recorrer la atarjea para situar el agua en un punto llamado el cerro de Carretas, otras 1.207 varas para el trayecto con arcos, con una altura máxima calculada de 10 varas y finalmente 1.600 varas desde la caja de agua hasta un punto junto a la Capilla de la Verónica, de donde partirían las conducciones a las dos fuentes que se habían previsto realizar: Una en la plaza real y otra en la de San Francisco. A este primer proyecto se le calculó un costo de unos 20.000 pesos.

Este proyecto, fue sometido a consideración del Virrey y por su conducto, a don Francisco Sáenz de Escobar. Su respuesta, donde expresa la viabilidad del mismo, se puede resumir en torno a cuatro puntos. 1) Hacía explícito que el proyecto no presentaba el cálculo de la cantidad de agua de los manantiales del Capulín y hacía una demostración sobre la forma de proceder para la división del surco de agua en medidas menores y la forma de graduarlas bajo forma circular y cuadrada. 2) Daba una estimación de las cantidades de agua que se podían distribuir a través de las fuentes y para los conventos. En su cálculo una pila pública funcionaba bien con 1 ½ o 2 reales de agua, y los conventos podrían recibir una can-

63 *Documentos para la historia urbana de Querétaro, siglos XVI y XVII. Litigio entre los indios de la Congregación y el convento de Santa Clara sobre derechos a las aguas con que tiegan*, Querétaro, Presidencia Municipal, 1994, pp. 157-167.

64 A.G.N. Tierras, Vol. 2648, Exp.1, en 89 fojas.

65 Urquiola Permisán, José Ignacio, “Aguas sucias...aguas limpias. Testimonios sobre el proyecto de conducción de aguas limpias a la ciudad de Santiago de Querétaro, siglo XVII”, en Rivera Reinados, Lisette y Pérez Acevedo, Martín, *Querétaro. Interpretaciones de su historia. Cinco ensayos*, Morelia, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, 1998, pp. 23-84.

66 A.G.N. Mercedes, Vol.71, fjs. 311r – 319v.

tividad similar, mientras que para casas particulares, esta cantidad debía reducirse a medio real⁶⁷.

Los otros dos puntos tocaban a la cuestión financiera. Desde un principio, se trató de que los obrajeros, como causantes de la “infección de las aguas”, contribuyeran con el costo de la obra, estimada en principio en los 20.000 pesos. Se pasó después a considerar la aportación de todo el vecindario, mediante prorrato, pero se trató de disponer de un adelanto proporcionado por los obrajeros para iniciar las obras. La opinión reflejada por el maestro Sáenz de Escobar al respecto, era que aunque se obtuviera la cantidad estimada mediante prorrato, los obrajeros debían poner una cantidad proporcional mucho mayor, como causantes del problema y en caso de que no lo hicieran, “...prohibírseles del todo el uso del agua”. Finalmente, como una forma de contribución adicional, consideró la posibilidad de que el Cabildo aplicara un impuesto especial al consumo de carne. El proyecto, sin embargo corrió otro rumbo, y el Marqués estimó la conveniencia de varios cambios, en particular el trazo y altura de los arcos, así como el aumento en el número de pilas o fuentes públicas que redundó entre otros factores, en un notable encarecimiento en los costos de la obra, que según se conoce alcanzó la cifra de 124.791 pesos⁶⁸.

Reflexiones finales

Este primer recorrido, donde se presentan algunos de los aspectos vinculados al trabajo de la agrimensura en la Nueva España, muestra la importancia de esta especialidad, cara a los diferentes tipos de mediciones requeridas, ya fuera para identificar colindancias o límites, para fijar los espacios de labranza, para establecer el volumen y los caminos del agua, o como fue bastante común para deslindar y resolver pleitos y problemas por ocupaciones, desvíos, roturas o pura y llanamente robos de aguas. La preparación en este campo de conocimientos y en especial en relación al uso del agua, parece seguir un camino en buena medida experimental, al lado de los conocedores, pero fue adquiriendo un estatus propio, al ser requeridos en forma creciente como auxiliares por

diferentes autoridades y por particulares. El siglo XVIII representa la fase expansiva más clara de esta actividad y donde se amplió también la utilización de diferentes tipos de textos para apoyo de esta labor. En este contexto se destaca en especial la obra realizada por José Sáenz de Escobar, considerada aquí solo en relación al Tratado de las medidas de aguas.

Referencias Bibliográficas

- A.G.I. Escribanía de Cámara de Justicia, Vol. 1148, fj. 161r. Este tipo documental se llama Provisión Real por las características que presenta, pero encontramos Provisiones tanto emitidas por la autoridad real, como por las Audiencias a nombre del Rey.
- A.G.N. 1979. *Catálogo de Ilustraciones*, México, Archivo General de la Nación, Tomos 1 al 10.
- A.G.N. General de Parte, Vol.6, Exp. 211, fjs, 176v – 180r.
- A.G.N. Mercedes, Vol. 15, fjs. 255v – 256r.
- A.G.N. Mercedes, Vol. 35, fj. 73v.
- A.G.N. Mercedes, Vol. 8, fj. 3r. “Comisión a los Alcaldes Mayores de la ciudad de los Angeles y Cholula sobre lo del agua de Atoyaque”.
- A.G.N. Mercedes, Vol. 81, fjs. 54r – 54v.
- A.G.N. Mercedes, Vol. 81, fjs. 115v – 116v.
- A.G.N. Mercedes, Vol. 81, fjs. 30v – 31r.
- A.G.N. Mercedes, Vol. 70, fjs. 109r – 112v.
- A.G.N. Mercedes, Vol.71, fjs. 311r – 319v.
- A.G.N. Tierras, Vol. 1888, Exp.1, fjs. 14r – 30v.
- A.G.N. Tierras, Vol. 2055, Exp.1, fjs. 1r – 17v.
- A.G.N. Tierras, Vol. 2648, Exp.1, en 89 fojas.
- A.G.N. Tierras, Vol. 2782, Exp.4, fjs. 29r – 34r.
- A.G.N. Tierras, Vol. 674, Exp.1, fjs. 1139r-1139v.

67 Posteriormente, las medidas comunes estimadas para conducciones de servicio a casas particulares, fueron de 1 a 2 pajas. Un real contenía 18 pajas, de forma que la medida propuesta por Sáenz de Escobar de medio real, o 9 pajas fue muy generosa.

68 Navarrete, Francisco Antonio, *Relación peregrina*, Querétaro, Gobierno del Estado de Querétaro, 1987, pp. 69-70.

- A.G.N., 1979, en el Tomo 5, número 2154, Mapa pictográfico, color. Signatario: Capitán Fernando de Mújica, Alcalde Mayor.
- A.H.Q. Civil, 1631, fj. 65r.
- A.hH.Q. Civil. Año 1631, fjs. 74r – 76r.
- Acuña, René (Edit.) 1987. *Relación de Querétaro Relaciones Geográficas del siglo XVI: Michoacán*, México, UNAM.
- Anaya Larios, Rodolfo y colaboradores. 2003. *Francisco Martínez Gudiño. Un maestro del barroco queretano*, Querétaro, UAQ.
- Beaumont, fray Pablo. 1988. *Crónica de Michoacán*, México, Tomo III, Balsal Editores.
- Beristain de Souza. 1980. *Biblioteca Hispanoamericana Septentrional*, México, UNAM, Tomo I.
- Capel, Horacio, Sánchez, Joan Eugeni y Moncada, Omar, *De Palas a Minerva*. 1988. *La formación científica y la estructura institucional de los ingenieros militares en el siglo XVIII*, Madrid, Serbal/ CSIC.
- Cervantes, Enrique, 1927. "Documentos para la historia de Puebla". *Memorias de la Sociedad Alzate*, Tomo 48.
- Contreras Cruz, Carlos/ Cuenya, Miguel Angel, (Edit.) 2000. *Angeles y constructores. Mitos y realidades en la historia colonial de Puebla (siglos XVI-XVII)*, Puebla, Benemérita Universidad de Puebla, CONACYT/ Ayuntamiento de Puebla.
- Diccionario de pesas y medidas mexicanas, 1997. México, CIESAS.
- Documentos para la historia urbana de Querétaro, siglos XVI y XVII. Litigio entre los indios de la Congregación y el convento de Santa Clara sobre derechos a las aguas*, Querétaro, Presidencia Municipal, 1994.
- Fernández, Martha. 1985. *Arquitectura y Gobierno Virreinal. Los maestros mayores de la ciudad de México, siglo XVII*, México, UNAM.
- Glick, Thomas F. 1988. *Regadío y sociedad en la Valencia medieval. Del Cenia al Segura*. Valencia, Edición a cargo de Ramón Ferrer Navarro, Artes Gráficas Soler.
- Hernández Franyuti, Regina, Ignacio de Castera. 1997. *Arquitecto y urbanista de la ciudad de México, 1777-1811*, México, Instituto de Investigaciones Dr. José María Luis Mora
- Herodoto. 1971. *Los nueve libros de la Historia*, México, Ed. Porrúa.
- K. Kaerger, 1986. *Agricultura y colonización en México en 1900*, México, U. de Chapingo/ CIESAS.
- La Sombra de Arteaga*, Año XXVI, num.18, (23-V-1892), pp. 287-290. Se transcribe una copia realizada en 1761.
- Laso de la Vega, Domingo. 1761. Su obra fue publicada con el título de *Reglamento de las medidas de las aguas*.
- López de Villaseñor, Pedro. 2001. *Cartilla Vieja de la nobilísima ciudad de Puebla deducida de los papeles auténticos y libros antiguos, 1781*, Puebla, Gobierno del Estado de Puebla.
- Meyer, Michael C. 1997. *El agua en el Suroeste hispánico. Una historia social y legal, 1550-1850*, México, Ed. CIESAS7 IMTA.
- Moncada Maya, José Omar, *El ingeniero Miguel Constanzó*. 1994. *Un militar ilustrado en la Nueva España del siglo XVIII*, México, UNAM.
- Moreno, Roberto. 1969. "Catálogo de los manuscritos científicos de la Biblioteca Nacional", en *Boletín del Instituto de Investigaciones Bibliográficas*, Tomo I, num.1, en-jun, pp. 61-104. Está registrado bajo Ms.1528.
- Musset, Alain. 1992. *El agua en el valle de México, siglos XVI-XVIII*. México, Centro de Estudios Mexicanos y Centroamericanos/ Pórtico de la Ciudad.
- Palerm, Angel. 1990. *México prehispánico. Evolución ecológica del valle de México*. México, Ed. Consejo Nacional para la Cultura y las Artes. Colección Regiones.

- Pérez Rocha, Emma. 1996. *Ciudad en peligro. Probanza sobre el desagüe de la ciudad de México. 1556*, México, INAH, Colección Científica.
- Rabell, Eduardo. 2006. "La Real Cédula de fundación de Santiago de Querétaro", en *El Heraldo de Navidad*, Querétaro.
- Real Academia Española, *Diccionario de Autoridades*, Madrid, Editorial Gredos, 1979, Edición facsimilar de la de 1732, Volumen I, p. 285.
- Rojas, Teresa (Coord.) 1991. *La agricultura en tierras mexicanas desde sus orígenes hasta nuestros días*. México, Ed. Grijalbo/ Consejo Nacional para la Cultura y las Artes.
- Ruiz Acevedo, Juan Manuel/ Delgado Béjar, Fernando. 1991. *El agua en las ciudades de la Bética*, Sevilla, Ed. Gráficas Sol.
- Ruiz Dávila, Manuel. 1889. *Cartilla del sistema métrico decimal*, México, Estereotipia de Manuel Ruiz Dávila.
- Sandre Osorio, Israel. 2005. *Documentos sobre posesión de aguas de los pueblos indígenas del Estado de México, siglos XVI al XVIII*, México, CIESAS/ IMTA/ Comisión Nacional del Agua/ El Colegio Mexiquense.
- Silva Prada, Natalia. 1996. "Oficio y arte: Don Ildefonso de Iniesta Bejarano. Un arquitecto novohispano, 1716 -1781", *Historia Mexicana*, XLVI:2.
- Trabulse, Elías. 1983. *Historia de la Ciencia en México*, México, CONACYT/ F.C.E., 4 Tomos.
- Trabulse, Elías. 1996. *El círculo roto, Estudios históricos sobre la ciencia en México*, México, F.C.E.
- Urquiola Permisán, José Ignacio. 1988. "El Laboratorio de Valle de Santiago: Formación de un sistema de riego en el Bajío colonial", *Revista Investigación*, UAQ, Año VII, num 25-26, JI-Dic. 1a Época.
- Urquiola Permisán, José Ignacio. 1998. "Aguas sucias...aguas limpias. Testimonios sobre el proyecto de conducción de aguas limpias a la ciudad de Santiago de Querétaro, siglo XVII", en Rivera Reinadlos, Lisette y Pérez Acevedo, Martín, *Querétaro. Interpretaciones de su historia. Cinco ensayos*, Morelia, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.
- Urquiola Permisán, José Ignacio. 2001. *El repartimiento de aguas en Celaya: Año 1575*, *Boletín del Archivo Histórico del agua*, año 6, num 18, mayo-agosto, Nueva Época.
- Ventura Villanueva, Angel. 1996. *El abastecimiento de agua a la Córdoba romana*, Córdoba, Ed. Universidad de Córdoba.
- Wallerstein, Inmanuel. 1979. *El moderno sistema mundial. La agricultura capitalista y los orígenes de la economía-mundo europea en el siglo XVI*, México, Ed. Siglo XXI.
- Wittfogel, Kart. 1966. *Despotismo oriental. Estudio comparativo del poder totalitario*. Madrid, Ed. Guadarrama.
- Wobeser, Gisela Von. 1989. *La formación de la hacienda en la época colonial. El uso de la tierra y el agua*, México, UNAM.