



# UCAM

UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE MURCIA

ESCUELA INTERNACIONAL DE DOCTORADO  
Programa de Doctorado: Doctorado en Urbanismo

Norias de corriente en la cuenca hidrográfica del río Segura:  
Un arquetipo de la arquitectura hidráulica

LIBRO I. GENERALIDADES

Autor:

José Montoro Guillén

Directores:

Dr. D. Francisco Segado Vázquez.

Dr. D. Francisco José Sánchez Medrano

Murcia, Mayo de 2017





**UCAM**  
UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE MURCIA

**AUTORIZACIÓN DE LO/S DIRECTOR/ES DE LA TESIS**  
**PARA SU PRESENTACIÓN**

El Dr. D. Francisco Segado Vázquez y el Dr. D. Francisco José Sánchez Medrano como Directores de la Tesis Doctoral titulada “Norias de corriente en la cuenca hidrográfica del Segura: un arquetipo de la arquitectura hidráulica” realizada por D. José Montoro Guillén en el Departamento de Ciencias Politécnicas, **autoriza su presentación a trámite** dado que reúne las condiciones necesarias para su defensa.

Lo que firmo, para dar cumplimiento al Real Decreto 99/2011, 1393/2007, 56/2005 y 778/98, en Murcia a 31 de Mayo de 2017

D. Francisco Segado Vázquez

D. Francisco José Sánchez Medrano



## **Norias de corriente en la cuenca hidrográfica del río Segura: Un arquetipo de la arquitectura hidráulica.**

El origen y difusión de las técnicas irrigación sobre los espacios agrícolas y el uso de ingenios hidráulicos, surge con toda probabilidad en un lugar del Mediterráneo Oriental conocido como el Creciente Fértil, lugar de la antigua Mesopotamia. Esas primeras experiencias, se difunden hacia Occidente, a otras culturas como la egipcia, la helenística y la romana.

La existencia de antiguos arquetipos hidráulicos queda recogida en el primer tratado de arquitectura de la historia, escrito por Vitrubio en el siglo I d. C.

El descubrimiento en los primeros años del siglo XX de las ruedas hidráulicas utilizadas por los romanos en las explotaciones mineras de Riotinto, Huelva (España), resulta ser una evidencia arqueológica de gran importancia. Movidas por la fuerza del hombre, en su estructura predominaban los elementos radiales y su tamaño era inferior a los 5 metros de diámetro, estaban construidas en madera a excepción de su eje que se ejecutaba de bronce, para conseguir una mayor durabilidad.

El dominio visigodo a la caída del imperio, provoca en el sureste de Hispania un efecto de ruralización. Todo parece indicar, que en esa época, en los espacios irrigados, se mantendrían las ruedas hidráulicas de inspiración clásica, instalándose en las riberas de los ríos para el riego de jardines y huertos.

Otro “momento arquitectónico” en la evolución de estos ingenios hidráulicos, sucede con la llegada del pueblo árabe, auténticos innovadores en la generación de nuevos espacios irrigados y en la aplicación de nuevos sistemas hidráulicos. Este nuevo espacio, quedará configurado por la creación de una red de acequias, sobre las que ocasionalmente, se instalarían norias de corriente.

La morfología y el programa ornamental de las ruedas musulmanas, se caracteriza por la proliferación de elementos de madera que conforman figuras geométricas entrelazadas entre sí, con la función de rigidizar esbeltas norias, de diámetros muy superiores a las de inspiración clásica.

El siglo XII fue el periodo de mayor apogeo de los sistemas hidráulicos, junto a las madinas se construyeron complejos sistemas de riego a partir de presas y acequias, que llevaron las huertas a sus límites máximos.

Los árabes modificaron por completo el paisaje regional, en las vegas de los ríos y en las laderas montañosas del interior, configurando unos paisajes agrarios perpetuados hasta hoy, mantenidos en su ausencia por la sociedad feudal que les sucedió.

Particularmente emblemático, dentro de la Vega Alta del Segura, el Valle de Ricote, se caracteriza por la ocupación lateral de los escasos espacios que bordean el cauce del río y las montañas limítrofes, originando un espacio de características muy particulares.

La base de este "sistema hidráulico", se caracteriza por la construcción de presas situadas transversalmente al cauce del río y por la apertura de nuevas acequias, en sus extremos, para después de recorrer las distintas terrazas agrícolas, devolver las aguas sobrantes al cauce principal. Cuando el espacio agrícola colonizado mostraba fuertes desniveles, se acudía a la construcción de norias de corriente para salvar las diferencias de cota y así elevar el agua.

La estructura de las norias de corriente sería de madera y sus distintos elementos reproducirían formas que se corresponderían con cada "momento cultural".

En la huerta murciana bajomedieval, las norias de corriente son de influencia clásica, con ligeras referencias estilísticas árabes y donde los elementos radiales predominan sobre los concéntricos. Para la unión de las escuadrías de madera, se utilizarían distintos ensambles unidos por clavijas de madera e incluso cuerdas de atado.

Para la extracción de agua se utilizarían cangilones de arcilla atados con cuerdas en la parte exterior de la rueda, como las norias de vuelo andaluzas, pero la casuística murciana, responde al modo clásico de una simple o doble corona exterior compuesta por cajones huecos que cumplen asimismo la función del cangilón.

El movimiento de la rueda se producía por el impacto de la corriente sobre unas palas perimetrales radiales con el eje y en cuyo extremo se adosaban los cangilones, que en su llegada a la parte superior de la noria, vertían el agua sobre una canal.

La historiografía del siglo XX ha identificado estos espacios con el paisaje típico islámico, aunque esas técnicas fueron heredadas y utilizadas por los

cristianos entre los siglos XIII y XVIII, su impronta sobre el paisaje no constituye ninguna reminiscencia del pasado musulmán de la Región.

Es significativo, que las norias más antiguas que se conservan, tengan datada su construcción en el siglo XV, en época alejada del periodo islámico.

La conquista cristiana y el mundo feudal, impulsó la construcción de norias de tipología medieval, cuya denominación se debe a que las máquinas, quedan encerradas entre muros de fábrica de sillería, con la finalidad de protegerse frente a las avenidas.

La evolución de los ingenios hidráulicos es continua, siendo especialmente emblemáticos los periodos renacentista, las intervenciones Ilustradas y finalmente la Revolución Industrial.

Los siglos XVIII y XIX, se caracterizan por grandes ampliaciones de los espacios regables debido a nuevas políticas estatales. La ampliación de los regadíos de las cuencas hidrográficas de los ríos españoles, llevan aparejado la construcción de sistemas hidráulicos donde las norias de corriente tenían un importante protagonismo.

El siglo XIX, es el periodo de máxima implantación de norias de corriente a lo largo de la huerta del Segura, apareciendo en el diseño de las ruedas elementos metálicos (hierro), para los elementos estructurales (eje, radios y travesaños), que se alternan con otros de madera que se consideran pasivos (palas, cajones, canales) y que dan lugar a ruedas hidráulicas de grandes dimensiones, con diámetros que llegan hasta 14 metros.

Con la aparición de los nuevos materiales, las formas de las ruedas, pierden las referencias estilísticas y simplemente reproducen tipologías tendentes a lo funcional.

La crisis de la agricultura tradicional acontecida en el siglo XX, con la aparición de nuevas tecnologías, trajo consigo el crecimiento urbano y el descenso del poblamiento rural.

En la actualidad, estos ingenios hidráulicos se debaten dentro de su inactividad entre el abandono y la consideración como parte del patrimonio histórico hidráulico.

Palabras clave: Espacio irrigado, sistema hidráulico, río, presa, acueducto, acequia, ingenio hidráulico, noria de corriente, aliviadero.



## **Norias of current in the hydrographic basin of the Segura river: an archetype of the hydraulic architecture.**

The origin and diffusion of the techniques irrigation on the agricultural spaces and the use of hydraulic mills, most likely arises in an Eastern Mediterranean place known as the Fertile Crescent, place of the ancient Mesopotamia. These first experiences, spread to the West, to other cultures such as Egyptian, Hellenistic and Roman.

The existence of ancient hydraulic archetypes is captured in the first treatise on architecture in history, written by Vitrubio in the first century AD. C.

The discovery in the first years of the 20th century of the hydraulic wheels used by the Romans in the mining operations of Riotinto, Huelva (Spain), proves to be an archaeological evidence of great importance. Moved by the force of man, in its structure predominated the radial elements and their size was inferior to the 5 meters of diameter, were constructed in wood with the exception of its axis that was executed of bronze, to obtain a greater durability.

The dominion visigodo to the fall of the empire, causes in the southeast of Hispania a ruralization effect. Everything seems to indicate that at that time, in the irrigated spaces, the hydraulic wheels of classical inspiration would be maintained, settling on the banks of the rivers for irrigation of gardens and orchards.

Another "architectural moment" in the evolution of these hydraulic mills, happens with the arrival of the Arab people, authentic innovators in the generation of new irrigated spaces and in the application of new hydraulic systems. This new space, will be configured by the creation of a network of ditches, on which occasionally, would be installed streamers.

The morphology and the ornamental program of the Muslim wheels, is characterized by the proliferation of wooden elements that form geometric figures intertwined with each other, with the function of stiffening slender norias, of diameters much superior to those of classic inspiration.

The twelfth century was the period of greatest apogee of the hydraulic systems, along with the madinas complex irrigation systems were built from dams and ditches, which took the orchards to their maximum limits.

The Arabs completely modified the regional landscape, in the vegas of the rivers and in the mountainous slopes of the interior, forming agrarian landscapes perpetuated until today, maintained in their absence by the feudal society that happened to them.

Particularly emblematic, within the Vega Alta del Segura, Valle de Ricote, is characterized by the lateral occupation of the scarce spaces that border the riverbed and the neighboring mountains, creating a space of very particular characteristics.

The basis of this "hydraulic system" is characterized by the construction of dams located transversally to the river bed and the opening of new ditches, at its ends, after crossing the various agricultural terraces, returning the remaining water to the main channel . When the colonized agricultural area showed strong slopes, it was used to build current stream to save the differences in height and thus raise the water.

The structure of stream chains would be made of wood and its various elements would reproduce forms that would correspond to each "cultural moment".

In the mid-medieval Murcia orchard, current chains are of classical influence, with slight Arab stylistic references and where radial elements predominate over concentric ones. For the joining of the wooden squares, different assemblies united by wooden pegs and even ropes of tie would be used.

For the extraction of water would be used clay buckets tied with ropes on the outside of the wheel, as the Andalusian flight wheels, but the casuistry murcia, responds to the classic mode of a single or double outer crown composed of hollow crates that meet Also the function of the bucket.

The movement of the wheel was produced by the impact of the current on radial perimeter blades with the axis and at the end of which the buckets were attached, which, upon reaching the top of the wheel, poured the water over a channel.

Twentieth-century historiography has identified these spaces with the typical Islamic landscape, although these techniques were inherited and used by Christians between the thirteenth and eighteenth centuries, their imprint on the landscape is no reminiscence of the Muslim past of the Region.

It is significant, that the oldest norias that are conserved, have dated its construction in century XV, at a time far from the Islamic period.

The Christian conquest and the feudal world, promoted the construction of medieval type typewriters, whose name is due to the fact that the machines are enclosed within masonry factory walls, in order to protect themselves against the avenues.

The evolution of the hydraulic mills is continuous, being especially emblematic the Renaissance periods, the illustrated interventions and finally the Industrial Revolution.

The eighteenth and nineteenth centuries are characterized by large expansions of irrigable spaces due to new state policies. The expansion of the irrigation of the watersheds of the Spanish rivers, is accompanied by the construction of hydraulic systems where the current norms had an important role.

The 19th century is the period of maximum implantation of chainwheels along the Segura garden, with metallic elements (iron) appearing in the design of the wheels for the structural elements (axles, radii and crossbars), which are Alternating with other

wood that are considered passive (blades, drawers, channels) and that give rise to hydraulic wheels of great dimensions, with diameters that reach up to 14 meters.

With the appearance of the new materials, the forms of the wheels, lose the stylistic references and simply reproduce typologies tending to the functional.

The crisis of the traditional agriculture happened in the twentieth century, with the appearance of new technologies, brought with it the urban growth and the descent of the rural poblamiento.

At present, these hydraulic mills are debated within their inactivity between abandonment and consideration as part of the hydraulic historical heritage.

*Key Words: Irrigated space, hydraulic system, river, dam, aqueduct, drainpipe, drainage, waterwheel, spillway.*



## AGRADECIMIENTOS

A todos los que han regado con norias...

A todos los que habéis buscado norias conmigo...

...y ahora no lo hacéis.

... a María Elena, Celia y Pepe

... a Valentín, Antonio, Cristina, Mariano...

Gracias por vuestra dedicación, Teófilo, José, Maite y Juan Antonio

Quisiera expresar mi agradecimiento más sincero a las personas que me atendieron en las siguientes instituciones:

\*Museo Provincial de Huelva.

\*Museo Minero de Río Tinto.

\*Archivo Histórico Minero de la Fundación Río Tinto.

\*Biblioteca Pública de Cáceres.

\*Archivo Municipal de Córdoba.

\*Archivo Histórico Provincial de Córdoba.

\*Escuela de Estudios Árabes de Granada (Al arqueólogo Julio Navarro).

\*Archivo del Juzgado Privativo de Aguas de Orihuela.

\*Biblioteca y Archivo Histórico Fernando de Loaces. Orihuela.

\*Biblioteca Valenciana Nicolau Primitiu. San Miguel de los Reyes. Valencia.

\*Biblioteca de la Universidad de Valencia en Calle La Nave.

\*La sección de Préstamo Interbibliotecario de la Biblioteca de la Universidad Pontificia de Comillas.

\*Ayuntamiento de Flix y Asociación La Cana.

\*Archivo de la Corona de Aragón. Barcelona.

\*Museo de la piel, el hombre y el agua de Igualada.

\*Centro de Interpretación de la Naturaleza de Aragón La Alfranca. Zaragoza

\*Centro de la Comarca de la Ribera Baja del Ebro en Quinto. Zaragoza.

En Murcia:

\*Archivo Municipal de Abarán.

\*Archivo Municipal de Archena.

\*Archivo Municipal de Blanca y Asociación La Carrahila.

\*Archivo Municipal de Molina de Segura.

\*Archivo Heredamiento Regante de Molina de Segura.

\*Archivo Heredamiento Regante de Alguazas.

\*Archivo Histórico Regional de Murcia.

\*Archivo Municipal de Murcia (El Almudí).

\*Archivo de la Confederación Hidrográfica del Segura. Santomera.

\*Biblioteca Antonio de Nebrija de la Universidad de Murcia.

\*Las secciones de Préstamo Interbibliotecario y Fondo Antiguo de la Biblioteca de la Universidad de Murcia en Espinardo.

\*La sección de Préstamo Interbibliotecario de la Biblioteca de la Universidad Católica San Antonio de Murcia.

\*Agradecimiento y reconocimiento a la labor de Don José Manuel García Fernández y Don Tomás Cascales Cobacho en la consecución de la documentación de la Biblioteca Apostólica Vaticana que he utilizado en esta tesis, agradecimiento que hago extensivo a la Secretaría de dicha Institución.

**A los profesores Segado Vázquez y Sánchez Medrano, que han puesto conmigo entusiasmo y comprensión en este proyecto.**

“¡Dios Mío!, la noria desborda de agua dulce en un jardín  
 cuyos ramos están cubiertos de frutos ya maduros.  
 Las palomas le cuentan sus cuitas, y ella les responde  
 repitiendo notas musicales.  
 Parece un enamorado incurable que da vueltas en el lugar de las antiguas citas, llorando y  
 preguntando por quien se alejó.  
 Y, como si hubiesen sido estrechos los conductos de los párpados ...  
 ... para contener las lágrimas,  
 estallaron sus costados como párpados”.

(... “La noria”, *Sad al-Jayr* , poeta de Valencia, que vivió en el siglo XII. Trad.: E. García Gómez).



Manuscrito de Bayad y Riyad. Biblioteca Apostólica Vaticana (Vat. ar. 368/0023)



## ÍNDICE

AUTORIZACIÓN DE LOS DIRECTORES	
RESUMEN DE LA TESIS	
AGRADECIMIENTOS	
ÍNDICE GENERAL	17
SIGLAS Y ABREVIATURAS	19
ÍNDICE DE FIGURAS	21
<b>0 . OBJETIVOS DE LA TESIS</b>	<b>39</b>
<b>I . INTRODUCCIÓN</b>	<b>47</b>
1.1. ESPACIO AGRÍCOLA, ESPACIO IRRIGADO E INGENIOS HIDRÁULICOS.	52
1.2. ESPACIO IRRIGADO Y NORIAS DE CORRIENTE EN LA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL SEGURA.	70
1.3. PERSISTENCIA HISTÓRICA Y MEDIOAMBIENTAL DEL ESPACIO IRRIGADO Y LAS NORIAS DE CORRIENTE.	74.
<b>II . ARQUITECTURA, INGENIOS Y MAQUINAS HIDRÁULICAS</b>	<b>77</b>
2.1 PRELIMINAR: AGRICULTURA, ESPACIO IRRIGADO Y TECNOLOGÍA	79
2.2 INGENIOS Y MÁQUINAS HIDRÁULICAS EN LA ANTIGÜEDAD.	95
2.3 INTERLUDIO	130
2.4 INGENIOS Y MÁQUINAS HIDRÁULICAS EN EL MUNDO MUSULMÁN.	134
2.5 INGENIOS Y MÁQUINAS HIDRÁULICAS EN LOS TRATADOS DE ARQUITECTURA Y TEATROS DE MÁQUINAS ( SIGLOS XV AL XVIII)	163
<b>III . LAS NORIAS DE CORRIENTE EN LA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL RIO SEGURA.</b>	<b>249</b>
3.1 PRELIMINAR.	251
3.2 LOS RECURSOS HÍDRICOS.	255
3.3 LOS SISTEMAS HIDRÁULICOS Y LOS ELEMENTOS CONFIGURADORES DEL ESPACIO IRRIGADO TRADICIONAL, EL RÍO, LOS AZUDES Y LA RED DE ACEQUIAS.	263
3.4 TECNOLOGÍA DE LAS NORIAS DE CORRIENTE.	276
3.5 EL FUNCIONAMIENTO DE LAS NORIAS DE CORRIENTE, LOS SISTEMAS TÉCNICOS Y LOS MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN.	295

3.5.1 Materiales en la maquina hidráulica.	301
3.5.2 Materiales de la obra arquitectónica.	302
3.6 PRECISIONES AL DISCURSO SOBRE TIPOLOGÍA Y/O EVOLUCIÓN DEL TIPO. FORMA Y GEOMETRÍA.	303
3.7 LAS NORIAS DE CORRIENTE ENTRE LA TRADICIÓN CONSTRUCTIVA Y LA MODERNIDAD: LOS OFICIOS TRADICIONALES Y LA INTERVENCIÓN PROYECTUAL	341
<b>IV. LAS NORIAS DE CORRIENTE EN OTRAS CUENCAS HIDROGRÁFICAS DE LA PENÍNSULA IBÉRICA (SIGLOS XIX Y XX)</b>	351
4.1 NORIAS DE CORRIENTE EN LA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL RÍO EBRO.	354
4.2 NORIAS DE CORRIENTE EN LA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL RÍO TURIA	387
4.3 NORIAS DE CORRIENTE EN LA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL RÍO JÚCAR.	396
4.4 NORIAS DE CORRIENTE EN LA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL RIO GUADALQUIVIR.	411
4.4.1 Elementos constitutivos de las norias de madera.	412
4.4.2 Elementos constitutivos de las norias de hierro	415
4.5 NORIAS DE CORRIENTE EN LOS RÍOS PORTUGUESES.	437
<b>V. SISTEMAS Y MAQUINAS HIDRAULICAS ENTRE LOS SIGLOS XIX Y XX CON ESPECIAL DEDICACIÓN A LOS DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL RIO SEGURA.</b>	445
5.1 PRELIMINAR.	447
5.1.1 Espacio agrícola y espacio irrigado ( S.XVIII a 1ª mitad del XX).	451
5.1.2 La expansión del regadío y los proyectos ilustrados.	453
5.1.3 La expansión de la agricultura en el siglo XIX.	455
5.1.4 El cambio agrario entre 1900 y 1935.	469
5.2 SISTEMAS TÉCNICOS E HIDRÁULICOS ENTRE LOS SIGLOS XVIII Y 1ª MITAD DEL XX.	470
5.2.1 Sistemas técnicos e hidráulicos: Presas y acequias.	472
5.2.2 Sistemas técnicos e hidráulicos: Las norias de corriente. Epílogo.	489
<b>VI: CONCLUSIONES</b>	495
<b>VII: FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN</b>	501
<b>VIII: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	505

## SIGLAS Y ABREVIATURAS

MOP.: Ministerio de Obras Públicas.

CHS.: Confederación Hidrográfica del Segura.

ArCHS.: Archivo de la Confederación Hidrográfica del Segura.

LA.: Legalización de Aprovechamiento Hidráulico.

B.I.C.: Bien de Interés Cultural



## ÍNDICE DE FIGURAS

### I . INTRODUCCIÓN

Fig. I.1a y I.1b. Arquitectura rural en el Valle de Ricote y el Palmeral de Orihuela.

Fig. I.2. Noria de corriente de inspiración clásica en Blanca, Valle de Ricote.

Norias, azudas, aceñas. Caro Baroja, Julio

Fig. I.3. Noria de corriente y espacio irrigado de tradición islámica en Ojós, Valle de Ricote.

Fig. I.4. Una obra de finales del s.XVIII, noria, presa y puente de Rojales. Alicante.

Fig. I.5. Rueda de Felices. Noria de corriente de influencia medieval, Javalí Viejo, Murcia.

Fig. I.6. Noria de la Hoya Don García, en Abarán, emplazada en un cauce de taludes naturales de tierra.

### II . ARQUITECTURA, INGENIOS Y MÁQUINAS HIDRÁULICAS.

Fig.: II.1 El nacimiento de la agricultura en centros de desarrollo independientes. J.M. Roberts. "Historia Antigua desde las primeras civilizaciones hasta el Renacimiento".

Fig. II.2. Mapa de la región denominada Creciente Fértil, cuna de la civilización. J.M. Roberts. "Historia Antigua desde las primeras civilizaciones hasta el Renacimiento".

Fig. II.3. Mapa de la difusión de las tradiciones agrícolas y culturales en Europa. J.M. Roberts. "Historia Antigua desde las primeras civilizaciones hasta el Renacimiento".

Fig. II.4. Detalle del mosaico El estandarte de Ur, 4.500 a.C, donde aparecen ruedas de madera macizas. J.M. Roberts. "Historia Antigua desde las primeras civilizaciones hasta el Renacimiento".

Fig. II.5. Detalle de pintura funeraria representando a trabajadores agrícolas del antiguo Egipto. J.M. Roberts. "Historia Antigua desde las primeras civilizaciones hasta el Renacimiento".

Fig. II.6. Mapa físico de China. La civilización china surgió hace más de 3.000 años, en el valle del río Amarillo. J.M. Roberts. "Historia Antigua desde las primeras civilizaciones hasta el Renacimiento.

Fig. II.7. El mundo griego del Egeo. J.M. Roberts. "Historia Antigua desde las primeras civilizaciones hasta el Renacimiento.

Fig. II. 8 y 9. Mosaico reflejando labores agrícolas en una villae romana. // Jardín clásico idealizado en la villa romana de Boscoreale al norte de Pompeya, 35 a.C. J.M. Roberts. "Historia Antigua desde las primeras civilizaciones hasta el Renacimiento.

Fig. II.10. Mapa de la expansión del imperio romano. J.M. Roberts. "Historia Antigua desde las primeras civilizaciones hasta el Renacimiento.

Fig. II.11. Grúa con rueda accionada por hombres en la construcción de un templo. J.M. Roberts. "Historia Antigua desde las primeras civilizaciones hasta el Renacimiento.

Fig. II.12. Mapa de la expansión del islam. J.M. Roberts. "Historia Antigua desde las primeras civilizaciones hasta el Renacimiento.

Fig. II.13. Mapa de la expansión del islam. J.M. Roberts. "Historia Antigua desde las primeras civilizaciones hasta el Renacimiento.

Fig. II.14. Mapa de la situación política de Europa Occidental en los siglos XII y XIII. J.M. Roberts. "Historia Antigua desde las primeras civilizaciones hasta el Renacimiento.

Fig. II.15. Molino de rueda vertical de carga superior. Salterio Lutrell. 1.320-1.340 . [http://ic.pics.livejournal.com/vveshka/14072431/62414/62414\\_original.jpg](http://ic.pics.livejournal.com/vveshka/14072431/62414/62414_original.jpg)

Fig. II.16. Un molino para elaborar metales. El mundo medieval, 8, María Paola Zanoboni.

Fig. II.17. Plano de planta de la Villae de Los Villaricos, Mula. Complejo donde encontramos, espacios de habitación, termas, religiosos, de transformación y almacenamiento de productos agrícolas-almazaras-. Servicio de Patrimonio Histórico de la Consejería de Cultura de la CARM.

Fig. II.18. Fragmento de estuco que representa una rueda hidráulica de tiro (s I a.C a s I d.C). Museo Greco-Romano de Alejandría. Egipto. García Blázquez L. "Los arcaduces islámicos de Senda de Granada".

Fig. II.19 y II 20. Shaduf y tornillo hidráulico. Historia de las Invenciones Mecánicas", Abbot Payson Usher.

Fig. II.21 y II 22. Rueda hidráulica de corriente y molino vertical de ruedas con engranajes. Historia de las Invenciones Mecánicas”, Abbot Payson Usher.

Fig. II.23. Mecanismo para extracción de agua en un pozo. Historia de las Invenciones Mecánicas”, Abbot Payson Usher.

Fig. II.24. Molino de rueda vertical de carga superior y ruedas con engranajes. Terry S. Reynolds. “Stronger Than A Hundred Men. A History of the Vertical Water Wheel”.

Fig. II.25. Representación de rueda hidráulica vertical de carga inferior (s.I.a.C. a C.) representada en un mosaico del Gran Palacio de Bizancio. Terry S. Reynolds. “Stronger Than A Hundred Men. A History of the Vertical Water Wheel”.

Fig. II.26. Fragmento de una pintura mural de una rueda hidráulica en las catacumbas romanas (s.III d.C). Terry S. Reynolds. “Stronger Than A Hundred Men. A History of the Vertical Water Wheel”

Fig. II.27. Dibujo del complejo molinológico de Barbegal, cerca de Arles. Terry S. Reynolds. “Stronger Than A Hundred Men. A History of the Vertical Water Wheel”.

Fig. II.28. Fotografía parcial del complejo arqueológico de Barbegal.

<https://files1.structurae.de/files/350high/64/barbegal03.jpg>

Fig. II.29 y II.30. Molino de rueda hidráulica horizontal y palanca de agua chinos. Terry S. Reynolds. “Stronger Than A Hundred Men. A History of the Vertical Water Wheel”.

Fig. II.31. Reconstrucción de la rueda hidráulica de Venafro en Pompeya. Dibujo de una rueda de carga inferior reconstruida por los restos encontrados bajo la lava del Vesubio. Terry S. Reynolds. “Stronger Than A Hundred Men. A History of the Vertical Water Wheel”.

Fig. II.32 y II.33. Dos órganos hidráulicos que suben y bajan y que elevan el agua.

Fig. II.34 y II.35. Rueda hidráulica de carga superior. Rueda de rosario y cangilones movida por la corriente que impacta sobre una rueda de cucharas. Le Baron Bernard Carra de Vaux. “El libro de los aparejos neumáticos y las máquinas hidráulicas”.

Fig. II.36. Shaduf egipcio pintado en la tumba de Ipu. Deir el-Medina.

[http://fluidos.eia.edu.co/hidraulica/articulos/historia/mecanica\\_islam/imagenes/img001.jpg](http://fluidos.eia.edu.co/hidraulica/articulos/historia/mecanica_islam/imagenes/img001.jpg)

Fig. II.37. Alhatará o cigüeña. “Murcia y el agua. Historia de una pasión”.

Fig. II.38 y II.39. Anverso y reverso de un tornillo de Arquímedes o cóclea vitruviana. Museo de la piel y el agua de Igualada. Barcelona.

Fig. II.40. Tímpano. Noria de pie accionada por el hombre pedaleando o bien girando mediante manivela. Museo de la piel y el agua de Igualada. Barcelona.

Fig. II.41. Azuda o rueda hidráulica según Ortiz y Sanz. "Los diez libros de arquitectura de Marco Vitruvio Polion".

Fig. II.42. Noria de influencia islámica. Museo de Albarracín. Teruel.

Fig. II.43 y II.44. Ruedas hidráulicas de corriente. Theatri Machinarum. Heinrich Zeising.

<https://diglib.hab.de/drucke/od-438-2s/start.htm>

Fig. II.45 y II.46. Ruedas de Tharsis según Gonzalo y Tarín. Norias, azudas, aceñas. Caro Baroja, Julio.

Fig. II.47. Rueda hidráulica romana en minas de Santo Domingo, Portugal, según Gonzalo y Tarín. Norias, azudas, aceñas. Caro Baroja, Julio.

Fig. II.48. Rueda hidráulica de Río Tinto. Noria romana encontrada tras excavaciones por el derrumbe de las galerías. Archivo Histórico Minero Fundación Río Tinto.

Fig. II.49. Noria romana restaurada, actualmente situada en el hall del Museo Provincial de Huelva. Fotografía gentileza del Museo Provincial de Huelva.

Fig. II.50. La hipótesis de Delgado y Regalado dibujada por Antonio López García

<http://player.slideplayer.es/7/1656101/data/images/img5.jpg>

Fig. II.51. Plano noria romana hallada en Filón Norte Riotinto.1886. Archivo Histórico Minero Fundación Río Tinto.

Fig. II.52. Mina romana Sotiel Coronada, dispositivos de extracción de agua, noria y tornillos de Arquímedes. Sistema de palanca análogo a la alhatara o saduf. Les mines de la Péninsule Ibérique dans l'Antiquité romaine. Domergue, Claude.

Fig. II.53. Mina romana de Santa Bárbara. Dispositivo de extracción de agua una batería de cuatro tornillos de Arquímedes. Les mines de la Péninsule Ibérique dans l'Antiquité romaine. Domergue, Claude.

Fig. II.54. Tornillo de Arquímedes de la mina romana de El Centenillo. Les mines de la Péninsule Ibérique dans l'Antiquité romaine. Domergue, Claude.

Fig. II.55. Detalle tornillo de Arquímedes de la mina romana de El Centenillo. Detalle tornillo de Arquímedes de la mina Sotiel Coronada. Les mines de la Péninsule Ibérique dans l'Antiquité romaine. Domergue, Claude.

Fig. II.56. Mina romana Sotiel Coronada. Detalle de hélice de tornillo de Arquímedes. Les mines de la Péninsule Ibérique dans l'Antiquité romaine. Domergue, Claude.

Figuras II.57. Esquemas de la noria romana del Museo Provincial de Huelva y esquema de funcionamiento de un par de ruedas hidráulicas en Museo de las Minas de Río Tinto.

Fig. II.58a. Noria de corriente de inspiración clásica. Valle de Ricote hacia 1950. Norias, azudas, aceñas. Caro Baroja, Julio.

Fig. II.58b. Noria romana de las Minas de Riotinto. Huelva. Norias, azudas, aceñas. Caro Baroja, Julio.

Fig. II.59 . Molino medieval de carga superior (R.I). Colección de algodón de la Biblioteca Británica. Cotton Manuscript Cleopatra C XI, fol 10.

Fig. II.60a. Reconstrucción ideal de un burgo fortificado, apenas salir de los muros encontramos las viviendas de los campesinos. El Mundo Medieval. Vito Bianchi.

Fig. II.60 b y c, aspectos de la villa agraria medieval. Der Renner, Tirol, Austria. 1.230-1.313.Hugo von Trimberg.

<https://es.pinterest.com/pin/369717450641051873/>

Fig.II.61. Aspectos de la vida en al-Andalus. Las ciudades hispano-musulmanas. Torres Balbás, Leopoldo.

Fig. II.62. Norias de corriente sirias sobre el río Orontes.

[http://ananke.blog.lemonde.fr/files/2006/11/syrie\\_336\\_norias-sur-loronte.JPG](http://ananke.blog.lemonde.fr/files/2006/11/syrie_336_norias-sur-loronte.JPG)

Fig. II.63. Sello concejil de Zamora, con una azuda medieval representando posiblemente a las aceñas de Olivares. Sellos concejiles de España en la Edad Media. González, Julio. Revista Hispania Tomo V, nº XX.

Fig. II.64, II.65 y II.66. Ruedas hidráulicas con engranajes, dentadas, de cuchara, con cangilones, de paletas planas, etc. El libro del conocimiento de los ingeniosos mecanismos. The Book of Knowledge of Ingenious Mechanical Devices . al-Jazari. Siglo XII

<https://es.pinterest.com/pin/337207090834368798/>

Fig. II.67. Norias de corriente de inspiración clásica. Oasis de Al Fam. Egipto

<https://s-media-cache->

<ak0.pinimg.com/564x/2d/d4/74/2dd47456e2c04c2554a073c1d5f3e3e7.jpg>

Fig. II.68. Norias de corriente de inspiración islámica en el río Orontes. Siria

[https://tse2.mm.bing.net/th?id=OIP.MO\\_FjqFz4Cy83JKh\\_m1GnwEsDg&pid=15.1](https://tse2.mm.bing.net/th?id=OIP.MO_FjqFz4Cy83JKh_m1GnwEsDg&pid=15.1)

[https://tse2.mm.bing.net/th?id=OIP.MO\\_FjqFz4Cy83JKh\\_m1GnwEsDg&pid=15.1&P=0&w=210&h=158](https://tse2.mm.bing.net/th?id=OIP.MO_FjqFz4Cy83JKh_m1GnwEsDg&pid=15.1&P=0&w=210&h=158)

Fig. II.69. Norias gigantescas en el río Huang. Lanchou. China. Geografía Universal: Asia Monzónica China y Japón. Tomo XII. P. Vidal de la Blanche y L. Gallois.

Fig. II. 70. Artificio elevador en el río Yudid Damasco (s.XIII). Tratado de arquitectura hispano-musulmana. Pavón Maldonado, Basilio.

Fig. II.71. La ciudad islámica de Córdoba. Aguas abajo del río Guadalquivir, en su margen derecha se observa el molino de la Albolafia. Ciudades hispano-musulmanas. Torres Balbás, Leopoldo.

Fig. II.71. La ciudad islámica de Córdoba. Aguas abajo del río Guadalquivir, en su margen derecha se observa el molino de la Albolafia. Ciudades hispano-musulmanas. Torres Balbás, Leopoldo.

Fig. II.72. Toledo. Acceso a la ciudad por el puente de Alcántara, donde Idrisi describe la gran noria toledana. Ciudades hispano-musulmanas. Torres Balbás, Leopoldo.

Fig. II.73. Representación idealizada de un jardín islámico

<https://s-media-cache->

<ak0.pinimg.com/564x/17/21/be/1721bee0271eba0ea899ed8c9d0a2903.jpg>

Fig. II.74. Toledo. Representación hipotética de la gran noria toledana referida por El Idrisi en su viaje a Toledo en el siglo XII. La hipótesis dibujada se debe a Basilio Pavón Maldonado. Tratado de arquitectura hispano-musulmana.

Fig. II.75. Plano de planta del Molino y noria de La Albolafia, sin la rueda hidráulica. Del proyecto de Restauración de La rueda hidráulica del Molino de La Albolafia del arquitecto Félix Hernández. 1966. Archivo Municipal de Córdoba.

Fig. II.76. Plano de planta del Molino y noria de La Albolafia, restituyendo la rueda hidráulica. Del proyecto de Restauración de La rueda hidráulica del Molino de La Albolafia del arquitecto Félix Hernández. 1966. Archivo Municipal de Córdoba.

Fig. II.77. Plano de alzado del Molino y noria de La Albolafia, restituyendo la rueda hidráulica. Del proyecto de Restauración de La rueda hidráulica del Molino de La Albolafia del arquitecto Félix Hernández. 1966. Archivo Municipal de Córdoba.

Figs.: II.78 y II.79. Noria y molino de Repiso. Croquis de Félix Hernández de la noria de Repiso, año 1960-62, cuando proyectaba restaurar La Albolafia. Revista *Salsum*, 2.

Fig. II.80. Alzado de la noria de La Albolafia, del proyecto de restauración redactado por Don José Antonio Gómez Luengo. 1975. Archivo Municipal de Córdoba.

Fig. II.81. Anexo descriptivo del esquema de despiece y montaje de la rueda del Molino de La Albolafia. Córdoba. Félix Hernández, se había inspirado y había tomado notas in situ de las norias de vuelo de Palma del Río y Castro del Río. Proyecto de restauración de la noria del Molino de La Albolafia, redactado por Don José Antonio Gómez Luengo. 1975. Archivo Municipal de Córdoba.

Fig. II.82. La noria de La Albolafia, margen derecha del río Guadalquivir.

Fig. II.83. Muro lateral de la noria y al fondo muro fragmentado que en su parte superior estaría provisto de una canalización que llevaría las aguas de la noria al Alcázar Real.

Fig. II.84 . Vista de perfil de la noria. En muro izquierdo de la noria y en muro del fondo, discurriría una canalización que llevaría las aguas al Alcázar Real para el riego de huertas y jardines.

Fig. II.85. Noria de vuelo de Albendín (Baena), Córdoba. Reedificada por el maestro de norias José Antonio Hinojosa Reyes. La noria presenta la morfología de las norias de vuelo estudiadas por Félix Hernández Giménez, José Antonio Gómez Luengo y años más tarde por Ricardo Córdoba de La Llave.

Fig. II.86. Toledo. Restos del artificio de Juanelo Turriano, aguas abajo del acceso a la ciudad por el puente de Alcántara, donde Idrisi describe la gran noria toledana. *Norias fluviales en España. Al-Andalus V.* Torres Balbás, Leopoldo.

Fig. II.87. Noria de influencia islámica en Camarasa. Lérida. Fotografía de Romul Gavarró. *Fábricas hidráulicas españolas.* González Tascón, Ignacio.

Fig. II.88 y II.89. *The Book of Knowledge of ingenious Mechanical devices.* Ibn al-Razzaz al-Jazari. Traducido y anotado por Donald R. Hill.

TRATADOS DE ARQUITECTURA Y TEATROS DE MAQUINAS.

- De Architectura. Marco Vitruvio Polion. Traducido del latín por Cesare Cesariano en 1521.
- De Architectura. Marco Vitruvio Polion. Escrito en latín vulgar por Iulii Frontini hacia 1522.
- De Architectura. Marco Vitruvio Polion. Traducido y comentado por Daniel Barbaro hacia 1556.
- De Architectura. Marco Vitruvio Polion. Traducido del latín por Lázaro de Velasco, primera traducción al castellano, mediado el siglo XVI.
- De Architectura. Marco Vitruvio Polion. Traducido y corregido al francés por Claude Perrault, 1673
- De Architectura. Marco Vitruvio Polion. Traducido al castellano por Joseph Ortiz y Sanz, en 1787.
- De Architectura". Marco Vitruvio Polion. Traducido al francés por Auguste Choisy, en 1909.
- Tratatto di architettura. Códice Asburham. Escrito por Francesco di Giorgio Martini en 1492.
- Tratado de Estática y Mechanica. Códice Madrid I. Escrito por Leonardo da Vinci en 1493.
- Tratados varios de Fortificación, Estática y Geometría. Códice Madrid II. Escrito por Leonardo da Vinci en 1491
- Códice Atlántico. Escrito por Leonardo da Vinci entre 1478 y 1519
- De re Metallica. Escrito por Georg Pauer (Georgius Agricola) en 1556.
- Pirotechnia. Escrito por Vannuccio Biringuccio en 1559.
- Inventioni. Escrito por Giovanni Battista Isacchi en 1579.
- Los XXI Libros de los ingenios y las máquinas. Escrito por Juanelo Turriano o probablemente por Pedro Juan de Lastanosa entre 1569 y 1595.
- Les Raisons des forces mouvantes, avec diverses machines tant utiles que plaisantes. Escrito por Salomón de Caus en 1615.
- Utriusque Cosmi Maioris ... Metaphysica, Physica atque Technica Historia. Escrito por Robert Fludd entre 1617 y 1624.
- The Mysteries of Nature and Art .Escrito por John Bate en 1634.

- Arquitectura Hidráulica. Architecture hydraulique, ou l'Art de conduire, d'élever et de ménager les eaux pour les différens besoins de la vie. Escrito por Bernard Forest de Bélidor entre 1737 y 1739.
- L'Encyclopédie o Dictionnaire raisonné des sciences, des arts et des métiers. Escrito por Denis Diderot et Jean le Rond d'Alembert entre 1751 y 1772.
- Kinematics of machinery. Escrito por Franz Reuleaux en 1876.
- Los Grandes Inventos en todas las esferas de la actividad. Escrito por Franz Reuleaux y traducido por Enrique Urios y Gras en 1888.
- Tratado de aguas y riegos. Escrito por Andrés Llauro en 1884
- Las máquinas hidráulicas. Escrito por Ricardo Aranaz e Izaguirre y Rafael Lorente y Armesto en 1894
- Le livre des appareils pneumatiques et des machines hydrauliques, par Philon de Byzance. Escrito por Le Baron Bernard Carra de Vaux-Saint-Cyr en 1902.
- Teatro de los instrumentos y figuras matemáticas y mecánicas. Escrito por Jacques Besson en 1578.
- Le diverse et artificieuse machine. Escrito por Agostino Ramelli en 1588.
- Machinae Novae. Escrito por Fausto Veranzio en 1595.
- Novo teatro di machine et edificii. Escrito por Vittorio Zonca en 1607.
- Theatrum machinarum. Escrito por Heinrich Zeising en 1612
- Dessing artificieux de tous sorts des moulins. Escrito por Jacques Strada en 1617.
- Le Machine. Escrito por Giovanni Branca en 1629.
- Theatrum machinarum novum. Escrito por Georg Andreas Böckler en 1661.
- Theatrum machinarum generale y Theatri machinarum hydraulicarum. Escrito por Georg Andreas Böckler en 1724
- Theatrum machinarum molarium Escrito por Johann Matthias Beyer en primera mitad siglo XVIII

### III. LAS NORIAS DE CORRIENTE EN LA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL RIO SEGURA.

III.1 a III.6. Paisajes de la cuenca hidrográfica del Segura.

III.7 a III.10. Sistemas hidráulicos de la Huerta de Murcia a partir de La Contraparada.

- III.11. Paisaje de la Huerta de Blanca.
- III.12 y III.13. El río Mundo en la Vega Alta.
- III.14 y III.15. El Segura y la Acequia Don Gonzalo en Los Almadenes. Cieza.
- III. 16. El río Segura en Archena.
- III. 17. Régimen hidráulico del río Mula
- III.18 a III.21. Espacios irrigados escalonados en el Valle de Ricote.
- III.22 y III.23. La Noria de Alcantarilla y la de La Ñora. Heredamientos Sur y Norte.
- III.24 a III.32. Norias funcionales en Cieza, Blanca y Archena, a principios del siglo XX.
- III.33. Diseño de presas según Llaurado.
- III.34 y III.35. Planos de la presa de la Acequia Cara en el Río Mula.
- III.36 y III.37. El río Segura entre las sierras del Solvente y el Chínite. Ojós.
- III.38. Red hidráulica de la Huerta de Murcia.
- III. 39. Diseño para la construcción de canales y acequias. Llaurado.
- III.40. Planos de Planta, alzado y sección de la Acequia Alquibla o Barreras.
- III.41. Algunos de los aspectos geométricos de bóvedas islámicas.
- III.42 y III.43. Sellos concejiles del siglo XIV de las ciudades de Murcia y Córdoba.
- III.44. Sello concejil de la ciudad de Murcia.
- III.45 y III.46. Espacios agrícolas aterrizados, flanqueando el río Segura en el Valle de Ricote.
- III.47. Noria de Felices, de influencia medieval, emplazada en la acequia de Aljufía antes de su demolición.
- III. .48. Mapa de la huerta de Orihuela y red hidráulica.
- III. 49. Plano topográfico de la Huerta de Orihuela y red hidráulica de la Vega Baja.
- III.50. Presa, noria y molino de Benijofar. Alicante.

-PLANOS DE LAS NORIAS POR GRUPOS Y TIPOLOGÍAS.

-PLANOS SISTEMAS TECNICOS DE LA NORIAS: CANAL Y ALIVIADERO. GRUPO Y TIPO.

-PLANOS CLASIFICACIÓN DE LAS NORIAS DE LA CUENCA POR GRUPO Y TIPO.

-PLANOS DE LAS NORIAS. GEOMETRÍA Y DIÁMETROS COMPARADOS.

III.51 y III.52. Plano del puente, azud, noria y molino de Rojasles.

III.53. El proyecto del arquitecto Francisco Lician para la Noria Grande de Abarán (1805).

III.54. El proyecto para la Noria de la Arboleda del Maestro Jaime Brustenga en Lorquí.

III.55. El proyecto de Antonio Hernández Crespo para la Noria de la Brancha en Molina de Segura.

III.56. El proyecto del arquitecto Justo Millán para la Noria de la Casa de Misericordia en Murcia.

III.57. Plano para la noria de la Casa de Misericordia, del arquitecto Justo Millán.

IV LAS NORIAS DE CORRIENTE EN OTRAS CUENCAS HIDROGRÁFICAS DE LA PENÍNSULA IBÉRICA ( SIGLOS XIX Y XX).

IV.1. Plano de planta del trujal y noria de Lodosa. Fondo del Consejo Real de Navarra.

IV. 2a y 2b. Noria de influencia islámica en Camarasa, Lérida. Fotografías de Romul Gavarró. Fábricas hidráulicas españolas. González Tascón, Ignacio.

IV.3. Plano del Azud de Flix, año 1.792. En el extremo derecho del azud, puede verse el emplazamiento de la noria, marcada con la letra H. Archivo de la Corona de Aragón. Barcelona.

IV.4. Noria de la Magdalena, que existió entre Caspe y Mequinenza.

IV.5. Alzado y sección de la noria de Flix. Archivo de la Corona de Aragón. Barcelona.

IV. 6. Noria de Flix, destruida a comienzos del siglo XX. .

<http://2.bp.blogspot.com/->

[KjAoKbzgg18/T3S50CzUYKI/AAAAAAAAAD4k/3PPIrYgOi8/s1600/Copia+\(10\)+de+moli.jpg](http://2.bp.blogspot.com/-KjAoKbzgg18/T3S50CzUYKI/AAAAAAAAAD4k/3PPIrYgOi8/s1600/Copia+(10)+de+moli.jpg)

## NORIAS POR CUENCAS HIDROGRÁFICAS.

- IV. 7. Fotografías y croquis de la noria de Almudevar. Huesca.
- IV. 8. Fotografías y croquis de la noria de Castejón del Puente. Huesca.
- IV. 9. Fotografías y croquis de la noria de Monroy, Terrer. Zaragoza
- IV. 10. Fotografías y croquis de la noria de Ángel Torcal, Chodes. Zaragoza
- IV. 11. Fotografías y croquis de la noria de Chodes II, Chodes. Zaragoza
- IV. 12. Fotografías y croquis de la noria de Chodes III, Chodes. Zaragoza.
- IV. 13. Fotografías y croquis de la noria de Chodes IV, Chodes. Zaragoza.
- IV. 14. Fotografías y croquis de la noria de Chodes V, Chodes. Zaragoza.
- IV. 15. Fotografías y croquis de la noria de Morata de Jalón I. Morata de Jalón. Zaragoza.
- IV. 16. Fotografías y croquis de la noria de Morata de Jalón II o de Hernández Torcal, Morata de Jalón. Zaragoza.
- IV. 17. Fotografías y croquis de la noria de La Alfranca. Zaragoza.
- IV. 18. Fotografías y croquis del norial de Gelsa. Zaragoza
- IV. 19. Fotografías y croquis del norial de Velilla de Ebro. Zaragoza.
- IV. 20. Fotografías y croquis del norial de La Zaida. Zaragoza.
- IV. 21. Fotografías y croquis del norial de Alforque. Zaragoza.
- IV. 22. Fotografías y croquis del norial de Cinco Olivas. Zaragoza.
- IV. 23. Fotografías y croquis del norial de Alborge. Zaragoza.
- IV. 24. Fotografías y croquis del norial de La Partilla, Sástago. Zaragoza.
- IV. 25. Fotografías y croquis de la noria de Montler, Sástago. Zaragoza
- IV. 26. Fotografías y croquis del norial de Menuza. Zaragoza
- IV. 27. Fotografías y croquis de la noria del Monasterio de Rueda, Sástago. Zaragoza
- IV. 27. Fotografías y croquis de la noria de Caspe. Zaragoza
- IV. 28. Fotografías y croquis de la noria de Roselló. Lérida
- IV. 29. Fotografías y croquis de la noria del Sitjar, Torrelameu. Lérida
- IV. 30. Fotografías y croquis de la noria del Sauret, Torrelameu. Lérida
- IV.31. Azud en el río Guadalaviar. Tramacastilla
- IV.32. Fotografías y croquis de la noria del Lavadero, Torres de Albarracín. Teruel
- IV.33. Fotografías y croquis de la noria del Huerto del Tío Americano. Albarracín. Teruel.

- IV.34. Fotografías y croquis de la noria de los Carneros, Albarracín. Teruel.
- IV.35. Fotografías y croquis de la noria de los Mediquillos, Albarracín. Teruel.
- IV.36. Fotografías y croquis de la noria del Parque o de Fuente Peña, Albarracín. Teruel.
- IV.37. Fotografías y croquis de la noria del Vadillo, Gea de Albarracín. Teruel.
- IV.38. Fotografías y croquis de la noria de los Ibáñez, Gea de Albarracín. Teruel.
- IV.39. Fotografías y croquis de la noria de los Cerrados o de Los Praos, Gea de Albarracín. Teruel.
- IV.40. Fotografías y croquis de la noria del Paraje Mirasol, Contreras. Cuenca.
- IV.41. Fotografías y croquis de la noria de la Presa de los Cuchillos, Contreras. Cuenca.
- IV.42. Fotografías y croquis de la noria de los Basilio, Los Cárceles, Villamalea. Albacete.
- IV.43. Fotografías de la Presa Quemada, Villamalea. Albacete.
- IV.44. Fotografías de la Presa y restos de la noria de Tamayo, Villamalea. Albacete.
- IV.45. Fotografías y croquis de la noria de Villatoya. Albacete.
- IV.46. Fotografías de la noria de Perichán. Albacete.
- IV.46a. Fotografías de la presa de Peñalaso. Albacete
- IV.47. Fotografías y croquis de la noria de Casas del Río, Requena. Valencia.
- IV.48. Croquis de las norias de Casas de Penént y Casas de Basta, Requena. Valencia.
- IV.49. Fotografías y croquis de la noria de San Antonio, L'Alcudia. Valencia
- IV.50. Norias de la Chirritana, Puente Genil. Córdoba.  
[http://4.bp.blogspot.com/\\_F07rX8kDjHI/S0JS-JojbtI/AAAAAAAAAB\\_U/7hvG-pBtrOw/s400/noria1.jpg](http://4.bp.blogspot.com/_F07rX8kDjHI/S0JS-JojbtI/AAAAAAAAAB_U/7hvG-pBtrOw/s400/noria1.jpg)
- IV.51. Tipología de una noria de vuelo ejecutada en madera. Los sistemas hidráulicos. Córdoba de La Llave, Ricardo.
- IV.52.: Noria de vuelo de los Mármoles, Baena. Córdoba.
- IV.53.: Noria del Brevo, Puente Genil. Córdoba. Revista Singilis nº 6.
- IV.54.: Noria de Jauja, Lucena, Córdoba, de estructura metálica con palas y cangilones de madera.
- IV.55.: Noria de la aceña, Cuevas de San Marcos, Málaga, de estructura metálica.

IV.56 y IV.57.: Azudas del Paguillo y de la Electroharinera sobre el río Genil. Palma del Río. Córdoba.

IV.58: Puerto de las norias de la Electroharinera. Palma del Río. Córdoba.

IV.59: Obra Arquitectónica de las Grúas de El Carpio. Córdoba.

IV.60: Fotografías y croquis de la noria La Albolafia. Córdoba.

IV.61: Fotografías y croquis de la noria de Albendín, Baena. Córdoba.

IV.62: Fotografías y croquis de la noria del Repiso, Castro del Río. Córdoba.

IV.63: Fotografías y croquis de la noria del Sendajo, Castro del Río. Córdoba.

IV.64: Fotografías y croquis de la noria del Molino de Póncima, Castro del Río. Córdoba.

IV.65: Fotografías y croquis de la noria de la Aceña, Cuevas de San Marcos, Málaga.

IV.66: Fotografías y croquis de la noria de la Agusadera, Cuevas Bajas, Málaga.

IV.67: Fotografías y croquis de la noria de la Huerta de los Cruces, Benamejé. Córdoba.

IV.68: Fotografías y croquis de la noria de la Isla de San Miguel, Benamejé. Córdoba.

IV.69: Fotografías y croquis de la noria del Campo del Castillo, Benamejé. Córdoba.

IV.70: Fotografías y croquis de la noria de la Huerta de Jauja, Lucena. Córdoba.

IV.71: Fotografías y croquis de los restos arquitectónicos de la noria de las Huertas de la Manga, Badolatosa. Sevilla.

IV.72: Fotografías y croquis de la noria del Rabanal, Puente Genil. Córdoba.

IV.73: Fotografías y croquis de la noria de Isla Redonda, La Ceñuela, Écija. Sevilla.

IV.74: Fotografías y croquis de la noria de la Isla del Fraile, Écija. Sevilla.

#### NORIAS PORTUGUESAS.

IV.75: Rueda hidráulica de Soure.

IV.76: Detalle. Rueda de Soure

IV.77: Detalle. Rueda de San Tirso.

IV.78: Rueda hidráulica de Soure.

IV.79: Detalles rueda hidráulica de Águeda.

IV.80: Rueda hidráulica de Águeda.

IV.81 y IV.82. Detalles de la rueda de Tomar

IV.83. Rueda hidráulica de Santa Cita de Tomar.

IV.84. Rueda hidráulica de hierro en San Pedro do Sul.

#### V SISTEMAS Y MAQUINAS HIDRÁULICAS ENTRE LOS SIGLOS XIX Y XX CON ESPECIAL DEDICACIÓN A LOS DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL RÍO SEGURA.

V.1. Planta y sección del proyecto para la construcción de un ingenio hidráulico para picar esparto. Archivo Municipal de Murcia, El Almudí.

V.2. Planos de emplazamiento y sección de la Casa de Máquinas del edificio correspondientes al Aprovechamiento Hidroeléctrico del Golgo en Ulea. Archivo de la Confederación Hidrográfica del Segura.

V.3. Rendimientos de las ruedas de Poncelet y otra con palas de perfil recto. González Tascón I. "Fábricas hidráulicas españolas".

V.4. La presa de la Contraparada fue objeto de obras de consolidación, bien documentadas durante los siglos XVII y XVIII, tras las continuas avenidas y desbordamientos del río Segura.

V.5. Plano de conjunto de puente, presa, noria y molino de Rojas, construido por iniciativa de Carlos III.

V.6. Plano General de las acequias de Cieza. Archivo de la Confederación Hidrográfica del Segura.

V.7. Antigua presa de El Solvente y presa de las acequias Ojós-Villanueva y Ojós-Ulea. Ojós. Detalle de presa de las acequias de Ojós-Villanueva y Ojós-Ulea. El Solvente. Ojós. Archivo de la Confederación Hidrográfica del Segura.

V.8. Plano General del río Segura y de sus acequias en Archena. Archivo Municipal de Archena.

V.9. Plano conjunto de las presas de la Acequias de Alguazas y Molina, situadas en el río Segura a su paso por Archena. Archivo de la Confederación Hidrográfica del Segura

V.10. Plano de la Cuenca Hidrográfica del Segura elaborado por la antigua Confederación Sindical Hidrográfica del Segura. Archivo de la Confederación Hidrográfica del Segura.

V.11. Aprovechamientos hidráulicos en el Segura en pleno siglo XX. Construcción de los Pantanos del Talave y Cenajo. Construcción del aprovechamiento

hidroeléctrico de Almadenes. Archivo de la Confederación Hidrográfica del Segura.

V.12. Aceña de pie o ceñil, movida por la fuerza humana. Máquina análoga al tímpano vitruviano. Archivo de la Confederación Hidrográfica del Segura.

V.13. Noria de tiro o aceña. Aceña extrayendo mediante tímpano. Aceña de rosario con cajones. Archivo de la Confederación Hidrográfica del Segura.

V.14. La legalización de nuevos aprovechamientos hidráulicos, fue frecuente a mediados del siglo XX. Los antiguos artefactos hidráulicos son sustituidos por artilugios motorizados. El dibujo se refiere a la legalización de una sustitución de una aceña por un motor en La Algaida. Archena. Archivo de la Confederación Hidrográfica del Segura.

V.15. Plano general de los molinos de Orihuela. Archivo de la Confederación Hidrográfica del Segura.

V. 16. Presa y Acequia Don Gonzalo. Se grafía la azuda del Cañaverl.

Presas del Canal de la Hoya de García donde se grafía la azuda de Moxó y de la Acequia del Horno. Archivo de la Confederación Hidrográfica del Segura..

V.17. Proyecto para la construcción de la Acequia de Alguazas en Archena. Archivo General de Simancas (AGS).

V.18. Presas de Alguazas y Molina en término de Archena. Archivo de la Confederación Hidrográfica del Segura.

V.19. Planos de la Presa de El Menjú. Cieza. Archivo de la Confederación Hidrográfica del Segura.

V.20. Plano de la antigua presa de El Solvente y aprovechamiento hidroeléctrico aguas abajo. Archivo de la Confederación Hidrográfica del Segura

V.21. Detalle de toma del aprovechamiento hidroeléctrico de la antigua presa de El Solvente, Ojós. Archivo de la Confederación Hidrográfica del Segura.

V.22. Presa y Canal de la Hoya de García, donde se instalan el molino y noria de Moxó. Cieza. Archivo de la Confederación Hidrográfica del Segura.

V.23. Plano de Planta, alzado y sección de la noria de Don Manuel Moxó. Cieza. Archivo de la Confederación Hidrográfica del Segura.

V.24. Plano de Alzado y sección de la rueda hidráulica de la Casa de Misericordia de Murcia, proyectada por Justo Millán. Archivo Histórico Regional de Murcia.

V.25. Planos de planta y sección de la Presa de las Norias. Orihuela. Archivo del Juzgado Privativo de Aguas de Orihuela.

- V.26. Plano general del río Segura que comprende el Salto de Almadenes, las Presas de las acequias Don Gonzalo, Canal de la Hoya de García y del Horno. Se grafían las norias del Cañaveral y de Moxó. Cieza. Archivo de la Confederación Hidrográfica del Segura
- V.27. Proyecto de Francisco Lician para la Noria Grande de Abarán. 1805
- V.28. Noria de Los Chirrinches, Archena. Construida a principios del siglo XX, con elementos metálicos en su totalidad.
- V.29. Plano de la noria de La Brancha, Molina de Segura. Proyectada a principios del siglo XX, por Antonio Hernández Crespo, con elementos de madera.
- V.30. La azuda de Villa Rías en Archena, de estructura mixta hierro-madera, fue restaurada en los primeros años del siglo XXI
- V.31. Norias como El Acebuche, en La Algaida, Archena, la de Don Carlos y de La Compañía en Molina de Segura, son norias de estructura mixta, restauradas a comienzos de este siglo, conservando gran parte de sus elementos originales.
- V.32. Noria de Salmerón. Moratalla. Las actuaciones de mantenimiento, incorporaron elementos metálicos, incluso de metalurgias distintas, de métricas diferentes a las originales, configurando finalmente, una estructura totalmente metálica, sin la presencia de elementos de madera.
- V.33. La Noria de La Vicenta, en La Algaida, Archena, conservaba en 1980, algunos elementos pasivos como la canal y el guardavientos, ejecutados en madera. En la actualidad toda su estructura es metálica
- V.34. Las Norias de Pedro Pinar, Miguelico Núñez y Antonio Molina, al igual que otras norias de la Huerta de Arriba de Blanca, extraían y elevaban agua sólo por uno de los lados de la noria, al margen izquierdo de la acequia. Estaban construidas en madera, a excepción de los discos y el eje de giro que eran de fundición. Las fotografías están fechadas en 1965 y pertenecen al Archivo de la Confederación Hidrográfica del Segura.
- V.35. La noria de Candelón en la acequia de Charrara, presenta una estructura totalmente metálica, fruto de una actuación de sustitución de una noria anterior. Las norias de La Hoya Don García y la Noria Grande de Abarán, son norias funcionales, de inspiración clásica, donde predominan los elementos de madera sobre los metálicos. Presentan un buen nivel de conservación, debido a las actuaciones de mantenimiento que se llevan a cabo.

V.36. La noria de Las Arboledas en Archena, de tipología mixta, con elementos metálicos y de madera, tenía unos 14 metros de diámetro y fue desmontada a mediados del siglo XX. Archivo de la Confederación Hidrográfica del Segura.

V.37. La noria de La Ñora de influencia medieval y estructura de madera, fue sustituida por otra metálica en el año 1936. Archivo de la Confederación Hidrográfica del Segura.

V.38. La noria de Felices, en la Acequia Aljufía, de influencia medieval y estructura de madera, fue demolida en los primeros años del siglo XXI. Archivo de la Confederación Hidrográfica del Segura.

## **0 – OBJETIVOS DE LA TESIS**



## 0. OBJETIVOS DE LA TESIS

### MEMORIA JUSTIFICATIVA.

El estudio de las norias de corriente como un arquetipo –tipo perfeccionado– dentro del campo de la arquitectura hidráulica, conlleva contemplar y valorar las más diversas connotaciones arquitectónicas, histórico-artísticas, agrícolas, urbanísticas, científicas, medioambientales, todas ellas confluyentes en su configuración final, y, en los distintos periodos de la existencia del hombre sobre la tierra.

A lo largo de la historia de estos ingenios hidráulicos, se han sucedido estudios de la más diversa índole, predominando los de carácter generalista, con claras influencias historicistas, sobre los de carácter arquitectónico, de connotaciones tecnicistas y desde el punto de vista gráfico, mucho más descriptivo y entendible. En esta segunda vertiente se puede englobar el presente estudio, en el cual ha de predominar con prioridad, la descripción gráfica de las norias de corriente de la cuenca hidrográfica del río Segura, sus características arquitectónico-constructivas, las históricas y el bagaje ornamental que llevan aparejado, los aportes científicos que han marcado su evolución en correspondencia con los usos a que se destinaron con el paso de los siglos.

Las primeras experiencias de ingenios hidráulicos aplicados en explotaciones agrícolas, tuvieron lugar en antiguos pueblos del Próximo Oriente del arco Mediterráneo, Mesopotamia, Anatolia y Egipto, donde se alcanzaron grandes niveles de prosperidad y desarrollo científico, aunque la codificación y el decantado teórico, no se produce hasta la llegada de la civilización helenística y posteriormente del imperio romano. El uso de ingenios hidráulicos que había pasado con naturalidad desde el Oriente Próximo a Egipto, se extiende, más tarde, con la civilización romana, por todo el Mediterráneo, hasta llegar a la Península Ibérica.

Conocemos descripciones escritas y dibujadas de los más diversos ingenios hidráulicos, a través de las interpretaciones y traducciones arabistas de los tratados helenísticos y en fechas muy posteriores, ya durante el renacimiento, reconocemos el decantado arquitectónico de los constructores romanos, entre los

cuales destaca por su importancia, Marco Vitruvio Polión, arquitecto al servicio de Augusto, s.I a.C., y primer técnico que redacta un tratado de arquitectura, configurado en diez libros, de los cuales, el número X, se destina al estudio de maquinas hidráulicas y de guerra.

Tras la caída del imperio romano, el solar hispano es ocupado por pueblos del norte europeo, aunque se mantienen estructuras y costumbres heredadas de Roma. De hecho, existen algunas referencias Altomedievales, sobre todo escritas, a ingenios hidráulicos (rota=rueda) en *Instrumentis hortorum (Etimologías de Isidoro de Sevilla)*.

En 711 d.C., un movimiento caudaloso y constante, surge por el sur de Hispania, que en adelante se llamará al-Ándalus.

Muchas son las aportaciones de los pueblos musulmanes que invaden la península en los siete siglos de pervivencia en nuestro país, pero conviene destacar, el gran desarrollo que imprimieron en las áreas científica, cultural y económica, sobre todo en el campo de la agricultura y de la hidráulica, donde impulsaron la construcción de grandes redes de acequias que partiendo de azudes recorrían los distintos espacios agrícolas. En algunas de esas acequias construyeron gran número de norias de corriente, para asegurar la ampliación del espacio irrigado, situado a cotas superiores, así como el suministro de agua a las poblaciones y otros usos del ámbito industrial-molinos, batanes, ferrerías, etc-.

La iconografía árabe se caracteriza por la utilización de elementos entrelazados de forma que reproducen figuras geométricas simples, lo que trasladan a toda su producción arquitectónica constructiva y ornamental. Algunas de las norias de corriente existentes, aún hoy día, conservan algunos elementos de tradición musulmana.

La iconografía bajomedieval, desprovista de aquella abundante ornamentación árabe, representa ingenios hidráulicos que se destinan a los mismos usos, es decir, agrícola y de suministro a las ciudades. Se construyen norias de corriente en las riberas de los ríos, a veces con la idea de una cierta provisionalidad y sencillez constructiva. En otras ocasiones, y para evitar los efectos de las avenidas, se fortifican de algún modo encerrándolas entre muros, lo que da lugar a norias de tipología medieval. El bagaje ornamental, se acaba reduciendo, a casi una cierta abstracción, aunque se conservan algunos elementos de tradición árabe.

En el siglo XV, Poggio Bracciolini, descubre el Tratado de los X Libros de Arquitectura de Vitruvio, del mismo solamente se encontraron los textos escritos, pero sus láminas dibujadas, habían desaparecido. En adelante y fundamentalmente en el Quattrocento italiano, los tratados de arquitectura, reproducen la sistemática del tratado vitruviano, eso sí, reelaborando e interpretando la parte dibujada. Los tratados arquitectónicos renacentistas proliferan, aunque sólo algunos de ellos, hacen referencias a ingenios hidráulicos.

Los diseños de ingenios hidráulicos se multiplican llegando a una cierta complejidad en su concepción, incluso las nuevas construcciones hidráulicas se conforman mediante la combinación de distintos ingenios, formando un conjunto de una gran complejidad.

A partir del siglo XVII, los grandes proyectos “Ilustrados”, cambian de forma profunda la fisonomía del país, con intervenciones importantes en las obras públicas y de las cuales nos han quedado documentos bastante descriptivos y abundantes.

El siglo XIX se caracteriza por el impulso de grandes explotaciones agrícolas y la construcción de numerosos aprovechamientos hidráulicos, entre ellos, prolifera la difusión por todo el país, de aprovechamientos complejos compuestos generalmente de un azud o presa situada de forma transversal al cauce del río, la construcción en un extremo de la presa de un molino, generalmente acompañado de una rueda hidráulica o noria de corriente, destinada a la alimentación de explotaciones agrícolas.

Novedosos y revolucionarios materiales de construcción, como el hierro en perfiles normalizados, se incorporan al proceso de construcción de nueva planta y de reparación de las norias de corriente. Estos ingenios ganan en esbeltez y resistencia mecánica, se construyen norias de corriente de grandes diámetros, incluso se llega a los 14 metros, ganando nuevas zonas de cultivo en las escarpadas faldas montañosas.

A finales del XIX y principios del XX, aparecen nuevos entes de tipo administrativo, como son las Confederaciones Hidrográficas, que en adelante administraran las actividades de los distintos aprovechamientos hidráulicos y las políticas de regulación y aprovechamiento de las aguas de las distintas cuencas hidrográficas de los ríos españoles.

La construcción de aprovechamientos hidráulicos llevaba aparejada la obligatoriedad de una solicitud justificada ante la Confederación. El expediente debía incluir una documentación técnica, que en ocasiones era suficientemente explícita, tanto la parte escrita como la dibujada, y ambas debían justificar suficientemente las necesidades hídricas del aprovechamiento, que se detraía del cauce principal.

De esta época de máxima impulsión de aprovechamientos hidráulicos, sobre todo en lo que se refiere a norias de corriente, se tienen abundantes referencias tanto escritas como dibujadas.

A finales del XIX y principios del XX, algunos aprovechamientos hidráulicos, quedan en claro retroceso en comparación con el auge que experimentan los nuevos ingenios mecánicos. En concreto las norias de corriente, se abandonan y en su lugar se instalan grupos moto-bomba accionados por combustibles fósiles o bien por energía eléctrica.

A partir de 1920, los Expedientes de Legalización de los nuevos aprovechamientos hidráulicos, supone la instalación de los nuevos elementos mecánicos en el sitio o lugar donde se emplazaba el antiguo aprovechamiento, a veces una noria de corriente, y sin experimentar cambios al alza en el volumen de agua extraído. En algunos casos la convivencia de aprovechamiento antiguo y nuevo, se mantuvo durante décadas, de forma que gran número de los antiguos pervivieron, incluso como una ruina, que nos ha aportado datos valiosos sobre su configuración original.

Por los datos barajados anteriormente y algunas directrices apuntadas, el objetivo principal de la presente investigación es:

**\*El estudio de las norias de corriente como un “hecho arquitectónico” en el campo de la arquitectura hidráulica, en sus más diversos condicionantes, históricos, arquitectónicos, físicos y medioambientales, centrado en un espacio geográfico ciertamente variado y complejo, como es la Cuenca Hidrográfica del río Segura y sus afluentes, que comprende tierras de cuatro comunidades autónomas, Andalucía, Castilla la Mancha, Región de Murcia y Comunidad Valenciana.**

El objetivo principal, de una dimensión extraordinaria, se desglosa en los siguientes objetivos parciales:

*Una primera parte de generalidades, desde lo histórico-arquitectónico hasta lo ecológico-medioambiental.*

-Evolución de un elemento singular de la arquitectura hidráulica, desde la antigüedad hasta la primera mitad del siglo XX.

-Interacción de un ingenio hidráulico en diferentes entornos, el espacio agrícola irrigado, los abastecimientos y otros usos de carácter industrial.

-Usos y hechos arquitectónicos, diseño y decantado teórico.

-Contemplación de otros ejemplos emblemáticos en diversas zonas de España.

-La casuística particular de estos ingenios en la cuenca hidrográfica del Segura.

-La dificultad en la conservación de estas arquitecturas hidráulicas como bien patrimonial de uso agrícola e incluso como bien patrimonial histórico.

-Las norias dentro de pequeños ecosistemas, medioambientalmente autosuficientes.

*La contemplación de lo anterior desde la vertiente de la gestión urbanística y la conservación del patrimonio histórico.*

-Redacción de un catálogo que recoja las características fundamentales de las norias de corriente en la cuenca hidrográfica del río Segura y que contemple:

\*Aspectos geográficos y del medio físico, que se reflejen en una cartografía y planimetría del Ministerio de Fomento: España 1: 25000 y en una serie de fotografías en las que se contemplen las distintas norias, su entorno próximo y su estado de conservación.

\*Planos generales de las norias, dibujados a escala 1: 100, de forma que se lleve a cabo la suficiente definición arquitectónica-constructiva. Son los de Planta, Alzado y Sección.

\*Planos de Detalles Constructivos, donde se reflejen los aspectos referidos a la construcción de los distintos elementos de la noria, tales como, la obra arquitectónica que la sustenta y las partes más significativas del artefacto, tales como, radios, travesaños, tirantes, palas, cajones o cangilones y canales de recogida de agua.

\*Planos relativos al entorno irrigado de cada noria, así como la descripción arquitectónica del sistema hidráulico al que pertenecen (Presas, tomas de acequia, aliviaderos, canal de la noria, etc).

\* Ficha resumen de las características fundamentales de las norias de corriente, a elaborar a modo de tabla con tres columnas donde se reflejen datos históricos, de la composición arquitectónica y de los materiales de construcción y elementos constructivos.

\*La aportación de un cuaderno de campo, generalmente dibujado, aunque también escrito, donde se recojan los aspectos estéticos, funcionales y constructivos de las norias de corriente en la Cuenca Hidrográfica del Río Segura.

**\*El Catalogo, debe ser el resultado de la ordenación y fusión de documentos escritos, dibujos lineales, croquis a mano alzada, fotografías, etc., que persigan un último objetivo y es la apreciación y consideración de esta arquitectura hidráulica, en muchos aspectos grandiosa, como un componente perfectamente integrado dentro de los ecosistemas y sistemas hidráulicos de los regadíos tradicionales de la Cuenca Hidrográfica del Río Segura.**

# **I - INTRODUCCIÓN**



## I - INTRODUCCIÓN

Los “hechos arquitectónicos” que en nuestro devenir diario encontramos, miramos, a veces con interés, otras no tanto, resultan ser a nuestro parecer de una determinada “categoría” arquitectónica, normalmente, las más emblemáticas, presentan una aceptación positiva más generalizada. Otras veces, las obras más humildes, por el hecho de un contacto visual más frecuente, debido a una cercana convivencia, resultan a nuestro juicio de una “dudosa categoría” arquitectónica y eso, es algo a poner en cuestión.

Las arquivoltas de las portadas góticas de nuestras catedrales, de piedra finamente esculpida, al contemplarlas, nos aportan una gran satisfacción y las juzgamos como elementos de una arquitectura grandiosa, irrepetible. Aún más, las fachadas de las modestas iglesias barrocas de algunos pueblos de nuestra Región de Murcia, proyectadas en origen para ser ornamentadas con morteros de cal coloreados, esconden debajo, una obra de ladrillo, colocado con tal maestría y destreza, que habitualmente, en actuaciones de restauración, se eliminan los revestimientos exteriores, para dejar la obra fundamental desprovista de todo revestimiento, alabando entonces esa cualidad de los viejos alarifes. Y, aún más, las edificaciones más modestas y humildes de nuestros pueblos, nuestras huertas y campos, son claros exponentes de una arquitectura vernácula, basada en un aprendizaje directo, desprovistas de tradiciones escolásticas, basadas en el “hacer por hacer”, pero que al igual que anteriormente, fueron ejecutadas con destreza y oficio por nuestros antepasados, y sin embargo, todavía sufren una mayor indiferencia.

Deberíamos pensar, que no existen “hechos arquitectónicos menores”, al fin, diseñar un edificio o una silla, es cuestión de grado no de principio (Walter Gropius, Arquitecto Director de la Bauhaus, Alemania periodo entreguerras siglo XX).



Fig. I.1a y I.1b. Arquitectura rural en el Valle de Ricote y el Palmeral de Orihuela.

Con frecuencia encontramos que el estudio de arquitecturas anónimas, es más bien escaso, poco desarrollado, sin clasificación, es decir, poco codificado.

Las norias de corriente, elementos englobados en el campo de la Arquitectura Hidráulica, son el objeto de esta tesis, a ellas podemos aplicar las ideas expresadas en los párrafos anteriores.

Cuando en la primera mitad del siglo XX, Julio Caro Baroja, conoce en primera persona la casuística española de las norias de extracción de agua para uso agrícola y otros ingenios hidráulicos para ese mismo uso, ya conocía la obra de George S. Colin: "La noria marroquí y las máquinas hidráulicas en el mundo árabe", que el autor francés había escrito sobre las norias de influencia oriental.

Caro Baroja, en claro paralelismo y cierta analogía con el autor francés, estableció una primera clasificación de ingenios y máquinas hidráulicas, adaptándola a la casuística española y que, aún hoy día, sigue teniendo vigencia, enumerando los siguientes:

I. Ruedas elevadoras, colocadas verticalmente en ríos y acequias, con eje horizontal, movidas por la misma corriente, provistas de cangilones o con orificios para dar entrada y salida al agua en uno de sus lados, o coronas.

II. Ruedas movidas por animales, con un engranaje de linterna para extraer agua de pozos, provistas de arcaduces o cangilones.

III. Ruedas movidas por el hombre, con los pies o con las manos.

IV. Ruedas movidas por el aire, o sea una especie de molinos de viento elevadores de agua.

Sobre esta clasificación, realizaré a continuación algún comentario:

-Es más que probable que el célebre etnólogo y escritor, en sus viajes por España, conociese de primera mano, la existencia de arquitecturas hidráulicas en las cuencas de los ríos de la Península Ibérica, incluidas las de la Cuenca Hidrográfica del Segura. La problemática que encuentra, es la gran diversidad de términos y vocablos utilizados, en cada lugar, para referirse a los distintos ingenios hidráulicos, lo que le lleva a plantearse uniformar definiciones y términos para la designación de los mismos. Lo que resulta evidente es que en todo el territorio nacional, surgían distintas denominaciones y en cualquier caso, el autor las conocía.

-De especial interés resultan los ingenios del grupo I, ya que sobre ellos gira el campo de actuación de esta tesis, son las “ruedas elevadoras”, término globalizador, que presenta una cierta dificultad a la hora de adscribir algunos artefactos a un determinado grupo.

Como ruedas elevadoras, podrían entenderse las reseñadas en los tres primeros grupos, sin embargo resulta muy conveniente no confundirlas, ya que presentan características tipológicas y constructivas muy distintas.

Por tanto, entiendo que es el momento de poner en contexto el término que mejor define a estos ingenios, y que es, el de “norias de corriente”, término bastante usado en la Región de Murcia y que demuestra rasgos de funcionalidad.

-Frecuentemente, en algunas zonas del país, el término lingüístico que designa a las ruedas elevadoras, ruedas hidráulicas, ruedas de corriente, etc., es el de norias, término que también se utiliza para designar otros ingenios como las ruedas tipo II. Éstas, son a su vez conocidas, en algunas áreas geográficas del País, como aceñas, norias de tiro o norias de sangre.

Se puede decir que las zonas del país que han utilizado el término “aceña” para designar a las Norias o Ruedas elevadoras, se concentran en las cuencas hidrográficas del centro de la Península, es decir la Cuenca del Duero y del Tajo, donde además recibían el nombre de azudas, azuas o zuas.

En algunas zonas del norte de Málaga, en la cuenca del río Genil, también reciben la denominación de “aceña”.

En las cuencas de los ríos de la vertiente mediterránea, a excepción del Segura, aparecen con relativa frecuencia las denominaciones “senia” o “sinia” para designar a las ruedas elevadoras de tiro o de sangre, refiriéndose, por tanto,

a las aceñas murcianas, y en cualquier caso, movidas por tracción animal. En determinadas zonas de las Islas Baleares, donde no existen referencias a ruedas elevadoras y la extracción del agua para riego se obtiene desde el subsuelo por medio de pozos y mecanismos elevadores, adoptan aquí también, la denominación de “senia o sinia”.

Otras denominaciones con cierto arraigo, se dan en algunas zonas de la cuenca hidrográfica del Guadalquivir y de sus afluentes, el Genil y el Guadajoz, y más concretamente en la campiña cordobesa, donde aparece la denominación de noria de vuelo. Su área de influencia se circunscribe a las zonas irrigables de Palma del Río, Castro del Río, Baena, etc. De forma muy puntual aparece la denominación que reciben las norias de El Carpio, que de un tamaño excepcional recibieron el nombre de grúas. Por tanto, dadas las denominaciones mencionadas anteriormente, a las que habría que añadir toda una serie compleja de vocablos musulmanes y bajomedievales, que veremos más adelante, entiendo que debemos adoptar el término “noria de corriente”, como el que mejor puede designar a las ruedas hidráulicas que son el objetivo principal de esta tesis, y, de paso, ensayar una definición:

Elemento de la arquitectura hidráulica conformado por obra arquitectónica y máquina hidráulica, colocada verticalmente en los márgenes de ríos y acequias, con eje horizontal, donde se insertan elementos radiales que conforman una o dos yantas, de forma circular y en cuyo perímetro o corona, se disponen cajones o cangilones para la extracción y elevación del agua que la noria recoge en un continuo girar movida por la corriente misma.

### 1.1. ESPACIO AGRÍCOLA, ESPACIO IRRIGADO E INGENIOS HIDRÁULICOS.

No se puede entender la existencia de las norias de corriente sin su vinculación a los cursos hidráulicos y a los espacios agrícolas irrigados. A falta de otras evidencias, el origen de la agricultura, tiene lugar en los antiguos territorios del Próximo Oriente, delimitados y confinados, por los cursos fluviales de los ríos Tigris y Éufrates, la antigua Mesopotamia, en una gran franja conocida como el Creciente Fértil, donde según evidencias arqueológicas, tienen su origen las primeras prácticas agrícolas.

Posteriormente, estos mismos hechos, se localizan y desarrollan en las distintas civilizaciones costeras con el Mar Mediterráneo, desde Egipto hasta

Grecia, más tarde en Roma y a los países que pertenecieron al área de influencia de la romanización.

Las primeras experiencias agrícolas, tendrían que ver con el fenómeno extraordinario que tuvo lugar en “aquel momento” en que el hombre obtiene semillas silvestres, las selecciona y acaba plantándolas, para obtener una cosecha controlada. El siguiente paso sería la aplicación de inéditas técnicas de regadío, para la obtención de unas cosechas seguras, en contraposición al cultivo de secano, que no garantizaba en modo alguno dichos beneficios. Este planteamiento tiene que ver con la búsqueda de “excedentes agrícolas”, para intercambio, que acaban produciendo una nueva economía de mercado.

El aprovechamiento como espacio agrícola, de los espacios adyacentes a los grandes ríos, donde se producen grandes aportes de tierras –limos- provenientes de las grandes avenidas, es una constante en las distintas civilizaciones, ya que estos depósitos constituyen un sustrato muy rico para el cultivo.

Este proceso de producción agrícola, se traslada con naturalidad hacia otras civilizaciones mediterráneas como la egipcia, donde las técnicas de regadío adquieren un nuevo impulso.

Son conocidas las grandes instalaciones de regadío junto al Nilo, donde se utilizan ingenios como el saduf o cigüeñal y con toda probabilidad el denominado tornillo hidráulico o egipcio, un precedente del conocido tornillo de Arquímedes.

Pero, ¿podemos establecer con garantías, la existencia de ingenios hidráulicos complejos o evolucionados, en todos aquellos espacios irrigados?

No conocemos evidencias arqueológicas que respalden una respuesta afirmativa.

¿Acaso deberíamos proponer a la civilización helenística como la creadora e impulsora de arquetipos arquitectónicos hidráulicos evolucionados, en cierto modo semejantes a los que conocemos de forma cierta?

No es probable, el origen y uso de ingenios hidráulicos, tuvo que ser anterior, aunque, hasta el momento, no tengamos evidencias arqueológicas de ello.

En su obra “Historia de las Invenciones Mecánicas”, Abbot Payson Usher, traducido al español por Teodoro Ortíz, nos aporta párrafos muy interesantes:

“...la ciencia surge de la experiencia práctica. Intenta comunicar la experiencia adquirida con la mayor concisión posible. Por esa razón no aparece sino después de haberse acumulado una considerable experiencia y durante un periodo muy largo, se reduce a un mero comentario sobre los usos corrientes en las artes y los oficios a que se refiere. La ciencia no empezó a ejercer una influencia creadora sobre los métodos de análisis. Si se examinan con cuidado, los tratados primitivos sobre las ciencias mecánicas constituyen una parte importante del testimonio histórico acerca del adelanto técnico del periodo primitivo, pero estos materiales tienen que usarse con prudencia, ya que, por espacio de muchos siglos, la práctica ha sido más adelantada que la teoría. En su historia primitiva, la ciencia es más bien un factor para la difusión de conocimientos que un medio directo para la realización de nuevos adelantos. A la luz de la ciencia moderna, los resultados científicos primitivos parecen ingenuos e insignificantes. Sus conexiones con la práctica de su tiempo son tan distintas de lo que podíamos esperar, que existe el peligro de no apreciar debidamente la naturaleza y la extensión de las realizaciones primitivas...”.

Si trasladamos estas ideas a un campo más concreto, el de la arquitectura, no en vano barajamos un tema de arquitectura hidráulica, para una mejor comprensión, deberemos contemplar documentos de tres especies, que el profesor Arnau Amo, nos aporta en su “arquitectura estética empírica”:

Modelos o arquitecturas-tipo, que nos hacen visibles y palpables imágenes diversas de la arquitectura, que “modelados” por la Estética, área del pensamiento interesada en los acontecimientos de la arquitectura, producen un decantado final que son las Teorías de la misma arquitectura.

En el concepto de “arquitectura” desembocan tres caudales, los hechos, el pensamiento y las teorías. Si partimos de los hechos arquitectónicos, como algo tangible, realista, para explicar las teorías, nuestro proceso –inductivo–, supone que la práctica –induce– teorías para su respaldo. Tanto la práctica que observamos –las arquitecturas de cada tiempo y lugar–, como las teorías que nos ocupan –teorías de la arquitectura–, se refieren a una parcela bien acotada de la humanidad y de la cultura.

Inductivo, de los hechos a las teorías/Deductivo, del pensamiento a las teorías.

Hubo, por tanto, una primera edad de la arquitectura ayuna de teorías, donde la práctica simple y el pensamiento puro contemporizaban a distancia. La física imponente de las arquitecturas y la metafísica ideal de los filósofos, no se conocían.

Con el tiempo, los modos de hacer arquitectura –las poéticas-, asentados solamente en la práctica, hicieron escuela y con ella sucedió el decantado teórico.

El concepto de arquitectura sometido a un desarrollo en “edades”, nos acercaría a esta clasificación:

-La Edad Poética, desde los orígenes, referida a la antigüedad remota, con prácticas libres.

-La Edad Teórica, desde el siglo I, referida a una antigüedad próxima.

-La Edad Crítica, desde el siglo XVIII, es la “modernidad” tamizada por actitudes críticas.

En el curso de esta evolución, la práctica de la arquitectura es sometida a mediación creciente: condicionada primero por la sola poética, esto es por la tradición de los modos de hacer, pasa a ser regulada luego por los tratados teóricos de arquitectura, para acabar sacudida por la crítica y sus argumentos.

La primera edad del concepto de arquitectura es el lugar de las mediaciones breves: técnicas a veces sutiles, pero siempre rudimentarias, aprendizaje directo, tradiciones locales, sabiduría acumulada, tanteos prácticos. La primera edad, sin embargo, plantea un problema historiográfico: la insuficiencia documental.

Las primeras manifestaciones en el campo de la arquitectura hidráulica, estarían ubicadas en lo que hemos denominado como la primera edad del concepto de arquitectura, es decir la “Edad Poética” o la antigüedad más remota en que se tienen evidencias de actuaciones de irrigación de los espacios agrícolas.

El periodo helenístico y la civilización romana desembocan en la segunda edad del concepto de arquitectura, “Edad Teórica” o antigüedad próxima, a partir de la cual se acaban sucediendo sucesivos decantados teóricos.

¿Podemos entender entonces que los decantados teóricos helenísticos de Arquímedes, Herón de Alejandría, Filón de Bizancio, etc., así como los de Vitruvio, en época clásica romana, son fruto de una observación directa de hechos arquitectónicos?, o por el contrario,

¿El diseño de ingenios hidráulicos, obedece a la pura y simple inventiva y conocimiento científico de los sabios griegos y romanos?

Con respecto a esta segunda pregunta, he de comentar que gran cantidad de autores, son partidarios, de esta segunda variable teórica. Gran parte de los ingenios hidráulicos conocidos, se deberían a los grandes sabios y científicos griegos del periodo helenístico.

Sin embargo, entiendo que he de decantarme por la primera opción, y para ello debo apuntar lo siguiente:

-Si las primeras experiencias de irrigación del espacio agrícola, tienen una edad aproximada a los 10.000 años, ¿Cómo es posible que en un espacio de tiempo tan dilatado, no se construyeran ingenios hidráulicos, en cierto modo, evolucionados?

-Si la civilización egipcia, 4000 a.C., ya conoció ingenios hidráulicos como el cigüeñal y con algunas reservas, lo que se conoce como tornillo hidráulico o egipcio, ¿No parece evidente que la construcción de ingenios hidráulicos, es en el tiempo, anterior a los primeros decantados teóricos helenísticos?

El hecho de que las evidencias arqueológicas sean escasas, no deben condicionar una respuesta afirmativa.

Y en lo que se refiere al decantado teórico sobre la existencia de esos ingenios hidráulicos, no cabe la menor duda de que los tratadistas helenos, Herón, Arquímedes,... ya desde IV., a C., llevan a cabo una importante producción científica. Más tarde, Vitruvio, arquitecto del s.I.a.C., de clara formación e influencia helenística, se caracterizó por ser un arquitecto pragmático, que debió gozar del favor de la clase dirigente y en su labor junto a Augusto, en campañas guerreras, se dedicó a la construcción de máquinas de guerra, recorriendo un amplio mundo, donde con toda probabilidad, observó máquinas de todo tipo, incluso, algunos ingenios hidráulicos, que luego describiría en el Libro X de su tratado "De Architectura".

Pero, ¿Cómo eran aquellos ingenios?

Las aportaciones en Oriente y Egipto, quedan, por la falta de evidencias arqueológicas, reducidas a ingenios como el saduf y el tornillo hidráulico o tornillo egipcio.

En lo que se refiere a la aportación helenística, debemos señalar como máximos responsables de su difusión a los científicos árabes que interpretaron y tradujeron los tratados de pneumática, mecánica, matemáticas, etc., destacando entre todos ellos a Ismail al-Jazari, y su texto “El libro del conocimiento de dispositivos mecánicos ingeniosos”, por lo descriptivo y delicado de sus dibujos y ya en el siglo XX, conviene destacar la obra del Barón Carra de Vaux, que reinterpreta con sus textos y sobre todo sus dibujos, la obra de Filón de Bizancio.

La aportación clásica se debe fundamentalmente a Marco Vitruvio Polión, que como hemos señalado anteriormente, escribe el primer tratado de arquitectura conocido. Configurado en diez libros, el número X, lo destina al estudio de las máquinas –para levantar pesos, de guerra, hidráulicas, etc-.

Esos ingenios reinterpretados por los arquitectos del Renacimiento, Barroco y Neoclásico, no presentan una correlación estilística con los esquemáticos y arcaicos dibujos de los textos de los científicos helenos, que traducidos por los musulmanes, llegaron hasta nosotros, sino que presentan una mayor descripción y riqueza en los escritos y dibujos.

Es a partir del siglo XVIII, cuando las excursiones e investigaciones arqueológicas toman carta de naturaleza en toda Europa, sobre todo a partir del descubrimiento de las ruinas de Pompeya y Herculano. Las evidencias arqueológicas de todo tipo, aparecen y nos acercan por medio de los restos a la recomposición de la vida doméstica de las ciudades romanas.

A principios del siglo XX, en las explotaciones mineras de Rio Tinto en Huelva, tras el desplome de algunas laderas de montaña, salen a la luz los restos de varias ruedas elevadoras verticales que los romanos utilizaron en la extracción de agua de los achiques mineros.

En las minas portuguesas de Santo Domingo suceden fenómenos análogos, mostrando ruedas verticales de factura romana.

En ambos casos, las ruedas son de una especial simplicidad, estaban construidas en madera, a excepción del eje de giro, que se elaboraba en bronce para asegurar una mayor durabilidad en su funcionamiento. La estructura fundamental era radial, con elementos de madera –radios-, normalmente de escuadría rectangular, que se ensamblaban, por un extremo, a unos discos de madera que confinaban al eje de giro, mientras que en el extremo opuesto, se ensamblaban a una cajonera continua hueca o corona exterior cuya misión era la

recogida de las aguas. En esa corona circular, dispuesta de forma perimetral y continua a lo largo de la circunferencia, se labraban unos pequeños orificios por donde entraba el agua. Durante el giro de la rueda, en la parte baja del recorrido, la cajonera se llenaba de agua y con la llegada a la parte superior, se producía el vaciado de los cajones sobre una canal de madera que evacuaba el agua hacia una galería superior, repitiéndose el proceso con nuevas norias en posición ascendente, hasta llegar a un cauce general de evacuación.

Debido a la escasa circulación del agua, las ruedas eran movidas por la fuerza humana.

Evidencias arqueológicas de época romana, con hallazgo de ingenios hidráulicos utilizados en espacios irrigados y en la alimentación de complejos edificatorios, no son habituales y surgen entonces interrogantes en cuanto a la difusión, tipología, ámbito de actuación, etc., entendiéndose que han de realizarse una serie de precisiones:

Los ingenios hidráulicos descritos por Vitruvio y luego dibujados por los tratadistas renacentistas y barrocos, no presuponen elementos análogos en los espacios agrícolas irrigados y de abastecimiento a los núcleos poblacionales de su época y otras posteriores, que probablemente, mostrarían elementos diferenciados que implicarían tipologías algo distintas, y ello, dependiendo del maestro constructor del lugar, pero que en lo esencial, responderían a una serie de arquetipos de la arquitectura hidráulica que veremos a continuación:

En lo fundamental, Vitruvio, en "De Architectura", traducido por Ortiz y Sanz, Libro X, Capítulo IX "De los artificios para sacar agua", describe en primer lugar el tímpano, que no eleva el agua a demasiada altura, pero que la saca abundantemente, y cita expresamente que se utiliza para regar huertas o llevar el agua a las charcas de las salinas.

En el Capítulo X "De otro tímpano, y de las haceñas", realiza el autor la siguiente descripción:

"24...del mismo modo se hacen también azudas en los ríos, acomodando las voladeras en la circunferencia exterior; las cuales impelidas al ímpetu de la corriente, giran perennemente la rueda, que tomando el agua con los caxoncillos, y llevándola a lo alto, hacen el efecto deseado, sin impulso humano, y solo con la corriente misma.."

“25 ...también giran sí las ruedas en las haceñas, las cuales en nada se diferencian de estas, excepto en que a un cabo del eje llevan unido un tímpano dentado, puesto verticalmente, que gira con la rueda: junto á este tímpano se coloca horizontalmente otro mayor, cuyo eje tendrá en su tope superior la grapa de hierro que rige la muela. De esta forma los dientes del tímpano que tiene el eje, mordiendo los del horizontal, hacen girar la muela; y suministrando la tolva templadamente su cibera, el giro mismo despide la harina..”

Los dos párrafos anteriores describen sin duda alguna lo que hemos llamado “noria de corriente” y molino de rueda vertical, también denominado molino vitruviano.

En Capitulo XI “De la cóclea de sacar agua”, se hace una descripción bastante detallada de cómo se construye un “tornillo”, cuyo antecedente más conocido es el tornillo de Arquímedes, sin que se produzca a este científico griego la más ligera alusión.

En Capitulo XII “De la máquina de Ctesibio”, describe el autor el ingenio que conocemos como bomba de Ctesibio, y, en el Capitulo XIII, se describe la construcción “De los órganos músicos con agua”.

Es de resaltar la disparidad tipológica que observamos entre las ruedas hidráulicas encontradas en los achiques mineros de la Península Ibérica y los tipos dibujados por los arquitectos del Renacimiento y el Barroco, pero no debemos extrañarnos de que en ese periodo de tiempo, conviviesen diferentes tipologías de ingenios hidráulicos.

Llegados a este punto, podríamos preguntarnos lo siguiente:

¿Tuvieron las ruedas de corriente y otros ingenios hidráulicos, durante la dominación romana, una aplicación directa en el campo de la agricultura irrigada y en el abastecimiento de las ciudades?

A este respecto, hemos de admitir que las evidencias arqueológicas, son bastante escasas, y, en concreto, en los espacios irrigados de la cuenca del río Segura, en época clásica, tampoco aparecen vestigios determinantes.

Pongamos de manifiesto, en primer lugar, las importantes cotas de desarrollo de la hidráulica romana en la construcción de conducciones, canales, acueductos, embalses, etc., todos ellos formando parte de una “hidráulica mayor”. También son impulsados por los romanos, ingenios y elementos que

podemos calificar como de “hidráulica menor”, bombas, conducciones de abastecimiento y evacuación, maquinas hidráulicas, etc.

En lo que se refiere al uso del agua en el espacio irrigado, debemos poner de manifiesto la destreza y habilidad en el manejo de la topografía para el trazado de cauces –acequias-, lo que favorecía sobre todo el riego por gravedad. Ante todo hay que decir que las evidencias arqueológicas de estos riegos, son muy escasas, lo que no impide pensar que pudo existir un uso de estos sistemas de regadío y de ingenios hidráulicos, más bien a pequeña escala.

-El paradigma de las explotaciones agrícolas en el bajo imperio romano, lo constituyen las “villae”, importantes núcleos de producción de excedentes agrícolas, generalmente de cultivos de secano. El hecho de que geográficamente estén situadas lejos de los núcleos de población, pero cercanas a algún curso hidráulico o fuente, favorece cultivos agrícolas de secano –olivo, vid y cereales- y también cultivos de regadío –frutas y hortalizas-, con los que abastecían a los núcleos poblacionales más cercanos, e incluso a otros lugares más lejanos del imperio.

-En 620-621 d.C., Isidoro de Sevilla en sus “Etimologías”, enciclopedia del saber antiguo, hace una clara descripción de los ingenios hidráulicos utilizados en explotaciones agrícolas, así nos refiere la existencia, entre otros, de la rota, (... la noria se llama así porque es como si hiciera caer (ruere) el agua, ya que es una máquina con la cual se extrae el agua del río.

Dice Lucrecio: “In fluvio versare rotas atque austrā videmus” Como vemos que el río mueve las norias con sus cangilones ).

( Libro XX “Acerca de las provisiones y de los utensilios domésticos y rústicos”. 15 Maquinarias hortícolas. “De instrumentis hortorum”). Etimologías, trad.: Oroz Reta y Marcos Casquero.

Un siglo después de la caída del Imperio Romano, el compendio vitruviano, tiene plena vigencia, quedando corroborado por los escritos de Isidoro de Sevilla, lo que parece evidente, es que en plena Alta Edad Media, ingenios como el tornillo de Arquímedes, el tímpano y la rueda de extracción y elevación de agua, eran conocidos e utilizados para la alimentación de los espacios agrícolas irrigados, jardines, así como también, y porque no, en otros abastecimientos.

Pero si alguien tuvo que ver con el desarrollo definitivo del espacio agrícola irrigado de la Península Ibérica, fue el pueblo árabe, que en 711 d.C., se instala en Hispania y a partir del siglo IX, practica sobre el “lugar” un vasto programa de reformas, que acabará cambiando la fisonomía, de lo que en adelante será al-Ándalus.

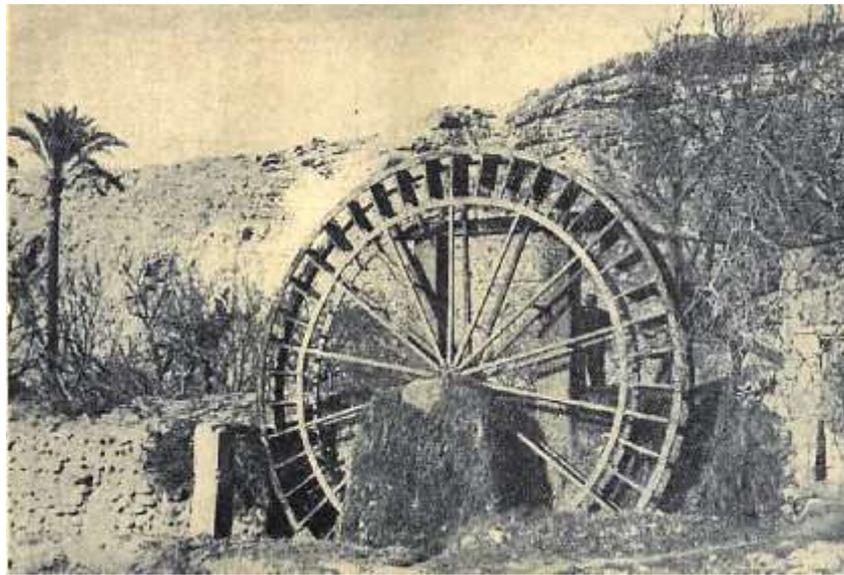


Fig. I.2. Noria de corriente de inspiración clásica en Blanca, Valle de Ricote. Norias, azudas, aceñas. Caro Baroja, Julio.

Existe algo que la civilización árabe transmite con naturalidad y fluidez y que rápidamente afecta a la configuración exterior de la mayoría de aspectos de la vida cotidiana del solar preexistente hispano, es el bagaje cultural y ornamental, que en adelante va a producir cambios radicales en las formas, técnicas constructivas y materiales utilizados.

De entre todos los logros científicos y técnicos, interesan para nuestro propósito, el gran impulso que imprimieron a las obras y estudios hidráulicos, sobre todo, aplicados al campo de la agricultura irrigada.

Uno de los lugares donde existe un desarrollo más reseñable, es precisamente en lo que hoy conocemos como la Región de Murcia y su extensa red hidráulica de canales y acequias, aglutinados en torno al río Segura.

La creación de un nuevo espacio agrícola, surge por la intervención musulmana que utiliza los ya conocidos elementos de hidráulica, en pos de la consecución de una agricultura intensiva que necesita de nuevas “políticas hidráulicas” que barajan importantes elementos para su consecución.

¿Esos elementos son plenamente novedosos, o en cambio, existe algún precedente, por leve que sea, dentro del espacio acotado por la arquitectura del periodo clásico, entendiéndose por tanto que se produce un fenómeno de “superposición”?

[..La homogeneidad de los espacios hidráulicos es, pues, resultado de todo un proceso innovador que empieza, de pronto, con las inmigraciones. Nada permite pensar en la existencia de este tipo de espacios hidráulicos previos a la formación de Al-Andalus. Sería, por ello, muy interesante poder conocer como la formación y difusión de este saber campesino se produce entre los indígenas y como éstos contribuyen a la formación de la nueva agricultura regada por una lógica también importada o sintetizada en el mismo proceso de formación de Al-Andalus. La formación y difusión debió producirse a partir del 711 d.C. y consolidarse a lo largo del s.IX d.C. Este saber campesino, a su vez, data el proceso inmigratorio beréber.. ]. Barceló,M. “De la congruencia y la homogeneidad de los espacios hidráulicos en Al-Andalus”.

Podemos repetir aquel razonamiento de la supremacía de la hidráulica clásica romana, que trajo a Hispania un importante decantado teórico, que inmediatamente puso en práctica, con la consecución de paradigmáticos ejemplos de la arquitectura hidráulica. Incluso, podemos argumentar, tras lo comentado anteriormente, que la aplicación al espacio irrigado de ingenios hidráulicos, pudo ser un “hecho arquitectónico” cierto en las explotaciones agrícolas durante la dominación romana.

Podemos contemplar como un hecho desconcertante para determinadas tesis, la aparición de las norias romanas de los achiques mineros de Río Tinto en Huelva, a principios del siglo XX. Unas norias construidas en madera, ligeras, de fácil construcción e implantación y con unos diámetros que apenas rebasaban los 4 o 4,5 metros, podían ser implantadas fácilmente en otros espacios y con otros usos, agrícola, abastecimiento, etc.

¿Pudo haberse extrapolado la construcción de norias semejantes al espacio agrícola previo a la llegada del pueblo árabe?

[..Los campesinos de Al-Andalus fueron expertos en captar las aguas subterráneas y canalizar y distribuir las aguas de sus ríos por medio de azudes ( asdad, sing., sud ), acequias ( saquiyat ), norias ( nawair, sing., naura ), aceñas ( sawani, sing., saniya ) y demás procedimientos de irrigación, todo ello adaptando y perfeccionando sistemas del pasado occidental pero, fundamentalmente, nociones e instrumentos del mundo oriental. En esta hidráulica no encontramos nada que recuerde la monumentalidad de la romana, casi exclusivamente urbana. Es una hidráulica menor –no con un sentido peyorativo-, ligada estrechamente con la realidad campesina..] “Los cultivos en Al-Andalus”, García, E.

[..En suma, la gestión del agua está íntimamente unida a una civilización. Así se entiende que la disputa sobre el origen de los regadíos haya sido tan aguda y que se parta habitualmente de una premisa que no se necesita comprobar, sino que se define como argumento de autoridad: los árabes, por ejemplo, en España, a lo más que llegaron fue a generalizar lo que ya existía. Incluso no fueron capaces de llevar a cabo obras tan significativas como las de los romanos. Es a estos últimos a los que corresponde la gloria de la técnica hidráulica. Pero, por ese camino se llega a un callejón sin salida. El problema, como se ha dicho anteriormente, no está en los orígenes de la utilización del agua, sino en la formación de sistemas hidráulicos para la agricultura..] “El agua en la agricultura de Al-Andalus. Introducción”. Malpica, A.

Otro argumento, podría entenderse así, ..dadas las características de las explotaciones agrícolas clásicas, las escasas evidencias arqueológicas y desde otro punto de vista, la implantación geográfica de dichas explotaciones con unas características específicas en cuanto a su dimensión y el origen y procedencia de los cursos hidráulicos para la irrigación..”, podría concluirse lo siguiente:

La confluencia de las dos tesis argumentadas, tiene visos de una “realidad cierta”, pero también se ha de afirmar que la primera de ellas, no ha procurado la realidad final del sistema de irrigación predominante en la cuenca hidrográfica del Segura, esto sólo se produjo con la dominación árabe.

¿Entonces podemos señalar una justificación que separe claramente esos dos periodos de la historia?

¡Si!, al final de todos esos argumentos, encontramos en la “dimensión” del espacio irrigado y en la “obtención” de excedentes agrícolas, la justificación de las actuaciones árabes, que al fin, consiguieron una configuración de la huerta en al-Andalus, en cierto modo semejante a la actual.

Los pueblos orientales, conocedores en sus lugares de origen, de esas políticas agrícolas y de hidráulica aplicada a la irrigación de cultivos, no tuvieron grandes dificultades para aplicarlas en suelo hispano.

La configuración del espacio irrigado, de los azudes, acequias e ingenios hidráulicos que se construyeron, hoy día, se perciben a pesar del paso del tiempo.

El trazado y configuración de las redes de acequias que sangran el río, discurren por espacios irrigados de la cuenca hidrográfica cuyos relieves han sido alterados levemente y ese resultado final, tiene su origen en la determinación de los constructores árabes.

La morfología de aquellas norias de fundación árabe, divergían bastante de las norias romanas, en cuanto a los elementos constructivos y sobre todo en las formas geométricas y su disposición.

Lejos de la simplicidad de la composición clásica, basada en la disposición de elementos radiales estructurales, las norias árabes presentaban un programa constructivo y ornamental donde aparecen con frecuencia la utilización y combinación de figuras geométricas, de tal suerte, que en la repetición y superposición de dichos elementos, se conseguía avanzar en el diámetro de las mismas. Esos elementos geométricos, dispuestos de forma concéntrica al eje de giro, adoptaban la misión de refuerzo y arriostamiento –travesaños-.

El aprovechamiento y ampliación del espacio irrigado y de la red hidráulica, se multiplica, el aspecto definitivo del paisaje agrícola e hidráulico árabe, apenas sufrió modificaciones con la conquista cristiana y los siglos posteriores, resultando ser de características muy semejantes al actual.

La conquista cristiana supuso un periodo de cierto retroceso cultural y técnico, ello a pesar del mantenimiento de la población mudéjar que mantuvo las viejas técnicas y costumbres, incluso recomendadas y mantenidas por los reyes castellanos.

Donde quedan reflejados los más importantes rasgos de esta nueva situación es en al-Ándalus y en las políticas de ocupación y distribución de las tierras, que se llevaron a cabo por los monarcas castellanos para premiar los

servicios de sus caballeros durante el periodo de la conquista cristiana y que se conocen como "Repartimientos".

Según el profesor Torres Fontes, en el Reino de Murcia, llegaron a producirse hasta cinco de estos repartimientos, impulsados, el primer Repartimiento, por el rey de Aragón Jaime I, y los restantes, se debieron a su yerno el rey Alfonso X el Sabio.



Fig. I.3. Noria de corriente y espacio irrigado de tradición islámica en Ojós, Valle de Ricote.

El rey Sabio, se implicó de forma importante en el proceso de "reparto" de las tierras, legislando de forma precisa las condiciones de acceso a las mismas, la extensión de los distintos espacios agrícolas e incluso las normas para la irrigación, por cierto, basada en viejas costumbres: "...hágase como en tiempo de moros...".

Tras la conquista cristiana, se produce un cambio en los más diversos aspectos de la vida cotidiana, en lo político-social, económico, religioso y también en lo científico-cultural, aunque algunos de los que pertenecían a la antigua sociedad se mantienen inalterables, sobre todo en lo que se refiere a la conservación de usos y métodos agrícolas, así como la de los espacios irrigados y la red hidráulica que los alimenta.

Una nueva configuración de los elementos arquitectónicos y el manejo de una nueva estética, acaban imponiéndose al bagaje constructivo-ornamental árabe. Una nueva composición que relega a un segundo plano, las abundantes formas geométricas cargadas de simbolismo.

En lo que se refiere a la configuración de las norias de corriente, hay que resaltar que se produce una depuración de las formas geométricas de la rueda, manteniéndose una leve referencia a algunos elementos anteriores que mantienen forma y función, y, proliferando la disposición de elementos radiales sobre los de refuerzo o arriostramiento, volviendo a una disposición y morfología de influencia clásica.

Con la llegada de la Edad Moderna y la influencia Renacentista, los espacios irrigados y sobre todo la producción arquitectónica reciben un gran impulso.

La complejidad y sofisticación de los nuevos ingenios hidráulicos, alcanza extremos insospechados, para aquellos conocedores del decantado teórico clásico, conocido hasta entonces.

Los tratados de arquitectura del Quattrocento italiano, tienen como piedra angular el tratado vitruviano, y a él, rinden pleitesía, configurándolos, en compendios de libros que tratan de la arquitectura en sus más diversas disciplinas, incluido el tratamiento de las máquinas.

Adquiere una importante relevancia el Tratado de Arquitectura Civil y Militar de Francesco di Giorgio Martini, que nos presenta una exhaustiva descripción de algunos ingenios hidráulicos.

El proceso edificatorio, mediatizado por la utilización de efectos perspectivos, se debe fundamentalmente a la época renacentista y posteriormente al "paroxismo" Barroco, que explota con abundancia, determinación y eficacia, los medios que la perspectiva aporta para el proceso de la creación de nuevas imágenes.

La proliferación de tratados arquitectónicos con referencias claras a elementos de arquitectura hidráulica, son ahora muy frecuentes y tienen su continuidad hasta la época ilustrada, destacando entre otros, los de Jacopo Mariano di Taccola, Agostino Ramelli, Fausto Veranzio, Giovanni Branca, Vittorio Zonca, etc., y entre los que acometen sus realizaciones en España, destacan excepcionalmente, Lázaro de Velasco, Juanelo Turriano y Pedro de Lastanosa.

El periodo Neoclásico, se distingue por una depuración de los elementos ornamentales barrocos y dirige gran parte de su decantado teórico-práctico, hacia una arquitectura muy influenciada por el arqueologismo, por lo clásico, que toma carta de naturaleza a partir del descubrimiento de las ruinas de Pompeya y Herculano.

La Ilustración, es en España, un periodo verdaderamente rico en intervenciones de carácter público, que influyeron sobremanera en los aspectos culturales, urbanísticos y científicos.

Tuvieron una gran importancia las políticas hidráulicas que se impulsaron, sobre todo, durante el reinado de Carlos III.

Dichas intervenciones ilustradas, acaban ampliando y configurando un nuevo espacio agrícola irrigado, donde la producción de excedentes, es el fin último.

La creación de grandes infraestructuras hidráulicas, embalses, azudes y presas, canales, acequias etc., son algunas de las manifestaciones más importantes de la época ilustrada, que tuvieron su correspondiente desarrollo legal y normativo, impulsado desde el gobierno central.

Las norias de corriente se proyectan unidas a importantes obras de reforma y acondicionamiento, instalándose en las riberas de los ríos y adoptando tipologías de reminiscencia clásica, perfectamente fortificadas por obras de sillería, adscribiéndose al tipo de norias medievales o azudas.



Fig. I.4. Una obra de finales del s.XVIII, noria, presa y puente de Rojas. Alicante.

Un nuevo argumento científico y tecnológico, acude en auxilio de la sociedad decimonónica en sus estratos, urbano y rural:

La Revolución Industrial, impulsa nuevos métodos de producción con la utilización de una nueva maquinaria, que no precisa de medios naturales, como la corriente de agua, para producir movimiento y energía.

El hecho incontrovertido del abandono del medio rural y el desplazamiento masivo hacia los núcleos urbanos, supone, un panorama inesperado y muy difícil de digerir. El hacinamiento de la población en los centros históricos de las ciudades, con grandes carencias de infraestructuras, viviendas, etc., desembocan en serios problemas de salubridad, que la ciudad medieval, no puede resolver. Los derribos de las murallas y la creación de los ensanches de las ciudades, no tardarán en aparecer.

Las edificaciones contaban con “nuevos materiales de construcción” que facilitaban enormemente el proceso edificatorio. La aparición de perfiles de hierro y acero normalizados impulsa el proceso edificatorio, no sólo de edificios de viviendas, sino también de infraestructuras, ferrocarriles, puentes, etc.

La transformación del espacio agrícola, era una realidad, se había pasado de la necesidad ingente de personas para el cultivo del campo, más o menos reducido, a cultivos de carácter intensivo facilitado por el empleo de nuevas técnicas y maquinarias.

Los nuevos materiales de construcción –acero en perfiles- acaban influyendo en la configuración de las norias de corriente. Los distintos elementos de madera, que hasta el momento se utilizaban en su construcción, se sustituyen por nuevos elementos de morfología casi análoga, pero en cualquier caso, de una sección útil, mucho menor y de una resistencia mucho más elevada. Se favorece por tanto la construcción de norias de diámetro muy superior a las conocidas hasta el momento, pero que conservan referencias claras a las formas clásicas, árabes y posteriores a la conquista cristiana.

Durante la segunda mitad del XVIII y el XIX, se construyen norias de corriente en todos los ríos españoles y en mayor cantidad en las cuencas hidrográficas del Guadalquivir, el Tajo y los ríos del Mediterráneo. En la mayor parte de ellas, incluso las de cuencas hidrográficas diferentes, predominan fundamentalmente los elementos metálicos para las partes estructurales, radios, travesaños, tirantes, eje y discos, etc., quedando reservada la madera para los

elementos pasivos, no estructurales, como palas, cajones, canales, guardavientos, etc.

Los siglos XVIII y sobre todo el XIX, son periodos de tiempo caracterizados por una fuerte intervención del Estado en políticas de ampliación de grandes regadíos y de legislación en materia de aguas, reflejándose en nuevos métodos de producción que reciben un impulso importante desde el punto de vista científico y tecnológico,

En la segunda mitad del siglo XIX, y desde el gobierno central, se promulgan distintas leyes de aguas, quizás, fue la de 1857 la más aplaudida e incluso han servido de inspiración a algunos gobiernos de nuestra reciente democracia.

A nivel de las distintas regiones del país, se llevan a cabo algunas normas de rango inferior, que tiene marcado su desarrollo desde las distintas Leyes de Aguas promulgadas desde el Gobierno Central.

Los antiguos y nuevos Heredamientos Regantes, dan continuidad a “peculiares” órganos de gobierno que tiene su origen en antiguas leyes y normas heredadas desde la antigüedad clásica y fundamentalmente desde la dominación musulmana, y que a su vez se transmitieron durante la conquista cristiana y pervivieron incluso hasta nuestros días ( En el sistema de regadío por inundación, sobrevive una norma musulmana que consiste en dar al agua de riego una altura igual a la altura del tobillo).

Los Heredamientos Regantes y sus Órganos de Gobierno, representados por personas con un determinado escalafón, tenían y tienen, una importante capacidad de decisión en cuanto a la administración de los derechos en los espacios irrigados.

A finales del siglo XIX y comienzos del XX, y para el mejor control de las Cuencas Hidrográficas y de sus aprovechamientos hidráulicos, se crean por todo el País, lo que hoy conocemos como Confederaciones Hidrográficas, organismos que en la actualidad y por mandato del Gobierno Central, se dedican a administrar políticas de agua y conservación de infraestructuras hidráulicas.

Las labores de vigilancia y administración directa de los recursos hidráulicos, se llevan a cabo mediante las Comisarías de Aguas, organismos dependientes, al igual que la Confederación, de los Ministerios de Agricultura, de Fomento.

## 1.2 ESPACIO IRRIGADO Y NORIAS DE CORRIENTE EN LA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL SEGURA.

La cuenca hidrográfica del Segura es un espacio complejo con variables físicas, orográficas, climáticas, etc., que reflejan y caracterizan diferentes espacios agrícolas a lo largo del curso del río, desde su nacimiento en tierras andaluzas, hasta su desembocadura, en la costa mediterránea de la comunidad valenciana.

La húmeda zona del norte, el paisaje árido de la zona media y la zona de costa, son reflejo de un clima subtropical, a veces casi desértico, con vientos templados del Mediterráneo y unos índices pluviométricos anuales realmente bajos. Este aspecto climático y medioambiental se nos presenta como el verdadero elemento configurador y divisorio de los distintos espacios agrícolas irrigados de la cuenca hidrográfica del Segura, en cierto modo diferente a otras divisiones de carácter administrativo. No se pueden comparar los espacios irrigados y formas de cultivo de la huerta ciezana con las tierras altas del río Mundo, a pesar de que ambos espacios se ubican en la Vega Alta del río Segura. Otra cosa será, que la sistemática utilizada por la Administración a la hora de configurar los distintos espacios de la cuenca, puede servir de delimitación geográfica a la que podemos adscribirnos desde distintos puntos de vista.

A veces determinadas expresiones presentan una cierta idea de generalidad, por ejemplo, las distintas referencias a la "Huerta de Murcia", con frecuencia se centran en el espacio agrícola irrigado adyacente a la Ciudad de Murcia, que se corresponde con el espacio agrícola transformado que rodeaba la capital del nuevo reino que se funda entre 835-850, la nueva Mursiya.

Sin embargo, cuando desde visiones externas que superan lo regional, se hace referencia a la "Huerta Murciana", o quizás, lo que sería más coherente, la "Huerta del Segura", la cita trasciende la extensión de la huerta capitalina, para referirse a los espacios irrigados generados a lo largo del río Segura y su red de acequias, desde los primeros espacios regulados en Cañaverosa hasta la desembocadura del río en Guardamar del Segura, en la Comunidad Valenciana. Ese gran espacio agrícola trasciende con mucho el entorno "murciano", tiene su origen en las estribaciones de la Sierra de Segura donde nace, recorre diferentes espacios agrícolas, cada uno de ellos con un microclima especial y finaliza su misión fertilizadora en su desembocadura.

Ese nuevo espacio agrícola, variable y variado, que los distintos pobladores transformaron en explotaciones agrícolas de excepcional riqueza, quedó administrativamente configurado, en tres grandes zonas, que aún hoy día reconocemos:

-Terreno excepcionalmente difícil de transformar, es el espacio agrícola de la Vega Alta, donde el río Segura corre entre estribaciones montañosas y barrancos, quedando las áreas cultivables reducidas a franjas de terreno, que se sitúan a veces de forma escalonada y donde se requiere para su irrigación la utilización de cauces paralelos al río –acequias- e incluso la construcción de norias de extracción y elevación de agua.

De forma singular se configuran espacios agrícolas tan sumamente emblemáticos como algunas zonas del río Mundo, el principal afluente del Segura, Cañaverosa y los grandes arrozales de Calasparra, un paréntesis excepcional que es el Cañón de Almadenes, para dar paso al espacio agrícola irrigado más importante de toda la cuenca hidrográfica del Segura, la fértil vega ciezana y el emblemático Valle de Ricote, donde el paisaje que hoy día observamos, reproduce con toda naturalidad y fidelidad, el espacio agrícola impulsado por los musulmanes. Hasta la primera mitad del siglo XX, existieron en la Vega Alta del río Segura gran número de norias de corriente, destacando especialmente las norias en las acequias de Don Gonzalo, Los Charcos y del Horno en Cieza, las emplazadas en las acequias de Abarán y Charrara en Abarán –algunas de ellas funcionales-, las numerosas norias en la acequia de Blanca, las norias en las distintas acequias de Ojós, Ulea, Archena, Lorquí, Ceutí, Molina de Segura y Alguazas.

Son especialmente significativas, por su emblemática tipología, las norias situadas en las acequias Cara y Daya del río Mula, afluente del Segura.

Las norias de corriente que hoy todavía reconocemos en las distintas acequias, algunas de ellas funcionales, se fundaron a partir de la segunda mitad del XVIII y todo el XIX, respondiendo a tipologías posteriores a la conquista cristiana, es decir, norias de inspiración clásica, con la incorporación de algunos elementos heredados de la dominación musulmana. Inicialmente se construirían con elementos de madera, a excepción de los discos y el eje de giro, que se construirían en hierro fundido.

Un paso más en su evolución, supuso la incorporación de perfiles de hierro para los elementos estructurales de la noria –radios, tirantes y travesaños-, quedando la madera para los elementos pasivos –palas, canales y guardavientos-.

El apoyo de la noria a través de los discos y el eje, se llevaba a cabo sobre muros y machones, generalmente de mampostería ordinaria tomada y revestida con morteros de cal hidráulica.

Hasta el límite con la Vega Media, el espacio agrícola gana en horizontalidad, con pequeños declives ascendentes, lo que favorece el riego por gravedad en un sistema de acequias y otros cauces y la construcción de norias de corriente, en menor proporción que en la anterior, pero que favorecen la colonización de nuevos espacios agrícolas.

-El espacio agrícola de la Vega Media, viene a coincidir con la llegada del río a un gran valle, muy fértil por el aporte de depósitos limosos procedentes de avenidas y que en su origen presentaba un aspecto pantanoso que en sucesivas intervenciones de drenaje y aporte de tierras, configuró ya desde época medieval, las grandes operaciones de colonización de terrenos que constituyen lo que hoy conocemos como la Huerta de Murcia.

Este espacio agrícola se caracteriza por la utilización del riego por gravedad que proporcionaba la red de acequias que tienen su origen en el gran azud de la Contraparada y que se configura en dos grandes heredamientos regantes, el Heredamiento Norte, con la Acequia Mayor Aljufía y el Heredamiento Sur configurado por la Acequia Alquibla o de Barreras.

Debido a la orografía del terreno, por cierto, bastante llano, aunque con ligeros declives topográficos ascendentes, no es frecuente la construcción de Norias de extracción y elevación de agua, a excepción de las grandes norias de los dos heredamientos principales, la Noria de Alcantarilla en la Acequia Alquibla o Barreras y las Norias de La Ñora y de Felices en la Acequia Aljufía.

Las distintas concesiones de los Repartimientos llevados a cabo por el rey Alfonso X, hace que la llegada de nuevos influjos llegasen desde Castilla hasta el entorno huertano de la ciudad de Murcia.

A finales del XIV se documenta la solicitud de construcción de la Noria de La Ñora en la Acequia Mayor de Aljufía y un siglo más tarde, se solicita al Concejo de Murcia permiso para la construcción de la Noria de Alcantarilla en la acequia Mayor de Alquibla.

Se conciben ambas norias, así como la de Felices, también en la Acequia Mayor de Aljufía, como norias de tipología medieval, presentando la rueda encerrada entre muros de fábrica de ladrillo macizo colocado a cara vista.

Dejando atrás la huerta murciana, el río Segura se introduce en el tercer espacio agrícola diferenciado de la cuenca hidrográfica, la Vega Baja, donde la orografía, es si cabe, aún más llana.



Fig. I.5. Rueda de Felices. Noria de corriente de influencia medieval, Javalí Viejo, Murcia.

El espacio agrícola se caracteriza por la utilización del riego por gravedad que proporcionan los distintos heredamientos regantes y al igual que en la Huerta de Murcia, se utilizan para el riego de espacios con ligeros declives ascendentes sobre el cauce del río, grandes norias que se construyen en las riberas del río. Estas norias se construyeron bien fortificadas por fabulosas obras de sillería, que ayudarían a evitar los efectos perniciosos de las grandes avenidas y recibirían una denominación que se extiende por todos los ríos de la Península Ibérica, son las "azudas" y normalmente se construyen en los márgenes del río, en los extremos de una presa o azud, construido ex profeso de forma transversal a la dirección del cauce.

Las grandes azudas del río Segura están localizadas en distintos espacios agrícolas de la Vega Baja y por el orden en que están dispuestas, según el discurrir del río Segura, encontramos en el término municipal de Orihuela dos norias gemelas compartiendo un mismo azud, son la Noria de Pando o del Rincón de los Cobos y la Noria de Moquita. Aguas abajo de la ciudad de Orihuela, encontramos la Noria de Benjofar y la Noria de Rojasles.

Casi en la desembocadura del río Segura, en término municipal de Guardamar del Segura, existieron las norias de los Frailes y de Santa Ana, de las que apenas quedan vestigios.

### 1.3 PERSISTENCIA HISTÓRICA Y MEDIOAMBIENTAL DEL ESPACIO IRRIGADO Y LAS NORIAS DE CORRIENTE.

Como hemos comentado, desde los orígenes de la agricultura y hasta nuestros días, el desarrollo y evolución de los espacios irrigados, ha sido condicionado frecuentemente por la “producción de excedentes”. Los primeros espacios agrícolas irrigados no presentarían grandes dificultades para su irrigación por gravedad, probablemente desde alguna fuente natural, al pie o ladera de alguna montaña. O quizás, desde un pequeño cauce artificial excavado torpemente.

La prolongación de éste cauce, permitiría regar nuevos “pequeños espacios”, de éste modo, se pudo llegar a colonizar toda una montaña o un valle. Durante el periodo Neolítico y la civilización Ibérica en el Levante Español, se llevaban a cabo cultivos a media ladera.

El Poblado del Yacimiento Ibérico del Cabezo del Tío Pío en Archena (Murcia), se encuentra a escasos 100 metros del Río Segura, y a una cota sobre el río, de unos 50 metros. Sin embargo, parte de su Necrópolis, se encuentra casi a nivel de la población actual, a unos 5 metros sobre el nivel del río.

Aguas arriba del río Segura, a un kilómetro de distancia, los romanos fundaron el Balneario de Archena, situado al mismo nivel que el curso fluvial y protegido por un malecón,

En ambos lugares se han encontrado materiales cerámicos procedentes de intercambios y transacciones,... era una colonización del espacio de arriba hacia abajo.

La dominación de los espacios agrícolas adyacentes a los cauces de los ríos, mucho más caudalosos y con frecuentes avenidas, supondría la adopción de nuevas técnicas de cultivo, favorecidas por los depósitos limosos provenientes de las avenidas. La superposición de los depósitos, produciría una sobreelevación del terreno natural cultivable.

Cuando el espacio agrícola de orografía plana, se ha colmatado, se acude a colonizar nuevos espacios con topografía más elevada que el cauce principal, generalmente un río.

La creación por el hombre de canales artificiales, conocidos como acequias, requería a su vez de la creación de una presa o azud que se construía de forma transversal al cauce del río.

El agua se derivaba por uno de sus márgenes o por los dos, dando lugar a la "Acequia Mayor de ...." en la margen derecha o margen izquierda del río. Desde dicha acequia y por el sistema de gravedad, se llevaba a cabo el riego del espacio que quedaba entre el cauce del río y la cota superior de la acequia.

Una vez colmatado dicho espacio y cuando las necesidades de producción requerían de nuevos espacios agrícolas, situados en cotas superiores, se acudía a la construcción de ruedas elevadoras: Era una colonización del espacio de abajo hacia arriba.

En algunas zonas del Valle de Ricote en Murcia, aun pueden verse:

*"..acequias abiertas, construidas mediante muros de tierra o excavadas en terreno natural, en cuyos pasos existen cañaverales o cañares, donde la humedad retenida por los muros de tierra de la acequia se alimenta además por el agua derramada de los cangilones de una noria y que alimenta membrilleros, moreras, naranjos, nisperos y miles de frutales ..."*



Fig. I.6. Noria de la Hoya Don García, en Abarán, emplazada en un cauce de taludes naturales de tierra.

Cuando a finales del siglo XIX y principios del XX, se introducen en el espacio agrícola irrigado, nuevos métodos para la extracción y elevación de agua –motores y bombas impulsados por combustibles fósiles y suministro eléctrico-, los ingenios hidráulicos y por supuesto las norias de corriente, comienzan a dejar de ser útiles, acelerándose su deterioro por falta de actuaciones de conservación y mantenimiento, y ello a pesar del coste nulo de la energía que producía el movimiento, la corriente de agua. Los nuevos medios mecánicos contribuyeron a la ampliación del espacio irrigado de forma considerable, así, el equilibrio estable de lo que se conocía como “regadíos tradicionales de la cuenca hidrográfica” y los nuevos espacios agrícolas irrigados impulsados por esos nuevos métodos, quedo quebrado.

La construcción en los primeros años setenta del siglo pasado, de grandes infraestructuras hidráulicas como el Trasvase Tajo-Segura, han contribuido a la ampliación del espacio agrícola irrigado de forma bastante aparente. El motivo de fondo, sigue siendo el mismo que impulsaron aquellos habitantes de Mesopotamia, diez siglos a.C., que después de seleccionar semillas silvestres, las aclimataron, regaron y produjeron por primera vez en la historia “excedentes agrícolas”.

**II – ARQUITECTURA,  
INGENIOS Y MÁQUINAS  
HIDRÁULICAS**



## II ARQUITECTURA, INGENIOS Y MÁQUINAS HIDRÁULICAS

### 2.1 PRELIMINAR: AGRICULTURA, ESPACIO IRRIGADO Y TECNOLOGÍA.

No se puede entender la existencia de las ruedas de corriente –elementos de la arquitectura hidráulica-, sin una relación directa con los espacios agrícolas irrigados. Estos terrenos, donde inicialmente se llevaban a cabo cultivos de secano, sin la mediación de ingenios hidráulicos, fueron transformando su fisonomía lentamente y en la medida que se necesitaba una mayor producción agrícola, fueron transformando el espacio cultivado.

Un primer avance fue la incorporación de canales o acequias, para producir “riego por gravedad”, así se fueron colonizando nuevos espacios agrícolas y solamente cuando el cauce fluvial, arroyo o canal, habían colmatado el espacio existente, se acudía a la instalación de ruedas hidráulicas elevadoras, para conseguir colonizar los espacios con una topografía más elevada que el cauce que alimentaba ese “espacio hidráulico”.

El espacio agrícola, inicialmente de un carácter muy localizado, poco extensivo en superficie y cuya producción a duras penas abastecería a pequeños grupos poblacionales, se caracteriza por cultivos de secano, ubicados normalmente en explotaciones a media ladera, alejados de las fuertes corrientes fluviales.

Estos grupos poblacionales, empujados por la necesidad de realizar intercambios de carácter económico, llevan a cabo la colonización de nuevos espacios y técnicas agrícolas, que les proporcionen excedentes con los que comerciar. Esa gran producción sólo se podría conseguir con la incorporación del regadío.

La nueva civilización se asienta junto a los cauces fluviales, aprovechando las franjas cultivables a uno y otro lado. Cuando el espacio se ha colmatado, se llevan a cabo la apertura de nuevos cauces, dependientes del principal, que llevan el agua a los espacios susceptibles de ser colonizados.

A veces, la topografía de los espacios agrícolas, se alteraba por los continuos depósitos de limos provenientes de los desbordamientos de los cauces fluviales, y por tanto, se complicaba extraordinariamente el riego por gravedad, entonces se acudía a la ejecución de nuevos canales o bien a la instalación de mecanismos elevadores. Todo ello, generaba lo que conocemos como nuevos espacios hidráulicos.

Con el paso de los siglos y llegados a un punto de gran evolución del fenómeno agrario, hemos de concluir que espacio agrícola y espacio irrigado, son casi coincidentes, a pesar de que en algunas zonas, y, cada vez menos, se mantienen técnicas agrícolas donde el regadío no es posible.

El estudio y evolución de los espacios agrícolas, los espacios irrigados y como resultado final, los espacios hidráulicos, tienen como origen dos hechos históricos fundamentales para entender las distintas épocas de la civilización, la aparición de la agricultura y la tecnología. A ellas, dedicaremos una serie de reflexiones, que a continuación transcribiremos.

Estudiaremos a continuación, en dos niveles que se solapan, lo que entendemos por un lado, el nacimiento y desarrollo de la agricultura y los primeros espacios irrigados y por otro lado, el nacimiento y desarrollo de la tecnología, influenciada como no, por el desarrollo de la mineralogía y metalurgia.

Especialmente clarificadoras son las hipótesis de J.M. Roberts., que nos adentra de forma concisa, con un relato claro, en los inicios de la agricultura y la tecnología y en la interacción que se produce entre ambas ciencias, que marcan el desarrollo de la humanidad.

En lo referente al origen, evolución y difusión de la agricultura, nos comenta lo siguiente:

La agricultura revolucionó realmente las condiciones de la existencia humana, nació y se propagó por la mayor parte de Europa, Asia y el norte de África como una ola de avance lento, intensificándose las habilidades necesarias para aprovechar los nuevos y fértiles valles fluviales.



Fig.: II.1 El nacimiento de la agricultura en centros de desarrollo independientes. J.M. Roberts. "Historia Antigua desde las primeras civilizaciones hasta el Renacimiento".

No es sorprendente, pues, que la agricultura naciese en más de un lugar y parece probable que el ejemplo más antiguo, basado en el cultivo de formas primitivas de mijo y arroz, tuviese lugar en Oriente Próximo, hacia el año 10.000 a. C.

Tanto las condiciones previas que predisponían, como las pruebas, indican que la región que después se llamaría "Creciente Fértil" tuvo una trascendencia especial, en un arco territorial que va desde Egipto hacia el norte, a través de Palestina, el Levante mediterráneo y Anatolia, hasta los territorios montañosos situados entre Irán y el sur del mar Caspio, abarcando los valles fluviales de Mesopotamia. De esta región parece que llegaron a Europa hacia el año 6000 a.C., los nuevos alimentos y las técnicas para plantarlos y cosecharlos.

Sobre el origen, evolución y aplicación de la tecnología en el devenir diario de las distintas civilizaciones, mediando en ello, la elaboración de los minerales y la metalurgia, produce importantes variaciones en los métodos de cultivo y la irrigación de los nuevos espacios agrícolas, algo que determina finalmente, unos nuevos resultados en el desarrollo de la agricultura.

A la larga, la metalurgia cambió tanto las cosas como lo había hecho la agricultura, pero más a largo plazo. Una vez descubierta la técnica para mezclar

cobre con estaño (que se utilizaba en Mesopotamia poco después del 3.000 a.C.) para producir bronce, se dispuso de un metal que era fácil de moldear y que conservaba mejor el filo y que podía servir de base para infinidad de cosas. La llegada del hierro, tuvo un evidente valor militar, así como también una gran importancia cuando se transformo en herramientas agrícolas. El ser humano del Neolítico solo podía arañar en los suelos pesados con un pico de asta o madera. Voltarlos y cavarlos en profundidad solo fue posible con la invención del arado (Oriente Próximo hacia el año 3.000 a.C.)

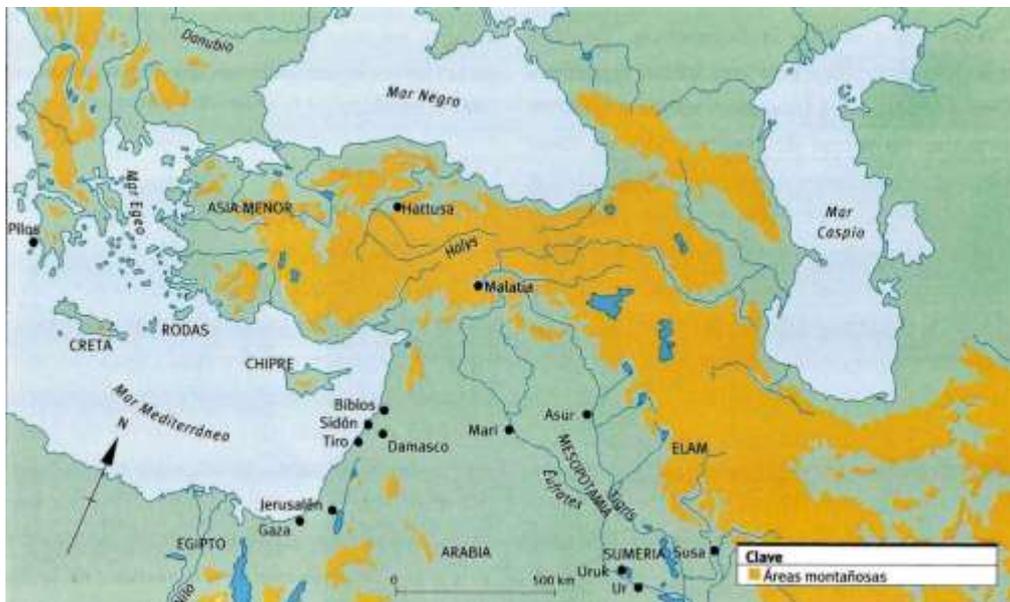


Fig. II.2. Mapa de la región denominada Creciente Fértil, cuna de la civilización. J.M. Roberts. "Historia Antigua desde las primeras civilizaciones hasta el Renacimiento".

El primero de los núcleos generadores del espacio agrícola, parece haber sido la región del Oriente Próximo, a partir de aquí, se extendieron a nuevos focos, siguiendo dos rutas principales, una a través de los Balcanes y el Danubio (a partir de 6500 a.C.), y otra, a lo largo de las costas mediterráneas (llegando al sur de Francia hacia 5.000 a.C.).

El mapa que representa la difusión de la agricultura en Europa, muestra la estrecha relación entre la difusión de dicha agricultura y la difusión de la cerámica, por cuyos distintos objetos, es posible situar los emplazamientos de las primeras comunidades agrícolas.



Fig. II.3. Mapa de la difusión de las tradiciones agrícolas y culturales en Europa. J.M. Roberts. "Historia Antigua desde las primeras civilizaciones hasta el Renacimiento".

El lugar sobre el que existen mejores argumentos para considerarlo la cuna de la primera civilización es la parte meridional de Mesopotamia, una tierra de 1.100 km., de longitud formada por los dos valles fluviales del Tigris y el Éufrates., donde los depósitos de siglos de drenaje de las tierras altas y las inundaciones anuales habían formado un suelo de gran riqueza. Hacia 2.500 a.C., la producción de grano en el sur de Mesopotamia era tal que se llegó hasta conseguir los excedentes necesarios para la aparición de la vida urbana y toda la economía se sostenía en la agricultura. Los terrenos de cultivo solían agruparse donde el suelo era más rico y los canales de drenaje y de riego que necesitaban solo podían gestionarse si se hacían de forma colectiva y la gran contribución de la tecnología fue la práctica de la irrigación. Sumeria es el nombre antiguo del sur de Mesopotamia, los sumerios mostraron gran capacidad inventiva para la técnica y las innovaciones.

Una de las fases en la historia sumeria, que discurre entre 3.360 a.C. y 2.400 a.C., se caracteriza por la aparición de la rueda para la tecnología militar utilizándola en la construcción de carros de cuatro ruedas-ruedas macizas-. El torno de alfarero más antiguo se halló en Ur; esta fue la primera forma en que el ser humano hizo uso del movimiento de rotación.

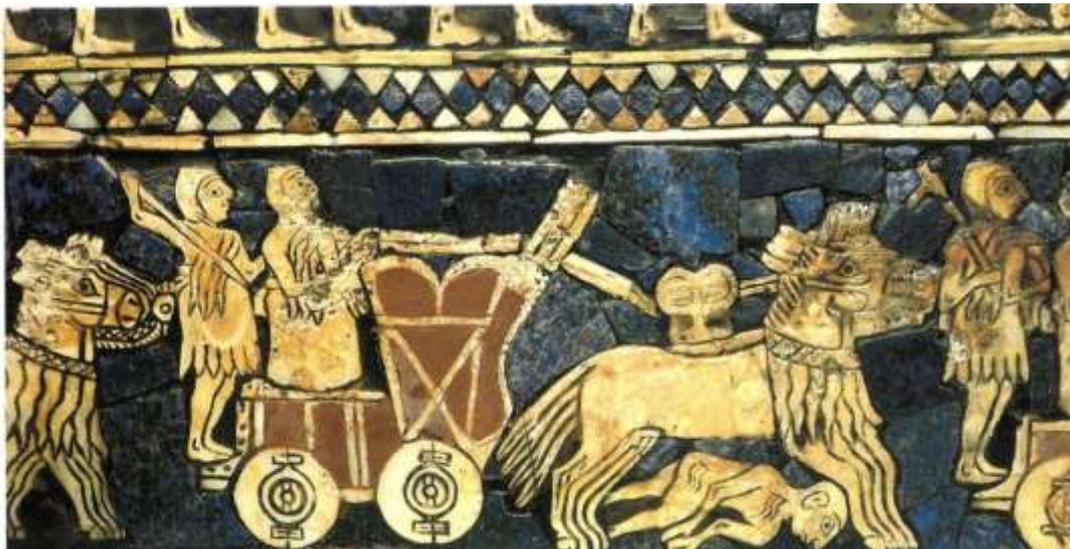


Fig. II.4. Detalle del mosaico El estandarte de Ur, 4.500 a.C, donde aparecen ruedas de madera macizas. J.M. Roberts. "Historia Antigua desde las primeras civilizaciones hasta el Renacimiento".

Resulta probado la coexistencia de la civilización sumeria con la egipcia, y a agricultura enraizó gradualmente en los lechos de lodo que se acumulaban año tras año. En esta primera época los pueblos vivieron en los bordes de las zonas de inundación y con unas técnicas agrícolas elementales trabajaron los suelos del llano enriquecidos por las inundaciones. La mayor parte de sus habitantes eran campesinos en una tierra rica y que cada vez estaba mejor controlada por técnicas de riego y donde la obtención de hierro, en segundo milenio a.C., supuso un gran estímulo para el cambio económico además del militar. En la agricultura, los pueblos que lo utilizaban podían cultivar suelos impenetrables a la madera o al sílex. Pero no se produjo una transición general y rápida al nuevo metal.



Fig. II.5. Detalle de pintura funeraria representando a trabajadores agrícolas del antiguo Egipto. J.M. Roberts. "Historia Antigua desde las primeras civilizaciones hasta el Renacimiento".

En lo que se refiere al nacimiento y desarrollo de la agricultura en Asia Oriental, Roberts, nos introduce en dos inmensas civilizaciones, aunque el desarrollo de la actividad agrícola se focaliza en las cuencas de grandes ríos.

Las pruebas indican que la agricultura llegó a la India más tarde que al Oriente Próximo, existiendo la posibilidad de una influencia directa Mesopotámica. Es el Norte de la India, en los valles de los dos grandes ríos, el Indo y el Ganges, donde se acumulan las mayores experiencias agrícolas.

En la Antigua China, desde el norte del Tibet, a lo largo de cadenas montañosas surgen las cabeceras de los ríos Yangtsé y Mekong. Estas cadenas montañosas son grandes cadenas aislantes que solo se rompen por donde fluye el río Amarillo, hacia el sur, hacia China, y es en las riberas de este río donde comienza la historia de la civilización en China, y, al igual que en otras partes del Mundo, la llegada de la agricultura supuso una revolución.

En el norte de China, bajo la influencia del río Amarillo, existen pruebas de la existencia de la agricultura a partir del 5000 a.C., aproximadamente. Se tienen datos de la creación de grandes explotaciones agrícolas y la realización de una gran red de canales, que unió el valle del Yangtsé con el valle del río Amarillo al norte, y Hangchow al sur.



Fig. II.6. Mapa físico de China. La civilización china surgió hace más de 3.000 años, en el valle del río Amarillo... J.M. Roberts. "Historia Antigua desde las primeras civilizaciones hasta el Renacimiento"

La difusión de la fundición del hierro tuvo probablemente la máxima importancia para la agricultura, al hacer posible una nueva penetración en los bosques y la mejora del labrado de la tierra, el impacto de la introducción del hierro, probablemente en uso hacia el 500 a.C., a la que, al igual que en otros lugares, siguió un enorme crecimiento de la producción agrícola, y por tanto de la población.

Se fabricaban herramientas mediante la fundición, pues se han encontrado moldes de hierro para cuchillas de hoz que datan del siglo V o IV a.C. China era un gran productor de hierro, mucho más que Europa. La producción textil también registro un cambio espectacular, sobre todo gracias a la adopción de máquinas de hilar movidas por el agua.

La expansión militar y económica de los mesopotámicos y de sus sucesores, los movimientos de los indoeuropeos, la llegada del hierro y la difusión de la escritura, mezclaron modelos en otros tiempos claramente diferenciados en el Oriente Próximo, aquí, las técnicas agrícolas y metalúrgicas se extendieron incluso más allá de esa región y se difundirían más cuando los aqueménidas transmitieran las técnicas de riego de Babilonia al Asia central y cultivaran en el Oriente Próximo el arroz que trajeron de la India.

Otros mundos en la antigüedad, los encontramos en Europa y las civilizaciones mediterráneas. Nos interesa sobremanera la irrupción de la civilización árabe por el sur de Europa y las consecuencias que de ello se derivan, entre las más significativas, la formación de al-Ándalus.

La primera agricultura europea, se conoce antes del 4000 a.C., donde existían asentamientos agrícolas en Francia y las islas Británicas. Pese a que la agricultura apareció de forma espontánea, parece que los cereales más importantes fueron llevados miles de años después desde el Oriente Próximo.

Europa fue suministradora de metales al Oriente Próximo en la antigüedad. Los pueblos prehistóricos de Europa, eran una sociedad de guerreros más que de comerciantes o exploradores que conocía la rueda y la utilizaba para el transporte. Europa fue el principal productor de materias primas del mundo metalúrgico de la antigüedad.

La aparición de una nueva civilización en el Mediterráneo oriental, la griega, debió mucho a las tradiciones que le precedieron en el Oriente Próximo y el Egeo, cuyas raíces están en Egipto y Mesopotamia y reminiscencias de Micenas. La economía estaba firmemente basada en el cultivo del trigo y la cebada, del olivo y de la vid, sobre todo para el consumo local. De algún modo el catalizador que precipitó la civilización griega fue el contacto con Oriente.

Al igual que los antiguos valles fluviales, el Egeo era un lugar propicio y la civilización pudo aparecer allí. Tenían la combinación de tierra y clima necesaria para ofrecer la oportunidad de una abundancia agrícola.



Fig. II.7. El mundo griego del Egeo. J.M. Roberts. "Historia Antigua desde las primeras civilizaciones hasta el Renacimiento.

Este contexto mediterráneo se caracterizaba por la escasez de minerales –no había estaño, cobre ni hierro-, importándose del exterior. La ciencia nos parece una forma adecuada de acercarnos al entendimiento del universo físico, y sus técnicas son las del experimento y la observación empírica. La ciencia fue la esfera en la que la civilización helenística conservó mejor la tradición griega, y aquí destacó sobre todo Alejandría, la mayor de todas las ciudades helenísticas. Arquímedes, famoso por sus logros prácticos en la construcción de máquinas bélicas. Herón, inventó una máquina de vapor y empleó sin duda el vapor para transmitir energía. En hidrostática, Arquímedes hizo grandes progresos (e inventó además el cabrestante), pero el logro central de la tradición griega fue siempre matemático, no práctico.

En Roma y el Occidente clásico, la base de la realidad de esos pueblos, fue siempre agrícola y rural. La relación de la tierra con la sociedad a la que alimentaba cambio durante la republica, pero su base fue siempre la población rural. La base económica del imperio fue siempre la agricultura. Esta no era rica, según los cánones modernos, ya que sus técnicas eran primitivas; el agricultor romano no vio nunca un molino de viento, y los molinos de agua eran aún raros cuando el imperio sucumbió en Occidente.



Fig. II. 8 y 9. Mosaico reflejando labores agrícolas en una villae romana.//Jardín clásico idealizado en la villa romana de Boscoreale al norte de Pompeya, 35 a.C. J.M. Roberts. "Historia Antigua desde las primeras civilizaciones hasta el Renacimiento.

Cuando empezaron a intervenir en los asuntos de Grecia y Oriente, mucho más tarde, cuando ya el siglo III a.C., tocaba a su fin, los romanos abrieron el camino para una nueva era de la historia universal. En los dos siglos siguientes forjaron una estructura institucional única que finalmente abarcó gran parte de Europa occidental además de todo el mundo helenístico, que por primera vez pasaron a integrar una única entidad.



Fig. II.10. Mapa de la expansión del imperio romano. J.M. Roberts. "Historia Antigua desde las primeras civilizaciones hasta el Renacimiento.

La economía romana se basaba en mano de obra barata, en Roma eran los esclavos, y en las provincias, a menudo eran las legiones desocupadas de las guarniciones las que en tiempo de paz llevaron a cabo las grandes obras de ingeniería hidráulica y construyeron puentes y carreteras.

En comparación con Bizancio o el Califato, después de la caída del imperio romano, la Europa situada al oeste del río Elba fue durante varios siglos un lugar atrasado, casi insignificante. El islam les había aislado de África y del Oriente Próximo. La subsistencia fue durante mucho tiempo casi lo único que podían esperar, era la principal preocupación de la economía medieval de los primeros tiempos.

El estiércol de los animales o la roturación de nuevas y más fértiles tierras eran las únicas formulas posibles para mejorar un rendimiento de las semillas y el trabajo agrícola y se produjeron algunas innovaciones tecnológicas, especialmente la difusión de molinos y la adopción de un arado mejor, pero cuando la producción se elevó se debió en su mayor parte a que se incorporaban al cultivo nuevas tierras.

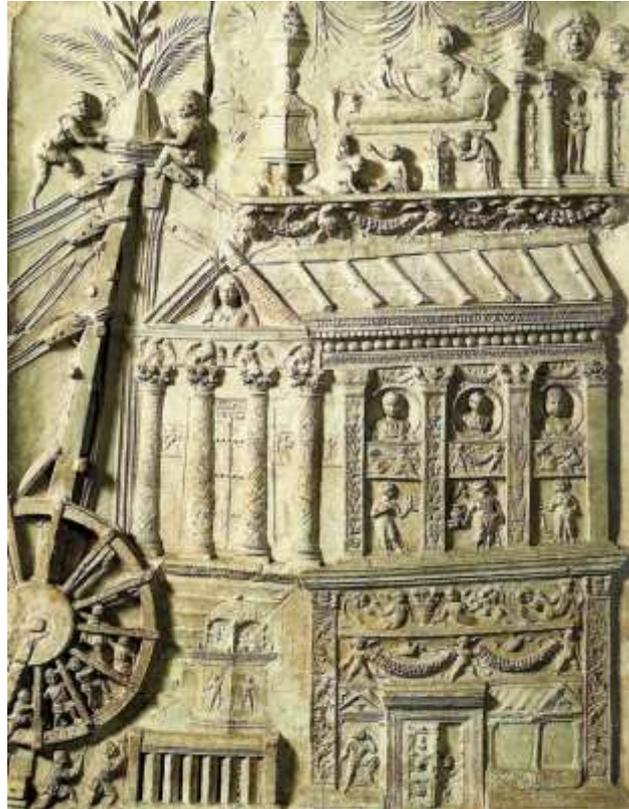


Fig. II.11. Grúa con rueda accionada por hombres en la construcción de un templo. J.M. Roberts. "Historia Antigua desde las primeras civilizaciones hasta el Renacimiento.

La España árabe tuvo una inmensa importancia para Europa, pues era una puerta hacia el saber y la ciencia de Oriente, pero también una puerta por la que pasaban bienes más materiales: a través de ella la cristiandad recibió conocimientos de técnicas agrícolas y de regadío.

Europa tenía grandes ventajas naturales en sus temperaturas moderadas y sus precipitaciones favorables, y estos factores, unidos al relieve físico cuya característica predominante es una extensa llanura septentrional, le han dado siempre una gran superficie de tierra agrícola potencialmente productiva. Grandes extensiones de su territorio que aún estaban salvajes y cubiertas de bosques en el año 1.000 comenzaron a cultivarse en los siglos siguientes.

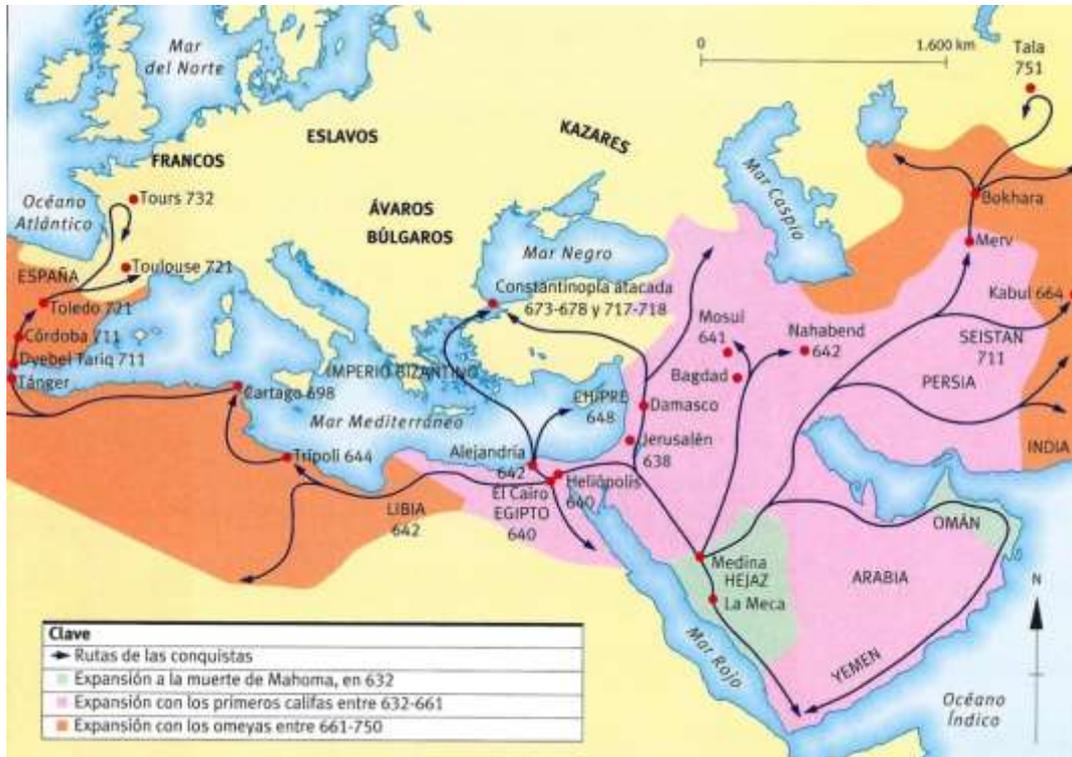


Fig. II.12. Mapa de la expansión del islam. J.M. Roberts. "Historia Antigua desde las primeras civilizaciones hasta el Renacimiento.

La tierra no faltaba en la Europa Medieval, y una población creciente proporcionaba la mano de obra necesaria para roturarla y labrarla. La construcción de un monasterio en un punto remoto, era en muchos casos el nacimiento de un nuevo núcleo de cultivo o ganadería. La irrupción en nuevas tierras se freno hacia el año 1.300. El primer gran aumento de la tierra de labor y de pastoreo había terminado, y un imprescindible incremento de la productividad había tenido lugar. El cultivo de cereales, seguía siendo la principal actividad de los agricultores del norte de Europa y a partir del siglo X, aparecen cultivos de diversos tipos de legumbres. En el siglo XIII aparecen los primeros manuales de práctica agrícola y la primera contabilidad agrícola, una innovación monástica.

En la Edad Media, la geografía económica de Europa se revolucionó a través del comercio. En Flandes y los Países Bajos, el resurgimiento económico no tardó en generar una población lo bastante numerosa para estimular la innovación agrícola.



Fig. II.13. Mapa de la expansión del islam. J.M. Roberts. "Historia Antigua desde las primeras civilizaciones hasta el Renacimiento.



Fig. II.14. Mapa de la situación política de Europa Occidental en los siglos XII y XIII. J.M. Roberts. "Historia Antigua desde las primeras civilizaciones hasta el Renacimiento.

La tecnología medieval no era científica en el sentido moderno, pero alcanzó grandes cotas mediante la acumulación de experiencia y reflexión sobre ella. Posiblemente su logro más importante fue el aprovechamiento de otras formas de energía para hacer el trabajo de los músculos y, por consiguiente, para desplegar energía muscular de manera más eficaz y productiva. Así, el torno, la polea y el plano inclinado facilitaron el traslado de cargas pesadas, pero el cambio fue más evidente en la agricultura, donde las herramientas metálicas habían comenzado a generalizarse a partir del siglo X.

El arado de hierro había permitido labrar los suelos más pesados de las tierras de los valles y la molienda; tanto los molinos de viento como los molinos de agua, conocidos primero en Asia, se habían difundido por Europa ya en el año 1.000. El agua se utilizaba cuando era posible para suministrar energía para otras actividades industriales, hacía funcionar los martillos tanto para abatanar como para forjar, en la Europa del siglo XV.



Fig. II.15. Molino de rueda vertical de carga superior. Salterio Lutrell. 1.320-1.340 (R.I).



Fig.II.16. Un molino para elaborar metales. El mundo medieval, 8, María Paola Zanoboni.

## 2.2 INGENIOS Y MÁQUINAS HIDRÁULICAS EN LA ANTIGÜEDAD.

Como ya se ha comentado en el prólogo de esta investigación, el estudio de los ingenios hidráulicos en la antigüedad remota, presenta no pocos interrogantes, tantos, que en la mayoría de ocasiones, hemos de acudir al estudio de las más que escasas fuentes escritas, manifestaciones artísticas de mayor o menor entidad, en las que a veces nos aparece algún dato de interés, algún dato cierto, sin que ello suponga datos concluyentes.

El acercamiento a este tipo de investigaciones, en muchas ocasiones, viene facilitado por la contemplación de procesos evolutivos de la vida del hombre sobre la tierra. Barajamos, entonces, distintos sucesos de superposición de las actividades de la humanidad en su devenir histórico, y, sometemos dichos datos a procesos inductivos, para posteriormente, elaborar una respuesta que nos facilita un discurso coherente.

Situada de forma frontal, la arqueología, disciplina moderna, casi contemporánea, basa sus datos, sin conjeturas, “en lo cierto”, “en los hallazgos”, con pragmatismo y científicidad, obteniendo datos que no dan lugar a conjeturas.

Entre uno y otro extremo, existe un espacio en el que ambas disciplinas, a veces, son tangentes, es decir, la investigación basada en las fuentes literarias o artísticas de la más diversa índole, y, los descubrimientos arqueológicos, se complementan.

La inmensa mayoría de los ingenios hidráulicos que conocemos presentan una relación directa con los espacios agrícolas irrigados y otros abastecimientos más o menos urbanos. Pero la incorporación de máquinas hidráulicas al espacio agrícola irrigado, no sería inmediato.

Si la aparición de la agricultura, entendida como transformación del espacio natural inalterado, pudo darse en torno al siglo XV a.C., es muy probable, que la aparición del espacio agrícola irrigado, fuese bastante posterior a esta fecha. Está comprobado que el hombre del Neolítico, realizaba cultivos de secano, en espacios acotados a las medias laderas de un monte, lejos de los cursos fluviales, y ante la posibilidad de crear excedentes agrícolas y asegurar en gran parte su producción, crearía el nuevo espacio irrigado. La colonización de los valles y espacios adyacentes a los cursos fluviales, facilitaría el riego por gravedad, sin que fuese necesario la aplicación de ingenios hidráulicos. Cuando los cauces fluviales o los canales artificiales creados por el hombre, no llegaban a zonas de gran extensión o elevada topografía, se acudía a la instalación de ingenios hidráulicos para resolver dichas situaciones.

Las opiniones más autorizadas localizan estos primeros ensayos en países orientales ribereños con el Mediterráneo, siendo una secuencia bastante asumida el paso desde el foco original situado entre los ríos Tigris y Eúfrates, hasta Egipto y posteriormente a civilizaciones occidentales, Grecia, Roma y todos los países donde se dio la romanización.

En la Península Ibérica, en la zona de Levante, las villae romanas, se establecían en lugares con una topografía en cierto modo elevada, lejos de los valles y los grandes cauces fluviales, aprovechando el curso hídrico de alguna fuente o pequeña acequia excavada en la roca, llevándose a cabo explotaciones agrícolas donde se daban cultivos de secano –cereal, vid y olivo-, así como alguna fruta y hortalizas.

Es poco probable la utilización de ingenios hidráulicos para regadío en estos espacios rurales, pero si se dan con frecuencia pequeñas factorías para la de transformación de productos agrícolas (En la Villae de Los Villaricos, siglo IV d. C, en Mula, Murcia, han aparecido varias almazaras para transformación de la oliva en aceite, probablemente accionadas por el hombre).



Fig. II.17. Plano de planta de la Villae de Los Villaricos, Mula. Complejo donde encontramos, espacios de habitación, termales, religiosos, de transformación y almacenamiento de productos agrícolas-almazaras-. Servicio de Patrimonio Histórico de la Consejería de Cultura de la CARM.

Vitruvio s.I.,d.C., en “De Architectura”, nos habla de diversas máquinas hidráulicas, y entre ellas el molino de rueda vertical, movido por la corriente de agua.

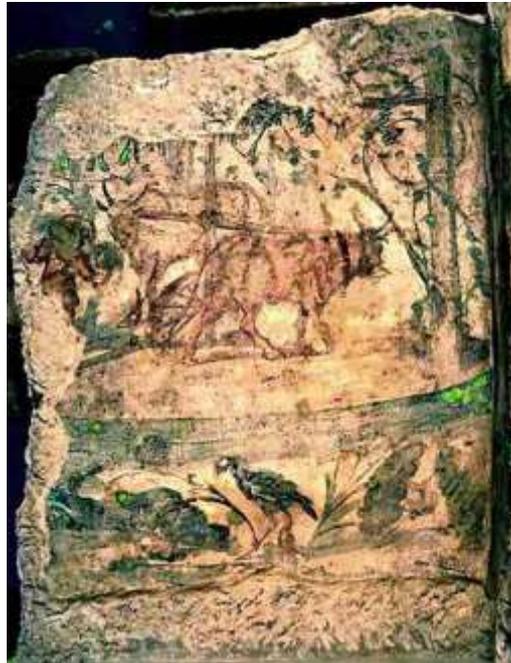


Fig. II.18. Fragmento de estuco que representa una rueda hidráulica de tiro (s I a.C a s I d.C). Museo Greco-Romano de Alejandría. Egipto. García Blázquez L. "Los arcaduces islámicos de Senda de Granada...".

También se demuestra la utilización de mecanismos hidráulicos y de tiro, a lo largo de la existencia del Imperio Romano.

Pero volviendo sobre las consideraciones iniciales, en lo referente a ingenios hidráulicos, su origen y aplicación en el espacio agrícola irrigado, hemos de traer a colación un primer axioma:

"...la ciencia surge de la experiencia práctica. Intenta comunicar la experiencia adquirida con la mayor concisión posible. Por esa razón no aparece sino después de haberse acumulado una considerable experiencia y durante un periodo muy largo, se reduce a un mero comentario sobre los usos corrientes en las artes y los oficios a que se refiere..."

"...por espacio de muchos siglos, la práctica ha sido más adelantada que la teoría. En su historia primitiva, la ciencia es más bien un factor para la difusión de conocimientos que un medio directo para la realización de nuevos adelantos..." ("Historia de las Invenciones Mecánicas", Abbot Payson Usher, traducido al español por Teodoro Ortíz).

Y si enfocamos directamente a la producción de hechos arquitectónicos:

“... si partimos de los hechos arquitectónicos, como algo tangible, realista, para explicar las teorías, nuestro proceso –inductivo-, supone que la práctica – induce- teorías para su respaldo. Inductivo, de los hechos a las teorías.

Hubo, por tanto, una primera edad de la arquitectura ayuna de teorías, donde la práctica simple y el pensamiento puro contemporizaban a distancia.

Con el tiempo, los modos de hacer arquitectura –las poéticas-, asentados solamente en la práctica, hicieron escuela y con ella sucedió el decantado teórico. La primera edad del concepto de arquitectura es el lugar de las mediaciones breves, técnicas a veces sutiles, pero siempre rudimentarias, aprendizaje directo, tradiciones locales, sabiduría acumulada, tanteos prácticos. La primera edad, sin embargo, plantea un problema historiográfico: la insuficiencia documental...”(Arquitectura, Estética Empírica”. Arnau Amo, J).

Las primeras manifestaciones en el campo de la arquitectura hidráulica, estarían encuadradas en lo que podríamos denominar como “la primera edad del concepto de arquitectura”, es decir la “Edad Poética” o la antigüedad más remota en que se tienen evidencias de actuaciones de irrigación de los espacios agrícolas.

A continuación es necesario relacionar algunos de los ingenios hidráulicos de los que tenemos conocimiento, así como los datos más relevantes en cuanto a su origen, características físicas y mecánicas, así como también apreciaciones en cuanto a su difusión. También hacer una revisión de lo anterior, bajo distintas apreciaciones de otros tantos autores. Examinaremos con detalle dos aportaciones fundamentales:

En su Historia de las Invenciones Mecánicas Abbot Payson Usher, en el periodo de tiempo que él denomina Antigüedad Precristiana, analiza una serie de máquinas en las que entiende que se puede dar una conexión con algunas de las máquinas o componentes de las mismas, que Herón de Alejandría (I a II d.C) recoge en sus tratados de Mecánica y Pneumática, aún más, asevera que las “cinco máquinas simples”, eran para él, las partes componentes de los aparatos para mover pesos y nada más que eso. Estas máquinas simples, no habían sustituido por completo el trabajo humano directo, ni aún en trabajos como la elevación de agua.

La palanca, una de las cinco máquinas simples de Herón, aparece en el “cigüeñal de pozo” que encontramos en el Antiguo Egipto en fecha tan avanzada

como 1550 a.C., bajo el nombre de “shaduf” y en la India, bajo el nombre de “picotah”. El cigüeñal se empleo en Roma, no solo para elevar agua, sino también como máquina de guerra.

De este mismo periodo pre-cristiano, sería también el tornillo hidráulico. La aplicación del tornillo o más bien de la hélice, para elevar agua era relativamente antigua. Aunque se ha atribuido a Arquímedes la invención del tornillo hidráulico, basándose en los informes de Diodoro Sículo y Ateneo, hay razones para suponer que éste artefacto era conocido en Egipto, antes de la época del sabio griego. Su obra consistiría en el perfeccionamiento técnico de la construcción y en la difusión del aparato fuera de Egipto.

Éste dispositivo se usaba para sacar el agua de los barcos, para impedir la inundación de las minas y para elevar agua destinada al riego. Se usó en Europa durante la Edad Media y en el primer periodo de la Edad Moderna, y se empleo durante siglos en Extremo Oriente.

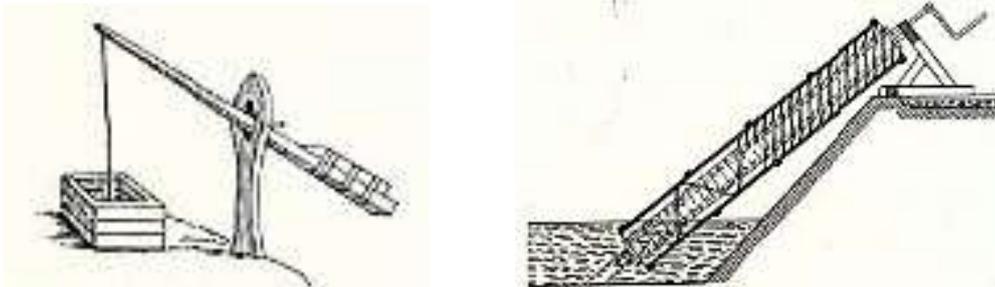


Fig. II.19 y II.20. Shaduf y tornillo hidráulico. *Historia de las Invenciones Mecánicas*”, Abbot Payson Usher.

La rueda se aplicó desde la más remota antigüedad para el trabajo de elevar agua a grandes alturas; existen dos formas, la noria o rueda egipcia y la cadena de pucheros que se confunde a veces con aquélla. Consistía en una rueda de gran diámetro que tiene una serie de recipientes suspendidos en el interior del cerco. En las formas menos perfeccionadas, los recipientes se hallan rígidamente sujetos. Estos recipientes se llenan parcialmente de agua al pasar a través de la corriente y empiezan a descargarse antes de alcanzar la cúspide, de modo que la altura a la cual se eleva el agua es siempre inferior a la altura total de la rueda. En la figura II.21., se ilustra una modificación introducida antes de la era Cristiana.

Los cangilones están unidos a la rueda por medio de pasadores sobre los cuales pueden bascular. Al alcanzar la cúspide, el fondo de los canjilones tropieza con una barra que les hace verter el agua en un canal que la conduce al depósito. En la figura se supone que es la misma corriente de agua la que hace girar la rueda.

Las norias grandes se movían en general por medio de ruedas accionadas por hombres o por cabrestantes.

Se construyeron ruedas de 30 y 40 pies de diámetro y aún cuando rara vez eran movidas por la fuerza del agua, en las corrientes rápidas podían ser operadas como ruedas hidráulicas con entrada por debajo y es por lo tanto posible que representen la más antigua aplicación de la fuerza del agua.

Cuando había que elevar el agua a mayores alturas, o cuando había que extraerla de pozos bastante profundos, se modificaba el principio de la noria disponiendo los cangilones sobre una correa o banda que pasaba sobre dos tambores dispuestos en el fondo y en la cúspide, respectivamente.

Con esta clase de aparatos la altura a la cual podía elevarse el agua estaba limitada por la cantidad de fuerza disponible.

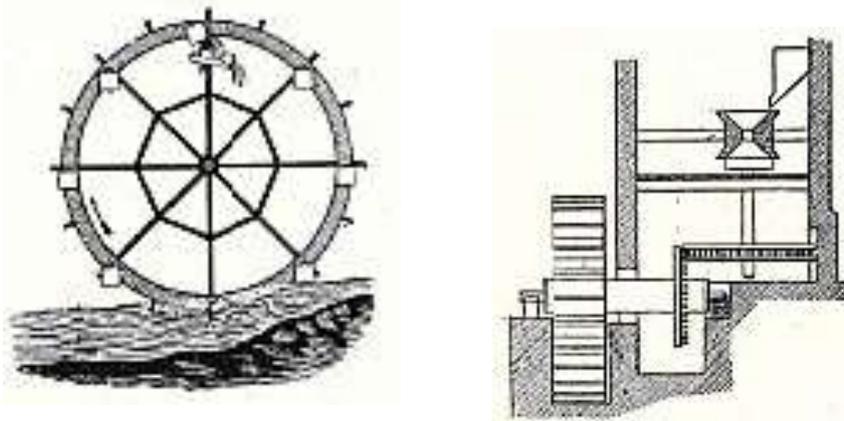


Fig. II.21 y II 22. Rueda hidráulica de corriente y molino vertical de ruedas con engranajes. Historia de las Invenciones Mecánicas”, Abbot Payson Usher.

Para los pozos y alturas no muy grandes, se hacía un dispositivo que podía ser movido por un solo hombre. Philo de Bizancio (siglo II o II a.C.) muestra dos dispositivos de este tipo para usarse en pozos de unos 22 pies.

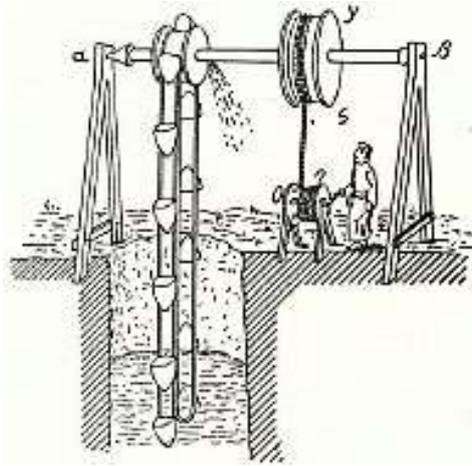


Fig. II.23. Mecanismo para extracción de agua en un pozo. Historia de las Inventiones Mecánicas”, Abbot Payson Usher.

La figura II.23 muestra el tipo de aparato generalmente usado.

Más tarde, se empleó mucho la fuerza animal en combinación con cabrestantes o malacates, pero estos dispositivos necesitaban algunos engranajes y no hay pruebas dignas de confianza de que se aplicara mucho la fuerza animal antes de la era Cristiana.

Si las evidencias arqueológicas, se convierten el motivo central de la investigación sobre máquinas hidráulicas en la antigüedad, el panorama de las aportaciones literarias se reduce considerablemente.

Las aportaciones del profesor Terry S. Reynolds a dicho estudio, se han de poner de relieve desde dos niveles de conocimiento, el de los hallazgos arqueológicos y el del estudio de las fuentes históricas y geográficas.

El agua en la antigüedad y las relaciones que existían entre las máquinas principales como el molino de agua de rueda horizontal, la noria vertical y la palanca, por una parte, y el molino vertical más sofisticado y los orígenes mismos de la fuerza del agua en estos ingenios, presentan un rompecabezas que no es fácil de resolver. Esta situación existe principalmente debido a la escasez de referencias literarias tempranas a estos dispositivos hidráulicos y la ambigüedad de gran parte de ellos.

A continuación vamos a establecer una serie de citas puntuales o hipótesis, sobre la aparición, desarrollo y difusión de máquinas hidráulicas en los espacios irrigados.

La gran mayoría de autores, han fijado ese inicio de la relación entre máquina y espacio irrigado, en fechas más bien difusas, pero todos ellos coinciden en un lugar geográfico concreto, el Creciente Fértil y sus fuentes de alimentación, lo valles de los ríos Tigris y Eúfrates.

Una primera aportación fija el origen de la energía hidráulica en el siglo IV a.C., en la India. Joseph Needham señaló en 1965 que alrededor de 350 a.C., se dieron experiencias con ruedas hidráulicas de vasijas adjuntas (cangilones de barro).

Pero T.S. Reynolds y T. Schiolerh, dudan de que el mecanismo descrito en las fuentes literarias manejadas por Nedham, fuese una rueda hidráulica, más bien, entiende Schiolerh, que podría tratarse de un mecanismo accionado manualmente.

Si Needham está equivocado al colocar los orígenes de las ruedas accionadas por agua en el siglo IV a.C., en la India, el próximo punto posible de su origen es el Cercano Oriente, alrededor de 200 a.C.

Los manuscritos de Pneumática de Filón de Bizancio (I- II a.C), muestran algunos dispositivos, accionados por agua, cuya única función era la producción de ruidos.

Según A. G. DrachMann y Thorkild Schioler, esta rueda y otros diseños, fueron probablemente ediciones árabes que datan de más de mil años después del tiempo de Filón.

Otras referencias a dispositivos de agua los encontramos en el primer siglo a.C., con los escritos de Estrabón, Lucrecio y Vitruvio, aunque algunos de los escritos no permiten la identificación concreta de algunos elementos hidráulicos.

Cita Estrabón en su Geografía, la existencia en el norte de Asia Menor, un molino de agua, en 120 a.C., pero el párrafo no aclara si es un molino de rueda horizontal, vertical o es incluso una rueda hidráulica vertical.

Sólo en las obras de Lucrecio y Vitruvio se encuentran los dispositivos de agua descritos con suficiente amplitud o con suficiente claridad. En De rerum natura el poeta y filósofo Lucrecio (55 a. C.) aludía a "ríos que hacen girar ruedas y baldes".

Vitruvio, escribiendo alrededor del año 25 a. C., describió con mayor detalle el funcionamiento tanto de la noria vertical como del molino de agua inferior.

Las ruedas se utilizan en los ríos, acoplando en su exterior las palas que son fijas y son impulsadas por la corriente del río, haciendo girar la rueda. De esta manera, extraen el agua en cubos y la llevan a la parte superior sin trabajadores en la rueda, movidos solamente por la fuerza del río, suministran el agua que se necesita.

Con la misma precisión, Vitruvio describe el molino movido por una rueda de corriente vertical, a la que se engrana otra horizontal que aparejada produce la molienda.

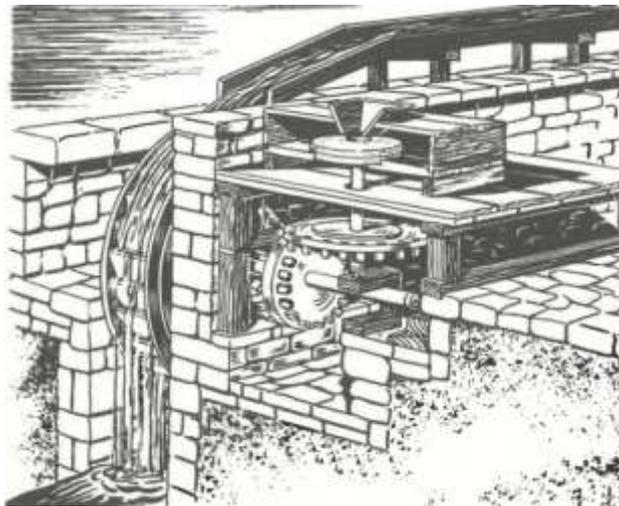


Fig. II.24. Molino de rueda vertical de carga superior y ruedas con engranajes. Terry S. Reynolds. "Stronger Than A Hundred Men. A History of the Vertical Water Wheel"

Si las fuentes escritas, son claramente insuficientes para establecer los orígenes de la energía y las máquinas hidráulicas, tendremos que buscar en la arqueología las piezas que faltan para completar este discurso.

Dos referencias que aparecen representadas en las figuras II.25 y II.26, constituyen las muestras más antiguas que conocemos:

Un fragmento de un mosaico del Gran Palacio de Bizancio ( s.V d.C) y una pintura de las catacumbas romanas ( s.III d.C), las que hay que añadir los restos de un complejo molinológico en Barbegal, cerca de Arles en Francia, del siglo III d.C.

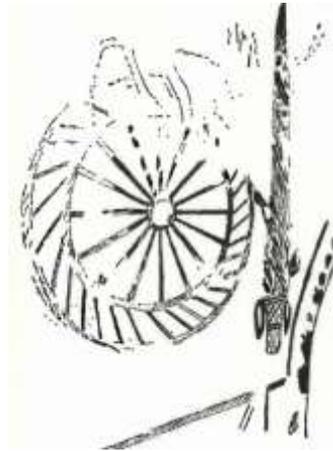


Fig. II.25. Fotografía de una rueda hidráulica vertical de carga inferior (s.I.a.C. a C.) representada en un mosaico del Gran Palacio de Bizancio. Terry S. Reynolds. "Stronger Than A Hundred Men. A History of the Vertical Water Wheel"

Fig. II.26. Fragmento de una pintura mural de una rueda hidráulica en las catacumbas romanas (s.III d.C). Terry S. Reynolds. "Stronger Than A Hundred Men. A History of the Vertical Water Wheel"



Fig. II.27. Dibujo del complejo molinológico de Barbegal, cerca de Arles. Terry S. Reynolds. "Stronger Than A Hundred Men. A History of the Vertical Water Wheel".

Fig. II.28. Fotografía parcial del complejo arqueológico de Barbegal. (R.I.).

Pocos historiadores han considerado la posibilidad de que la palanca de agua haya entrado en el desarrollo temprano de los dispositivos de agua porque no hay evidencia definitiva de su existencia en China temprana o en la antigüedad clásica.

Needham sostuvo que la noria y el molino de agua horizontal eran invenciones separadas y no relacionadas, tanto por causa de sus distintas estructuras (uno tenía un eje vertical, la otra un eje horizontal) y diferentes tareas (uno moliendo grano, el otro levantado agua). Éste creía que la noria se originó en la India, probablemente alrededor del siglo V a C. Se había extendido a Occidente en el primer siglo a C. (Como lo demuestra Lucrecio) y había llegado a China en el segundo siglo d. C.

Needham sostuvo que la rueda hidráulica horizontal venía de otra fuente y fue una invención china del siglo I a C., o anterior, una opinión basada en las primeras referencias chinas a los dispositivos metalúrgicos y la preferencia china por la rueda.

Veamos primero la evolución probable de los motores de agua en Occidente.

-De acuerdo con Usher y Needham, la rueda vertical y la rueda horizontal de agua, eran probablemente invenciones separadas e independientes.

-Las ruedas de elevación de agua, se originaron en alguna parte de las regiones áridas del extremo oriental del Mediterráneo, en algún momento alrededor de 150 a 100 a. C.

Vitruvio, fue quien primero describió tanto la noria como el molino vertical inferior en detalle y Lucrecio nos da las primeras referencias escritas.

-Las primeras referencias chinas a la energía hidráulica aparecen durante el primer siglo d.C. Aquí, son posibles varios dispositivos: la rueda hidráulica horizontal, cualquiera de las ruedas verticales de agua, y la palanca de agua. El paso de las ruedas hidráulicas a las palancas hidráulicas y de las palancas de agua hasta las ruedas de agua, ocurrió en China sólo en algún momento alrededor de 200 d.C.

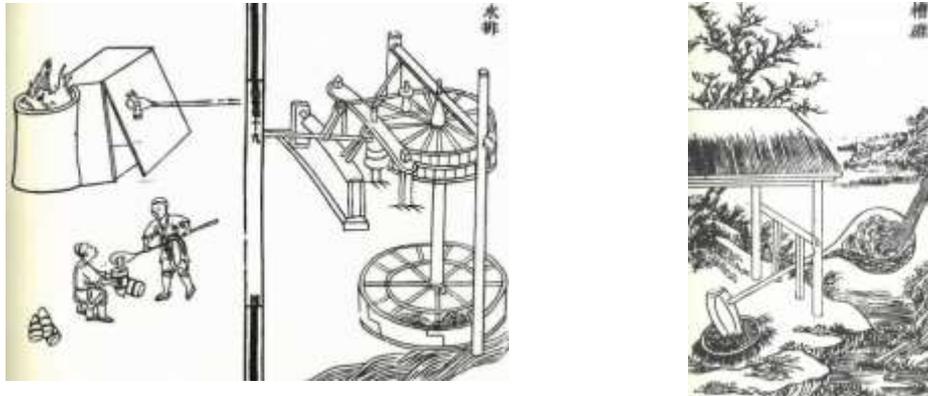


Fig. II.29 y II.30. Molino de rueda hidráulica horizontal y palanca de agua chinos. Terry S. Reynolds. "Stronger Than A Hundred Men. A History of the Vertical Water Wheel".

En cuanto a la difusión de la rueda hidráulica vertical, en particular, y, de la energía hidráulica en general, son casi tan escasos como los datos sobre sus orígenes. La escasez de datos, sin embargo, indica que la energía hidráulica, al principio, no era ampliamente aceptada. Vitruvio, de hecho, enumeró el molino de agua entre aquellas "máquinas que rara vez se emplean".

En el segundo y tercer siglo d.C., no hay alusiones literarias supervivientes a la rueda de agua, aunque han sido descubiertos restos arqueológicos de este período en varios sitios.

Los primeros restos conocidos de una antigua rueda de agua provienen de Venafro en el sur de Italia. La rueda de Venafro era una rueda de carga inferior, tenía 18 espadas paletas o cuchillas unidas por tres clavos cada uno a dos llantas paralelas o cubiertas. La rueda era de 6,07 pies (1,85 m) de diámetro, aproximadamente 1 Pie (30 cm) de ancho, y tenía un eje central demasiado grande 2,43 pies (74 cm) grueso. Fue alimentado por agua de un acueducto adyacente bajo una caída de alrededor de 13 pies (4 m).

En sus estudios sobre la historia social y económica de Grecia, Rostovtzeff, M., apunta a que la rueda de corriente, incluso la de tiro, es conocida en todo el cercano Oriente y cita en concreto, aunque sin dar excesivas explicaciones, la rueda hidráulica de Venafrum, como muestra de ello.

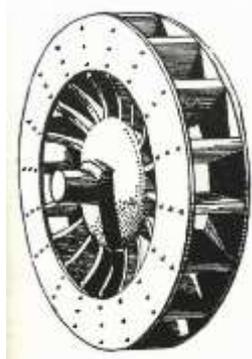


Fig. II.31. Reconstrucción de la rueda hidráulica de Venafro en Pompeya. Dibujo de una rueda de carga inferior reconstruida por los restos encontrados bajo la lava del Vesubio. Terry S. Reynolds. "Stronger Than A Hundred Men. A History of the Vertical Water Wheel".

Hay un número de factores que bien pueden haber influido en la difusión de la energía hidráulica en el mundo mediterráneo, entre ellos:

1. La actitud de las clases dirigentes hacia la naturaleza y el trabajo manual.
2. La mentalidad económica del mundo antiguo.
3. La visión greco-romana de los objetivos y funciones de la tecnología.
4. La geografía de la cuenca mediterránea.
5. El excedente de mano de obra del mundo antiguo.
6. El estado naciente de la antigua tecnología hidráulica.

La mentalidad de las clases dominantes en la antigüedad greco-romana puede haber sido un factor que contribuyó a la difusión lenta de la rueda de agua. La rueda presentaba desventajas adicionales al competir con otras máquinas de mayor potencia, lo que impidió su adopción temprana y pueden haber funcionado mal debido al estado naciente de conocimientos tecnológicos en la zona.

Conocemos la obra de Philon de Bizancio, por las interpretaciones que de sus diseños se hace en el mundo islámico, gran parte de ellas, de una funcionalidad dudosa.

En pleno siglo XX, las interpretaciones a Philón, vienen de la mano del Barón Bernard Carra de Vaux, que nos adentra en el periodo helenístico y en la obra de Philón de Bizancio, mostrándonos un extenso programa de ingenios hidráulicos en su obra *El libro de los aparejos neumáticos y las máquinas hidráulicas*.

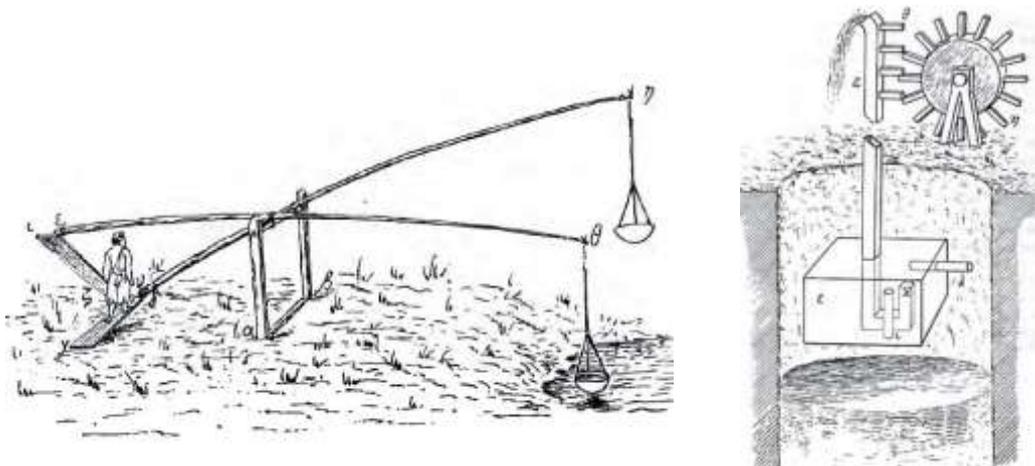


Fig. II.32 y II.33. Dos órganos hidráulicos que suben y bajan y que elevan el agua

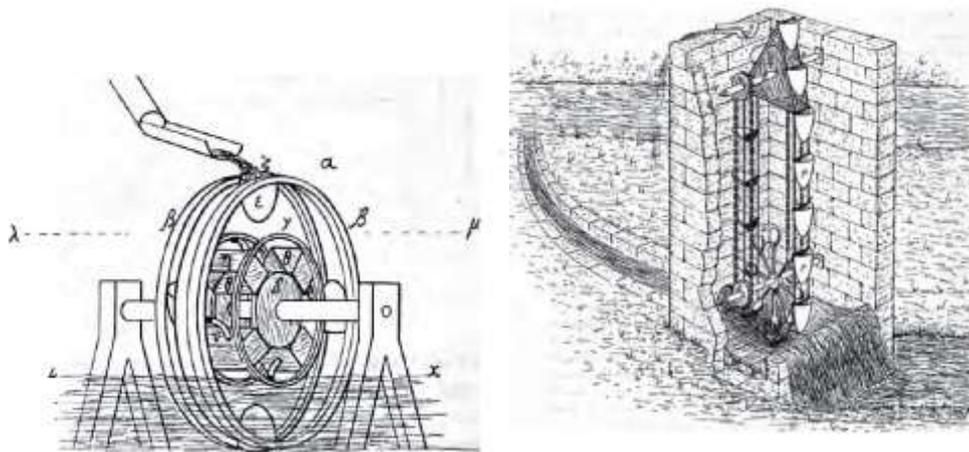


Fig. II.34 y II.35. Rueda hidráulica de carga superior. Rueda de rosario y cangilones movida por la corriente que impacta sobre una rueda de cucharas. Le Baron Bernard Carra de Vaux. "El libro de los aparejos neumáticos y las máquinas hidráulicas".

Dentro de las fuentes escritas, vamos a contemplar algunas referencias que nos ayuden a entender el origen e implantación de los ingenios hidráulicos en la antigüedad, así como su evolución, difusión y también algunas notas sobre su construcción.

Debemos entender que la aplicación de ingenios en el espacio agrícola y otros usos, no presupone la construcción de un único tipo, todo lo contrario, es muy posible que en las explotaciones agrícolas evolucionadas del Creciente Fértil

y más tarde en las explotaciones agrícolas egipcias, funcionarían varios tipos de maquinas y artefactos.

-Por su especial simplicidad constructiva, destacaremos en primer lugar el mecanismo denominado "shaduf", probablemente uno de los ingenios más utilizado y cuya pervivencia en el tiempo ha sido más dilatada. Consistía en una larga pértiga, normalmente una rama de árbol, trabajada, en cuyos extremos se acoplaban una pieza que tenía la misión de contrapeso, casi siempre un bloque de piedra, mientras que en el otro extremo se acoplaba el recipiente que servía para extraer el agua de un cauce fluvial. La pértiga se apoyaba sobre otra pieza de madera trabajada en forma de Y, produciéndose la basculación sobre este apoyo, con la única intervención de la fuerza humana.

La utilización de estos mecanismos, se realizaba habitualmente en las riberas de los ríos, donde llegaban a instalarse verdaderas baterías de estos ingenios, incluso a distintas alturas, para conseguir una mayor elevación de los niveles de riego.

Las evidencias gráficas más claras provienen de manifestaciones artísticas egipcias, pinturas en tumbas y mausoleos.

Existen bastantes evidencias fotográficas de principios del siglo XX, incluso de la actualidad, donde podemos observar la aplicación de estos mecanismos a orillas del Nilo.

La difusión de este ingenio, se produciría con una cierta naturalidad, por lo sencillo de su construcción y la facilidad de su instalación.

En países más orientales, como el caso de China, recibe la denominación de "palanca de agua", presentando algunas variaciones en comparación con el shaduf, sobre todo el extremo que incide en el cauce para la extracción de agua y que adopta habitualmente forma de cuchara.

En los países occidentales del ámbito Mediterráneo, su uso, también fue frecuente y allí recibe distintas acepciones, aunque el sistema constructivo, sea el mismo. De todas esas denominaciones destaca la de alhatara y otra de ámbito más local, en la Huerta de Murcia, al sistema de riego con este mecanismo hidráulico se denomina riego por algaydon.



Fig. II.36. Shaduf egipcio pintado en la tumba de Ipuuy. Deir el-Medina. (R.I).



Fig. II.37. Alhatara o cigüeña. "Murcia y el agua. Historia de una pasión".

En la Hispania de la Alta Edad Media, Isidoro de Sevilla describe en sus *Etimologías*, este ingenio ( Traducido por Oroz Reta y Marcos Casquero):

Los hortelanos denominan telo a una larga pértiga con la que extraen agua. Y se llama telo por su largura, pues entre los griegos se dice telón a lo que es largo. A este artilugio los hispanos le dan la denominación de "cigüeña" (ciconia), porque se asemeja al ave de tal nombre, que levantan y bajan la cabeza mientras emiten su característico sonido.

Es evidente que está describiendo el ingenio hidráulico que estamos revisando. A propósito de ello surge una nueva acepción, quizás la más conocida a partir de la España Medieval, y, es la de “cigüeñal”.

Shaduf=palanca de agua=cigüeñal= alhatara.

-Otro de los ingenios hidráulicos más extendidos en la antigüedad es el tornillo hidráulico, precedente cercano del tornillo de Arquímedes y que Ortíz y Sanz en su traducción de Vitruvio denomina como cóclea para sacar agua. Ambos artefactos son análogos y responderían a la siguiente descripción:

..en el interior de un cajón cilíndrico formado por tablas de madera, hermético, se dispone un eje longitudinal, también cilíndrico, macizo, de madera, que discurre de un extremo a otro del cajón, siendo paralelo a las generatrices del cilindro. Sobre dicho eje se adosan una serie de tablas de madera, a modo de hélices que se desarrollan en espiral. El extremo inferior del cajón, tiene practicada una apertura y queda sumergido en el agua, mientras que el extremo superior queda cercano a la orilla del cauce y desde allí, un operario le hace girar por medio de una manivela que se incrusta en el eje, transmitiendo dicho movimiento a las hélices que con un movimiento en espiral, hacen ascender el agua de l cauce, en una gran cantidad.

Según Abbot Payson, los tornillos hidráulicos se instalarían en las riberas del Nilo, extrayendo el agua para el regadío de huertos y jardines. Observamos una relación de coincidencia entre:

Tornillo hidráulico= tornillo de Arquímedes.

En el siglo I a.C., Marco Vitruvio Polion, es arquitecto de Augusto, al que acompaña en sus campañas y al cual asesora en la construcción de máquinas. Es más que probable que durante esos campañas, recorriera lugares y países del arco Mediterráneo, donde con toda probabilidad pudo observar, entre otras cosas, los sistemas de regadío locales y los ingenios hidráulicos que se utilizaban en la irrigación de huertos y jardines.

En “De Architectura”, (una de cuyas más reseñables traducciones se debe a Josef Ortíz y Sanz), Vitruvio ensaya una sistemática –Libros del I al IX-, que va desde la elección del lugar para edificar y su orientación más favorable, la construcción de edificios, de uso privado, religioso, etc., para finalmente realizar en su Libro X, una aportación novedosa que era el estudio de varios tipos de máquinas, entre las que encontramos máquinas de guerra, de levantar pesos y por

último, máquinas hidráulicas. Que tengan una relación directa con el tema que estudiamos, enumeramos las siguientes:



Fig. II.38 y II.39. Anverso y reverso de un tornillo de Arquímedes o cóclea vitruviana. Museo de la piel y el agua de Igualada. Barcelona.

..el llamado “tímpano”, es una rueda de pequeño diámetro, que se utiliza para elevar grandes cantidades de agua, pero a una baja altura, esto se debe a que dicha rueda evacua el agua extraída, por unos orificios situados alrededor del eje de giro, de tal forma, que el agua se elevara una altura máxima algo inferior al radio de la rueda. Esta se construye subdividiendo la rueda en cajones triangulares de análogas dimensiones –sectores circulares- que presentan una doble apertura, una de ellas, que es por donde la rueda extrae el agua del canal donde se instala, que se sitúa en la zona exterior de la rueda, a lo largo de todo su ancho. Mientras que el segundo orificio, se sitúa en la zona del vértice, junto al eje de giro de la rueda y sirve para desaguar sobre la canal de recogida de aguas. No es una rueda de corriente al uso, sino que necesita de la fuerza humana para su movimiento, esto se consigue con un pedaleo continuo, sobre unos apoyos de madera que sobresalen de la rueda o bien accionando una manivela central.



Fig. II.40. Tímpano. Noria de pie accionada por el hombre pedaleando o bien girando mediante manivela. Museo de la piel y el agua de Igualada. Barcelona.

En países de Extremo Oriente, la utilización de tímpanos, pequeñas ruedas hidráulicas o bien norias de rosario, todas ellas movidas por la fuerza del hombre, se han utilizado con frecuencia desde la antigüedad remota.

En países ribereños mediterráneos, la aplicación del tímpano al espacio agrícola irrigado, presenta cuantiosas referencias, tanto en el periodo clásico, como en los siglos posteriores.

En los espacios agrícolas tradicionales del sureste español, que conforman la Huerta de Murcia y la de Orihuela, en Alicante, a finales del siglo XIX y hasta mediados del siglo XX, se utilizó con bastante frecuencia el riego mediante el tímpano, que, recibe distintas acepciones, dependiendo del lugar geográfico de su ubicación; en la Huerta de Murcia y resto de la Vega Media del Segura, recibe el nombre de “ceñil”, mientras que en la Huerta de Orihuela y toda la Vega Baja del Segura, recibe el nombre de “bombillo”.

-Norias de corriente son aquellas situadas en cauces fluviales, arroyos, canales excavados por el hombre, etc., que sirven para extraer agua desde el fondo del cauce y elevarla a una altura algo inferior al diámetro de la misma, depositándola en una canal, para llevarla a los espacios agrícolas de regadío y sin más impulso que el de la corriente de agua.

Aparecen en la mencionada traducción del texto vitruviano, dos nuevas referencias, que el traductor interpreta como “de otro tímpano y de las haceñas”.

La descripción de ambos coincide con lo que venimos denominando norias de corriente, para la primera acepción, mientras que la segunda, coincide con la de un molino de rueda vertical o molino vitruviano.

Los párrafos traducidos por Ortiz y Sanz:

..del mismo modo se hacen también azudas en los ríos, acomodando las voladeras en la circunferencia exterior; las cuales impelidas al ímpetu de la corriente, giran perennemente la rueda, que tomando el agua con los caxoncillos, y llevándola a lo alto, hacen el efecto deseado, sin impulso humano, y solo con la corriente misma.

..también giran sí las ruedas en las haceñas, las cuales en nada se diferencian de estas, excepto en que a un cabo del eje llevan unido un tímpano dentado, puesto verticalmente, que gira con la rueda: junto á este tímpano se coloca horizontalmente otro mayor, cuyo eje tendrá en su tope superior la grapa de hierro que rige la muela. De esta forma los dientes del tímpano que tiene el eje, mordiendo los del horizontal, hacen girar la muela; y suministrando la tolva templadamente su cibera, el giro mismo despide la harina.

Otras traducciones del texto vitruviano al español, se deben a Lázaro de Velasco, Miguel de Urrea y algunas contemporáneas, pero se ha elegido la de Josef Ortiz y Sanz, no solamente por el tratamiento del texto, sino por la calidad de sus dibujos, algo que la hace inigualable.

Pero, volviendo al periodo alto medieval, del mismo modo que describe el cigüeñal en sus Etimologías, Isidoro de Sevilla (Traducción de Oroz Reta y Marcos Casquero), Libro XX. Acerca de las provisiones y de los utensilios domésticos y rústicos. Maquinarias hortícolas ( De Intrumentis hortorum ), menciona con claridad la rueda hidráulica: La noria (rota) se llama así porque es como si hiciera caer (ruere) el agua, ya que es una máquina con la cual se extrae el agua del río. Dice Lucrecio (5,516): "Como vemos que el río mueve las norias con sus cangilones". Austra, es decir, la rueda de la noria, debe su nombre a que extrae (aurire) el agua.

Como acabamos de comprobar la existencia de ingenios y máquinas hidráulicas en la antigüedad recibe un fuerte respaldo por parte de las fuentes escritas y manifestaciones y representaciones artísticas de épocas pretéritas. Sin embargo el respaldo por parte de las evidencias arqueológicas, aunque siguen siendo más bien escasas, los resultados son más que satisfactorios.

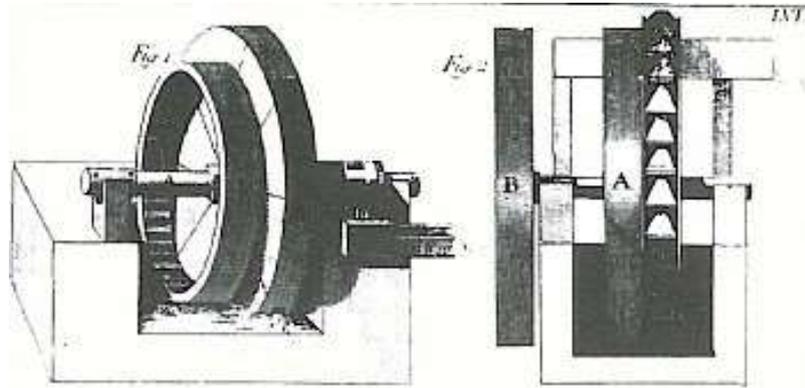


Fig. II.41. Azuda o rueda hidráulica según Ortiz y Sanz. “Los diez libros de arquitectura de Marco Vitruvio Polion”.

La aportación de la civilización árabe a la evolución de la humanidad, en muchos aspectos, literarios, filosóficos, históricos, y también en lo científico, es de una importancia suprema, y, como tal, hemos de tratarlo en otro apartado de este trabajo.



Fig. II.42. Noria de influencia islámica. Museo de Albarracín. Teruel.

Los numerosos ejemplos del espectro literario que discurre entre los siglos XV (Descubrimiento del compendio vitruviano por Poggio Bracciolini), que origina la precipitación de numerosos tratados de arquitectura en el Quattrocento Renacentista, y el periodo que discurre entre los siglos XVI al XVIII, con una

importante aportación de Tratados de Arquitectura y Teatros de Máquinas, nos darán una extensa información, que será tratada más adelante.

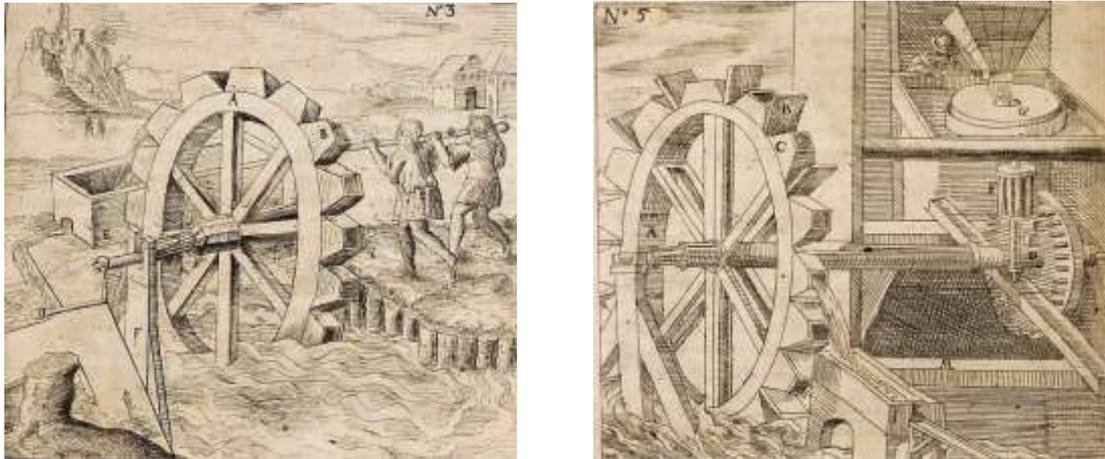


Fig. II.43 y II.44. Ruedas hidráulicas de corriente. Theatri Machinarum. Heinrich Zeising. (R.I).

Durante los siglos XIX y XX, se producen numerosas aportaciones al estudio de los ingenios y máquinas hidráulicas, incluso con la aportación de evidencias arqueológicas.

Es a partir de la segunda mitad del siglo XVIII, coincidiendo con el descubrimiento de las ciudades antiguas de Pompeya y Herculano, que la arqueología había tomado posiciones de privilegio en la importante misión de elaborar una Historia del Arte moderna y crítica a la vez. Todo ello, a pesar de que la arqueología era entendida como una ciencia incipiente.

Para concluir con este apartado sobre el estudio de los ingenios y máquinas hidráulicas en la antigüedad, vamos a contemplar estudios históricos, arqueológicos, y otros que tienen que ver con la especificidad de un trabajo técnico, o bien con aportes históricos, quizás otros donde predominen datos geográficos o bien impulsados por viajeros, etc., en cualquier caso, la bibliografía es muy extensa y debemos entender que se hace necesario una importante reducción, pero revelando los datos más importantes de esos textos. Son especialmente interesantes los textos de Gonzalo y Tarín, Claude Domergue, Caro Baroja, etc., que trataremos a continuación de forma individualizada.

En las “Memorias de la Comisión del Mapa Geológico de España”, en la parte que corresponde a la “Descripción física, geológica y minera de la Provincia de Huelva”, redactada por Joaquín Gonzalo y Tarín y en concreto en el Tomo II, 3ª parte de la memoria: “Descripción minera”, refleja el autor una serie de incidencias que tuvieron lugar en algunas minas, a raíz de una serie de desprendimientos de laderas de algunas montañas. La memoria comienza con una introducción histórica para tratar después el descubrimiento de una serie de ruedas hidráulicas, que se utilizaron durante la dominación romana, para la extracción de agua en los achiques mineros.

Con Augusto 43 a. C., se produce la apertura de las minas y crece la explotación de las mismas de forma espectacular, las sierras de Aracena, Andévalo y Zalamea, se encuentran perforadas por millares de pozos, galerías y socavones.

A juzgar por los datos arqueológicos, la industria minero-romana debió terminar en el reinado de Honorio (412., d.C).

Todavía es fácil observar parte de las excavaciones que se hicieron en toda la provincia y los kilómetros de estrechas y tortuosas galerías, cuya reducida sección indica desde luego que su destino fue principalmente el procurar un desagüe natural a los trabajos de explotación subterránea.

Los medios auxiliares con los que se contaba eran más bien rudimentarios, siendo habituales para la iluminación candiles de barro y para la extracción se utilizaría la gubia. Serían también frecuentes las entibaciones en pozos y galerías, utilizándose maderas de alcornoque y encina. Cuando el desagüe de las labores no podía hacerse natural y directamente, lo conseguían por medios mecánicos, tales como la espiral de Arquímedes (tornillos) y ruedas hidráulicas. Gonzalo y Tarín dirige las excavaciones en distintos puntos de las minas de Riotinto y relata los hallazgos de varias baterías de ruedas:

En el criadero denominado del Norte, en las Minas de Tharsis, se descubrió, al practicar la gran excavación a cielo abierto de que en su lugar daremos noticia, una instalación de 14 ruedas hidráulicas, dispuestas en escalón por parejas, las dos superiores se conservaban enteras y tal y como las dejaron los mineros romanos.

El uso del modelo de ruedas que acabamos de mencionar debió de estar bastante generalizado en las minas de pirita de toda la región metalífera de que tratamos, puesto que en la parte más occidental, en las de Santo Domingo, dentro de Portugal.

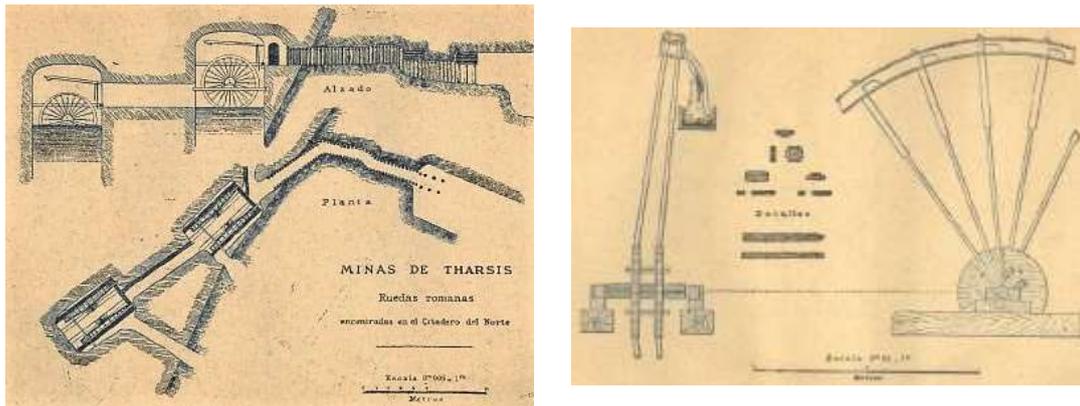


Fig. II.45 y II.46. Ruedas de Tharsis según Gonzalo y Tarín. Norias, azudas, aceñas. Caro Baroja, Julio.

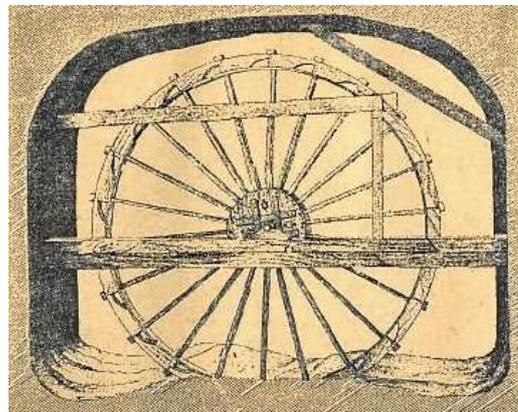


Fig. II.47. Rueda hidráulica romana en minas de Santo Domingo, Portugal, según Gonzalo y Tarín. Norias, azudas, aceñas. Caro Baroja, Julio.

Algunas hipótesis sobre la dificultad de los trabajos manuales en las instalaciones para el drenaje de las galerías mineras y otras sobre el movimiento de las ruedas hidráulicas en el interior de las galerías, barajaban ideas entorno a un posible movimiento autónomo e incluso, podrían moverse pedaleando o traccionando desde los extremos de los radios en los pequeños saledizos que sobrepasan la corona donde se ubican los cajones de extracción de agua.

Debemos aceptar como más probable, aquella hipótesis que se decanta por el movimiento de la rueda mediante la acción del hombre, que la hace girar cogido a los radios. Así lo han expresado Delgado Domínguez A., y Regalado Ortega M.C., en “Rotae Urionensis. Las norias romanas de Riotinto”, hipótesis dibujada por Antonio López García y que comparten a su vez la hipótesis de Boon y William para la noria de la mina de Dolaucothi (U.K).



Fig. II.48. Rueda hidráulica de Río Tinto. Noria romana encontrada tras excavaciones por el derrumbe de las galerías. Archivo Histórico Minero Fundación Rio Tinto.

Fig. II.49. Noria romana restaurada, actualmente situada en el hall del Museo Provincial de Huelva. Fotografía gentileza del Museo Provincial de Huelva.

Fig. II.50. La hipótesis de Delgado y Regalado dibujada por Antonio López García (R.I).

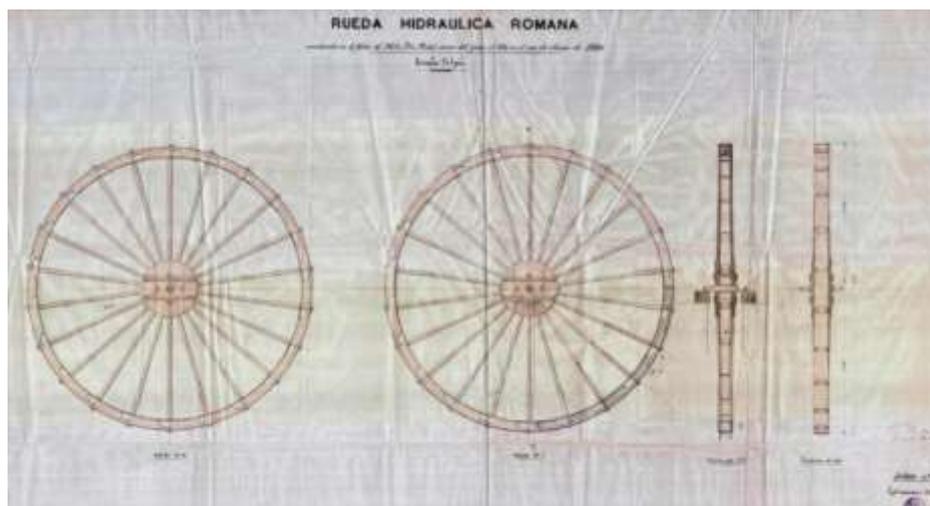


Fig. II.51. Plano noria romana hallada en Filón Norte Riotinto.1886. Archivo Histórico Minero Fundación Rio Tinto.

Con bastantes años de diferencia, Claude Domergue, incide de forma explícita en la problemática de las técnicas mineras utilizadas en la Península Ibérica durante la época romana y demuestra la utilización de grandes baterías de tornillos de Arquímedes en los achiques mineros, para extraer el agua de las galerías.

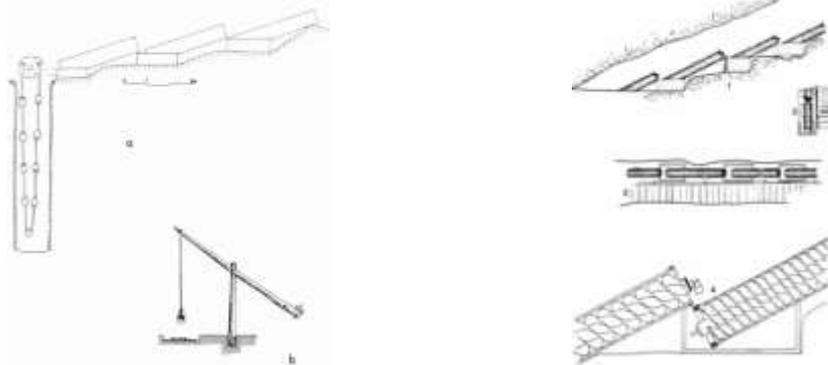


Fig. II.52. Mina romana Sotiel Coronada, dispositivos de extracción de agua, noria y tornillos de Arquímedes. Sistema de palanca análogo a la alhatara o saduf. Les mines de la Péninsule Ibérique dans l'Antiquité romaine. Domergue, Claude.

Fig. II.53. Mina romana de Santa Bárbara. Dispositivo de extracción de agua una batería de cuatro tornillos de Arquímedes. Les mines de la Péninsule Ibérique dans l'Antiquité romaine. Domergue, Claude.

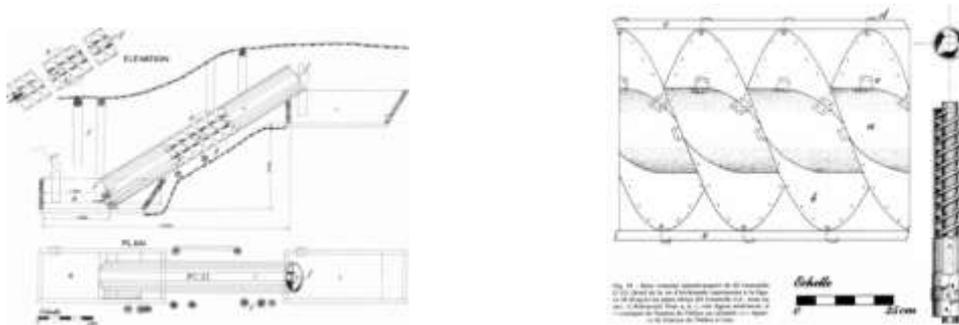


Fig. II.54. Tornillo de Arquímedes de la mina romana de El Centenillo. Les mines de la Péninsule Ibérique dans l'Antiquité romaine. Domergue, Claude.

Fig. II.55. Detalle tornillo de Arquímedes de la mina romana de El Centenillo. Detalle tornillo de Arquímedes de la mina Sotiel Coronada. Les mines de la Péninsule Ibérique dans l'Antiquité romaine. Domergue, Claude.

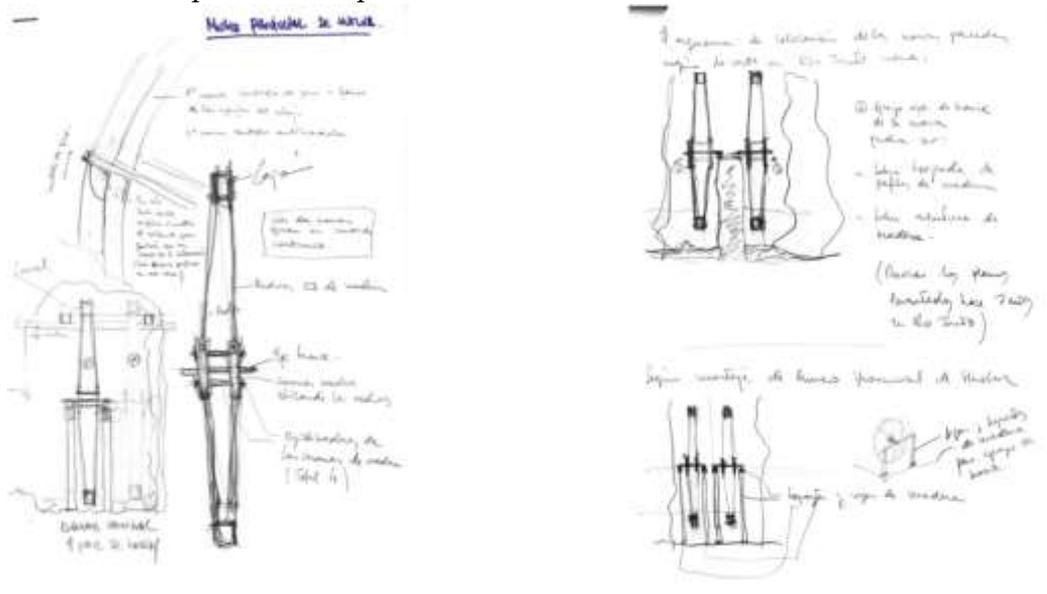


Fig. II.56. Mina romana Sotiel Coronada. Detalle de hélice de tornillo de Arquímedes. Les mines de la Péninsule Ibérique dans l'Antiquité romaine. Domergue, Claude.

La presencia de ingenios y máquinas hidráulicas en los achiques mineros de la Península Ibérica, reafirma algunas de las tesis expresadas en los párrafos anteriores, mediante unas evidencias arqueológicas que son en cualquier caso irrefutables.

Los documentos gráficos de Gonzalo y Tarín sobre las ruedas hidráulicas de Río Tinto (Huelva, España) y Santo Domingo (Portugal) y los de Claude Domergue, sobre los tornillos de Arquímedes en las minas de Huelva y de Mazarrón en Murcia, refuerzan las tesis apuntadas anteriormente sobre la utilización de ingenios y máquinas hidráulicas, al menos en la antigüedad próxima antigüedad romana.

Algunas reproducciones de estas ruedas hidráulicas, las hemos podido ver en una de las minas de Río Tinto, y algunas de las observaciones apreciadas, aparecen como croquis en este apartado:





¿Podríamos extrapolar la utilización de estos ingenios hidráulicos al espacio agrícola irrigado?

Parece que el uso de estos ingenios en civilizaciones anteriores a la romana, pudo ser posible. El hecho de que el bagaje técnico árabe, sobre todo en al-Andalus, opaca de manera evidente lo que pudo ser una modesta agricultura romana, en cuanto a su dimensión y producción, no debe excluir la primera posibilidad.

Las evidencias arqueológicas en el espacio agrícola irrigado de estos ingenios clásicos, serán difíciles de encontrar, los materiales de los que estaban contruidos estos ingenios, la madera, hacen muy improbable su conservación, en un medio abierto y a la intemperie, algo que no sucedió con los ingenios de los achiques mineros que se mantuvieron enterrados alejados de la luz y de los agentes atmosféricos exteriores.

Otras aportaciones teóricas españolas en el estudio de las máquinas hidráulicas en la antigüedad, viene representado por un conjunto de historiadores, etnólogos y arquitectos que desde principios del s.XX, han llevado a cabo líneas de investigación y establecido unas conclusiones, bastante uniformes en sus contenidos.

Veremos tres aportaciones fundamentales, las de González Tascón, I., Pavón Maldonado, B., y Caro Baroja J.

Una primera declaración generalista de González Tascón:

Mucho antes de que los hombres concibieran artefactos e ingenios movidos por agua, los primeros agricultores habían aprendido a construir acequias de riego, a derivar el cauce de los arroyos, a construir azudes de palos y de tierra para terminar construyendo, en época romana, presas de sólida cantería, caceras de cal y canto, aliviaderos y partidores que facilitaban el control del agua.

Y en cuanto a la inventiva y los avances en los campos de la mecánica y la hidráulica, hace responsable de ello a los componentes de la Escuela de Alejandría. Arquitas, uno de sus más antiguos componentes y sus predecesores, se dedican al estudio y utilización del agua en el movimiento de mecanismos. Arquitas es considerado el inventor de la polea y el tornillo. A la Escuela también pertenecieron Euclides y Arquímedes, máximo exponente de este periodo

helenístico. A Ctesibio se atribuye el invento de la bomba para elevar agua aspirante-impelente.

Más tarde perteneció a esta Escuela Filón de Bizancio y Herón de Alejandría que fue autor de numerosos estudios sobre los engranajes y su empleo en la multiplicación del movimiento.

Considera G.Tascón, que aunque en época romana la ingeniería hidráulica alcanzó una grandeza fuera de toda duda, el empleo de maquinaria hidráulica fue mínimo, a pesar de que los mecánicos de la Escuela de Alejandría y su tardío recopilador latino Vitruvio dan todas las claves para la construcción de molinos harineros accionados por ruedas hidráulicas verticales provistas de paletas planas.

Sin embargo, menciona el autor, algunas realizaciones importantes en el campo de la energía hidráulica aplicada a la molienda y que hoy conocemos por sus restos arqueológicos, y, aunque no cita el nombre, entiendo que debe referirse al complejo de Barbegal cerca de Arlés, datado hacia el s.IV d.C.

En cuanto a la utilización de tornillos hidráulicos, precedente del tornillo de Arquímedes, tanto en las explotaciones mineras españolas, como en las explotaciones agrícolas del Valle del Nilo, entiende el autor, que está fuera de toda duda y para ello cita los testimonios de Estrabón.

En algunas explotaciones mineras españolas, la topografía no permitía el desagüe de las galerías por gravedad y, por consiguiente, era necesario extraer el agua con ayuda de artificios mecánicos accionados por la fuerza del hombre. En estos casos, los mineros recurrían a máquinas de desagüe accionadas con las manos o los pies del hombre: los tornillos, las bombas y las ruedas.

El tornillo de achique, también llamado cochlea o caracol, es un ingenio atribuido por algunos a Arquímedes (287-212 a.C.), aunque fue empleado, con anterioridad, por los campesinos del Valle del Nilo para elevar las aguas y regar sus cultivos, por lo que también se le llama tornillo egipcio.

Nos interesa especialmente la visión eminentemente práctica del autor sobre las ruedas hidráulicas de corriente y la adopción en origen –los pueblos agrícolas orientales- de dicho ingenio hidráulico por parte de los romanos.

Pero las máquinas hidráulicas más empleadas por los romanos han sido las basadas en la rueda de agua, unos ingenios que aparecen probablemente con fines regantes en los países agrícolamente más avanzados en zonas llanas, donde es

más difícil tener cota para derivar canales de riego. Son ingeniosas y de poco costo, lo que permite regar huertos no muy grandes, pero suficientes para una agricultura poco mecanizada. Es probable que los romanos aprendiesen de los pueblos agrícolas orientales el uso de las ruedas verticales para elevar agua. Además, como la mayoría de las máquinas hidráulicas elementales, para su funcionamiento no necesitaban ningún tipo de engranajes, siendo un artificio relativamente sencillo de construir con maderas de cualquier tipo. La rueda más sencilla consiste en disponer una estructura radial de madera en cuyo perímetro, en la dirección de los radios se colocan unas paletas de madera, planas y más o menos rectangulares. El eje horizontal, alrededor del que gira la rueda sumergida en el agua, está sostenido por aparejo de vigas y puntales que aseguran su estabilidad. La corriente del agua, sin apenas desnivel, hace girar a la rueda que lleva adosados a su perímetro unos cubos, cangilones o arcaduces que recogen el agua en la parte inferior del recorrido, y la vierten sobre un canal al alcanzar la parte superior de la rueda, reiniciándose el proceso.

En época Altomedieval, tanto las Etimologías de Isidoro de Sevilla, como el Liber Iudiciorum o Fuero Juzgo, citan ruedas hidráulicas y molinos, aunque no expresaban con detalles y comentarios técnicos los distintos ingenios heredados de la Hispania romana.

Más concreta y explícita, es la aportación de Pavón Maldonado, al referirse a los orígenes de las ruedas hidráulicas y otros ingenios, centrando el problema sobre todo en sus orígenes históricos.

Cita a estudiosos contemporáneos del tema, que fijan el origen de las primeras ruedas hidráulicas en el Mediterráneo Oriental (Caro Baroja, T. Schioler, etc).

Se sabe que Siria tenía ruedas hidráulicas en la época Imperial y es muy probable que el foco de difusión estuviera en el Río Orontes o en otro río del Asia Anterior.

Y en cuanto a las fuentes escritas, cita a Estrabón, los tratadistas helenos como Filón de Bizancio (300-200 a.C) que escribe un libro sobre Pneumática y a Vitruvio, que en su Tratado de Arquitectura, describe cuatro tipos diferentes de aparatos elevadores.

El mismo tratadista romano sienta ya los principios de las ruedas impelidas por una corriente superior y las ruedas impelidas por una corriente de agua inferior.

Vuelve a citar a Isidoro de Sevilla en sus *Etimologías*, enciclopedia del saber antiguo, que nos habla del término *tolleno*, término equivalente a nuestra *ciconia* o *cigüeñal*.

Sin embargo, el autor, no menciona la cita del santo sevillano sobre la *rota* (rueda hidráulica que se sitúa en los bordes de los ríos españoles –*instrumentis hortorum*–).

Y a Caro Baroja en su clarificadora afirmación de que:

.. se puede pensar que la rueda elevadora fuera aplicada en la agricultura de la Bética encontrándola ya los árabes aquí cuando llegan a la Península.

Y ampliando el campo de visión, cita a Colin, que afirma refiriéndose a las ruedas de corriente en los países árabes, que los pueblos persas, nabateos y bizantinos, tuvieron un papel importante en su introducción.

Los comentarios del autor, basados sobre todo en fuentes escritas, están fuera de toda duda, los ingenios hidráulicos y por supuesto, la noria de corriente, fueron creadas y difundidas por todo el ámbito Mediterráneo incluso con anterioridad al periodo clásico de la arquitectura.

En 1954, Julio Caro Baroja escribe, *Norias, azudas, aceñas*, uno de los textos más aludidos por los estudiosos españoles sobre el tema de referencia, incorporando en sus escritos, una gran cantidad de datos y citas, que hacen de su obra, una de las más utilizadas por los expertos del mundo de los ingenios hidráulicos.

En claro paralelismo con otros autores expertos en el tema, como G.S. Colin, aunque éste, circunscribe su estudio más importante a las máquinas hidráulicas en el mundo islámico, Caro Baroja ensaya una clasificación generalista de los ingenios hidráulicos existentes en nuestra civilización, incluidas las ruedas hidráulicas de corriente, a las cuales se refiere en la siguiente definición:

“..Ruedas elevadoras, colocadas verticalmente en ríos y acequias, con un eje horizontal, movidas por la misma corriente, provistas de cangilones o con orificios para dar entrada y salida al agua, en uno de sus lados o coronas..”

Y en lo referente a las norias de corriente en la antigüedad, aporta una serie de datos y conclusiones, entre las que destaca la vertiente helenística en la

primacía del desarrollo de la hidráulica, afirmando una vía en la difusión de éstas máquinas hidráulicas.

Hay que buscar en las enseñanzas y experiencias de Arquímedes ( 287-212 a. de J.C. ), la noción de que el agua puede dar movimiento y ser elevada por una rueda.

Poco a poco la rueda hidráulica se fue aplicando a varios usos, en las márgenes del Mediterráneo Oriental, y desde allí se fue difundiendo su uso hacia Occidente y Oriente. Este proceso de difusión no puede reconstruirse de forma segura, debido a los pocos datos de los escritores griegos y latinos.

Lucrecio, nacido el año 95 a. de J.C., hace mención a un ingenio que es claramente una rueda movida por la corriente de agua:

..ut fluvios versare rotas atque austrā videmus.., cuya traducción más o menos ajustada podría ser la siguiente: ..como vemos volver los ríos ruedas y arcaduces..

Cita el autor, que en época augustea, Vitruvio escribe sus Diez Libros de Arquitectura y en su Libro X, hace mención de varios tipos de ruedas elevadoras, de corriente, o las movidas por el ser humano.

De la descripción de la rueda fluvial que hace Vitruvio, según la traducción de Ortiz y Sanz, que tomaremos como la traducción más completa, se entiende que nos hallamos ante una rueda de cangilones y que para su funcionamiento, deberían estar situados a los lados o tal vez sobre la misma circunferencia, como ocurría en las ruedas de Oriente y el Mundo Islámico, e incluso que el agua entrase dentro del mismo armazón de la rueda.

Este último párrafo debe referirse a que el agua era recogida por la noria a través de una serie de cajones continuos, que a modo de corona circular exterior y provistos de orificios, permitían el llenado a nivel de la corriente y el vaciado posterior a una determinada altura. A esa altura, que siempre era inferior al diámetro del aparato, se colocaban las canales de recogida de agua. Incluso alude a un tímpano, algunos tratadistas del Renacimiento, en sus grabados hacen una interpretación de este mismo párrafo anterior y argumentan que el agua entraría por completo en una especie de armazón cerrado de madera, que solo presenta como apertura, el espacio de separación entre palas. De esta forma el aparato estaría lleno de agua de forma constante y su punto de desagüe, estaría muy cercano al eje de giro.

Esta hipótesis presenta una desventaja con respecto a la primera y es que la altura a la que se eleva el agua es bastante inferior.

Las distintas ediciones del Vitruvio, se ilustran con grabados en que tales ruedas son copias poco detalladas de las utilizadas en varias partes de Europa, durante el Renacimiento. La mayoría de autores renacentistas, son técnicos en cuestiones, arquitectónicas, mecánicas, son agrónomos o especialistas en minería y metalurgia, a los que interesaba sobremanera, la aplicación de ruedas elevadoras a su trabajo. Algunos de los aspectos hidráulicos utilizados en la técnica agrícola, se trasladan también a la minería.

Cita Caro Baroja algunos aspectos relevantes de las fuentes escritas, mencionando a:

Estrabón, que registra la existencia de ruedas hidráulicas en el Valle del Nilo, asociadas al establecimiento de campamentos militares.

Las alusiones y referencias a ruedas elevadoras, entre los siglos I y VI, se centran exclusivamente a las movidas por la corriente de las aguas o por los hombres, esto nos dirige hacia el mundo mediterráneo meridional y oriental, Siria y Egipto, en la época imperial, se conocen como tierras poseedoras de estos aparatos, para regar jardines y aprovisionar edificaciones.

En Occidente, en el caso de explotaciones mineras españolas, se utilizaron a la vez tornillos de Arquímedes, bombas de Ctesibio y asociados con ellos ciertos tipos de norias elevadoras que sorprenden por la similitud con algunas tipologías existentes en nuestros días.

Las ruedas de las minas españolas nos hacen ver que los antiguos conocían no solamente el sistema de elevar agua a través de arcaduces y cangilones, sino que también habían comprobado lo útil que era hacer entrar y salir el agua en segmentos de las coronas. Este procedimiento no es por tanto invento de origen árabe, sino que ya se utilizaba entre los hispano-romanos.

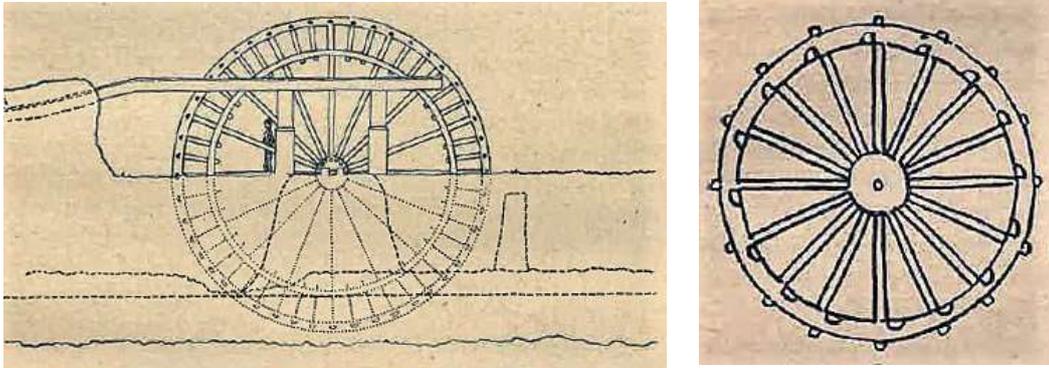


Fig. II.58a. Noria de corriente de inspiración clásica. Valle de Ricote hacia 1950. Norias, azudas, aceñas. Caro Baroja, Julio.

Fig. II.58b. Noria romana de las Minas de Riotinto. Huelva. Norias, azudas, aceñas. Caro Baroja, Julio.

### 2.3 INTERLUDIO.

El final de la antigüedad clásica, tiene que ver con la llegada de las migraciones de los pueblos del norte de Europa, que amortizan la capacidad económico-administrativa del Antiguo Imperio y preparan el terreno a la llegada de los pueblos árabes, indoeuropeos y beréberes. En su Historia económica: De los orígenes a 1789, Jean Imbert, nos aclara el panorama europeo, en los años precedentes a la llegada de los pueblos orientales y que adopta modelos próximos a lo feudal.

La decadencia económica: del Bajo Imperio hasta la Invasión Árabe (284-713), se caracteriza fundamentalmente por los acontecimientos políticos, que siguieron determinando, durante este periodo, la evolución de los hechos económicos. Esta lenta decadencia, empezada durante el siglo III de nuestra era, prosiguió inexorablemente durante el Bajo Imperio romano.

Occidente naufragaría antes que Oriente: la caída del Imperio de Occidente se sitúa, tradicionalmente, en el 476, cuando Odoacro destronó al joven emperador Rómulo Augústulo, mientras que el Imperio de Oriente conocería todavía épocas gloriosas, sobre todo bajo Justiniano (que reinó del 527 al 565).

Entonces empieza otra era económica: la economía europea, en que Occidente se repliega sobre sí mismo y en la que la actividad comercial se concentra en las regiones nórdicas, entre el Sena y el Rhin.

Los dueños de las grandes propiedades vieron aumentar su autoridad y su riqueza durante este periodo de invasiones y de crisis económica. Su riqueza: en estos tiempos agitados, la tierra, estable y productora, era el signo por excelencia de la riqueza. Los grandes propietarios daban asilo y protección a los campesinos libres, a los esclavos fugitivos y a los ciudadanos hostigados. Su villa se convirtió en una nueva unidad económica y administrativa. En ella se hallaba un mercado, una iglesia, un molino y, a menudo, una cárcel.

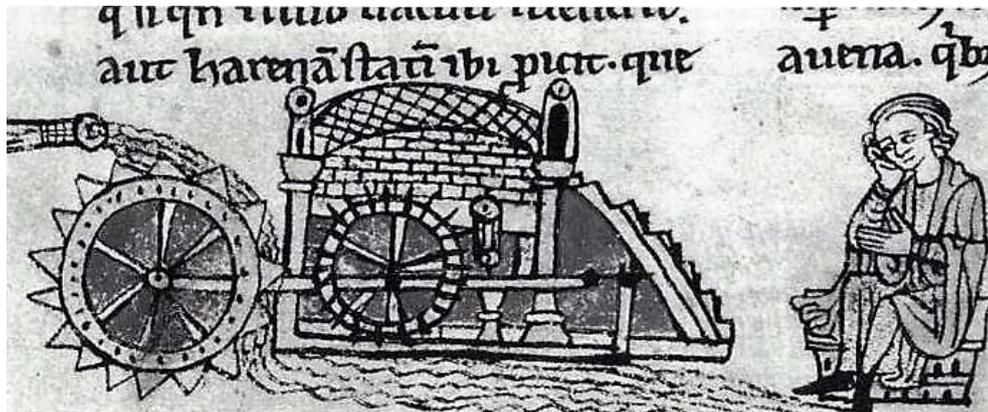


Fig. II.59 . Molino medieval de carga superior (R.I). Colección de algodón de la Biblioteca Británica. Cotton Manuscript Cleopatra C XI, fol 10.

Mientras que Occidente sufre las invasiones germánicas, Oriente logra rechazar a los visigodos y a los hunos. El imperio de Oriente toma entonces una fisonomía original con el triunfo del helenismo, del lujo oriental y del autoritarismo político, económico y religioso.

La inseguridad, consecuencia de las invasiones, provocó la despoblación de las ciudades, con una deserción hacia los campos o rodeándose murallas. Así y todo, las ciudades pronto se sintieron demasiado holgadas en sus recintos y tomaron un aspecto semirural, aspecto que habría de subsistir hasta la expansión económica de los siglos XI al XII.



Fig. II.60a. Reconstrucción ideal de un burgo fortificado, apenas salir de los muros encontramos las viviendas de los campesinos. El Mundo Medieval. Vito Bianchi.

En el plano técnico, los germánicos aportaron sus prácticas agrarias tradicionales que, muy a menudo, significaron un progreso. Pero, el papel de los eclesiásticos en esa expansión, junto a los grandes propietarios que seguían explotando su antigua propiedad, es la verdadera “expansión económica” de la agricultura. Se revitalizaron los establecimientos agrícolas completamente destruidos por los invasores y abandonados por sus propietarios, o que roturaron tierras hasta entonces sin cultivar.

En el mismo cercado se hallaba la “villa agraria”, que comprendía, por un lado, los edificios de la explotación agrícola y, por otro lado, los talleres industriales elementales: fundición, prensa, cervecería, molino, horno, etc. La posesión era, de esta forma, independiente, tanto económica como espiritualmente (construcción de una capilla, mantenimiento del capellán, etc).



Fig. II.60 b y c, aspectos de la villa agraria medieval. Der Renner, Tirol, Austria. 1.230-1.313. Hugo von Trimberg. (R.I).

En vísperas de las conquistas árabes, que habrán de modificar la orientación comercial, el Imperio romano y sus sucesores germánicos legan, pues, a la Europa medieval:

- una industria prácticamente inexistente, con tendencia a encerrarse en la villa del gran propietario rural, laico o eclesiástico;
- un comercio moribundo que, en la medida en que todavía es internacional, se halla en manos de judíos y griegos;
- una agricultura bastante floreciente que, bajo la presión de las condiciones políticas, está en manos de los ricos propietarios.

Del siglo V al VIII el Occidente se halla, pues, en pleno cambio económico: se pasa de un sistema de economía capitalista, de base financiera, a una economía señorial.

Cuando los árabes, en el año 711, conquistan España, la situación económica de Europa no es demasiado brillante: la industria se halla casi reducida a la nada, el comercio agoniza y la agricultura permanece inmovilizada en el marco del gran dominio, sin dinamismo y sin ansia de progreso.

## 2.4 INGENIOS Y MÁQUINAS HIDRÁULICAS EN EL MUNDO MUSULMÁN.

A la hora de establecer un panorama general sobre los niveles culturales y científicos entre el mundo islámico y el Occidente medieval cristiano, vamos a contemplar algunas aportaciones de Aldo Mieli, dirigidas a matizar ciertos prejuicios de partida, dando por sentado el importante nivel científico y cultural que se produjo durante la expansión árabe desde Oriente y la India, el Mediterráneo, los países extremos del Magreb, la Península Ibérica y el sur de Francia.

De Mieli nos interesa sobremanera recuperar las referencias más importantes al desarrollo de la ciencia en los países de ámbito musulmán, y que son las que interesan a nuestro trabajo.

El nacimiento del islam se produce en el momento en que la antigua ciencia grecorromana decaía definitivamente y coincide con un florecimiento cultural en Irán fruto de la confluencia de varias culturas. Esto prepara una singular revolución que dominó el mundo, desde las columnas de Hércules hasta las llanuras del Indo. Esta revolución junto con una reestructuración política de las naciones, preparó el terreno propicio para una nueva civilización.

Los acontecimientos, de naturaleza preferentemente política, que acompañaron a la aparición del islam, su propagación por el mundo, y su división en varios estados independientes pero vinculados por una fe común, constituye el panorama general de esta nueva civilización, y esto, constituye una visión general que entiendo que debemos contemplar, pero sobre la que no vamos a profundizar, ya que no es la finalidad última de nuestro trabajo.

En cuanto al desarrollo estricto de la ciencia, hemos de resaltar las confluencias con otros aspectos del acervo cultural como la filosofía, literatura, medicina, etc., de los que no se puede desligar. El término "ciencia árabe", se debe, no solamente a las obras escritas en este idioma, sino también a las escritas en persa, sirio y hebreo, es decir contempla adeptos a otras religiones, lo que la hace más universal si cabe.

El primer impulso de la ciencia árabe se produce con los primeros Abbasies y tiene como foco Bagdad, extendiéndose luego por Mesopotamia, Irán, Siria, Egipto y más tarde a al-Andalus (parte de la península Ibérica sometida al dominio musulmán).

Un aspecto fundamental de la ciencia árabe, lo conforman los llamados traductores en árabe, que ayudan en gran parte a la eclosión de la ciencia en el mundo musulmán.

Los Abbasies fueron grandes protectores de las letras y las ciencias y con ellos se produjo la llegada de la civilización que convenimos en llamar árabe, procurándose de todas partes manuscritos griegos produciendo y traduciendo importantes trabajos científicos de geografía, astronomía, medicina, etc.

Nos interesa destacar que no sólo en Bagdad las ciencias y los sabios obtuvieron protección y estímulo, sino también en Egipto y Siria donde aparecen importantes obras sobre irrigación.

La corte de Abd Al-Rahman II (821-852) de Córdoba, y todavía más la de Abd Al-Rahman III (912-961), hacen de esta capital de al-Andalus uno de los centros más maravillosos del mundo por su belleza material y por su cultura intelectual, que prosiguieron bajo su sucesor Al-Hakam II (961-976) y los otros califas españoles, así como en las numerosas cortes de los reinos de taifas, que siguieron a la disolución del califato.

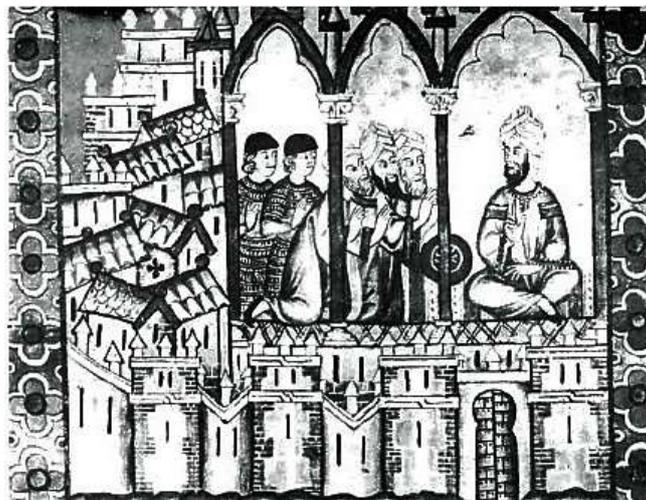


Fig.II.61. Aspectos de la vida en al-Andalus. Las ciudades hispano-musulmanas. Torres Balbás, Leopoldo.

Así, desde fines del siglo VIII, todos los elementos necesarios para el florecimiento de una gran cultura se encuentran en el mundo islámico.

Podemos establecer a continuación una pequeña relación de los científicos más reseñables en lo referente a las disciplinas como la mecánica, hidráulica, etc.

En 827-901, uno de los hermanos BANU MUSA, Tabit, traduce entre otros sabios griegos a Arquímedes y Aristoteles. Otro autor de esta misma época, traductor y sabio original, LUQA AL-BA'LANAKKI (912), es conocido especialmente por haber traducido las Mecánicas de Herón.

Refiriéndonos a los últimos años de la ciencia en el mundo islámico oriental, podemos mencionar la siguiente referencia, que es de sumo interés para este trabajo:

De varias cuestiones astronómicas y físicas, especialmente de mecánica, se ocupó, Qaysar B. Abî Al-Qâsim B. Abd Al-Ganî B. Musâfir Alam Al-Dîn Al-Hanafî, un egipcio muerto en Damasco en 1251 y cuyo nombre está estrechamente ligado a la construcción de las fortificaciones y de las ruedas de agua, las nawâ'ir ( de ahí "norias"), que luego tanto se difundieron para irrigación (en particular, en Siria y en España).



Fig. II.62. Norias de corriente sirias sobre el río Orontes (R.I).

Siguiendo a Caro Baroja, nos introducimos en el ámbito de las ruedas de corriente del mundo islámico, teniendo en cuenta que las ruedas elevadoras movidas por la corriente, ya eran conocidos en el mundo mediterráneo, en los siglos finales de la Edad Antigua y comienzos de la Edad Media.

Aquellas consideraciones acerca de que las ruedas hidráulicas son características de la civilización árabe, creación de aquellos o por lo menos ciertos tipos, los más difundidos, son síntomas de una historia muy mediatizada por lo oriental, si bien es cierto, que el pueblo árabe fue divulgador de un conocimiento

y una técnica fruto de la ya mencionada actividad científica, con los orígenes más diversos. Esa difusión se lleva a cabo por los pueblos volcados al Mediterráneo y rápidamente islamizados.

El proceso evolutivo que sufren esas máquinas hidráulicas, se debe fundamentalmente al cambio a gran escala de los nuevos espacios irrigados, para lo cual las norias deberán adaptarse aumentando sensiblemente sus diámetros, lo cual implica un cambio sustancial en la morfología de sus elementos constructivos.

Debido a la dimensión de los nuevos elementos, radios de una mayor longitud, aparecen otros de refuerzo o arriostramiento, muy numerosos, formando figuras geométricas, cuadriláteros, pentágonos, etc., son los travesaños, debido todo ello al nuevo diámetro del aparato, que ha aumentado de forma ostensible.

Expone a continuación el autor una serie de consecuencias que extrae de la lectura de autorizados arabistas, con respecto a la difusión de la rueda de corriente y adelanta una serie de intenciones:

- a) Análisis de las palabras que sirven para designar las ruedas de riego en las distintas partes del Islam y países influidos por él.
- b) Bosquejo de la repartición de las ruedas movidas por corriente de agua.
- c) Análisis de varias de las modalidades de estas norias.

Del primer apartado, que tiene que ver con la lexicografía y en cierto modo con la toponimia vamos a examinar algunos términos, su significado y las diversas acepciones que producen. Así Caro Baroja propone examinar tres palabras árabes que tienen descendientes en castellano, la originadora de la castellana “noria”, la originadora de la castellana “azud y azuda” y la originadora de la castellana “aceña”.

La primera y principal es nacûra o en dialectos norteafricanos nacora.

En español antiguo y literario tenemos “anoria”, “anorya”, “annora”, “añoria”, “naora”, “alnagora”, “ñoria” y como más generalizada “noria”. También podemos citar la judeo española “naoria”, la murciana “ñora” y la andaluza “nora”. Hacia 1600, se consideraba correcto el término “anoria”.

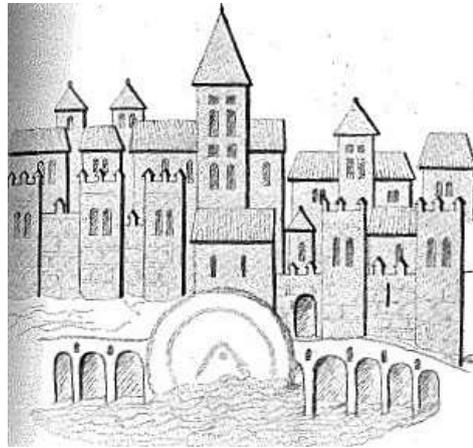


Fig. II.63. Sello concejil de Zamora, con una azuda medieval representando posiblemente a las aceñas de Olivares. Sellos concejiles de España en la Edad Media. González, Julio. Revista Hispania Tomo V, nº XX.

Numerosos textos que se refieren a gran parte de geografía hispana, designan a la rueda movida por el agua, con la palabra “azuda”.

La voz árabe de que descende esta “çudd” designa en principio, la represa de agua simplemente.

Nebrija da como equivalente de “açuda” la palabra latina “incile” o “fossa incilis”. En portugués se conoce la voz “açude” y en catalán “açut” y “assut” con el significado de presa. En murciano actual “azud” significa presa.

Covarrubias dice que “açuda es una rueda por extremo grande con que se saca agua de los ríos caudales para regar las huertas.

El diccionario llamado de autoridades, que comenzó a publicarse en 1726, distingue el “azud” (“el principio de la azequia, ú de la presa de agua que se saca de un río, para repartirla y regar los sembrados, prados o huertas”) de la “azuda”: “machina, o ingenio, que sirve para sacar de los ríos caudalosos, para regar los campos y huertas: que se compone de una grande rueda puesta en unos maderos, que la afianzan y sostienen, y al impulso del peso, y de la corriente del agua da vueltas, y arroja el agua fuera, como sucede en las norias.

La tercera palabra a examinar es “saniya”, que ha dado en español, o castellano “aceña”, aparte de las formas antiguas “azenna”, “açenia”, “açena”, “açeña”, “acenn(i)a” y “zenia”), y que es conocida en portugués (“azenha”) y en gallego en que se dice “acea”.

Las hablas orientales de la Península constituyen un grupo en que no aparece la “a” inicial y, así, se registran: el catalán “cinia”, “sinia”, el valenciano “cenia”, el murciano “senia” y el mallorquín “sini”, relacionables con el siciliano “sénia”. “Saniya” parece que fue la palabra más extendida en una época para designar a la noria de tracción. En murciano se llaman todavía “cenias”, “aceñas” o “senias” (Comarca de Orihuela) a las ruedas movidas por hombres con los pies, e incluso a las de tracción animal, frente a “ñora”=rueda de corriente.

Referidos a ruedas elevadoras citaré dos términos de los que han sido utilizados en romance, “albolafia” y “azacaya”, aparte de otros dos que conocían los musulmanes españoles, “hattara” y “dawlab”, que no pasaron al romance.

Hace el autor a continuación un pequeño estudio sobre la difusión y repartición geográfica de las ruedas elevatorias de corriente del mundo islámico, mencionando de forma generalizada la instalación de norias en los ríos de los países islamizados, incluso los españoles Guadalquivir, Tajo, Ebro y Segura, en el río de Fez y más hacia Oriente el Tigris, Eúfrates , Orontes y los grandes ríos de China.

Entre las fuentes escritas destacan las que podemos considerar de tecnólogos y otras que se deben a viajeros, geógrafos e historiadores.

De los tratados árabes de mecánica, destaca el de al-Jazari en el que se hacen frecuentes alusiones a ruedas hidráulicas, ruedas dentadas, de cucharas, de paletas, etc., aunque el sentido utilitario de algunas de las máquinas, es más que dudoso.



Fig. II.64, II.65 y II.66. Ruedas hidráulicas con engranajes, dentadas, de cuchara, con cangilones, de paletas planas, etc. El libro del conocimiento de los ingeniosos mecanismos. The Book of Knowledge of Ingenious Mechanical Devices . al-Jazari. Siglo XII (R.I).

Recordemos ahora algunos textos en los que se dan precisiones de carácter geográfico. Las ruedas de corriente de algunos puntos del Asia anterior se hallan mencionadas, como algo notable, en escritos de autores árabes bastante antiguos. Se citan las asentadas sobre el Éufrates y el Orontes, allá por el siglo IX de nuestra era. Las más importantes y famosas eran las de Hama, que han sido fruto de innumerables descripciones, como la de don García de Silva y Figueroa, embajador de Felipe III:

“.. estas ruedas cuando la ribera del Éufrates está baja, son pequeñas, como las de las norias de España, que fácilmente las mueve un buey; pero quando la orilla del río es muy leuantada de manera que el agua este muy honda, usan para ello de unas grandissimas rruedas que tienen muchas braças de diámetro, que mueve la mesma corriente, semejantes a las açudas del Tajo en la vega de Toledo; con esto rriegan sus huertas y sementerias los vezinos de estas dos rriberas del Euphrates, desde Birtha a Babilonia y desde allí hasta la çiuudad de Baçora”.

Pero las descripciones más detalladas sobre los sistemas de riego en el Cercano Oriente son las que se refieren a las de los geógrafos franceses sobre las norias sobre el río Orontes. En ellas, las referencias a las norias de corriente, tienen un cierto parecido con las antiguas, menos detalladas:

Las ruedas del Orontes constan de un círculo exterior guarnecido de una serie de cangilones o vasos que se llenan de agua, de la corriente del mismo río, y que se vacían en un depósito o canal superior. Estas ruedas tienen paletas entre los vasos, paletas que mueve la corriente misma, manteniendo al aparato en movimiento constante. Las ruedas ( que son de madera casi en su totalidad ) presentan dimensiones variables. La dimensión media es de diez a doce metros de diámetro. Su instalación requiere una solida albañilería, pues a veces el acueducto por el que va el agua elevada tiene varios cientos de metros. Una rueda de tipo medio eleva cuarenta y cinco metros por segundo, (creo que el autor ha querido decir litros por segundo), e irriga veinticinco hectáreas de jardín. La reparación es cara, y ello es causa de que las ruedas no sean tan comunes como vulgarmente se cree. Pueden señalarse, sin embargo. Varios grupos de ellas a lo largo del curso del Orontes. Uno entre Homs y Restan, catorce ruedas entre Restan y Hama, siete entre Hama y Seizar, dos entre Seizar y Acarnea (más cerca de esta última población que de la primera), tres en las proximidades de Jisr-es-

Soghour, cuatro después de Derkoneh y seis en los alrededores de Antioquia. Desde Restan al Ghab hay no menos de ochenta ruedas que elevan  $3 \frac{1}{2}$  m<sup>3</sup> de agua al segundo. En Hama hay tres grandes ruedas que miden veinticinco metros de diámetro y constituyen el orgullo de la ciudad, según indica una geografía conocida, en la que se dice también que están las tres unidas entre sí. No sé qué “parentesco” tendrán estas grandes ruedas y las otras menores con las vistas por los viajeros de otra época. Parecidas son las que se hallan en Hadita, sobre el Eúfrates y sobre el Yexil Irmak cerca de Amasia, descendientes de las que vio Ibn Batuta en Tarso de Cilicia en el Asia Menor. Según una fotografía gentileza del señor Torres Balbás, una de las ruedas de Tarso cuenta con alrededor de cuarenta radios y su corona tiene los orificios aparejados igual que las ruedas de las minas hispano romanas del SO. Respecto a las del Eúfrates, dice Blanchard que la agricultura cobra mayor importancia, en su curso, a partir de Deir sobre todo: “...el valle estrecho, encajado entre estepas y desiertos, se convierte en un jardín copiosamente regado por el agua del río, elevada por medio de naura (ruedas hidráulicas accionadas por la corriente que encauza una presa en espiga) o de sird (construcciones en madera, de las cuales por medio de cuerdas tiradas por animales descenden y ascienden del río los cubos de cuero)”.

Tres áreas de pervivencia de las norias de corriente, en las que predominan influencias diferentes, la influencia clásica en las norias de El Fayun, en Egipto. La influencia árabe autóctona se percibe nítida en las norias del río Orontes, en Siria. El desarrollo técnico de las ruedas hidráulicas chinas en el río Huang, a partir de ciertas influencias orientales.



Fig. II.67. Norias de corriente de inspiración clásica. Oasis de Al Fam. Egipto (R.I).



Fig. II.68. Norias de corriente de inspiración islámica en el río Orontes. Siria (R.I).



Fig. II.69. Norias gigantes en el río Huang. Lanchou. China. Geografía Universal: Asia Monzónica China y Japón. Tomo XII. P. Vidal de la Blanche y L. Gallois.

También Pavón Maldonado, ha tratado el tema de la distribución de las ruedas en el mundo islámico. Las ruedas elevadoras fueron objeto de atención en los tratados árabes sobre aguas. Al-Jazari, por ejemplo, en su Libro sobre los instrumentos que sacan agua ..., da dibujos muy complejos de ruedas elevadoras que Th. Schioler cree que serían juguetes, si bien otros autores relacionan sus mecanismos con una sofisticada rueda existente en el río Yazid de Damasco compuesta de tres ruedas verticales y otra horizontal que recuerda la saqiya egipcia de tres ruedas (Colin).

Las referencias del autor a las norias de tiro es bastante extensa, aunque las obviaremos, no por que carezcan de interés, sino que no son parte fundamental de nuestro trabajo.

Por último, es de destacar un texto sobre las máquinas hidráulicas y su terminología técnica debido a Ibn Hisan al-Lajmi, muerto en el año 1181(Forneas, "Un texto.."), donde se hace distinción entre los términos saqiya, dawlab, al-na'ura y daliya.

Acerca de los ingenieros –muhandis- constructores de norias, al-Jatib, en su Ihata, nos informa que la primera rueda –dawlab- de Fez existente en su tiempo (1213-1390) fue construida por el musulmán español Muhammad para el sultán maríní Abu Yusuf Ya'qud al-Mansur; su diámetro era considerable y estaba provista de numerosos arcaduces. Sin duda a esta u otras ruedas primerizas del norte de África se referiría León el Africano cuando en 1525 escribía que las ruedas del río de Fez eran obra centenaria de un español.

De la misma forma que nos hemos interesado por los escritos de autores españoles, más o menos contemporáneos y que en cualquier caso han llevado a cabo su producción investigadora durante el siglo XX, nos interesa ahora repasar aunque sea de forma sucinta, las aportaciones de algunos de ellos.

Son particularmente interesantes las de:

Leopoldo Torres Balbas, arabista consumado y por supuesto todas aquellas referencias de literatos, geógrafos y viajeros musulmanes que visitaron al-Andalus, después de su peregrinaje por el mundo islámico, de todos ellos debemos destacar a El Idrisi, Alboufêda, Ibn Batûta , etc., y que reseñamos de forma resumida.

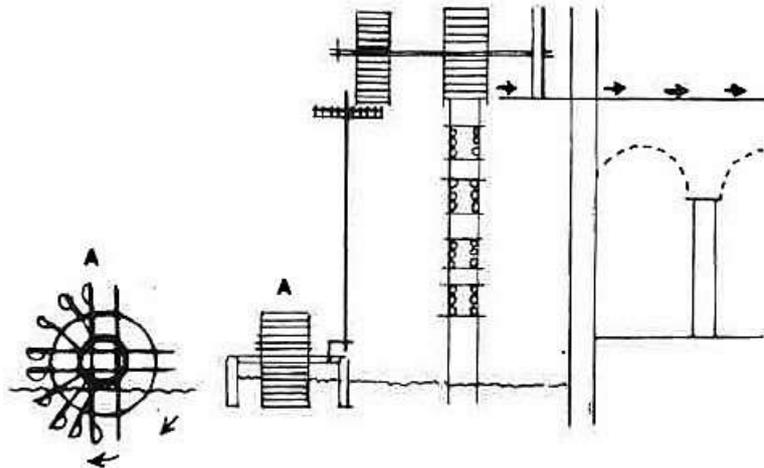


Fig. II. 70. Artificio elevador en el río Yudid Damasco (s.XIII). Tratado de arquitectura hispano-musulmana. Pavón Maldonado, Basilio.

El estudio más interesante sobre el urbanismo en las ciudades hispano-musulmanas nos lo aporta Leopoldo Torres Balbás, él nos introduce de forma concreta en los más diversos aspectos de las ciudades, en época islámica, donde aspectos, artísticos, urbanísticos, económicos, etc., presentaban unas características muy particulares:

..un cinturón de esplendida vegetación solía rodear la ciudad, a base de simples huertas o casas de campo (almunias), lugares de esparcimiento de los magnates o gentes más o menos acomodadas de la urbe..

Una de las grandes lagunas en el conocimiento de la vida española entre los siglos IV y X es la referente a la organización de las ciudades visigodas, perdida ya la fuerza de atracción de Roma, y a las transformaciones urbanas por las que pasaron.

Todo parece indicar, ha observado José María Lacarra ( "Panorama de la historia urbana de la Península Ibérica desde el siglo V al X", que esas ciudades de la España visigoda, en trance de extinguirse en ellas la vieja organización municipal romana, tuvieron escasa importancia y que su reciente empobrecimiento en cuanto centros económicos, lo reducido de su actividad mercantil, las fue vinculando cada vez más a la vida rural y a la economía agraria.

A los hipotéticos recintos de las ciudades hispanorromanas habría que sumar las grandes superficies de los distintos arrabales de las ciudades hispanomusulmanas y que por tanto serían estas últimas bastante más extensas que las de la precedente época imperial romana en los primeros siglos de nuestra era.

El urbanismo en las ciudades musulmanas, incluso el de al-Andalus, se caracterizó por un laberinto de calles angostas y tortuosas, las principales uniendo las puertas de ingreso al recinto amurallado a través de la ciudad, que conformaban inmensas manzanas irregulares en las que entraban profundamente callejones ciegos, sin salida, denominados adarves, y con puertas para ingresar en las casas; alcaicerías cerradas, y zocos formados por tiendecitas minúsculas.

En cuanto a los espacios agrícolas, la implantación musulmana se lleva a cabo en lugares de fértiles vegas y temperaturas benignas, que favorecían el cultivo más diverso. Las huertas de Levante y del valle del Guadalquivir, eran tierras de aluvión, muy fértiles, en las que el sol y el agua, favorecían abundantes cosechas.

Al-Andalus era un país de oasis, de las veinte ciudades de mayor población, casi todas ellas estaban junto a vegas y huertas capaces de mantener a sus habitantes; al borde de algunos de los ríos caudalosos de la Península.

Los poetas andaluces, no amaron ciudades sin campiña, su fuente principal de inspiración fueron las almunias cruzadas por ríos o acequias que rodeaban las ciudades. Las descripciones poéticas de jardines abundan extraordinariamente en la literatura hispanomusulmana. En el siglo XI la afición por la naturaleza estaba extendida a todas las clases sociales, se construyen suntuosas viviendas en medio de jardines; nunca la España musulmana tuvo tantos parques, paseos y almunias.

Estos jardines responderían a lo que ahora entendemos por un huerto-jardín, con la existencia de flores olorosas convivirían hortalizas y árboles frutales.

Estos jardines contaron con la indiferencia de los habitantes de las ciudades en el siglo XVI y los contornos de las ciudades cayeron en plena decadencia. Las villas y ciudades andaluzas y levantinas, con vegas y campos fértiles no perdieron en esos siglos su cinturón vegetal como las castellanas.

El panorama de los contornos urbanos de las ciudades, se caracterizaba por la existencia de casas de campo –almunias y alquerías-, torres y palacios, medio

ocultos entre huertas, jardines y arboledas, formaban una cintura, verde de vegetación y blanca por el enjalbegado de los edificios, alrededor de las ciudades. Casi todas las ciudades islámicas poseían agua para el riego de huertas y jardines, sin la que éstos no hubieran podido existir. Elevábanse del río por medio de ruedas y artificios hidráulicos.

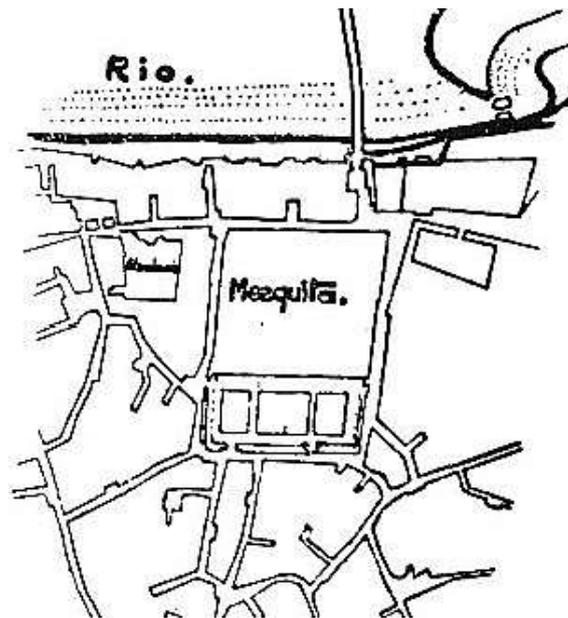


Fig. II.71. La ciudad islámica de Córdoba. Aguas abajo del río Guadalquivir, en su margen derecha se observa el molino de la Albolafia. Ciudades hispano-musulmanas. Torres Balbás, Leopoldo.

La ciudad de Toledo concita la admiración de gran cantidad de viajeros, alabando las fabulosas cualidades de su vega.

Con toda probabilidad, los lugares donde se instalaron las azudas toledanas, no son apreciables en la actualidad, pero las fuentes escritas, nos han dejado buenas referencias de gran número de ellas.

De todos los viajeros de los que tenemos noticias, destaca Torres Balbás a El Idrisi, que visita la ciudad de Toledo, a mediados del siglo XII y la describe como bien poblada de jardines cruzados por canales, cuyas aguas son elevadas por ruedas hidráulicas y norias de arcaduces, para el riego de las huertas.

Por todas partes veíanse, entre las huertas, almunias y torres fortificadas.

A extramuros, antes de llegar al puente de Alcántara, estaba la famosa “almunia real” edificada por al-M’ amun, dentro de ella se encontraba el pabellón que se llamaba Maylis al-na’ura, o sea, “Salón de la noria o de la rueda hidráulica”, sin duda por elevar tal artefacto el agua del Tajo hasta su parte más alta.



Fig. II.72. Toledo. Acceso a la ciudad por el puente de Alcántara, donde Idrisi describe la gran noria toledana. Ciudades hispano-musulmanas. Torres Balbás, Leopoldo.

El embajador Andrés Navajero visita Toledo en Septiembre 1525 y sus comentarios pasarán de unos autores a otros, sin variaciones:

.. el llano llamado la Huerta del Rey se regaba con norias o ruedas hidráulicas que elevaban el agua del río, por lo que se veía todo el labrado, hecho huertos y bien poblado de arboles, lo mismo que la vega, situada al salir del río de entre los montes y alejarse de la ciudad.

Los comentarios de un tercer viajero, éste, del siglo XVII, vuelven a ilustrar de nuevo la ciudad de Toledo y las riberas del Tajo:

Las huertas situadas lejos de la ribera del río, y en sitios muy altas, de forma que no se puede sacar agua de los pozos, éstas se riegan con otro género de

artificio, de unas grandes ruedas de madera, que llaman azudas, las cuales movidas con la fuerza del caudal del río, levantan el agua y la van derramando, y derivando por lo alto, encañada y encañalada por caños de madera, hasta dar en las propias huertas, ..destas azudas hay tres o cuatro da la huerta del Rey: una que llaman de Raçaçu: otra de la Alberca: otra de la Islilla: otra de los palacios de Galiana: y más adelante otra frontera del jardín de don Pedro Manrique, y es de la huerta de Laytique. Sin éstas hay otras cuatro azudas en la vega, dos en batanes, una a San Pedro el Verde, otra a la huerta de Agenjo Díaz ( Pisa, Descripción de la imperial ciudad de Toledo).

Abandonada la vega toledana como lugar de expansión campestre de las gentes amontonadas en el apretado núcleo urbano, destruidas norias y ruedas hidráulicas, el Tajo deslizase lentamente por entre tierras de secano, eriales desprovistos de vegetación durante casi todo el año.

La expresividad de algunos viajeros musulmanes, se transmitía de forma natural mediante la poesía y las expresiones en prosa con dejo romántico, así se refería a la ciudad de Murcia, al-Saundi:

..al lado del río de Murcia había tantos jardines de ramas ondulantes, tantas norias que cantan notas musicales, tantos pájaros gorjeadores y flores alineadas, como habrás oído ( al-Saundi “Elogio” ).

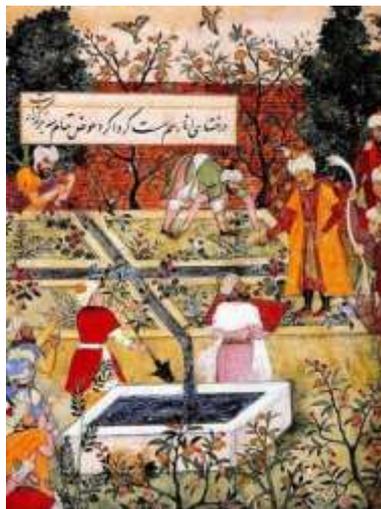


Fig. II.73. Representación idealizada de un jardín islámico (R.I).

Vamos a comentar los aspectos más reseñables de las obras de dos geógrafos musulmanes, que nos ayudaran a entender la distribución de las norias de corriente en el mundo islámico.

La *Géographie D'Aboulfeda*, texto árabe publicado por Reinaud y Le Bon, hace referencias directas a las norias de Hama. Ibn Gubair, el peregrino español que nos ha dejado una descripción más detallada de muchas ciudades de Arabia, Siria, Mesopotamia, Egipto y Sicilia, nacido en 1145, pasó por Hama en 1184, y dice lo que sigue entre otras cosas:

...al este de la ciudad vi un gran río que en su curso violento se extiende y ramifica, y observé en sus riberas ruedas puestas unas frente a la otra. A lo largo de estas riberas se hallan dispuestos jardines cuyos ramajes cuelgan sobre el agua, y cuyas verdes hojas parecen hallarse bajo su superficie, como si corriera por su sombra, deslizándose por la línea de su simetría. En la orilla que bordea el suburbio de la ciudad se halla un lugar para las abluciones, provisto de muchos cuartos y con agua que llega a todas partes de él, mediante una de las ruedas.

Abu-l-Fida (1273-1331) indica que en su época había treinta y dos, muy famosas: su testimonio es doblemente fehaciente, ya que Abu-l-Fida fue príncipe de Hama. (*Géographie D'Aboulféda*, texte árabe publié d'après les manuscrits de Paris et de Leyde aux frais de la Société Asiatique, par M. Reinaud., et M. le Bon).

Geografía de España. Idrisi. Textos de R. Dozy y M.J. Goeje.

Las descripciones que El Idrisi, hace en sus viajes por la Península Ibérica, son especialmente escuetas o inexistentes. Cuando visita algún lugar o ciudad de una cierta importancia, su relato, se extiende con citas que resultan al final en cierto modo esclarecedoras. Al hablar de la villa de Toledo, situada al Oriente de Talavera, se refiere inicialmente a la belleza de los alrededores y la fertilidad de sus campos regados por el gran río llamado Tajo. Pero la cita que es verdaderamente interesante, es la descripción que hace de lo que después hemos conocido como la gran noria toledana, que elevaba las aguas del Tajo a la ciudad:

..Se vé allí un acueducto muy curioso, compuesto de un solo arco, por debajo del cual las aguas corren con una gran violencia y hacen mover en la extremidad del acueducto, una máquina hidráulica que hace subir las aguas a 90 estadales de altura; llegadas a lo alto del acueducto, siguen la misma dirección y penetran después en la ciudad...

Los jardines que rodean Toledo están regados por canales sobre los cuales hay establecidas ruedas de rosario destinadas al riego de huertas, que producen prodigiosos frutos.

Sobre el texto de El Idrisi, se han realizado a lo largo de la historia, múltiples comentarios dudando de la altura a la que la máquina hidráulica elevaba el agua, fuese más o menos verosímil. De la lectura del texto no puede deducirse que dicha máquina hidráulica fuese una noria de corriente, algo que muchos autores han dado por sentado. El estudio de esta problemática, debe quedar aplazada en el tiempo, hasta un estudio más profundo.

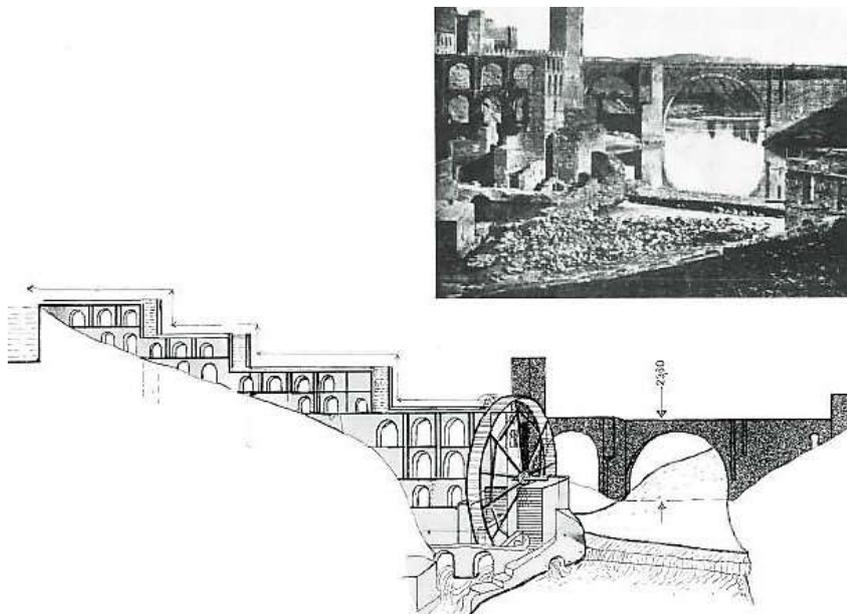


Fig. II.74. Toledo. Representación hipotética de la gran noria toledana referida por El Idrisi en su viaje a Toledo en el siglo XII. La hipótesis dibujada se debe a Basilio Pavón Maldonado. Tratado de arquitectura hispano-musulmana.

El estudio de las norias fluviales por parte de Torres Balbás, presentan dos focos de atención, la noria cordobesa de La Albolafia y la gran noria toledana que El Idrisi menciona en su viaje a la ciudad de Toledo.

Al igual que Caro Baroja, Torres Balbas cita también los estudios sobre las norias de G.S. Colin, donde ya hemos conocido sus textos sobre las norias árabes y la noria marroquí.

Para Torres Balbas, el procedimiento, económico e ingenioso, de elevación del agua por medio grandes ruedas accionadas por la corriente de los ríos, tiene como limitación el que la altura a la que se puede subir el agua ha de ser forzosamente algo menor que el diámetro de la rueda, y este no puede alcanzar dimensiones considerables. Su invención parece ser oriental: aún se ven varias en Hama –alguna de 12 metros de diámetro- y en Hadita, movidas, respectivamente, por las aguas del Orontes y del Eúfrates, ríos en los que éstas nacuras se utilizan desde hace bastantes siglos.

Relata el autor, la hipótesis de que la difusión de las ruedas de corriente a Fez, se llevara a cabo desde Sevilla, algo en lo que parecen coincidir bastantes autores.

Acepta Torres Balbas de buen grado la idea de Colin de que las norias fluviales españolas, proceden sin duda de Oriente y nos transmite sus comentarios con respecto a la noria de Toledo y a otras de los ríos del sur.

Pedro de Medina, en su Libro de grandezas y cosas memorables de España (Sevilla 1548), dice hablando del Genil a su paso por Écija:

En muchas partes sacan el agua del río (para regar los algodonaes, cáñamos, huertas y otras cosas) con ruedas muy altas, asentadas sobre sus pilares fuertes dentro del agua; y la corriente del río les hace andar en derredor, y levantan el agua en sus cajetas de madera en mucha cantidad. Hay ruedas que levantan el agua cuatro o cinco estados de altura, la cual llevan por sus caños y acequias para hacer sus riegos donde los han menester. Muchas veces el sonido que estas ruedas hacen se oye a gran distancia; mayormente de noche, que parecen hacer concordancias de música”.

Al examinar el texto de Idrisi sobre la noria de Toledo, comenta lo siguiente:

Esa medida de 90 codos es algo inverosímil, sobre todo si aceptamos que la dimensión de un codo puede situarse entre 58 y 54 cmtrs., aún atribuyendo al codo 47 cmtrs., como comenta algún arqueólogo, los 90 codos equivaldrían a 42,30 metros, lo que a todas luces nos daría una rueda excesivamente compleja de construir. Idrisi no dice donde estaba situada, pero no sería muy lejos del emplazamiento del artificio, por imponerlo así la topografía de la ciudad.

La Geografía de España de Idrisi, traducida por Dozy y Goeje, traduce ese párrafo de la siguiente forma:

..Se ve allí un acueducto muy curioso, compuesto de un solo arco, por debajo del cual las aguas corren con una gran violencia y hacen mover en la extremidad del acueducto, una máquina hidráulica que hace subir las aguas a 90 estadales de altura; llegadas a lo alto del acueducto, siguen la misma dirección y penetran después en la ciudad...

Dos términos llaman nuestra atención, “maquina hidráulica” y “90 estadales”, en el texto no se habla de rueda hidráulica y los 90 estadales serían una unidad de medida por confirmar, y, en cualquier caso, dada su importancia, se propone como otros objetivos, una investigación sobre los sistemas hidráulicos en el Tajo. Algunas norias o azudas existieron en Toledo, además de la mencionada y que serán citadas sucesivamente por varios viajeros, con descripciones siempre análogas y que constituyen un precedente del artificio que Jaunelo Turriano, construye entre 1564 y 1566, aguas abajo y cerca del Puente de Alcántara, para elevar las aguas del Tajo al Alcázar.

Otra gran noria fluvial hubo en Córdoba en la época musulmana: la famosa Albolafia, que mereció ser representada en el sello de la ciudad en el siglo XIV. Estuvo cerca del viejo puente, aguas abajo, donde hoy se ve un azud y un molino, llamado éste de la Albolafia. Azud y molinos son citados por El Idrisi a mediados del siglo XII. Los restos existentes en La Albolafia parecen indicar que el agua extraída por la noria, pasaría por la parte superior de los muros y se adentraría en los jardines del Alcázar Real, muy próximo al emplazamiento de la noria.

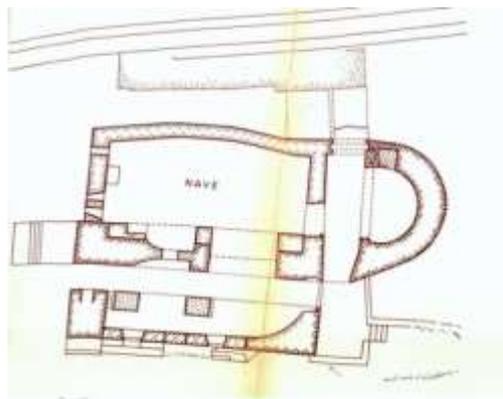


Fig. II.75. Plano de planta del Molino y noria de La Albolafia, sin la rueda hidráulica. Del proyecto de Restauración de La rueda hidráulica del Molino de La Albolafia del arquitecto Félix Hernández. 1966. Archivo Municipal de Córdoba.



Fig. II.76. Plano de planta del Molino y noria de La Albolafia, restituyendo la rueda hidráulica. Del proyecto de Restauración de La rueda hidráulica del Molino de La Albolafia del arquitecto Félix Hernández. 1966. Archivo Municipal de Córdoba.

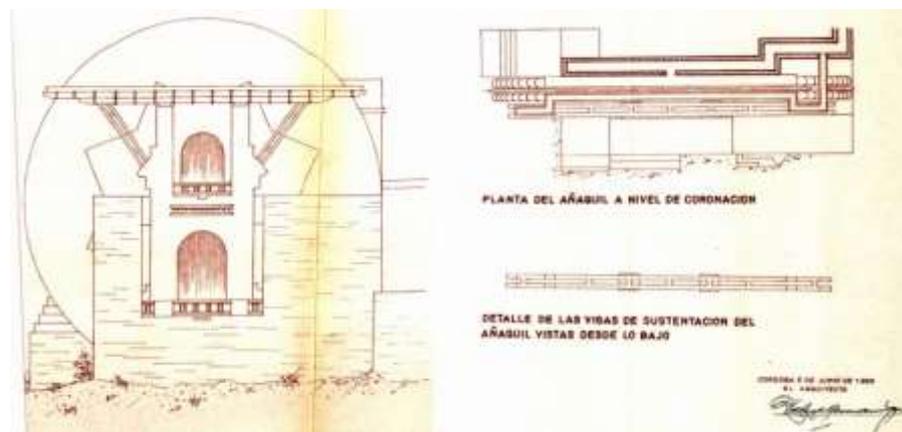
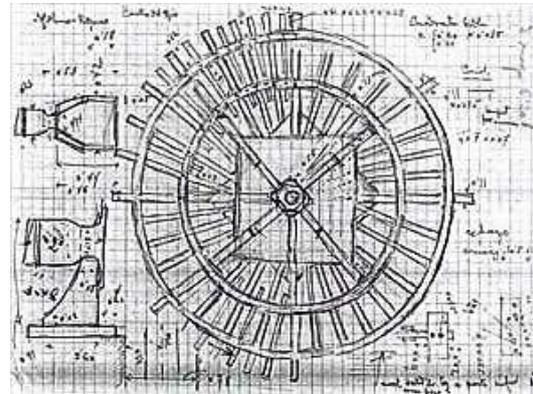


Fig. II.77. Plano de alzado del Molino y noria de La Albolafia, restituyendo la rueda hidráulica. Del proyecto de Restauración de La rueda hidráulica del Molino de La Albolafia del arquitecto Félix Hernández. 1966. Archivo Municipal de Córdoba.



Figs.: II.78 y II.79. Noria y molino de Repiso. Croquis de Félix Hernández de la noria de Repiso, año 1960-62, cuando proyectaba restaurar La Albolafia. Revista Salsum, 2.

Pero las obras emprendidas por el arquitecto municipal D. Félix Hernández Giménez, sufrieron diversos avatares y no se terminaron.

En 1975, se redacta una nueva documentación para dar continuidad a dichas obras, de ello se encarga el arquitecto José Antonio Gómez Luengo, que aporta una interesante documentación gráfica referida a la noria de La Albolafia y un plano anexo descriptivo sobre la tipología de las norias de vuelo andaluzas.

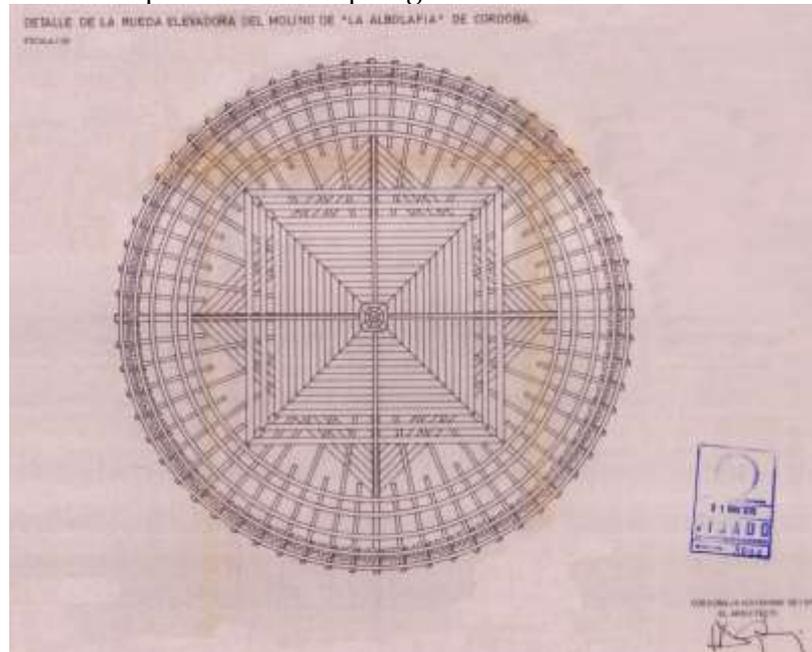


Fig. II.80. Alzado de la noria de La Albolafia, del proyecto de restauración redactado por Don José Antonio Gómez Luengo. 1975. Archivo Municipal de Córdoba.

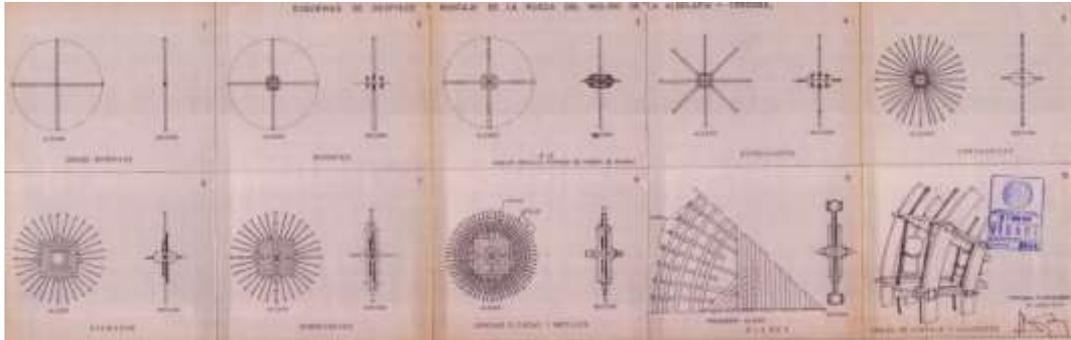
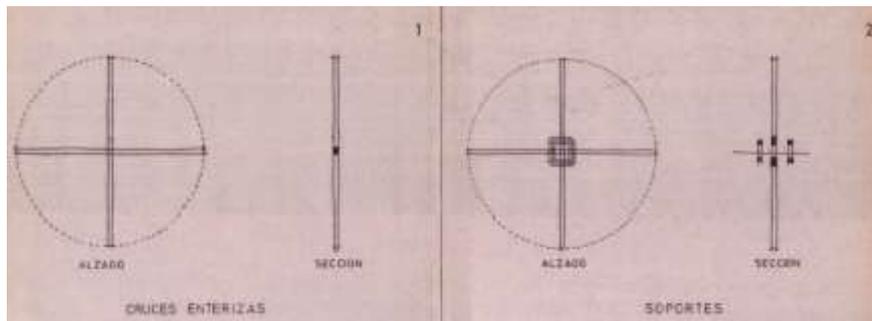
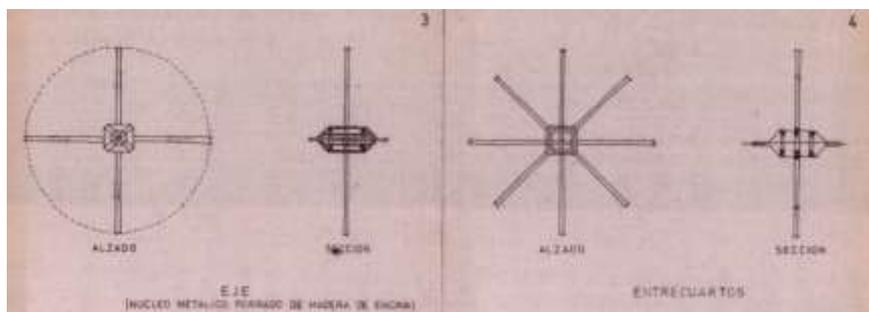


Fig. II.81. Anexo descriptivo del esquema de despiece y montaje de la rueda del Molino de La Albolafia. Córdoba. Félix Hernández, se había inspirado y había tomado notas in situ de las norias de vuelo de Palma del Río y Castro del Río. Proyecto de restauración de la noria del Molino de La Albolafia, redactado por Don José Antonio Gómez Luengo. 1975. Archivo Municipal de Córdoba.

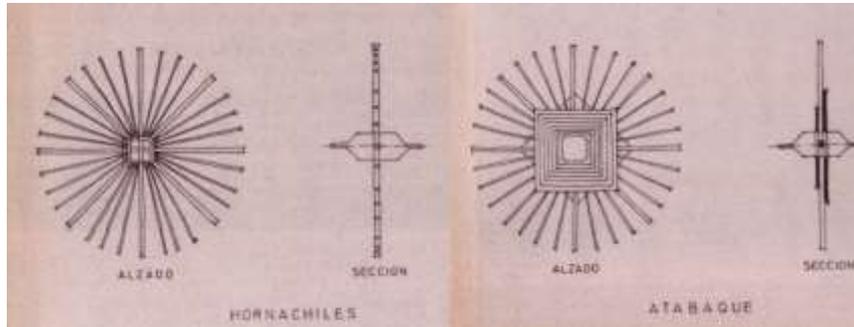
Fases del montaje de la noria del Molino de La Albolafia.



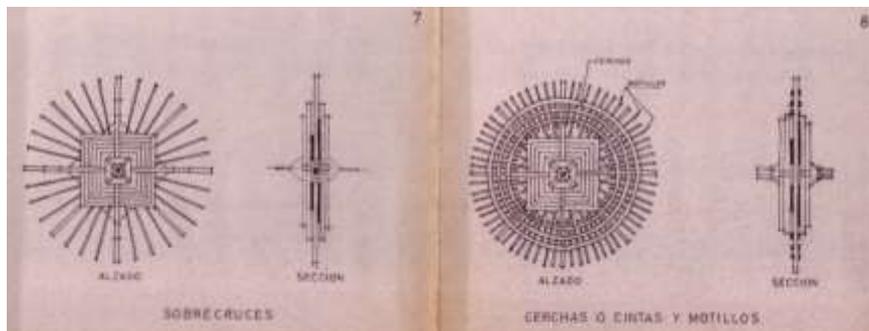
II.81a. Fase I.



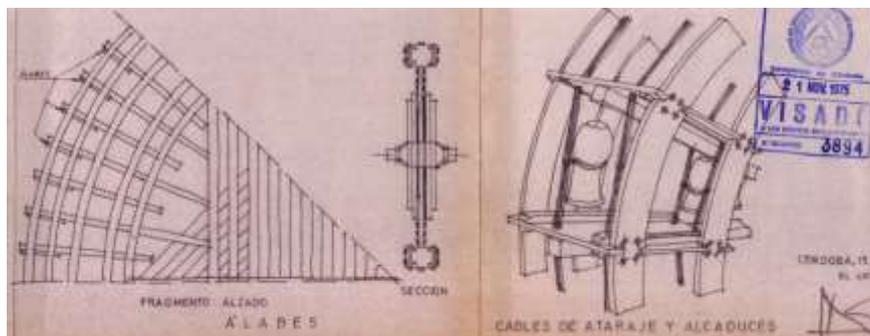
II.81b. Fase II.



II.81c.Fase III



II.81d.Fase IV



II.81e.Fase V

En posteriores escritos, vuelve Torres Balbás a tratar la noria cordobesa, repitiendo argumentos muy parecidos, a los que añade alguna nueva referencia que podemos destacar:

-La descripción que Ambrosio Morales hizo en el siglo XVI, sobre La Albolafia, es la siguiente:

...aquel soberbio edificio, llamado agora el Batán del Albolafia, por cima de un muro iba un caño de agua descubierto hasta la Torre del Baño, y el caño se ve

ahora ir hasta la Torre del Baño, y el caño se ve ahora ir hasta la torre por cima del muro. El gran golpe de agua que iba por este caño, se tomaba del río con presa en aquel bravo edificio del albolafia, y se levantaba con una rueda de las que en Toledo llaman azudas, y los Moros las llaman azacayas o albolafias, y es la machina que Vitruvio llama Tempano. La rueda era altísima, pues subía a verter sobre todo aquel edificio, donde está la pequeña alberca en que primero derramaba. Y en la pared de cal y canto, donde estaba el eje de la gran machina, se ven agora señales en círculo, de quando los grandes tarugos o clavos de la rueda acertaban a tocar allí. Y el agua de aquella alberca alta, estando al peso del muro, atravesaba hasta allá sobre el arco, por donde agora pasamos, yendo desde la puerta de la puente río abaxo, y por su caño de encima del muro iba a la torre.

-El texto de Lévi-Provençal referido a una crónica árabe según la cual la gran noria árabe de Córdoba fue construida en el año 531= 1136-37 por el emir Tasufin, gobernador almorávide de esa ciudad. La fecha de construcción de la Albolafia explica que no la cite Idrisi, quien escribió su obra geográfica en el año 548=1154. Maqqari se refiere a un alcázar almohade de Córdoba, que descansaba en arcos sobre el Guadalquivir.

¿Tendría alguna relación con la gran noria hidráulica que vertía el agua en un canal, también probablemente sobre arcos, hasta alcanzar la ribera?



Fig. II.82. La noria de La Albolafia, margen derecha del río Guadalquivir.

Fig. II.83. Muro lateral de la noria y al fondo muro fragmentado que en su parte superior estaría provisto de una canalización que llevaría las aguas de la noria al Alcázar Real

Fig. II.84 . Vista de perfil de la noria. En muro izquierdo de la noria y en muro del fondo, discurriría una canalización que llevaría las aguas al Alcázar Real para el riego de huertas y jardines.



Fig. II.85. Noria de vuelo de Albendín (Baena), Córdoba. Reedificada por el maestro de norias José Antonio Hinojosa Reyes. La noria presenta la morfología de las norias de vuelo estudiadas por Félix Hernández Giménez, José Antonio Gómez Luengo y años más tarde por Ricardo Córdoba de La Llave.

Se confunde Ambrosio Morales, cuando dice que las ruedas para elevar el agua de los ríos, como la Albolafia, son las máquinas que Vitruvio llama tímpanos (tympanum).

Pero Torres Balbás, al final, duda en cuanto a seguir a Colin en la hipótesis de la supremacía técnica de las norias orientales sobre las de influencia clásica y tardomedievales:

Ignoramos si las de la España medieval de ese sistema, como las que se conservan aún en Palma del Río, tendrían antecedentes en la España romana o llegaron posteriormente a nuestro país desde Oriente.

..alude Vitruvio al otro sistema en el que la rueda o tambor tiene en sus circunferencias exteriores dos llantas huecas o canales hechas de tablas, con pequeños orificios para la entrada y salida del agua. Buena parte de la así recogida se pierde en el ascenso, pero el procedimiento tiene la ventaja sobre el de cangilones del menor peso del artificio y un menor caudal de agua para su

impulso. De llantas huecas, cuyo origen tal vez sea oriental, son casi todas las grandes ruedas fluviales que quedan en Oriente, así como las de Fez y la desaparecida de La Ñora, en la vega de Murcia. Según al-Rawd al-Mictar, aparte de las dos acequias –las de Barreras y Aljufía, que aún se llaman mayores y están en pleno uso- el riego se hacía en Murcia, en la época musulmana, por medio de ruedas que elevaban el agua del río, llamadas dawlab y al-saniya.

Ya hemos advertido que Torres Balbás había solapado de algún modo sus ideas sobre las norias fluviales de Córdoba y Toledo, volviendo una vez más a repetir sus argumentos, eso sí, con ligeras variaciones y alguna pequeña aportación más.

En lo que se refiere al artificio que se construye en Toledo para subir agua del Tajo a la ciudad, por parte del italiano Juanelo Turriano, entre los años 1564 y 1566, podemos extractar una serie de puntualizaciones, que son repetidas, una y otra vez, incluso por distintos autores y que podrían considerarse, versiones coincidentes:

-Los restos del artificio renacentista, estuvo emplazado, con toda probabilidad, en el lugar donde estuvo situada la gran noria toledana que mencionó El Idrisi, a poca distancia del puente de Alcántara.

La suposición no es tan aventurada, ya que en 1525, el embajador veneciano Andrés Navajero, en su viaje a Toledo, describe los restos de un antiguo edificio para sacar agua del río y subirla a la ciudad.

Esas ruinas serían las de la gran noria árabe, que queda así perfectamente localizada poco más abajo del Puente de Alcántara, en el mismo lugar donde siglos después levantó Juanelo su artificio.

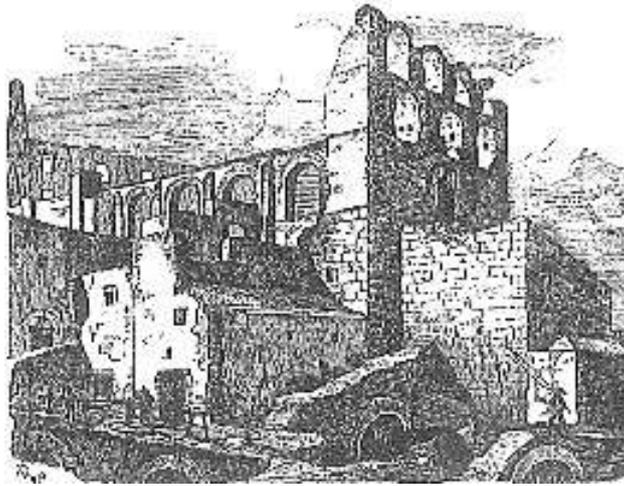


Fig. II.86. Toledo. Restos del artificio de Juanelo Turriano, aguas abajo del acceso a la ciudad por el puente de Alcántara, donde Idrisi describe la gran noria toledana. Norias fluviales en España. Al-Andalus V. Torres Balbás, Leopoldo

La historia de los distintos artificios que Juanelo levantó en su afán de elevar el agua del Tajo a la ciudad, merecen un estudio aparte del presente por sus diversos avatares y complejidad, algo que por tanto, dejaremos en espera de un estudio más detallado en futuras líneas de investigación.

Vuelve a repetir el autor los párrafos descritos anteriormente de los viajeros Andrés Navajero y el Doctor Pisa en su obra Descripción de la Imperial ciudad de Toledo, que describen las numerosas azudas de las huertas del Tajo, sin realizar nuevas aportaciones.

Es curiosa la afirmación de Ambrosio de Morales de que los moros llamaban “azacayas” o “albolafias” las ruedas que en Toledo conocían por “azudas”. Las azacayas eran también ruedas hidráulicas y menciona algunas referencias a azacayas, Sevilla, Baeza, Granada, etc., pero no menciona La Azacaya de Murcia.

A pesar de los testimonios citados de los siglos XVI y XVII, Torres Balbas, se inclina por considerar aquellos huertos, almunias, torres fortificadas, jardines, arboledas y ruedas hidráulicas, como restos del paisaje de esos lugares bajo la dominación musulmana.

A pesar, del paso de los siglos tras la conquista cristiana, la convivencia y mezcla entre culturas que se produjo en España y de los profundos cambios

estilísticos que se produjeron sobre todo a nivel arquitectónico, que produjeron cambios profundos en el urbanismo de las ciudades y en la configuración de los bordes urbanos, huertos, almunias, etc., las reminiscencias de lo islámico, siguió presente en muchos aspectos del devenir diario.

La aportación de González Tascón, Ignacio, en lo que se refiere a las ruedas hidráulicas en el mundo andalusí, comparte con otros tratadistas la visión más tradicional, ya conocida, de la implantación y difusión de estos artefactos.

En los ríos caudalosos, aparecen las aceñas o ruedas verticales de paletas, que requieren mayores inversiones y son más potentes, aunque no necesariamente de mayor rendimiento.

La denominación de aceña utilizada por el autor, nos advierte sobre el lugar geográfico en el que nos encontramos, que no es otro, que la cuenca de los ríos castellanos, y entre ellos, el menos islamizado de todos, el Duero. Se reafirma en ello el autor, añadiendo lo siguiente:

.. el Duero, tiene excelentes aceñas, la mayoría de ellas medievales, y no sería extraño que aladreros o carpinteros de lo prieto mudéjares hayan participado en su realización.

Extiende la denominación de aceñas a las norias de corriente del Tajo e incluso a las del Guadalquivir, pero ello, no deja de ser una generalización sin visos de realidad. Las norias del Tajo se conocían más bien como azudas y en la cuenca del Guadalquivir, la acepción más reconocida es la de norias de vuelo, azudas, chirriones y en menor proporción aceñas. Las hipótesis más frecuentes en cuanto a la implantación y difusión en la Península Ibérica, es el escenario en que se sintetizan tradiciones de la arquitectura clásica, con las nuevas aportaciones islámicas.

Este tipo de dispositivos, alcanzaron un notable desarrollo en la Península, tanto para llevar a cabo regadíos, como para abastecer de agua a poblaciones. En España se conservan algunas de las norias más antiguas de época medieval. Estas ruedas o azudas de elevar agua, eran, de madera, y siempre tenían las paletas planas, variando mucho su aparejo, más radial en las de tradición clásica romana, y con una configuración en estrella en las islámicas. También la disposición de sus arcaduces o cangilones, que unas veces estaban constituidos por vasijas exentas, adosadas al perímetro de la rueda y, en otras, otras estaban integrados en el aparejo estructural de la propia rueda.



Fig. II.87. Noria de influencia islámica en Camarasa. Lérida. Fotografía de Romul Gavarró. Fábricas hidráulicas españolas. González Tascón, Ignacio.

Y en lo que se refiere a la tratadística islámica sobre la tecnología hidráulica, cita a varios sabios y traductores, entre los que podemos destacar a los hermanos Banu Musá, que dan el paso desde la simple traducción de manuscritos helenos y de la Escuela de Alejandría, a los diseños originales producidos por ellos mismos (Libro de los dispositivos ingeniosos).

Tres siglos después, la obra de Al-Yazari, El libro de dispositivos ingeniosos, es ya un libro de madurez, basado en fuentes fundamentalmente islámicas, y cuyos modelos han sido previamente contrastados con la experimentación.

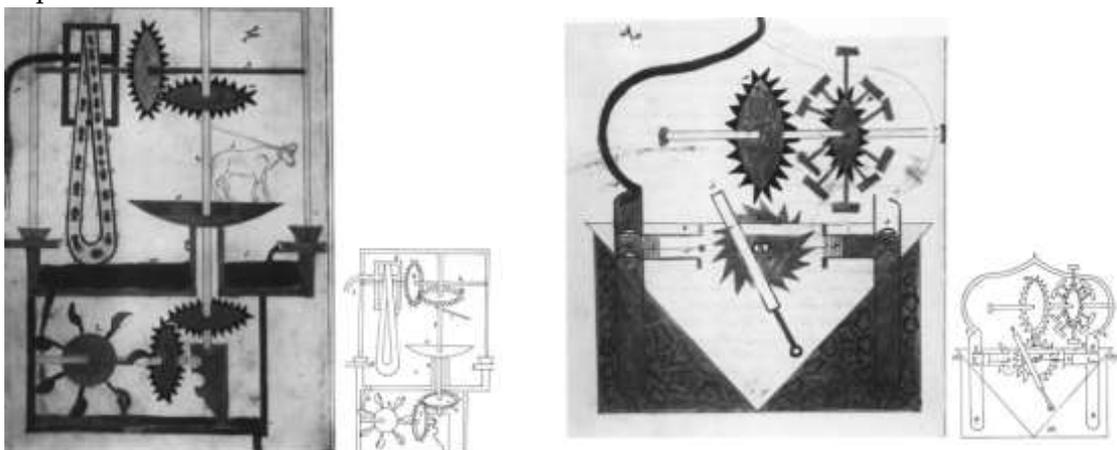


Fig. II.88 y II.89. The Book of Knowledge of ingenious Mechanical devices. Ibn al-Razzaz al-Jazari. Traducido y anotado por Donald R. Hill.

## 2.5 INGENIOS Y MÁQUINAS HIDRÁULICAS EN LOS TRATADOS DE ARQUITECTURA Y TEATROS DE MÁQUINAS (SIGLOS XVI AL XVIII).

Con el descubrimiento en el siglo XV, por parte de Poggio Bracciolini, de los Diez Libros de Arquitectura de Marco Vitruvio Polión, se inicia un intenso proceso de revisión y producción de tratados de arquitectura. Siguiendo a esta disciplina, y coincidiendo con otras épocas de la civilización, se llevan a cabo otras “miradas” hacia lo humanístico, científico, naturalista, religioso, etc., que se desarrollan fundamentalmente entre los siglos XV y XVIII. El hecho de que Vitruvio en “De Architectura”, y en concreto en su libro X, nos hable sobre la construcción de máquinas, ha sido para la producción científica de estos siglos, una importante fuente de inspiración, sobre todo en lo que interesa al diseño e invención de máquinas hidráulicas.

Los primeros tratados de arquitectura, los del Quattrocento, siguen esquemas muy similares al tratado vitruviano, al que de algún modo, respetan y rinden honores, quizás por ser el primero, esquematizando los textos en un número similar de libros, e incluso, dedicando algún capítulo al diseño y construcción de máquinas hidráulicas.

Los tratados de Alberti, Serlio, Palladio, etc., son genuinos tratados de arquitectura, de un gran predicamento entre los practicantes de este oficio, pero que no abordan entre sus escritos, referencias a la construcción de máquinas hidráulicas.

El primer tratado renacentista de arquitectura, que trata con detalle la casuística de los ingenios y máquinas hidráulicas, es el “Trattato di architettura” de Francesco di Giorgio Martini, conocido también como Códice Asburham, y, a él seguirán las grandes aportaciones científicas de Leonardo da Vinci, cuya importante obra, se halla distribuida en diversos códices, de los cuales, y que interesen de forma especial a nuestros propósitos, debemos citar los Códices Atlántico, Foster y Madrid I y II.

Entre los siglos XV y XVIII, salen a la luz una gran cantidad de Tratados que tienen como motivos centrales los aspectos más diversos del panorama científico, cultural, militar, etc., por citar algunos ejemplos, podemos nombrar la obra de Roberto Valturio “De re militari” (1472), “De la pirotechnia” de Vannoccio Biringuccio (1540) y la obra de Georg Bauer, conocido también como Giorgio Agrícola, “De re metallica” (1556).

De carácter más concreto y específico son los Tratados de Máquinas, que aparecen también en esta época y que adoptan las más variadas denominaciones, siempre con la idea de mostrar la más variada inventiva, que no siempre llevada a la práctica, de los distintos autores.

Que algunas de estas invenciones no fuese llevada a la práctica, no importa demasiado, ya que hemos de entender estas obras como concienzudas reflexiones que se exponen para ser juzgadas. De hecho, la inventiva, se lleva a extremos que no tienen límites, mostrándonos máquinas de una funcionalidad bastante dudosa, pero con diseños realmente virtuosos.

Como dice Benito Quintana L., en su nota preliminar, "Las mecánicas ilustradas de los siglos XVI y XVII", a propósito de la Edición del "Teatro de los instrumentos y figuras matemáticas y mecánicas" de Jacques Besson, el término Teatro, hay que entenderlo en un sentido metafórico, tal como se recogía en el primer Diccionario de la Real Academia:

"..lugar donde alguna cosa está expuesta a la estimación o censura universal..".

Lo que la mayoría de estos teatros de máquinas exponen, no dejan de ser una colección de ilustraciones que reflejan ingenios o artificios dispuestos para resolver problemas de la vida práctica, y, en este sentido, instrumento, ingenio y máquina llegan a ser términos equivalentes, y, en cualquier caso, la complejidad de algunos de estos diseños, hizo bastante improbable, que fuesen llevados a la práctica constructiva.

¿Acaso la técnica del momento no estaba suficientemente evolucionada como para procurar los elementos necesarios para su construcción?

No necesariamente, la inmensa mayoría de los elementos de composición y construcción de las distintas partes, estaban diseñados en materiales abundantes como la madera y ciertos elementos metálicos, a los que se tenía acceso por las conocidas técnicas de extracción y transformación de la minería y metalurgia.

La razón debemos buscarla en algo que tiene que ver con lo "conceptual", es decir, aquello que entendemos y maduramos intelectualmente y cuyo proceso final consiste en la realización o ejecución de cualquier obra, y todo ello, según algunas premisas derivadas de lo adecuado y conveniente, constructiva y económicamente realizable. Esto nos da paso a un nuevo argumento:

Para la elevación de agua desde un cauce que mueve una rueda de corriente, resulta mucho más sencillo, funcional y económico, el diseño de una noria de corriente, ejecutada en madera, durante el siglo XIX, en cualquier espacio irrigado de la Península Ibérica, que cualquiera de los virtuosos diseños elaborados por Agostino Ramelli en el siglo XVI.

Lo que nos aboca a pensar que gran parte de estos teatros de máquinas, no dejaron de ser virtuosos diseños, que pocas veces se llevarían a la práctica, y, no por la imposibilidad constructiva de los ingenios, sino por su dudosa funcionalidad.

Se propone a continuación una sucesión cronológica y escueta de los distintos tratados de arquitectura y teatros de máquinas, que evidentemente son una pequeña muestra de todos ellos, que contemplan ingenios y máquinas hidráulicas que pudieron utilizarse, en otra época, y que se aplicarían a los espacios irrigados, los abastecimientos y otros usos industriales tales como molinos, batanes, ferrerías, molinos de papel y paños, fabricación de pólvora, etc.

A la hora de establecer la sucesión de imágenes, hemos de poner sobre la mesa, una cierta cronología de los acontecimientos históricos, es decir, abordaremos el tratado de Vitruvio y sus distintas traducciones, independientemente de que existan ciertos solapamientos con otros tratados de arquitectura y teatros de máquinas.

Posteriormente al decantado vitruviano, comentaremos otros tratados de arquitectura hidráulica y los teatros de máquinas más reseñables, todos ellos respetando la cronología y la época en que aparecieron publicados.

INGENIOS Y MÁQUINAS HIDRÁULICAS EN LOS  
TRATADOS DE ARQUITECTURA Y TEATROS DE  
MÁQUINAS (SIGLOS XV AL XVIII).

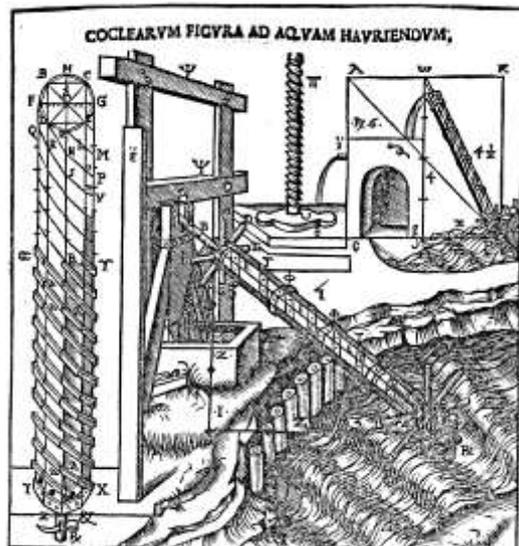
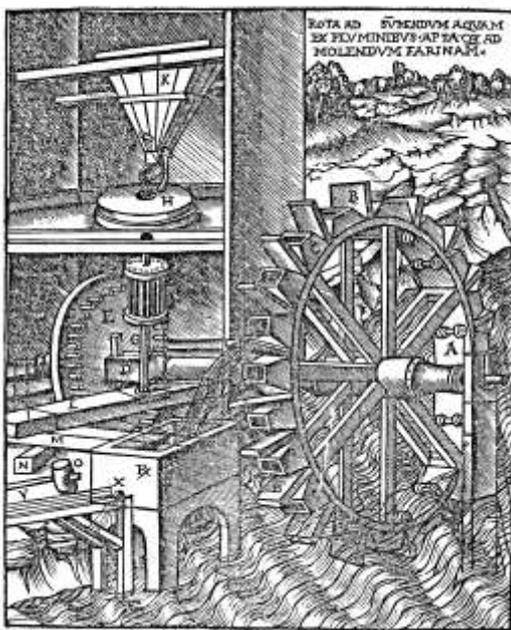
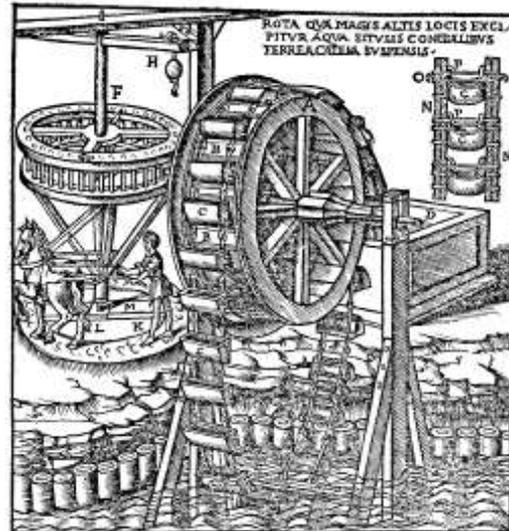
“De Architectura”. Marco Vitruvio Polion.

Traducido del latín por Cesare Cesariano en 1521.

DI  
 Lucio  
 Vitruuio  
 Pollione de  
 Architectura Li.  
 bri Dece tradusti de  
 latino in Vulgare affi-  
 gurati: Cómmentati: & con  
 mirando ordine Insigniti: per il  
 quale facilmente potrai trouare la  
 multitudine de li abstrusi & reconditi Vo-  
 cabuli a li soi loci & in epfa tabula con sum-  
 mo studio expositi & enucleati ad Immensa utili-  
 tate de ciascuno Studioso & beniuolo di epfa opera.

*Collegij Regij Mexiensis Societ. Iesu. atal. inser*  
 ¶ Cum Gratia & Priuilegio.  
*Societatis Iesu*

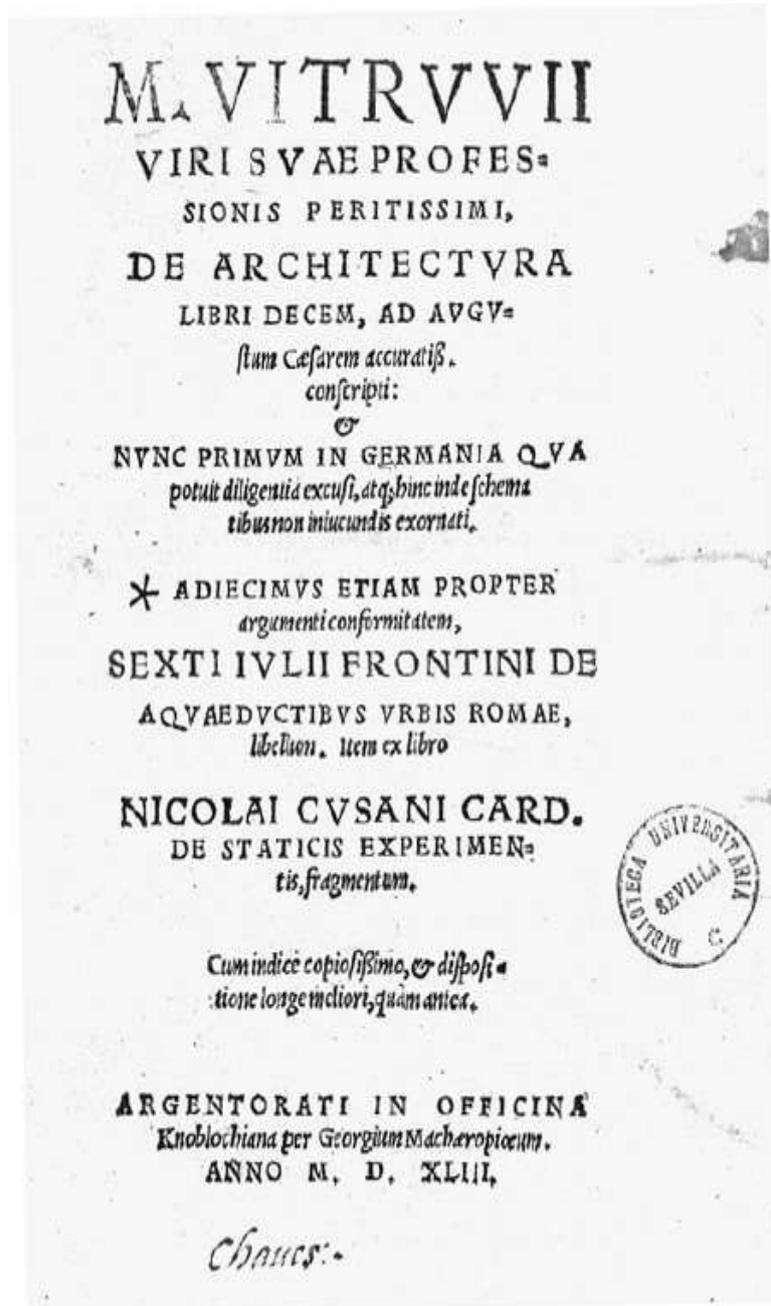




Interpretaciones de Cesariano sobre ruedas hidráulicas para elevación de agua, molino de rueda vertical o molino vitruviano y tornillo de Arquímedes.

“De Architectura”. Marco Vitruvio Polion.

Escrito en latín vulgar por Iulii Frontini hacia 1522.

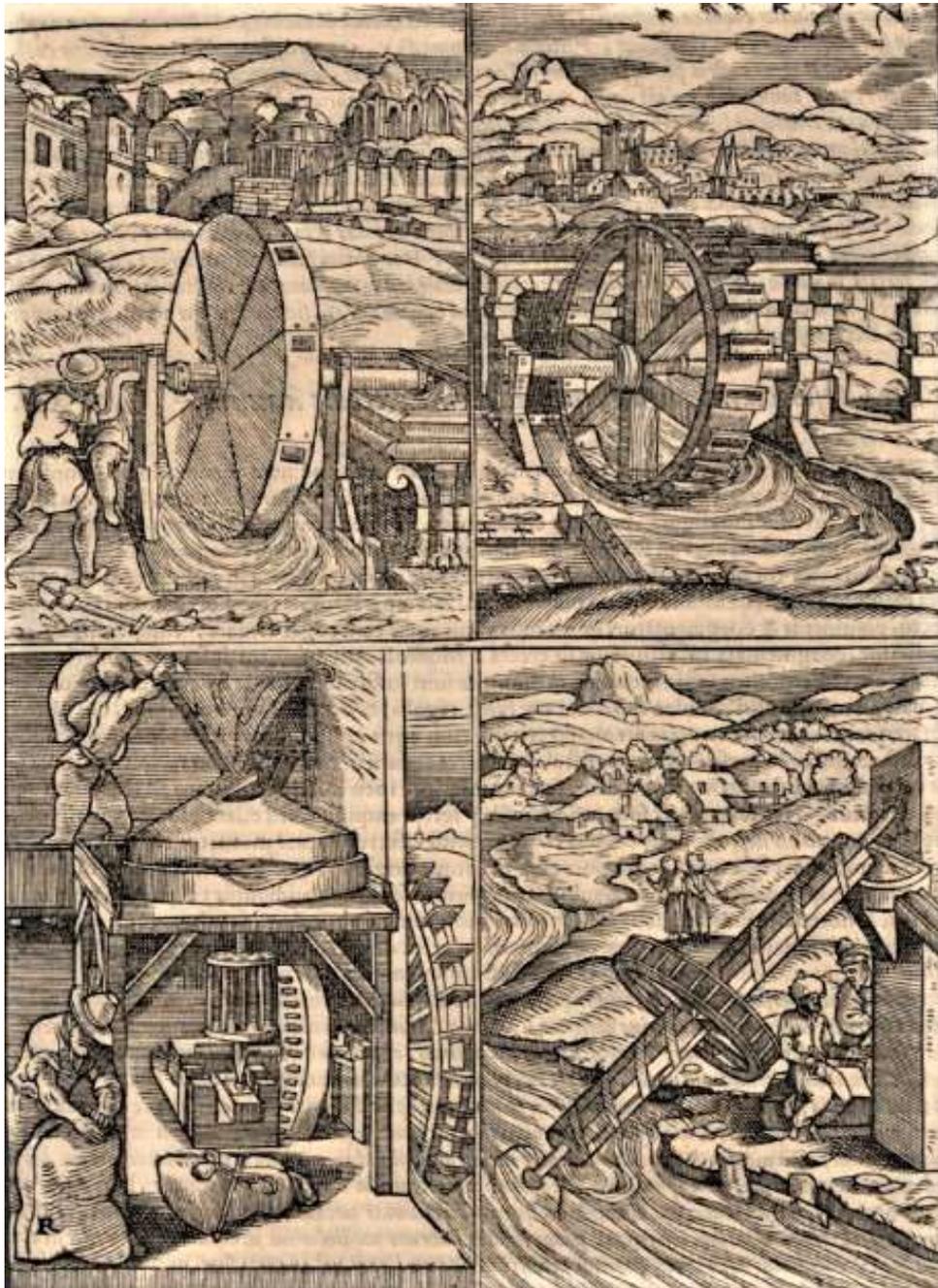




“De Architectura”. Marco Vitruvio Polion.

Traducido y comentado por Daniel Barbaro hacia 1556.



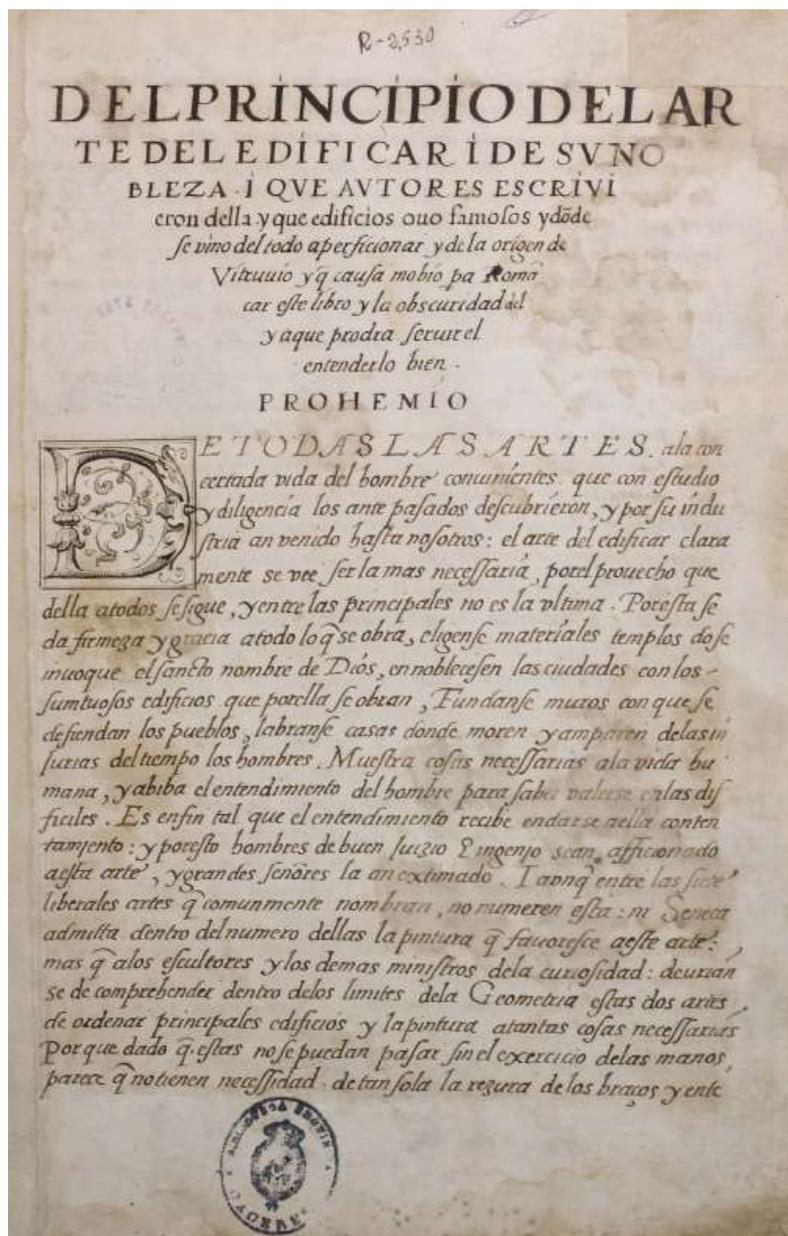


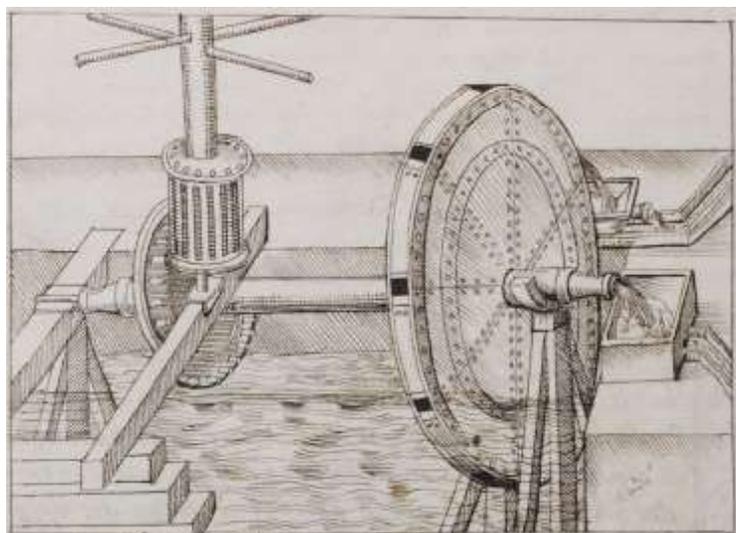
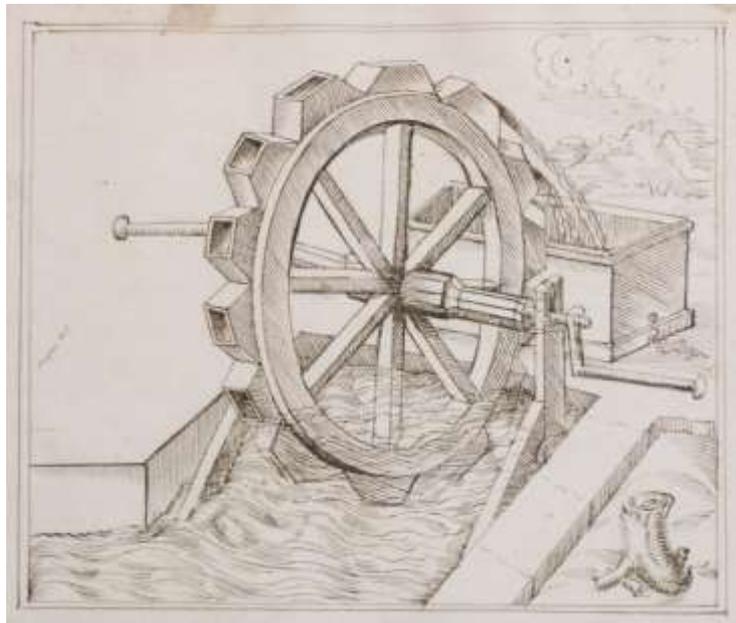
Interpretaciones de Barbaro sobre el texto vitruviano: Tímpano. Rueda hidráulica vertical para elevar agua.

Molino de rueda vertical o molino vitruviano. Tornillo de Arquímedes.

“De Architectura”. Marco Vitruvio Polion.

Traducido del latín por Lázaro de Velasco, primera traducción al castellano, mediado el siglo XVI.





Dibujos de Lázaro de Velasco reinterpretando los de Cesariano y Frontini, sobre una rueda hidráulica para elevación de agua y un tímpano.

“De Architectura”. Marco Vitruvio Polion.

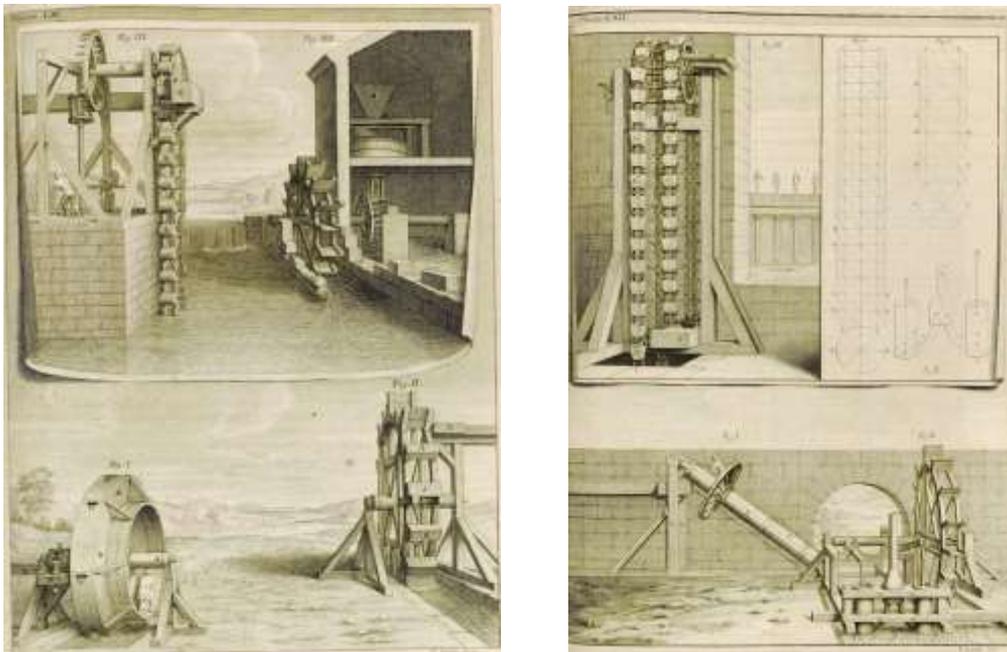
Traducido y corregido al francés por Claude Perrault, 1673.



LES DIX LIVRES  
D'ARCHITECTURE  
D E  
VITRUV E,  
CORRIGEZ ET TRADVITS  
*nouvellement en François, avec des Notes  
& des Figures.*



A PARIS,  
Chez JEAN BAPTISTE COIGNARD,  
rue Saint Jacques, à la Bible d'or.  
M DC LXXIII  
AVEC PRIVILEGE DU ROI.



Interpretaciones de Perrault sobre el texto vitruviano: Máquina hidráulica para elevar agua, molino de rueda vertical o molino vitruviano, tímpano y rueda vertical de elevación de agua.

Otra máquina de elevar agua y diseño de tornillo de Arquímedes. Combinación de rueda hidráulica y tornillo de Arquímedes.

**“De Architectura”. Marco Vitruvio Polion.**

Traducido al castellano por Joseph Ortiz y Sanz, en 1787.

LOS DIEZ LIBROS  
**DE ARCHITECTURA**  
DE M. VITRUVIO POLIÓN

TRADUCIDOS DEL LATIN,

Y COMENTADOS

*POR DON JOSEPH ORTÍZ Y SANZ,*

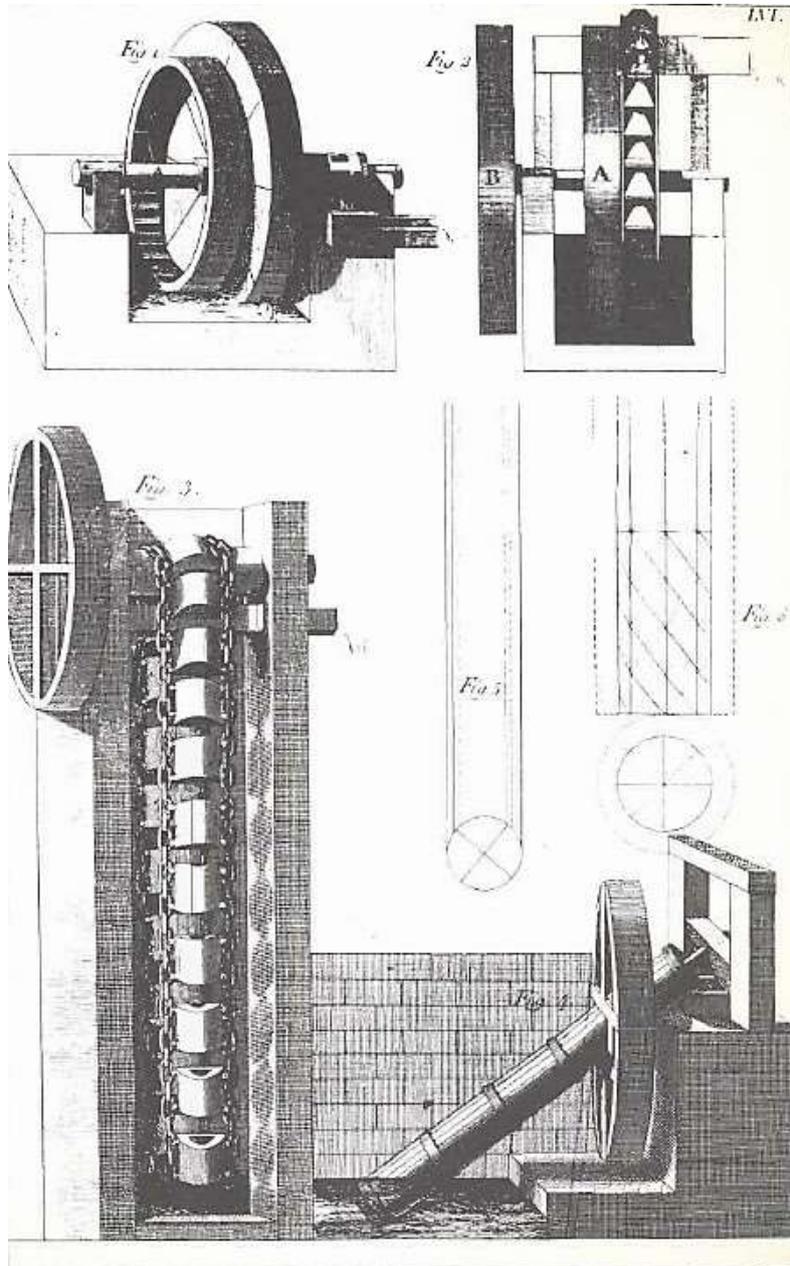
*PRESBITERO.*

*DE ORDEN SUPERIOR.*

---

EN MADRID EN LA IMPRENTA REAL.

AÑO DE 1787.

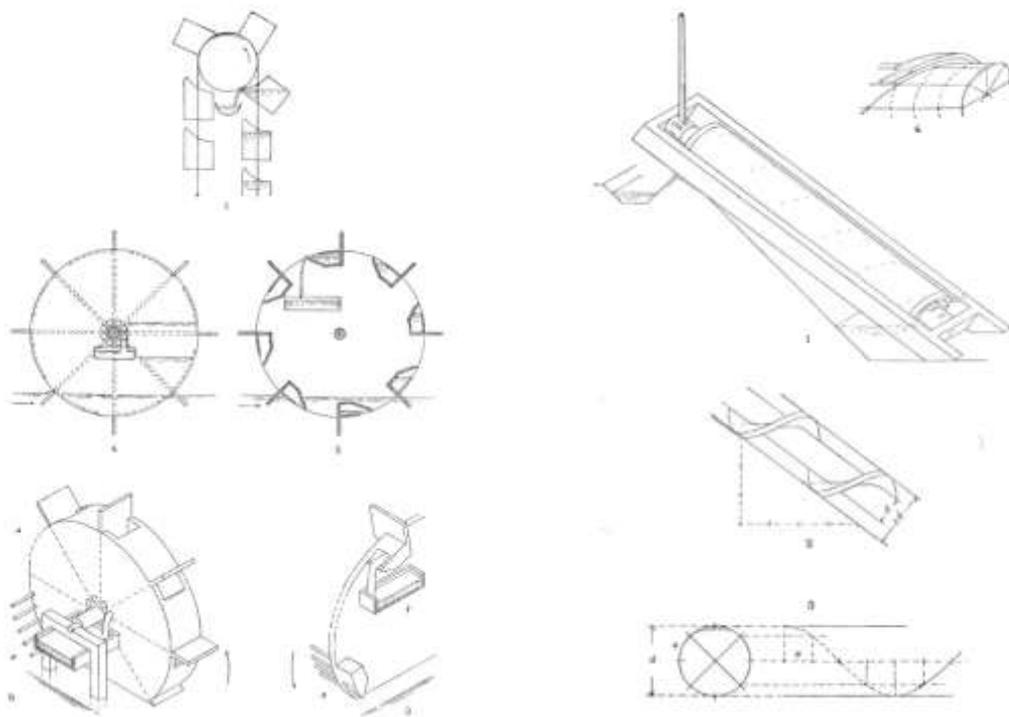


Interpretación de Ortiz y Sanz sobre el texto vitruviano: El tímpano vitruviano. La rueda hidráulica vertical para elevación de agua. Otra máquina, noria de rosario, para elevación de agua. Tornillo de Arquímedes.

“De Architectura”. Marco Vitruvio Polion.

Traducido al francés por Auguste Choisy, en 1909.





Interpretación de Auguste Choisy sobre el texto vitruviano: Máquina hidráulica de elevación. Rueda hidráulica vertical para elevación de agua. El tímpano vitruviano. Tornillo de Arquímedes.



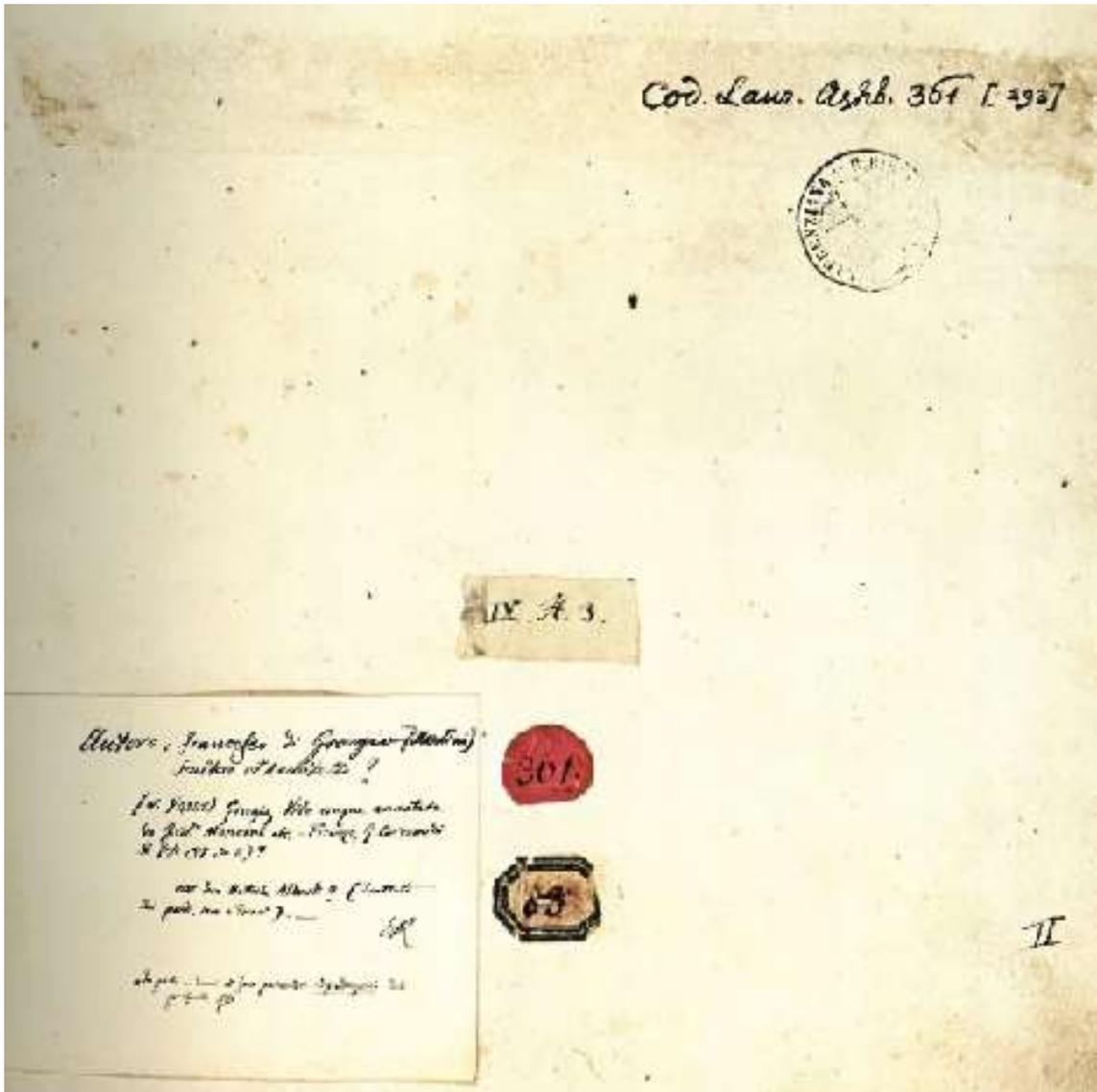
**TRATADOS DE ARQUITECTURA.**

Examinaremos a continuación otros tratados que contemplan en parte o en su todo, ingenios y máquinas de la arquitectura hidráulica

.

**Tratatto di architettura. Códice Asburham.**

Escrito por Francesco di Giorgio Martini en 1492.



## CAPÍTULO II: ARQUITECTURA, INGENIOS Y MÁQUINAS HIDRÁULICAS 183



Ruedas hidráulicas verticales para elevación de agua y en combinación con otros ingenios como el tornillo de Arquímedes para configurar máquinas más complejas.

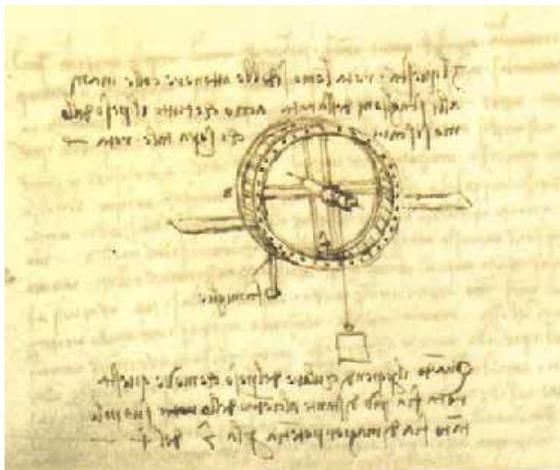
**Tratado de Estática y Mechanica. Códice Madrid I.**

Escrito por Leonardo da Vinci en 1493.

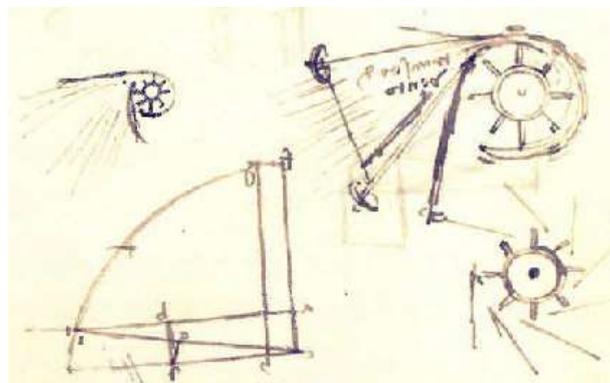
**Tratados varios de Fortificación, Estática y Geometría. Códice Madrid II.**

Escrito por Leonardo da Vinci en 1491.





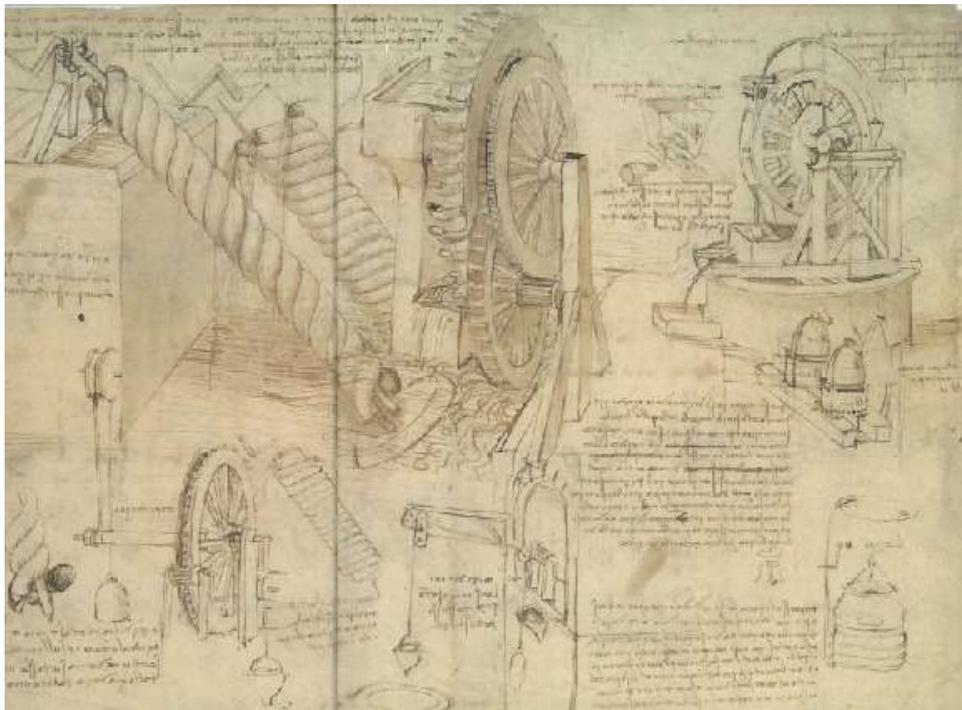
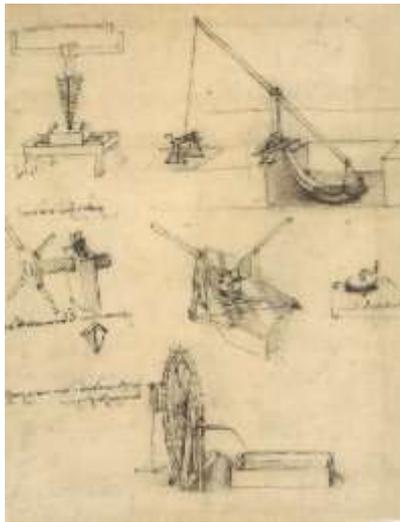
Código I. Estudios sobre ruedas hidráulicas: Golpe del agua sobre la pala y los cangilones de la rueda del molino. Cuanto más delgado sea el eje de las ruedas, más fácil será el movimiento. Movimiento de redas mediante manivela.



Códice II. Estudios sobre ruedas hidráulicas: Estudio sobre el vaciado y llenado de los cangilones de una rueda, dependiendo de su situación, los superiores se vacían, mientras que los inferiores se llenan. Giro de las ruedas debido al tránsito del viento.

**Códice Atlántico.**

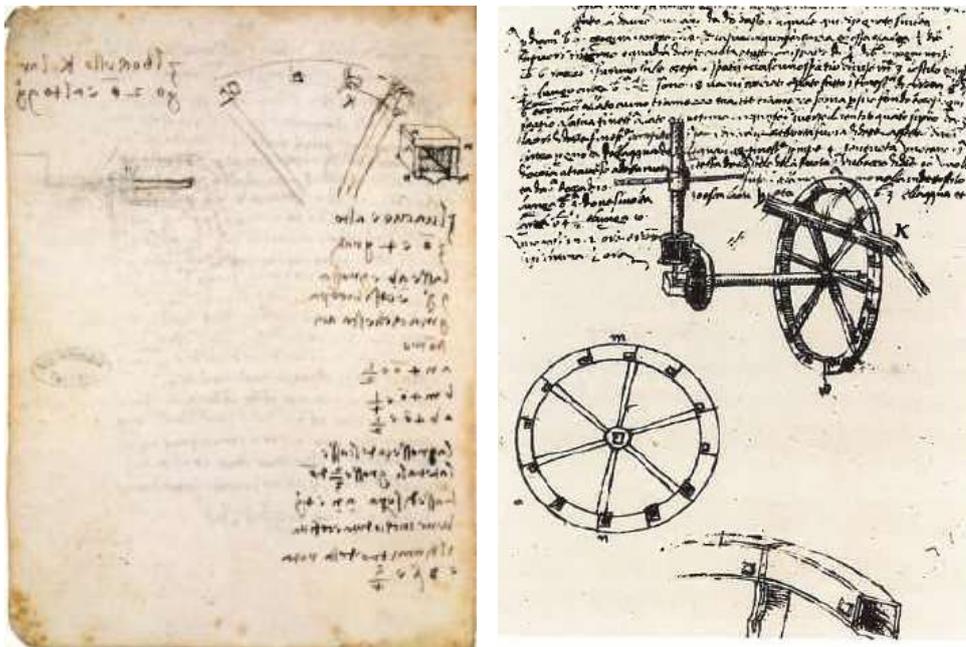
Escrito por Leonardo da Vinci entre 1478 y 1519



Ruedas hidráulicas verticales para elevación de agua, tornillos de Arquímedes y combinaciones entre ellos para configurar máquinas más complejas.

### Código Atlántico.

Escrito por Leonardo da Vinci entre 1478 y 1519

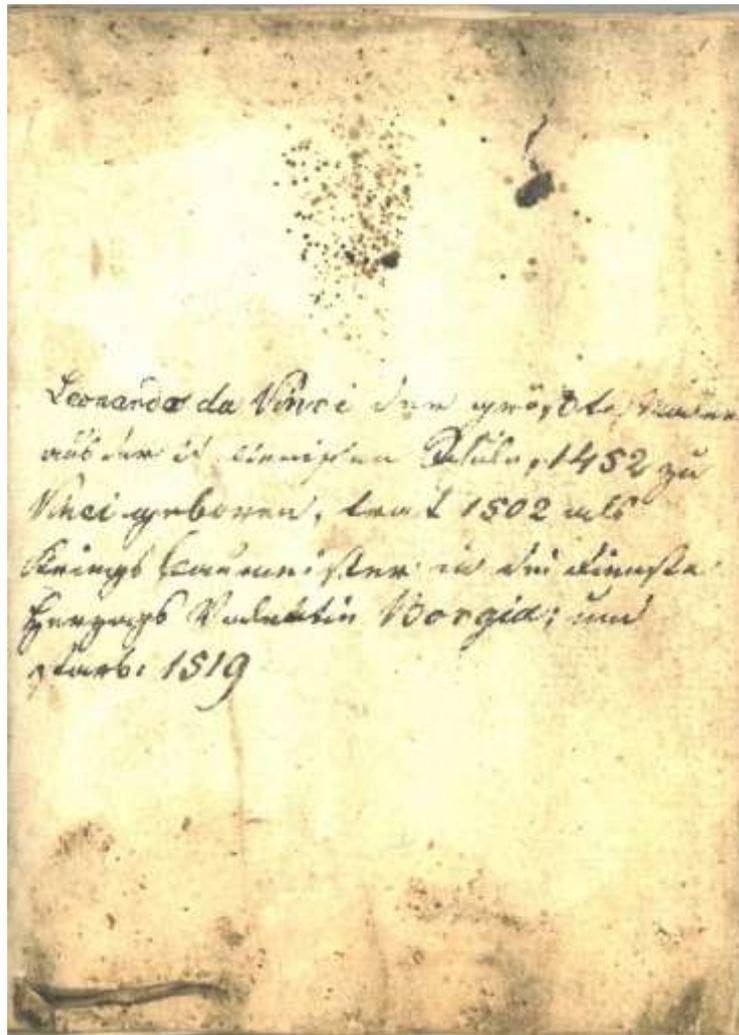


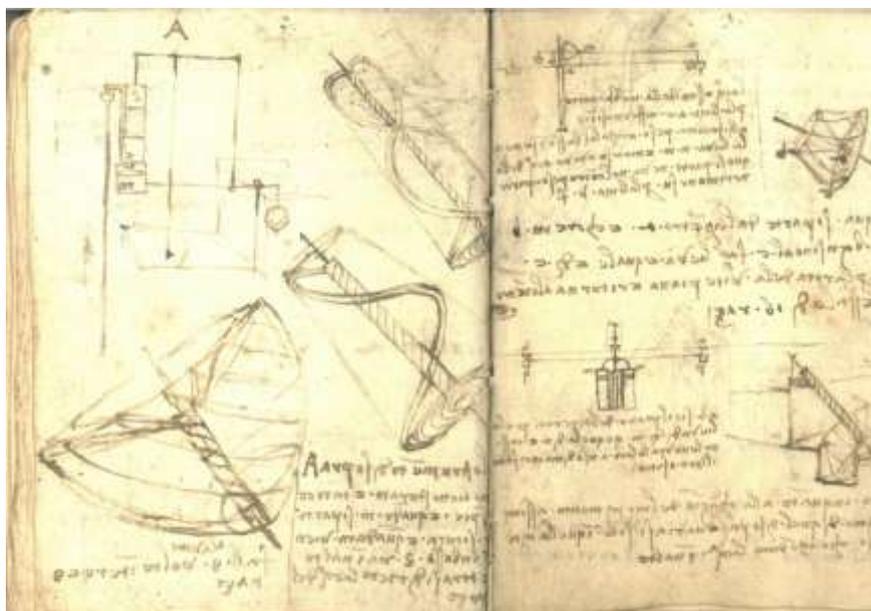
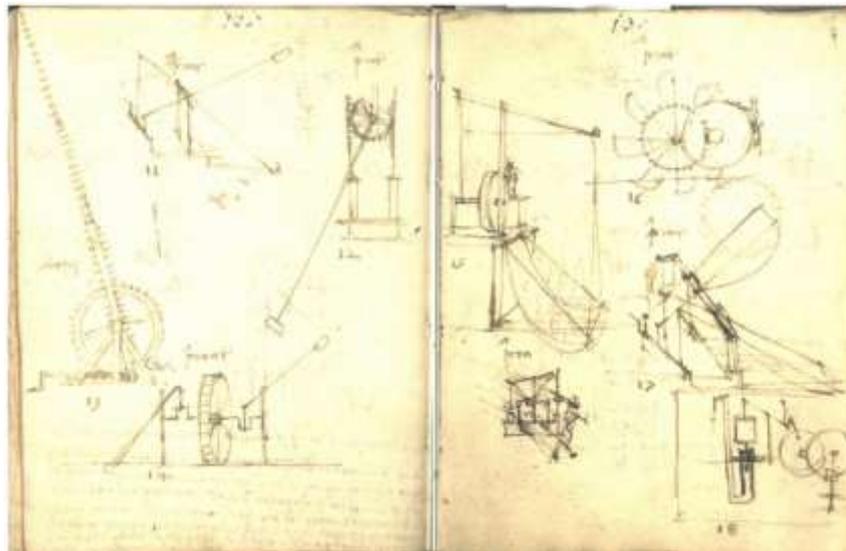
Estudio sobre ruedas hidráulicas verticales para elevación de agua, cangilones entre radios a modo de cajones huecos.

Máquina Rucellai detalles de la rueda hidráulica, disposición de cangilones en la rueda y detalle de cajones-cangilones huecos.

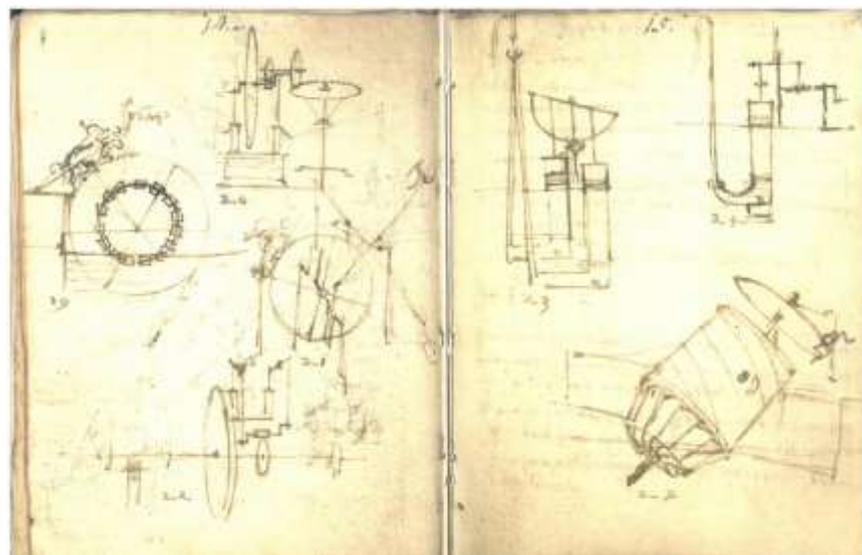
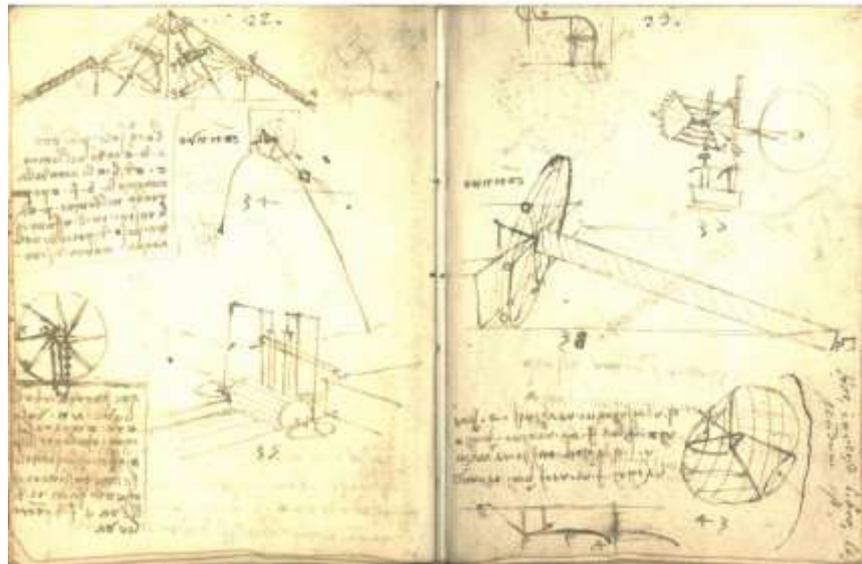
**Il Codice Forster I.**

Escrito por Leonardo da Vinci en 1505.





Estudio de cigüeñal, ruedas y hélices. Tornillos de Arquímedes.

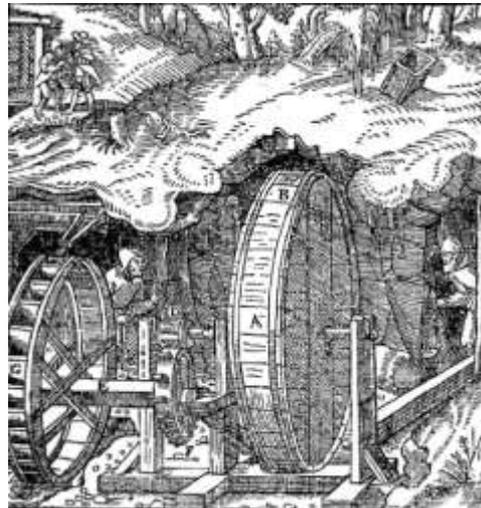
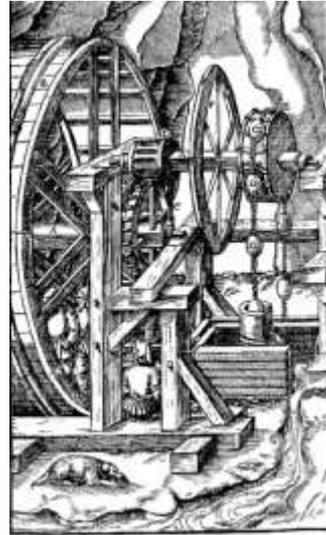


Estudio de tímpano, ruedas de engranajes y tornillo hidráulico.

**De re Metallica.**

Escrito por Georg Pauer (Georgius Agricola) en 1556.



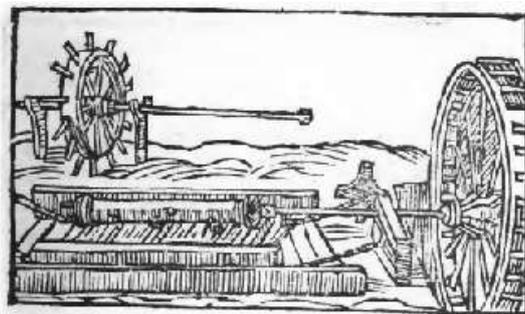
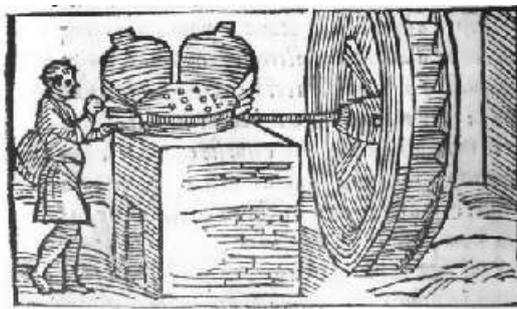
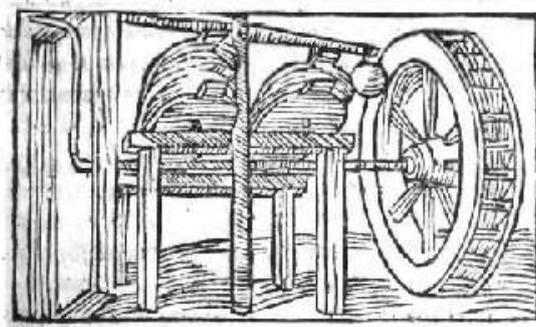
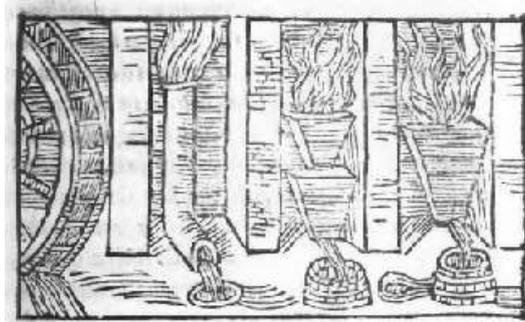


Ruedas hidráulicas de corriente moviendo mecanismos para la extracción del agua del subsuelo en achiques mineros: Una especie de bomba. Combinación de rueda vertical y rueda de rosario. Norias de corriente escalonadas accionando una bomba. Rueda vertical que acciona una especie de tímpano.

**Pirotechnia.**

Escrito por Vannuccio Biringuccio en 1559.



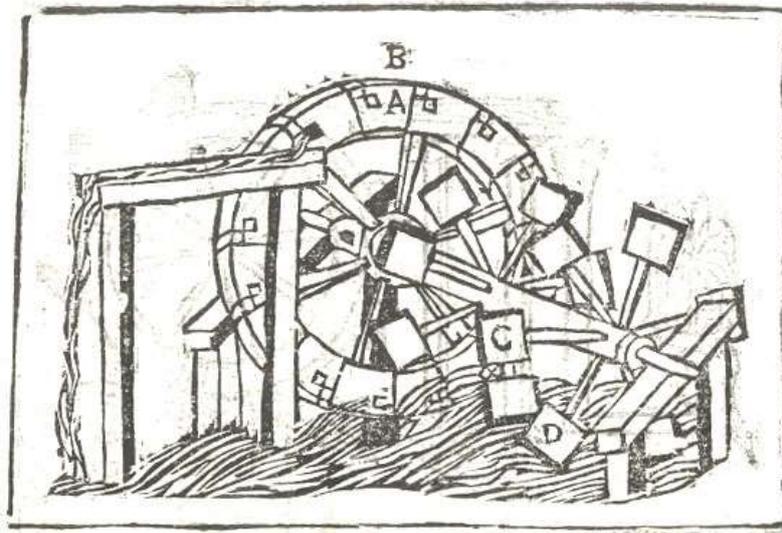
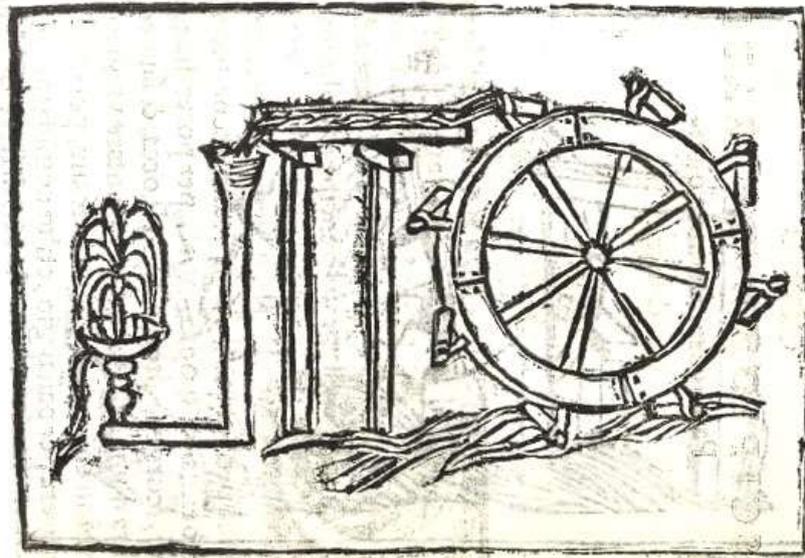


Ruedas hidráulicas verticales de corriente accionando molinos y sopladores en la fabricación de explosivos. Rueda hidráulica vertical accionando mecanismo para fabricación de cañones.

**Inventioni.**

Escrito por Giovanni Battista Isacchi en 1579.

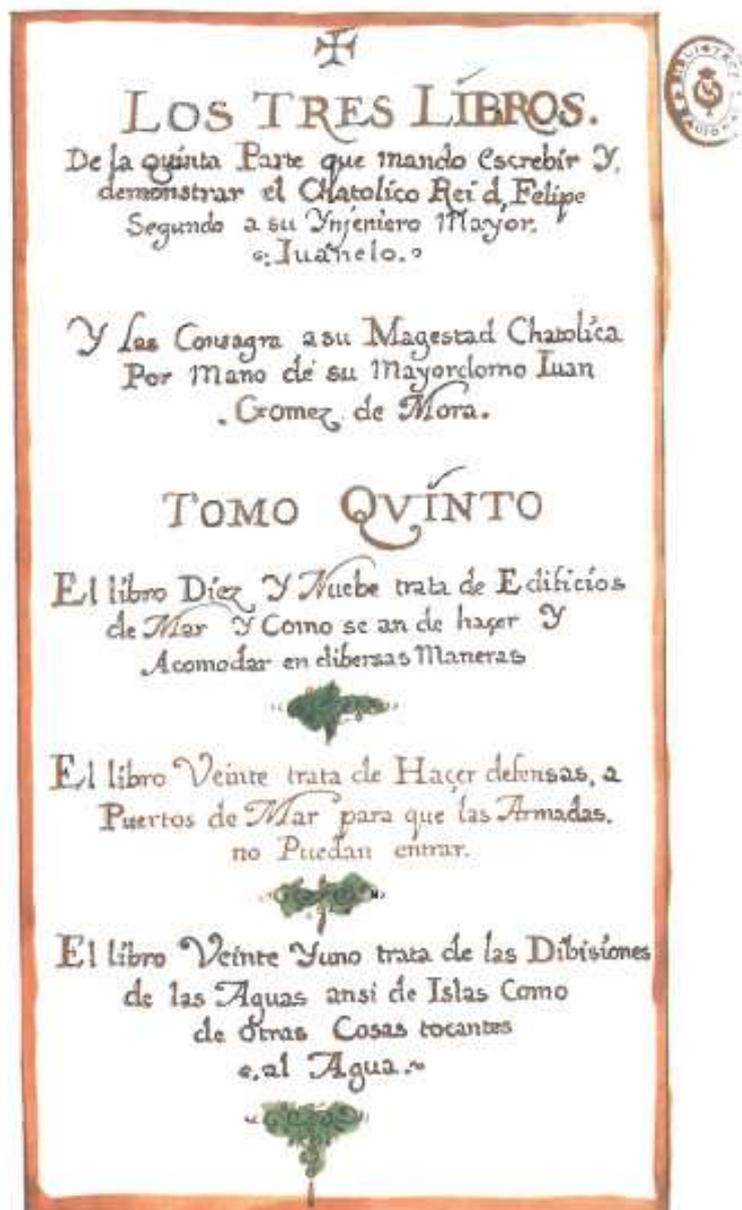


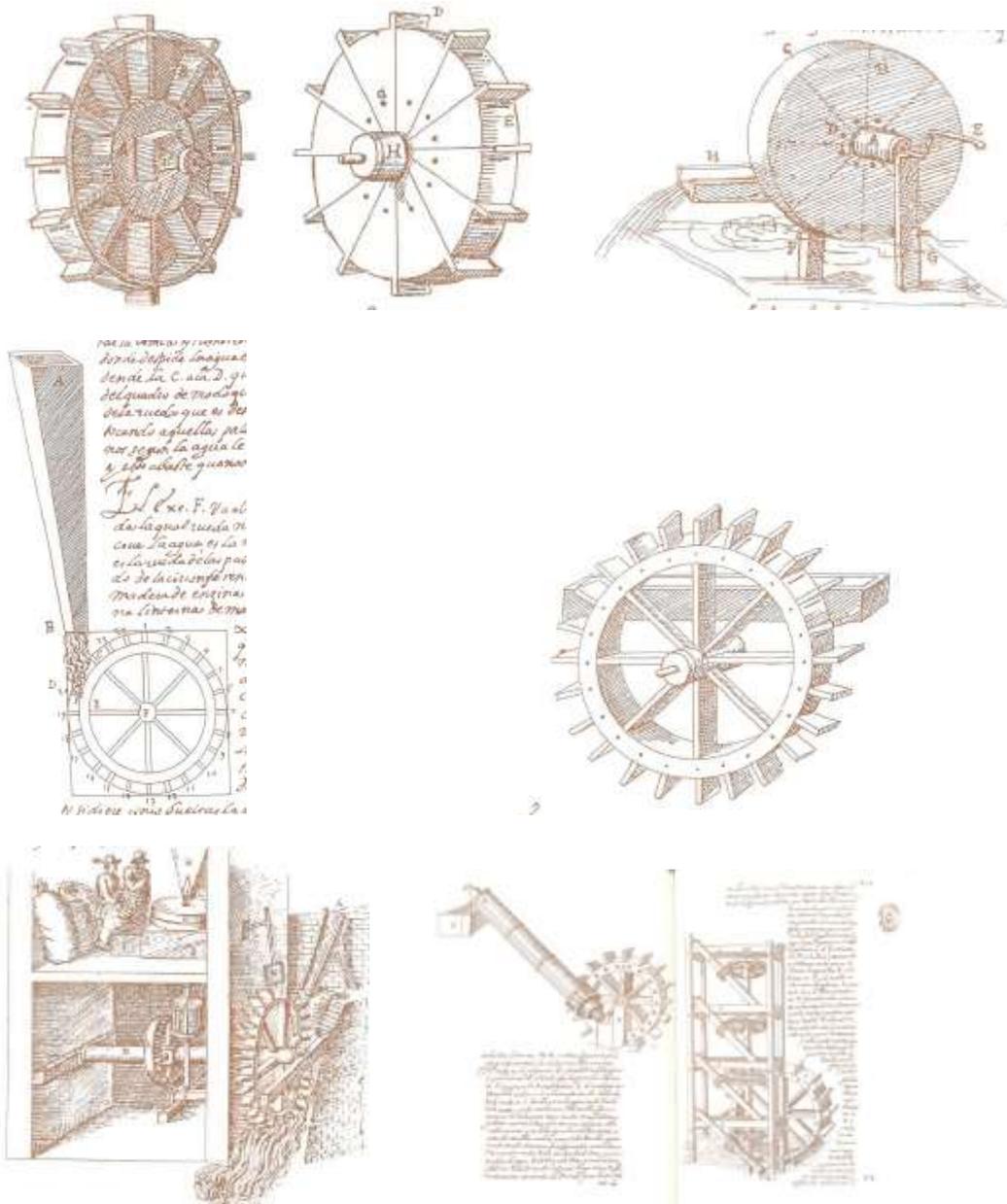


Ruedas hidráulicas verticales de corriente: Elevando y suministrando agua a una fuente. Elevando agua y moviendo otras ruedas o mecanismos.

### Los XXI Libros de los ingenios y las máquinas.

Escrito por Juanelo Turriano o probablemente por Pedro Juan de Lastanosa entre 1569 y 1595.





Alzado seccionado, perfil y perspectiva de un tímpano.

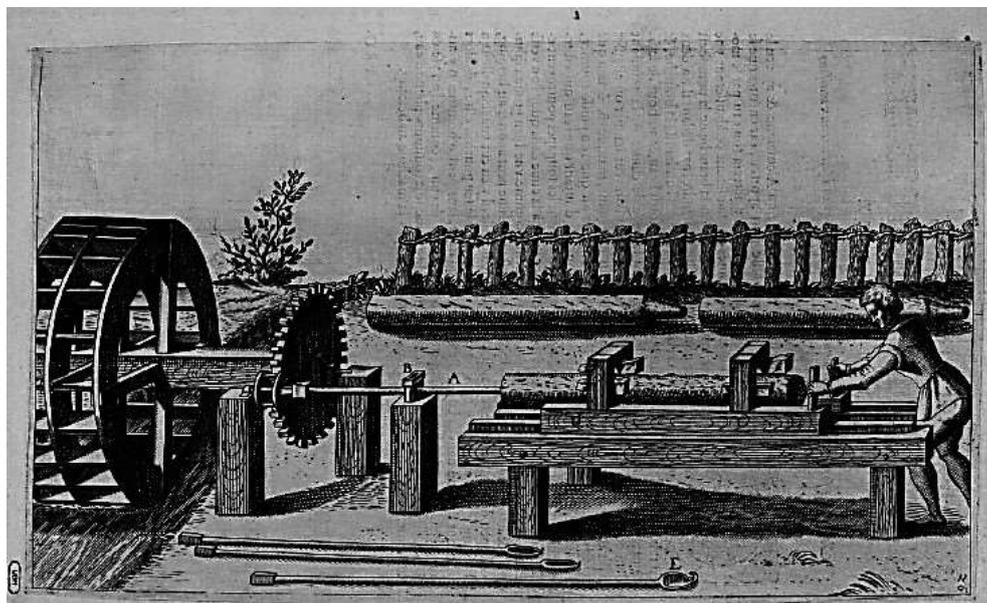
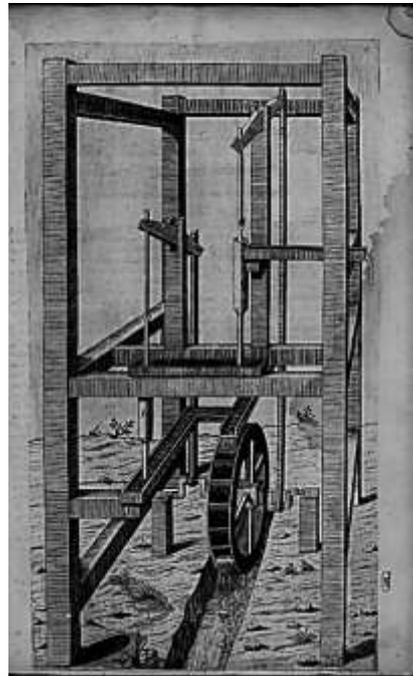
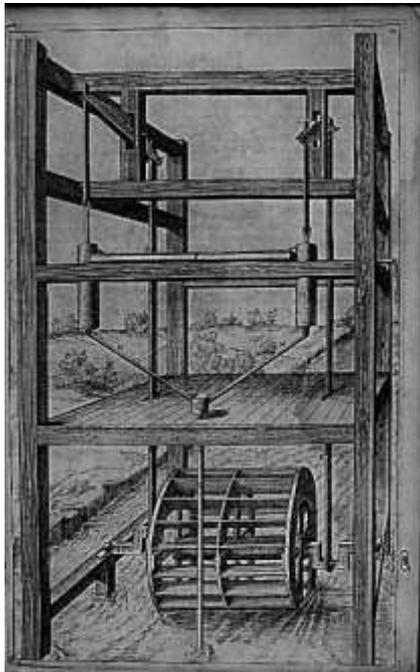
Rueda hidráulica vertical de corriente con alimentación superior. Rueda hidráulica vertical de corriente con alimentación inferior.

Molino de rueda vertical o molino vitruviano. Asociación de ruedas hidráulicas verticales de corriente y tornillos de Arquímedes.

**Les Raisons des forces mouvantes, avec diverses machines tant utiles que plaisantes.**

Escrito por Salomón de Caus en 1615.





Ruedas hidráulicas verticales de corriente:

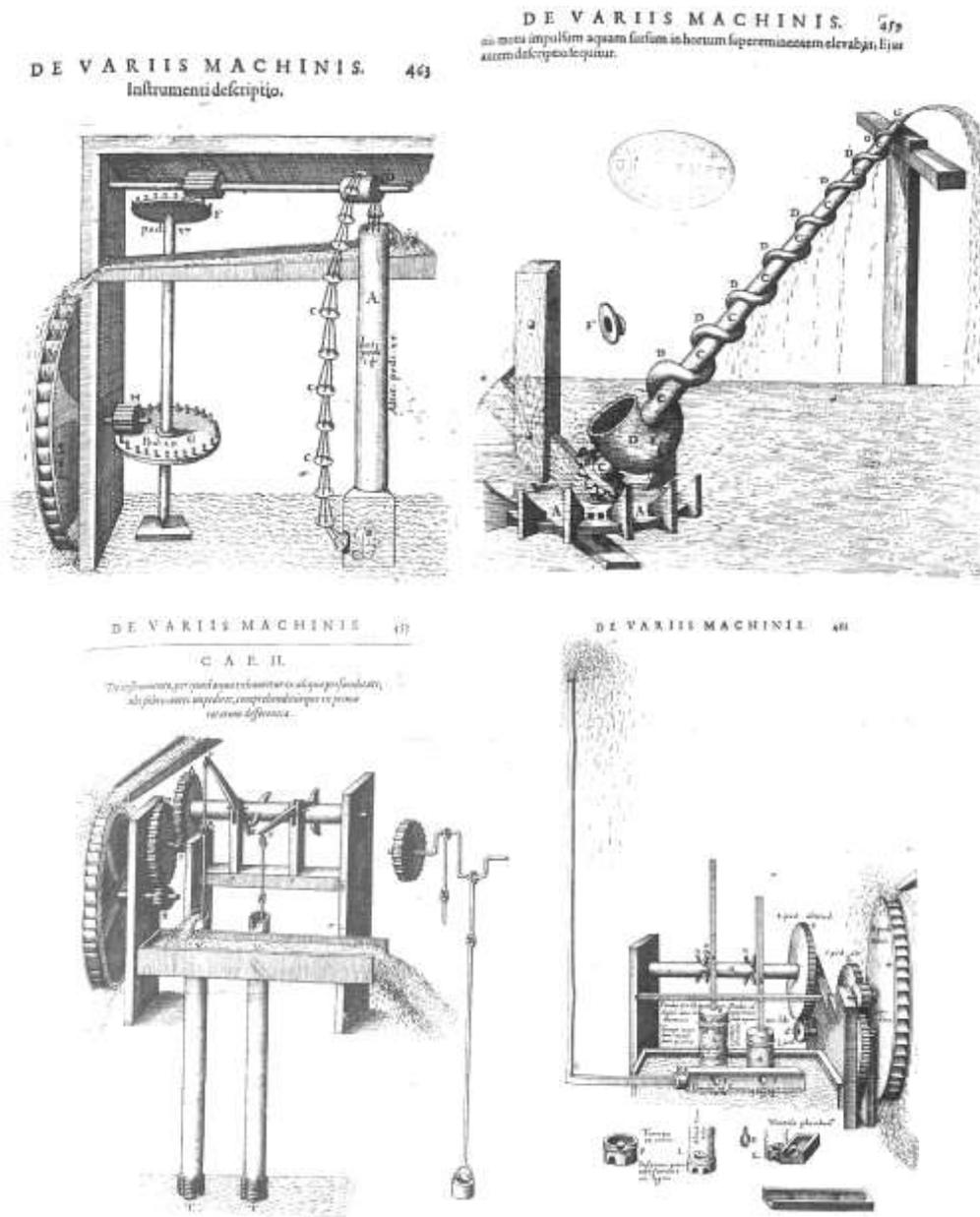
Accionando una especie de bomba.

Rebajando y ahucando troncos de árboles.

**Utriusque Cosmi Maioris ... Metaphysica, Physica atque Technica Historia.**

Escrito por Robert Fludd entre 1617 y 1624.



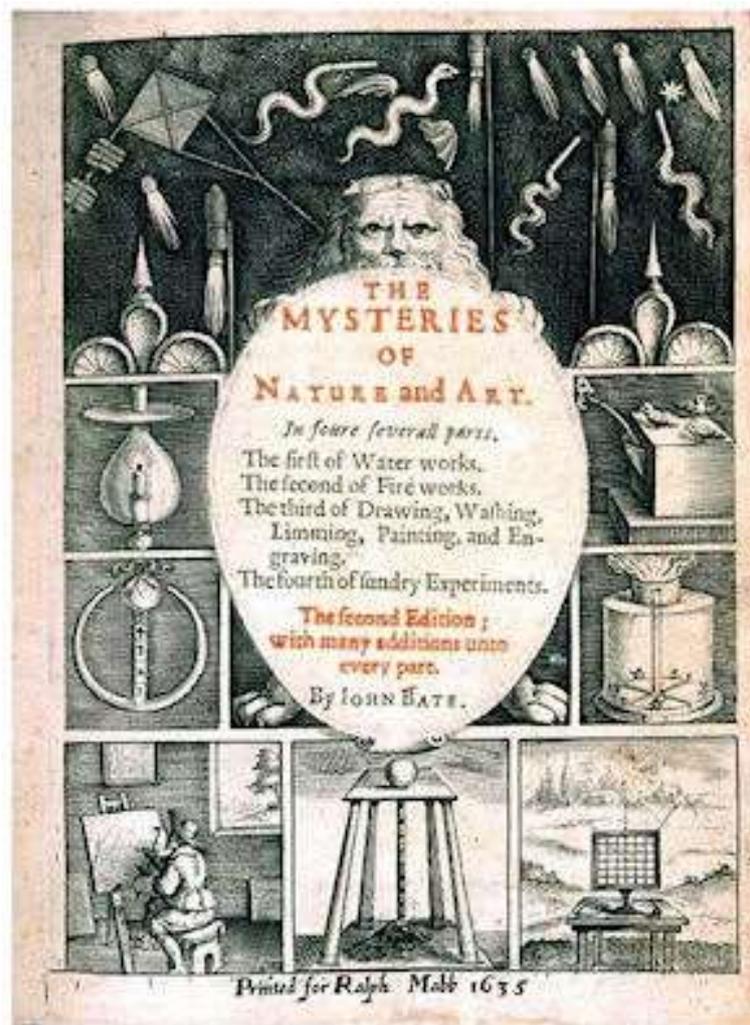


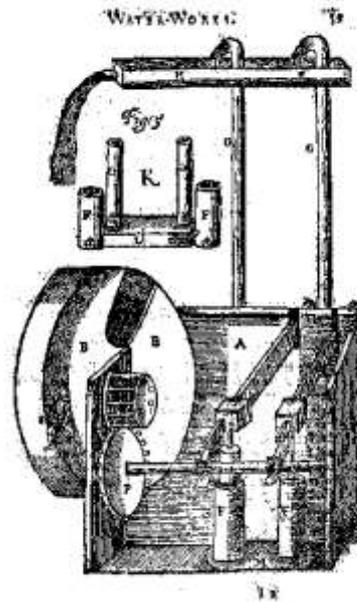
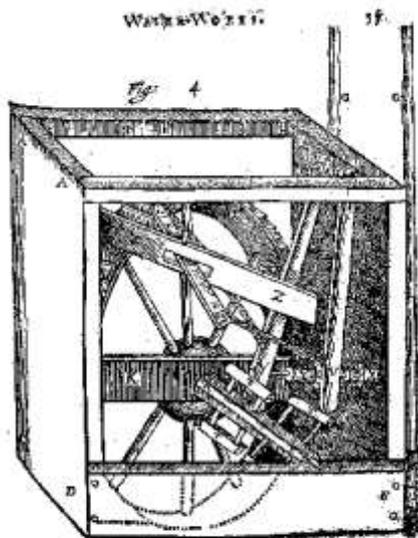
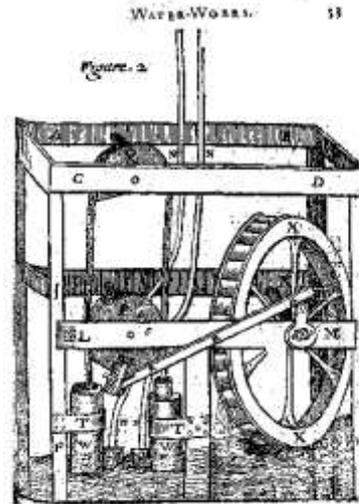
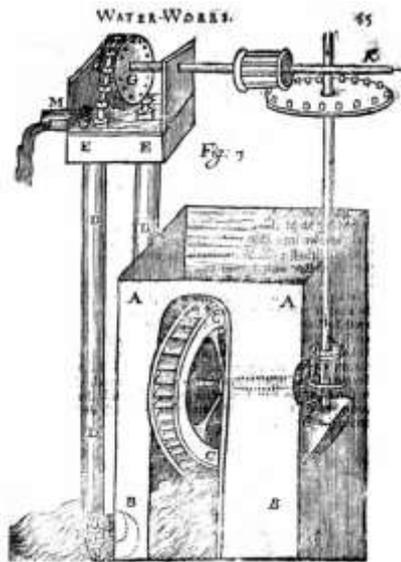
Combinación de ruedas hidráulicas verticales de corriente para la consecución de movimiento perpetuo: Recibiendo agua superiormente y transmitiendo movimiento a la noria de rosario que la alimenta. Una especie de Tornillo.

Elevando agua por medio de una especie de bomba. Impulsión a un surtidor.

**The Mysteries of Nature and Art .**

Escrito por John Bate en 1634.

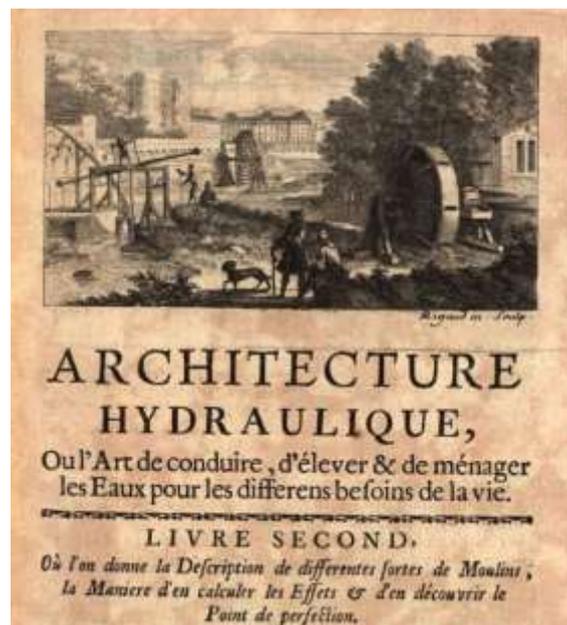
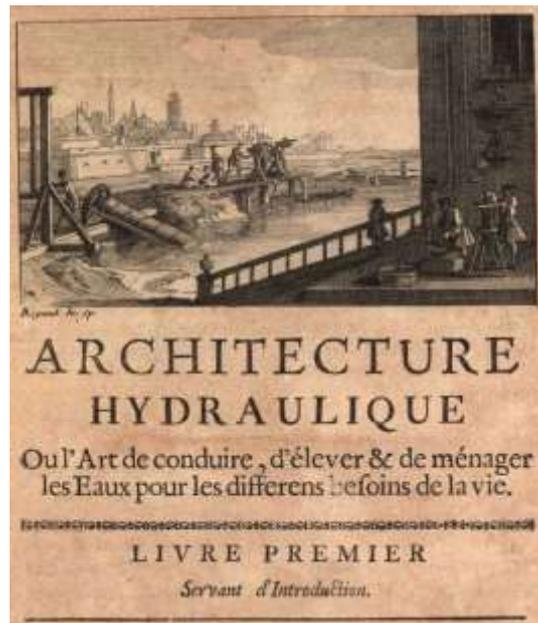


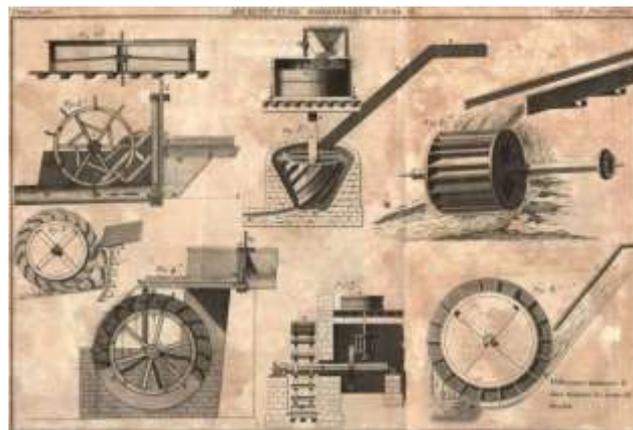
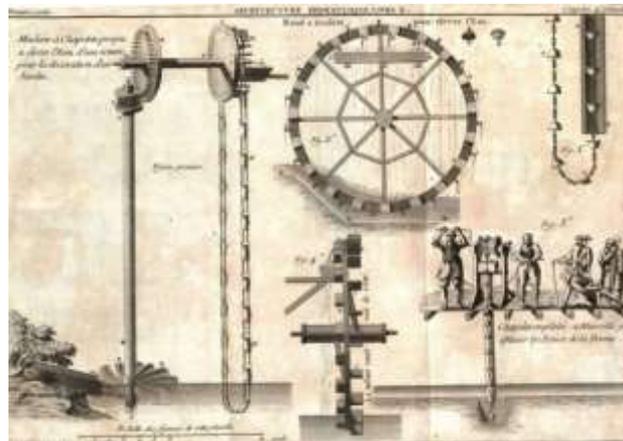
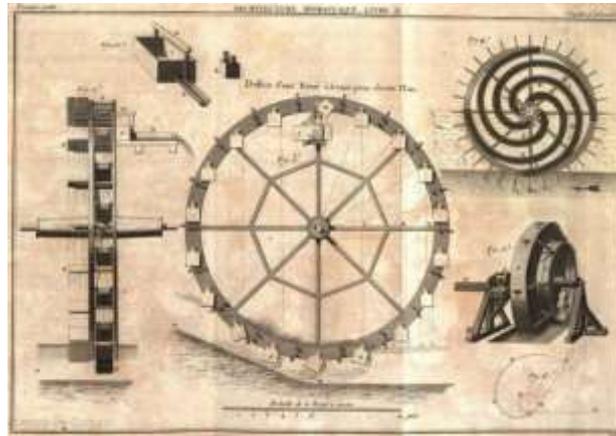


Combinación de ruedas hidráulicas verticales de corriente para la elevación de agua por medio de bombas.

**Arquitectura Hidráulica. Architecture hydraulique, ou l'Art de conduire, d'élever et de ménager les eaux pour les différens besoins de la vie.**

Escrito por Bernard Forest de Bélidor entre 1737 y 1739.

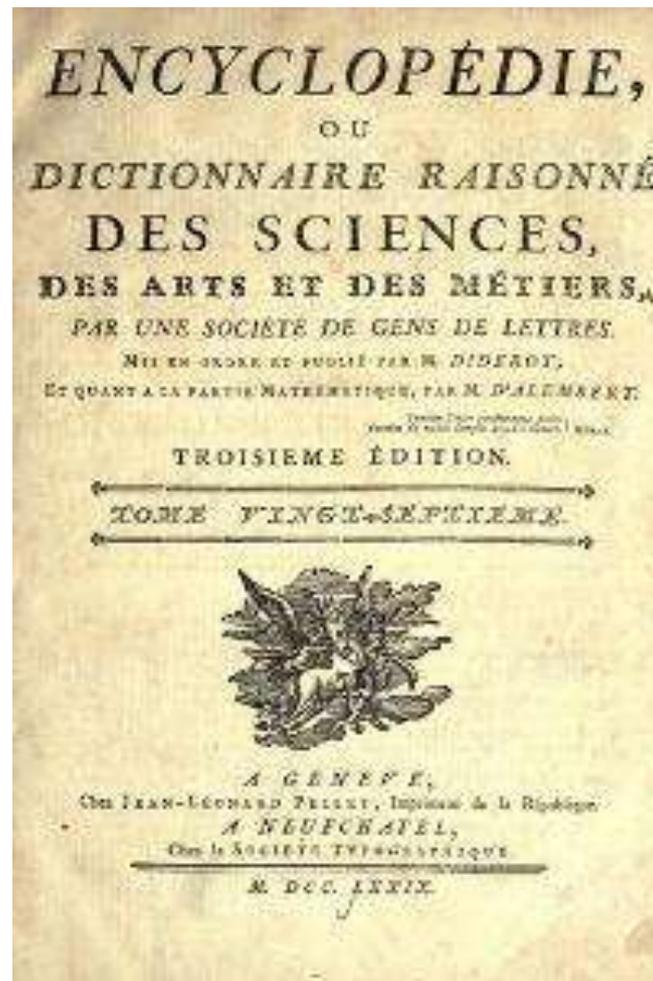


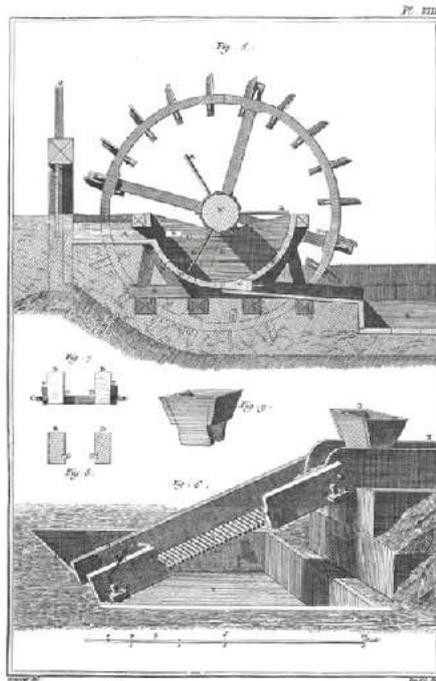


Rueda de corriente poco evolucionada y tímpano movido por la fuerza humana.  
Rueda de corriente y otros mecanismos hidráulicos. Norias de corriente de carga superior e inferior

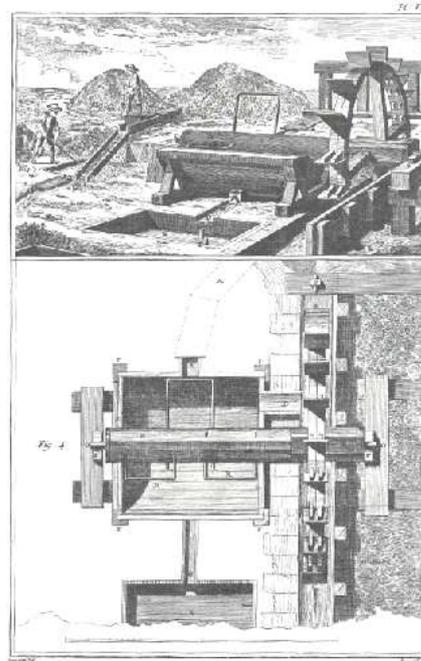
L'Encyclopédie o Dictionnaire raisonné des sciences, des arts et des métiers.

Escrito por Denis Diderot et Jean le Rond d'Alembert entre 1751 y 1772.

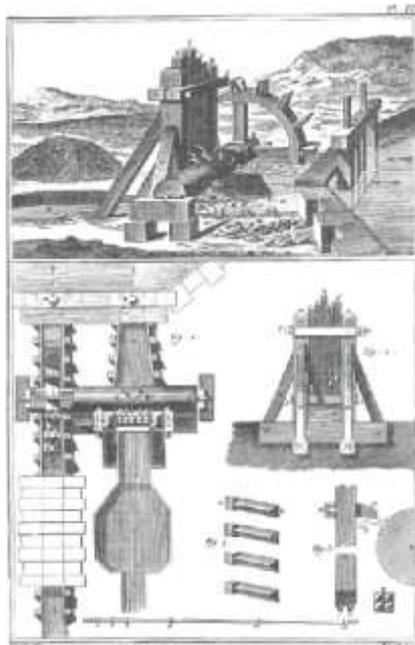




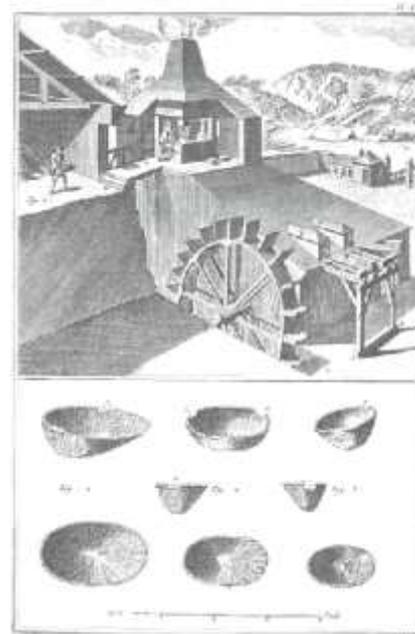
*Forges, à Sidiou, Damiette et Egypte.*



*Forges, à Sidiou, Damiette et Egypte.*



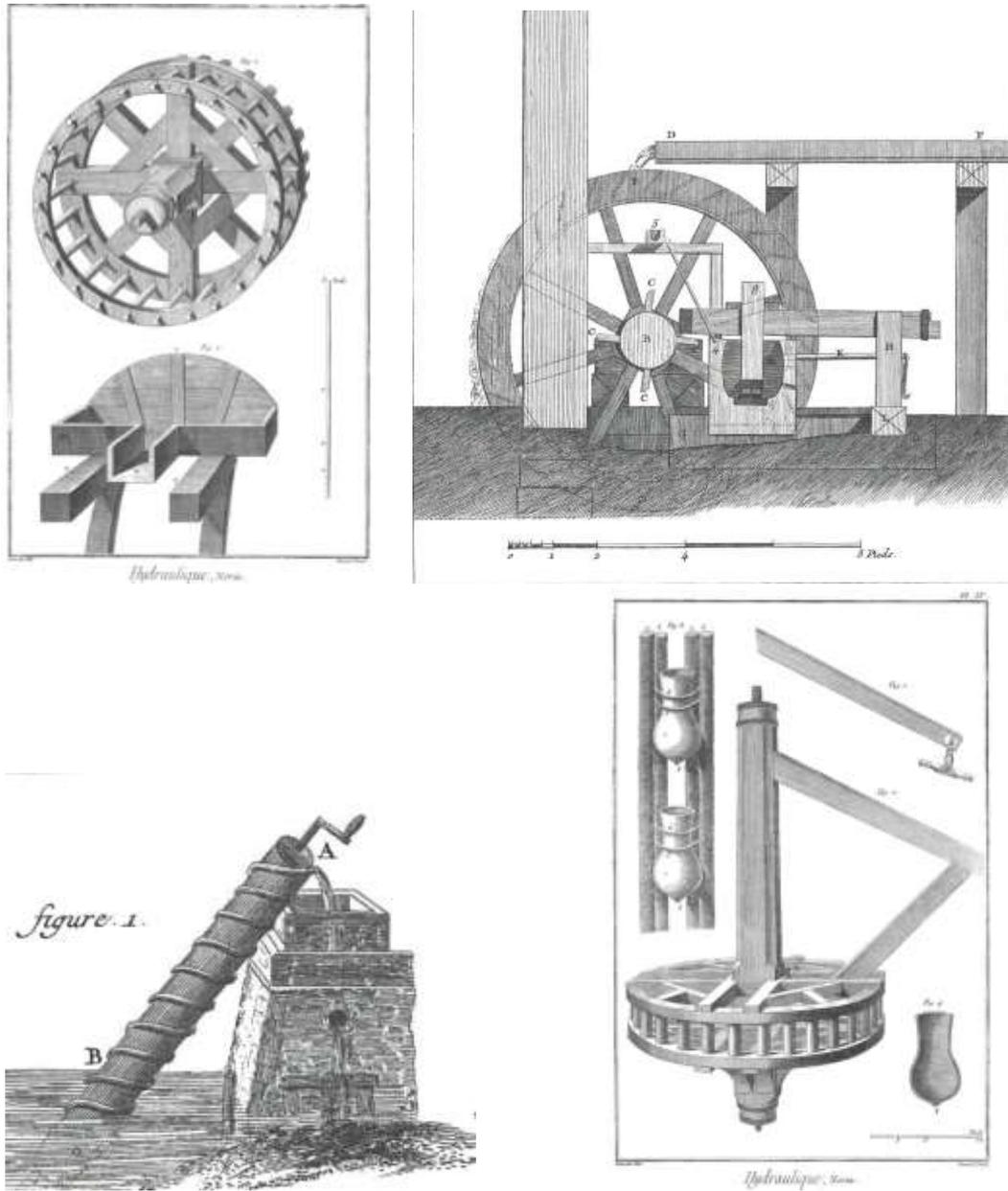
*Forges, à Sidiou, Damiette et Egypte.*



*Forges, à Sidiou, Damiette et Egypte.*

Tomo 4. Ruedas hidráulicas verticales de corriente utilizadas en usos industriales.



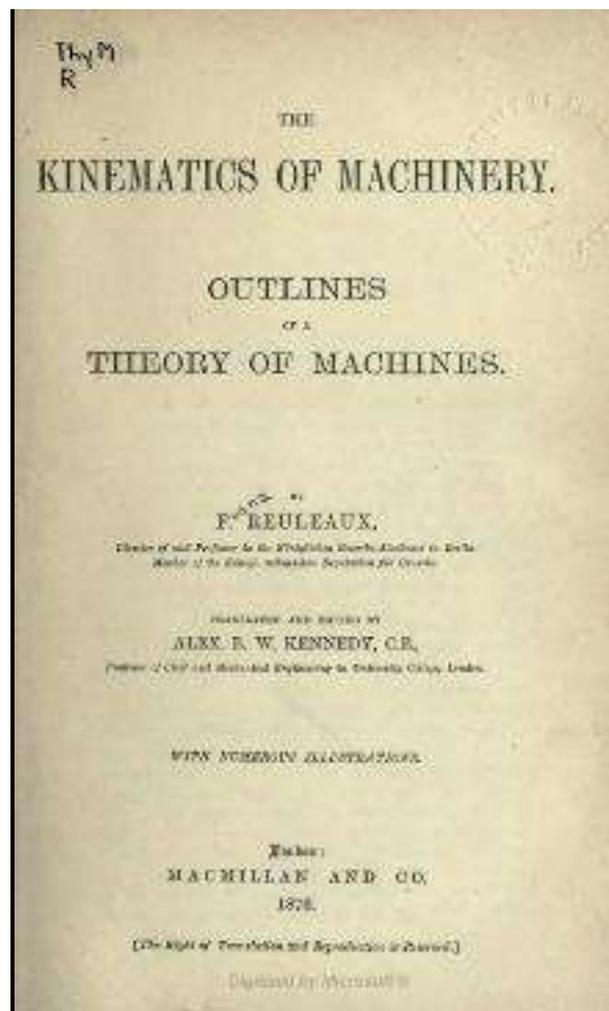


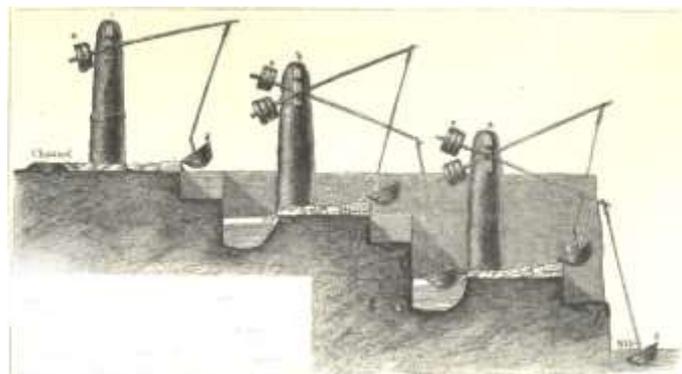
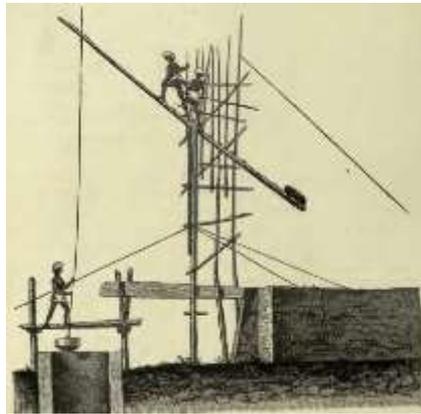
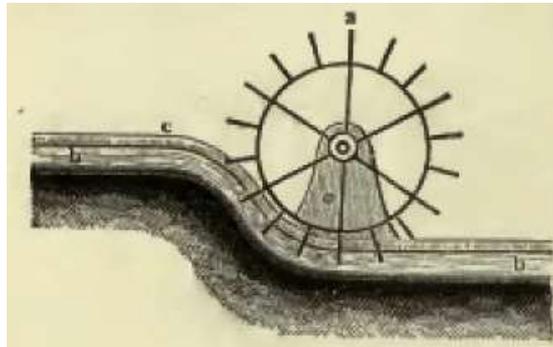
Tomo 5. Rueda hidráulica vertical de corriente utilizada en usos industriales.

Tornillo de Arquímedes. Rueda horizontal y linterna de una noria de rosario de cangilones cerámicos.

**Kinematics of machinery.**

Escrito por Franz Reuleaux en 1876.





Ingenios y máquinas hidráulicas:

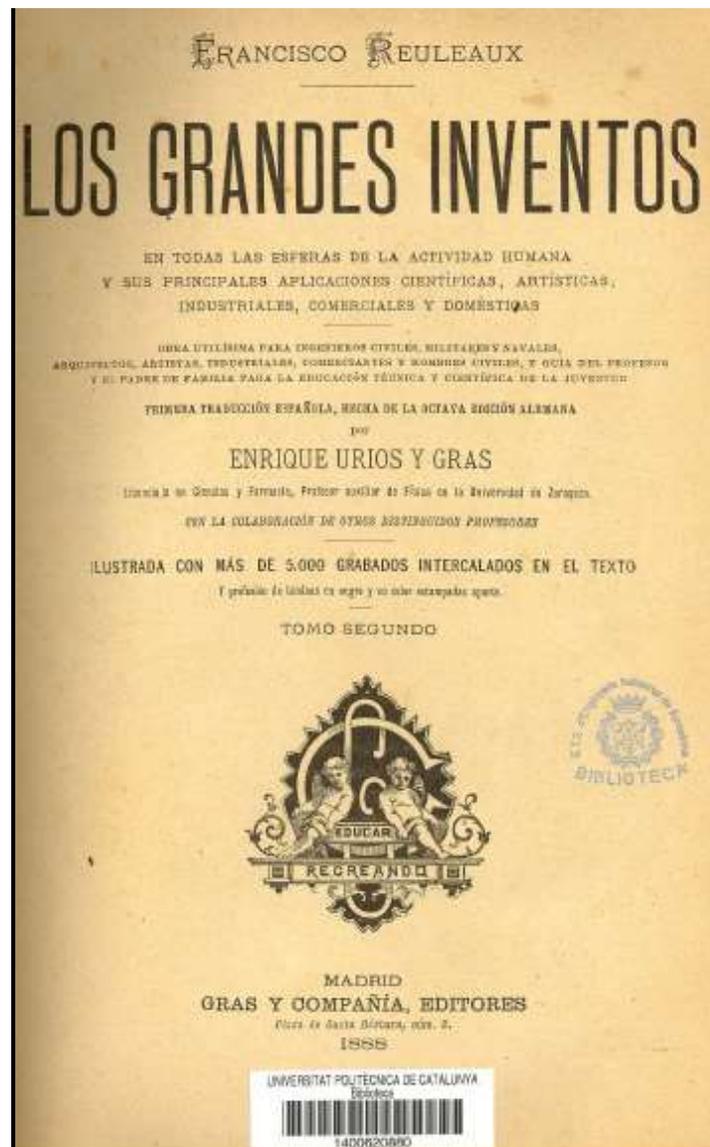
Rueda de corriente de carga inferior.

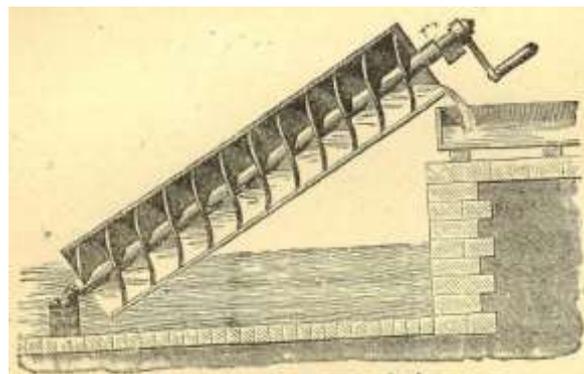
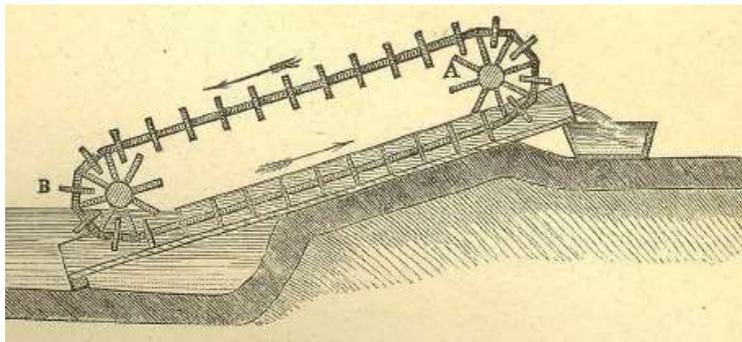
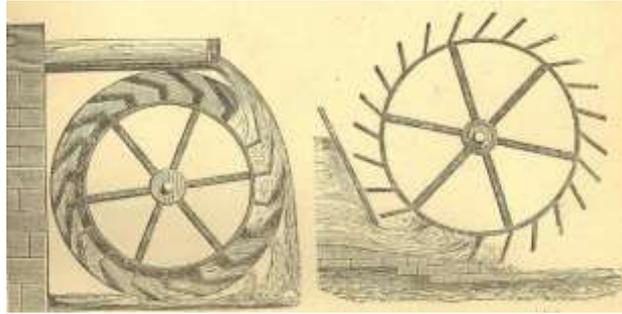
Manejo del shaduf.

Grupo de shaduf.

## Los Grandes Inventos en todas las esferas de la actividad.....

Escrito por Franz Reuleaux y traducido por Enrique Urios y Gras en 1888.





Rueda movida por la fuerza humana. Ruedas hidráulicas verticales con carga de agua superior e inferior.

Noria de rosario o paternóster.

Tornillo de Arquímedes.

Tratado de aguas y riegos.

Escrito por Andrés Llaurado en 1884.

TRATADO  
DE  
**AGUAS Y RIEGOS**

POR  
**DON ANDRÉS LLAURADÓ**

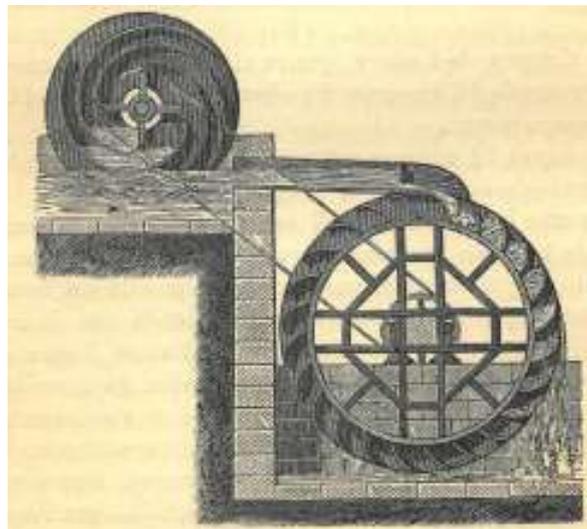
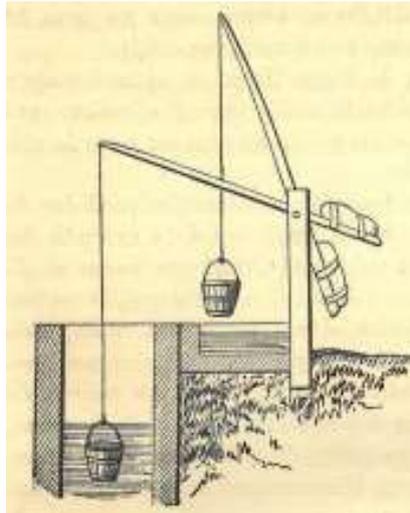
Ingeniero de Montes,  
Jefe de primera clase, Profesor de Construcción y Mecánica aplicada  
en la Escuela especial del Cuerpo,  
Comendador de las Reales Ordenes españolas de Carlos III e Isabel la Católica,  
Oficial de la Orden de San Lázaro y San Mauricio de Italia,  
de la Orden francesa del Mérito agrícola,  
Oficial de Academia de Francia, Caballero de la Orden de Cristo de Portugal,  
correspondiente de las Reales Academias de Ciencias de Madrid,  
Barcelona y Lisboa y de la de Agricultura de Turin,  
de la Sociedad nacional de Agricultura de Francia,  
de la Imperial económica de San Petersburgo,  
de la Imperial agronómica de la Rusia meridional (Odesa),  
de la Sociedad agraria de Lombardia (Milán),  
del Comicio agrario de Cuneo (Piamonte),  
de la Sociedad de Horticultura del Estado de California (Estados Unidos),  
de la Sociedad francesa para el estímulo de la industria nacional,  
etc., etc.

TOMO II  
HIDROLOGÍA AGRÍCOLA DE ESPAÑA  
SEGUNDA EDICIÓN CORREGIDA Y AUMENTADA



MADRID  
IMPRESA DE MORENO Y ROJAS  
calle de Isabel la Católica, 10.

1884

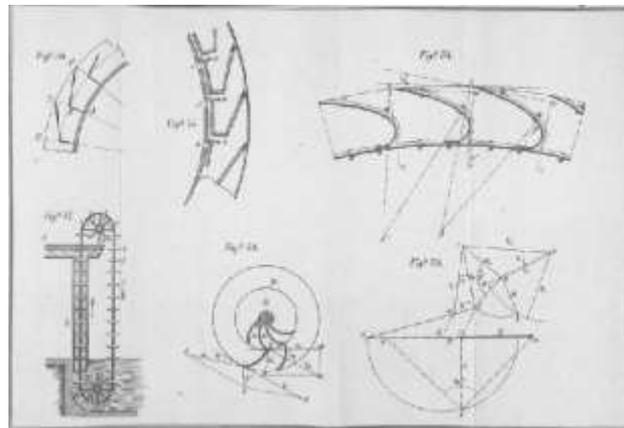
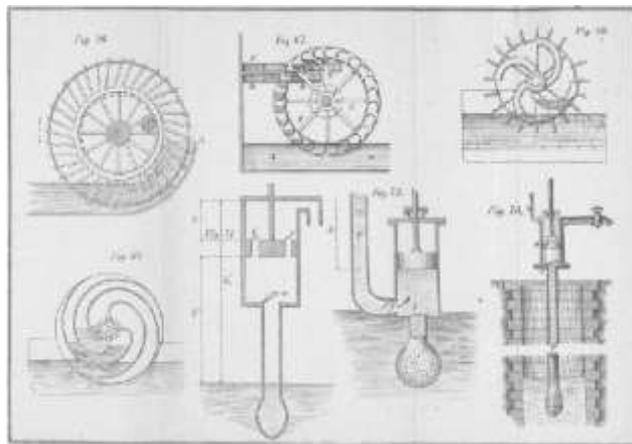
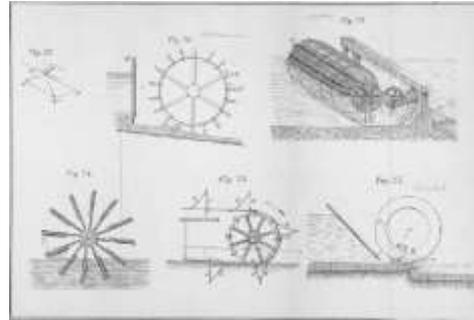
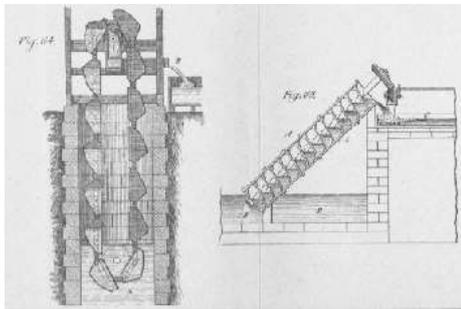


Shaduf , alhatara o cigüeñal. Rueda hidráulica vertical con carga de agua superior.

**Las máquinas hidráulicas.**

Escrito por Ricardo Aranaz e Izaguirre y Rafael Lorente y Armesto en 1894.





Rueda hidráulica vertical de rosario y tornillo de Arquímedes. Ruedas hidráulicas de carga inferior.

Otras ruedas hidráulicas.

Diseño de cangilones y rueda de rosario.

**Le livre des appareils pneumatiques et des machines hydrauliques, par Philon de Byzance.**

Escrito por Le Baron Bernard Carra de Vaux-Saint-Cyr en 1902.

LE LIVRE  
DES APPAREILS PNEUMATIQUES  
ET  
DES MACHINES HYDRAULIQUES

PAR *Philon de Byzantium*

PHILON DE BYZANCE

ÉDITÉ D'APRÈS LES VERSIONS GRÈQUES D'ALEXANDRE ET DE CONSTANTINOPLE  
ET TRADUIT EN FRANÇAIS

PAR

LE BARON CARRA DE VAUX

MEMBRE DU CONSEIL DE LA SOCIÉTÉ ASIATIQUE DE PARIS

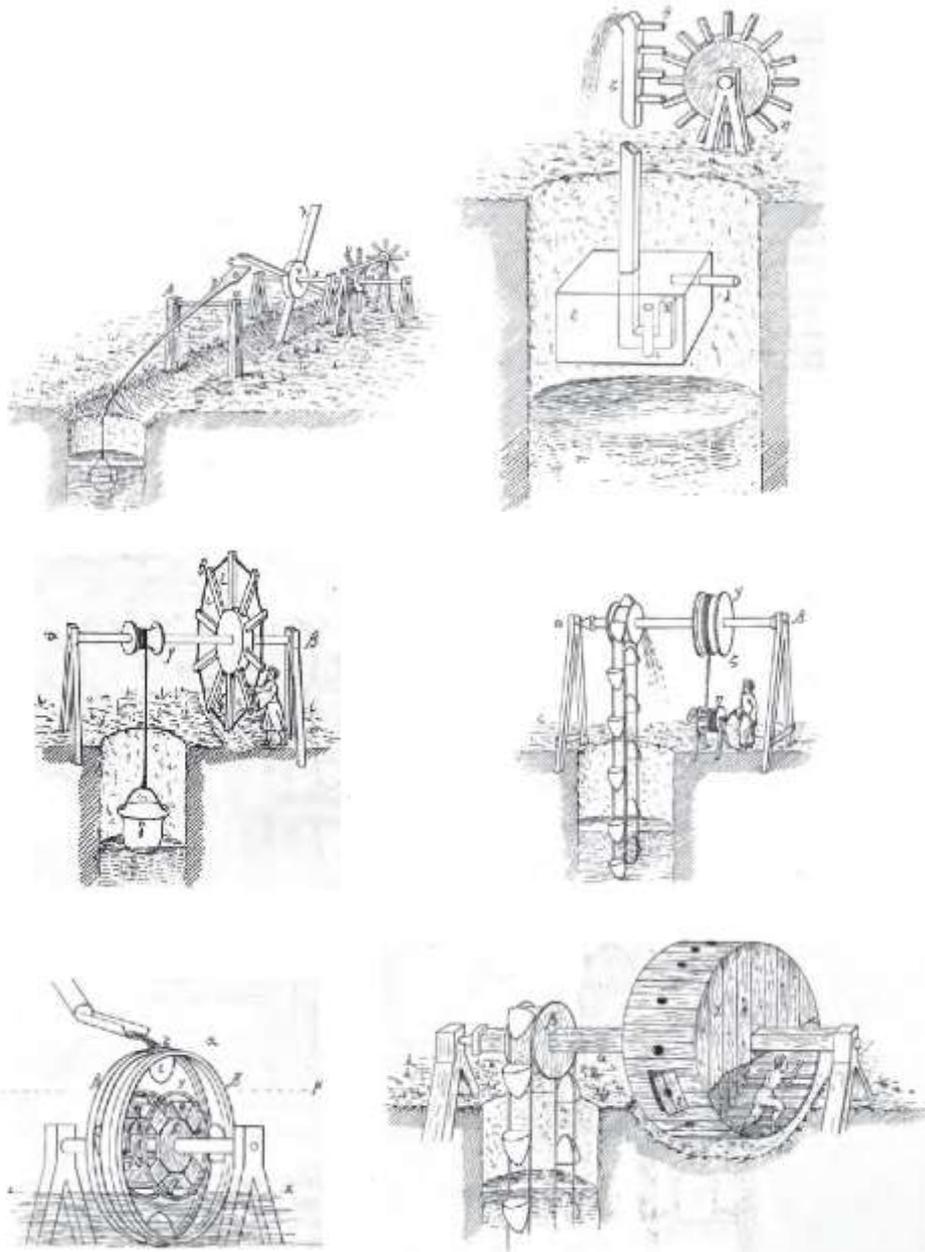
TIRÉ DES NOTICES ET EXTRAITS DES MANUSCRITS  
DE LA BIBLIOTHÈQUE NATIONALE ET AUTRES BIBLIOTHÈQUES  
TOME XXXIII



PARIS  
IMPRIMERIE NATIONALE

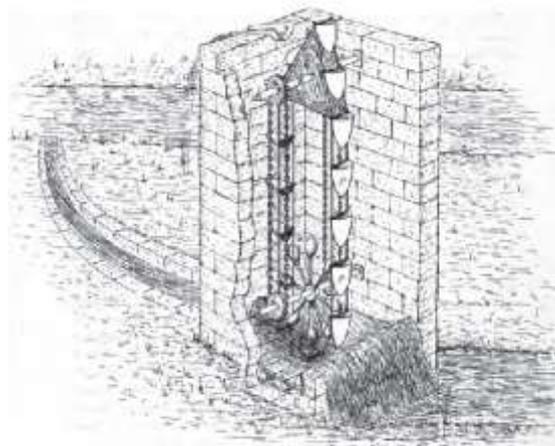
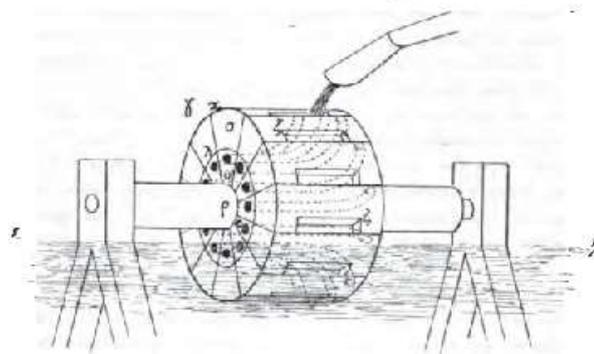
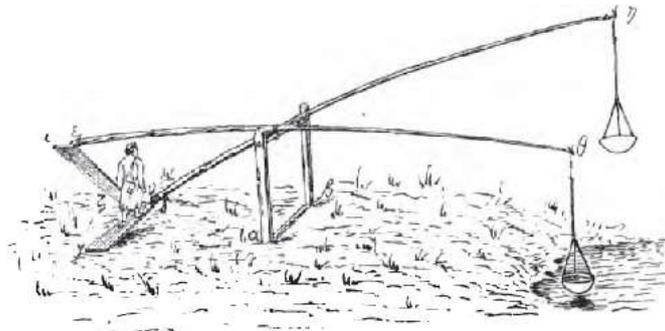
LIBRAIRIE C. KLINGCKSIEX, RUE DE LILLE, 41

MDCCCCH



Interpretación de los ingenios de Philon de Bizancio:

Mecanismos para extraer agua: Movidos por la fuerza humana o bien impulsados por la corriente superior.



Interpretación de los ingenios de Philon de Bizancio:

Mecanismos para extraer agua: Movidos por la fuerza humana o bien impulsados por la corriente superior e inferior.

**TEATROS DE MAQUINAS.**

Entre los siglos XVI al XVIII, se suceden un gran número de tratados entre los que predominan los que muestran diseños de máquinas, a veces de gran complejidad y con una funcionalidad, en ocasiones, dudosa:

Teatro de los instrumentos y figuras matemáticas y mecánicas.

Escrito por Jacques Besson en 1578.





Mecanismos para extraer agua:

Máquina de balanza que sirve para elevar el agua para riego.

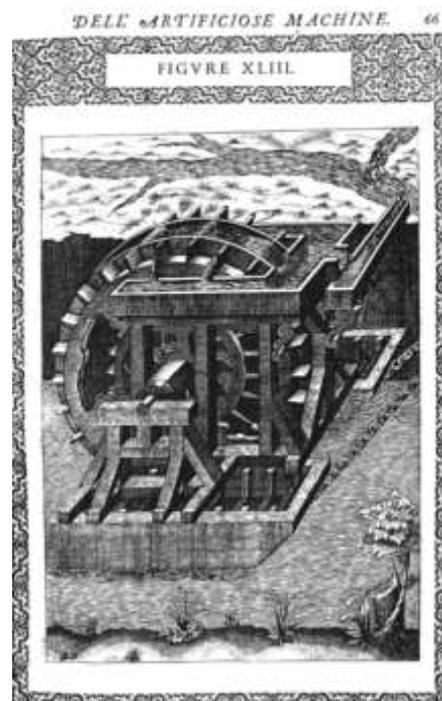
Máquina para elevar agua desde abajo a una especie de torre.

**Le diverse et artificiose machine.**

Escrito por Agostino Ramelli en 1588.



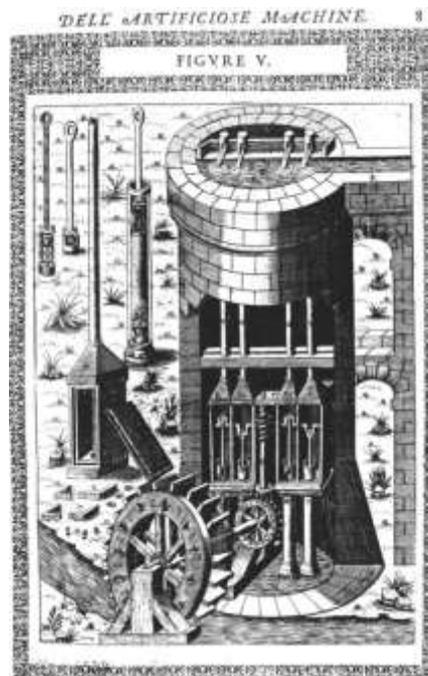
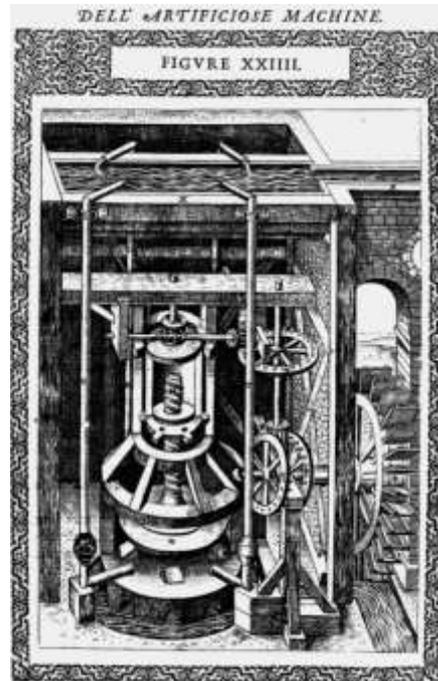
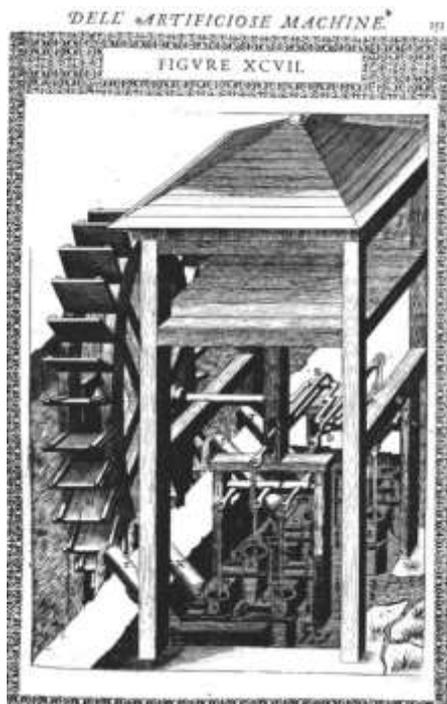
Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



Ruedas hidráulicas verticales de corriente para la elevación de agua, de un recargado diseño..

Gran rueda hidráulica vertical de corriente combinada con mecanismos complejos de cuchara para la elevación de agua a núcleos urbanos.



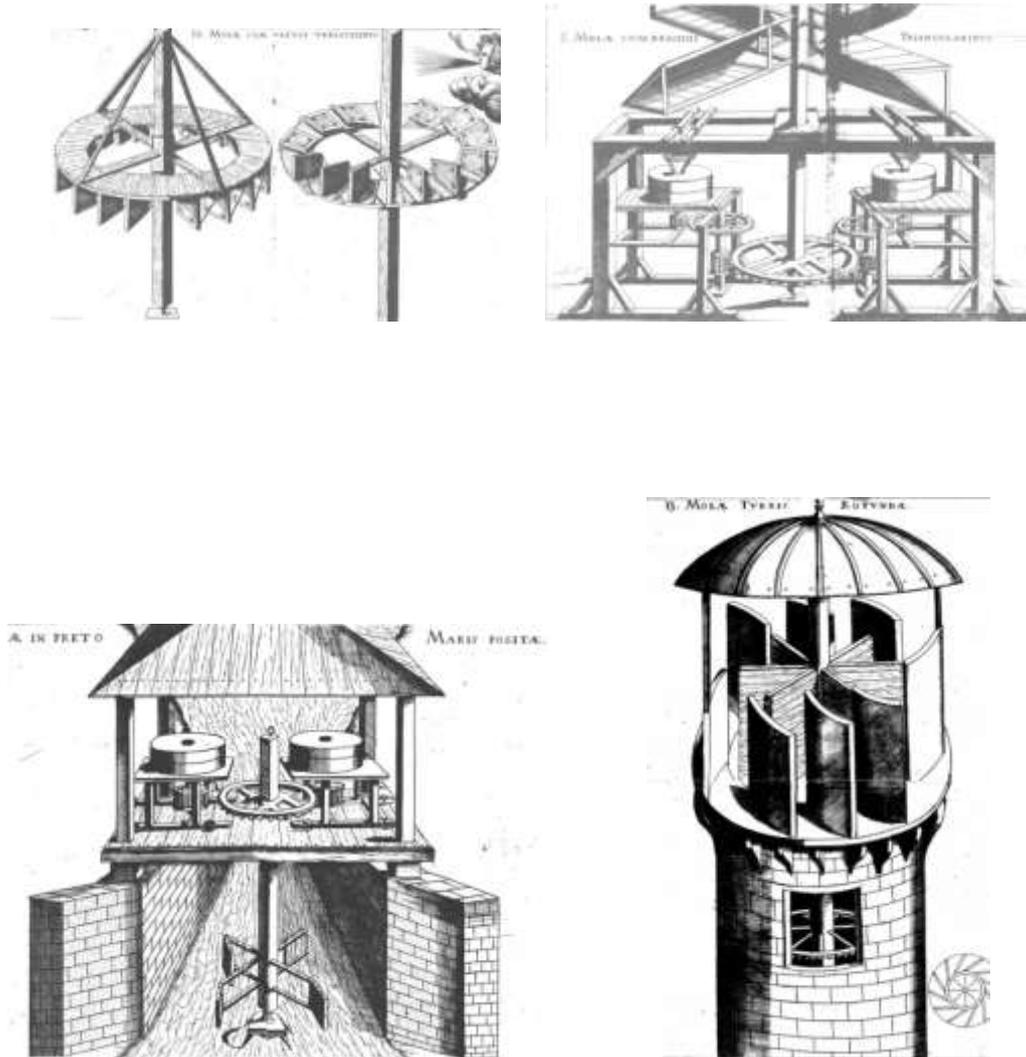


Ruedas hidráulicas verticales de corriente para la elevación de agua, combinadas con otros mecanismos complejos de un recargado diseño.

**Machinae Novae.**

Escrito por Fausto Veranzio en 1595.





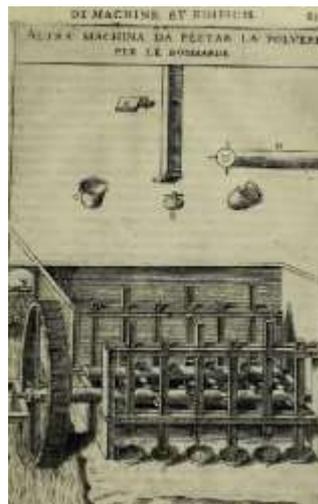
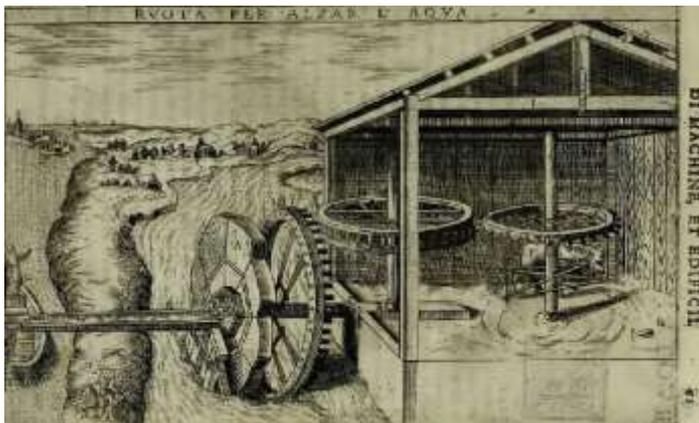
Molinos accionados por el viento y por la corriente del agua.

Diseños funcionales utilizados en molinología, con cierto pragmatismo y con visos de ser máquinas empleadas habitualmente a lo largo de los tiempos.

**Novo teatro di machine et edificii.**

Escrito por Vittorio Zonca en 1607.





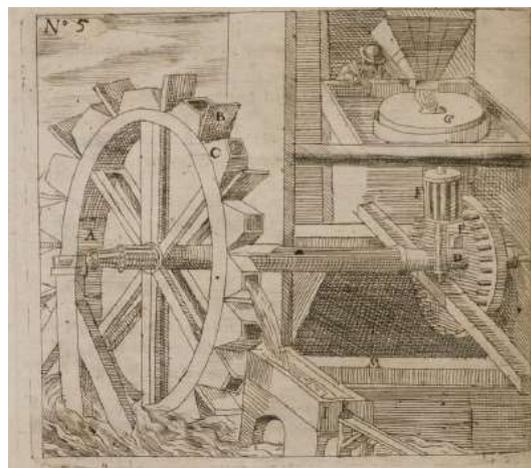
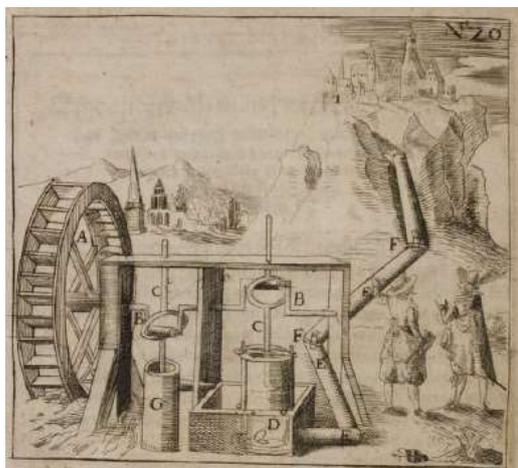
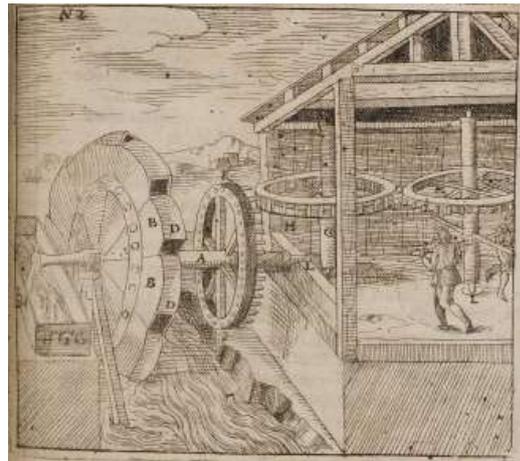
Ruedas hidráulicas verticales de corriente para la extracción de agua y combinadas con otras ruedas dentadas aplicadas a otros usos.

Ruedas hidráulicas verticales de corriente combinadas con otros mecanismos complejos para diversos usos.

## Theatrum machinarum.

Escrito por Heinrich Zeising en 1612

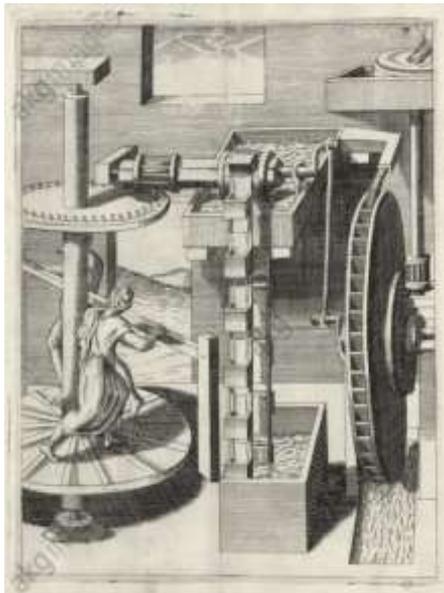
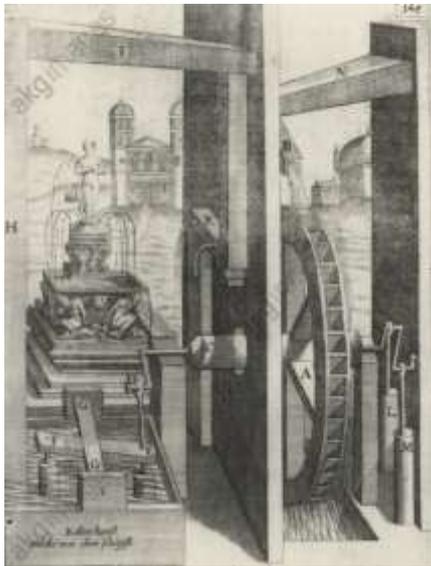




Ruedas hidráulicas verticales de corriente para la extracción de agua y combinadas con otras ruedas dentadas aplicadas a otros usos. Algunas máquinas se inspiran en las de Zonca.

**Dessing artificieux de touts sorts des moulins.**

Escrito por Jacques Strada en 1617.

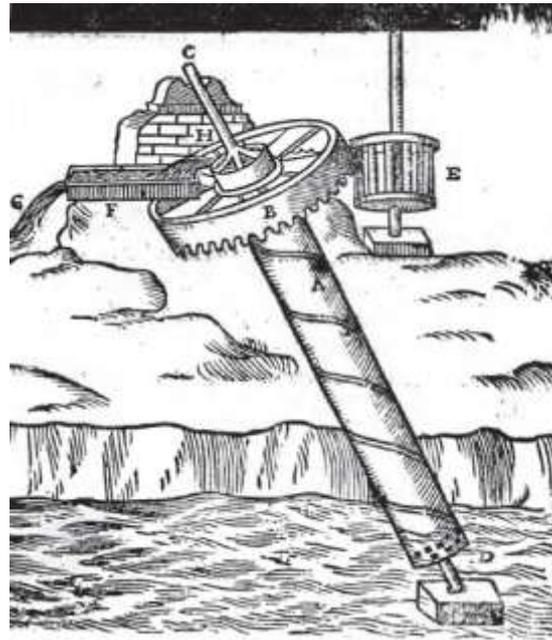
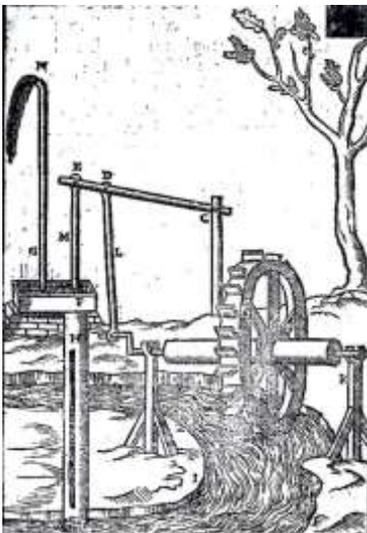
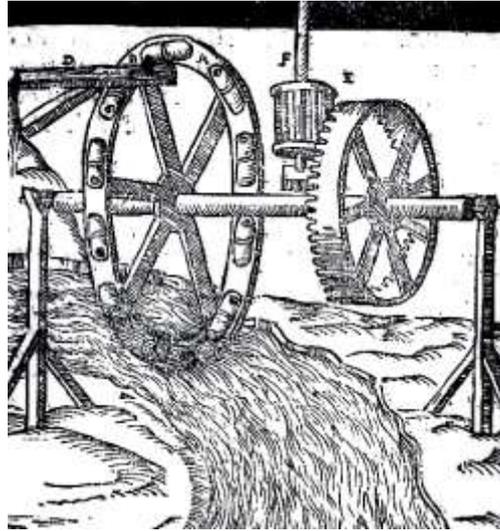
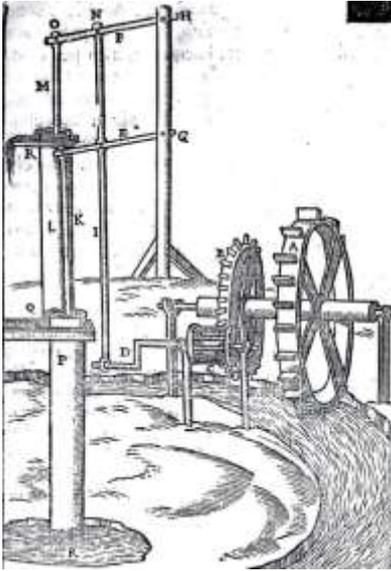


Ruedas hidráulicas verticales de corriente para la extracción de agua y combinadas con otros mecanismos aplicadas a otros usos. Tornillo de Arquímedes.

**Le Machine.**

Escrito por Giovanni Branca en 1629.



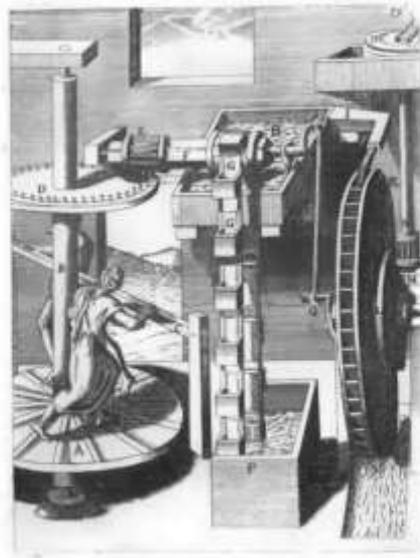
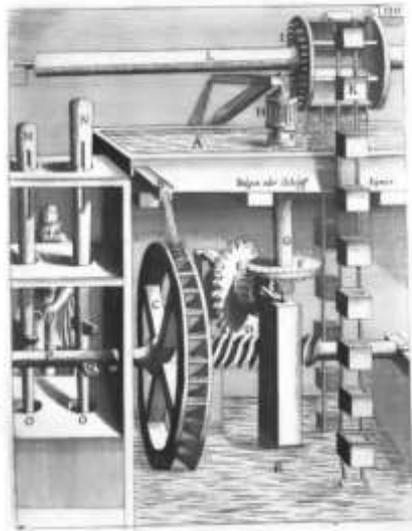


Ruedas hidráulicas verticales de corriente para la extracción de agua y combinadas con otras ruedas dentadas o de cangilones. Tornillo de Arquímedes.

### Theatrum machinarum novum.

Escrito por Georg Andreas Bockler en 1661.





Ruedas hidráulicas verticales de corriente para la extracción de agua y combinadas con otras ruedas dentadas o de cangilones en molinos. Tornillo de Arquímedes.

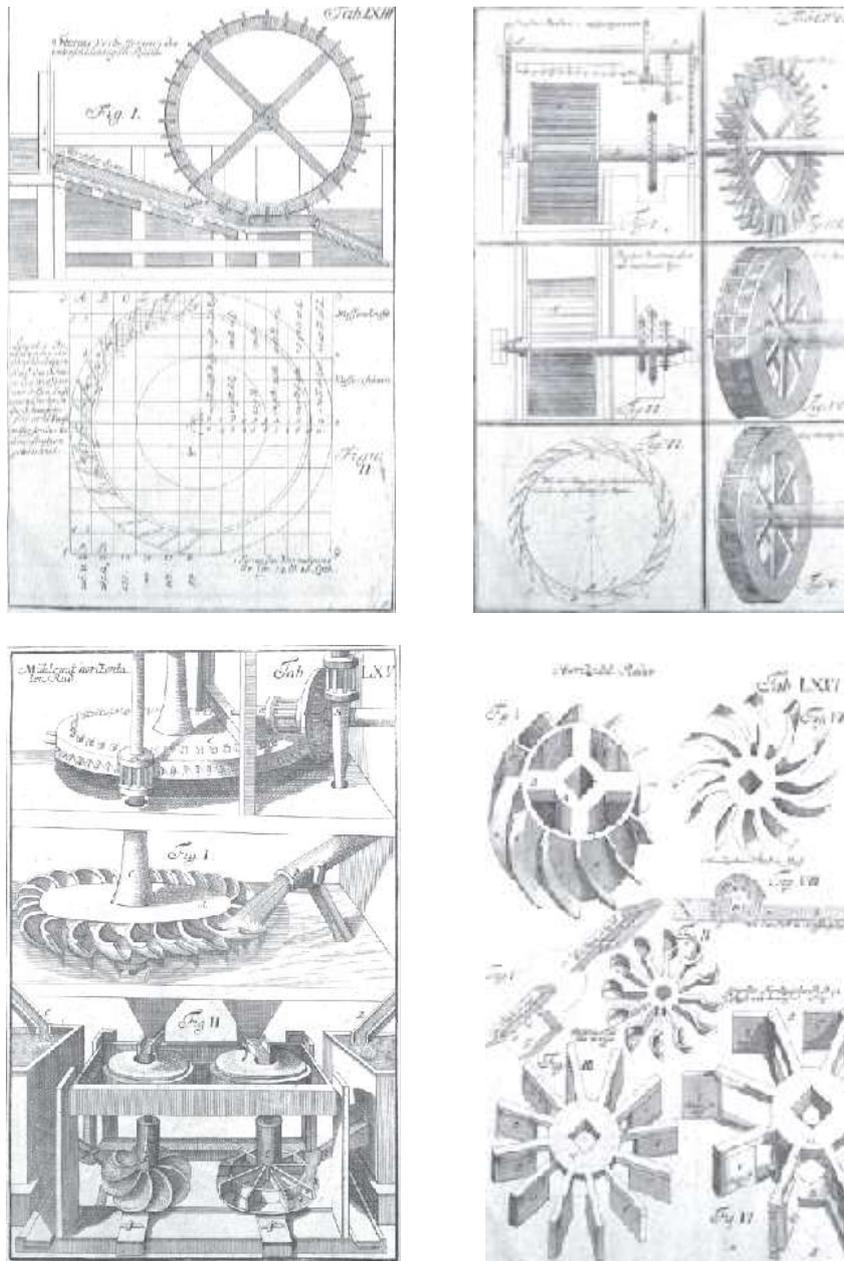
Theatrum machinarum generale.

Theatri machinarum hydraulicarum.

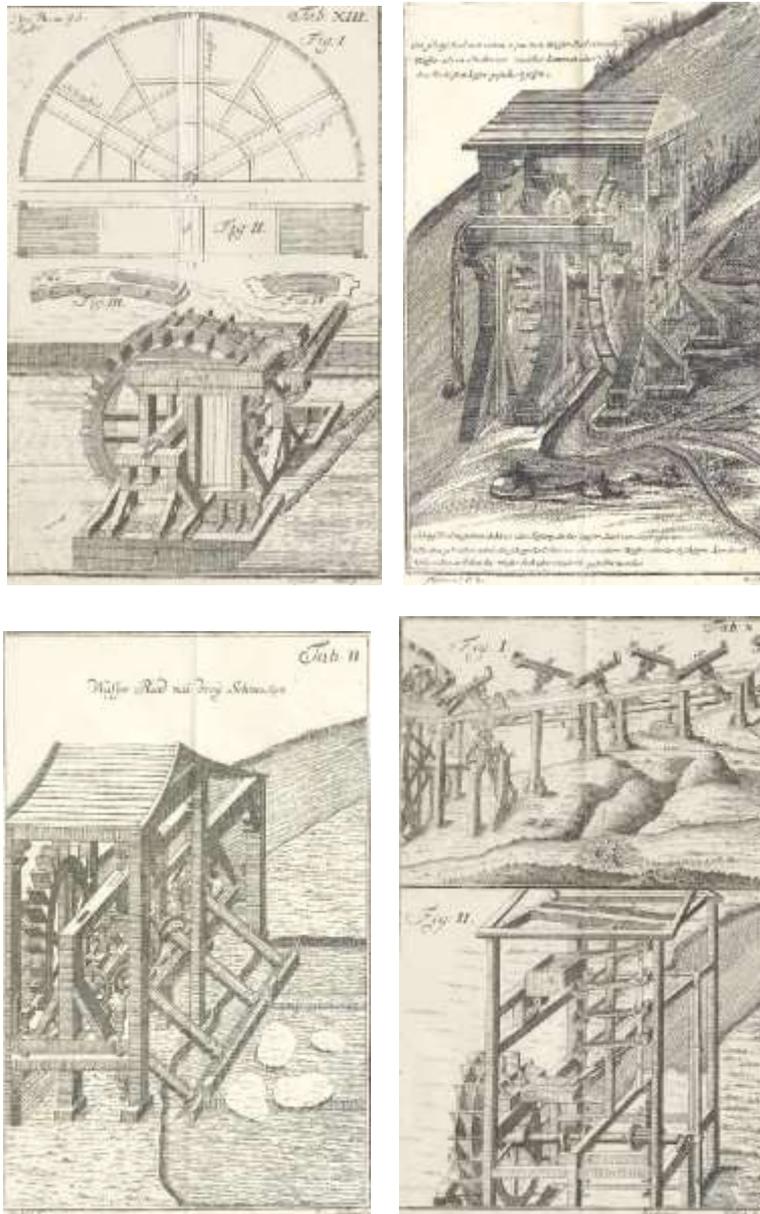
Escrito por Georg Andreas Böckler en 1724



Theatrum machinarum generale.

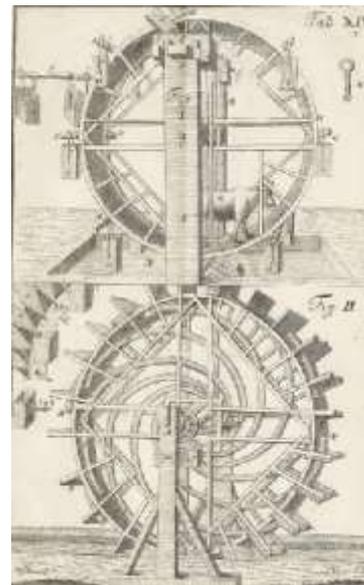
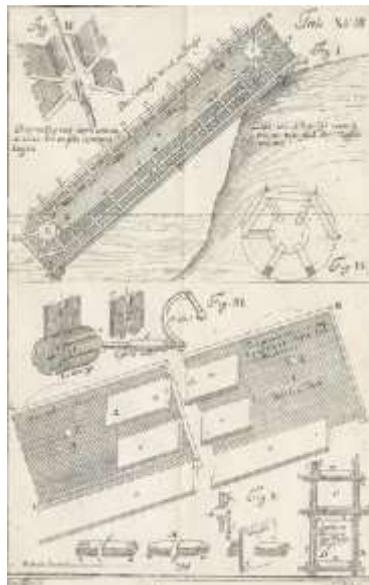
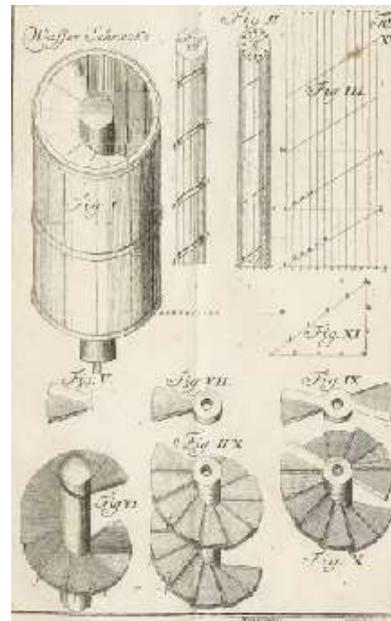
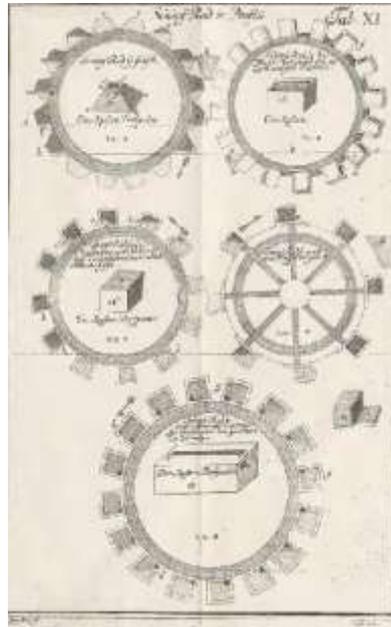


Diseños para la construcción de ruedas hidráulicas verticales y horizontales.

**Theatri machinarum hydraulicarum.**

Ruedas hidráulicas verticales para extracción de agua. Pareja de ruedas verticales para extracción de agua.

Rueda vertical asociada a baterías de tornillos de Arquímedes. Rueda vertical asociada a mecanismo de brazos articulados para elevar a bastante altura.



Diseños de máquinas para extracción de agua.

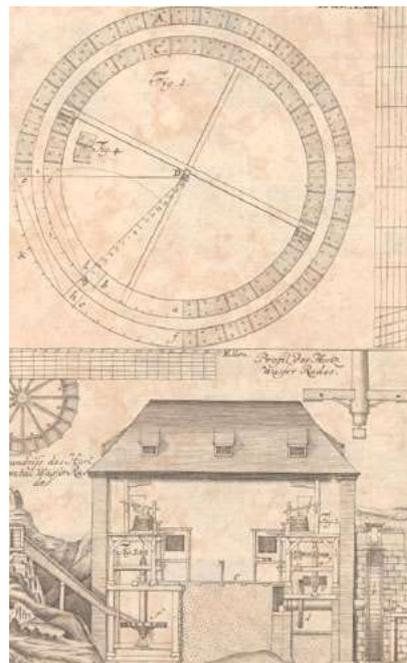
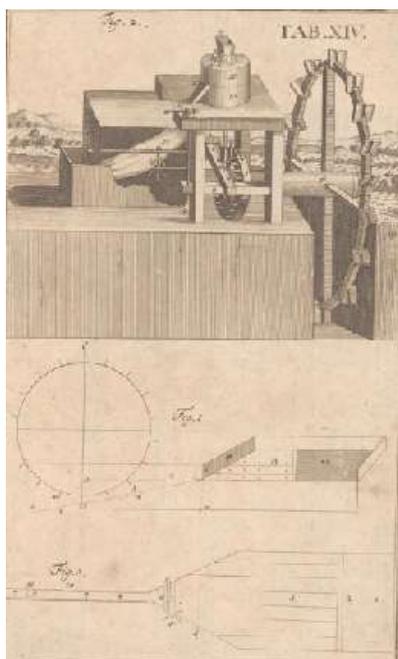
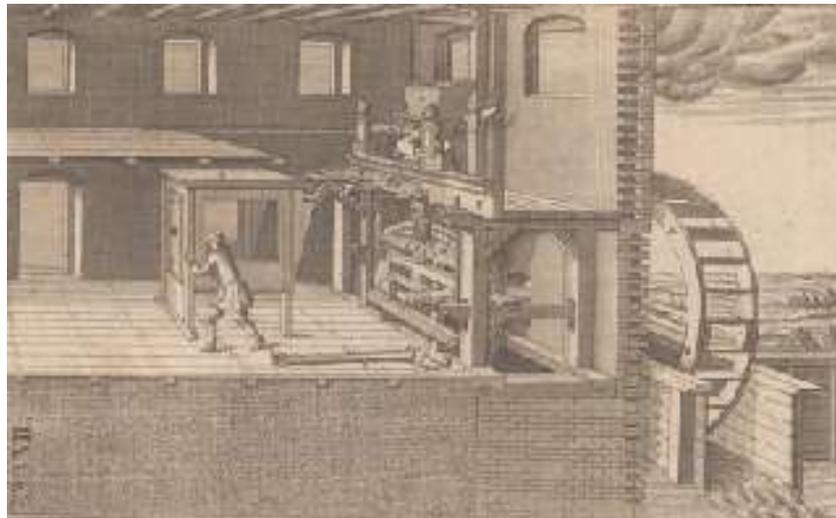
Diseño de ruedas hidráulicas verticales de cangilones distintos. Tornillo de Arquímedes.

Máquina de rosario. Ruedas verticales movidas por fuerza animal y rueda de movimiento perpetuo.

Theatrum machinarum molarium

Escrito por Johann Matthias Beyer en primera mitad siglo XVIII





Ruedas hidráulicas verticales de corriente para la extracción de agua y combinadas con otras ruedas en molinos.



**III – LAS NORIAS DE  
CORRIENTE EN LA CUENCA  
HIDROGRÁFICA DEL RÍO  
SEGURA**



### III. LAS NORIAS DE CORRIENTE EN LA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL RÍO SEGURA.

#### 3.1 PRELIMINAR.

En el inicio de este capítulo, es importante abordar y poner de manifiesto las características principales del “espacio natural” donde se sitúa nuestro estudio y en el que se han desarrollado durante siglos toda una serie de sucesos económicos y culturales que han configurado finalmente una fisonomía de ricas connotaciones, entre las que destacan, de forma importante para nuestro propósito, la evolución de los distintos espacios agrícolas, las técnicas de irrigación y los ingenios hidráulicos aplicados a dichos usos.

El marco natural, el relieve, los suelos y materiales, los efectos climáticos ocasionados por las lluvias y temperaturas, dan como resultado unos recursos hídricos que a lo largo de los siglos, han configurado una cuenca hidrológica deficitaria, de escasos recursos hídricos, que han marcado la historia económica de los pueblos que se han desarrollado junto al curso fluvial del río Segura.

Si nos referimos a lo esencial de nuestra “región natural”, hemos de contemplar en primer lugar el contexto físico, que está influenciado por la escasez de recursos hídricos y una clara tendencia a la desertificación.

La Región de Murcia, se encuentra situada en el sureste de la Península Ibérica, limitada por las Comunidades de Andalucía, Castilla La Mancha y Valencia y comparte con ellas rasgos propios de las Regiones Mediterráneas. Situada en el sector más oriental de la cordillera Bética, presenta una orografía que limita las influencias marítimas atlánticas. Casi la mitad del suelo se encuentra entre los 200 y 600 metros de altitud y una cuarta parte se halla por debajo de los 200 metros, situándose en el litoral, mientras que es en el noroeste donde se concentran las unidades montañosas más elevadas del territorio.

La Región de Murcia presenta una diversidad de ecosistemas que son el resultado final de un largo proceso histórico. Sometida a una inexorable tendencia a la desertización, no parece que este proceso sea atribuible exclusivamente a

cambios climáticos ajenos a la actividad humana. Si la documentación histórica permite observar la existencia de ecosistemas más húmedos en épocas pasadas, también confirma que los cambios ecológicos se fundamentan en las actividades humanas. Las agresiones ambientales han afectado en gran medida al territorio murciano, por encontrarse en la zona más cálida y árida del continente europeo y la más seca de la Península Ibérica.



III.1 a III.6. La aridez y la elevada erosión de una parte de sus suelos, la sitúan entre las de mayor vulnerabilidad física, con tendencia a la desertización. La zona húmeda del Noroeste, representada por el río Mundo y los arrozales, el Valle de Ricote desde Ojós y Archena, con clima benigno y tendencia a la sequedad. Los paisajes casi desérticos del Chícamo. La Vega Baja y el paisaje de costa.

En cuanto al clima, debemos decir que está condicionado por su situación geográfica, incluyéndose en un área de clima subtropical, con una disposición orográfica que dificulta la entrada de las borrascas atlánticas, lo que propicia un claro dominio mediterráneo con escasas lluvias.

La topografía del territorio, donde se alternan montañas, valles, depresiones, llanuras y litorales, originan una diversidad de matices dentro del dominio subtropical mediterráneo, que se caracteriza por:

-Suaves temperaturas a lo largo del año, con fuertes olas de calor y elevadas temperaturas y con la ausencia de una estación verdaderamente fría.

-La pluviometría murciana presenta registros anuales muy débiles. Las mayores precipitaciones se producen en la zona montañosa del Noroeste, mientras que las más bajas, se producen en la zona litoral. Las precipitaciones registran valores muy bajos y se caracterizan por su irregularidad. En conjunto, la escasez de lluvias, las altas temperaturas, los vientos, la nubosidad escasa, la fuerte insolación y la baja humedad de las horas centrales del día, ocasionan una fuerte evaporación, con consecuencias adversas para el desarrollo de la agricultura tradicional.

Por sus características peculiares, ampliamente estudiadas por numerosos autores, sobre todo durante los siglos XIX y XX, trataremos de un modo conciso, el espacio agrícola denominado como la Huerta de Murcia, en concreto el espacio acotado por la División Administrativa de la C.H.S., y denominado como Vega Media.

“..Dentro de la franja costera del sureste español, uno de los sectores más áridos de la Península Ibérica y también de Europa, la ancha depresión donde se asienta la Huerta de Murcia ocupa una posición central, participando ampliamente de los rasgos generales que individualizan el área como una región climática.

La amplitud excepcional de este corredor bético, y el hecho de que el río Segura sea el único que lleva agua permanentemente hasta su desembocadura, son dos factores de importancia fundamental en el regadío murciano; De manera que las posibilidades que han permitido la instalación y expansión de la huerta murciana, provienen en gran medida del potencial natural: agua, suelos, temperaturas,..

Pero también las limitaciones tienen el mismo origen, y en Murcia, como en todas las regiones subáridas del mundo, la supervivencia y el desarrollo de la agricultura son el resultado del trabajo y delicado equilibrio entre el hombre y su medio..” (Continuidad y cambio en la huerta de Murcia. Calvo García-Tornel. F.)

El estudio del relieve, los suelos y materiales que componen el fondo de la depresión del Segura, la circulación subterránea y superficial de las aguas, los datos climáticos que engloban temperaturas, precipitaciones y caracteres de la aridez, son otros tantos datos que Calvo García-Tornel, nos enseña en su mencionado texto.

El autor manifiesta como de gran interés, los regímenes hidráulicos y los sistemas de riego, que resume en cuatro puntos clave:

- Captación y distribución de las aguas: El Azud de la Contraparada como origen de los riegos.

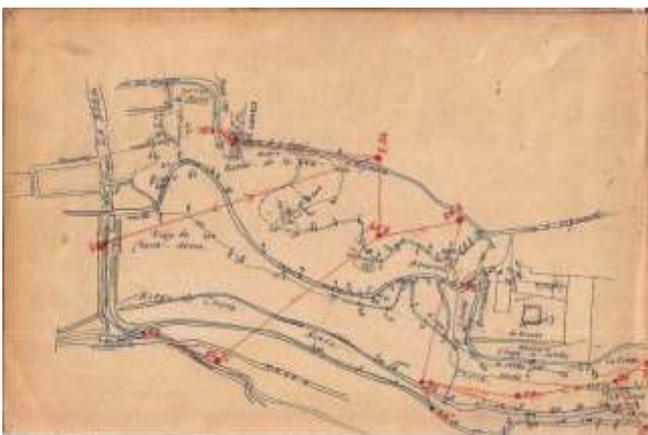
- Los cauces de distribución en el Heredamiento Norte, Heredamiento Sur y la Red de avenamiento.

- Los sistemas de elevación del agua para riego. Las ruedas elevadoras.

- Procedimientos y régimen de los riegos.

De especial interés resulta el estudio y tratamiento de la “Construcción del paisaje agrario”, su desarrollo hasta el siglo XVI, el gran impulso colonizador hacia el siglo XVIII y lo que conocemos como Huerta Moderna, ya en los siglos XIX y XX.

Así mismo, en el apartado sobre La propiedad y su huella en el paisaje agrario, nos ilustra acerca de la evolución de la propiedad territorial en el siglo XVIII, los condicionantes legales de la propiedad de la tierra e incluso contempla la problemática de la propiedad y administración del agua, la regularización jurídica de los riegos, las ordenanzas y los organismos de administración del riego.



III.7 a III.10. La Contraparada, núcleo de control de los sistemas hidráulicos de la Huerta de Murcia. La Noria de Alcantarilla en la Acequia de Alquibla o de Barreras, Heredamiento Sur. Croquis de una zona del Heredamiento Norte, entre La Ñora y el Monasterio de los Jerónimos. La Noria de La Ñora en la Acequia de Aljufía, Heredamiento Norte.

### 3.2 LOS RECURSOS HÍDRICOS.

En lo referente a los recursos hídricos de la cuenca hidrográfica, hemos de comentar que el eje principal de la red hidráulica en la Región de Murcia, lo constituye el Río Segura junto con sus afluentes el Guadalentín, Mula, Argos y Quípar. En conjunto, todos ellos, canalizan el 95% del agua que recibe la cuenca,

el resto se vierte a la costa mediterránea y a los afluentes de los ríos Júcar y Guadalquivir.

Sabemos que las vegas de los ríos comenzaron a ser colonizadas débilmente desde época romana y más intensamente a partir del siglo X, con la generalización de las técnicas islámicas de regadío. No obstante, el paisaje de las vegas murcianas, ha cambiado con cada periodo histórico, al compás de la economía predominante: a los cereales y la vid de la Edad Media, les sustituye la morera en los últimos siglos, para generalizarse el cultivo de hortalizas y frutales durante el siglo XIX y concluir con el predominio de los cítricos a finales del siglo XX.

La regulación de la Cuenca del Segura, se ha llevado a cabo mediante la construcción de embalses, como fruto de una política hidráulica del Estado de promoción de regadíos, que toma un gran impulso desde comienzos del siglo XX, siendo un hito fundamental en la administración de los recursos hídricos de la cuenca, la creación de la Confederación Sindical Hidrográfica del Segura en 1.926.

A continuación vamos a comentar los aspectos más reseñables desde el punto de vista cualitativo y cuantitativo, de los distintos cauces fluviales, canales y acequias, que conforman la red hidráulica de la cuenca hidrográfica. Vamos a examinar, a los efectos de inventario, documentos suficientemente representativos que nos ayudarán a entender lo esencial de la red hidráulica y sus distintos aprovechamientos.

En su "Memoria sobre los riegos del Segura", escrita hacia 1877, Pedro Díaz Cassou, realiza una descripción sistemática y pormenorizada de la cuenca hidrográfica del río Segura, desde su lugar de nacimiento, hasta su desembocadura y recorriendo cuatro provincias de otras tantas regiones españolas.

Esta descripción contempla el curso fluvial que discurre por distintos municipios, sus afluentes, las presas o azudes que encontramos en su cauce, las acequias que parten de dichos azudes para generar y vertebrar el espacio agrícola irrigado e incluso los aprovechamientos hidráulicos que se instalan en el cauce del río y/o en las distintas acequias que surgen de dicho cauce.



III.11. En la Huerta de Blanca, Finca La Favorita. El paisaje de la huerta está salpicado de edificaciones que recuerdan las fincas de recreo de los moradores de al-Andalus.

Se refiere el autor al importante nivel de desarrollo que alcanzó la huerta murciana con la llegada de los pueblos orientales y la importancia que adquiere su espacio agrícola en comparación con otros territorios de al-Andalus, y que podemos apreciar en el siguiente texto de uno de los viajeros musulmanes más importantes:

“..et yace Tudemir contra el Sol de Levante de Córdoba et Tudemir es muypreciado lugar et de buenos árboles et toda su tierra riega el Río, ansi como face el Nil en la tierra de Promisión: et ha muy buenos campos et muy buenas villas et lugares muy fermosos, de los cuales es uno la villa de Lorca et la otra es Mursia et la otra Auriola et la otra es Alicant...”. ( Crónica del Moro Rasis).

En la segunda mitad del siglo XIX, la huerta murciana vive un periodo de decadencia verdaderamente importante, que refleja en sus escritos. Así comenta el empobrecimiento paulatino de la Ciudad de Murcia y el de su huerta, explicando las causas de este empobrecimiento y propone los medios para atenuar sus consecuencias.

“.. se ven por todas partes barracas arruinadas y tierras que nadie cultiva y en algunos casos han vuelto a ser de secano, las que eran de riego o lo tienen de ceña las que siempre regaron de portillo; en toda la Huerta escasea el agua, sobre todo de Mayo a Septiembre, época en la que el huertano ve secarse sus cultivos

por falta de riego. El río es cada vez más escaso, así el Wad-al-abyad de los árabes, Segura de los españoles, corre cada año más empobrecido y humilde.”

Establece en su obra dos niveles de estudio:

-Se describe el curso del Río Segura, detallando sus afluentes y hace la primera estadística de los riegos del Segura, Mundo y sus afluentes.



III.12 y III.13. El río Mundo en la Vega Alta, antes de la Junta, aporta casi la mitad del caudal del río Segura.

-En la segunda parte, comenta, que no es cosa nueva, ni sólo de ese siglo XIX, que escasee el riego, sobre todo en los estiajes. Argumenta con cierta clarividencia que la sequía que se sufre desde mediados del XIX, se debe fundamentalmente a la despoblación de los montes y al establecimiento de nuevos regadíos, que aumentan el gasto de los antiguos, apuntando como remedio:

“.. aumentar el agua disponible y aprovecharla mejor..”

Incide el autor en algo que ya era una realidad en el tiempo en que se escribe esta Memoria, y es la sequedad y aridez del levante español, desde Alicante hasta Almería, es la España seca.

De forma resumida, vamos a transcribir la descripción que del curso del Río Segura, hace el autor, desde su nacimiento en la Sierra de Segura, hasta su desembocadura en Guardamar del Segura, marcando los siguientes hitos:

-Tiene su nacimiento en la Sierra de Segura, en el término municipal de Pontones, provincia de Jaén. Toma dirección NE, pasando por la villa de Pontones y por el término de Santiago de la Espada y vuelve bruscamente a SE y recibe el río Zumeta y sale poco después de la provincia de Jaén.

-Entra en la Provincia de Albacete, término municipal de Yeste, a 3 Km., de la desembocadura del Zumeta. Sigue su curso en dirección N.E., y recibe las aguas del río Tus. Separa los términos de Letur y Elche, vuelve al E., y recibe las aguas del río Taibilla. Se encuentran los primeros arrozales. Entra en el término de Férez, desde la hacienda de la Alcantarilla, se contemplan los terrenos de Férez, Hellín y Socobos. En dirección N.E., encuentra la cortijada del Cenajo. Aquí se dividen los términos de Socobos y Moratalla y separa este del de Hellín, sirviendo de límite a las provincias de Albacete y Murcia. Ocho kilómetros al norte de Calasparra y después de incorporarse el río Mundo, se dirige al S., y abandona la provincia de Albacete.

-Entra en Murcia por el término de Calasparra, recibe el río Quípar, circunda durante 5 km., el cañón de Almadenes. A su salida se ensancha por la llanura del término de Cieza.



III.14 y III.15. El Segura sale del desfiladero de Almadenes. La Acequia de Don Gonzalo genera los primeros espacios irrigados de Cieza.

En dirección S.E., entra en Abarán, Blanca y sale por el estrecho de Sorbente, término de Ojós. Siguen las poblaciones de Ulea y Villanueva. Al salir de éste término, del fértil Valle de Ricote, entra el río en término de Archena. Sigue su curso por las poblaciones de Lorquí, Ceutí y Alguazas. A su izquierda queda Molina de Segura y Cotillas a su derecha. En las inmediaciones de la Contraparada tuerce su curso a Levante. Atraviesa Murcia dejando al N., casi toda la ciudad y los lugares de Javalí Viejo, La Ñora, Maciascoque, Espinardo,.., y al mediodía queda el Barrio del Carmen y los lugares de Javalí Nuevo, Puebla de Soto, Aljucer, Algezares, Alberca,.. Vuelve el río a la dirección a la dirección N.E., en término de Beniel y sale de la provincia de Murcia.



III. 16. El río Segura a su paso por Archena.

-Entra en la provincia de Alicante por la huerta de Orihuela. Pasa por Benejuzar, sigue al S.E., por Almoradí y Formentera a la izquierda y Benijofar y Rojales a la derecha. Entra en el término de Guardamar, traza en dirección N., una curva parecida a una S y desemboca en el Mediterráneo.

Es interesante tratar, aunque, sea de forma sucinta, los afluentes y arroyos tributarios del Segura. De nuevo, hemos de remitirnos a la obra de Díaz Cassou, que describe no solamente, ríos, arroyos y fuentes, sino que menciona también, algunos de los aprovechamientos hidráulicos existentes en la cuenca.

-En término de Santiago de la Espada y por la margen izquierda se incorpora el arroyo Madera.

Cerca de la cortijada de Miller, desagua el río Zumeta.

Cerca de los caseríos de Tindabar y a dos leguas de distancia, únese al Segura el río Tus.

En término de Letur, a 7 km., de la desembocadura del Tus, y en la margen opuesta, se halla la del Taibilla.

En el término de Hellín, a 1 Km., de la estación de las Minas, 8 al norte de Calasparra, en el sitio llamado de la Junta, tiene lugar la del Segura y el Mundo, al que aporta al menos una tercera parte de su caudal.

En término de Aina, y a medio kilómetro del puente llamado de los Alejos, desemboca el río Madera.

En término de Calasparra, y a unos 8 Km., de la Junta, desemboca el pobrísimo río Moratalla; 4 Km., más abajo, y también por la derecha, lo hace el río Argos o Benamor; y finalmente, y por la misma margen, afluye, legua y media al E., de Calasparra, el río Quípar.

En término de Cotillas, y a 2 Km., a S.E., del dicho pueblo, desemboca el río Mula, llamado también Riacho.



III. 17. Régimen hidráulico anual del río Mula, el más bajo de la cuenca y tendente a la sequedad.

Quizás, el apartado más importante de esta obra de Díaz Cassou, sea la que describe los riegos y aprovechamientos hidráulicos del río Segura y su principal afluente el Mundo, englobando y resumiendo todos ellos, en una serie de cuadros sinópticos que describen de forma resumida los siguientes apartados:

-Un número de orden del aprovechamiento, iniciándose la serie en los ubicados en las estribaciones montañosas de Jaén.

-En segundo lugar, se describe la clase de la toma, nombrándose si es una toma natural, canal de madera, atajadizos de piedra suelta y/o con ramaje, estacadas, presas de mampostería, etc.

-La distancia de un aprovechamiento a otro anterior, lo que nos indica que debía existir una cierta reglamentación en cuanto a la situación de los aprovechamientos hidráulicos.

-Se describe datos relativos a la provincia, partido judicial y término municipal.

-Por lo descriptivo, el apartado más importante es el denominado "aplicaciones", y en él se describe, con bastante detalle, la naturaleza del aprovechamiento y su uso.

-Por último, si el aprovechamiento se destina al regadío, quedan reflejadas las superficies de dicho espacio irrigado en tahúllas y hectáreas.

Continúa el autor mencionando los "riegos" de los otros ríos de la cuenca, además del Mundo y Segura, reflejando así los del río Zumeta, Tus, Taibilla, Moratalla, Caravaca y Quípar. No menciona los riegos de los ríos Guadalentín y Mula, quizás, por su extensión e importancia el autor debió pensar en tratarlos de modo particular en otro momento. La obra de Díaz Cassou termina con un Apéndice de 4 capítulos dedicado a la Huerta de Murcia, en los que describe sus orígenes, las características del suelo, el cielo y los riegos (Presa y Contraparada).

La importancia de la obra de Díaz Cassou, podría situarse al mismo nivel que las de José Moros y Morellón o Antonio Martorell, que describieron las cuencas hidrográficas de los ríos Júcar y Cabriel, también en la segunda mitad del siglo XIX, y a las que hemos de referirnos más adelante.

### 3.3 LOS SISTEMAS HIDRÁULICOS Y LOS ELEMENTOS CONFIGURADORES DEL ESPACIO IRRIGADO TRADICIONAL, EL RÍO, LOS AZUDES Y LA RED DE ACEQUIAS.

Preliminar. Desde la Antigüedad Clásica y la Alta Edad Media, las intervenciones del hombre sobre el espacio agrícola irrigado, van configurando un paisaje caracterizado por pequeñas explotaciones de carácter localista, autosuficientes, capaces de producir excedentes, para el suministro a otros núcleos de población.

Las villae romanas, habitualmente emplazadas junto a cursos hidráulicos, presentaban diferentes tipos de cultivo, tanto de secano como de regadío. Éste último se llevaría a cabo mediante riego por gravedad y probablemente, con la ayuda de mecanismos de elevación, tales como el cigüeñal, la cóclea o tornillo y el tímpano.

En la Hispania visigoda, Isidoro de Sevilla, habría conocido de primera mano, ingenios hidráulicos como los mencionados, además de la rueda hidráulica (rota) de elevación de agua para riego, que describe en sus Etimologías.

Pero las evidencias arqueológicas de esos sistemas hidráulicos, son muy escasas, lo que es lógico, si pensamos en mecanismos contruidos en madera y en cauces excavados o precariamente contruidos, fuesen o no, reaprovechados por civilizaciones posteriores.

El desarrollo más importante del espacio agrícola y de los sistemas hidráulicos en nuestra región, surge con la llegada de los pueblos árabes, que tras un siglo de estabilización del solar hispano, despliegan un vasto programa de aportaciones en lo político, religioso, científico y cultural, que configura lo que en adelante se denominara al-Andalus.

Los árabes modificaron por completo el paisaje regional, en las vegas de los ríos y en las laderas montañosas del interior, configurando unos paisajes agrarios perpetuados hasta hoy, mantenidos en su ausencia por la sociedad feudal que les sucedió.



III.18 a III.21. Espacios irrigados escalonados generados por la noria de Félix de Cayetano en Abarán y de La Coya y el Olivar en Ojós. En el Valle de Ricote, se conservan aún gran parte de los antiguos sistemas hidráulicos.

Con la conquista cristiana, tiene lugar una importante variación en la propiedad de la tierra –Repartimientos-, pero manteniendo lo esencial de los sistemas agrícolas e hidráulicos, con un paisaje que de algún modo, se conservó en el tiempo.

La base de este “sistema hidráulico”, se caracteriza por la construcción de presas situadas transversalmente al cauce del río y por la apertura de nuevas acequias, en sus extremos, para después de recorrer las distintas terrazas agrícolas, devolver las aguas sobrantes al cauce principal. Cuando el espacio agrícola colonizado mostraba fuertes desniveles, se acudía a la construcción de norias de corriente para salvar las diferencias de cota y así elevar el agua.

La historiografía del siglo XX ha identificado estos espacios con el paisaje típico islámico, aunque esas técnicas fueron heredadas y utilizadas por los

cristianos entre los siglos XIII y XVIII, su impronta sobre el paisaje no constituye ninguna reminiscencia del pasado musulmán de la Región. Es significativo, que las norias más antiguas que se conservan, tengan datada su construcción en el siglo XV, en época alejada del periodo islámico.

La conquista cristiana y el mundo feudal, impulsó la construcción de norias de tipología medieval, caracterizadas por emplazar las máquinas encerradas entre muros de fábrica de sillería o de ladrillo macizo colocado a cara vista o revestido, todo ello con la finalidad de protegerse frente a las fuertes avenidas del río.

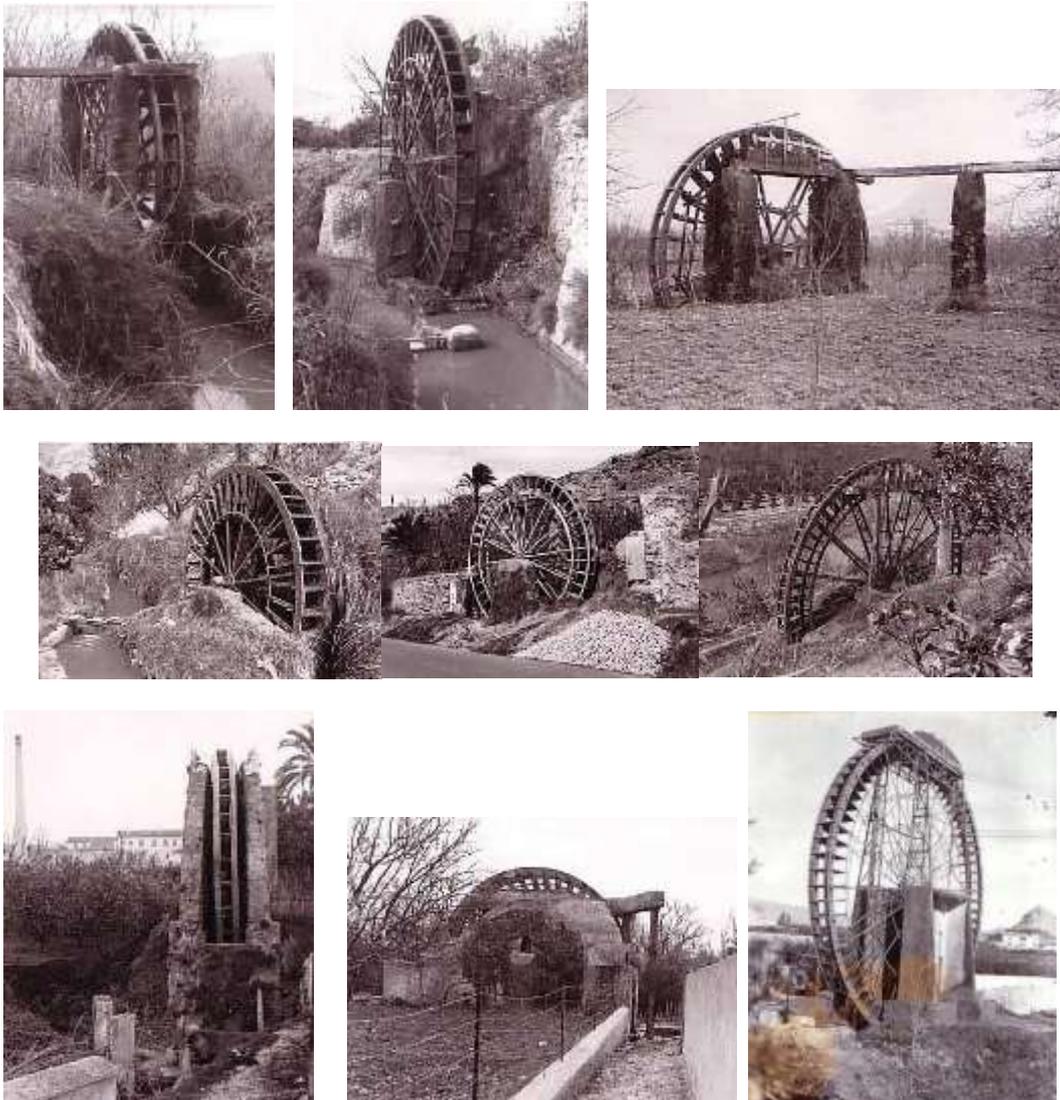


III.22 y III.23. La Noria de Alcantarilla y la de La Ñora, en los Heredamientos Sur y Norte, presentan muros de ladrillo encerrando los artefactos ( fábricas de influencia medieval).

La evolución de los ingenios hidráulicos es continua, siendo especialmente emblemáticos, el periodo renacentista, las intervenciones Ilustradas y finalmente la Revolución Industrial.

Los siglos XVIII y XIX, se caracterizan por grandes ampliaciones de los espacios regables debido a nuevas políticas estatales. La ampliación de los regadíos de las cuencas hidrográficas de los ríos españoles, llevan aparejado la construcción de sistemas hidráulicos donde las norias de corriente tenían un importante protagonismo. El siglo XIX, es el periodo de máxima implantación de norias de corriente a lo largo de la huerta del Segura, apareciendo en el diseño de las ruedas elementos metálicos (hierro), para los elementos estructurales (eje, radios y travesaños), que se alternan con otros de madera que se consideran pasivos (palas, cajones, canales) y que dan lugar a ruedas hidráulicas de grandes dimensiones, con diámetros que llegan hasta 14 metros.

Desde los inicios del siglo XX, las norias de corriente van cayendo en desuso, sustituidas por motores eléctricos o bien alimentados por combustibles fósiles. Los espacios irrigados, que hasta ese momento habían conservado las dimensiones y características propias su pasado árabe y medieval, van perdiendo su identidad a fuerza de grandes ampliaciones de terrenos cultivables, cambiando una fisonomía que se había mantenido durante 10 siglos.



III.24 a III.32. Norias funcionales en Cieza, Blanca y Archena, a principios del siglo XX.

Algunos espacios hidráulicos de la Vega Alta del Segura, siguen manteniendo inalterado el equilibrio entre sistemas agrícolas y sistemas hidráulicos, impulsado por musulmanes y cristianos, durante la Edad Media y a ello hemos de remitirnos para describir lo esencial de los mismos, es decir, los elementos configuradores del espacio agrícola irrigado, el río, los azudes o presas y la red de acequias.

Sobre el cauce principal del sistema de riego de la cuenca hidrográfica, el Río Segura, hemos realizado anteriormente una descripción pormenorizada, apoyados en el texto de Díaz Cassou, que nos adentra en una problemática, la escasez de agua de la cuenca, que tiene una relación directa con las características físicas y meteorológicas de las regiones de la vertiente mediterránea.

La administración y aprovechamiento del agua, fue una de las características más positivas de los habitantes del antiguo reino y sus herederos, no en vano, desde la antigüedad, el río Segura es una de las cuencas más intervenidas, donde podemos observar todavía, gran número de aprovechamientos hidráulicos, que han sustituido a otros anteriores y estos a su vez a otros, y que tienen su origen en los primeros pobladores de estos espacios irrigados.

El segundo elemento en importancia dentro del sistema hidráulico de la Huerta del Segura, son los azudes o presas, que consiste en disponer o acumular, de forma transversal al cauce del río, cantidades importantes de materiales, que obstruyen el paso del agua y la derivan a los extremos de la misma. En dichos extremos se abre una canalización que es la que da origen a una nueva acequia.

Los materiales que constituyen estas presas, son de lo más variado, desde las más humildes, elaboradas mediante la acumulación de ramaje y piedras sueltas, hasta las más sofisticadas, elaboradas mediante piezas de sillería dispuestas en el contorno de una gran masa de hormigón de cal, sillarejo, gravas y arenas, vertido sobre un tablestacado de rollizos de madera, que se clavan en el lecho del río. La misión del tablestacado, sería la de ofrecer un elemento intermedio de articulación entre la rigidez del hormigón de la presa y el lecho fangoso del río, evitando la filtración inferior de la corriente de agua por asientos diferenciales y el consiguiente arruinamiento de la presa.

Sobre la construcción y obras de reparación de presas, podemos traer a colación la cita del profesor Córdoba de la Llave, sobre la construcción de presas

estacadas a partir de la segunda mitad del siglo X en la ciudad de Córdoba y otras en Castro del Río.

Sobre la reparación de una presa en Castro del Río, sobre el río Guadajoz, comenta la intervención de Cristóbal de Rojas, en el siglo XVII.

Las presas han sido designadas según las diferentes épocas y regiones con nombres muy diversos (barreras, paradas, diques, azudas), azuda es un término procedente del árabe *as-sudda*, que viene a significar muelle o dique.

El origen de estas paradas fluviales, es posiblemente romano y, en todo caso, existen abundantes menciones de su uso desde los primeros siglos de la Edad Media; por ejemplo el *Liber Iudiciorum* promulgado en 654 por Recesvinto regula la construcción de unas barreras en los ríos que probablemente fueran usadas como paradas de molinos.

La construcción de dichos diques durante la Edad Media, se ejecutaba a modo de:

Paradas construidas con ramaje, tierra e incluso césped, lo que obligaba a un mantenimiento constante y frecuentes reconstrucciones; otras construidas con cajas de madera rellenas de piedras y tierra, que alcanzaban mayor estabilidad cuando se empleaban pilotes de madera anclados en el cauce; y sistema de retícula de celdas formadas por maderas entrecruzadas, sujetas al cauce por medio de estacas de madera hincadas en el fondo del río en varias líneas paralelas y rellenas dichas celdas con cantos del propio río, que podían trabarse mediante el empleo del mortero de cal y recubrirse con losas o sillería.

Los espacios vacíos que quedaban entre las estacas de una hilera y entre las distintas hileras de estacas eran rellenos mediante tierra, ramaje, cantos del propio río, gujarros menudos y gruesos y, si se quería reforzar la solidez de la obra, mortero de cal para trabar dichos elementos. Una vez concluido el relleno, se revestía todo el conjunto de mortero hidráulico y se cubría su parte superior mediante losas de piedra, para evitar la erosión del agua.

Como estas presas solían cimentarse en terrenos blandos, su estructura debía ser flexible, a base de materiales sueltos y madera, evitando una estructura rígida que se pudiera romper por asientos diferenciales.

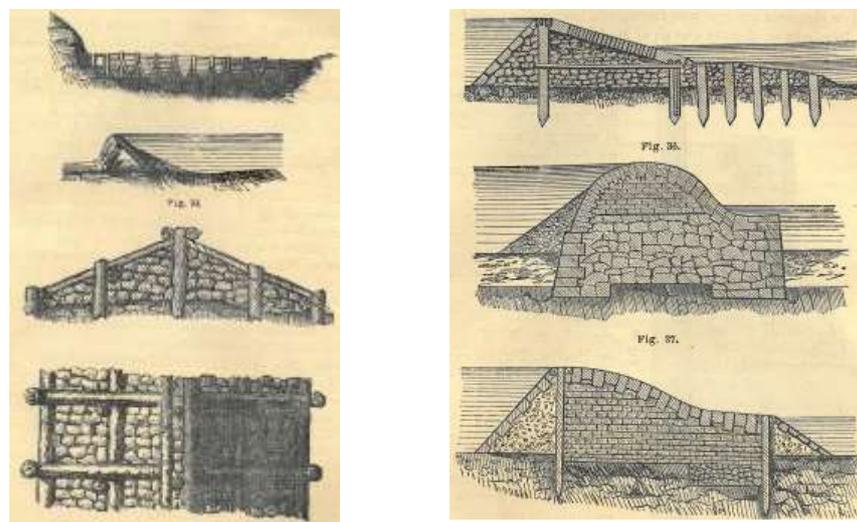
En su *Tratado de Hidráulica*, Andrés Llauro, ha descrito con detalle los condicionantes más importantes en la construcción de presas, argumentando que en la elección del sistema de construcción de una presa, influye, la calidad de los

materiales que se empleen, las condiciones particulares del río o arroyo y el sitio para el establecimiento de la presa.

-Tratándose de pequeños aprovechamientos de aguas en arroyos de escasa pendiente, pueden construirse presas ligeras, económicas y de fácil reparación, por medio de estacas y mimbres, con relleno de tierra apisonada, de pilotaje y relleno de piedra, de pilotaje y tablestacado.

-En sitios en que el cauce ofrezca poca anchura y mucho fondo, pueden ponerse obstáculos al paso del agua, que produzcan un remanso, aprovechando los accidentes del terreno, por medio de diques constituidos por peñascos y grandes troncos, que se pueden reponer con facilidad en caso de averías por las avenidas.

- Tratándose de aprovechamientos considerables y de ríos de alguna importancia, habrá de procederse para la construcción de muros, con todas las reglas exigidas para una buena construcción hidráulica y dotarlos de condiciones de resistencia adecuada al carácter e intensidad de los esfuerzos a que está sometida.



III.33. Diseño de presas según Llaurado: El grupo de la izquierda son presas de construcción ligera a base de elementos de madera y relleno con mampostería suelta. El grupo de la derecha responde a presas de una mayor exigencia constructiva, donde aparecen muros de sillería trabajada en los bordes, con rellenos de mampostería o sillería, sobre un tablestacado sobre el lecho del río. Tratado de aguas y riegos. Andrés Llaurado.

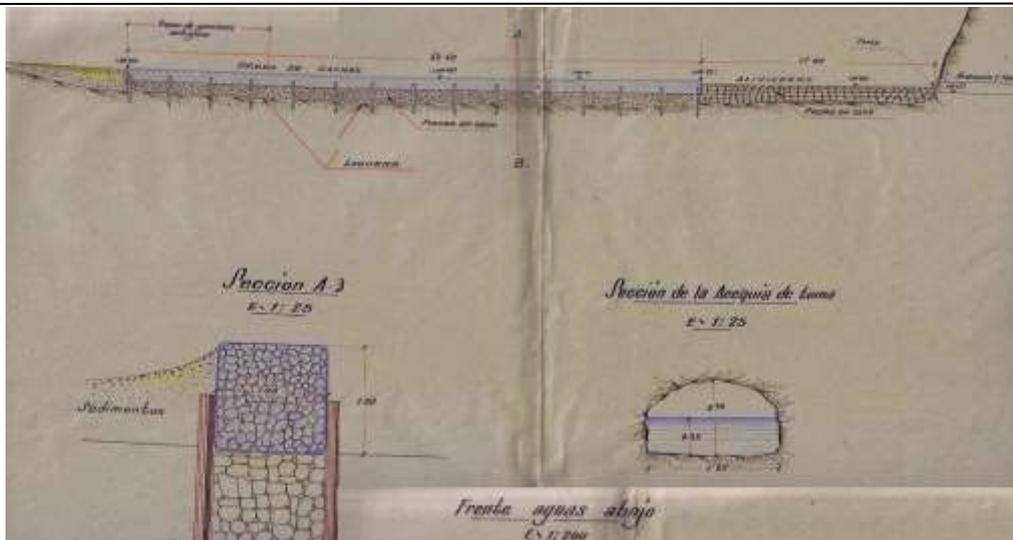
La construcción de canales artificiales o acequias, para la distribución de las aguas derivadas desde un azud o presa, constituye el procedimiento para proporcionar los volúmenes de agua necesarios para el ejercicio de la actividad agrícola y la colonización de los espacios irrigados.

La construcción de canales y acequias, para llevar el agua derivada en una presa, con la finalidad de irrigar nuevos espacios agrícolas, tiene un importante precedente en toda la tratadística y experiencia de la hidráulica romana. Y, también es sabido, que la conducción de una corriente de agua, con el único efecto de la fuerza de la gravedad, es una experiencia, ampliamente desarrollada, incluso en civilizaciones tan antiguas como la mesopotámica.

Por tanto, podemos estudiar el amplio espectro de la red de acequias de la cuenca hidrográfica del Segura, según una sucesión de etapas, que se van amortizando unas sobre otras, una vez que se consigue la colmatación de los distintos espacios agrícolas.

El nacimiento de una acequia o canal artificial, se lleva a cabo en un azud o presa de contención, situada en un lugar favorable del río para obtener desnivel y diferencia de cota, sobre el espacio que pretendemos irrigar y que está situado aguas abajo del cauce principal. La acequia discurre de forma paralela a un margen u otro del río, llevando agua a los espacios existentes entre ella misma y el cauce fluvial inferior.

Cuando el espacio agrícola se ha colmatado, se acude a la construcción de nuevos canales o acequias, situados a cotas superiores, repitiéndose el mismo proceso de colonización de nuevos espacios agrícolas, apareciendo como resultado final un espacio irrigado en forma escalonada.



III.34 y III.35. Planos de la presa de la Acequia Cara en el Río Mula.

Éste proceso suele culminarse, en una última fase de colonización del espacio agrícola, con la instalación de norias de corriente que elevan el agua de la acequia, a un nivel superior.

La zona de la cuenca hidrográfica donde podemos apreciar este fenómeno en toda su amplitud, es una parte de la Vega Alta, conocida como el Valle de Ricote, donde los cultivos escalonados, se funden entre los márgenes de ribera y las faldas montañosas.



III.36 y III.37. El río Segura entre las sierras del Solvente y el Chínite, en Ojós, discurre por un paisaje de cultivos escalonados, cuya última terraza se riega con la noria de Ribera, sobre la acequia de Ojós-Ulea.

En su Tratado de Hidráulica, Llaurado, nos habla con un conocimiento directo de la Huerta de Murcia y de sus cauces de aguas vivas, y alude a las partes constitutivas de un sistema completo de canalizaciones de riego, mencionando los siguientes:

- La presa y toma de aguas.
- El canal principal de conducción.
- Los canales secundarios o de derivación.
- Las acequias o brazales de distribución.
- Los canales o almenaras de desagüe.
- Los azarbes o escorredores.

Las aguas represadas en el cauce natural del río o arroyo pasan en su totalidad o en parte al canal de conducción, éste recorre un trayecto y distribuye

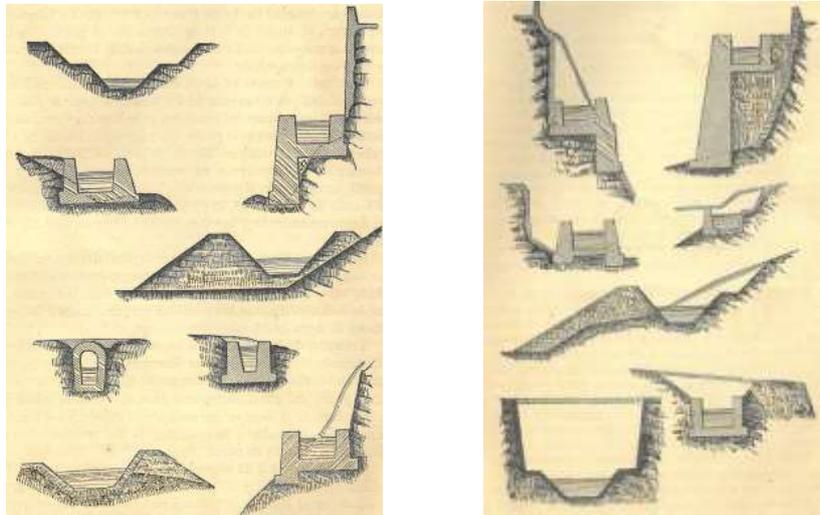
su caudal entre las grandes zonas de riego por medio de los canales secundarios; se ramifican éstos a su vez dando origen a las acequias, brazales e hijuelas, de las cuales parten las regaderas o regatas, que constituyen la última ramificación y suministran el riego a las parcelas.

Los azarbes o escorredores forman un sistema análogo al de distribución, aunque dispuesto en sentido inverso, puesto que teniendo por objeto reunir las aguas sobrantes del riego, para conducir las y que no se estanquen, las ramificaciones van disminuyendo en número y aumentando en importancia a medida que se acercan al punto de desagüe definitivo. Las aguas de este sistema colector, suelen denominarse muertas, en correlación con el nombre de vivas que suelen recibir las aguas del sistema distributivo.



III.38. Red hidráulica de la Huerta de Murcia.

En la Huerta de Murcia, los cauces de aguas vivas que constituyen el sistema distributivo, toman los nombres de acequias mayores, acequias menores, brazales y regaderas; y los del sistema colector se llaman, por el orden de menor a mayor, escorredores, azarbetes y azarbes ó landronas. Los canales de desagüe o almenaras son líneas de conducción que comunican con el cauce principal o con las acequias de derivación, y tienen por objeto descargarlas en caso de inundaciones y facilitar las limpiezas y reparaciones.

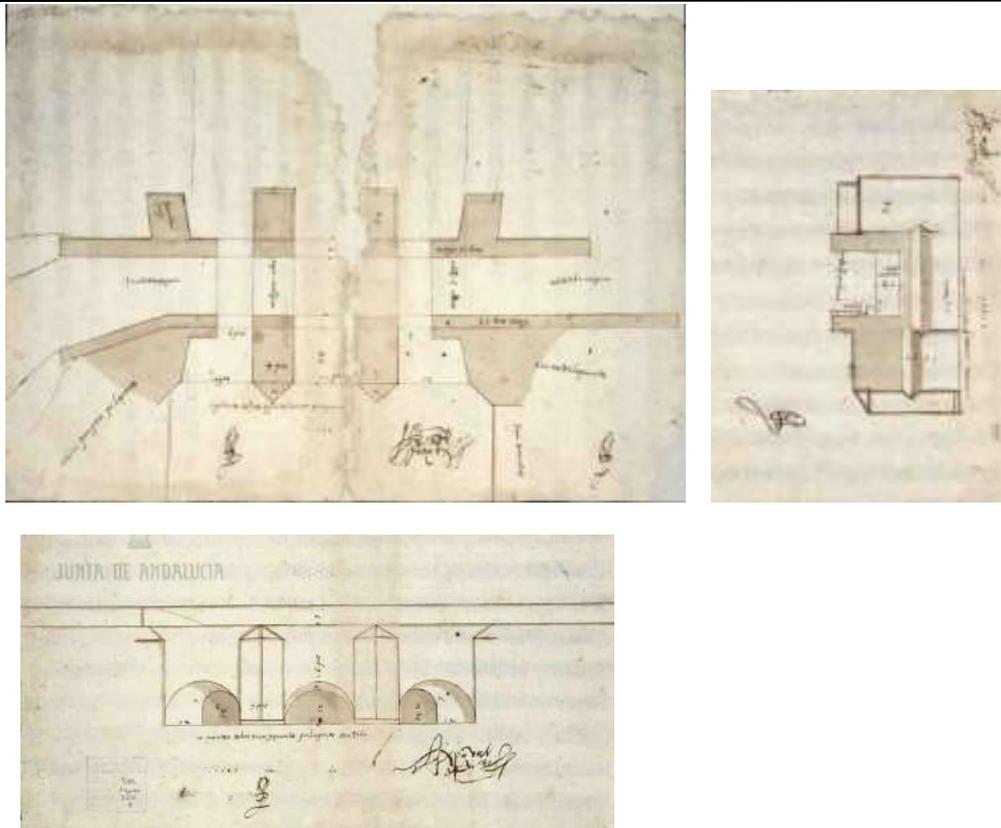


III. 39. Diseño para la construcción de canales y acequias. Tratado de Aguas y riegos. Andrés Llaurado.

Las acequias medievales de la Huerta de Murcia, se organizaron mediante dos grandes heredamientos, el Heredamiento Norte o de Aljufía y el Heredamiento Sur, o de Alquibla o Barreras, y tienen su toma abierta, directamente en el Azud de la Contraparada.

El cauce de las acequias, estaba excavado en el terreno natural, siendo frecuente las reparaciones por desplomes de los taludes naturales de tierra.

Cuando los cauces de las acequias atravesaban espacios que necesitaban de obras más resistentes como pasos por puentes o ramblas, partidores, zonas con aprovechamientos hidráulicos como norias, molinos, etc., se acudía a la ejecución de elementos arquitectónicos de sillería, fábricas de ladrillo macizo e incluso muros de mampostería ordinaria revestidos con morteros de cal hidráulica. A veces los muros laterales de las acequias presentaban paños de hormigones de cal con gravas, canto rodado y sillarejo, pero el revestimiento más común de los muros laterales de tierra, serían con el tiempo, fábricas de mampostería ordinaria, tomada y revestida finalmente con morteros de cal hidráulica.



III.40. Planos de Planta, alzado y sección de la Acequia Alquibla o Barreras, a su paso sobre la Rambla de las Zorreras. La Acequia Daba, adosada a la anterior, no aparece detallada en el plano.

La leyenda que figura anexa al Plano depositado en el Archivo de la Real Chancillería de Granada, es la siguiente:

Alcantarilla (Murcia) (Puente y Presa). Croquis. 1614. [Sección, alzado y planta de un puente y presa en la Acequia Mayor de Alquibla (Alcantarilla)] / Cristóbal de Vélchez . -- Escala [ca. 1:74'5], 20 pies [= 7'5 cm]. -- [S.l. : s.n., 1614]. 3 croquis en 2 h. : ms., tinta, sepia (papel) ; 30 X 42 cm o menos. Leyendas explicativas en cada plano. - - Indica alturas en pies. -- Pertenece al pleito ARCHGR-286-1 "el Obispo de la Catedral de Murcia y el Concejo de Murcia con Juan Uso de Mar y Narváez sobre el derecho de aprovecharse del agua de la acequia Carreras". 1614-1615. -- Mención de fecha tomada del pleito.

El resto de los heredamientos regantes de la cuenca hidrográfica, tienen su fundación a partir del siglo XVII y XVIII, construyendo sus cauces del mismo modo que las acequias medievales.

### 3.4 TECNOLOGÍA DE LAS NORIAS DE CORRIENTE.

Este apartado tiene como finalidad, la descripción “formal” de las norias de corriente de la cuenca hidrográfica del Segura, incidiendo en los más variados aspectos culturales y técnicos que han sucedido en todos sus periodos evolutivos a lo largo de la historia.

A la definición, a la vez localista y global, de Córdoba de La Llave:

Norias fluviales o “de vuelo” son las establecidas en las márgenes de ríos y arroyos para elevar el agua hasta una altura suficiente desde la que poder distribuirla para el regadío o el abastecimiento urbano.

Podemos añadir otra más descriptiva de Caro Baroja:

Ruedas elevadoras, colocadas verticalmente en ríos y acequias, con eje horizontal, movidas por la misma corriente, provistas de cangilones o con orificios para dar entrada y salida al agua en uno de sus lados, o coronas.

En la unión de una y otra, encontramos una definición, que salvando la denominación regional de “noria de vuelo”, se ajusta a lo que podríamos pensar como una definición genérica apropiada a la casuística general de las norias de corriente en la Península Ibérica.

Ya hemos barajado en apartados anteriores, varias ideas relativas a las distintas aportaciones culturales, científicas, religiosas, etc., de los pueblos que ocuparon la Península Ibérica y sus legados correspondientes.

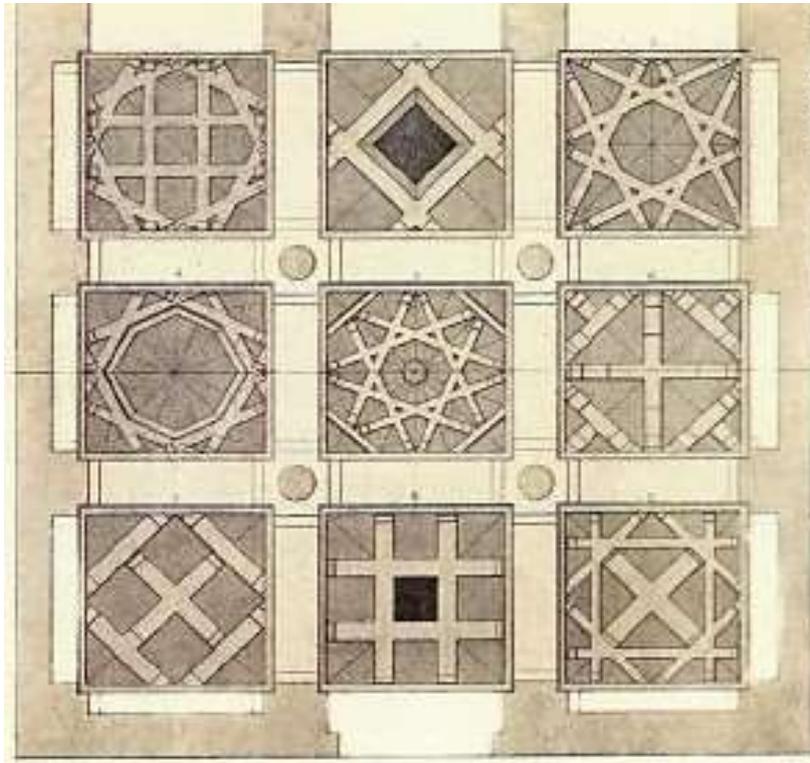
La aportación romana en Hispania, reflejada en importantes obras civiles, que pueden englobarse dentro de la categoría de una “hidráulica mayor”, no procuró, al menos por la falta de evidencias arqueológicas, una continuidad en la dotación al espacio agrícola irrigado, de ingenios y máquinas, que podrían calificarse como de una “hidráulica menor”, algo que sin embargo, las fuentes escritas, si que reconocen.

Los dos siglos de dominio visigodo, habían dado como resultado, un cierto estancamiento en la actividad económica y probablemente, el prototipo de espacio irrigado, no cambiaría esencialmente con respecto al romano de las villae.

Es en periodo medieval, y de modo muy particular, cuando se produce el afianzamiento de la cultura árabe en al-Andalus, lo que conlleva a la difusión a gran escala de las técnicas de cultivo e irrigación y en particular de las norias de corriente. No en vano, estas técnicas, eran conocidas por los nuevos pobladores de la península, en sus países de origen y aplicarlas con naturalidad en sus nuevos dominios, fue algo casi inmediato. El siguiente párrafo del profesor Córdoba de La Llave, resulta muy clarificador, desde el punto de vista de la transformación del bagaje ornamental de las norias musulmanas por las de una estética cristiana:

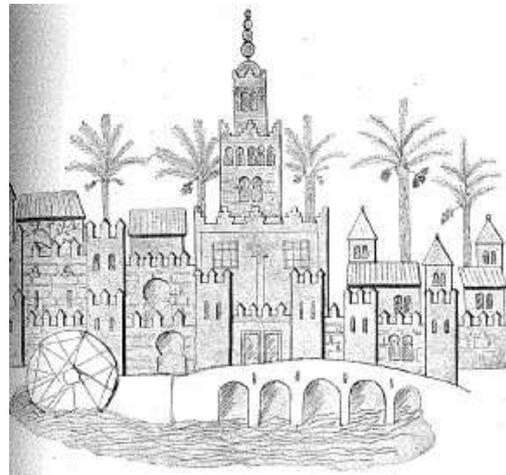
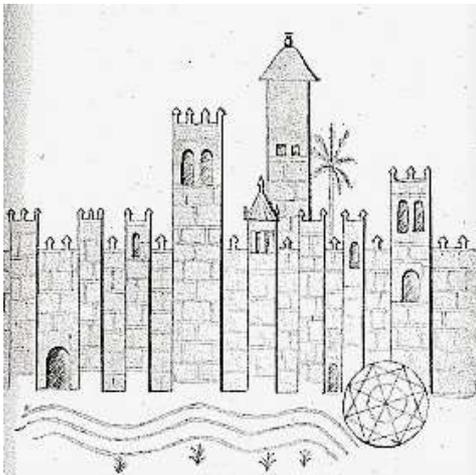
“..Las norias que existieron en al-Andalus estuvieron provistas de abundantes ensamblajes de listones de madera que dibujaban cuadriláteros, pentágonos y estrellas de ocho puntas, inscritas en el diámetro interno de la rueda y que servían para establecer la unión del eje con la corona y reforzar la seguridad y firmeza de la noria en su movimiento de rotación.

Pero desde los siglos XV y XVI las norias fluviales hispanas, aunque continuaron siendo de madera en todos sus elementos, modificaron parcialmente su tecnología; en vez de seguir el modelo árabe, de travesaños inscritos en la circunferencia, siguieron un esquema más parecido a los modelos conocidos de época romana, consistente en la utilización de menos travesaños internos y en la colocación, por contra, de un mayor número de radios, es decir, de barras de madera que convergen desde la corona -zona donde se asientan paletas y cangilones- hacia el eje y que se encuentran arriostrados mediante travesaños colocados en disposición circular que sirven para dotar de robustez a esos brazos de la noria..”.



III.41. Algunos de los aspectos geométricos de las bóvedas islámicas que tienen que ver con lo estilístico y lo ornamental, se traspasaron con naturalidad a los componentes funcionales de las norias de corriente y a los juegos geométricos de sus travesaños. Arquitectura hispanomusulmana. Taschen.

Aunque se suele admitir que posteriormente a la Hispania romana y visigoda, la utilización de los nuevos sistemas hidráulicos, transformaron el espacio agrícola mediante una tecnología que tenía un origen islámico, lo cierto, es que con la conquista cristiana y la época feudal, algunos aspectos del programa ornamental árabe, son transformados, de acuerdo con una nueva estética predominante. Esas nuevas técnicas, fueron utilizadas por los cristianos entre los siglos XIII y XVIII y su impronta final, no ha procurado argumentos de un pasado musulmán.



III.42 y III.43. Sellos concejiles del siglo XIV de las ciudades de Murcia y Córdoba, según la interpretación de Julio González en su obra Sellos concejiles medievales. En ambos se representa una noria de influencia islámica con la aparición de figuras geométricas giradas y con la incorporación de algunos elementos de inspiración clásica posteriores a la conquista cristiana.



III.44. Sello concejil de la ciudad de Murcia en el que se inspiró Julio González para sus Sellos concejiles medievales. En el reverso, parte inferior derecha se observa una azuda en el Segura, con el Alcázar de la ciudad al fondo. Archivo Municipal de Murcia. El Almudí.

Si ahora centramos nuestro objetivo, en el estudio de las norias de corriente de la cuenca hidrográfica del Segura, será necesario plantear alguna premisa que nos sitúe en el marco geográfico adecuado.

La cuenca hidrográfica del río Segura, es una de las cuencas más cortas de la península y es el resultado de una serie de pequeños ecosistemas que tienen sus orígenes en distintas regiones geográficas y que desde la antigüedad, ha sido apreciada por sus pobladores por sus favorables condiciones para los cultivos agrícolas más diversos.

Los paisajes montañosos de los primeros tramos del río, de temperaturas extremas, no favoreció la instauración de zonas de cultivo a grandes escalas, mientras que las zonas intermedias de la cuenca, incluso las más bajas, cerca ya de la desembocadura, son más propicias para cultivos agrícolas de lo más variado.

La orografía que presentan los espacios agrícolas que bordean el cauce del río, han sido determinantes a la hora de instaurar los sistemas hidráulicos que los alimentan, de modo que la mayor densidad de ingenios hidráulicos y por supuesto, de norias de corriente, tiene como foco principal, los tramos del río que discurren entre las huertas de Calasparra y las de Archena. Aquí, las zonas montañosas que flanquean el río, van dejando espacios o pequeños valles donde la agricultura se va acomodando entre el cauce principal y las laderas montañosas, generando espacios agrícolas aterrazados, irrigados por medio de acequias que tienen su origen en presas o azudes.



III.45 y III.46. Espacios agrícolas aterrazados, flanqueando el río Segura en el Valle de Ricote.

Para el riego de los últimos niveles de cultivo, se acude a la instalación de norias de corriente, sobre los nuevos cauces, siendo éste, el paisaje más frecuente de lo que denominamos Vega Alta del Segura.

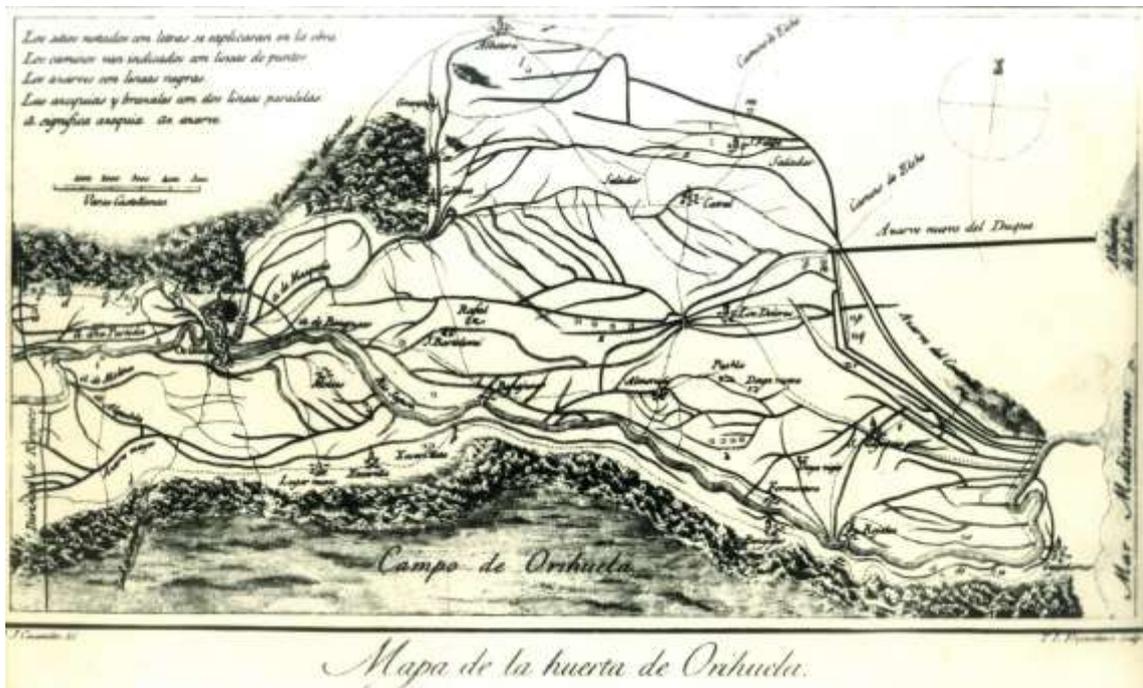
Las zonas de la Vega Media, vienen a presentar una orografía mucho más plana y el río se expande por medio de una generosa red de acequias que generan un extenso valle, extraordinariamente apto para los usos agrícolas.

Dada la horizontalidad del terreno y lo cercano del nivel freático, se utilizan con frecuencia pequeños ingenios hidráulicos (aceñas o norias de tiro, tímpanos o ceñiles, etc), y en contadas ocasiones se acude a la construcción de norias de corriente instaladas en grandes acequias, por cierto, bien fortificadas, con unas buenas obras arquitectónicas.

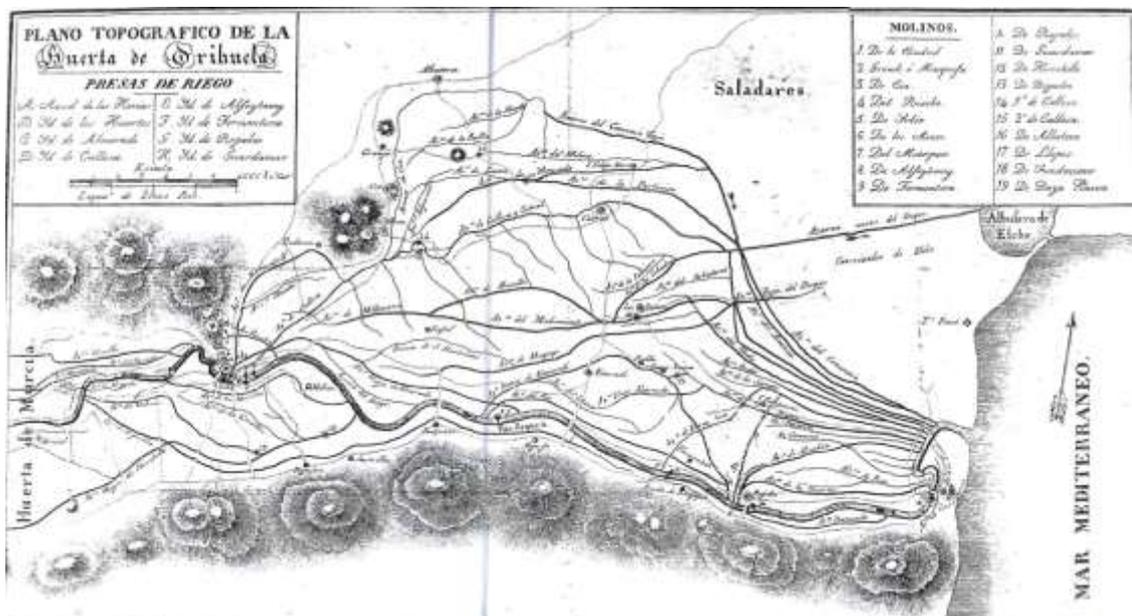


III.47. Noria de Felices, de influencia medieval, emplazada en la acequia de Aljufía antes de su demolición.

La Vega Baja, presenta características orográficas idénticas a la anterior, el valle que surca el río, se expande cada vez más y la red de acequias que lo circundan, es cada vez más extensa.



III. 48. Mapa de la huerta de Orihuela y red hidráulica



III. 49. Plano topográfico de la Huerta de Orihuela y red hidráulica de la Vega Baja.

Para la colonización de espacios agrícolas a cotas superiores, se acude a la construcción de norias de corriente, que se sitúan en los márgenes o riberas del río, dando lugar a una nueva tipología arquitectónica, la noria de corriente de influencia medieval, denominada también como azuda. Estas norias están asociadas a presas construidas en el cauce del río, y, en ocasiones comparten su uso con otros aprovechamientos hidráulicos, normalmente molinos. Todo el conjunto presenta importantes obras de sillería, que las protegen de las avenidas del río.



III.50. Presa, noria y molino de Benijofar. Alicante.

Por tanto, recapitulando todo lo anterior, podemos concluir que las norias de corriente de la cuenca hidrográfica del Segura, presentan unas características propias que nos llevan a establecer una primera clasificación:

- (I) Norias de corriente o azudas, construidas en las márgenes del río.
- (II) Norias de corriente construidas sobre acequias o canales artificiales.

Una segunda clasificación, ciertamente más compleja, es la que resulta de asociar los distintos “momentos históricos” con los “momentos técnicos”, es decir, poner de relevancia, la historiografía, los procesos constructivos y los materiales de construcción utilizados en cada época, de forma que surge una clasificación, con ciertos paralelismos a nivel peninsular, pero con importantes matices que

remarcan la genuina casuística de la cuenca hidrográfica del Segura. Podemos establecer una nueva clasificación en tres niveles:

- (A) Norias de corriente construidas en madera.
- (B) Norias de corriente mixtas, construidas en madera y metal.
- (C) Norias de corriente construidas en su totalidad con elementos metálicos.

A continuación, se van a llevar a cabo, una serie de precisiones, sobre las características esenciales de las norias de corriente Grupos I y II, y a los Tipos A, B y C, y que son las siguientes:

-La situación y ejecución de la obra arquitectónica que encierran las norias del Grupo I, así como su emplazamiento privilegiado, en el interior de una importante obra de sillería, que la protege de las avenidas del río, resulta ser muy distinto a la obra arquitectónica, mucho más sencilla, reversible y funcional de las norias de corriente del Grupo II, instaladas en acequias y canales.

-La morfología de las norias I y II, es análoga y la dimensión de sus elementos, viene condicionada por las exigencias en cuanto a capacidad, caudal, altura de elevación, etc., siendo frecuente que las norias tipo I, presenten elementos constructivos a los que se les requiere una mayor sección y resistencia.

-Las tres tipologías avanzadas A, B y C, deben su existencia a lo cronológico, dependiendo de lo que hemos denominado "momento cultural", relacionado con los hechos históricos que se van sucediendo. Estos hechos históricos han generado en cada momento, avances científicos e invenciones, que se identifican con un "momento técnico", y que condiciona claramente la utilización de nuevos materiales. Así, podemos argumentar lo siguiente:

\*Las norias de corriente de los grupos I y II, en origen, estarían construidas en su totalidad, mediante elementos de madera, tal como lo fueron las norias de vuelo andaluzas, las azudas del Tajo, las de los noriales del Ebro, etc., respondiendo en cualquier caso a norias del tipo A.

\*La incorporación de elementos metálicos al proceso constructivo de las norias de corriente, fue bastante tardío, llevándose a cabo sustituciones puntuales de determinados elementos de madera, por otros metálicos, que aportaban una mayor resistencia y durabilidad. Estas operaciones de sustitución comenzaron a partir de la primera mitad del siglo XIX, originándose así una nueva tipología de noria de corriente, la tipo B.

\*En los primeros años del siglo XX, nuevas tipologías arquitectónicas se desarrollan en nuestros pueblos y ciudades fruto de la llegada de los perfiles normalizados de hierro y acero, que imprimen una nueva dinámica en el proceso constructivo.

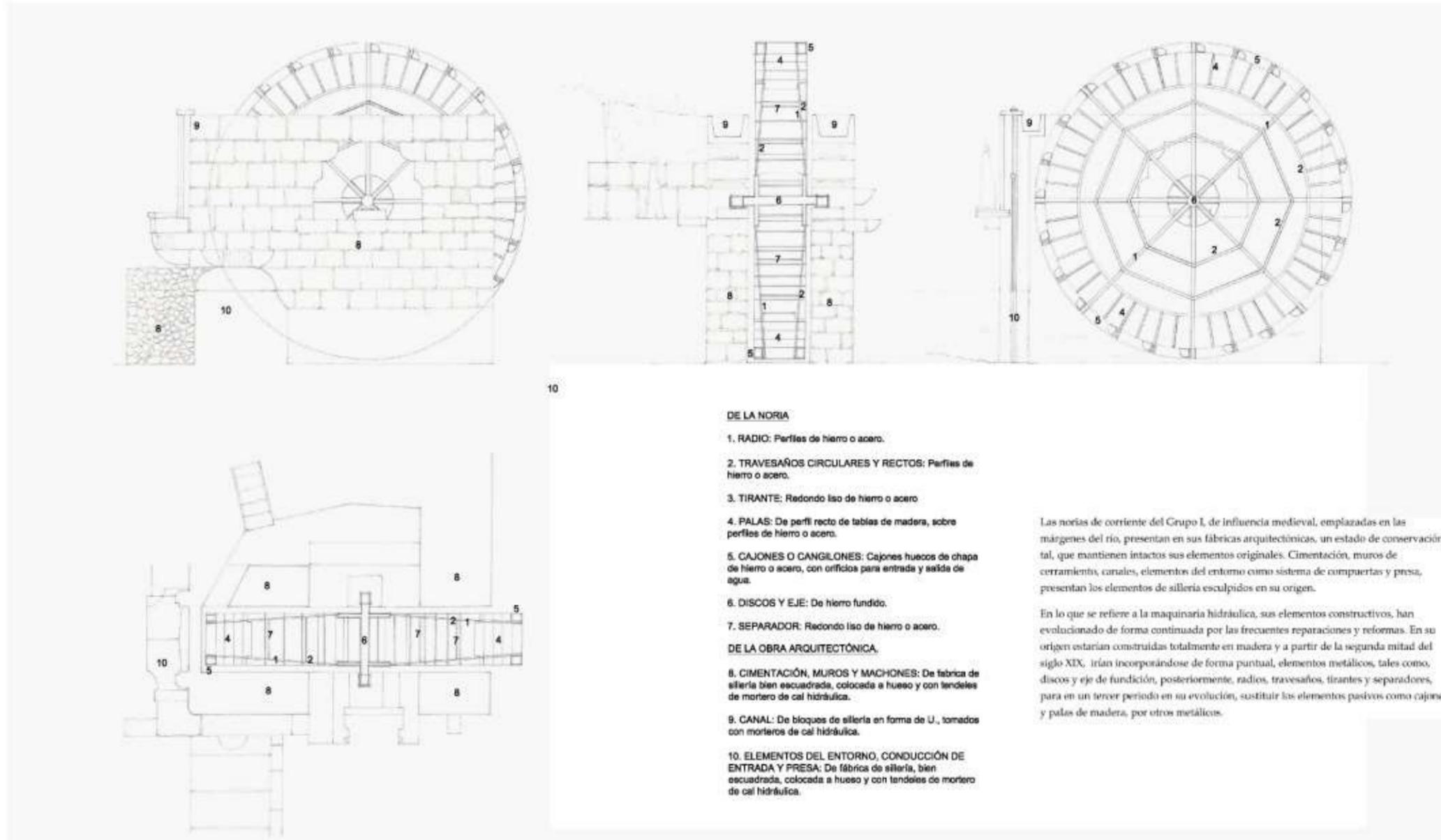
En esos años se construyen ex novo, y totalmente metálicas, norias de corriente como la de Tedelche en Hellín o Los Chirrinches en Archena, dando lugar a norias tipo C.

En la actualidad, las norias de corriente, se adscriben normalmente a los tipos B y C, aunque algunas de ellas, como la noria de la Hoya Don García en Abarán, conserva elementos originales de su antigua construcción en madera.

A continuación vamos a realizar una descripción gráfica de los grupos y tipos de norias de corriente mencionados anteriormente, referidos a su estado actual, independientemente de su estado de conservación y que han sido restituidas mediante el dibujo, siempre que se conserven y sean identificables sus características más importantes. A cada una de las tipologías propuestas, se asociaran los grupos de poblaciones donde se encuentren ubicadas las norias de corriente.



NORIAS DEL GRUPO I. TIPO C.



10

DE LA NORIA

1. RADIO: Perfiles de hierro o acero.
2. TRAVESAÑOS CIRCULARES Y RECTOS: Perfiles de hierro o acero.
3. TIRANTE: Redondo liso de hierro o acero.
4. PALAS: De perfil recto de tablas de madera, sobre perfiles de hierro o acero.
5. CAJONES O CANGILONES: Cajones huecos de chapa de hierro o acero, con orificios para entrada y salida de agua.
6. DISCOS Y EJE: De hierro fundido.
7. SEPARADOR: Redondo liso de hierro o acero.

DE LA OBRA ARQUITECTÓNICA.

8. CIMENTACIÓN, MUROS Y MACHONES: De fábrica de sillera bien escuadrada, colocada a hueso y con tendales de mortero de cal hidráulica.
9. CANAL: De bloques de sillera en forma de U., tomados con morteros de cal hidráulica.
10. ELEMENTOS DEL ENTORNO, CONDUCCIÓN DE ENTRADA Y PRESA: De fábricas de sillera, bien escuadrada, colocada a hueso y con tendales de mortero de cal hidráulica.

Las norias de corriente del Grupo I, de influencia medieval, emplazadas en las márgenes del río, presentan en sus fábricas arquitectónicas, un estado de conservación tal, que mantienen intactos sus elementos originales. Cimentación, muros de cerramientos, canales, elementos del entorno como sistema de compuertas y presa, presentan los elementos de sillería esculpidos en su origen.

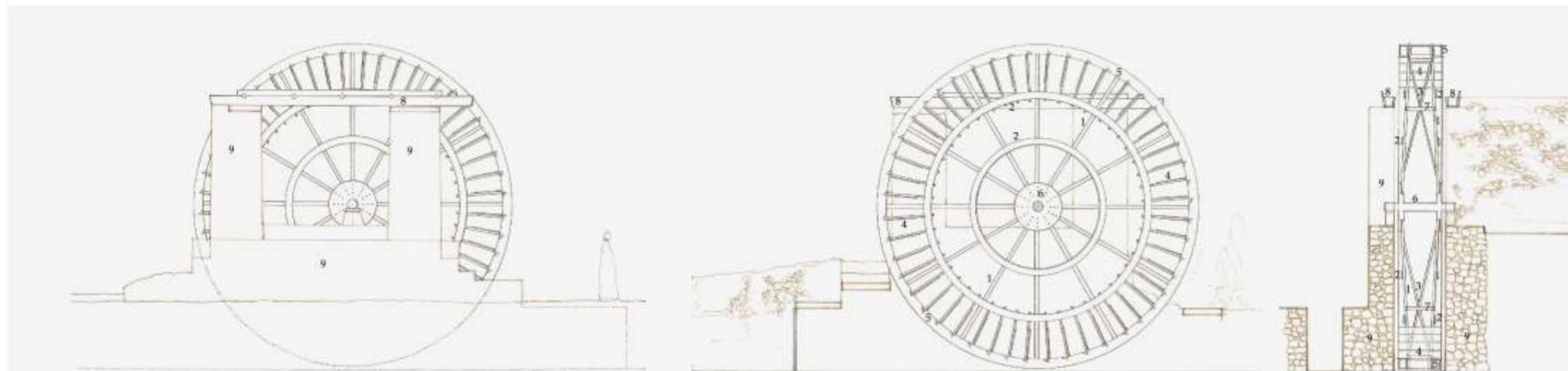
En lo que se refiere a la maquinaria hidráulica, sus elementos constructivos, han evolucionado de forma continuada por las frecuentes reparaciones y reformas. En su origen estarían construidas totalmente en madera y a partir de la segunda mitad del siglo XIX, irían incorporándose de forma puntual, elementos metálicos, tales como, discos y eje de fundición, posteriormente, radios, travesaños, tirantes y separadores, para en un tercer periodo en su evolución, sustituir los elementos pasivos como cajones y palas de madera, por otros metálicos.

	<p><b>UNIVERSIDAD CATÓLICA SAN ANTONIO DE MURCIA</b>                  ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR. DEPARTAMENTO DE CIENCIAS POLITÉCNICAS.                  DOCTORADO EN URBANISMO.</p>
	<p>NORIAS DE CORRIENTE EN LA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL SEGURA:                  UN ARQUETIPO DE LA ARQUITECTURA HIDRÁULICA</p>
	<p>DOCTORANDO: JOSÉ MONTORO GUILLÉN. Arquitecto.</p>

<p>DENOMINACIÓN:                  NORIAS DEL GRUPO I, TIPO C</p>	<p><b>GI-C</b></p>
<p>EMPLAZADAS EN LAS RIBERAS DE RÍO SEGURA, PRESENTAN UNA ESTRUCTURA INTEGRAL METÁLICA</p>	



NORIAS DEL GRUPO II. TIPO A.



DE LA NORIA

1. RADIO: Tablones de madera de escuadría cuadrada o rectangular.
2. TRAVESAÑOS CIRCULARES: De madera de sección rectangular.
3. TIRANTE: Tablones de madera de escuadría cuadrada o rectangular, ensamblados a media madera formando cruces de san Andrés.
4. PALAS: De perfil recto de tablas de madera, sobre tablancillos de madera.
5. CAJONES O CANGILONES: Cajones huecos formados por tablas de madera, ensamblados y clavados.
6. DISCOS Y EJE: De hierro fundido.
7. SEPARADOR: Tablas de madera de sección rectangular entre radios, ensambladas a media madera y clavadas.
8. CANAL: En forma de U, a base de tablas de madera de sección rectangular ensambladas y machiembreadas y clavadas.

DE LA OBRA ARQUITECTÓNICA.

9. CIMENTACIÓN, MUROS Y MACHONES: De fábrica de mampostería ordinaria tomada y revestida con morteros de cal hidráulica.
10. ELEMENTOS DEL ENTORNO, CONDUCCIÓN DE ENTRADA, REPRESA, ALIVIADERO Y SISTEMA DE COMPUERTAS: De fábrica de mampostería ordinaria tomada y revestida con morteros de cal hidráulica y piezas de sillaría en la formación de solera de caja de acequia y hormas de sistema de compuertas.

Las norias de corriente del Grupo II, emplazadas en la red de acequias y canales, al igual que las del Grupo I, presentan en sus fábricas arquitectónicas, los elementos y materiales originales. Cimentación, muros y machones, así como elementos del entorno como sistema de compuertas, canal de entrada y aliviadero, presentan elementos de sillaría o bies de mampostería revestida, ejecutados en su origen.

En lo que se refiere a la maquinaria hidráulica, al igual que las norias del Grupo I, sus elementos constructivos, han evolucionado de forma continuada por las frecuentes reparaciones y reformas. En su origen estarían construidas totalmente en madera y a partir de la segunda mitad del siglo XIX, irían incorporándose de forma puntual, elementos metálicos, tales como, discos y eje de fundición, posteriormente, radios, travesaños, tirantes y separadores, para en un tercer periodo en su evolución, sustituir los elementos pasivos como cajones, palas, canales y guardavientos, de madera, por otros metálicos.

Algunas de las norias del Grupo II, se construyeron bajo influencia medieval, presentando la máquina encerrada entre muros, mayoritariamente de ladrillo macizo colocado a cara vista y reflejando en sus fachadas, la influencia estilística de la época.



UNIVERSIDAD CATÓLICA SAN ANTONIO DE MURCIA  
ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR. DEPARTAMENTO DE CIENCIAS POLITÉCNICAS.  
DOCTORADO EN URBANISMO.  
NORIAS DE CORRIENTE EN LA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL SEGURA:  
UN ARQUETIPO DE LA ARQUITECTURA HIDRÁULICA  
DOCTORANDO: JOSÉ MONTORO GUILLÉN. Arquitecto.

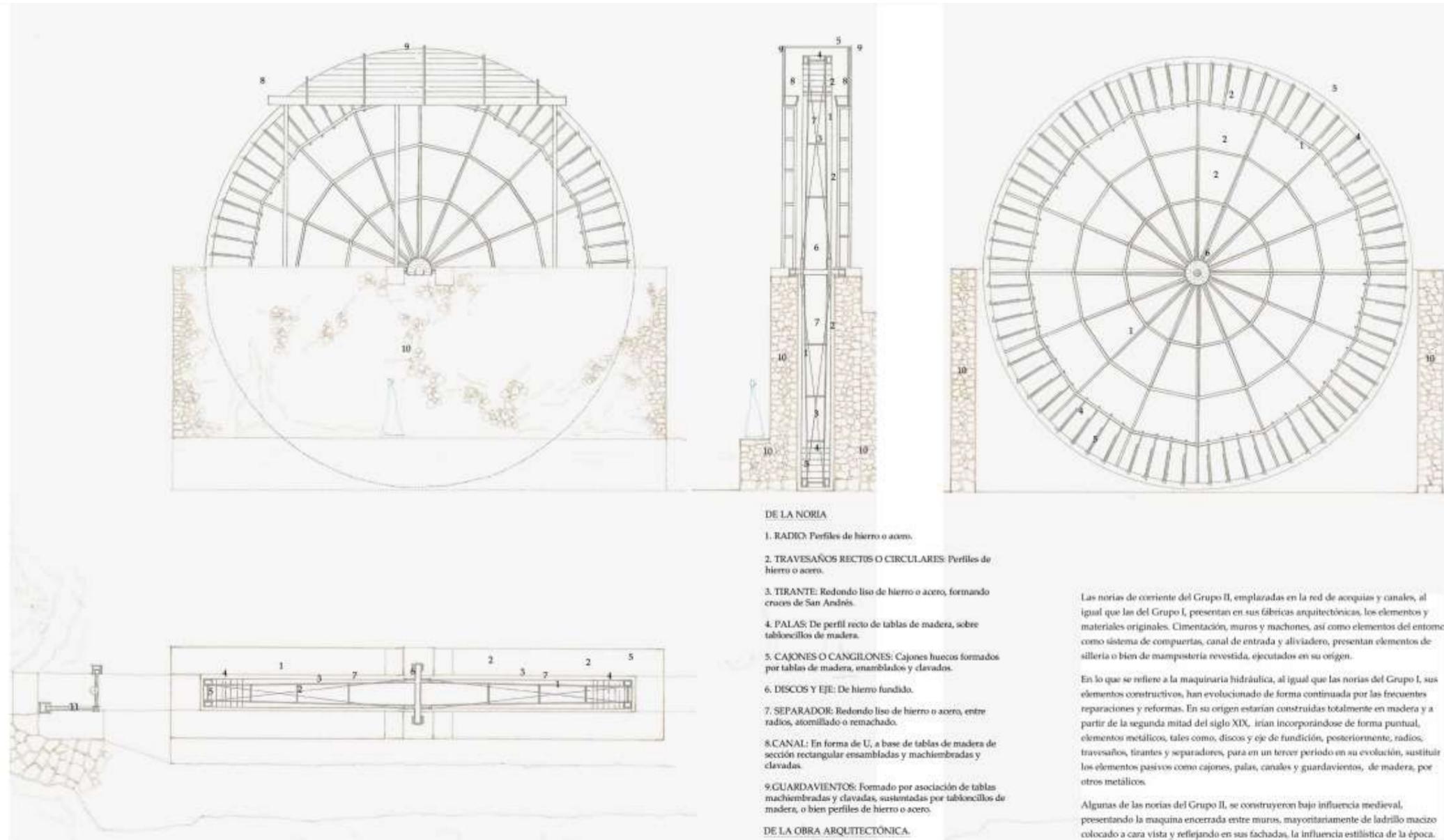
DENOMINACIÓN:  
NORIAS DEL GRUPO II, TIPO A

GII-A

EMPLAZADAS EN ACEQUIAS, PRESENTAN UNA ESTRUCTURA INTEGRAL DE MADERA.



NORIAS DEL GRUPO II. TIPO B.



DE LA NORIA

1. RADICIO: Perfiles de hierro o acero.
2. TRAVESAÑOS RECTOS O CIRCULARES: Perfiles de hierro o acero.
3. TIRANTE: Redondo liso de hierro o acero, formando cruces de San Andrés.
4. PALAS: De perfil recto de tablas de madera, sobre tablocillos de madera.
5. CAJONES O CANGILONES: Cajones huecos formados por tablas de madera, ensamblados y clavados.
6. DISCOS Y EJE: De hierro fundido.
7. SEPARADOR: Redondo liso de hierro o acero, entre radios, atornillado o remachado.
8. CANAL: En forma de U, a base de tablas de madera de sección rectangular ensambladas y machiembreadas y clavadas.
9. GUARDAVIENTOS: Formado por asociación de tablas machiembreadas y clavadas, sustentadas por tablocillos de madera, o bien perfiles de hierro o acero.

DE LA OBRA ARQUITECTÓNICA.

10. CIMENTACIÓN, MUROS Y MACHONES: De fábrica de mampostería ordinaria tomada y revestida con morteros de cal hidráulica.
11. ELEMENTOS DEL ENTORNO, CONDUCCIÓN DE ENTRADA, REPRESA, ALIVIADERO Y SISTEMA DE COMPUERTAS: De fábrica de mampostería ordinaria tomada y revestida con morteros de cal hidráulica y piezas de sillaría en la formación de solera de caja de acequia y hornos de sistema de compuertas.

Las norias de corriente del Grupo II, emplazadas en la red de acequias y canales, al igual que las del Grupo I, presentan en sus fábricas arquitectónicas, los elementos y materiales originales. Cimentación, muros y machones, así como elementos del entorno como sistema de compuertas, canal de entrada y aliviadero, presentan elementos de sillaría o bien de mampostería revestida, ejecutados en su origen.

En lo que se refiere a la maquinaria hidráulica, al igual que las norias del Grupo I, sus elementos constructivos, han evolucionado de forma continuada por las frecuentes reparaciones y reformas. En su origen estarían construidas totalmente en madera y a partir de la segunda mitad del siglo XIX, irían incorporándose de forma puntual, elementos metálicos, tales como, discos y eje de fundición, posteriormente, radios, travesaños, tirantes y separadores, para en un tercer periodo en su evolución, sustituir los elementos pasivos como cajones, palas, canales y guardavientos, de madera, por otros metálicos.

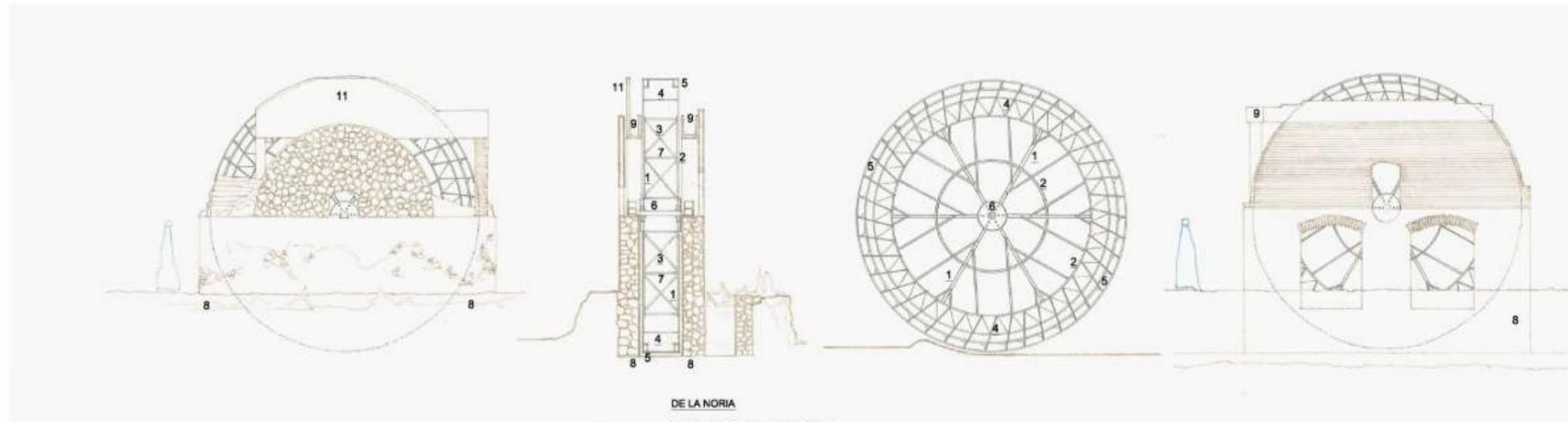
Algunas de las norias del Grupo II, se construyeron bajo influencia medieval, presentando la máquina encerrada entre muros, mayoritariamente de ladrillo macizo colocado a cara vista y reflejando en sus fachadas, la influencia estilística de la época.

	<p><b>UNIVERSIDAD CATÓLICA SAN ANTONIO DE MURCIA</b>                  ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR. DEPARTAMENTO DE CIENCIAS POLITÉCNICAS.                  DOCTORADO EN URBANISMO.</p>
	<p><b>NORIAS DE CORRIENTE EN LA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL SEGURA:                  UN ARQUETIPO DE LA ARQUITECTURA HIDRÁULICA</b></p>
	<p>DOCTORANDO: JOSÉ MONTORO GUILLEN. Arquitecto.</p>

<p>DENOMINACIÓN:                  NORIAS DEL GRUPO II, TIPO B</p>	<p><b>GII-B</b></p>
<p>EMPLAZADAS EN ACEQUIAS PRESENTAN UNA ESTRUCTURA MIXTA, METÁLICA Y DE MADERA.</p>	



NORIAS DEL GRUPO II. TIPO C.



DE LA NORIA

1. RADIO: Perfiles de hierro o acero.
2. TRAVESAÑOS CIRCULARES Y RECTOS: Perfiles de hierro o acero.
3. TIRANTE: Redondo liso, pletina o angular de hierro o acero, formando cruces de San Andrés.
4. PALAS: De perfil recto de chapa de hierro o acero.
5. CAJONES O CANGILONES: Cajones huecos de chapa de hierro o acero, con orificios para entrada y salida de agua.
6. DISCOS Y EJE: De hierro fundido.
7. SEPARADOR: Redondo liso, pletina o angular de hierro o acero.

DE LA OBRA ARQUITECTÓNICA.

8. CIMENTACIÓN, MUROS Y MACHONES: De fábrica de mampostería ordinaria y fabricas de ladrillo macizo, tomadas y revestidas, con morteros de cal hidráulica.
9. CANAL: De fábrica de mampostería o ladrillo, revestidas con morteros de cal hidráulica.
10. ELEMENTOS DEL ENTORNO, CONDUCCIÓN DE ENTRADA, REPRESA Y ALIVIADERO: De fábrica mampostería ordinaria, tomada y revestida con morteros de cal hidráulica. Bloques de sillera en solera de caja de la noria, represa y hormas de sistema de compuertas.
11. GUARDAVIENTOS: De fábrica de mampostería o ladrillo tomado y revestido con morteros de cal hidráulica.

Las norias de corriente del Grupo II, emplazadas en la red de acequias y canales, al igual que las del Grupo I, presentan en sus fábricas arquitectónicas, los elementos y materiales originales. Cimentación, muros y machones, así como elementos del entorno como sistema de compuertas, canal de entrada y aliviadero, presentan elementos de sillera o bien de mampostería revestida, ejecutados en su origen.

En lo que se refiere a la maquinaria hidráulica, al igual que las norias del Grupo I, sus elementos constructivos, han evolucionado de forma continuada por las frecuentes reparaciones y reformas. En su origen estarían construidas totalmente en madera y a partir de la segunda mitad del siglo XIX, irían incorporándose de forma puntual, elementos metálicos, tales como, discos y eje de fundición, posteriormente, radios, travesaños, tirantes y separadores, para en un tercer periodo en su evolución, sustituir los elementos pasivos como cajones, palas, canales y guardavientos, de madera, por otros metálicos.

Algunas de las norias del Grupo II se construyeron bajo influencia medieval, presentando la máquina encerrada entre muros, mayoritariamente de ladrillo macizo colocado a cara vista y reflejando en sus fachadas, la influencia estilística de la época.

	<b>UNIVERSIDAD CATÓLICA SAN ANTONIO DE MURCIA</b>
	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR. DEPARTAMENTO DE CIENCIAS POLITÉCNICAS. DOCTORADO EN URBANISMO.
	NORIAS DE CORRIENTE EN LA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL SEGURA: UN ARQUETIPO DE LA ARQUITECTURA HIDRÁULICA
	DOCTORANDO: JOSÉ MONTORO GUILLÉN. Arquitecto.

DENOMINACIÓN:	<b>GII-C</b>
NORIAS DEL GRUPO II, TIPO C	
EMPLAZADAS EN ACEQUIAS, PRESENTAN UNA ESTRUCTURA METÁLICA INTEGRAL.	



### 3.5. EL FUNCIONAMIENTO DE LAS NORIAS DE CORRIENTE, LOS SISTEMAS TÉCNICOS Y LOS MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN.

Ya hemos comentado en paginas anteriores dos de los sistemas técnicos que forman parte de los sistemas hidráulicos más frecuentes en la cuenca hidrográfica del Segura, y que son los azudes o presas y las acequias o canales artificiales, quedando por describir el funcionamiento de la noria de corriente y el tercer elemento del sistema hidráulico, que está formado por el complejo arquitectónico donde se asienta la misma, y cuya descripción sería la siguiente:

Siguiendo el curso recto de la acequia y llegados al lugar donde debe emplazarse la noria, se practica una derivación, normalmente hacia el lado derecho del emplazamiento de la noria, produciéndose un nuevo curso hidráulico, que recibe el nombre de aliviadero.

Con un cauce, de análoga sección que el de la acequia, el aliviadero, tiene como misión recoger el caudal que no recibe la noria cuando está en funcionamiento, o bien si la noria tiene impedido el paso del agua, debe recoger el caudal completo de la acequia.

Este complejo hidráulico, presenta distintas hormas de piedra natural, bien trabajada, donde se instalan compuertas que regulan el paso del agua a la noria o bien la derivan hacia el aliviadero.

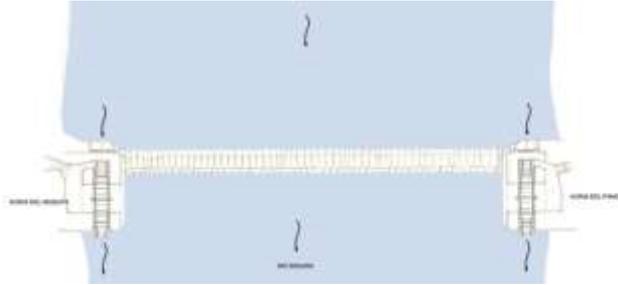
Todas las soleras del complejo, caja de la noria y muros y soleras de la derivación, se ejecutan mediante sillería bien trabajada, por el buen comportamiento ante la erosión y el desgaste.

Sobre un encepado de rollizos de madera, clavados sobre el lecho blando de la acequia, se dispone una cimentación a base de una losa o zanja corrida de hormigón de cal hidráulica, sobre la que se elevarán los muros que sustentan la noria.

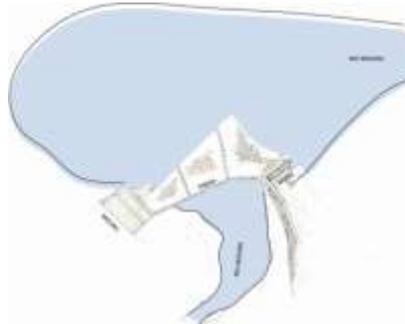
Habitualmente esos muros de sustentación de la noria, se ejecutarán mediante fábricas de mampostería ordinaria tomada y revestida con morteros de cal hidráulica. Es menos frecuente la ejecución de dichos muros mediante fábricas de ladrillo macizo o bien de sillería.

## SISTEMA TÉCNICO DE LA NORIA: CANAL DE LA NORIA Y ALIVIADERO.

## NORIAS GRUPO I TIPO C.:



## Norias de Pando y Moquita. Orihuela.

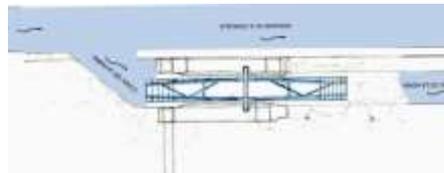


## Noria de Benijofar.

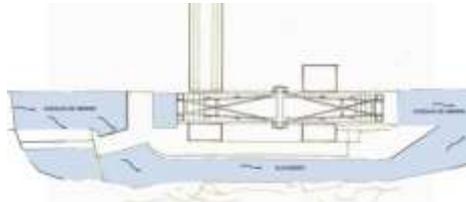


## Noria de Rojasles.

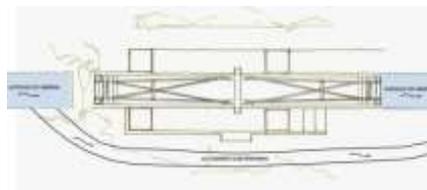
NORIAS GRUPO II TIPO A.:



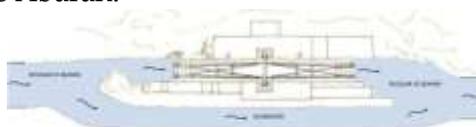
Noria de Doña Remedios. Cieza.



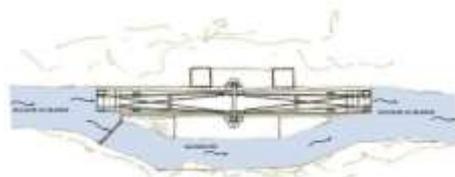
Noria de la Hoya Don García. Abarán.



Noria Grande de Abarán.

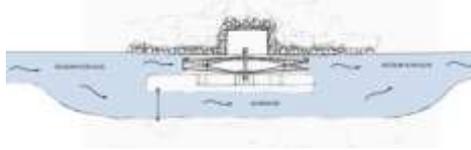


Noria de Antonio Molina. Blanca.

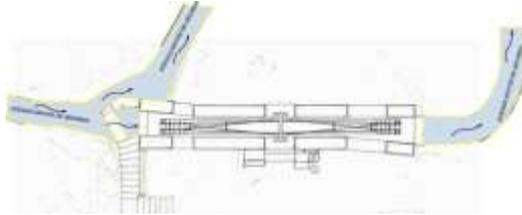


Noria de Miguelico Núñez. Blanca.

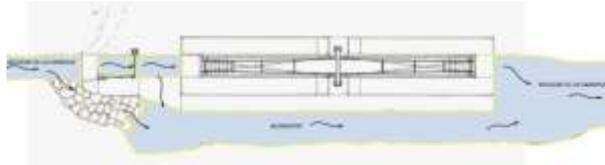
## NORIAS GRUPO II TIPO B.:



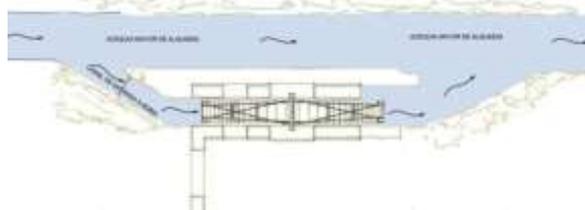
Noria de Elisa Carrillo. Ulea.



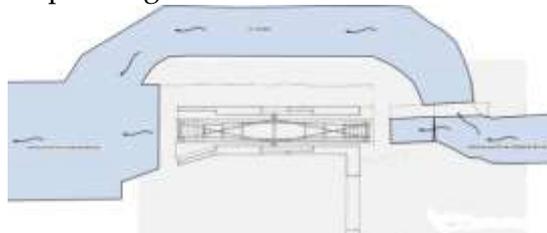
Azuda de Villarrías. Archena.



Noria del Acebuche, La Algaida. Archena.

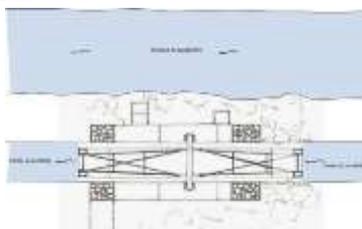


Noria de Lo Campoo. Alguazas.

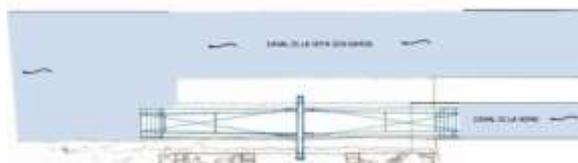


Noria del Rapao o de La Arboleda. Lorquí.

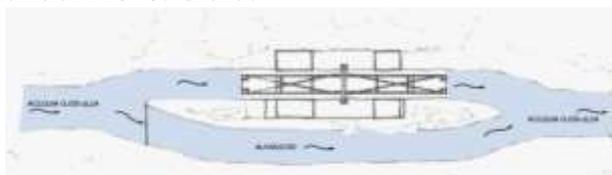
NORIAS GRUPO II TIPO C.:



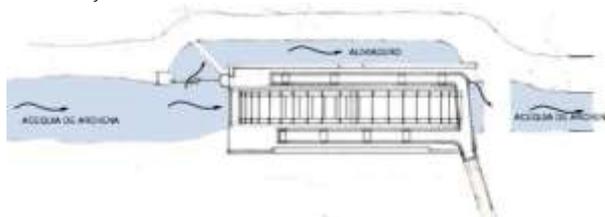
Noria de Salmerón. Moratalla.



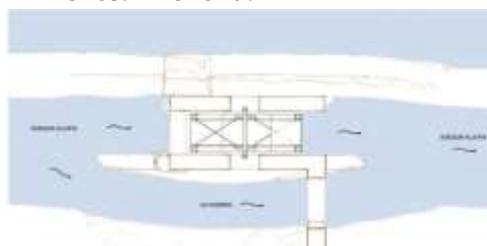
Noria de Manuel Moxó. Cieza.



Noria de Ribera. Ojós.

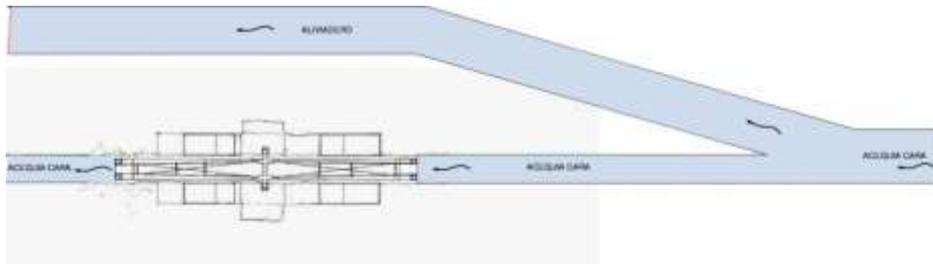


Noria de Los Chirrinches. Archena.

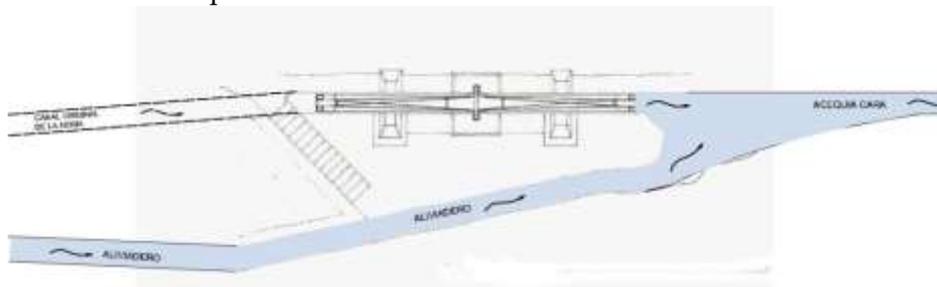


Noria de Felices, Javalí Viejo. Murcia.

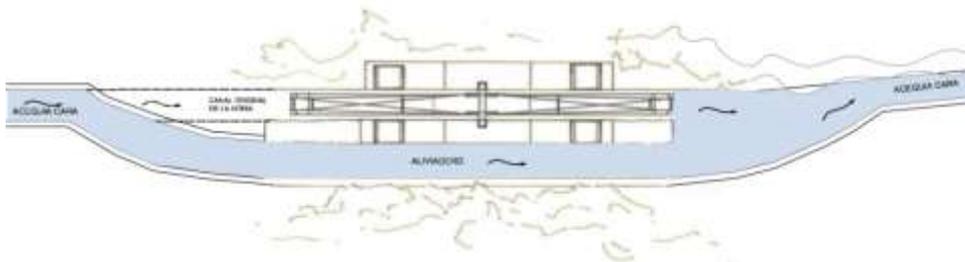
## NORIAS GRUPO II TIPO C. RÍO MULA.:



## Noria La Blanqueña. Mula.



## Noria de Sandoval o de La Barraca. Albudeite.



## Noria de Los Sixtos. Albudeite.

### 3.5.1 Materiales en la máquina hidráulica:

Ya hemos avanzado con anterioridad la clasificación de las norias de corriente según los materiales utilizados en su construcción. Se pretende a continuación relacionar los materiales que se utilizarían en la construcción de las norias de corriente, según cada tipología.

-Estructuras de madera.

Las norias de origen e influencia clásica y las medievales, que presentaban como único material de construcción la madera, utilizaban generalmente maderas provenientes de los bosques y cultivos arbóreos más cercanos.

Con carácter general, se utilizarían las siguientes:

\*Maderas muy resistentes, poco fibrosas y con poca agua en su composición, como la de encina, olivera, carrasca, etc., para la ejecución de los ejes, los discos y los durmientes o zapatas donde apoyaban los ejes.

\*Para la ejecución de los elementos estructurales como radios, travesaños, separadores y tirantes, se utilizarían maderas de pino, en la región de Murcia abunda el pino Mediterráneo, que es suficientemente resistente y bastante trabajable.

\*Para la construcción de elementos pasivos de la noria, tales como palas, cajones o cangilones, canales y guardavientos, elementos todos ellos que pueden presentar una cierta elasticidad, se acudía a maderas fibrosas, elásticas y moldeables, en cuya composición existía un cierto porcentaje de agua y que provenían de los bosques de ribera e incluso de especies arbóreas cultivadas. Era frecuente utilizar madera de abedul, chopo, eucalipto e incluso la de algunos árboles frutales.

Todas estas maderas recibían un tratamiento protector frente a la humedad a base de un embreado o alquitranado.

-Estructuras mixtas madera-metal.

Se produce la incorporación de elementos metálicos para los elementos estructurales, eje y discos, radios, travesaños, tirantes y separadores, mientras que se mantiene la madera en la construcción de elementos pasivos como palas, cajones o cangilones, canales y guardavientos. Para la fabricación del eje y los discos, se utilizaría hierro fundido y como apoyo del eje, seguirían utilizándose

zapatas o durmientes de madera, que con el tiempo acabarán siendo sustituidos por rodamientos o casquillos de bronce, con un desgaste superior al hierro.

A excepción de los discos y el eje, el resto de elementos metálicos, que se incorporan a la estructura de la noria, son de hierro forjado y en algunas norias, todavía se observan las huellas de los martillos y los yunques.

La incorporación de estos elementos metálicos se produce, con una cierta lentitud, a partir de la segunda mitad del siglo XIX.

-Estructuras metálicas.

En los comienzos del siglo XX, se generaliza la utilización de perfiles normalizados de hierro y acero, lo que supone un impulso renovador extraordinario en el proceso constructivo de todo tipo de tipologías edificatorias.

Tengamos en cuenta, que la mayoría de los puentes metálicos que se construyeron en nuestros pueblos y ciudades, lo fueron en las dos primeras décadas del siglo XX y dependiendo siempre del impulso económico de los núcleos de población.

En la primera década del siglo XX, se construyeron norias de corriente, que de forma integral utilizaron perfiles normalizados de hierro y acero, remachados o atornillados, reproduciendo figuras geométricas con cierto virtuosismo.

### **3.5.2 Materiales de la obra arquitectónica:**

Ya hemos avanzado parte de los sistemas constructivos utilizados en la ejecución de la estructura portante de las norias de corriente.

En primer lugar, debemos entender que las estructuras que soportan la noria de corriente, están sometidas de forma permanente a la acción agresiva del agua, ya sea por inmersión o bien por exposición a un rociado continuo. Por tanto, en la fabricación de cimentaciones, soleras y morteros de agarre o para revestir paramentos, debía utilizarse de forma indefectible la cal hidráulica como aglomerante, debido a su capacidad para fraguar y endurecer en presencia de agua.

Los tipos de fábricas utilizadas, fueron las siguientes:

-Fábricas encofradas de hormigones de cal y mampostería.

Utilizadas en la ejecución de losas o zanjas de cimentación, donde la cal hidráulica se mezclaba con áridos del tipo canto rodado de río o rambla, y generalmente se vertían sobre encofrados de tablas de madera.

A veces la masa incluía mampostería ordinaria, con lo cual, los paramentos resultantes habían de revestirse con morteros de cal hidráulica.

-Estructuras de fábrica de mampostería revestida.

En los muros y machones portantes de las norias, se levantaban paños de mampostería ordinaria tomada con morteros de cal hidráulica, con revestimientos aplicados en varias capas, siendo la última un enlucido con pasta de cal y árido fino. Esta tipología constructiva es la que se repite con mayor frecuencia en las norias de corriente murcianas.

-Estructuras de fábrica de ladrillo.

En las grandes norias medievales de La Ñora y Alcantarilla, se ejecutaron muros de fábrica de ladrillo macizo tratado a cara vista, tomado y llagueado mediante morteros de cal hidráulica, siguiendo la tendencia de las construcciones de la época.

La fábrica de ladrillo, podía alternarse con otra de mampostería revestida, que normalmente se situaba en la zona más húmeda del conjunto.

-Estructuras de fábrica de sillares.

Cuando se pretendía obtener una mayor seguridad frente a las avenidas, las norias se fortificaban mediante portentosos muros de fábricas de sillares bien escuadrados, colocados sobre lechos de morteros de cal y rejuntados.

Algunos detalles de sillería se ha podido encontrar en algunas norias de corriente que responden a tipologías de fábricas de ladrillo o bien colocados como piezas especiales en otras norias de tipología constructiva distinta.

### 3.6 PRECISIONES AL DISCURSO SOBRE TIPOLOGÍA Y/O EVOLUCIÓN DEL TIPO. FORMA Y GEOMETRÍA.

Ya hemos comentado que la conquista cristiana había adoptado en gran parte la continuidad de los sistemas de cultivo y de regadío islámicos, pero sometiendo al bagaje ornamental de sus edificios, a una profunda depuración de tal suerte que la identificación de sus manifestaciones artísticas más genuinas, quedan opacadas en gran parte por la nueva estética cristiana y feudal.

La muestra más patente de ese cambio, queda reflejada en los sellos concejiles de los siglos XIV, XV y XVI, donde se observan los bordes amurallados de las ciudades y superpuestos las nuevas azudas bajomedievales que suministran agua de los ríos para riego de huertos y jardines, así como también para el abastecimiento en general. Las norias islámicas, caracterizadas por la acumulación de una gran cantidad de elementos de madera, combinados para la formación de figuras geométricas como hexágonos, pentágonos, cuadriláteros girados formando estrellas, etc., pierden gran parte de ese bagaje, quedando como resultado una configuración más cercana a la influencia clásica, con predominio de elementos radiales sobre los de arriostramiento o travesaños.

Las épocas moderna, renacentista y barroca, no ha procurado prototipos identificables en la mayoría de los espacios irrigados de la cuenca hidrográfica.

Es a partir del periodo "Ilustrado", cuando se producen importantes variaciones en los sistemas hidráulicos, acometiéndose una gran cantidad de actuaciones, desde la creación de presas y acequias, hasta la construcción de la mayoría de las norias de corriente de la cuenca hidrográfica. Estas norias, fundadas a partir del siglo XVIII y XIX, responden en general a una influencia clásica, con claro predominio de los elementos radiales, mientras que los elementos de arriostramiento o travesaños, se limitan a simples figuras geométricas como círculos o bien disposiciones concéntricas poligonales de tramos rectos. Incluso las norias de influencia medieval, encerradas entre muros, presentan máquinas de una morfología tal, que podemos decir que evolucionan de forma paralela al resto de norias, produciéndose en ellas el mismo proceso evolutivo de sustitución e incorporación de nuevos materiales.

Por tanto los términos tipología y/o evolución del tipo, así como las formas y geometría de las norias de corriente, podemos entender que son términos complementarios, que en cada momento evolutivo, se obtienen unas formas geométricas características que acaban aplicándose sobre la noria. No existe, por tanto, un tipo evolucionado dependiente del "momento cultural" dominante, sino, que el progreso de la sociedad y sus avances técnicos y económicos, que no siempre se producen con la misma intensidad, son los que generan las condiciones para una transformación importante en los sistemas hidráulicos y por supuesto, en las máquinas hidráulicas.

Las norias de corriente de la cuenca del Segura, se concibieron desde sus inicios con estructuras de madera y solamente incorporaron elementos metálicos como el hierro y el acero, a mediados del XIX y principios del XX, mucho tiempo después del fenómeno de la Revolución Industrial. Es más, gran número de norias que aún eran funcionales a mediados del siglo XX, estaban construidas en madera y nunca llegaron a incorporar elementos metálicos, produciéndose su abandono sin llegar a consumir ese último escalón en su evolución (Esto ocurrió en muchas de las norias de Cieza y Blanca).

La incorporación en la estructura de la noria de los nuevos elementos metálicos, produjo una importante reducción del bagaje ornamental, ocasionado por la búsqueda de la más pura funcionalidad, así las antiguas y atractivas geometrías, pasaron a ser prescindibles.

El último escalón en el proceso evolutivo de la mayoría de las norias, presenta unos invariantes claros y que se corresponden con el tipo II B “norias de estructura mixta emplazadas en acequias”, donde se utilizan perfiles de hierro forjado y acero, para los elementos estructurales, mientras que los elementos pasivos se construyen con distintas escuadrías de madera.

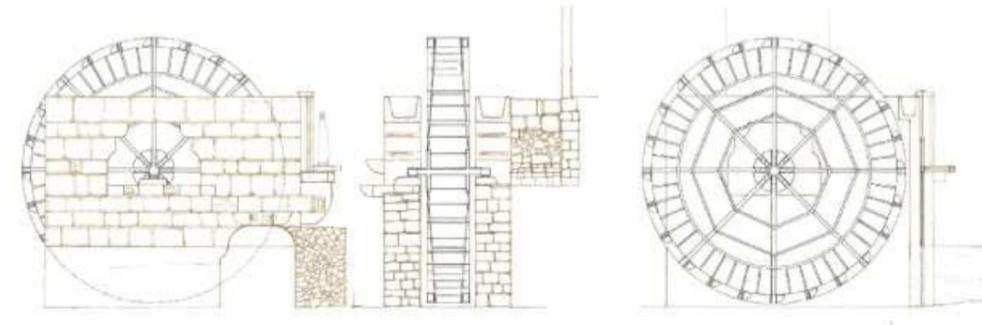
A continuación vamos a establecer un inventario gráfico, donde se reflejaran las distintas tipologías de las norias de corriente, sus formas, geometrías y diámetros comparados.



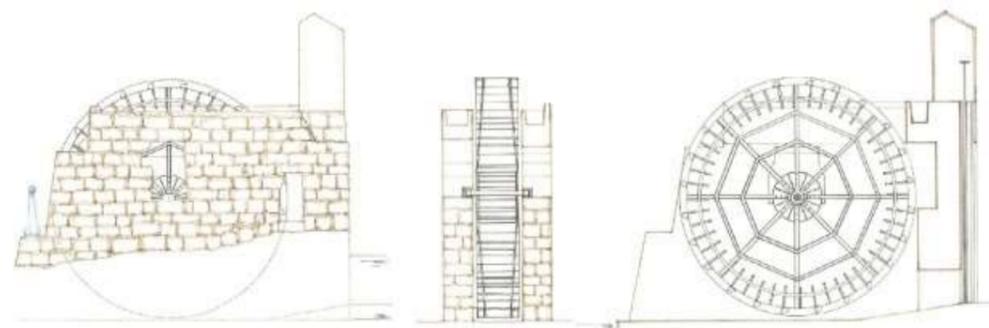
GRUPOS Y TIPOS DE NORIAS. GRUPO I TIPO C.:



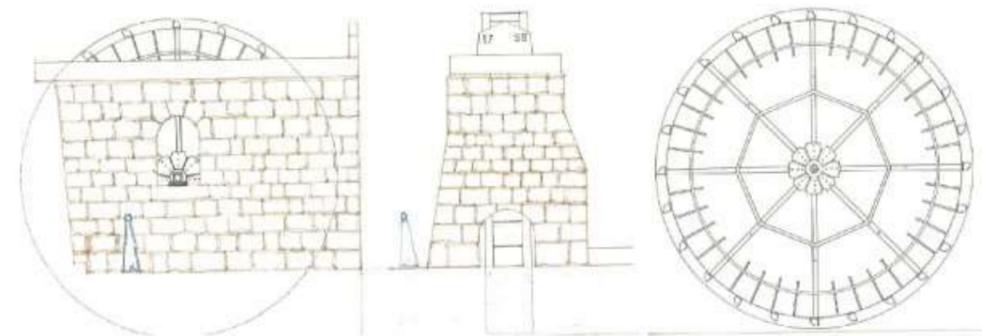
NORIA DEL PANDO, ORIHUELA.



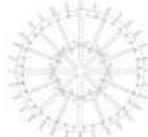
NORIA DEL MOQUITA, ORIHUELA.



NORIA DE BENIJOFAR



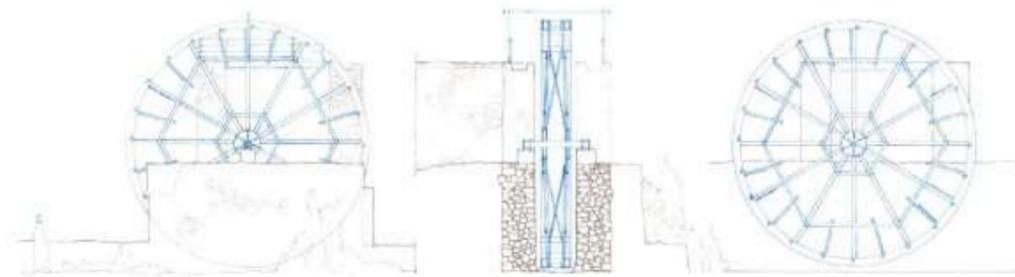
NORIA LA BERNARDA, ROJALES.

	<b>UNIVERSIDAD CATÓLICA SAN ANTONIO DE MURCIA</b> ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR. DEPARTAMENTO DE CIENCIAS POLITÉCNICAS. DOCTORADO EN URBANISMO.
	NORIAS DE CORRIENTE EN LA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL SEGURA: UN ARQUETIPO DE LA ARQUITECTURA HIDRÁULICA
	DOCTORANDO: JOSÉ MONTORO GUILLÉN. Arquitecto.

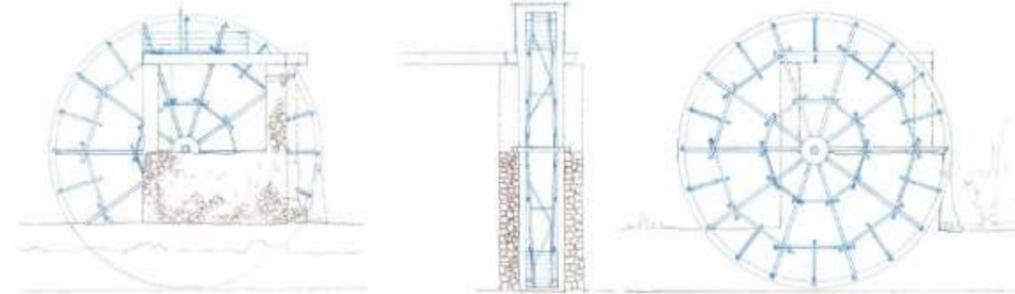
DENOMINACIÓN: NORIAS GRUPO I. TIPOLOGÍA C	<b>GI-C</b>
EMPLAZADAS EN LAS RIBERAS DE RÍO SEGURA. NORIAS ENCERRADAS ENTRE MUROS CON ESTRUCTURA METÁLICA.	



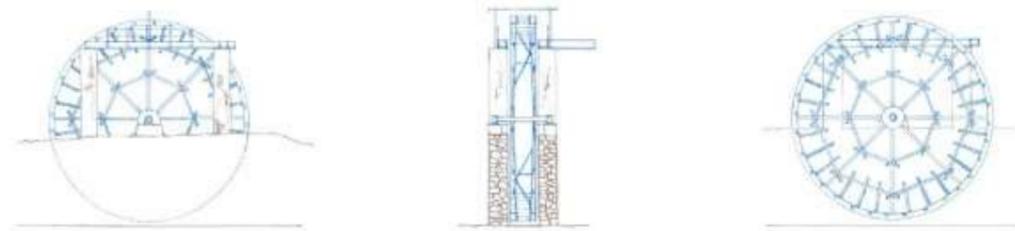
GRUPOS Y TIPOS DE NORIAS. GRUPO II TIPO A.



NORIA DEL CAÑAVERAL O DE PEÑAPAREJA, CIEZA.



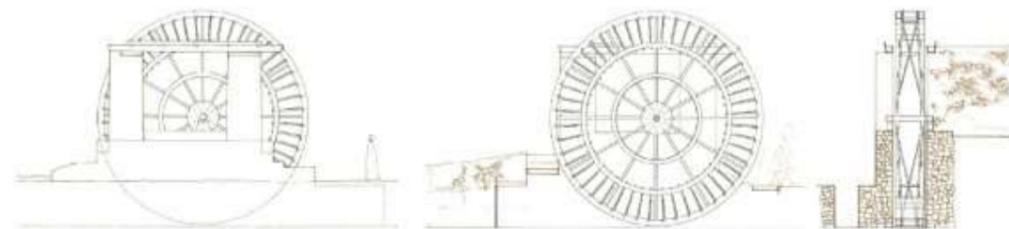
NORIA DE DOÑA REMEDIOS, CIEZA.



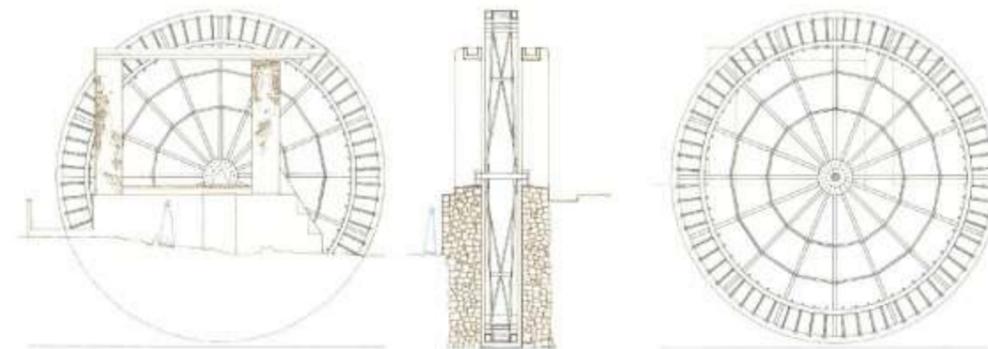
NORIA DE PEDRO MARÍN Y JOAQUÍN GÓMEZ (DE DOÑA ROCA).



NORIA DE LA GURULLA I, CIEZA.



NORIA DE LA HOYA DON GARCÍA, ABARÁN.

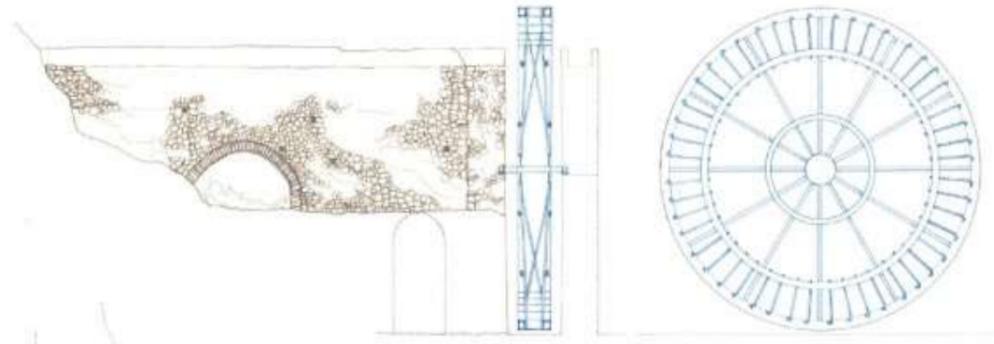


NORIA GRANDE DE ABARÁN.

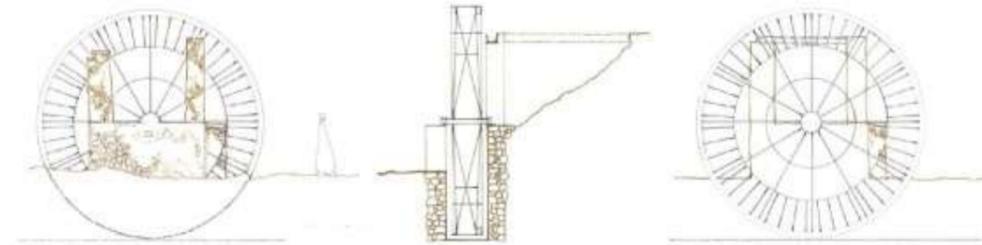
	<p>UNIVERSIDAD CATÓLICA SAN ANTONIO DE MURCIA ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR. DEPARTAMENTO DE CIENCIAS POLITÉCNICAS. DOCTORADO EN URBANISMO.</p>
	<p>NORIAS DE CORRIENTE EN LA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL SEGURA: UN ARQUETIPO DE LA ARQUITECTURA HIDRÁULICA</p>
	<p>DOCTORANDO: JOSÉ MONTORO GUILLÉN. Arquitecto.</p>

<p>DENOMINACIÓN: NORIAS GRUPO II. TIPOLOGÍA A</p>	<p><b>GII-A1</b></p>
<p>NORIAS EMPLAZADAS EN ACEQUIAS, QUE PRESENTAN UNA ESTRUCTURA DE MADERA.</p>	

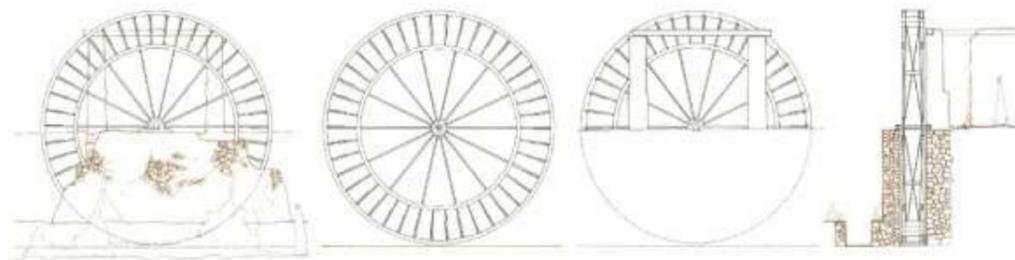




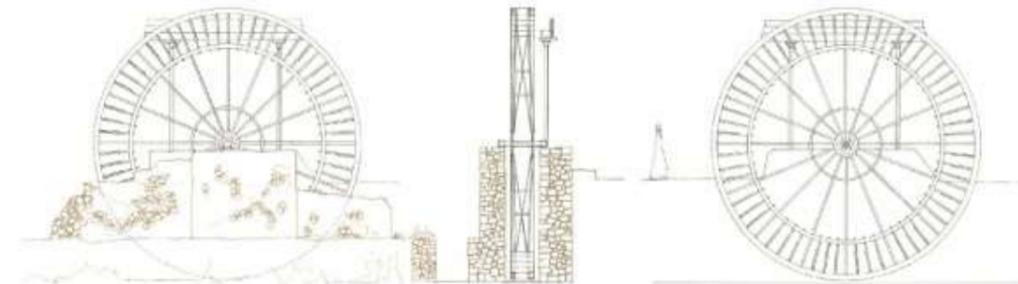
NORIA DE FLORENTINO O DE LA CAÑADA HIDALGO, ABARÁN.



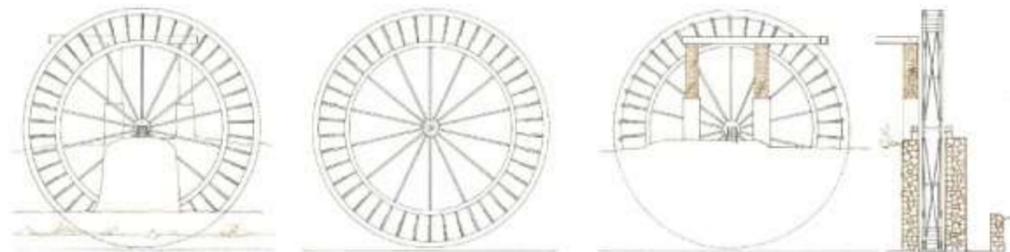
NORIA DE MATUSES, ABARÁN.



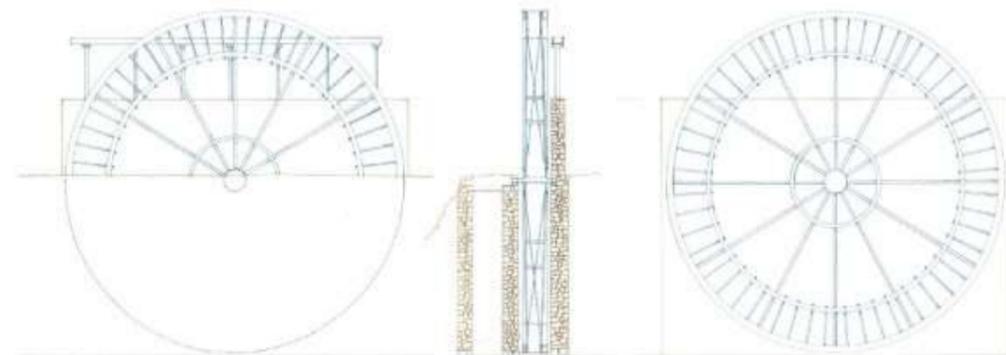
NORIA DE LA VIUDA DE JUAN DE TEODORO, BLANCA.



NORIA DE ANTONIO MOLINA, BLANCA.



NORIA DE MIGUELICO NUÑEZ, BLANCA.



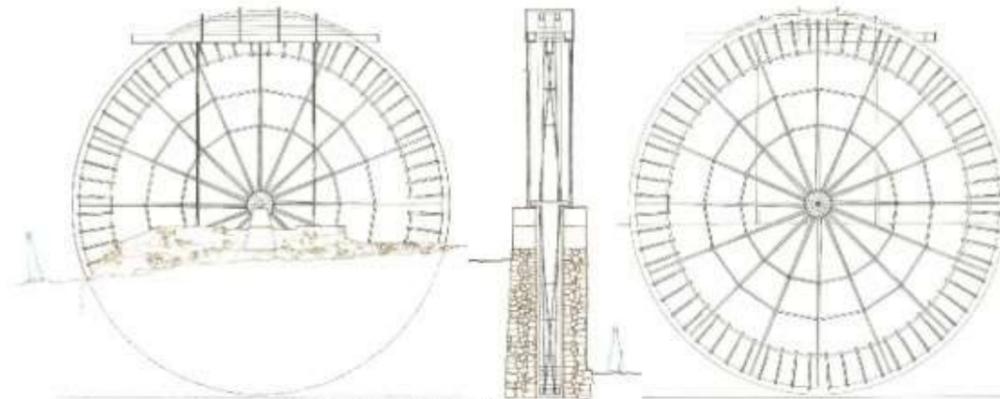
NORIA DEL CONDE (FINCA LA FAVORITA), BLANCA.

	<p><b>UNIVERSIDAD CATÓLICA SAN ANTONIO DE MURCIA</b>                  ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR. DEPARTAMENTO DE CIENCIAS POLITÉCNICAS.                  DOCTORADO EN URBANISMO.</p>
	<p>NORIAS DE CORRIENTE EN LA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL SEGURA:                  UN ARQUETIPO DE LA ARQUITECTURA HIDRÁULICA</p>
	<p>DOCTORANDO: JOSÉ MONTORO GUILLÉN. Arquitecto.</p>

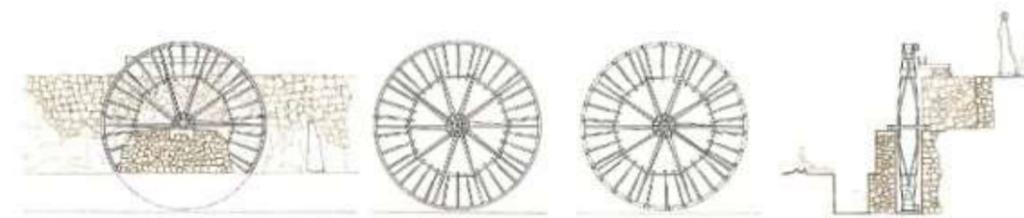
<p>DENOMINACIÓN:                  NORIAS GRUPO II. TIPOLOGÍA A</p>	<p><b>GII-A2</b></p>
<p>NORIAS EMPLAZADAS EN ACEQUIAS, QUE PRESENTAN UNA ESTRUCTURA DE MADERA.</p>	



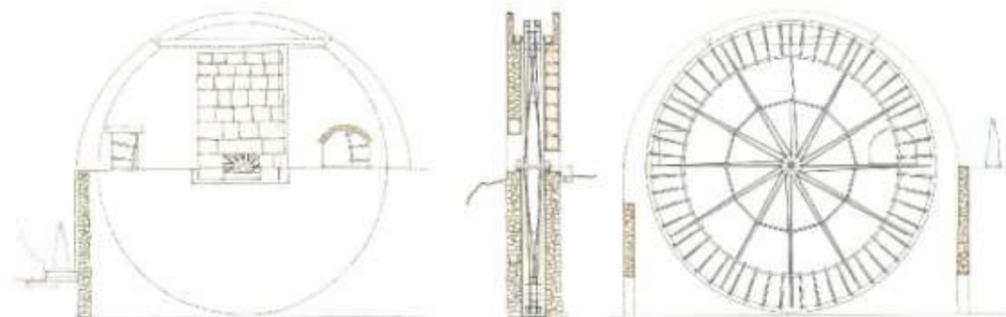
GRUPOS Y TIPOS DE NORIAS. GRUPO II TIPO B.



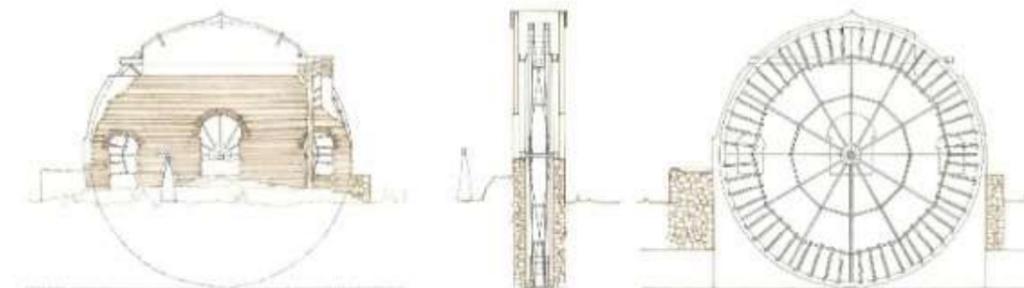
NORIA DE LA COYA, OJÓS.



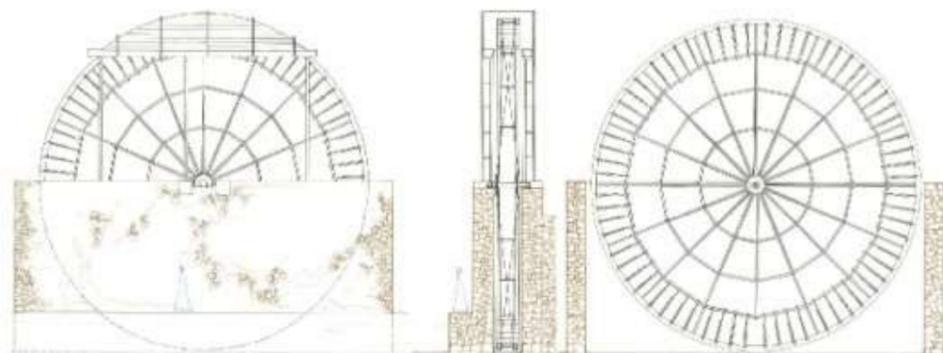
NORIA DE ELISA CARRILLO, ULEA.



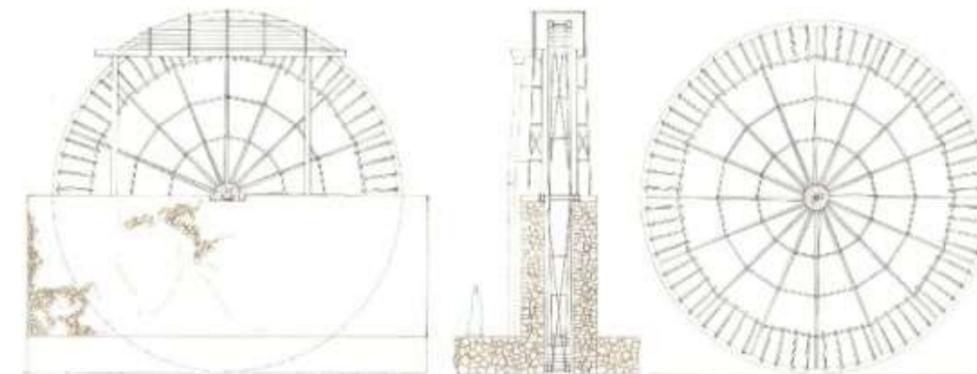
AZUDA DE VILLARRÍAS, ARCHENA.



NORIA DE MATÍAS MARTÍNEZ, ARCHENA.



NORIA DEL ACEBUCHE, ARCHENA.

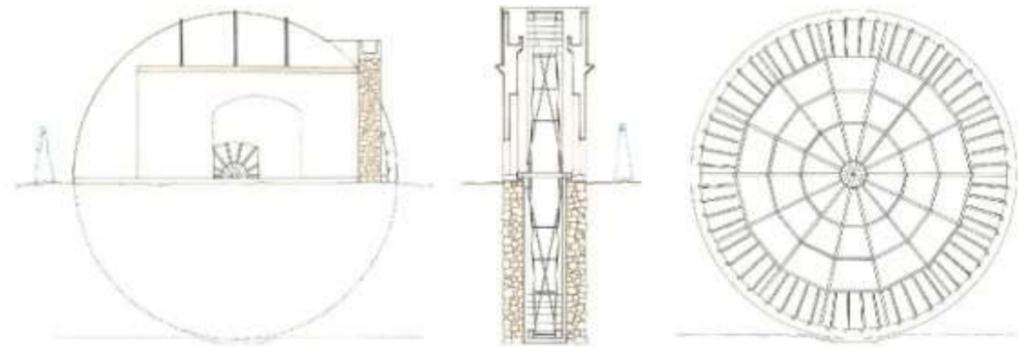


NORIA DE JUAN DE LA CIERVA, ARCHENA.

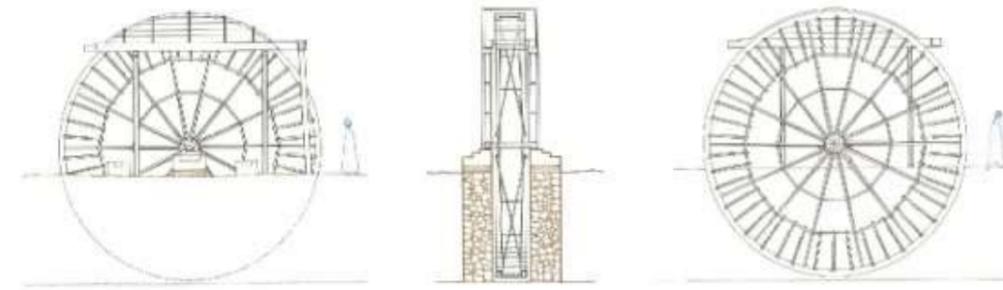
<p><b>UNIVERSIDAD CATÓLICA SAN ANTONIO DE MURCIA</b>                  ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR. DEPARTAMENTO DE CIENCIAS POLITÉCNICAS.                  DOCTORADO EN URBANISMO.</p>
<p><b>NORIAS DE CORRIENTE EN LA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL SEGURA:                  UN ARQUETIPO DE LA ARQUITECTURA HIDRÁULICA</b></p>
<p>DOCTORANDO: JOSÉ MONTORO GUILLÉN. Arquitecto.</p>

<p>DENOMINACIÓN:                  NORIAS GRUPO II. TIPOLOGÍA B</p>	<p><b>GII-B2</b></p>
<p>NORIAS EMPLAZADAS EN ACEQUIAS, QUE PRESENTAN UNA ESTRUCTURA MIXTA DE HIERRO Y MADERA.</p>	

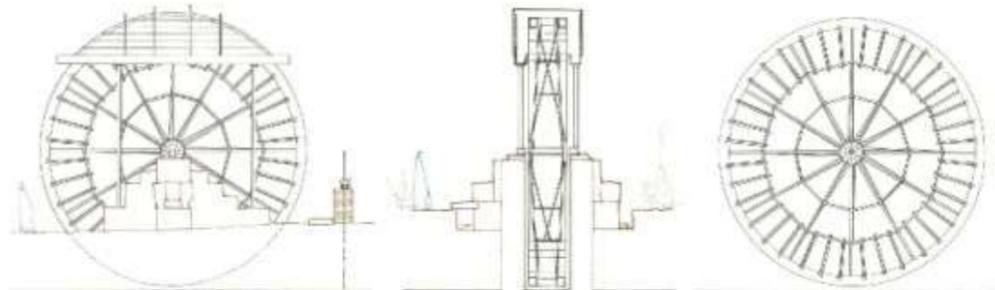




NORIA DEL RAPAO O DE LA ARBOLEDA, LORQUÍ.



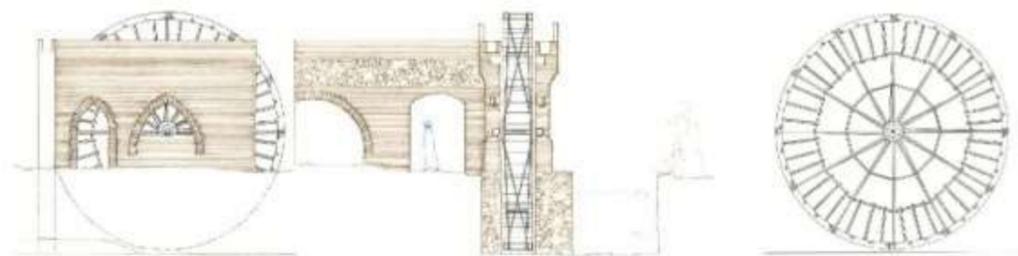
NORIA DE LORQUÍ.



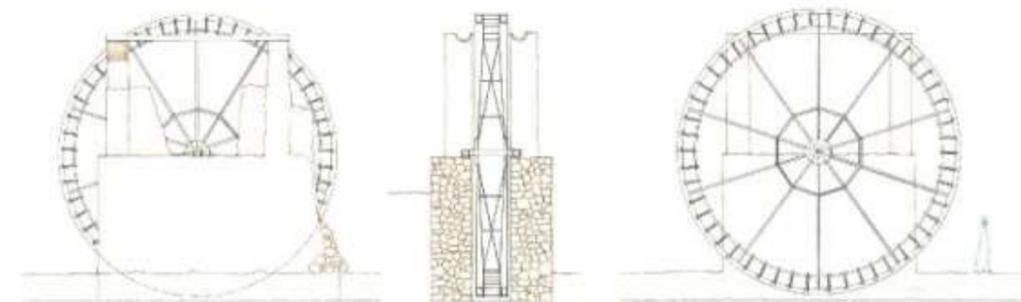
NORIA DE DON CARLOS, MOLINA DE SEGURA.



NORIA DE LA COMPAÑIA, MOLINA DE SEGURA.



NORIA DE LO CAMPOO, ALGUAZAS.



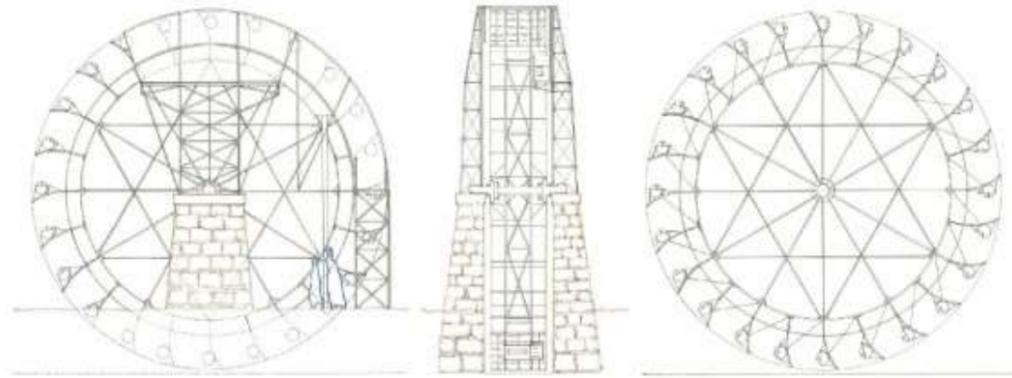
NORIA CASA DE LOS LLANOS, MULA.

<p><b>UNIVERSIDAD CATÓLICA SAN ANTONIO DE MURCIA</b>                  ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR. DEPARTAMENTO DE CIENCIAS POLITÉCNICAS.                  DOCTORADO EN URBANISMO.</p>
<p>NORIAS DE CORRIENTE EN LA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL SEGURA:                  UN ARQUETIPO DE LA ARQUITECTURA HIDRÁULICA</p>
<p>DOCTORANDO: JOSÉ MONTORO GUILLÉN. Arquitecto.</p>

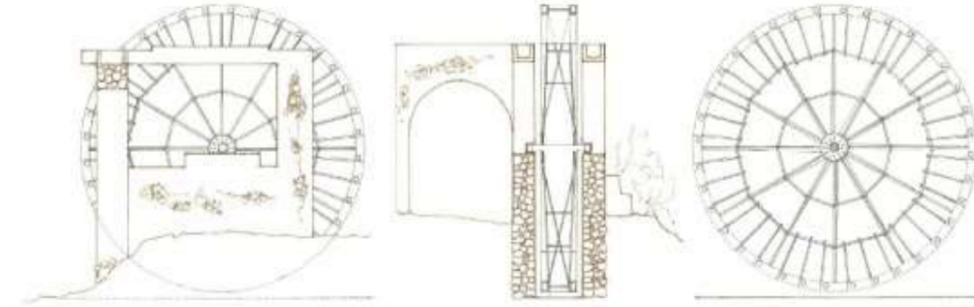
<p>DENOMINACIÓN:                  NORIAS GRUPO II. TIPOLOGÍA B</p>	<p><b>GII-B3</b></p>
<p>NORIAS EMPLAZADAS EN ACEQUIAS, QUE PRESENTAN UNA ESTRUCTURA MIXTA DE HIERRO Y MADERA.</p>	



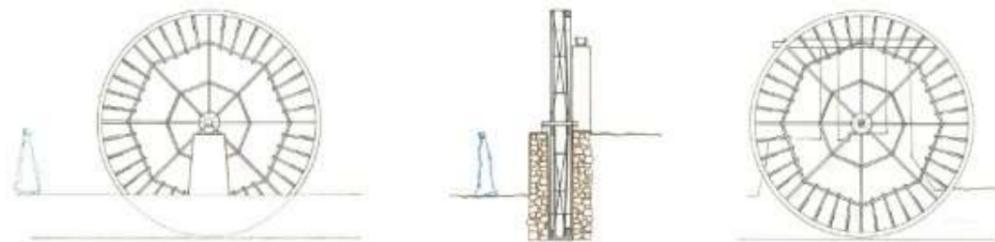
GRUPOS Y TIPOS DE NORIAS. GRUPO II TIPO C.



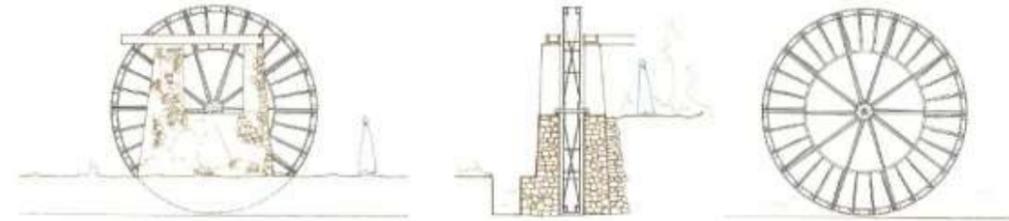
NORIA DE TEDELCHE, HELLIN.



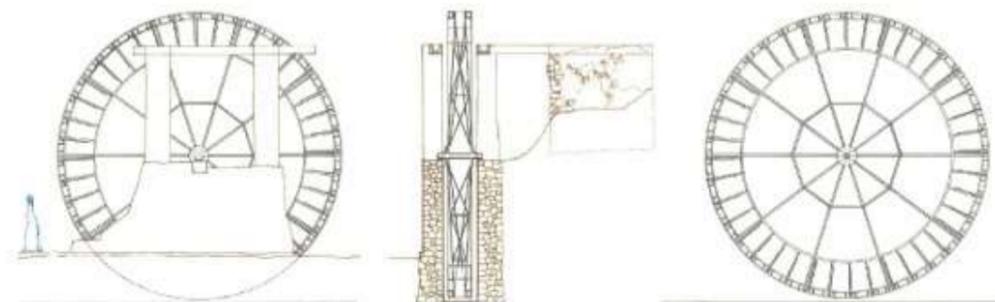
NORIA DE SALMERON, MORATALLA.



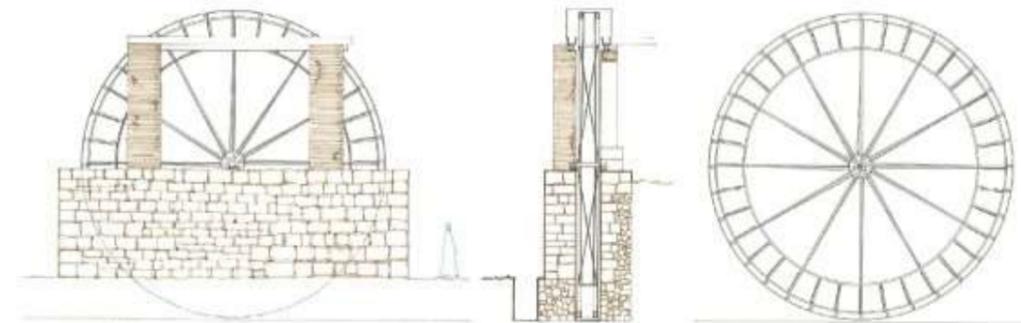
NORIA DE CANDELON, ABARÁN.



NORIA DE RIBERA, OJOS.



NORIA DEL OLIVAR, OJOS.

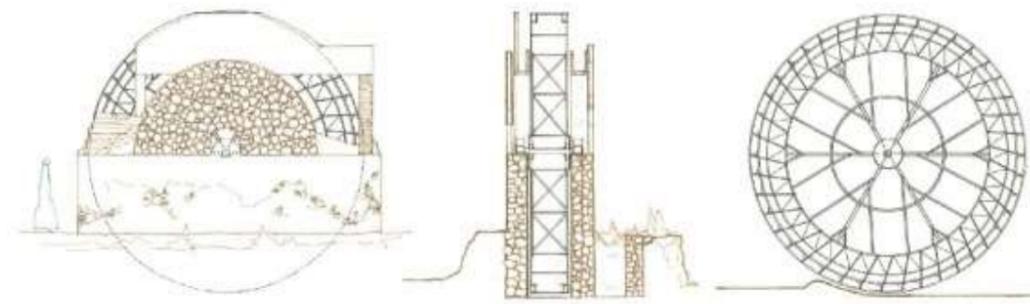


NORIA DEL CONDE VILLAR DE FELICES, ULEA.

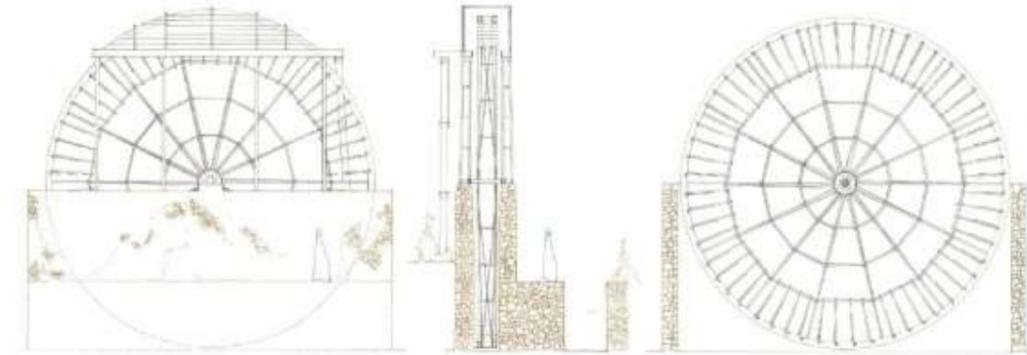
	<p><b>UNIVERSIDAD CATÓLICA SAN ANTONIO DE MURCIA</b>                  ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR. DEPARTAMENTO DE CIENCIAS POLITÉCNICAS.                  DOCTORADO EN URBANISMO.</p>
	<p>NORIAS DE CORRIENTE EN LA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL SEGURA:                  UN ARQUETIPO DE LA ARQUITECTURA HIDRAULICA</p>
	<p>DOCTORANDO: JOSÉ MONTORO GUILLÉN. Arquitecto.</p>

<p>DENOMINACIÓN:                  NORIAS GRUPO II. TIPOLOGÍA C</p>	<p><b>GII-C1</b></p>
<p>NORIAS EMPLAZADAS EN ACEQUIAS, QUE PRESENTAN UNA ESTRUCTURA METÁLICA.</p>	

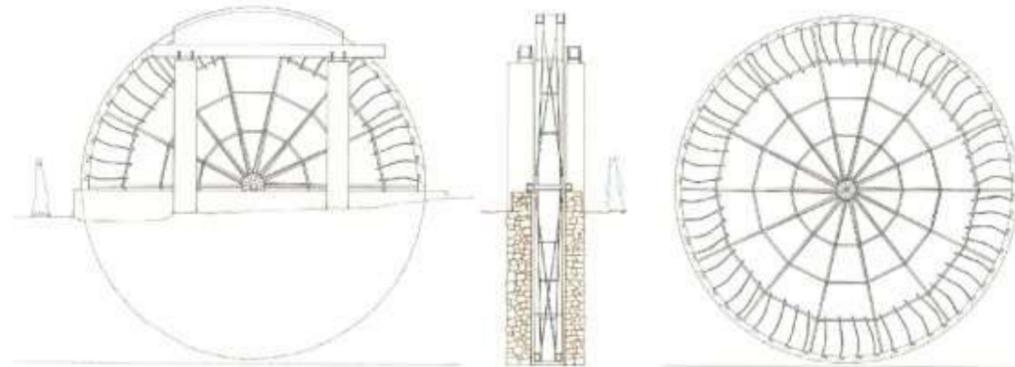




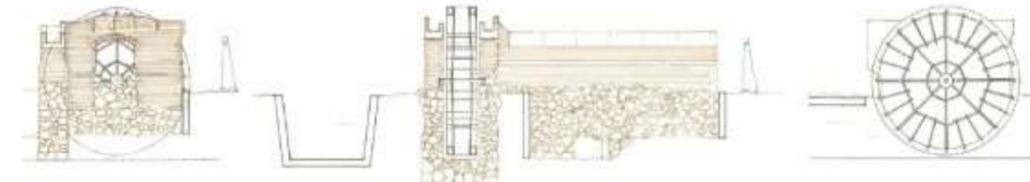
NORIA DE LOS CHIRRINCHES, ARCHENA



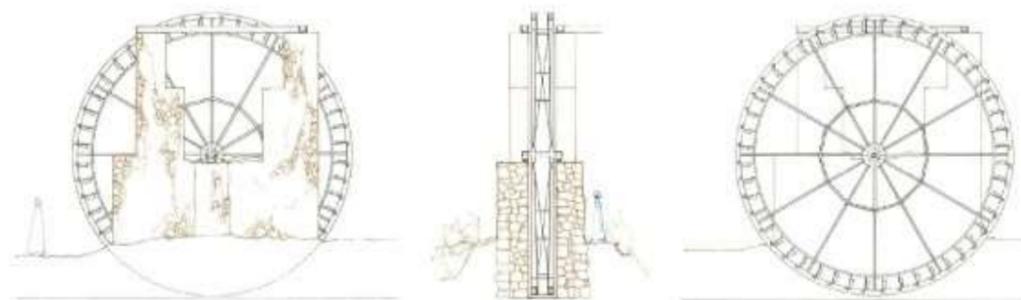
NORIA DE LA VICENTA, ARCHENA.



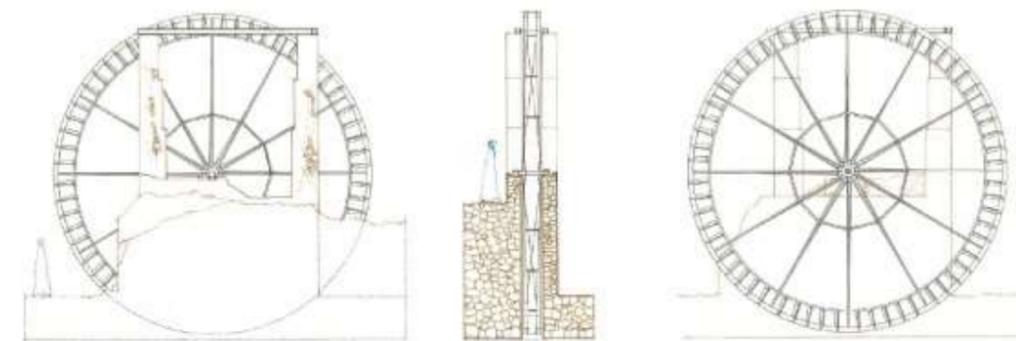
NORIA DEL BOTICARIO, CEUTÍ.



NORIA DEL SALAR, ALGUAZAS..



NORIA LA BLANQUEÑA, MULA.

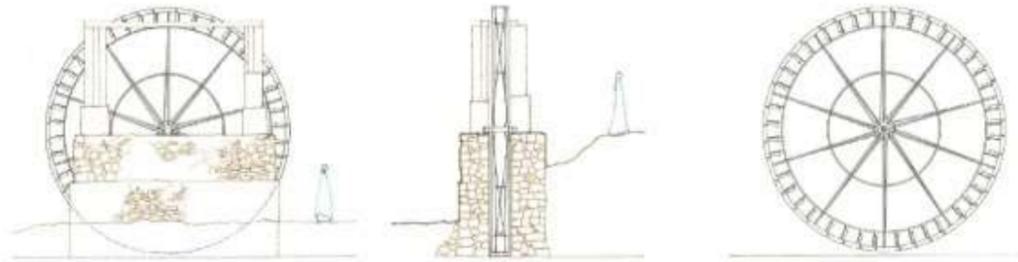


NORIA DE VELASCO O LEVAURA CHICA, MULA.

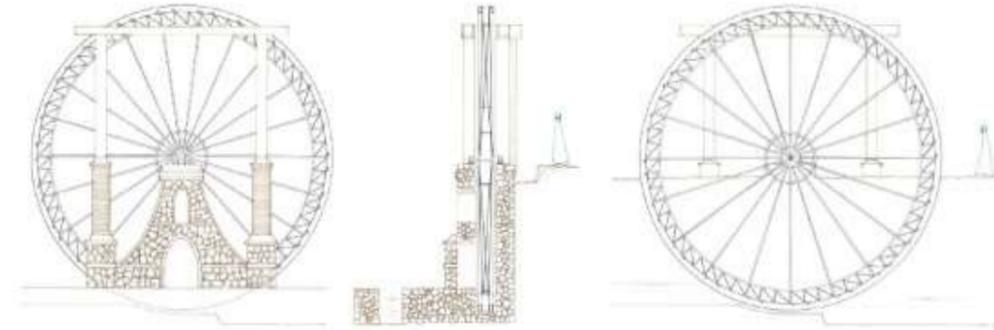
	<p><b>UNIVERSIDAD CATÓLICA SAN ANTONIO DE MURCIA</b>                  ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR. DEPARTAMENTO DE CIENCIAS POLITÉCNICAS.                  DOCTORADO EN URBANISMO.</p>
	<p>NORIAS DE CORRIENTE EN LA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL SEGURA:                  UN ARQUETIPO DE LA ARQUITECTURA HIDRÁULICA</p>
	<p>DOCTORANDO: JOSÉ MONTORO GUILLÉN, Arquitecto.</p>

<p>DENOMINACIÓN:                  NORIAS GRUPO II. TIPOLOGÍA C</p>	<p><b>GII-C2</b></p>
<p>NORIAS EMPLAZADAS EN ACEQUIAS, QUE PRESENTAN UNA ESTRUCTURA METÁLICA.</p>	

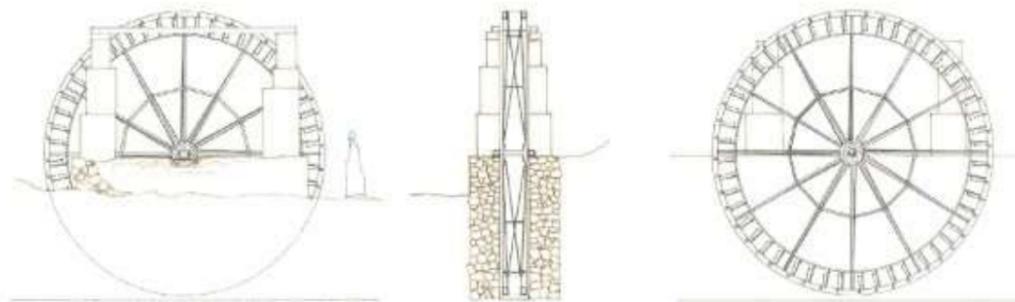




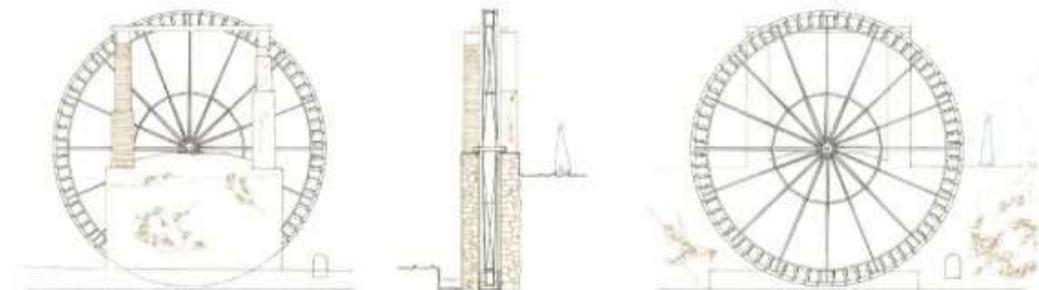
NORIA DE MACIAJAN, ALBUENTE.



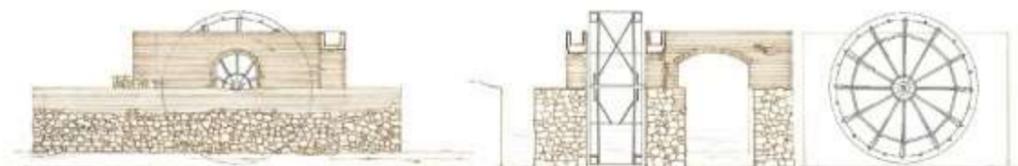
NORIA DE SANDOVAL O DE LA BARRACA, ALBUENTE.



NORIA DEL RINCON DE LEAURA O ESQUILACHE, ALBUENTE.



NORIA DE LOS SIXTOS, ALBUENTE.

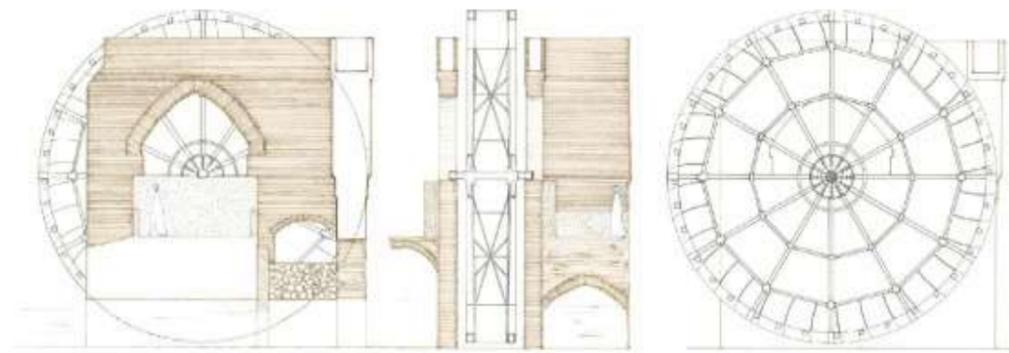


NORIA DE FELICES, MURCIA.

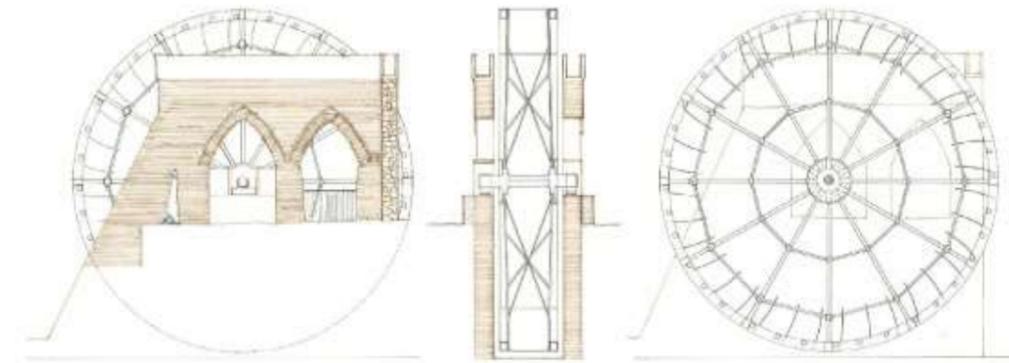
	<p><b>UNIVERSIDAD CATÓLICA SAN ANTONIO DE MURCIA</b>                  ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR. DEPARTAMENTO DE CIENCIAS POLITÉCNICAS.                  DOCTORADO EN URBANISMO.</p>
	<p>NORIAS DE CORRIENTE EN LA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL SEGURA:                  UN ARQUETIPO DE LA ARQUITECTURA HIDRÁULICA</p>
	<p>DOCTORANDO: JOSÉ MONTORO GUILLÉN. Arquitecto.</p>

<p>DENOMINACIÓN:                  NORIAS GRUPO II. TIPOLOGÍA C</p>	<p><b>GII-C3</b></p>
<p>NORIAS EMPLAZADAS EN ACEQUIAS, QUE PRESENTAN UNA ESTRUCTURA METÁLICA.</p>	





NORIA DE LA ÑORA, MURCIA.

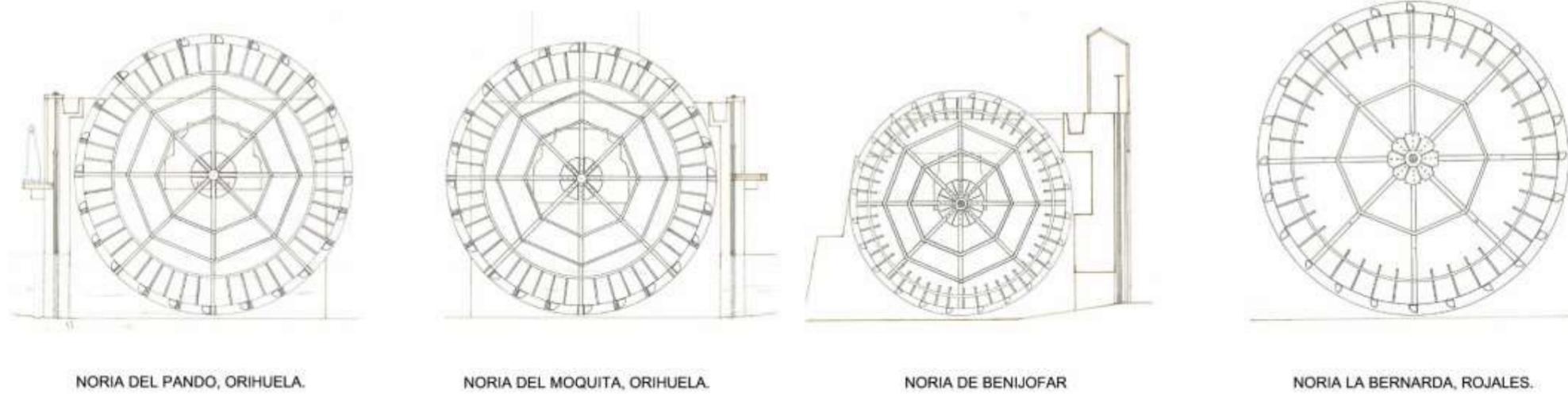


NORIA DE ALCANTARILLA..

	<b>UNIVERSIDAD CATÓLICA SAN ANTONIO DE MURCIA</b>
	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR. DEPARTAMENTO DE CIENCIAS POLITÉCNICAS. DOCTORADO EN URBANISMO.
	NORIAS DE CORRIENTE EN LA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL SEGURA: UN ARQUETIPO DE LA ARQUITECTURA HIDRÁULICA
	DOCTORANDO: JOSÉ MONTORO GUILLÉN, Arquitecto.

DENOMINACIÓN:	<b>GII-C4</b>
NORIAS GRUPO II. TIPOLOGÍA C	
NORIAS EMPLAZADAS EN ACEQUIAS, QUE PRESENTAN UNA ESTRUCTURA METÁLICA.	



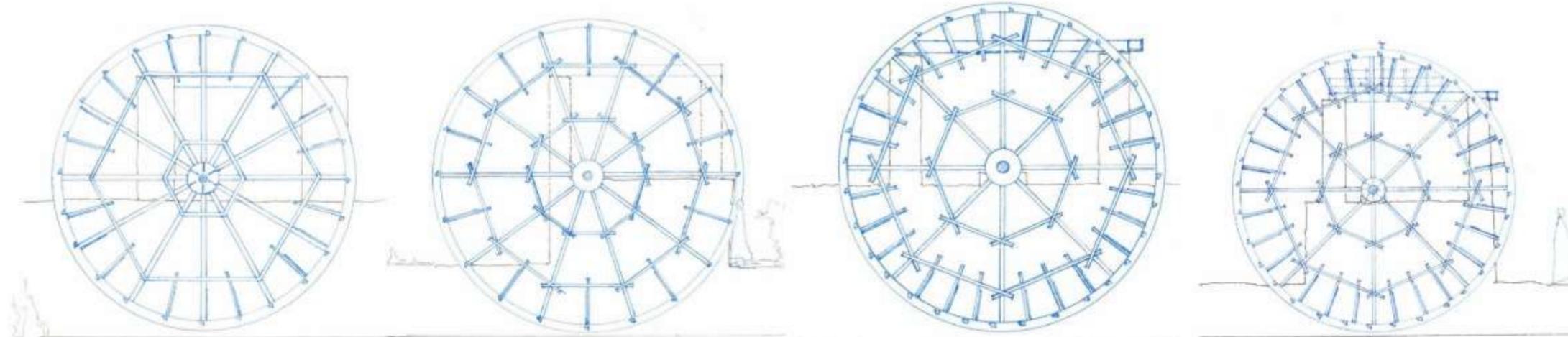


	<b>UNIVERSIDAD CATÓLICA SAN ANTONIO DE MURCIA</b>
	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR. DEPARTAMENTO DE CIENCIAS POLITÉCNICAS. DOCTORADO EN URBANISMO.
	NORIAS DE CORRIENTE EN LA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL SEGURA: UN ARQUETIPO DE LA ARQUITECTURA HIDRÁULICA
	DOCTORANDO: JOSÉ MONTORO GUILLÉN, Arquitecto.

DENOMINACIÓN: NORIAS GRUPO I. TIPOLOGÍA C	<b>GI-Cd</b>
GEOMETRÍA Y DIÁMETROS COMPARADOS DE LAS NORIAS DEL GRUPO I, TIPO C.	



GRUPOS Y TIPOS DE NORIAS. GEOMETRÍAS Y DIÁMETROS COMPARADOS. GRUPO II TIPO A.

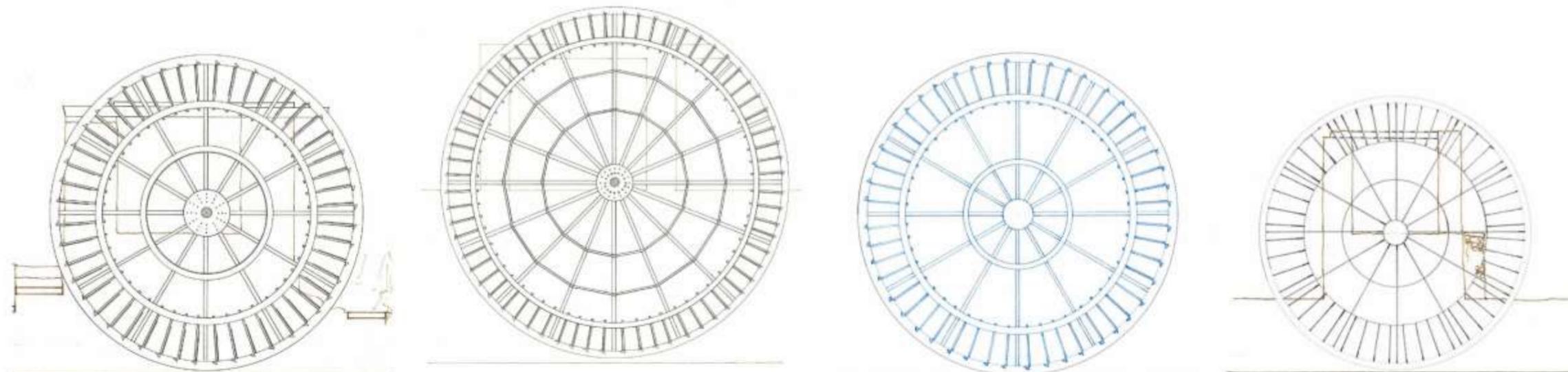


NORIA DEL CAÑAVERALO PEÑAPAREJA, CIEZA.

NORIA DE DOÑA REMEDIOS, CIEZA.

NORIA DE DOÑA ROCA, CIEZA.

NORIA DE LA GURULLA I, CIEZA.



NORIA DE LA HOYA DON GARCÍA, ABARÁN.

NORIA GRANDE DE ABARÁN.

NORIA DE FLORENTINO O DE LA CAÑADA HIDALGO, ABARÁN.

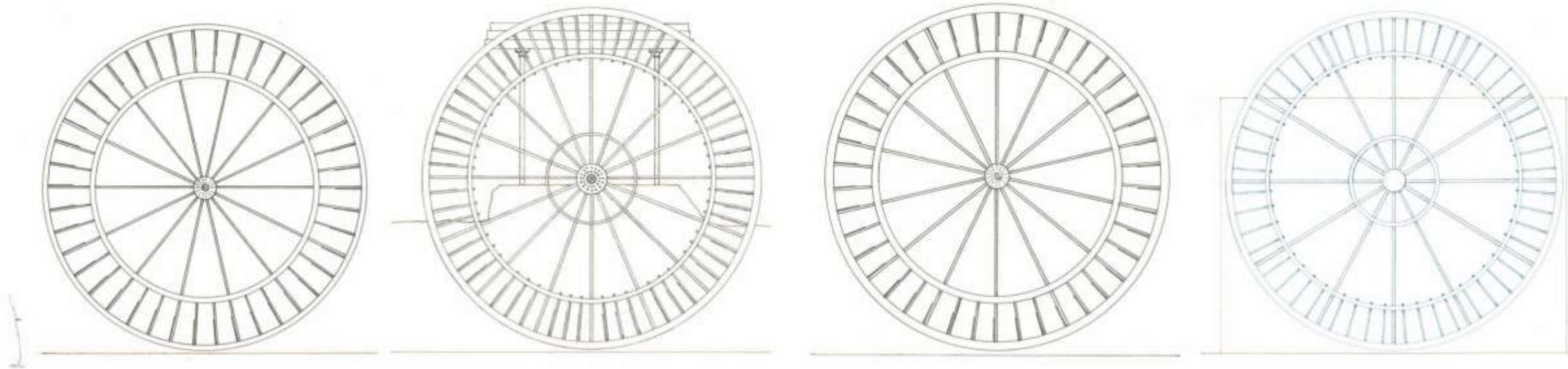
NORIA DE MATUSES, ABARÁN



	UNIVERSIDAD CATÓLICA SAN ANTONIO DE MURCIA ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR. DEPARTAMENTO DE CIENCIAS POLITÉCNICAS. DOCTORADO EN URBANISMO.
	NORIAS DE CORRIENTE EN LA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL SEGURA: UN ARQUETIPO DE LA ARQUITECTURA HIDRÁULICA
	DOCTORANDO: JOSÉ MONTORO GUILLÉN. Arquitecto.
	(Empty space)

DENOMINACIÓN: NORIAS GRUPO II. TIPOLOGÍA A	GII-Ad1
GEOMETRÍA Y DIÁMETROS COMPARADOS DE LAS NORIAS DEL GRUPO II, TIPO A.	





NORIA DE JUAN DE TEODORO, BLANCA.

NORIA DE ANTONIO MOLINA, BLANCA.

NORIA DE MIGUELICO NUÑEZ, BLANCA.

NORIA DEL CONDE (FINCA LA FAVORITA), BLANCA.

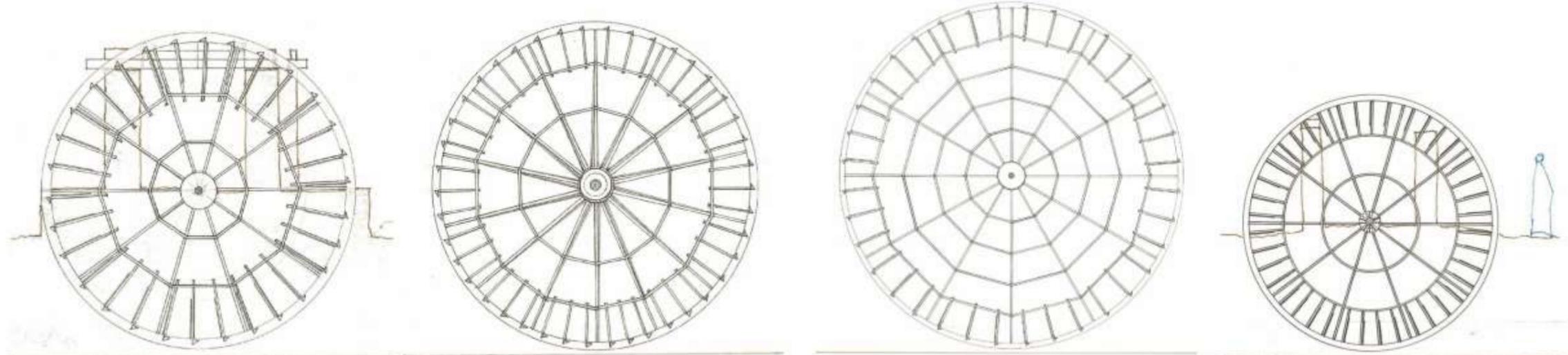


	<b>UNIVERSIDAD CATÓLICA SAN ANTONIO DE MURCIA</b>
	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR. DEPARTAMENTO DE CIENCIAS POLITÉCNICAS. DOCTORADO EN URBANISMO.
	NORIAS DE CORRIENTE EN LA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL SEGURA. UN ARQUETIPO DE LA ARQUITECTURA HIDRÁULICA
	DOCTORANDO: JOSÉ MONTORO GUILLÉN. Arquitecto.

DENOMINACIÓN: NORIAS GRUPO II. TIPOLOGÍA A	<b>GII-Ad2</b>
GEOMETRÍA Y DIÁMETROS COMPARADOS DE LAS NORIAS DEL GRUPO II, TIPO A.	



GRUPOS Y TIPOS DE NORIAS. GEOMETRÍAS Y DIÁMETROS COMPARADOS. GRUPO II TIPO B.

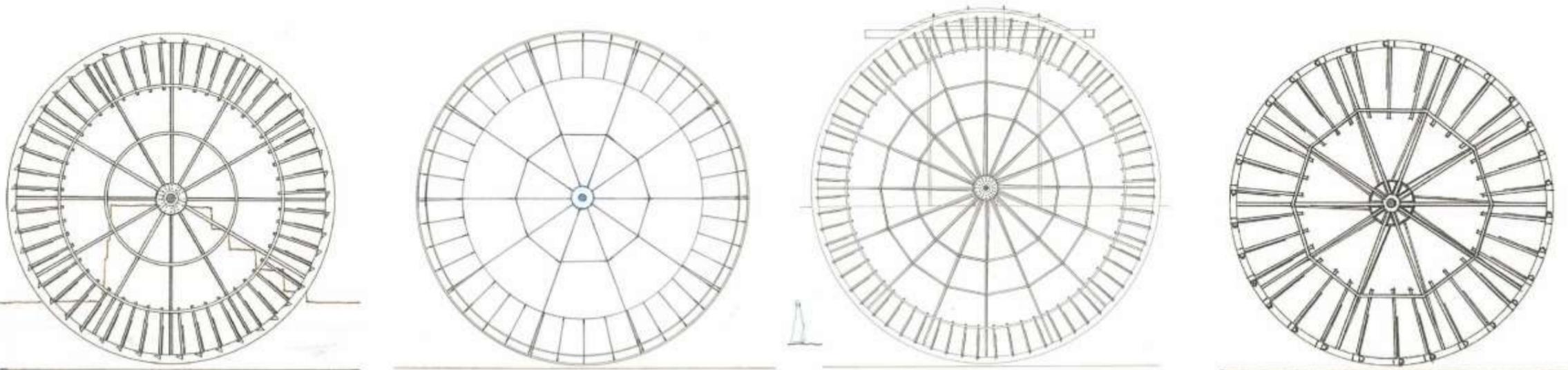


NORIA DE LA VEREDILLA, CIEZA.

NORIA DE LA GURULLA II, CIEZA.

NORIA DE BARRATERA, CIEZA.

LA ÑORICA, ABARÁN.



NORIA DE FELIX DE CAYETANO, ABARÁN.

NORIA DEL CHINTE, OJÓS.

NORIA DE LA COYA, OJÓS.

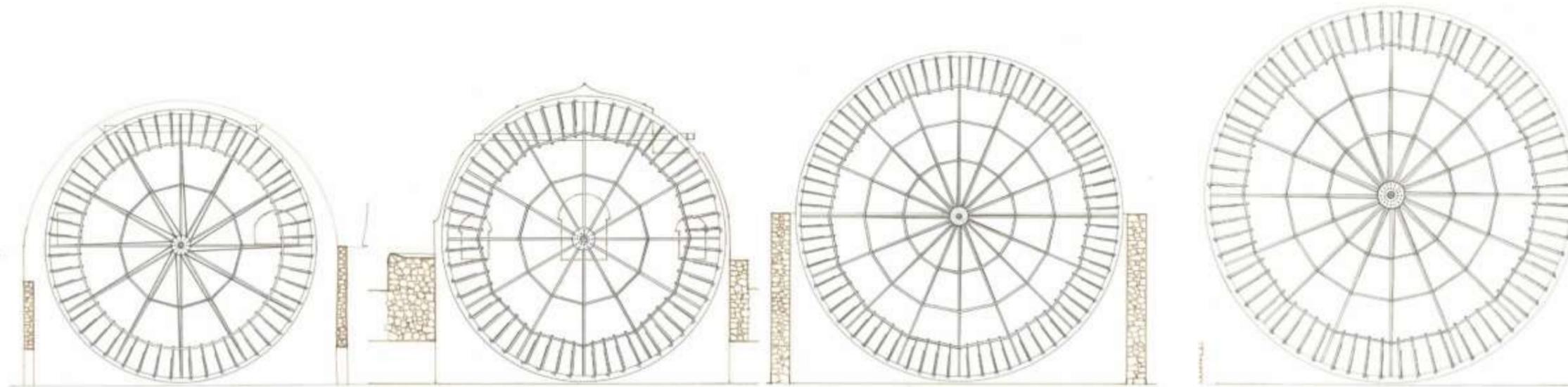
NORIA DE ELISA CARRILLO, ULEA.



	UNIVERSIDAD CATÓLICA SAN ANTONIO DE MURCIA ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR. DEPARTAMENTO DE CIENCIAS POLITÉCNICAS. DOCTORADO EN URBANISMO.
	NORIAS DE CORRIENTE EN LA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL SEGURA: UN ARQUETIPO DE LA ARQUITECTURA HIDRÁULICA
	DOCTORANDO: JOSÉ MONTORO GUILLÉN. Arquitecto.
	(Empty space)

DENOMINACIÓN: NORIAS GRUPO II. TIPOLOGÍA B	<b>GII-Bd1</b>
GEOMETRÍA Y DIÁMETROS COMPARADOS DE LAS NORIAS DEL GRUPO II, TIPO B	



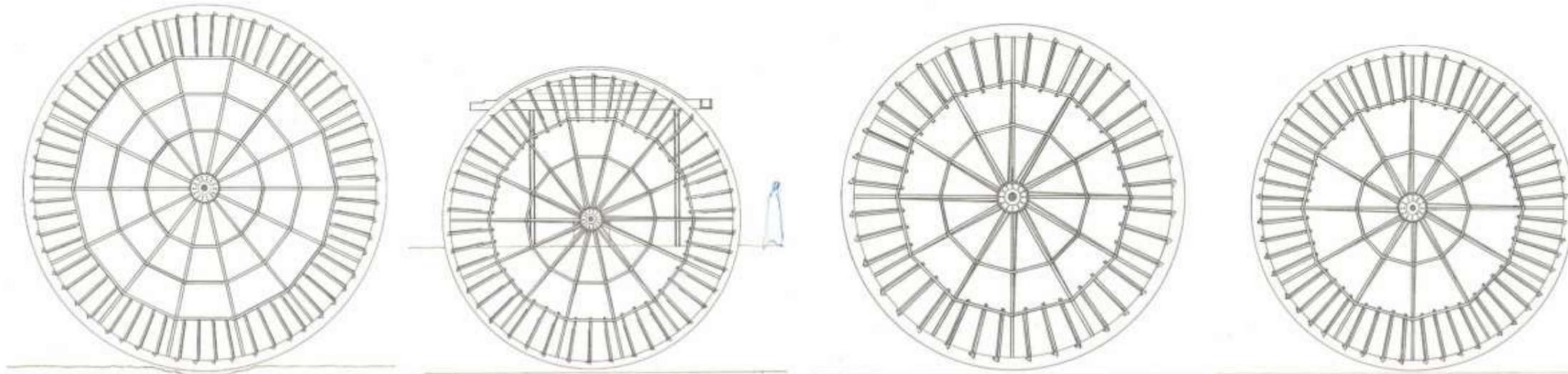


AZUDA DE VILLARRIAS, ARCHENA.

NORIA DE MATIAS MARTÍNEZ, ARCHENA.

NORIA DEL ACEBUCHÉ, ARCHENA.

NORIA DE JUAN DE LA CIERVA, ARCHENA.



NORIA DEL RAPAO O DE LA ARBOLEDA, LORQUÍ.

NORIA DE LORQUÍ.

NORIA DE DON CARLOS, MOLINA DE SEGURA.

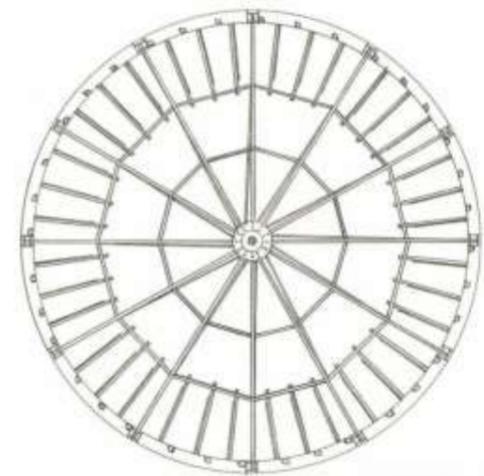
NORIA DE LA COMPAÑÍA, MOLINA DE SEGURA.



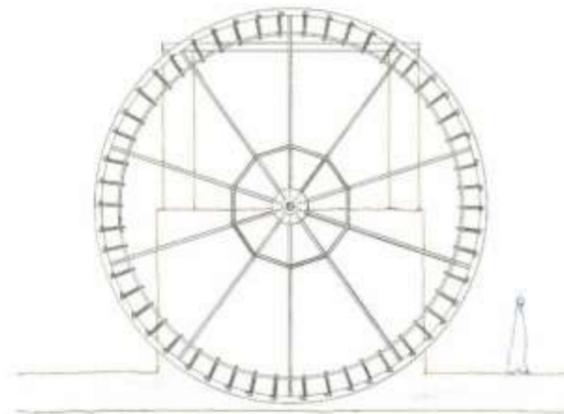
	UNIVERSIDAD CATÓLICA SAN ANTONIO DE MURCIA
	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR. DEPARTAMENTO DE CIENCIAS POLITÉCNICAS. DOCTORADO EN URBANISMO.
	NORIAS DE CORRIENTE EN LA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL SEGURA: UN ARQUETIPO DE LA ARQUITECTURA HIDRÁULICA
	DOCTORANDO: JOSÉ MONTORO GUILLÉN. Arquitecto.

DENOMINACIÓN: NORIAS GRUPO II. TIPOLOGÍA B	<b>GII-Bd2</b>
GEOMETRÍA Y DIÁMETROS COMPARADOS DE LAS NORIAS DEL GRUPO II, TIPO B	





NORIA DE LO CAMPOO, ALGUAZAS.



NORIA CASA DE LOS LLANOS, MULA.

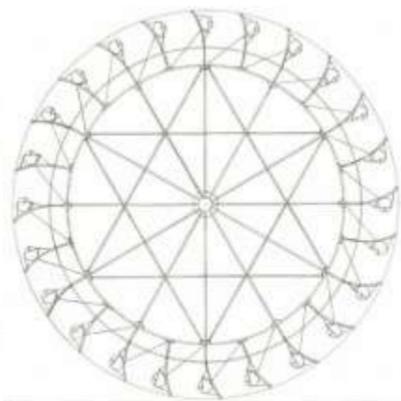


	<b>UNIVERSIDAD CATÓLICA SAN ANTONIO DE MURCIA</b>
	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR. DEPARTAMENTO DE CIENCIAS POLITÉCNICAS. DOCTORADO EN URBANISMO.
	NORIAS DE CORRIENTE EN LA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL SEGURA: UN ARQUETIPO DE LA ARQUITECTURA HIDRÁULICA
	DOCTORANDO: JOSÉ MONTORO GUILLÉN. Arquitecto.

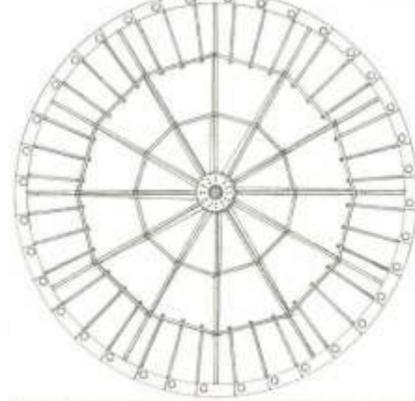
DENOMINACIÓN: NORIAS GRUPO II. TIPOLOGÍA B	<b>GII-Bd3</b>
GEOMETRÍA Y DIÁMETROS COMPARADOS DE LAS NORIAS DEL GRUPO II, TIPO B	



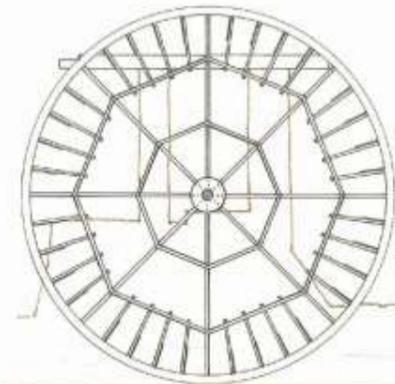
GRUPOS Y TIPOS DE NORIAS. GEOMETRÍAS Y DIÁMETROS COMPARADOS. GRUPO II TIPO C.



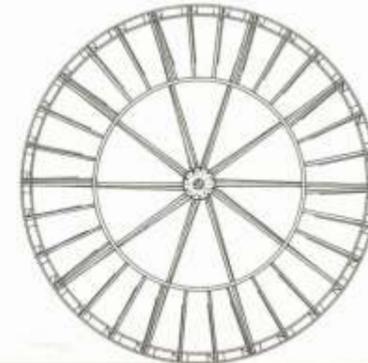
NORIA DE TEDELCHE. HELLÍN.



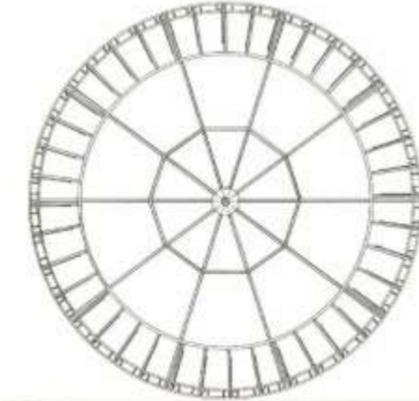
NORIA DE SALMERÓN. MORATALLA.



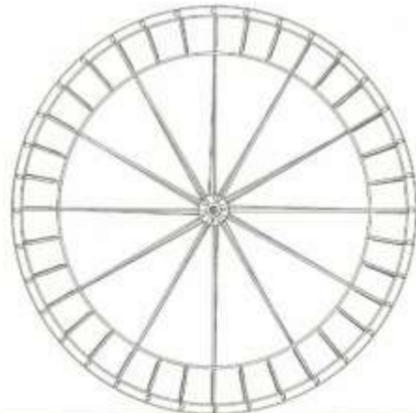
NORIA DE CANDELÓN. ABARÁN.



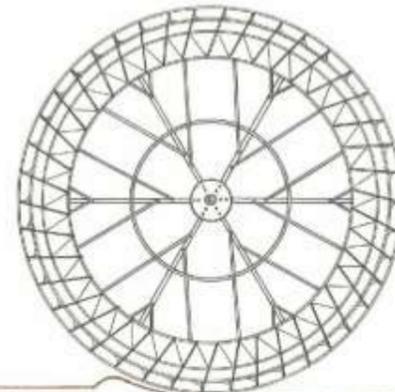
NORIA DE RIBERA. OJOS.



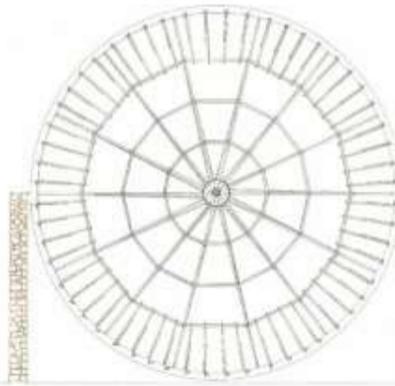
NORIA DEL OLIVAR. OJÓS.



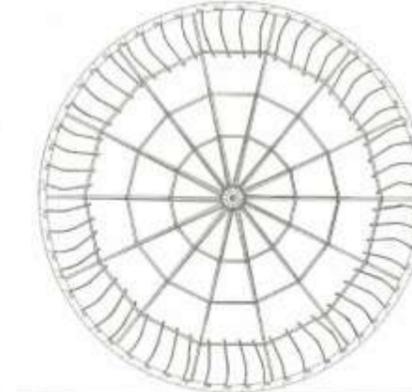
NORIA DEL CONDE VILLAR DE FELICES. ULEA.



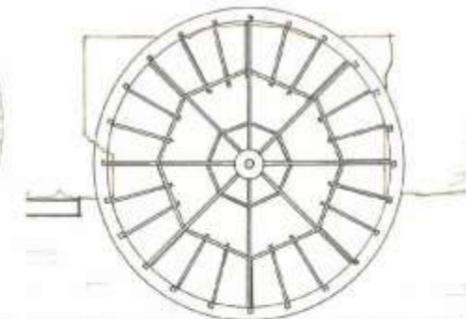
NORIA DE LOS CHIRRINCHES. ARCHENA.



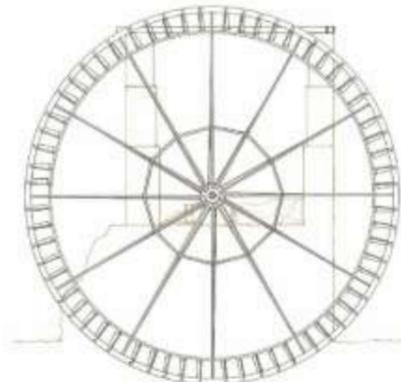
NORIA DE LA VICENTA. ARCHENA.



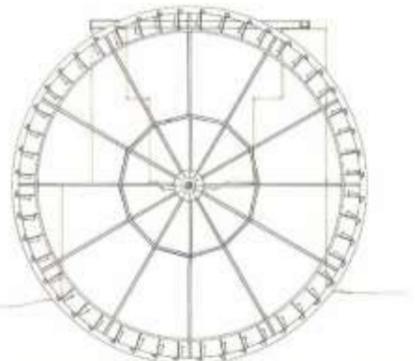
NORIA DEL BOTICARIO. CEUTÍ.



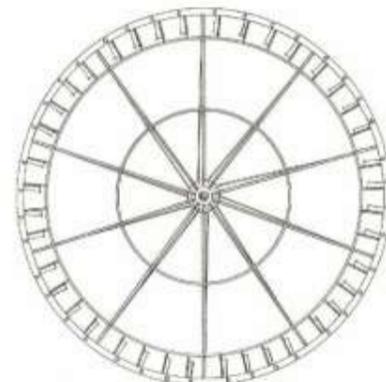
NORIA DEL SALAR. ALGUAZAS.



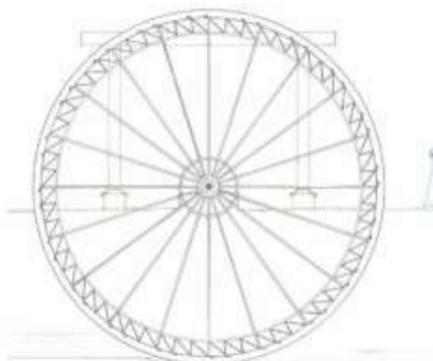
NORIA LA BLANQUEÑA. MULA.



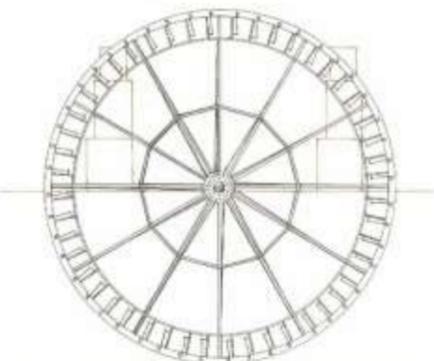
NORIA DE VELASCO O LEVAURA CHICA. ALBUDEITE.



NORIA DE MACIÁN. ALBUDEITE.



NORIA DE LA BARRACA. ALBUDEITE.



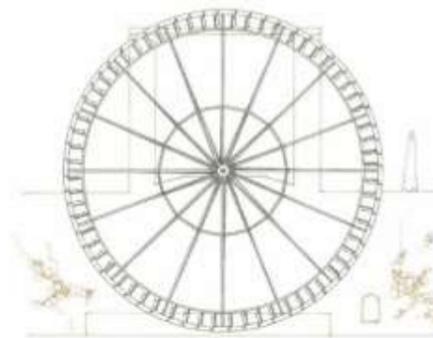
NORIA DEL RINCÓN DE LEVAURA. ALBUDEITE.



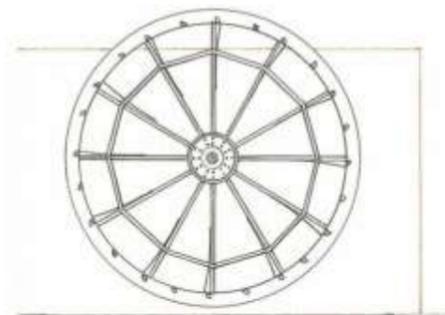
	<b>UNIVERSIDAD CATÓLICA SAN ANTONIO DE MURCIA</b>
	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR. DEPARTAMENTO DE CIENCIAS POLITÉCNICAS. DOCTORADO EN URBANISMO.
	NORIAS DE CORRIENTE EN LA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL SEGURA: UN ARQUETIPO DE LA ARQUITECTURA HIDRÁULICA
	DOCTORANDO: JOSÉ MONTORO GUILLÉN. Arquitecto.

DENOMINACIÓN: NORIAS GRUPO II. TIPOLOGÍA C	<b>GII-Cd1</b>
GEOMETRÍA Y DIÁMETROS COMPARADOS DE LAS NORIAS DEL GRUPO II, TIPO C.	

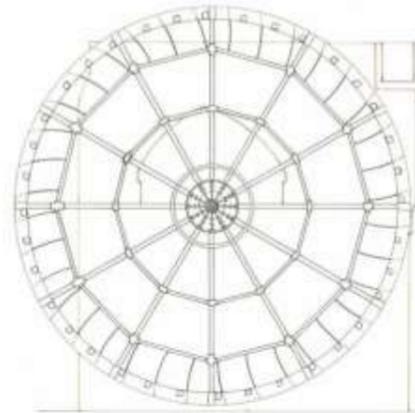




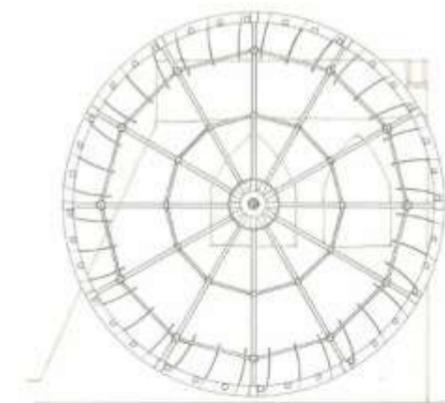
NORIA DE LOS SIXTOS, ALBUDEITE.



NORIA DE FELICES, MURCIA.



NORIA DE LA ÑORA, MURCIA.



NORIA DE ALCANTARILLA.



	UNIVERSIDAD CATÓLICA SAN ANTONIO DE MURCIA ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR. DEPARTAMENTO DE CIENCIAS POLITÉCNICAS. DOCTORADO EN URBANISMO.
	NORIAS DE CORRIENTE EN LA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL SEGURA: UN ARQUETIPO DE LA ARQUITECTURA HIDRÁULICA
	DOCTORANDO: JOSÉ MONTORO GUILLÉN. Arquitecto.
	(Empty space)

DENOMINACIÓN: NORIAS GRUPO II. TIPOLOGÍA C	<b>GII-Cd2</b>
GEOMETRÍA Y DIÁMETROS COMPARADOS DE LAS NORIAS DEL GRUPO II, TIPO C.	



3.7 LAS NORIAS DE CORRIENTE ENTRE LA TRADICIÓN CONSTRUCTIVA Y LA MODERNIDAD: LOS OFICIOS TRADICIONALES Y LA INTERVENCIÓN PROYECTUAL.

Para concretar algunos de los aspectos evolutivos más importantes de las norias de corriente en la cuenca hidrográfica del Segura, hemos de barajar dos tipos de documentos:

\*Fuentes escritas que tratan sobre la existencia de artistas y artífices entre los siglos XVI a XIX, y en concreto en la zona de la Vega Alta del Segura.

\*Documentos gráficos, dibujos y planos que a partir del siglo XIX, son cada vez más frecuentes.

Ambos tipos de documentos son complementarios y se solapan en el tiempo, aunque es necesario señalar que la documentación escrita, aparece de forma más frecuente y desde bastantes años antes que los documentos gráficos, que son mucho más descriptivos.

La conquista cristiana, lejos de amortizar las antiguas técnicas hidráulicas impulsadas por los musulmanes en al-Andalus, adopta y conserva las mismas, incluso con legislaciones promulgadas bajo los primeros reinados cristianos.

Los cristianos herederos de los Repartimientos, que repoblaron los espacios agrícolas del reino murciano, siguieron conservando gran parte de las técnicas de cultivo e irrigación de los antiguos musulmanes, adaptándolos a nuevas circunstancias y a nuevos modos de organización política y producción económica, que tienen que ver con lo feudal.

La configuración definitiva del espacio agrícola a partir del siglo XV, es fruto de los condicionantes mencionados anteriormente y aún podemos adivinarlo en algunos de los espacios agrícolas de la cuenca del Segura.

Los sistemas técnicos hidráulicos, y entre ellos, las norias de corriente, incorporan también esa nueva estética, siendo los ejemplos más patentes, las ruedas hidráulicas de La Ñora y Alcantarilla, que incorporan a partir de los siglos XIV y XV, elementos estructurales de influencia clásica, que depuran las abundantes formas geométricas de las norias musulmanas.

Los siglos XVI y XVII, son propicios para la expansión de la red de riego en la Vega Alta del Segura, se impulsa la construcción de presas, canales y acequias,

así como también, norias de corriente, que llevan hasta sus últimos niveles, la colonización del espacio agrícola irrigado.

Lisón Hernández L., nos ayuda a entender el panorama técnico y artístico entre los siglos XVI a XIX, en uno de los espacios agrícolas más emblemáticos de la cuenca del Segura, el Valle de Ricote y la huerta ciezana. De su "Catálogo alfabético de artistas y artífices desde Archena a Cieza (SS XVI-XIX), vamos a recuperar algunos datos interesantes:

\*Domingo Álvarez, maestro alarife, vecino de Blanca en 1725, interviene en la construcción de varios molinos harineros y de aceite.

\*Antonio Ginés, maestro de azudes, vecino de Cieza. Queda obligado en 1566 para edificar un azud y añora en el río Segura, en el paraje de la Cañada de Corona, término de Blanca.

\*Nicolás Fernández, carpintero natural de Blanca, construye una añora en el Segura, en 1604 enfrente de la huerta de Abarán.

\*Diego Gallego, maestro alarife vecino de Abarán, en el año 1843 hizo la obra de cal y canto para instalar una noria a levante de la acequia de Charrara.

\*Francisco Gómez, maestro de azudes, natural y vecino de Cieza, construye una presa nueva en el Segura, pago del Solvente, en 1858, para dar riego a Ojós, Ulea y Villanueva.

\*Francisco Lician, director de las obras de las Minas del Peñasco en Abarán, en 1805.

\*Silvestre Márquez de Guzmán, ingeniero, comisionado por la ciudad de Murcia, inspecciona en 1630 la obra del azud y acequia construido para Archena en término de Ulea.

\*Joaquín Molina, maestro carpintero vecino de Cieza, construyó en 1843 una noria en Abarán, a levante de la acequia de Charrara.

\*Ginés Serrano, maestro de azudes y norias, vecino de Cieza, hizo antes de 1602, en que ya estaba destrozada, una añora en el Segura, para regar en término de Blanca.

He obviado las numerosas citas a maestros de obras que reparan molinos harineros, de aceite, presas, etc., que son suficientemente ilustrativas en cuanto a la descripción del nivel técnico existente en esos años y he citado exclusivamente,

las referencias y citas a la construcción de norias de corriente, aunque no se citan, ni con mucho, las que se construyeron a partir de esos años.

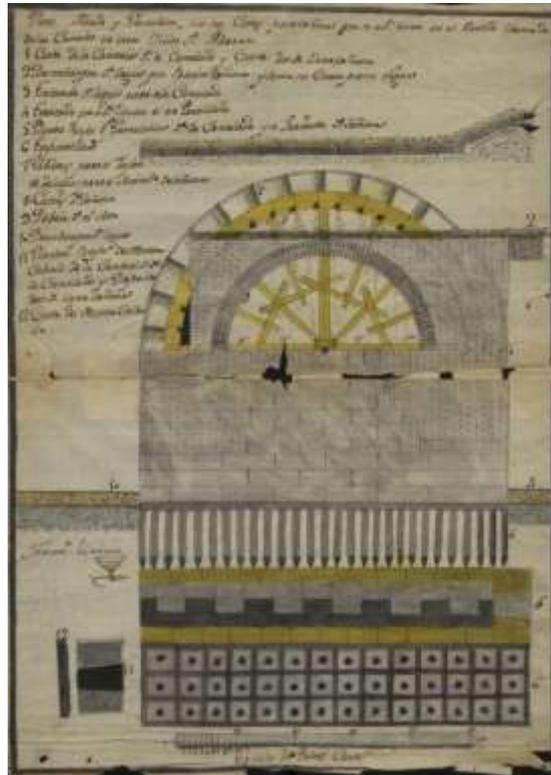
La vertiente descriptiva gráfica expresada en los proyectos para la construcción de norias de corriente, en la época de máxima expansión de los espacios irrigados, no siempre fue suficientemente explícita, ni demasiado perceptible. Los proyectos presentaban escuetos dibujos y comentarios, confiando el éxito del proceso constructivo a la intervención directa del redactor en la obra. A continuación vamos a exponer cinco proyectos de cierta importancia, que marcan los tiempos más importantes en la evolución de las norias de corriente:

-Una obra de la Ilustración: El puente, azud y noria de Rojas (1791). Promovido bajo el reinado de Carlos III, es una obra emblemática, donde se conjugan tres piezas importantes de una misma obra arquitectónica, el puente, la presa de grandes sillares unidos mediante llaves de hierro y la noria, que actualmente presenta una estructura mixta. En el conjunto, de una gran calidad estética, se utilizan elementos de sillería bien trabajada y en la actualidad conserva sus características originales inalteradas.



III.51 y III.52. Plano del puente, azud, noria y molino de Rojas.

III.53. El proyecto del arquitecto Francisco Lician para la Noria Grande de Abarán (1805).



TRANSCRIPCION DE LA LEYENDA:

Plano Alzado y Geométrico con sus Cotas para la ñora que se ad. hacer en el Partido llamado de las Canales en esta Villa de Abarán:

- 1 Corte de la Cantería d. la Canalado y Cauce donde llena la ñora
- 2 Desembarque d. lagua que Bacia la ñora y toma su Curso para regar
- 3 Entrada d. lagua para ela Canalado
- 4 Estacado que ad. Llevar el en Parrillado
- 5 Planta Baja o Geometrica d. la Canalado y a Quaducto d. la ñora
- 6 Emparrillado
- 7 Tableros para el Impacto de lagua para el Movimiento de la ñora
- 8 Cajones d. la ñora
- 9 Dobela d. el Arco
- 10 Desembarque d. lagua
- 11 Planta Baja del Monta Caballo de la Canteria d. la Canalado y Deposito donde llena la ñora
- 12 Corte del Monta Caballo

Texto:

Escala de Palmos Castellanos: 1 palmo castellano= 20,873 centímetros= 9 pulgadas.

1 pulgada= 2,32 centímetros

Según se coloca la escala gráfica del proyecto y si abatimos el alzado de la noria sobre la escala gráfica, se puede deducir que el diámetro proyectado para la rueda hidráulica sería de 12 metros e incluso algo mayor.

En 1805, el arquitecto valenciano de la Real Academia de San Carlos, se encontraba en Abarán para resolver ciertos problemas técnicos de la Acequia de Abarán.

Recibe el encargo de construir una noria de corriente que permitiese regar nuevos espacios agrícolas.

El diseño de la noria, se realiza en madera, con cierta influencia clásica, donde predominan esencialmente los radios, sobre dos grupos de travesaños, uno de forma poligonal de tramos rectos, cercano al eje de giro y otro circular, que se sitúan en la zona de la corona exterior, donde se ubican los cajones para extracción de agua.

La dimensión y sobre todo, la denominación de algunos componentes de la noria, coinciden con otras denominaciones utilizadas en el resto de la península Ibérica, tales como cruces, contracruces, paletas, canalado, etc.

En cuanto a los materiales de construcción, según Trigueros Molina J.C., podemos encontrar piedra, losa, cal y canto, clavos, vigas y tablas que provienen de madera de pino de la zona o de olivera.

En 1807 alcanzó la edificación la altura del eje, donde debía ser colocada la noria. En 1808, tenían que alzarse los arcos. En este año la construcción de la noria había sido realizada por el carpintero de Archena Miguel Sánchez, que había pedido cuatro vigas para las cruces y ocho tablones de cincuenta palmos (probablemente para las contracruces y tabloncillos) En Junio de 1808, la noria comienza a regar en el Partido de los Morzaletes.

Desde 1807 a 1881, la noria estuvo construida con elementos de madera.

En Diciembre de 1881, se impulsa la sustitución de la noria por otra de materiales de primera calidad, siendo el eje y los platos de hierro dulce y toda ella debía ser atornillada, siendo la madera aplicada de pino de Canadá.

En 1901 se sustituye la noria por otra metálica, que no da los resultados esperados. A los diez años, se vuelve a sustituir la noria por otra que proyecta José Caballero Pérez, de la misma estructura que la de 1881.

Desde 1912 a 1950, se encarga de las reparaciones y mantenimiento de la noria Don José Nicomedes Caballero Gómez, al que debemos su aspecto actual.

La descripción de la obra fundamental de la noria, es decir, cimentación y muros, aparece reflejada en documentos del Archivo Municipal de Abarán y lo encontramos reflejado en el trabajo de Rubio García M.I. "La Noria Grande de Abarán 1805-1995", los aspectos más relevantes que fija el Maestro de Obras y Arquitecto de la Real Academia de San Carlos, Don Francisco Lician María son:

\*Se ha de abrir un cimientado de dieciséis palmos de ancho, profundizándolo hasta encontrar el terreno natural.

\*Se ha de formar un emparrillado de igual latitud ..la cal ha de ser de piedra coól, la arena de rambla seca y apartada de yeseras y parques salitrosos, la mezcla será de uno y uno, mitad y mitad, que no se podrá gastar si no tiene dos amasijos en menguante.

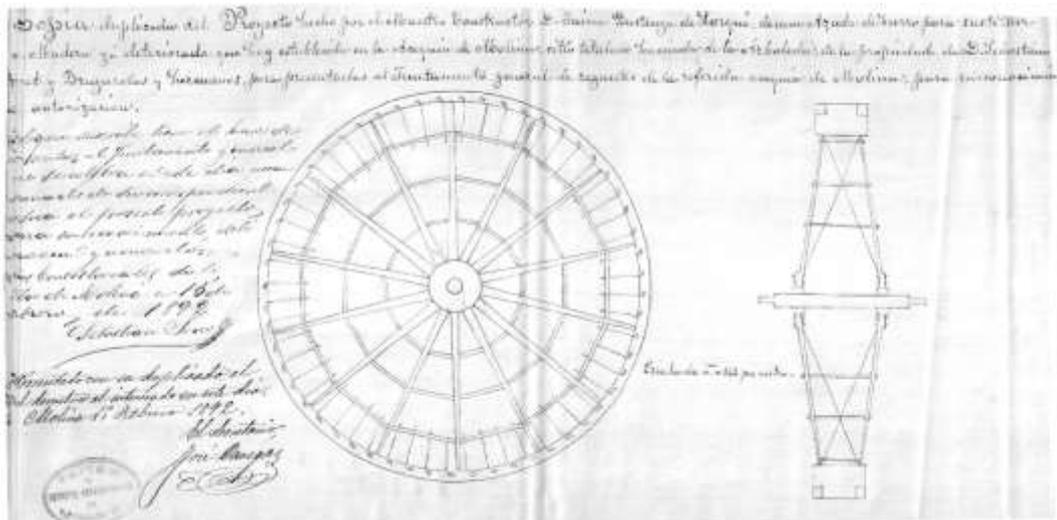
\*Sobre la mampostería dice que debe ser levantada palmo y medio más abajo que donde ha de parar el pavimento de cantería, "se le echará el último tendel de cal, gravado apisonado y se dejará sentar por espacio de quince días, y en ese tiempo se irá refrescando con cubos de agua para que frague y la obra no se quartee".

\*Los sillares o losas para el pavimento del cauce "han de tener quince dedos de espesor".

\*El pavimento ha de ser de cantería de buena calidad.

\*Las baldosas han de llevar monta a caballo, que se verifique ser un rebajo de tres dedos, se deben apisonar.

\*Nunca podrá el asentista separarse en un ápice del Plan, y sus capítulos porque de lo contrario hasta cuando se le advierta algún defecto, que contradiga a estos, se le pueda demoler.

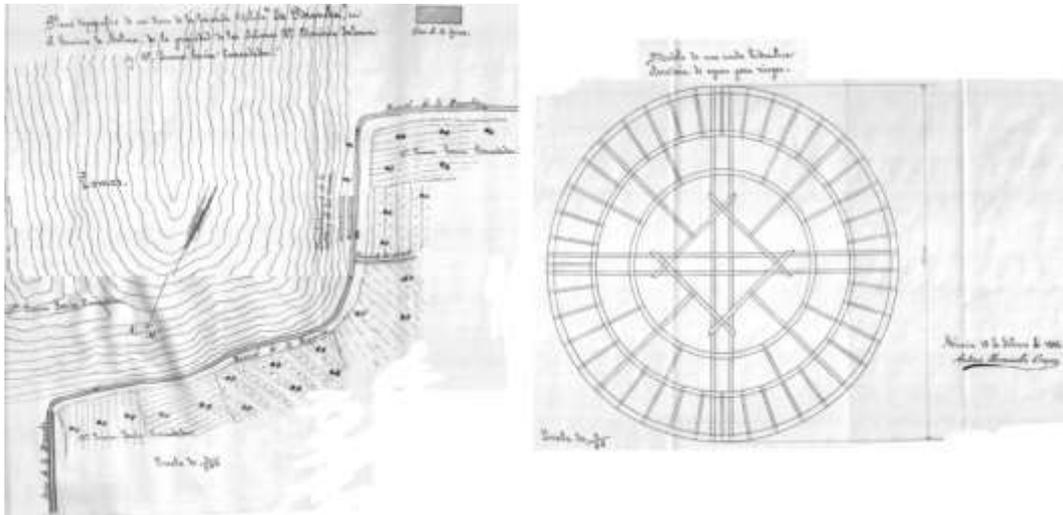


III.54. El proyecto para la Noria de la Arboleda del Maestro Jaime Brustenga en Lorquí.  
Archivo del Heredamiento Regante de Molina.

Texto: Proyecto del Maestro Jaime Brustenga de Lorquí, de una azuda de hierro para sustituir otra de madera ya deteriorada que hay establecida en la Acequia de Molina, sitio de la Hacienda La Arboleda, propiedad de Don Sebastián Servet y Brugarolas. Año de 1892.

El diseño de la noria presenta una influencia clásica con claro predominio de los radios en número de 14, de sección variable, sobre 3 filas de travesaños poligonales.

Los elementos pasivos, palas, cajones y canal, se construyen en madera.



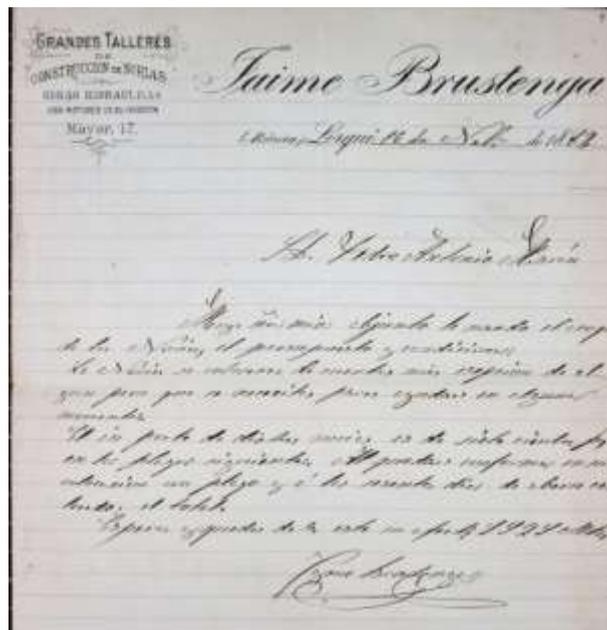
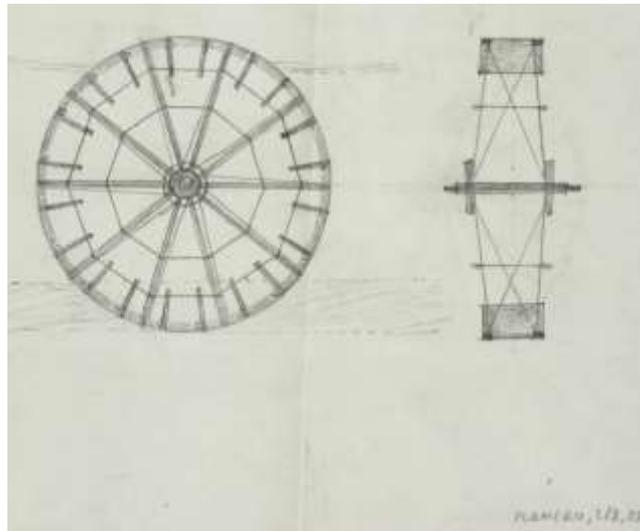
III.55. El proyecto de Antonio Hernández Crespo para la Noria de la Brancha en Molina de Segura. Archivo del Heredamiento Regante de Molina.

Texto: Proyecto redactado por Antonio Hernández Crespo, para la construcción de una rueda hidráulica de diez metros de diámetro, al sur de la población de Molina de Segura, en el lugar conocido como La Brancha.

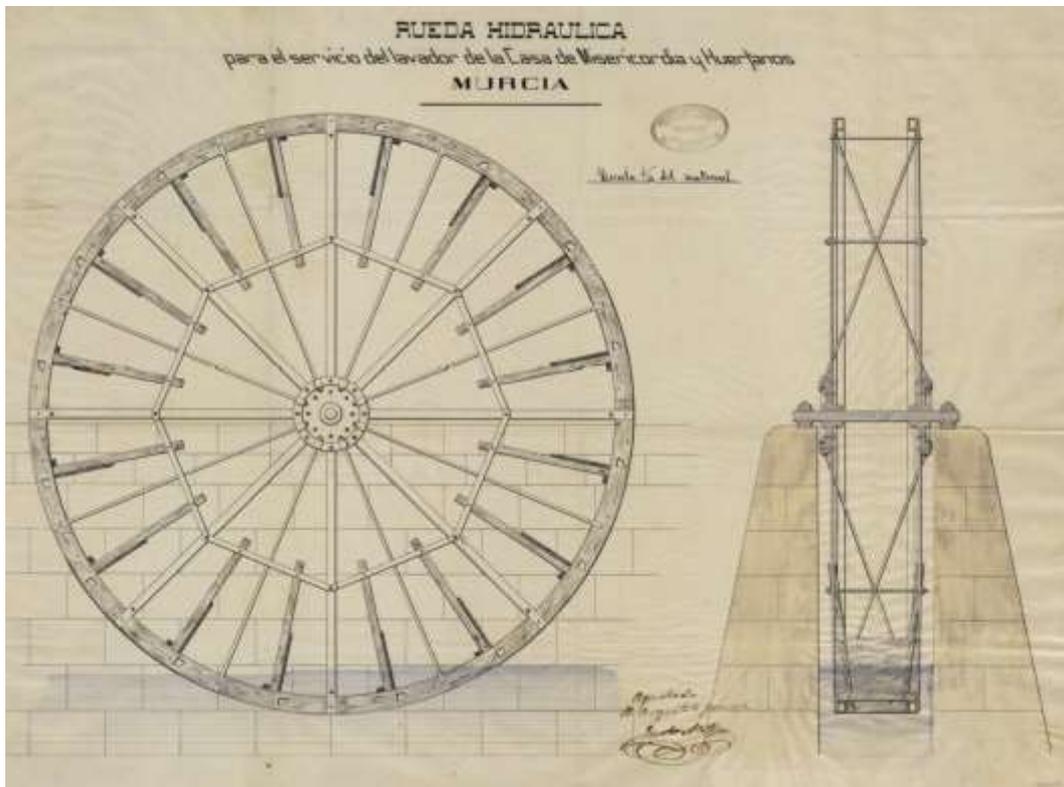
Se plantea emplazar la noria en el brazal conocido como de La Brancha, a unos 115 metros de distancia aguas debajo del acueducto situado sobre los Arcos de la Rambla de La Brancha y para dar riego a una finca de secano de unas 49 tahullas.

La fecha de redacción del proyecto es 18 de Febrero de 1888.

Por el diseño de la noria, debemos entender que se construiría en madera.



III.56. Croquis y anotaciones para la construcción de la noria, probablemente del maestro Brustenga de Lorquí. Archivo Histórico Regional de Murcia.



III.57. Plano de alzado y sección para la construcción de la noria de la Casa de Misericordia, del arquitecto Justo Millán. Archivo Histórico Regional de Murcia.

Texto: Proyecto del Arquitecto Provincial Justo Millán para construir una rueda hidráulica que suministre agua a la lavandería de la Casa de Misericordia de Murcia.

(Hoy Palacio de San Esteban, sede de la Presidencia Autonómica).

Existe en el expediente un croquis a lápiz, probablemente del Maestro Brustenga y unas anotaciones en referencia a su fabricación.

El plano de Justo Millán, nos propone una rueda tipo mixta con elementos estructurales a base de perfiles de hierro: Radios, travesaños, tirantes, eje y discos de hierro. Los elementos pasivos tales como palas, tabloncillos y cajones, se construirían con elementos de madera.

**IV – LAS NORIAS DE  
CORRIENTE EN OTRAS  
CUENCAS  
HIDROGRÁFICAS DE LA  
PENÍNSULA IBÉRICA  
(SIGLOS XIX y XX)**



**IV LAS NORIAS DE CORRIENTE EN OTRAS CUENCAS HIDROGRÁFICAS  
DE LA PENÍNSULA IBÉRICA (SIGLOS XIX Y XX)**

Las norias de corriente que existieron sobre los cauces fluviales de la Península Ibérica, durante el siglo XIX y la primera mitad del XX, son el objeto de estudio de este capítulo, aunque con algunas excepciones que se comentarán más adelante.

Iniciaremos ese estudio, refiriéndonos a los ríos de la vertiente mediterránea, a excepción del Segura, que ya ha sido contemplado en capítulos anteriores y que trataremos en dos bloques:

-Las cuencas hidrográficas de los ríos que desembocan en el Mediterráneo, en las que existieron norias de corriente hasta no hace muchos años, y, en las que todavía es posible observar alguna de ellas o algunos de los restos arquitectónicos de las mismas, son fundamentalmente, la del Ebro, Turia y Júcar.

-Dentro de las cuencas hidrográficas de la vertiente atlántica, destacamos de forma especial, la del río Guadalquivir.

Dentro de las cuencas hidrográficas de los dos grandes ríos de la meseta, Tajo y Duero, las referencias a norias de corriente, en la actualidad, son muy escasas y necesitaríamos de un estudio mucho más pormenorizado que el alcance de este capítulo, para un estudio adecuado. Por tanto, obviaremos la casuística de los ríos Tajo y Duero en la meseta castellana, pero sin embargo, traeremos a colación el estudio de las norias de corriente en Portugal, y, de forma especial, las existentes en el área de influencia de los ríos, Duero y Mondego.

El estudio de las norias de corriente en las cuencas hidrográficas mencionadas, se ha de realizar por bloques, correspondiendo cada uno de ellos a una cuenca hidrográfica, independientemente de que el curso de los ríos englobe una o más comunidades autónomas e incluso curso y desembocadura, puedan pertenecer a la misma o distinta comunidad.

Los aspectos fundamentales de este estudio, se limitarán, por motivos obvios de contenido y extensión, a reflejar elementos puntuales de las norias de corriente en su marco geográfico más inmediato, es decir, los que tienen que ver

con su situación geográfica, entorno y emplazamiento, así como los que tiene que ver con lo arquitectónico y constructivo, apoyado en una breve recopilación de datos agrupados en una especie de cuaderno de campo.

Iniciaremos este apartado con el estudio de los ríos de la vertiente mediterránea Ebro, Turia y Júcar, para después pasar al estudio del río Guadalquivir, que vierte sus aguas a la vertiente atlántica y por último, trataremos la casuística portuguesa.

#### 4.1 NORIAS DE CORRIENTE EN LA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL RÍO EBRO.

Para el estudio de las norias de corriente en la cuenca del río Ebro, trataremos inicialmente los aspectos fundamentales de algunas aportaciones históricas que pertenecen a las fuentes escritas, todas ellas, aunque tratan de forma sucinta los temas de hidráulica aplicada a los riegos y la construcción de ruedas hidráulicas, las referencias más o menos explícitas hacia estos temas, debemos aceptarlas como suficientemente aclaratorias. Vamos a contemplar las descripciones que sobre las norias de corriente se hacen en tres periodos distintos de nuestra historia, los siglos XVIII, XIX y XX.

-En primer lugar trataremos la obra de Antonio Ponz, "Viaje de España.., en que se da noticia de las cosas más apreciables y dignas de saberse que hay en ella", obra escrita en el último cuarto del siglo XVIII, en la que trata de un modo superficial, los aspectos más representativos de las distintas regiones españolas.

Los itinerarios que sigue en sus viajes, forman parte de otros tantos capítulos que se resumen finalmente en tomos. Que interesen especialmente a la cuenca hidrográfica del Ebro, son los tomos que comprenden las regiones de Aragón y Cataluña, tomos XIII, XIV y XV, de los que podemos entresacar algunas citas.

Los Itinerarios por Aragón, Teruel, Valencia y Cataluña, del año 1788, no refleja comentarios a norias de corriente. Los comentarios, genéricos, sobre las norias de Castellón, he de apuntar, por experiencia propia que debe referirse a norias de tiro.

El autor, nos habla de los ríos Ebro, Jalón, Jiloca, Guadalaviar, etc., de sus espacios agrícolas, pero no existen alusiones a norias de corriente, que por otra parte, deberían existir.

En las referencias a Cataluña, no existen las dedicadas a norias de corriente, sin embargo, menciona otros ingenios hidráulicos como batanes, molinos y fábricas. En el tratamiento de los espacios agrícolas y sistemas hidráulicos, se mencionan acequias, canales, ríos.

En la ribera del Segre se hace mención a huertas muy fértiles donde se cultivan frutas y hortalizas y en Lérida, es algo más explícito en los temas agrícolas y de las máquinas hidráulicas, pero sin referencias directas.

En el tratamiento de los espacios agrícolas y los sistemas hidráulicos de Aragón, existen referencias explícitas al Canal y las norias de Tauste, describiéndose un presal de sillería donde se instalan tres ruedas o grúas de 20 pies de diámetro.

Se mencionan, los denominados presales, donde se instalan las grandes ruedas, mencionando las de Sástago y la gran noria del Monasterio de Rueda.

En el tratamiento de los espacios agrícolas, se citan acequias, canales, ríos, ruedas, etc., tratándolos con mayor profundidad que en otras partes de su recorrido.

-El Diccionario Geográfico-Estadístico-Histórico de España y sus posesiones de ultramar, de Pascual Madoz, es una de las obras que mejor refleja aspectos históricos, geográficos, económicos, agrícolas, etc. De mediados del siglo XIX, queda configurada en XVI tomos, tratando por orden alfabético las distintas poblaciones del territorio español y sus características principales, y, entre ellas, aunque de forma muy sucinta, las que se refieren a los sistemas hidráulicos dentro de los espacios irrigados y otros usos industriales.

Las referencias a lugares y poblaciones, dentro de la cuenca hidrográfica del Ebro, que registran la existencia de ruedas hidráulicas para el regadío y otros usos, son escasas y más bien escuetas, así las referencias de la obras de Madoz, son las siguientes:

\*Menciona las norias de Lodosa en Navarra, probablemente, alguna de ellas que también movería un molino, debió existir en la población, mientras que existen otras referencias, ajenas al autor, que sitúan otras norias en zonas limítrofes con el límite provincial con Logroño, aguas abajo de la población de Lodosa en el Azud de Sartaguda.

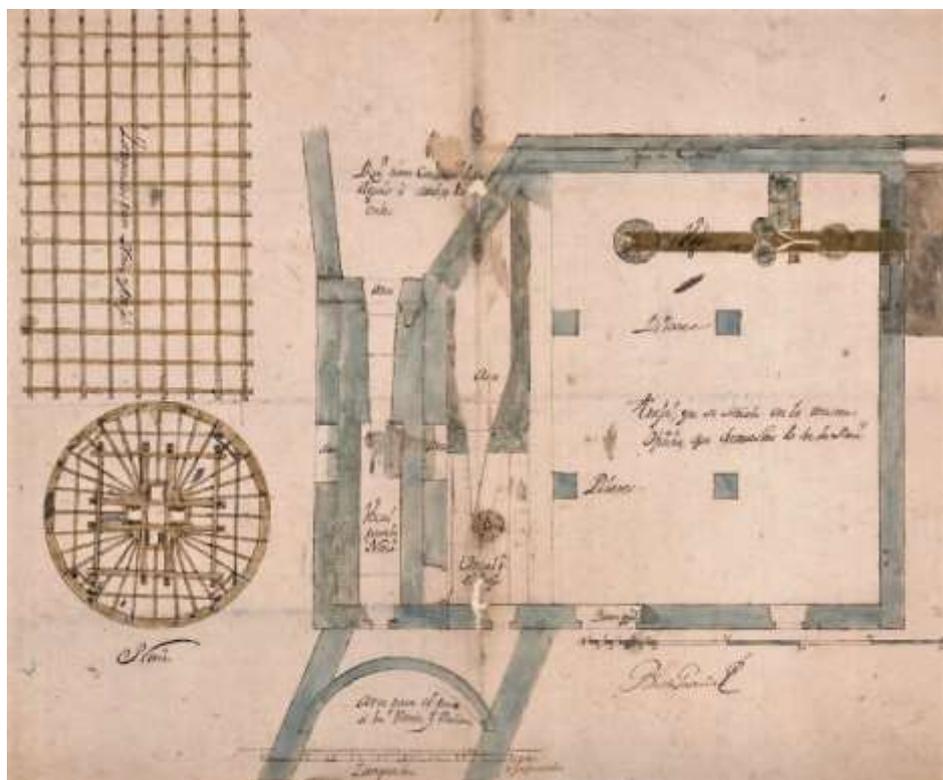


Fig.: IV.1. Plano de planta del trujal y noria de Lodosa. Fondo del Consejo Real de Navarra.

Menciona el autor, otras norias de corriente en Aragón y Cataluña, aunque a veces con denominaciones, muy particulares, sin embargo, no hace referencia a las ruedas hidráulicas existentes en las cuencas de los ríos, Gállego, Cinca y Jalón.

\*Hace referencia en Velilla de Ebro a dos *zuas* para el riego de huertas y a *norias de azud*, en *Alforque* y *Alborge*, también para el riego, además de otras ruedas que mueven molinos.

En Escatrón, hace referencia al Monasterio de La Rueda.

En Caspe, cita dos norias para el riego y otras para mover batanes, molinos, etc.

\*En Cataluña hace referencia a norias en la cuenca del Segre y Noguera Pallaresa, en concreto, a la rueda hidráulica de Camarasa.



Fig.: IV. 2a y 2b. Noria de influencia islámica en Camarasa, Lérida. Fotografías de Romul Gavarró. Fábricas hidráulicas españolas. González Tascón, Ignacio.

-Más contemporánea, de mediados del siglo XX, es la obra de Francisco Carreras y Candi: “La navegación en el río Ebro”, de donde podemos entresacar algunas citas interesantes de cara a nuestro estudio de las norias de corriente.

El texto trata los aspectos más diversos que se encuentran en el curso fluvial, pero nosotros vamos a entresacar los datos más importantes que se refieren a los usos hidráulicos en el espacio agrícola.

\*Hace el autor especial mención a las ruinas de Rueda:

“...la ribera izquierda del Ebro, donde se asienta el Monasterio de Rueda. Un brazo de río o canal que acciona la antigua rueda, forma una frondosa isla llamada “El Soto”. La actual rueda, medio escondida por una moderna instalación supletoria, elevaba el agua que pasando por un acueducto de arcos ojivales regaba la huerta de los frailes. A tal aparato, ya existente en la época sarracena, debió el calificativo de Roda o Rueda, dicho lugar.

Carreras y Candi hace mención a obras antiguas de riego y a los diversos proyectos para riegos, aprovechamientos industriales, canalizaciones y navegación durante el siglo XVIII, sobre todo en el bajo Ebro y menciona la construcción del azud de Cherta, con la finalidad de aprovechar sus aguas en mover molinos y obtener zonas de riego.



Fig. IV.3. Plano del Azud de Flix, año 1.792. En el extremo derecho del azud, puede verse el emplazamiento de la noria, marcada con la letra H. Archivo de la Corona de Aragón. Barcelona.

Comenta Carreras y Candi, la existencia de algunas ruedas hidráulicas como las de Rueda, La Magdalena y Flix. Siendo demolida esta última al construirse el Salto de la Sociedad Electroquímica de Flix.

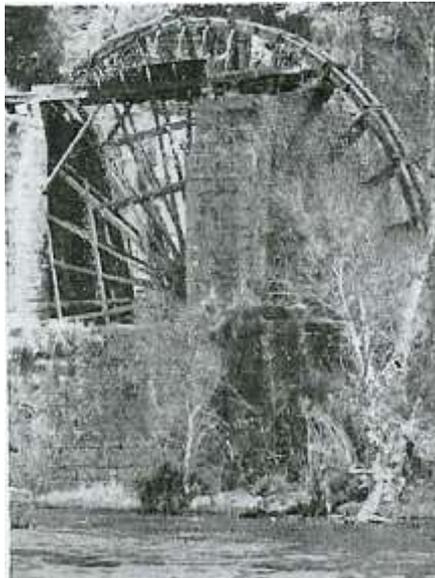


Fig. IV.4. Noria de la Magdalena, que existió entre Caspe y Mequinenza.

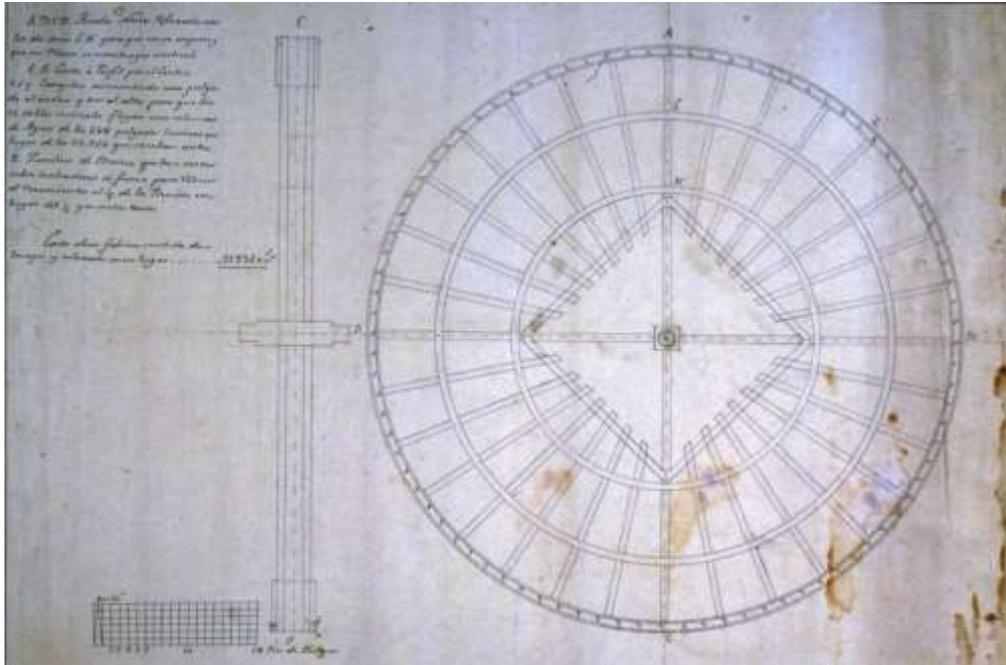


Fig. IV.5. Alzado y sección de la noria de Flix. Archivo de la Corona de Aragón. Barcelona.

Todas las obras de riego se realizaban a base de los azudes parciales o de los que cerraban totalmente el río derivando un canal por una de las dos riberas y donde se situaban norias tan cercanas al río que muchas de ellas han tenido que abandonarse, quedando como torres junto al cauce o dentro de su álveo. En los informes sobre navegación del Ebro, se citan tales obras de riego como estorbos para la navegación, haciendo coincidir las esclusas con los azudes.

...el único aprovechamiento importante existente en el Ebro inferior es el de Flix, construido a principios del siglo XX para la producción de fuerza destinada a la fábrica de productos químicos Sociedad Electroquímica de Flix allí instalada. Utilizó como presa el azud de Flix, reparado y recrecido convenientemente. Con esta construcción se destruyó una magnífica rueda hidráulica al servicio de la huerta de Flix...".



Fig.: IV. 6. Noria de Flix, destruida a comienzos del siglo XX. (R.I).

A continuación, vamos a enumerar y describir las norias de corriente, existentes en la actualidad, en la cuenca hidrográfica del Ebro, en las dos comunidades autónomas donde se percibe su existencia de forma integral o bien mediante restos arquitectónicos y que son, Aragón y Cataluña.

Centraremos nuestra atención en los tramos centrales del río, lo que se conoce como los valles del Ebro, zonas de orografía más bien plana, que discurre fundamentalmente en la provincia de Zaragoza.

El Ebro tiene su nacimiento en Cantabria y recorre siete comunidades autónomas entre ellas, la de su nacimiento, Castilla y León, La Rioja, País Vasco, Navarra, Aragón y Cataluña, donde tiene su desembocadura.

El Ebro es el río más caudaloso y largo de España y el segundo de la península ibérica después del Duero.

Recorre el extremo nororiental de la península ibérica, a través del valle que lleva su nombre, situado en una depresión. Desemboca en el Mar Mediterráneo formando el delta del Ebro.

El río tiene una longitud total de 930 km., y su cuenca hidrográfica es la más extensa de España, con una superficie de 86.100 km<sup>2</sup>.

Entre los siglos XVIII y primera mitad del XX, los regadíos aragoneses, utilizaron la noria de corriente para el riego de sus espacios irrigados, espacios de

unas grandes dimensiones, lo que conllevó la construcción de ruedas hidráulicas de grandes dimensiones y capacidad de elevación.

El sistema hidráulico aragonés por excelencia, es el *norial*, complejo arquitectónico que comprende un azud o presa, los canales de alimentación a la noria, e incluso hacia algún molino y, por último, la noria fortificada entre grandes muros de sillería trabajada con esmero y destreza.

El establecimiento de azudes o presas de forma transversal al cauce del río, sirve como en otros espacios irrigados, para reconducir el agua a sus extremos, donde se ubica el *norial*. En otras ocasiones, pero son las menos, se construyen acequias para riego por gravedad, donde a veces se instalan norias de corriente.

La mayor densidad de estas ruedas hidráulicas, las hemos encontrado en los valles del Ebro, sobre todo en los tramos de río que discurren entre Zaragoza y el Monasterio de Rueda.

Los lugares o núcleos de población, agrupados por provincias y comunidades autónomas, en los que hemos encontrado elementos del sistema hidráulico que son funcionales o bien son meramente restos arquitectónicos, son los siguientes:

I) Huesca. Aragón. Cuencas hidrográficas de los ríos Gállego y Cinca.  
1.1.: Noria de Almudévar. Huesca.

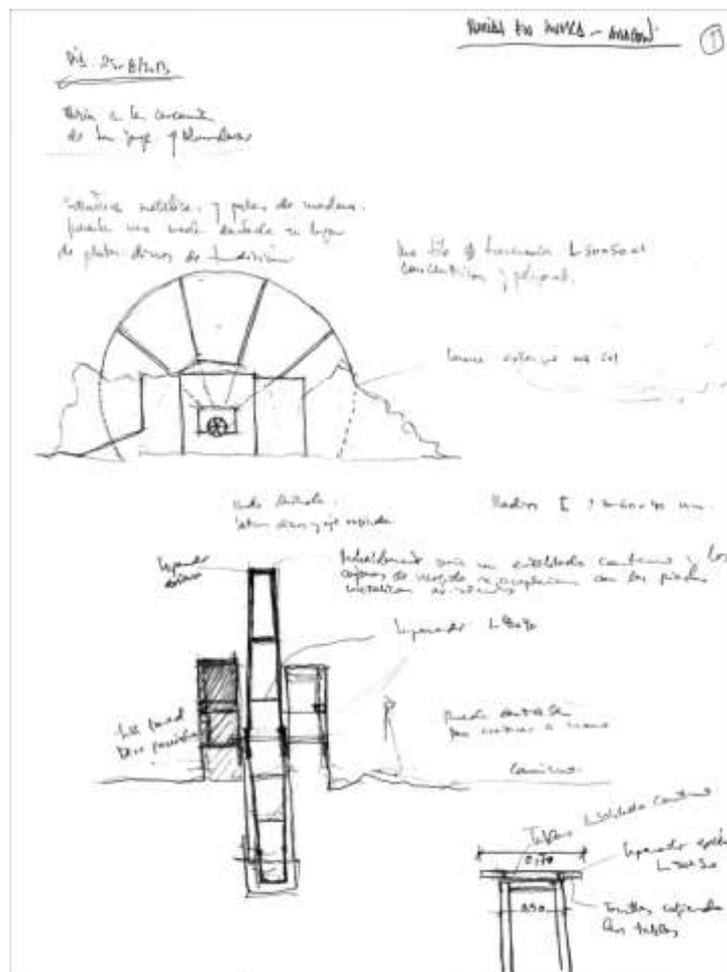


Fig.: IV. 7. Fotografías y croquis de la noria de Almudévar. Huesca.

1.2.: Noria de Castejón del Puente. Huesca.

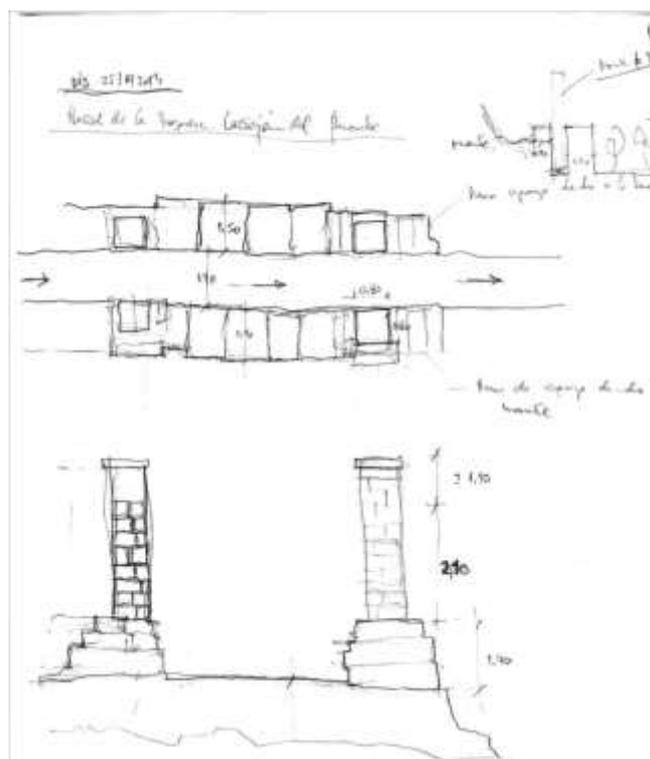


Fig.: IV. 8. Fotografías y croquis de la noria de Castejón del Puente. Huesca.







2.4.: Noria de Chodes III, Chodes. Zaragoza.

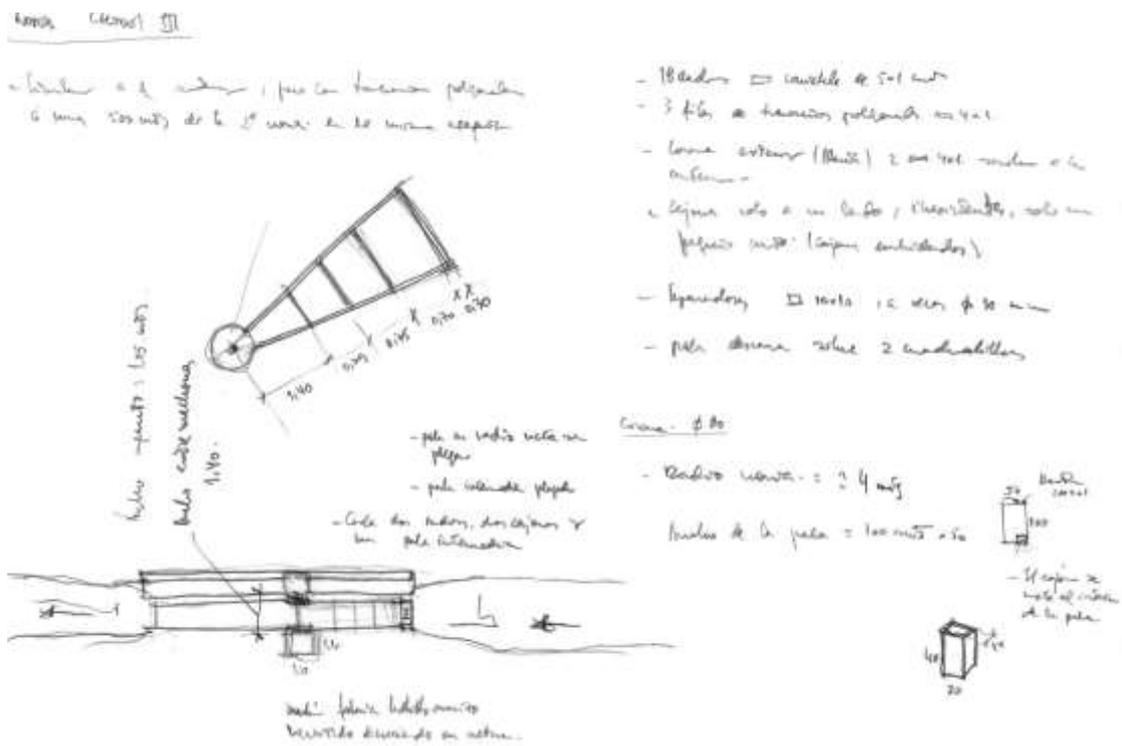


Fig.: IV. 12. Fotografías y croquis de la noria de Chodes III, Chodes. Zaragoza.

## 2.4.: Noria de Chodes IV, Chodes. Zaragoza.

CHODES IV

La estructura original → Chodes III, incluso en las  
dimensiones: similar a Chodes I y II, pero con

de una forma con tejado más  
La la zona superior que la otra zona, pero con  
a una 300 m de la zona III.

- La piedra en la que está fotografiado el caso de adobe que tiene la zona

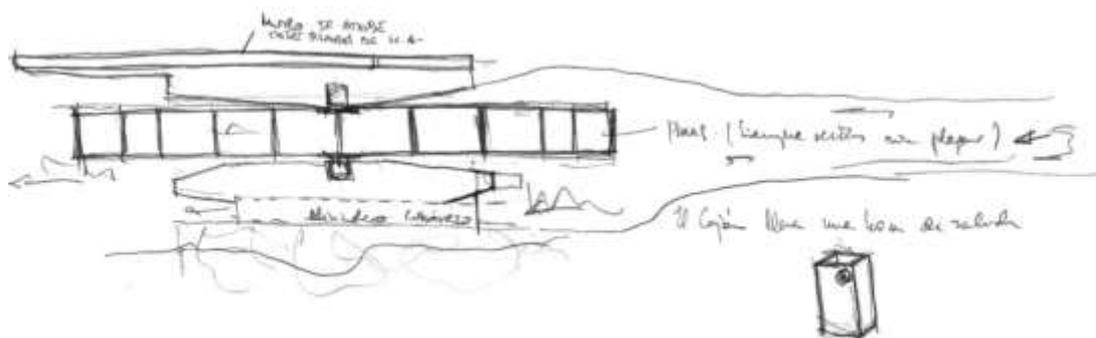


Fig.: IV. 13. Fotografías y croquis de la noria de Chodes IV, Chodes. Zaragoza.

2.5.: Noria de Chodes V, Chodes. Zaragoza.

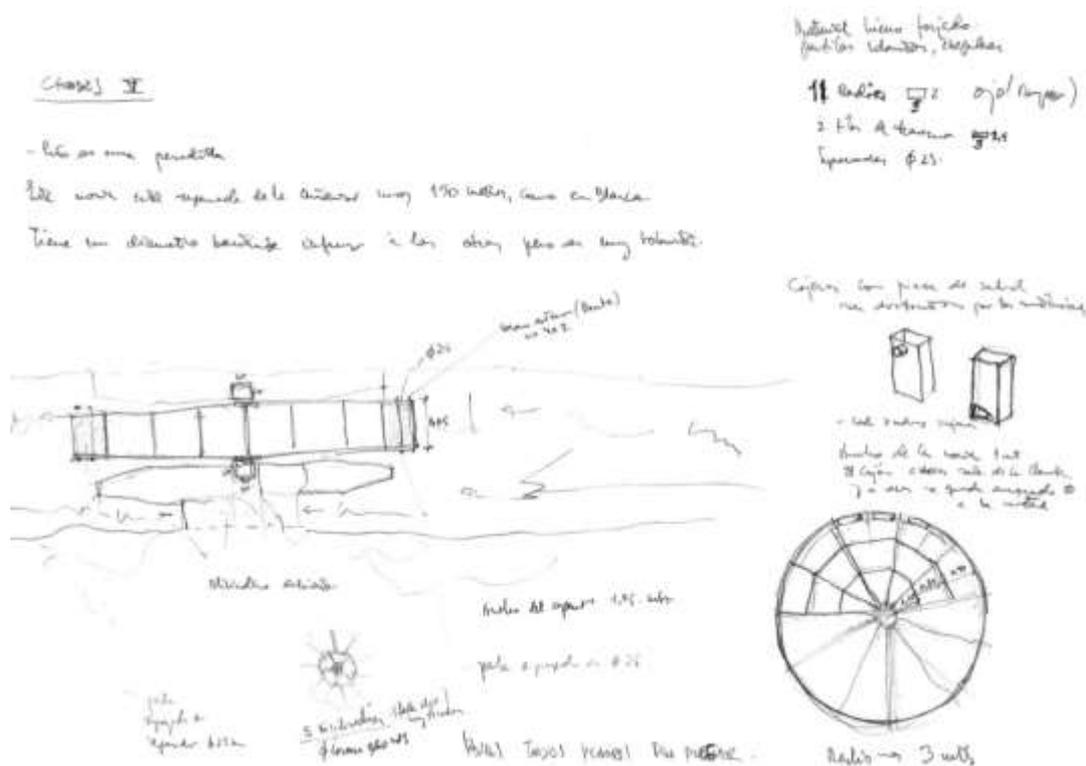


Fig.: IV. 14. Fotografías y croquis de la noria de Chodes V, Chodes. Zaragoza.



2.7.: Noria de Morata de Jalón II o de Hernández Torcal, Morata de Jalón. Zaragoza.



Noria de Morata de Jalón II. (Hernández Torcal)

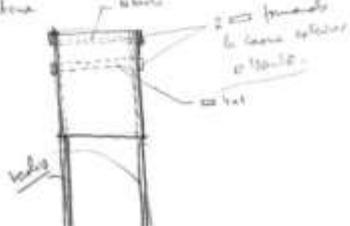
base de maderas laminadas a los 4 chorros.  
diámetro aproximado 9-10 mts.

detalles

Cajón - cajón  
Tubo con fondo



las palas están en el eje y se apoyan en un cuadrado hueco de madera y una platina



lateral de brida, fondo de la correa a 200 mts. a la derecha, fuste a una parte arriba. mismo aspecto que la I.

- 3 bñs de fuste en polígono de 90º alt.
- 4 panderas □ bases de 10.10 mts

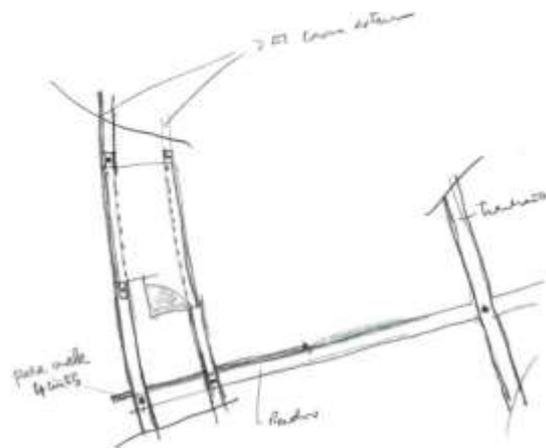


Fig.: IV. 16. Fotografías y croquis de la noria de Morata de Jalón II o de Hernández Torcal, Morata de Jalón. Zaragoza.

III) Zaragoza. Aragón. Cuenca hidrográfica del río Ebro

3.1.: Noria de La Alfranca. Zaragoza.

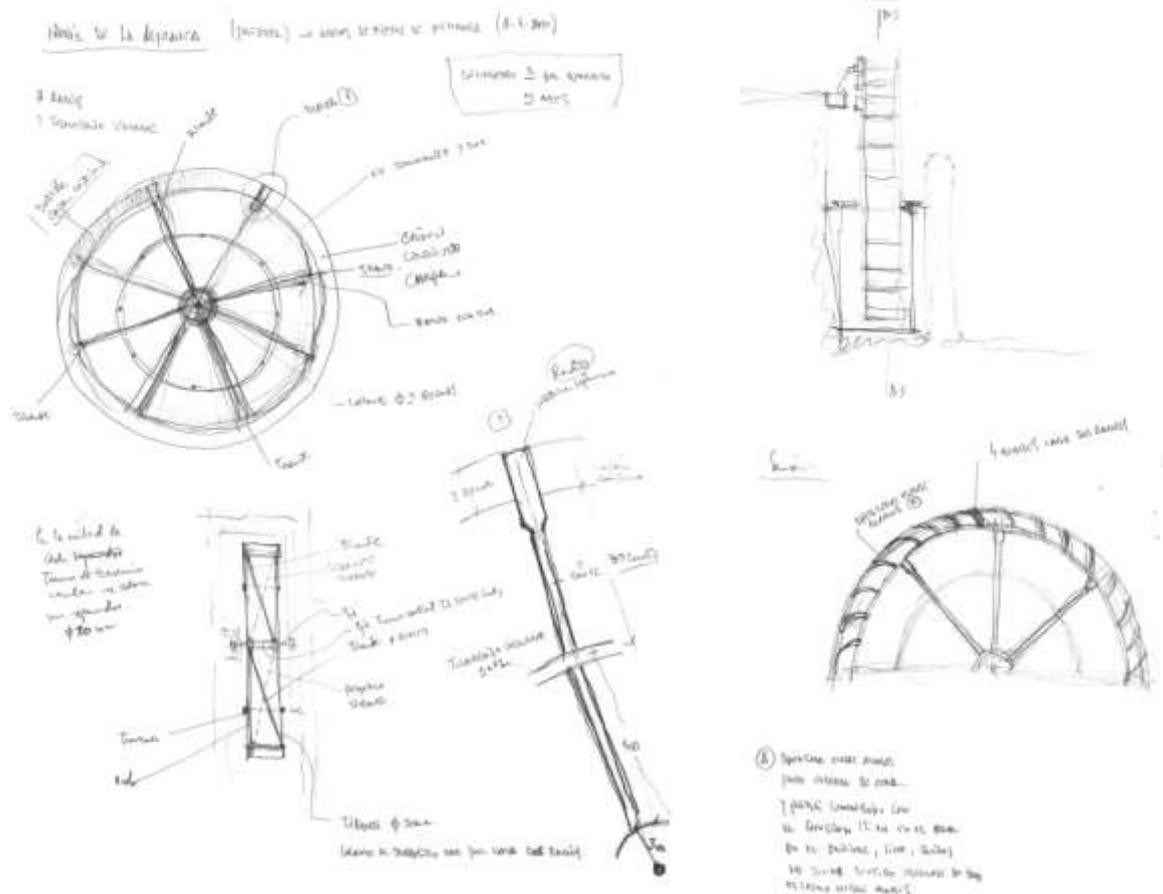


Fig.: IV. 17. Fotografías y croquis de la noria de La Alfranca. Zaragoza.

3.2.: Norial de Gelsa. Zaragoza.



Fig.: IV. 18. Fotografías y croquis del norial de Gelsa. Zaragoza.

3.3.: Norial de Velilla. Zaragoza.

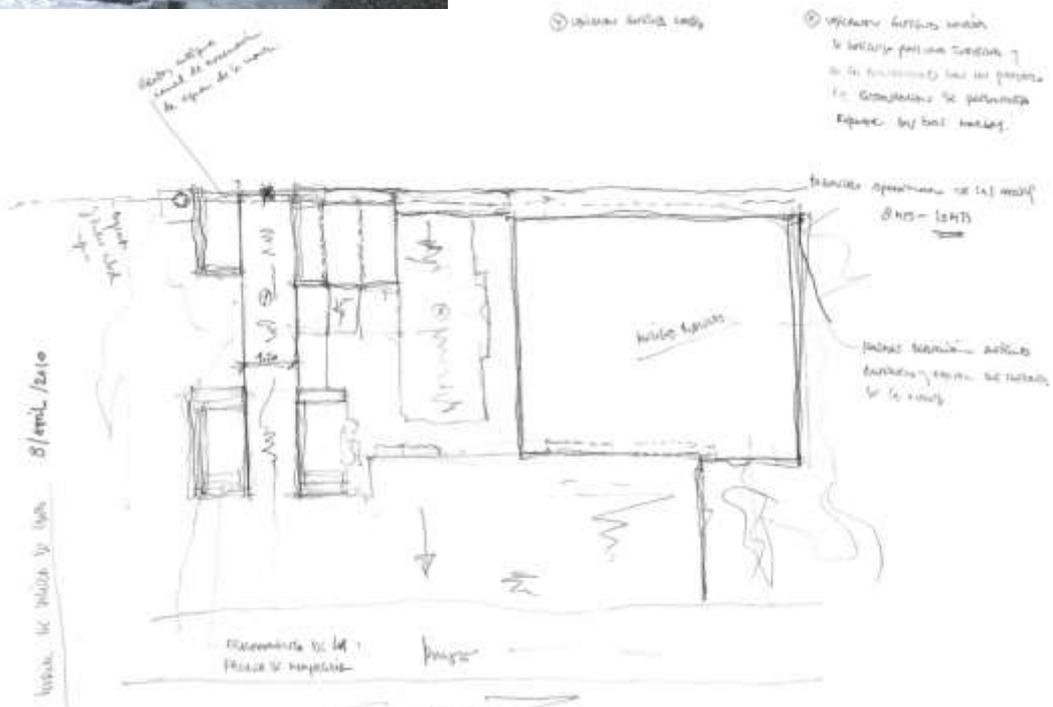


Fig.: IV. 19. Fotografías y croquis del norial de Velilla de Ebro. Zaragoza.

3.4.: Norial de La Zaida. Zaragoza.

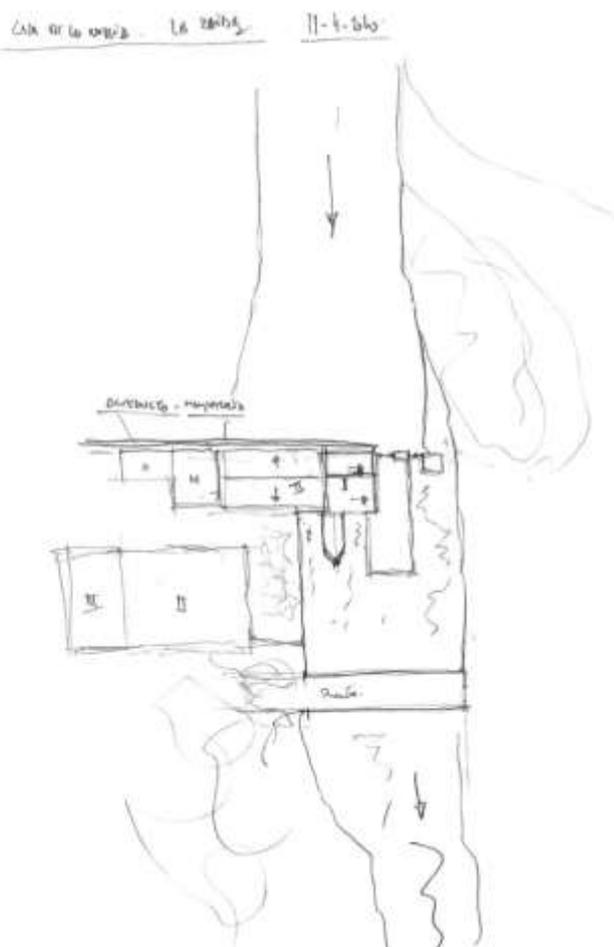


Fig.: IV. 20. Fotografías y croquis del norial de La Zaida. Zaragoza.

## 3.5.: Norial de Alforque. Zaragoza.



8/ marzo / 2010



Distancia aproximada de los norias. = 10 MTS

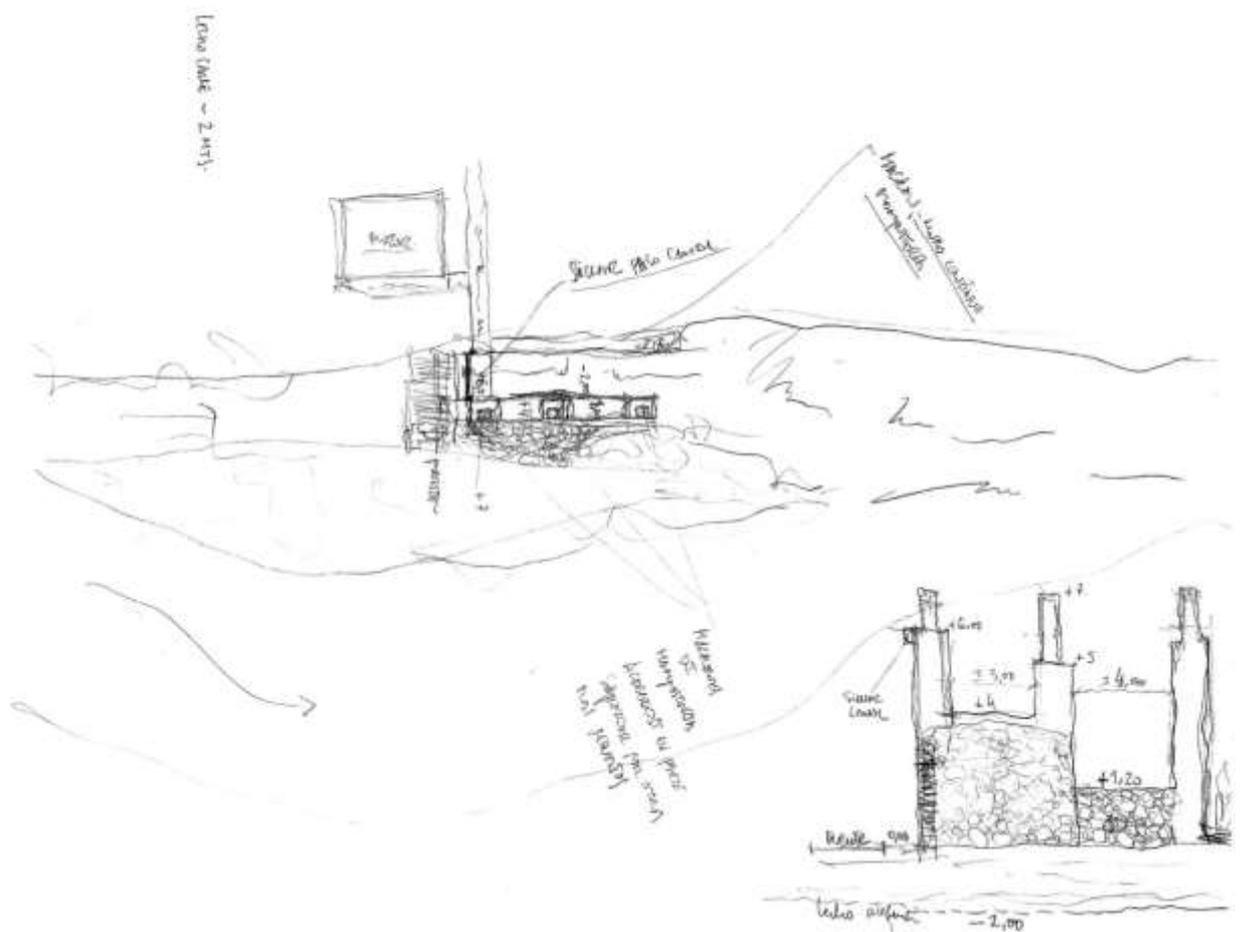


Fig.: IV. 21. Fotografías y croquis del norial de Alforque. Zaragoza.

3.6.: Norial de Cinco Olivas. Zaragoza.



Fig.: IV. 22. Fotografías y croquis del norial de Cinco Olivas. Zaragoza.

## 3.7.: Norial de Alborge. Zaragoza.

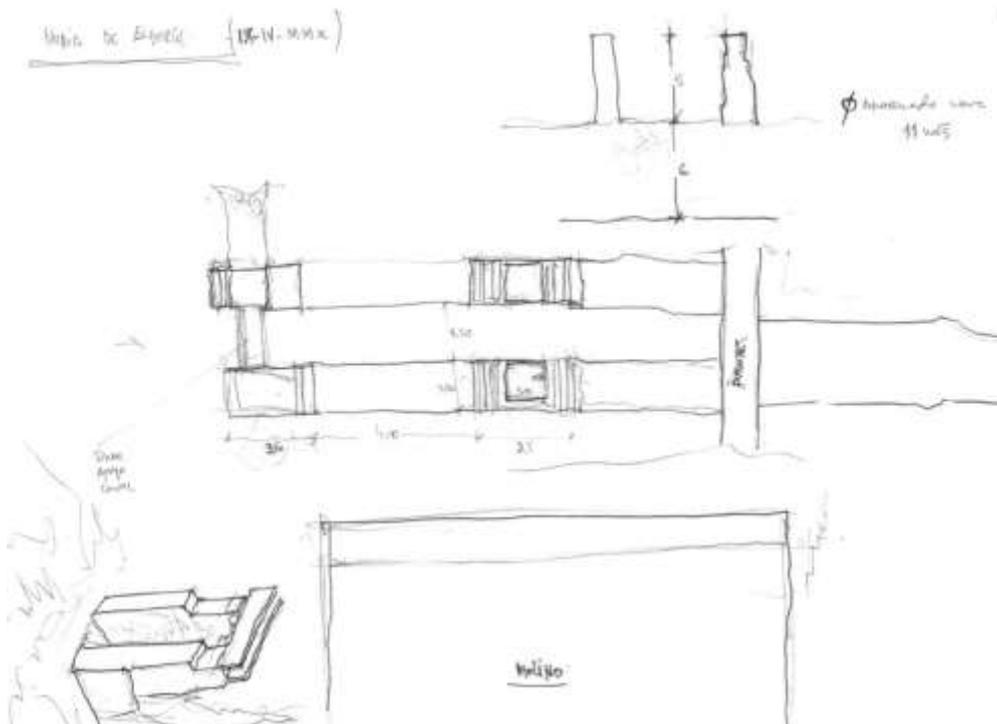
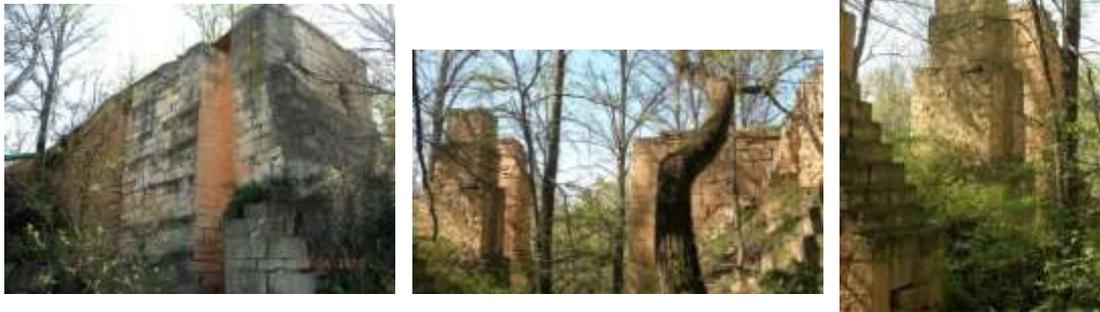


Fig.: IV. 23. Fotografías y croquis del norial de Alborge. Zaragoza.

3.8.: Norial de la Partilla. Sástago. Zaragoza.



NORIAL DE LA PARTILLA - (ZARAGOZA)

900 mts. hacia el puente del Guapo - hacia Izda

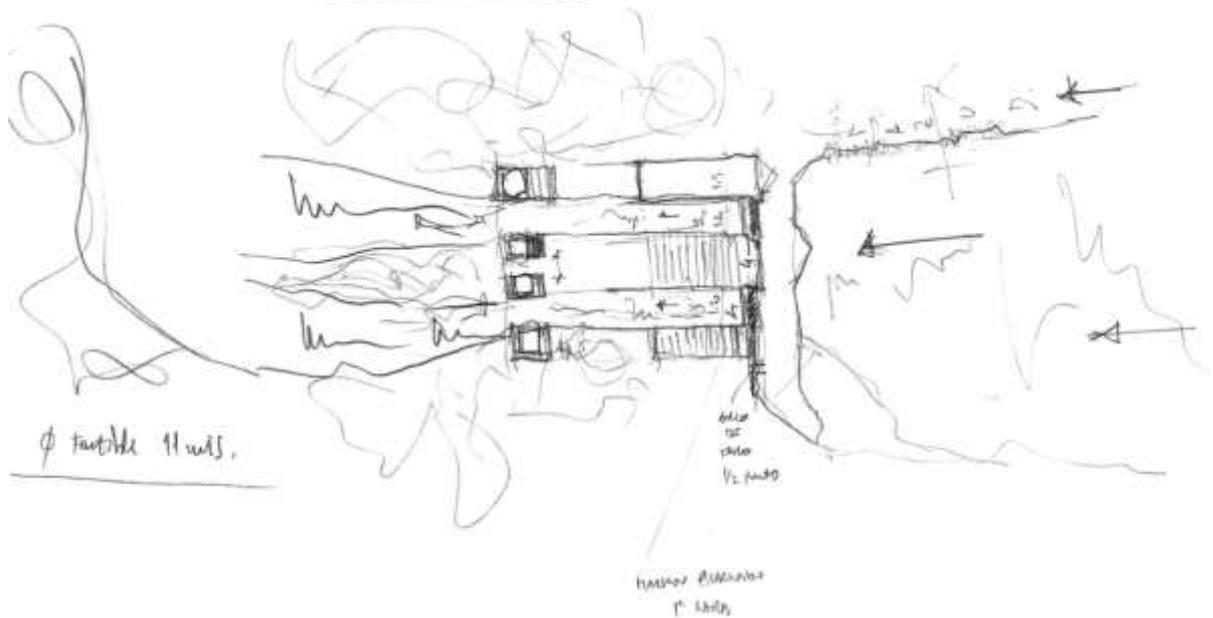


Fig.: IV. 24. Fotografías y croquis del norial de La Partilla, Sástago. Zaragoza.

## 3.9.: Noria de Montler. Sástago. Zaragoza.



Noria de Sástago. (Punto de la Fuente?) o de Montler



Como se ve en el croquis  
de la Noria de Sástago...

como se ve en el croquis.

Fig.: IV. 25. Fotografías y croquis de la noria de Montler, Sástago. Zaragoza

3.10.: Norial de Menuza. Zaragoza.

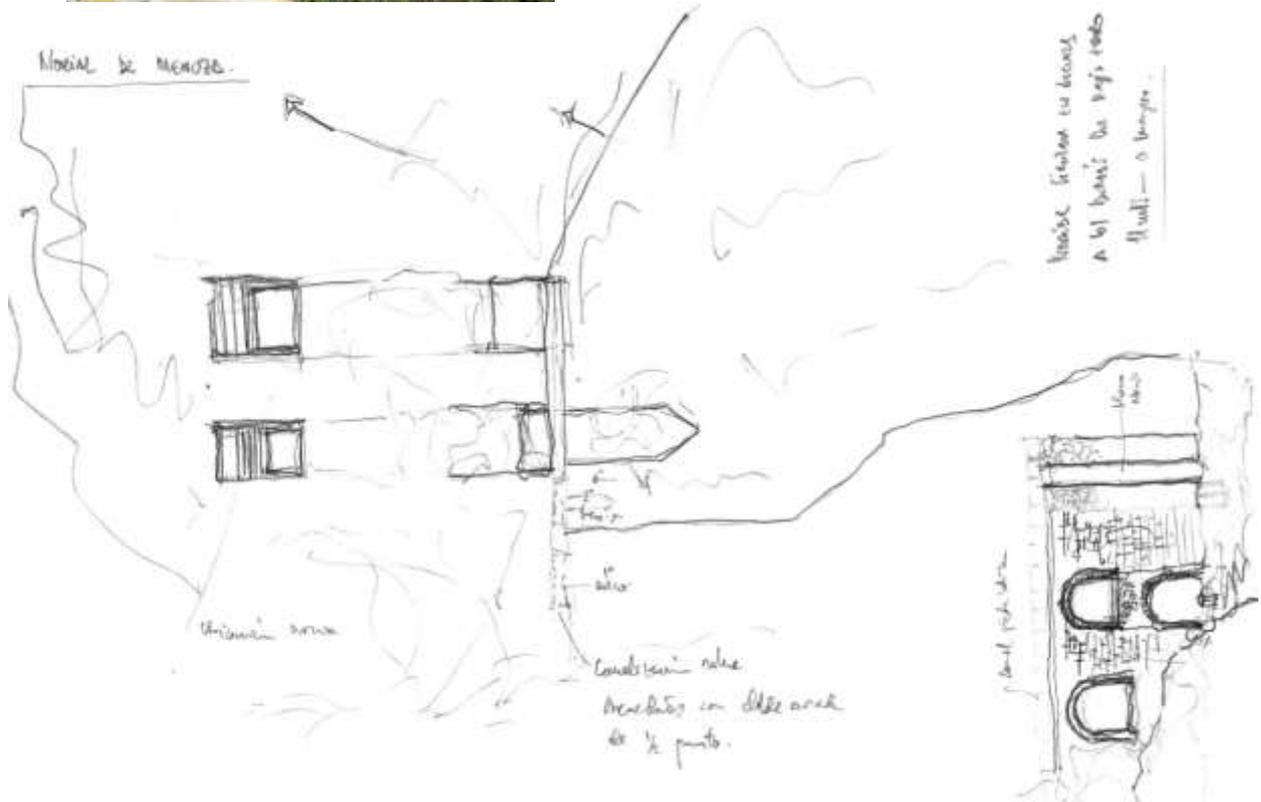


Fig.: IV. 26. Fotografías y croquis del norial de Menuza. Zaragoza



3.12.: Noria de Caspe. Zaragoza.



Noria de Caspe.

Tempo con agua elemento original  
 X falta de una vertebra a una  
 zona ajardinada del casco urbano.



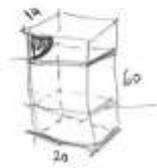
Corona exterior - Hacha  
 200 x 4000

Las palas automáticas se apoyan en L 40x4 en  
 los patos de los rindos, se curva (b)  $\Rightarrow$  3 m  
 excepto a la forma de la pala (hacha)

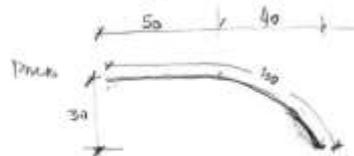
3 Norias  $\Rightarrow$  2000 m  
 1 Transformado antiguo  $\Rightarrow$  4500 m  
 - Correas con 4 distribuciones

Flecha normal = 2,30 mts  
 Flecha Correas = 40 cm

Ladra



Flecha = 0,10 x 2 mts



Reparados en toda las elementos ladro-franqueo  
 $\phi$  100 mm

Fig.: IV. 27. Fotografías y croquis de la noria de Caspe. Zaragoza







#### 4.2 NORIAS DE CORRIENTE EN LA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL RÍO TURIA.

Centramos nuestra atención en el primer tramo del río Turia, cuando éste, se denomina Guadalaviar. Tiene su nacimiento en los Montes Universales, Sierra de Albarracín, provincia de Teruel y desemboca en Valencia después de 280 Km., de recorrido.

En este primer tramo del río, de orografía bastante accidentada, se llevan a cabo cultivos agrícolas dispuestos en zonas aterrazadas, de carácter similar a los de la Vega Alta del río Segura.

Para la alimentación de los espacios irrigados, es frecuente la utilización de sistemas hidráulicos, ya comentados en otras cuencas hidrográficas de España.

El establecimiento de azudes o presas de forma transversal al cauce del río, sirve como en otros espacios irrigados, para reconducir el agua mediante acequias, así como también, construir azudas o norias de corriente de pequeño tamaño, que sirven para el abastecimiento de pequeños espacios agrícolas.

La mayor densidad de estas ruedas hidráulicas, las hemos encontrado en los primeros tramos del río, después de su nacimiento, en las siguientes poblaciones:

Tramacastilla, Torres de Albarracín, Albarracín y Gea de Albarracín.

A continuación trataremos de la descripción de las distintas norias de corriente en cada una de las poblaciones mencionadas así como la provincia y comunidad autónoma a la que pertenece.

I) Teruel. Aragón.

I.1.Tramacastilla.:



Fig.: IV.31. Azud en el río Guadalaviar. Tramacastilla

I.2. Torres de Albarracín.:

2.1: Noria del lavadero. Torres de Albarracín.



Noria del lavadero - Cerro W. Albarracín.

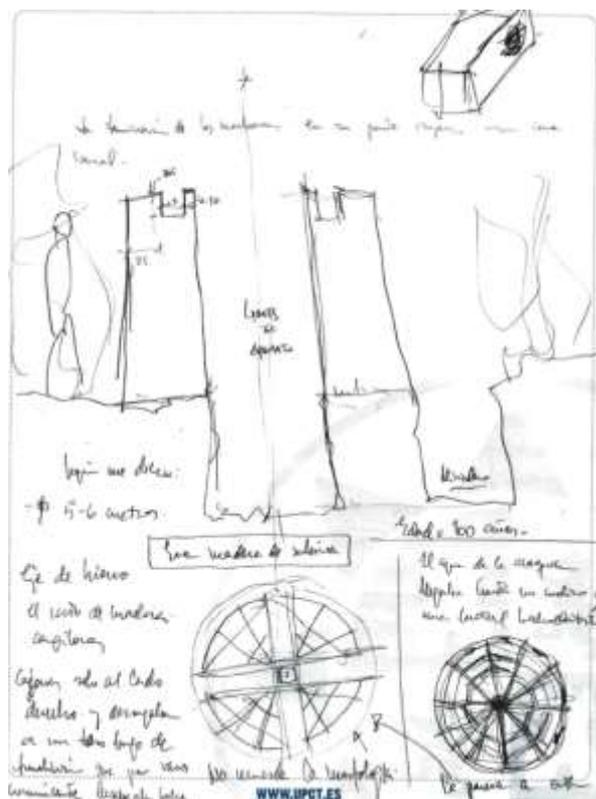
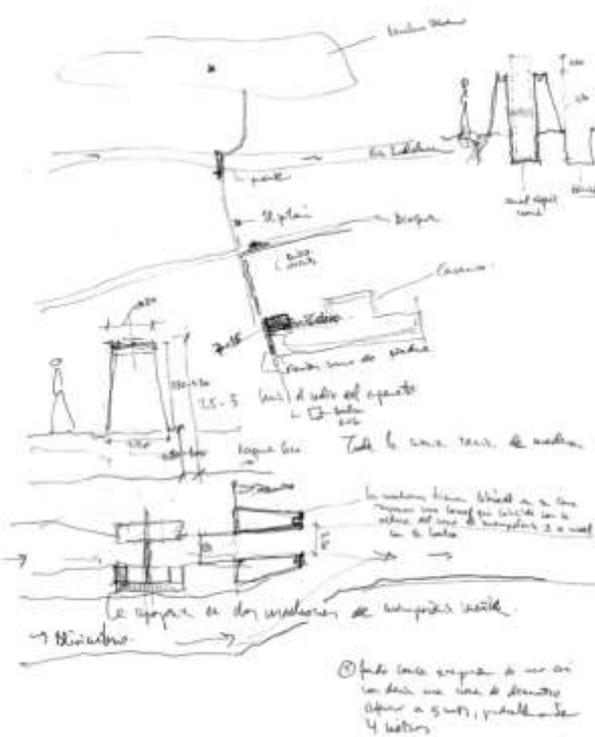


Fig.: IV.32. Fotografías y croquis de la noria del Lavadero, Torres de Albarracín. Teruel.







## 3.4. Noria del Parque o de Fuente Peña. Albarracín.

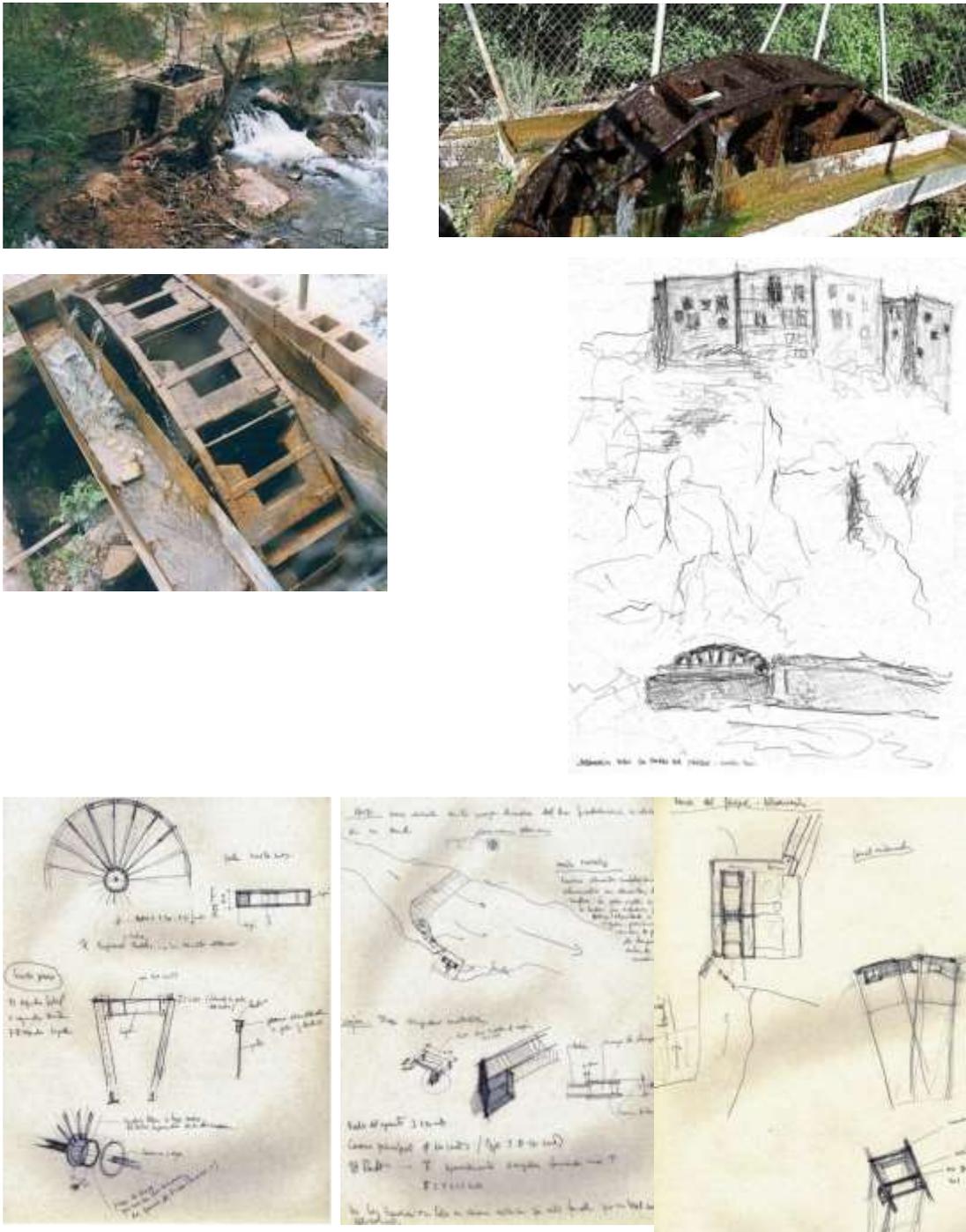


Fig.: IV.36. Fotografías y croquis de la noria del Parque o de Fuente Peña, Albarracín. Teruel.







#### 4.3 NORIAS DE CORRIENTE EN LA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL RÍO JÚCAR.

Centraremos nuestra atención en el río Júcar y en el principal de sus afluentes, el río Cabriel. Nace en la Cordillera Ibérica, Montes Universales, cerca del nacimiento de los ríos Cuervo, Guadalaviar y Cabriel, además del propio Tajo. Aquí también nace el río Jiloca, perteneciente a la cuenca hidrográfica del Ebro.

Atraviesa las provincias de Cuenca, Albacete y Valencia y desemboca en el mar Mediterráneo, después de un recorrido de 498 Km.

Los sistemas hidráulicos observados in situ, reúnen las mismas características que hemos visto en los sistemas de cultivo de zonas de orografía compleja por lo montañoso del relieve físico.

Los cultivos de los primeros tramos del río, son análogos a los mencionados anteriormente, es decir, cultivos en espacios aterrazados, por las fuertes pendientes del terreno, sobre los que se ponen en práctica sistemas hidráulicos ya conocidos.

El proceso de creación de azudes o presas, la apertura de acequias y la instalación de ruedas hidráulicas de corriente, es algo que aquí se da con naturalidad.

Estos espacios irrigados, los hemos encontrado en las riberas del río Cabriel, cuyo recorrido a partir del embalse de Contreras, en la provincia de Cuenca, adopta una figura sinuosa y continua, que se conocen como las Hoces del Cabriel, lugar de una inusitada belleza.

A continuación, enumeramos los lugares donde existen o han existido ruedas hidráulicas de corriente y observamos que la mayor densidad, se concentran en los tramos medios del río Cabriel y en cualquier caso, antes de llegar a Cofrentes.

De una especial ayuda, para la localización de los sistemas hidráulicos de la zona, han sido los textos de José Moros y Morellón y de Antonio Martorell, por la minuciosa descripción de cada tramo del río Cabriel, la descripción de las poblaciones y lugares, así como la descripción de los distintos aprovechamientos hidráulicos, entre los que se mencionan, molinos, batanes, ferrerías, fabricas de papel y paños y lo que es más importante, las presas o azudes, las norias de corriente y también a veces las de tiro.

En una hoja de conclusiones finales de su recorrido por el Cabriel, Antonio Martorell, realizaba el siguiente comentario:

..El número total de presas establecidas en el Cabriel desde Cofrentes hasta el nacimiento es de 45; la longitud del curso, supuestas desarrolladas todas sus ondulaciones, es aproximadamente de 300 km.; el número de molinos harineros es 18, con un total de 53 piedras; el número de batanes es 5; un martinete laminador de hierro y cobre y 10 ruedas verticales de cajones y armado de madera y destinadas a elevar las aguas para regar terrenos altos con respecto al nivel natural de las aguas del río.

En cuanto a una descripción puntual de alguno de los tramos de su recorrido, vamos a exponer el siguiente párrafo:

SECCION OCTAVA.

Del Molino del Concejo a Valdeganga.

Aguas abajo del Molino del Concejo se encuentra el Molino de Carrasco. En este mismo punto están la presa y Molinos de la Marmota.

A 5 km., de dicho punto se encuentra el Molino de Cuevas-Hiermas, con seis piedras. Es antiguo y está en término de Albacete. Aguas abajo del molino hay tres norias que riegan algunas huertas en ambas márgenes, en extensión de 50 hanegadas. Huertas y norias son antiguas. A 1 km., del molino existe otro denominado Molino Nuevo, de cuatro piedras, antes se llamaba Molino de la Motilleja. Aguas abajo, en la margen derecha y a poca distancia del molino, hay una noria que toma las aguas del río y riega unas 12 hanegadas.

A unos 3 km., del molino se ha construido hace cuatro años una presa bastante bien hecha con pilotes, carreras, durmientes y mampostería en seco, con su uña de 1,80 m., de anchura y su declive de 6 m., y altura sobre el lecho del río de 4,50m. Por medio de una doble rueda vertical de cajones se elevan aguas suficientes para el riego de 500 hanegadas, pudiendo extenderse el riego por la topografía y calidad del terreno. Presa y terrenos están en jurisdicción de Albacete.

La descripción de todos los tramos del río, se realiza con un importante nivel de definición de los aprovechamientos hidráulicos.

En cuanto a las descripciones que unos años antes había realizado Moros y Morellón, debemos decir que se realizaron con un nivel de definición, quizás un poco mayor. Veamos la descripción de uno de los tramos del río Cabriel:

## SECCION XIV.

Desde el Molino de Cuevas-hiermas hasta Val-de-ganga.

En Huertas y acequias, menciona que:

En el Molino de la Motilleja hay dos huertecitos, de 2 hanegadas, regados por noria; y 200 pasos más abajo y en la misma orilla izquierda del Júcar se encuentran las huertas de la Casa del Rincón, con varias norias y 13 hanegadas.

En el lado opuesto hay nueve huertecitos entre la margen del río y las bargas peñascosas que lo encajonan, llegando su anchura apenas a 8 varas, y todos regados por norias. A corta distancia se encuentra el Molino de los Frailes, en cuya isla se ven hasta unas 13 hanegadas de bancales bien cultivados y regados por azua. Trescientos pasos y dos tiros de fusil más abajo y a la derecha del río se halla una mas con 13 hanegadas de huerta y dos norias para su riego.

La mayor densidad de estas ruedas hidráulicas, las hemos encontrado en los tramos intermedios del río, en las siguientes poblaciones o lugares:

Presa de Mirasol, Contreras (Cuenca), Presa de los Cuchillos, Contreras (Cuenca), Los Cárcelos, Villamalea (Albacete), Presa Quemada, Villamalea (Albacete), Tamayo, Villamalea (Albacete), Villatoya (Albacete), Perichan y Peñalaso (Albacete).

Y que pertenecen a la Comunidad Valenciana, tenemos las de:

Casas del Río (Requena), Casas de Penént (Requena), La Alcudia (Valencia).

A continuación trataremos de la descripción de las distintas norias de corriente en cada uno de los lugares o núcleos de población mencionados:

1. Noria en Paraje Mirasol. Presa de Mirasol, Contreras. Cuenca.

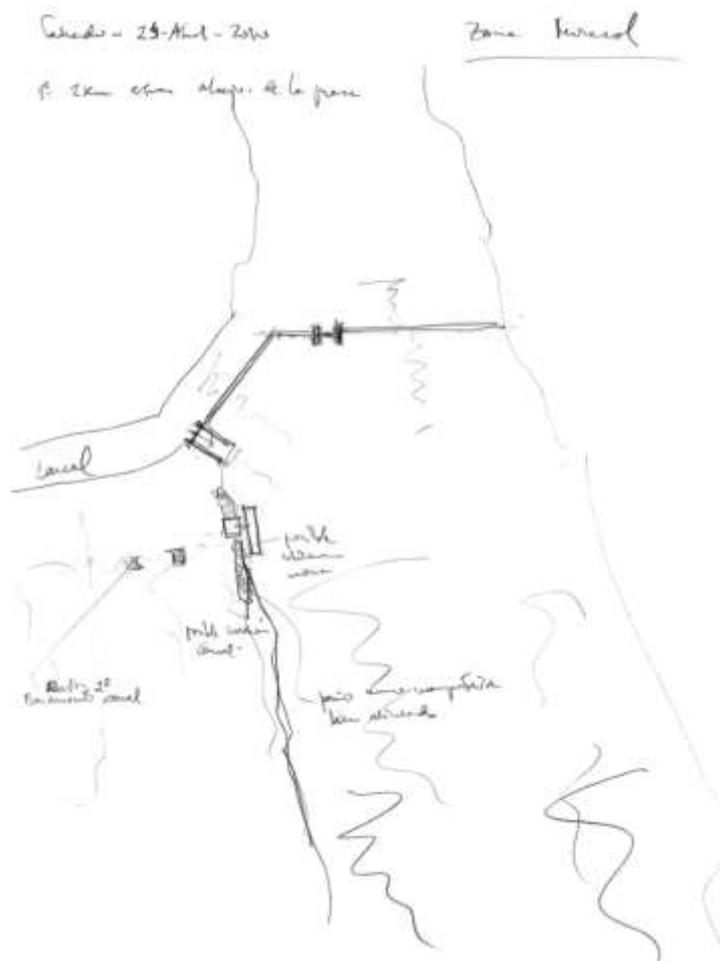


Fig.: IV.40. Fotografías y croquis de la noria del Paraje Mirasol, Contreras. Cuenca.

## 2. Noria en Presa de los Cuchillos, Contreras. Cuenca.

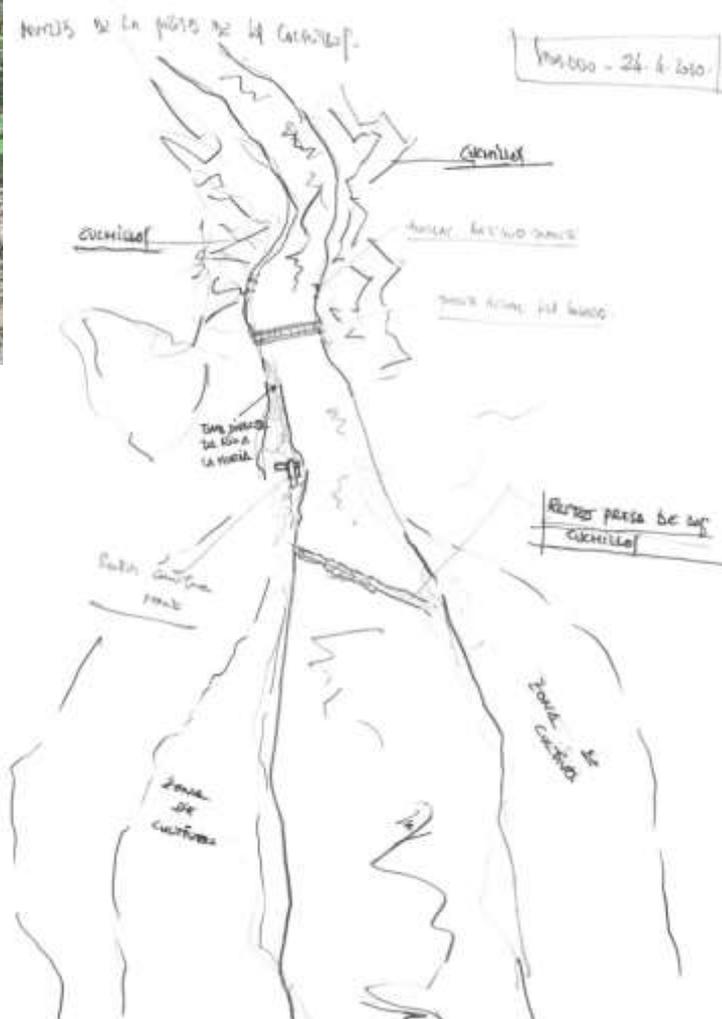


Fig.: IV.41. Fotografías y croquis de la noria de la Presa de los Cuchillos, Contreras. Cuenca.

3. Noria de Los Basillos, Los Cárcelos, Villamalea. Albacete.

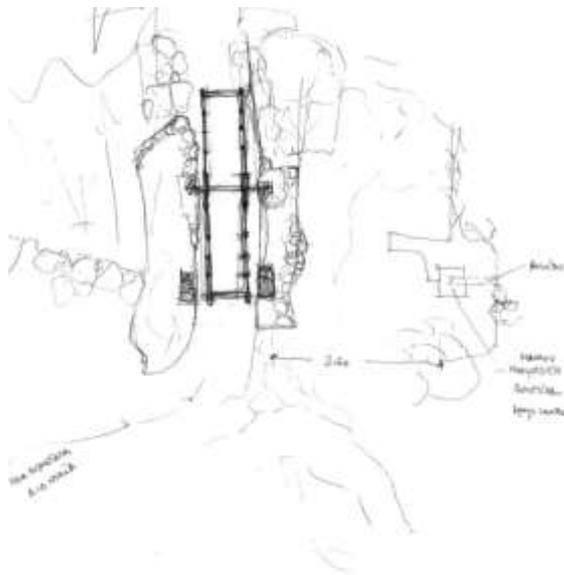


Figura 1. Vista general del noria.

- 8 ejes
- 4 horquillas horizontales de madera
- Para los ejes al momento de la zanja, hay 4 puentes (ver fotos) de madera de pino.
- Se ve el río de la zanja y los ejes de la noria por el momento por el río de la zanja (1).

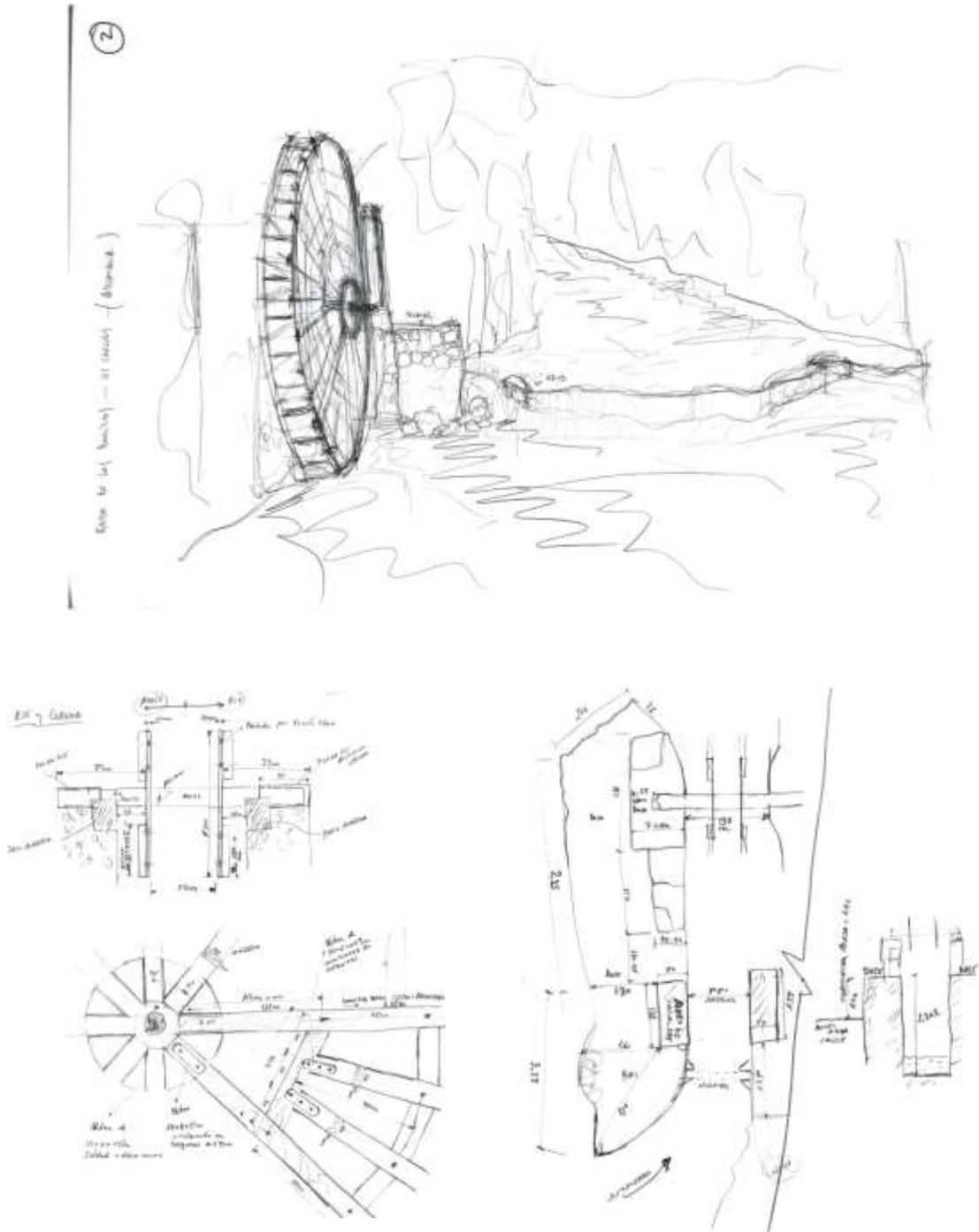


Fig.: IV.42. Fotografías y croquis de la noria de los Basilio, Los Cárcel, Villamalea. Albacete.

4. Noria en Presa Quemada, Villamalea. Albacete.



Fig.: IV.43. Fotografías de la Presa Quemada, Villamalea. Albacete.

5. Noria de Tamayo, Villamalea. Albacete.

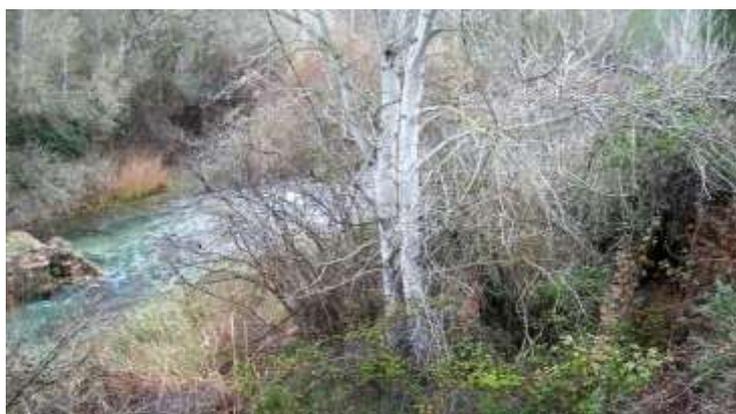


Fig.: IV.44. Fotografías de la Presa y restos de la noria de Tamayo, Villamalea. Albacete.



## 7. Noria de Perichan. Albacete.



Fig.: IV.46. Fotografías de la noria de Perichan. Albacete.

8. Noria en Peñalaso. Albacete.



Fig.: IV.46a. Fotografías de la presa de Peñalaso. Albacete.

## 9. Noria de Casas del Río, Requena. Valencia.

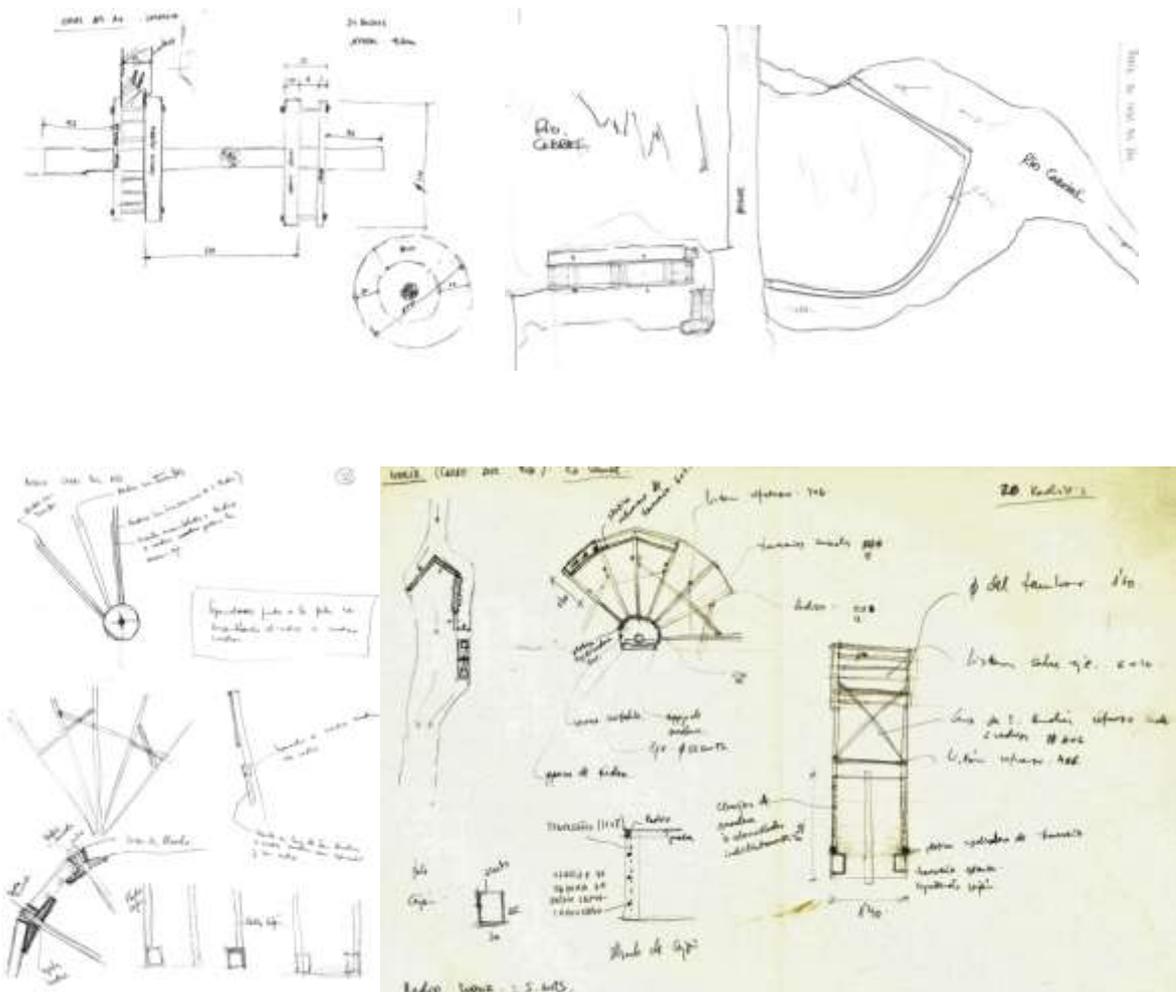


Fig.: IV.47. Fotografías y croquis de la noria de Casas del Río, Requena. Valencia.

10. Noria en Casas de Penént y Casas de Basta, Requena. Valencia.

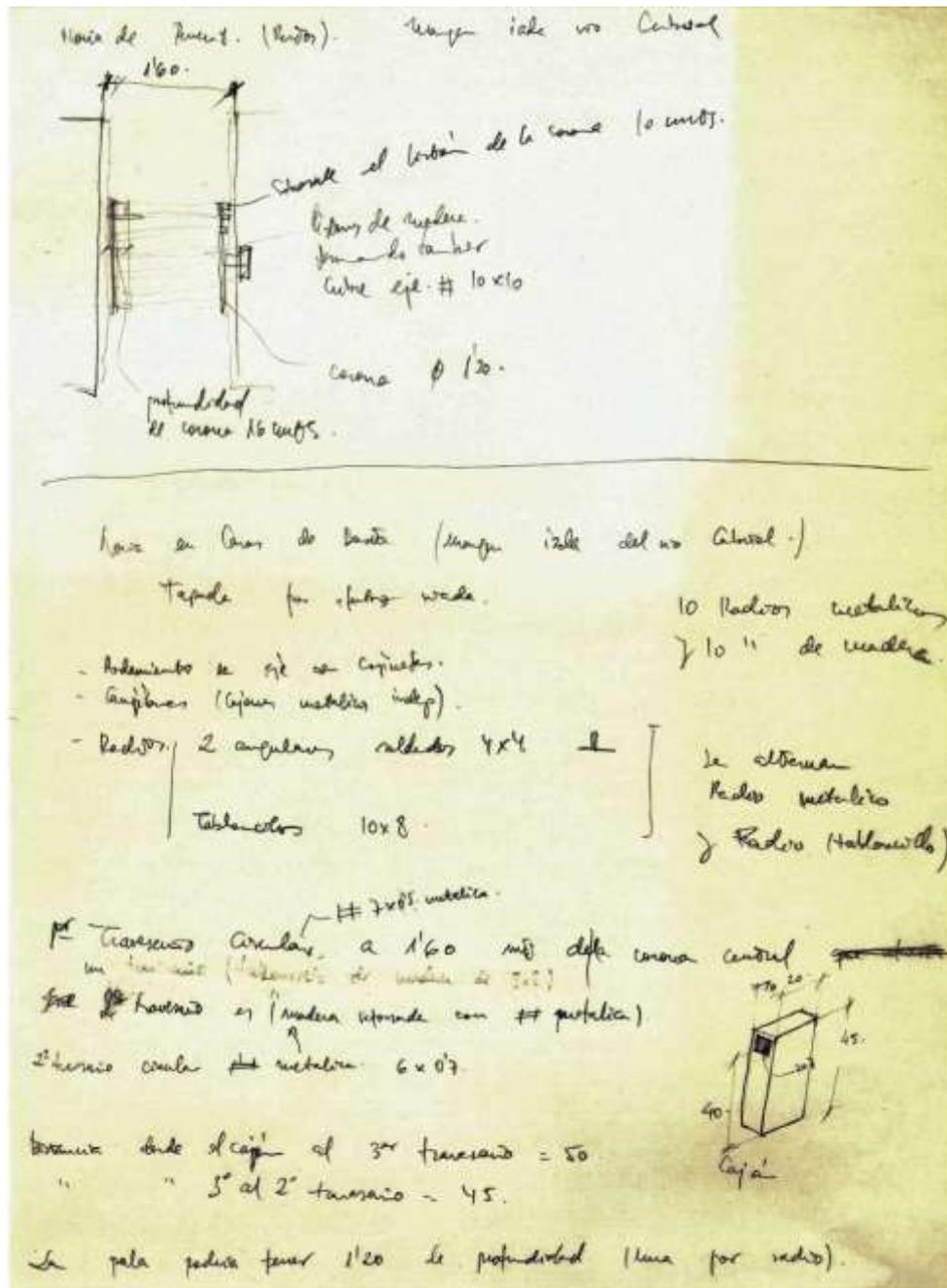


Fig.: IV.48. Croquis de las norias de Casas de Penént y Casas de Basta, Requena. Valencia.



#### 4.4 NORIAS DE CORRIENTE EN LA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL RIO GUADALQUIVIR.

Ya hemos apuntado con anterioridad, las experiencias y decantado teórico, que sobre las norias de corriente andaluzas, habían aportado algunos historiadores y arquitectos de nuestro país, tanto en el siglo XIX como en los primeros años del XX, me refiero a las de Gonzalo y Tarín, Torres Balbás, Caro Baroja, etc., y por supuesto a la más reciente de todas, que es, la de Córdoba de La Llave, que ha estudiado con profusión y detalle las norias de corriente en los ríos de la campiña cordobesa, que allí se denominan **norias fluviales o "de vuelo"**. De ellas destacan por su originalidad y permanencia en el tiempo, las que se construyeron en madera, como único material, conservando el influjo y estética de *lo andalusí*.

Del mismo modo, el autor, estudia las norias más evolucionadas, concebidas con estructura mixta de madera y hierro, sobre todo, a partir del siglo XIX, y que en claro paralelismo con el resto de ruedas hidráulicas españolas, ejecutan sus elementos estructurales con perfiles de hierro, mientras que sus elementos pasivos, se ejecutan en madera. De unas y otras, nos habla el autor y vamos a contemplar resumido, sus distintos bagajes técnicos y estéticos.

Norias fluviales o "de vuelo" son las establecidas en las márgenes de ríos y arroyos para elevar el agua hasta una altura suficiente desde la que poder distribuirla para el regadío o el abastecimiento urbano, siendo en época medieval y, de modo muy particular, mediante la difusión llevada a cabo en el mundo islámico, como su uso se generalizó y divulgó por la Península Ibérica.

Las norias que existieron en al-Andalus estuvieron provistas de abundantes ensamblajes de listones de madera que dibujaban cuadriláteros, pentágonos y estrellas de ocho puntas, inscritas en el diámetro interno de la rueda y que servían para establecer la unión del eje con la corona y reforzar la seguridad y firmeza de la noria en su movimiento de rotación.

Pero desde los siglos XV y XVI las norias fluviales hispanas, aunque continuaron siendo de madera en todos sus elementos, modificaron parcialmente su tecnología; en vez de seguir el modelo árabe, de travesaños inscritos en la circunferencia, siguieron un esquema más parecido a los modelos conocidos de época romana, consistente en la utilización de menos travesaños internos y en la colocación, por contra, de un mayor número de radios, es decir, de barras de

madera que convergen desde la corona -zona donde se asientan paletas y cangilones- hacia el eje y que se encuentran arriostrados mediante travesaños colocados en disposición circular que sirven para dotar de robustez a esos brazos de la noria.

Finalmente, a partir del siglo XIX y, sobre todo, durante el XX, muchas norias fluviales fueron construidas, al menos en sus elementos motrices, o en su totalidad, en hierro. El hierro es un material más perdurable y resistente que la madera y, por tanto, las norias realizadas con él resultan más duraderas y menos costosas de mantener.

Podemos hablar de dos modelos de noria fluvial que están o han estado presentes, durante los últimos años, en la provincia de Córdoba, uno más antiguo, de ruedas construidas totalmente en madera, con cangilones atados entre sus paletas, y otro más moderno, que presenta sus elementos motrices de hierro y los elementos de la corona (paletas, cangilones y cintas) de madera.

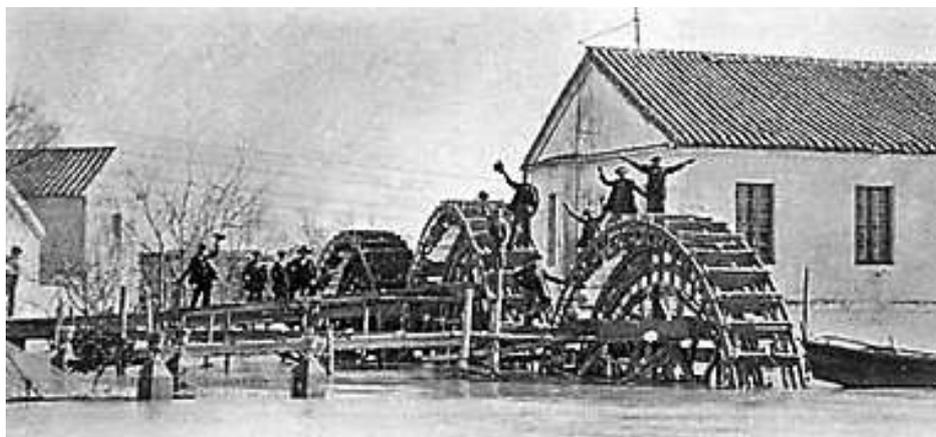


Fig.: IV.50. Norias de la Chirritana, Puente Genil. Córdoba. (R.I)

#### **4.4.1 Elementos constitutivos de las norias de madera**

Las norias de madera que existieron en nuestra provincia, estuvieron situadas sobre diversos ríos y arroyos e instaladas por lo general en las terrazas de los cauces fluviales. Tuvieron un uso exclusivamente agrícola, el de elevar el agua para depositarla en los canales y acequias que luego la distribuían por las zonas de riego. Solían ser artefactos de dimensiones humildes, instalados en una

orilla del curso de agua y en medio de un canal hacia el que las aguas eran conducidas gracias a la existencia de una parada o azuda, es decir, un dique que atravesaba el río y cortaba la corriente llevándola hacia el lugar donde la noria estaba instalada. El canal quedaba cerrado mediante una compuerta que dejaba pasar el agua cuando se quería imprimir movimiento a la noria, y servía para regular la entrada de agua por el canal, la velocidad de rotación y capacidad elevadora de la rueda.

Para el resto de la descripción de los elementos de las norias de vuelo, ejecutadas en madera, no podemos remitir a los numerosos textos del autor, sin perjuicio de que ahora, mencionemos al menos unos epígrafes de los elementos constitutivos más importantes:

*La obra arquitectónica donde apoya el eje, el eje, la rueda, el atabaque y la corona.*

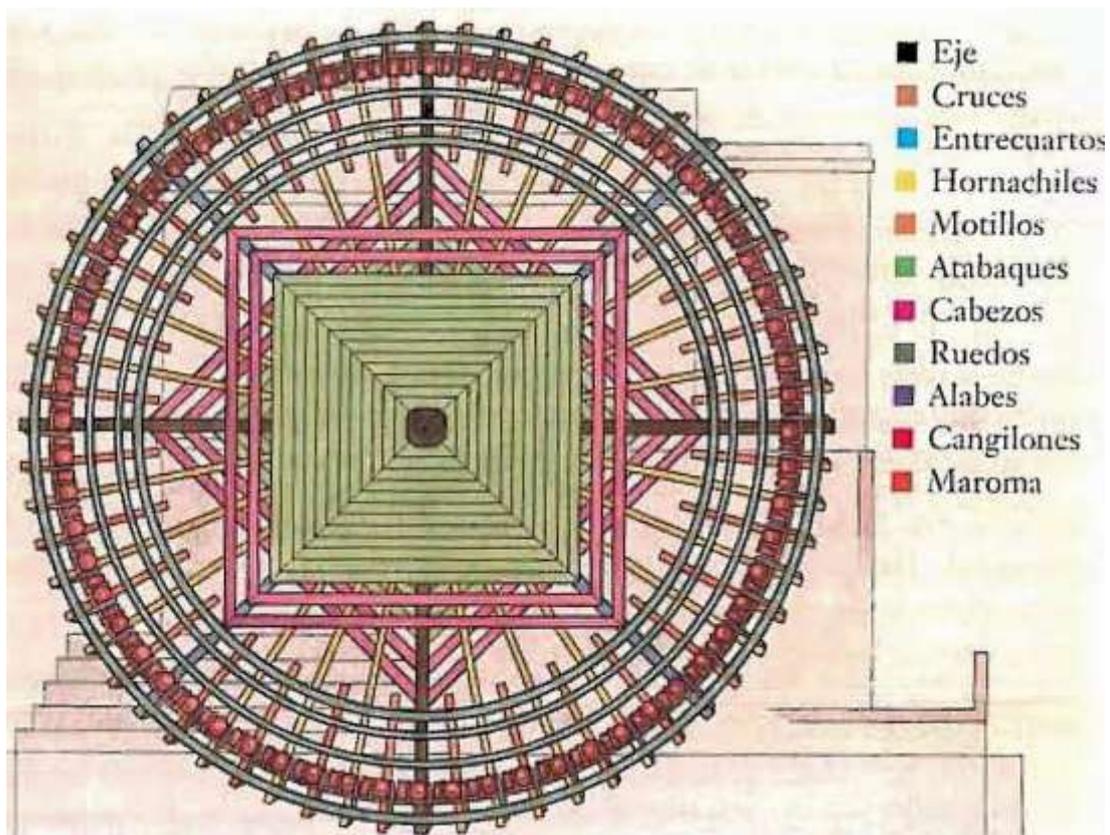


Fig.: IV.51. Tipología de una noria de vuelo ejecutada en madera. Los sistemas hidráulicos...  
Córdoba de La Llave, Ricardo.



Fig.: IV.52.: Noria de vuelo de los Mármoles, Baena. Córdoba.



Fig.: IV.53.: Noria del Brevo, Puente Genil. Córdoba. Revista Singilis nº 6.

#### **4.4.2 Elementos constitutivos de las norias de hierro**

Las norias fabricadas con elementos motrices de hierro y elementos hidráulicos de madera son las más recientes y, en la provincia de Córdoba, han ido sustituyendo a las antiguas norias de madera a lo largo de todo el siglo XX.

En esta nueva variante tipológica, los elementos motrices van realizados en hierro, mientras que sólo permanecen de madera los elementos de la corona (álabes, cangilones y cinta). Lógicamente, el hierro confiere mayor resistencia y perdurabilidad al aparato, aunque también es más pesado de mover, hecho que puede explicar la presencia de paletas suplementarias (las llamadas "**voladoras**") que sobresalen del perfil de la noria y que sirven para ayudar a imprimir el movimiento rotatorio.

Tanto la parte del eje como de la rueda presentan elementos distintos a los de las norias de madera porque la resistencia del hierro hace innecesaria la presencia de los elementos de refuerzo (atabaque, cabezas) que existían en las ruedas de madera y sólo subsisten una especie de ruedos o barras de metal que van enlazando entre sí los distintos brazos de la noria para conferirles mayor resistencia y que no se abran. También es muy distinta la parte de la corona; las paletas de madera apoyan sobre barras de hierro, no sobre maderos que adopten la forma de radios como en el caso anterior, y los cangilones no son recipientes, sino cajones cuadrangulares con una abertura lateral que van atornillados a paletas y cintas pero no unidos entre sí por cuerda o taraje alguno.

Sus elementos constitutivos más importantes serían, de igual manera que en las de madera:

*La obra arquitectónica donde apoya el eje, el eje, la rueda y la corona.*



Fig.: IV.54.: Noria de Jauja, Lucena, Córdoba, de estructura metálica con palas y cangilones de madera.



Fig.: IV.55.: Noria de la aceña, Cuevas de San Marcos, Málaga, de estructura metálica.

Para explicar el funcionamiento de las norias de vuelo, lo que entendemos por sistemas técnicos de esas norias de corriente, volvemos a los textos del profesor Córdoba de La Llave, que nos habla de la existencia de tres elementos fundamentales:

*Azuda, puerto y noria.*

El funcionamiento de las norias fluviales, que ya hemos contemplado en otro texto del profesor Córdoba de La Llave, necesita para entenderse en toda su integridad, de lo que él y resto de autores, denominan en este texto, azuda y puerto.

Para establecer un correlato de esos elementos, con otros análogos en otras "culturas del agua", estableceremos la siguiente aclaración:

Los autores andaluces denominan azuda y puerto, a lo que en otros lugares de España se denomina azud o presa y canal de la noria y aliviadero.

En los textos del autor cordobés, se contempla en toda su complejidad la construcción del complejo arquitectónico "puerto, azuda y noria", aunque remitiéndonos a la funcionalidad del conjunto, se debería denominar "azuda, puerto y noria", debiendo advertir, que la parte destinada a norias fluviales o de vuelo, ya ha sido comentada anteriormente.

Todas las norias fluviales, las que se usaron durante la Edad Media y las que se han mantenido en funcionamiento hasta la actualidad, han estado dotadas de unos sistemas técnicos muy parecidos, basados en el empleo de una serie de recursos imprescindibles y que ha permanecido inalterable en el transcurso del tiempo. Los documentos desde el siglo XVI siempre que se refieren al sistema de riego hablan de "azuda, puerto y noria" y, en efecto, esos eran sus tres componentes principales que conviene examinar por separado.

Resultaría demasiado extenso acompañar en este texto, los escritos del profesor Córdoba de La Llave, describiendo estos sistemas técnicos.

Al igual que con las norias de vuelo, nos limitaremos a una ligera semblanza de los mismos:

La azuda.: En primer lugar, toda noria necesita de la construcción de una presa o dique para retener el agua del río y encauzarla hacia el canal donde la máquina iba emplazada. La azuda tiene como misión aportar un importante caudal de agua, al concentrar en el canal toda la corriente del río que, debido a la

estrechez de dicha obra y a su pendiente, cobra una mayor velocidad y proporciona la energía hidráulica suficiente para poner en movimiento el aparato.



Fig.: IV.56 y IV.57.: Azudas del Paguillo y de la Electroharinera sobre el río Genil. Palma del Río. Córdoba.

Puerto de la noria.: En segundo lugar, la noria debía disponer de una serie de elementos que permitían su instalación en la azuda. Es lo que los documentos llaman "puerto" de la noria, integrado por tres elementos principales: el primero es la base de sustentación de todo el sistema y suele consistir en una plataforma de obra de fábrica -aunque en muchas norias fue solo de madera-, instalada en uno de los extremos de la azuda (es decir, junto a la orilla del río, acequias que conducían el agua hasta las huertas. Y, en tercer término, la propia noria o rueda de madera o hierro, integrada por diversos componentes y piezas de finalidad específica.

Aparecen en el texto referencias a la construcción de presa estacadas a partir de la segunda mitad del siglo X ( Presa en la ciudad de Córdoba, así como otras en Castro del Río, sobre el río Guadajoz), sobre la reparación de esta última presa, se comenta la intervención de Cristóbal de Rojas, en el siglo XVII, para la reparación de la presa mencionada en el mencionado río.

Se recogen los comentarios sobre estas presas, en el Tratado de Hidráulica de Andrés Llauro, donde cita: "...las presas que servían para hacer funcionar las norias de Palma del Río... que como la corriente normal del río no bastaría para poner dichas ruedas en movimiento, se establecen presas de pilotaje y escollera, con las cuales se obtiene un salto, generalmente de un metro de altura. En el canalizo abierto en uno de los costados de la presa se instala la rueda de

arcaduces y, en algunos casos, se colocan dos o tres a lo largo del mismo canalizo”.



Fig.: IV.58: Puerto de las norias de la Electroharinera. Palma del Río. Córdoba.

A continuación, vamos a enumerar y describir las norias de corriente existentes en la actualidad, en la cuenca hidrográfica del Guadalquivir y sus afluentes, el Guadajoz y el Genil.

Los tres ríos, recorren, la Comunidad Autónoma de Andalucía de un extremo a otro, desde su nacimiento en la Sierra de Cazorla en Jaén, hasta su desembocadura en el Océano Atlántico. Su cuenca hidrográfica abarca territorios de las provincias de Jaén, Córdoba, Sevilla, Huelva, Cádiz, Málaga, Granada, Almería, Murcia, Albacete, Ciudad Real y Badajoz.

Desemboca en el océano Atlántico en un amplio estuario entre Almonte (provincia de Huelva) y Sanlúcar de Barrameda (provincia de Cádiz).

Es el quinto río por longitud de la península ibérica, con un recorrido de 657 km., desde la Sierra de Cazorla hasta Sanlúcar.

La principal característica de los afluentes del Guadalquivir es la gran diferencia entre los de ambas márgenes, que son expresión de las considerables diferencias geográficas que existen entre Sierra Morena y las cordilleras Béticas.

Los afluentes del Guadalquivir por el margen izquierdo tienen mucho más recorrido que los del margen derecho. En general, tienen una orientación sureste-noroeste y discurren por las cordilleras Béticas hasta el gran colector, atravesando amplias campiñas.

El Guadalquivir recorre su curso de este a oeste, girando al sur en la provincia de Sevilla. La mayor parte de los 657 km de longitud transcurren por un terreno llano llamado, la Depresión del Guadalquivir.

Esta depresión va ensanchándose hasta la desembocadura, con una anchura de 10 km en Úbeda, 60 en Córdoba y 330 en su tramo final. En esa depresión, cuando el Guadalquivir atraviesa Córdoba, recibe por la izquierda el río Guadajoz. En Palma del Río recibe los ríos Retortillo, por la derecha, y Genil por la izquierda. El curso medio tiene un desarrollo de 247,8 km y tiene una pendiente media de 0,73 milésimas.

La mayor densidad de ruedas hidráulicas, las hemos encontrado en esta Depresión del Guadalquivir y sus afluentes. Las poblaciones o lugares donde hemos encontrado norias de corriente o restos arquitectónicas de las mismas, referidas a los ríos donde se ubican, son las siguientes:

I)Río Guadalquivir: El Carpio y Córdoba, Córdoba.

II)Río Guadajóz: Albendín (Baena) y Castro del Río, Córdoba.

III)Río Genil: Cuevas de San Marcos y Cuevas Bajas, Málaga. Benamejí y Jauja (Lucena), Córdoba. Badolatosa, Sevilla. Puente Genil, Córdoba. Isla Redonda (La Ceñuela) y Écija, Sevilla. Palma del Río, Córdoba.

I) Cuenca hidrográfica del Río Guadalquivir.  
1.1. Las Grúas de El Carpio. Córdoba.



Fig.: IV.59: Obra Arquitectónica de las Grúas de El Carpio. Córdoba.

## 1.2. La Noria de La Albolafia. Córdoba.

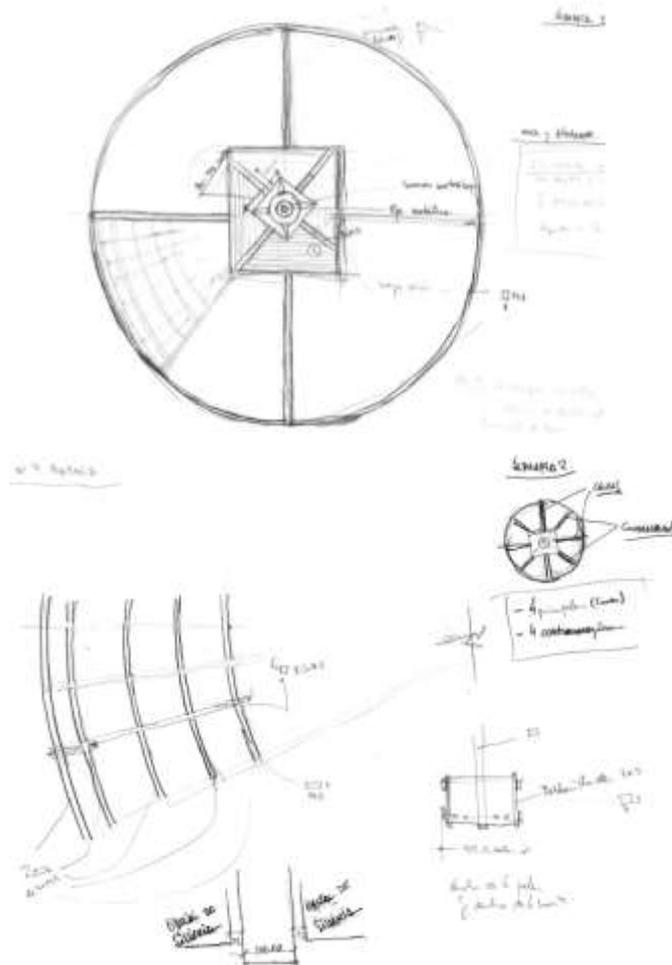


Fig.: IV.60: Fotografías y croquis de la noria La Albolafia. Córdoba.

II) Cuenca hidrográfica del Río Guadajóz.

2.1. Noria de Albendín (Baena).

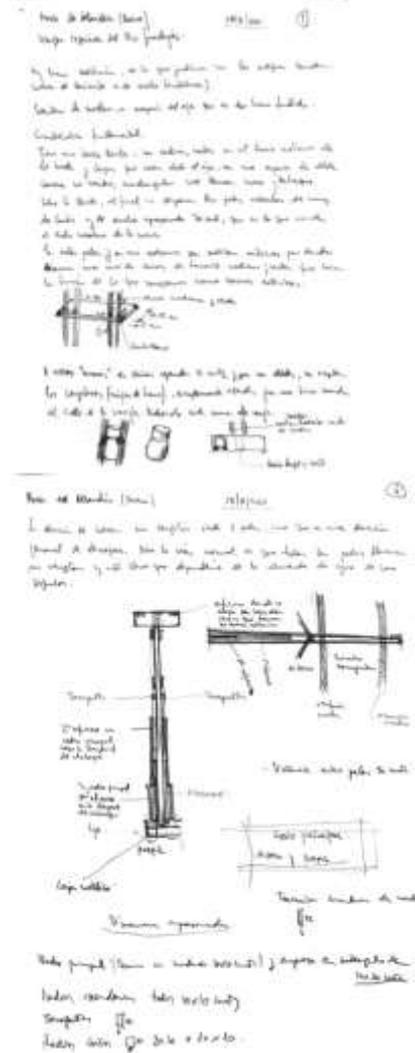
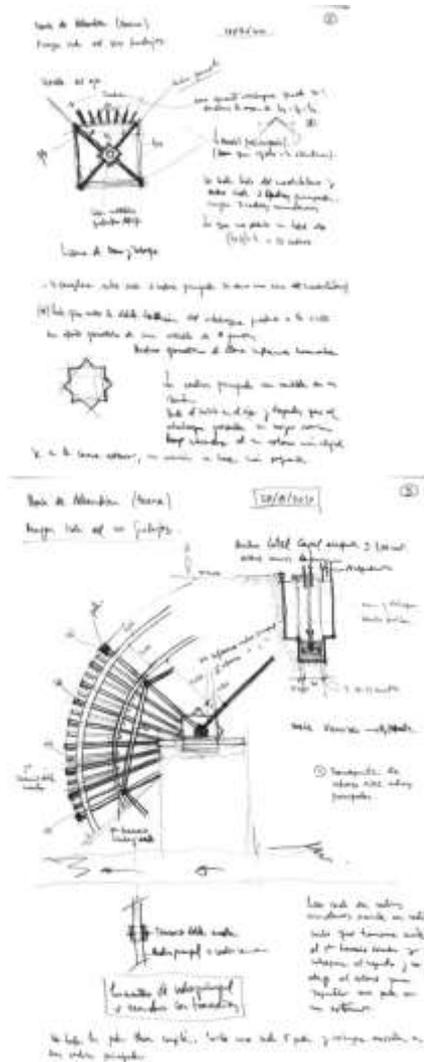


Fig.: IV.61: Fotografías y croquis de la noria de Albendín, Baena. Córdoba.

## 2.2. Noria del Repiso, Castro del Río, Córdoba.

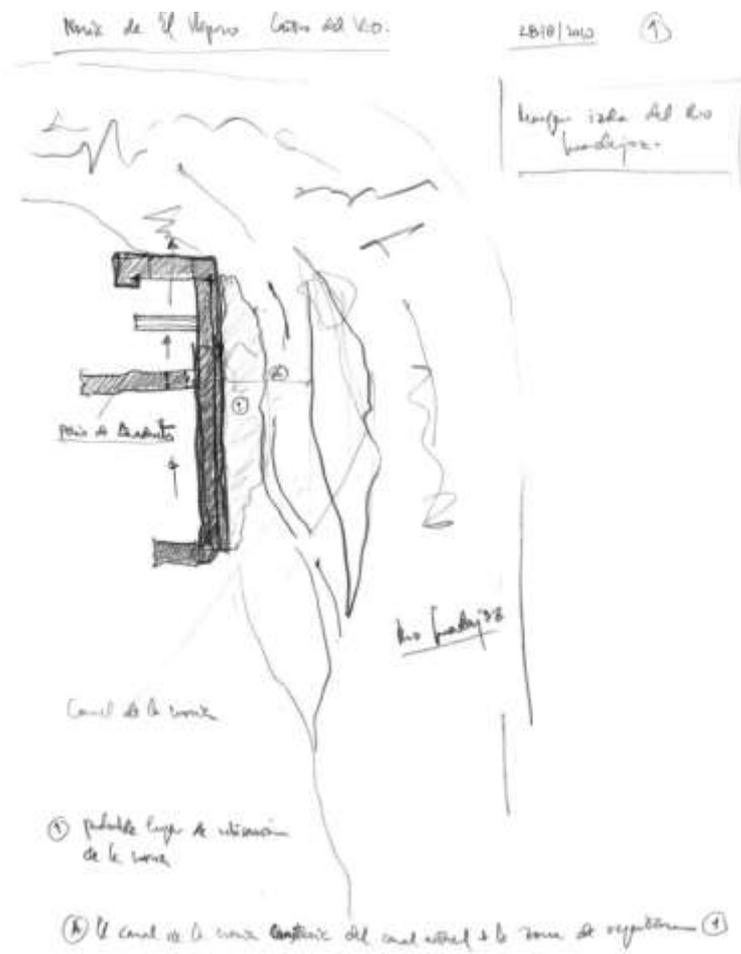


Fig.: IV.62: Fotografías y croquis de la noria del Repiso, Castro del Río. Córdoba.

2.3. Noria del Sendajo o de la Huerta de Espejo, Castro del Río, Córdoba.



Noria de la huerta de Espejo.

25/12/2010.

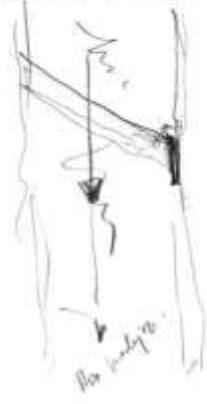
Existencia de la noria bien utilizada  
 desde antiguo (hasta el año que se dejó de usar de la huerta).

pequeño abanico 5-7 metros

rectángulo

- Construcción de 180 años
- Muros con trocas.
- Base sobre zapatas y fundación (con base)  
 ↓
- Tienen pilares con base (?)

Se repartió el agua que viene a la noria.



hoy está del río (Sendajo)

Fig.: IV.63: Fotografías y croquis de la noria del Sendajo, Castro del Río. Córdoba.

## 2.4. Noria del Molino de Póncima, Castro del Río, Córdoba.

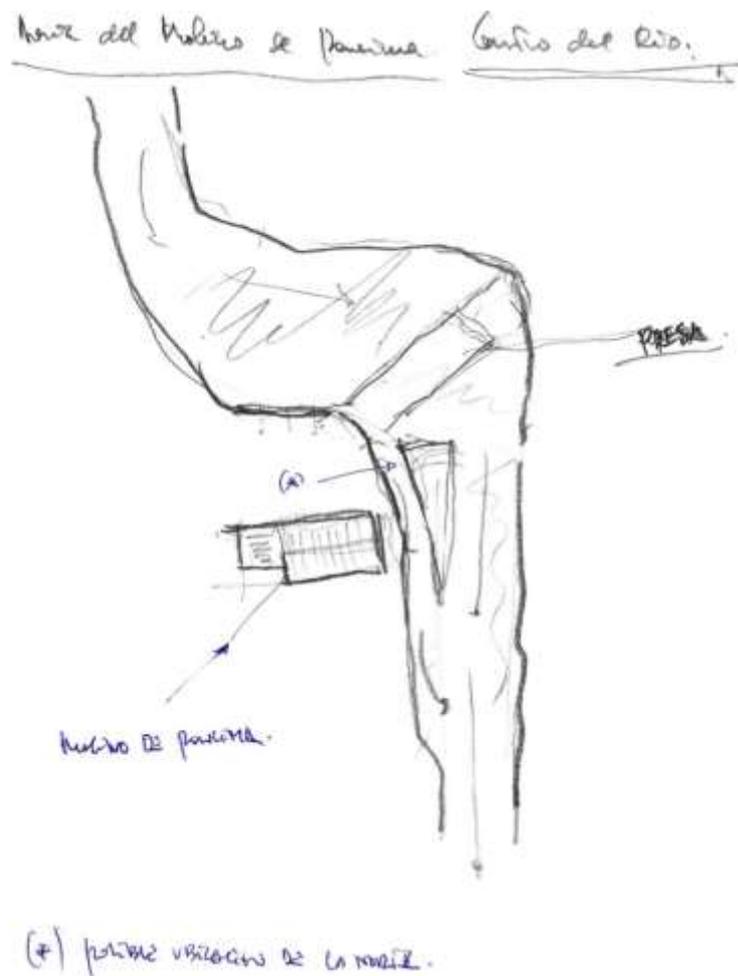


Fig.: IV.64: Fotografías y croquis de la noria del Molino de Póncima, Castro del Río. Córdoba.

III) Cuenca hidrográfica del Río Genil.

3.1. Noria de la aceña, Cuevas de San Marcos, Málaga.

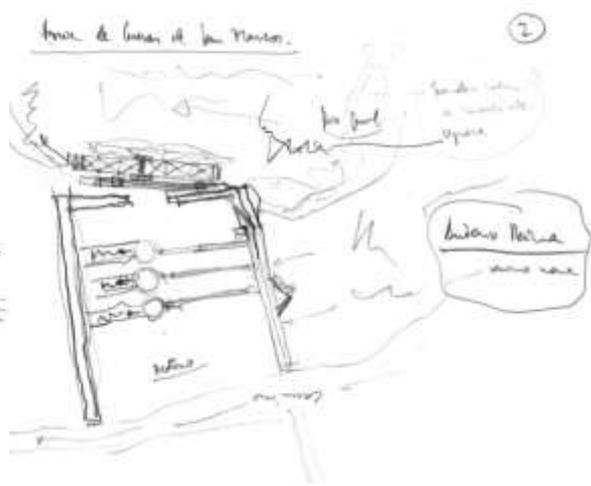
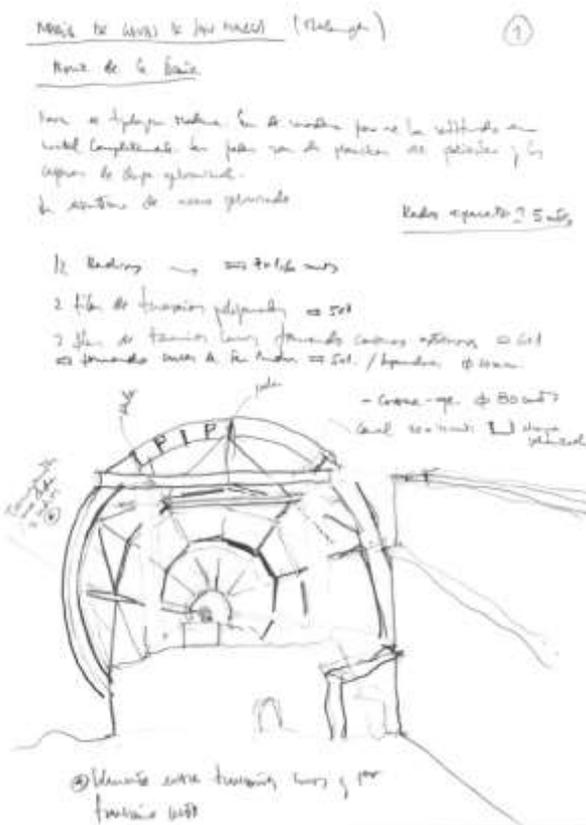


Fig.: IV.65: Fotografías y croquis de la noria de la Aceña, Cuevas de San Marcos, Málaga.





## 3.4. Noria de la Isla de San Miguel, Benamejí. Córdoba.

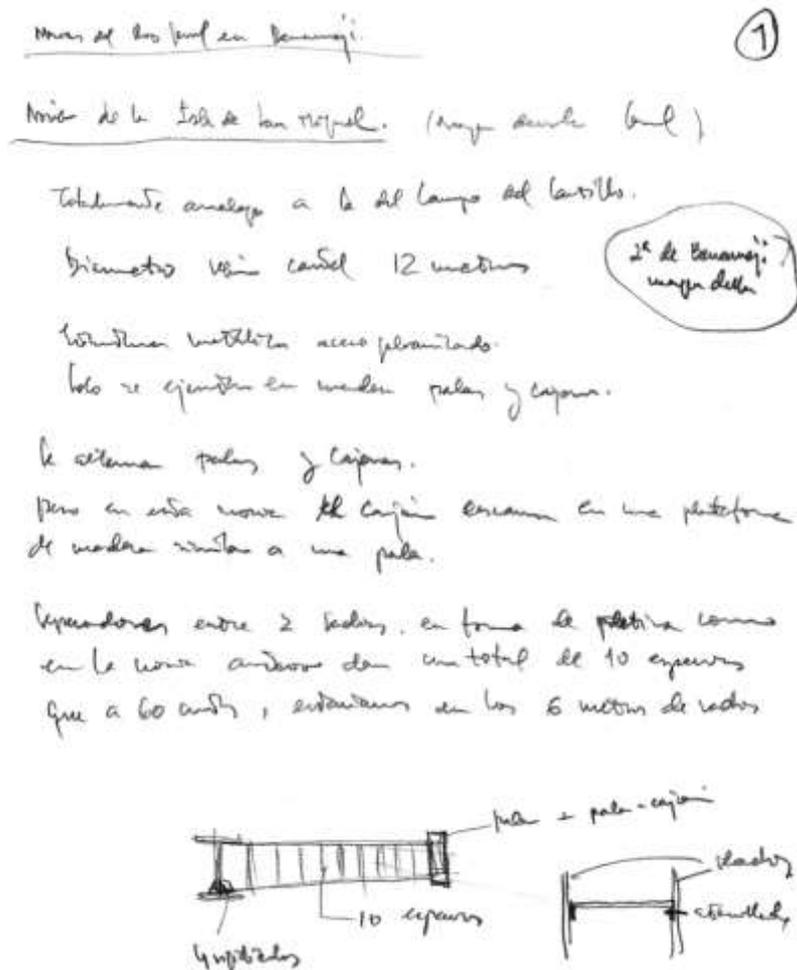


Fig.: IV.68: Fotografías y croquis de la noria de la Isla de San Miguel, Benamejí. Córdoba.

3.5. Noria del Campo del Castillo, Benamejé. Córdoba.

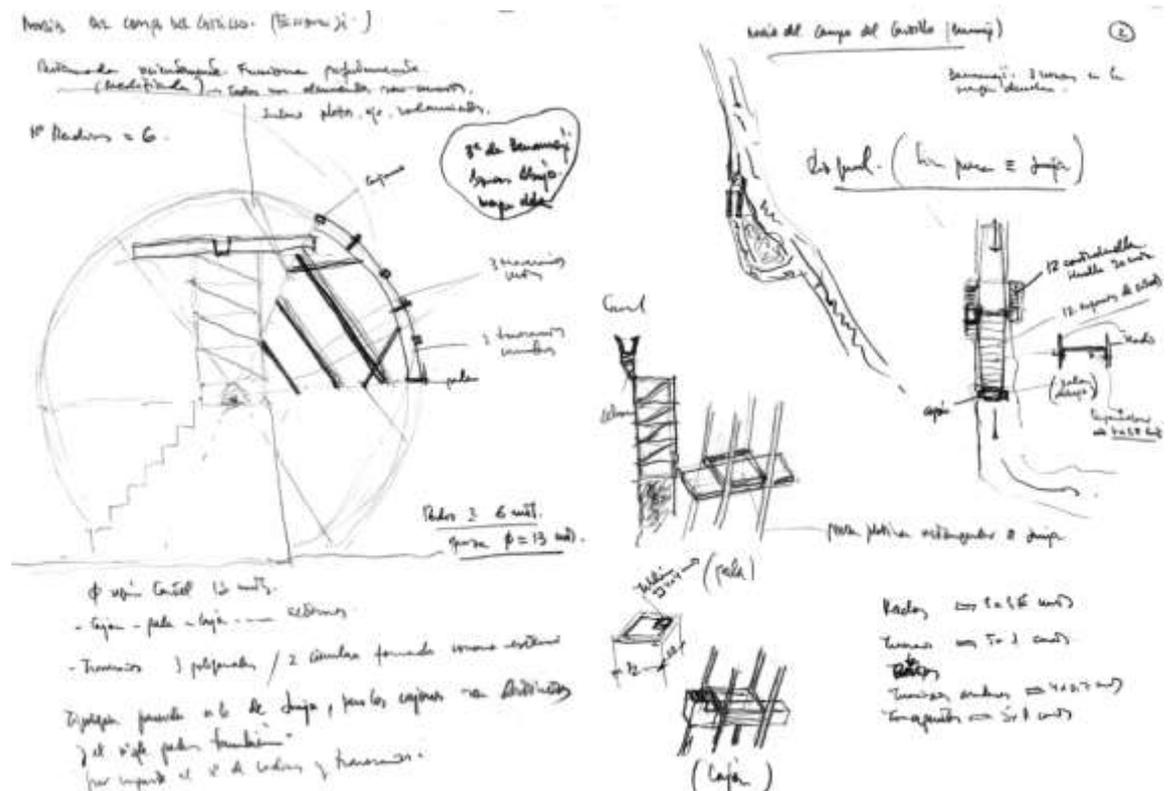


Fig.: IV.69: Fotografías y croquis de la noria del Campo del Castillo, Benamejé. Córdoba.



3.7. Noria de las Huertas de la Manga, Badolatosa, Sevilla.



Huertas de la Manga. (Badolatosa).

①



Fig.: IV.71: Fotografías y croquis de los restos arquitectónicos de la noria de las Huertas de la Manga, Badolatosa. Sevilla.

3.8. Noria del Rabanal, Puente Genil. Córdoba.

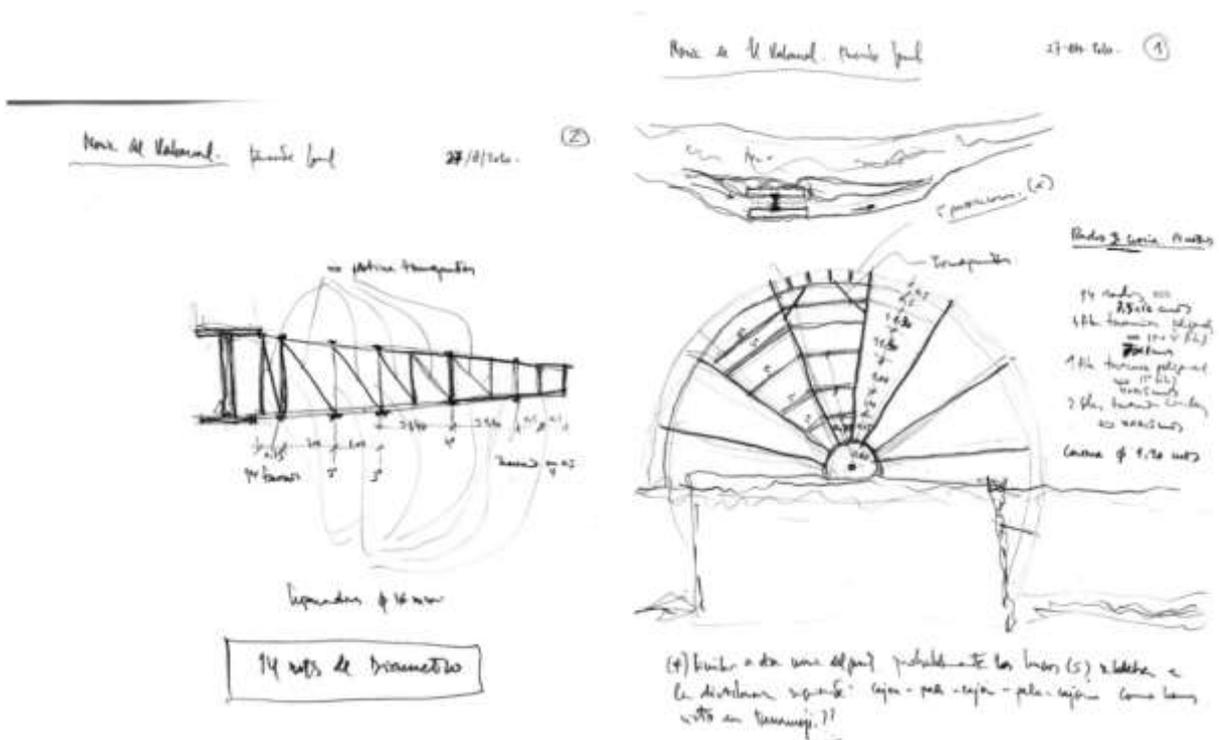


Fig.: IV.72: Fotografías y croquis de la noria del Rabanal, Puente Genil. Córdoba.

3.9. Noria de Isla Redonda, La Ceñuela, Écija, Sevilla.

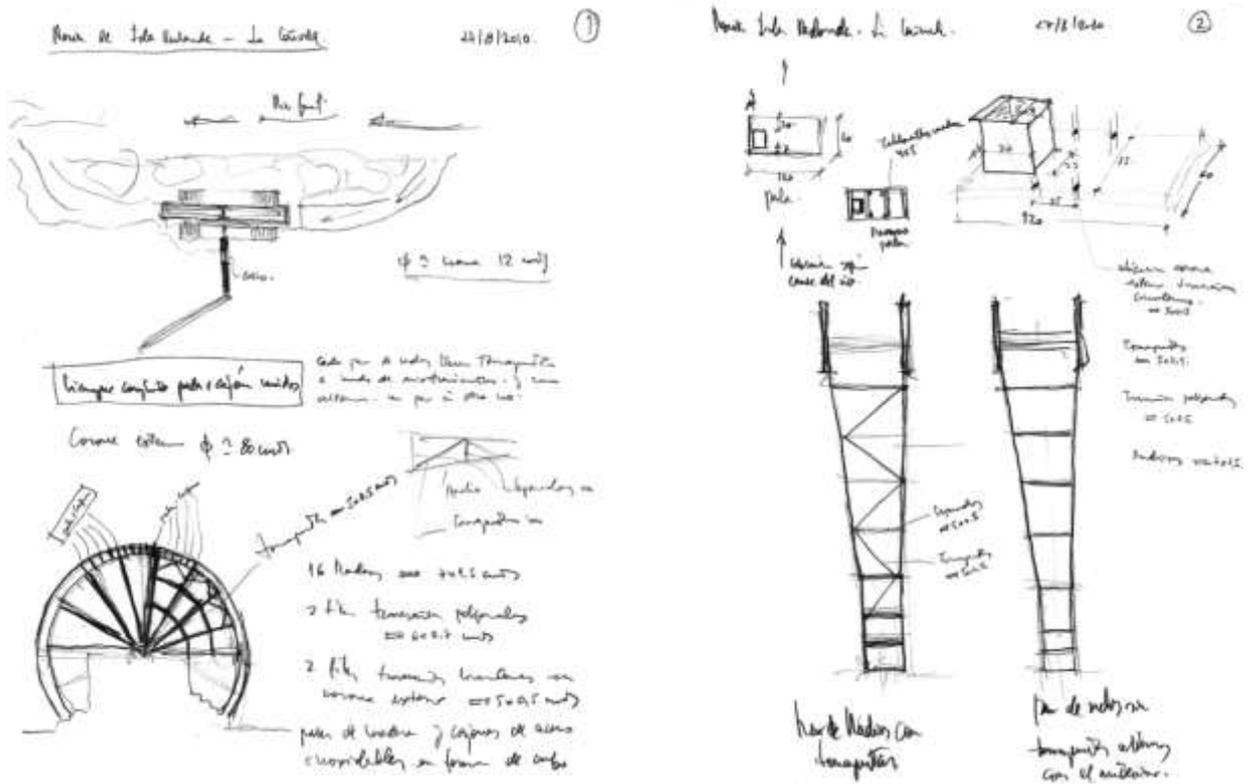


Fig.: IV.73: Fotografías y croquis de la noria de Isla Redonda, La Ceñuela, Écija. Sevilla.

3.10. Noria de la Isla del Fraile, Écija, Sevilla.

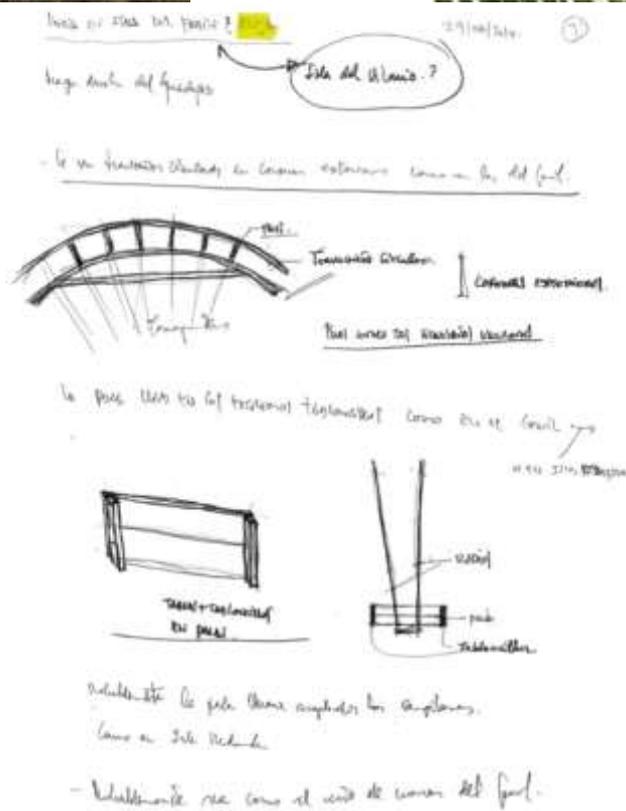


Fig.: IV.74: Fotografías y croquis de la noria de la Isla del Fraile, Écija. Sevilla.

4.5 NORIAS DE CORRIENTE EN LOS RÍOS PORTUGUESES.

En otros ríos de la Península Ibérica, han existido históricamente ruedas de corriente, instaladas en las riberas de los cauces fluviales. Las referencias y conocimiento de las mismas, lo debemos especialmente, a dos historiadores y etnólogos portugueses, Jorge Días y Fernando Galhano, de cuyo texto *Aparelhos de elevar a agua de rega*, hemos tenido conocimiento

En el texto referenciado, se hace mención a una gran cantidad de ingenios hidráulicos, pero interesan a nuestro propósito, las ruedas de corriente, que los autores mencionan y clasifican en cuatro grupos:

Tipo A (Ruedas con cubos unidos a las palas)

Pertenece este tipo la rueda de Soure.

El eje gira en dos bancadas que sujetan la rueda en el agua. El husillo está atravesado por dos brazos, que están fijadas por medio de cuñas de madera llamadas palmetoes. Los brazos tienen la longitud del diámetro de la rueda, a diferencia de los únicos contra-brazos, tocan el eje. Los brazos y los contra-brazos son un conjunto de ocho radios capturados por crucetas y afirmados por imbirras. Los extremos de los brazos y contra-brazos es clavado en un marco de madera, que ellos llaman abadía, y al cual se unen las palas.

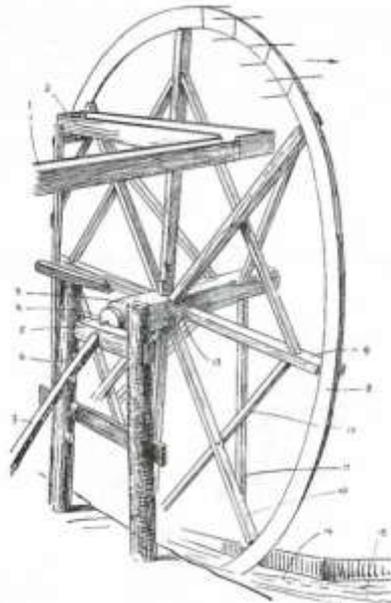


Fig.: IV.75: Rueda hidráulica de Soure.

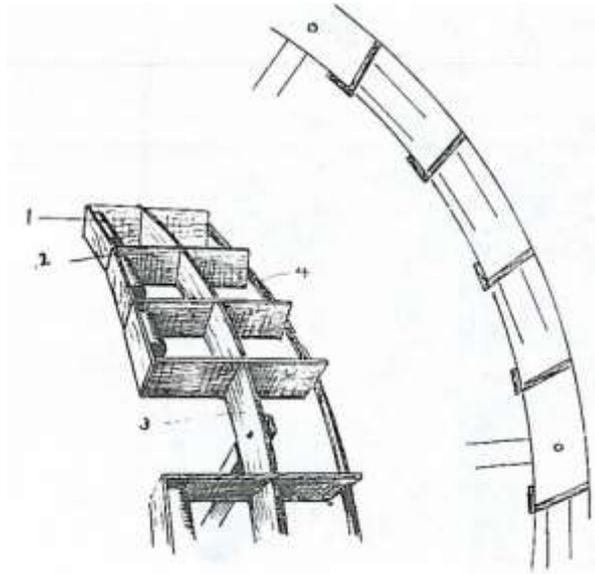


Fig.: IV.76: Detalle. Rueda de Soure

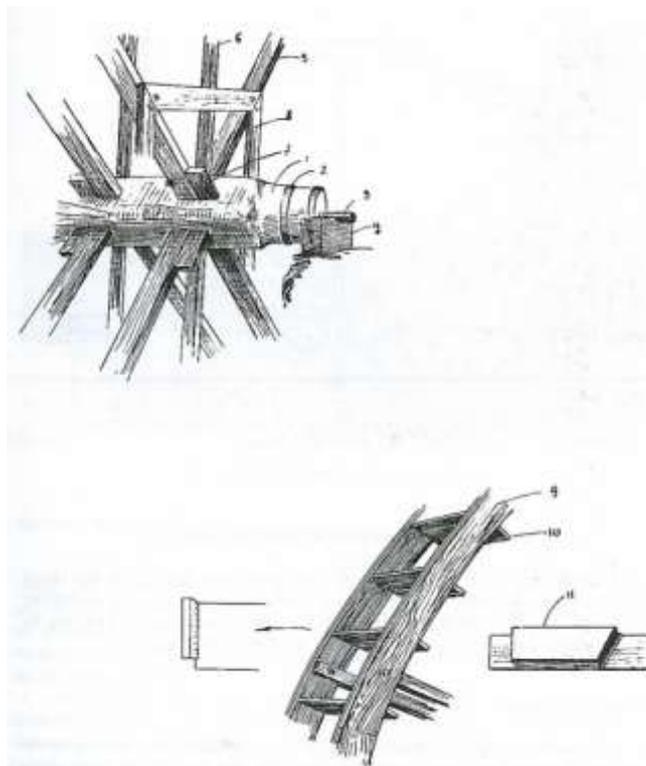


Fig.: IV.77: Detalle. Rueda de San Tirso.

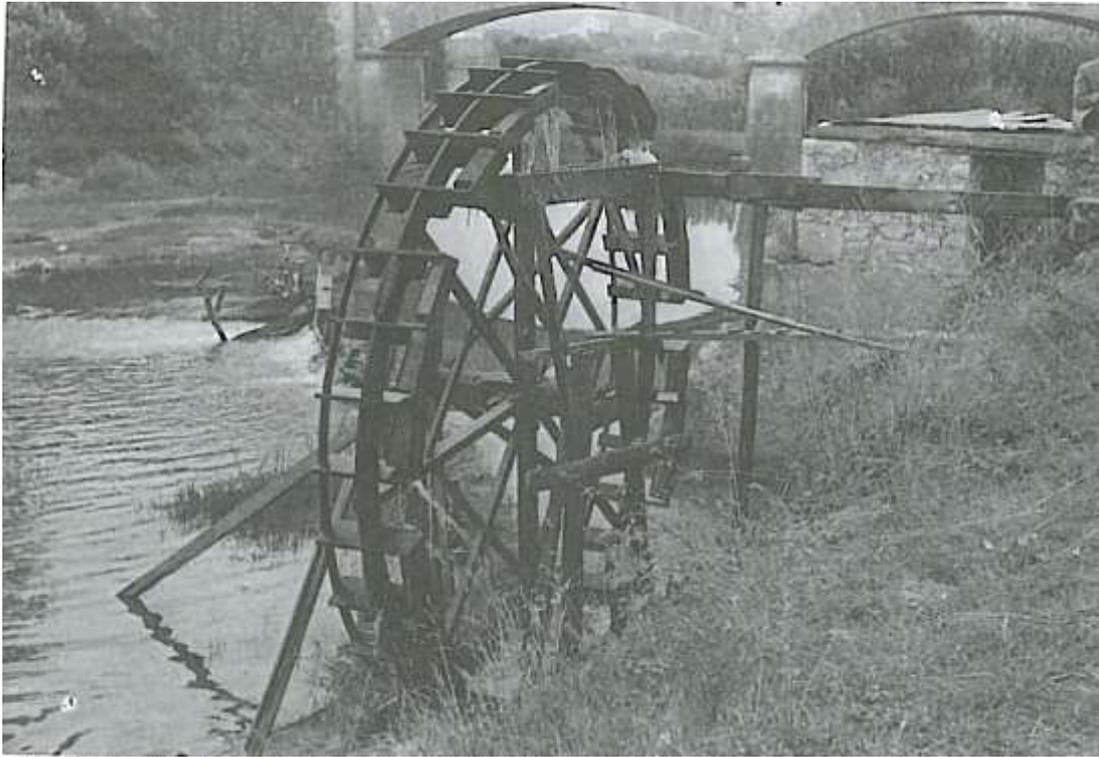


Fig.: IV.78: Rueda hidráulica de Soure.

Tipo B (Ruedas con los cubos conectados al aro).

Las ruedas de este tipo se caracterizan por que tienen los cubos unidos al aro.

En las ruedas de Águeda, los cubos no se fijan en las palas, sino a la propia rueda por medio de tornos.

Las ruedas de Caima, en Vale Maior (Albergaria-a-Velha), que se llaman “las manos izquierdas”, tienen las palas iguales a las ruedas y cubos de Águeda. Pero aquí todavía utilizan cubos de arcilla atado a la rueda con mimbres torcidos.

En las ruedas de este tipo, las tazas vierten el agua en la cubeta, corriendo esta agua por los canalones y cuando es necesario elevar más el agua, las ruedas son más grandes y la cubeta es más alta, por lo que los canales pueden conducir al agua de riego a los campos lejanos, gracias a un pequeño desnivel.

El proceso de suspensión de la rueda, no es siempre el mismo y se diferencia de las “imbras” que hemos hablado antes. En las ruedas que hemos observado en Águeda el atado de los brazos se hace por medio de dos pares de barras paralelas a ellos, y no con “imbras” como en las ruedas de Soure. Excepto los semiejes que son de hierro, estas ruedas son de madera.

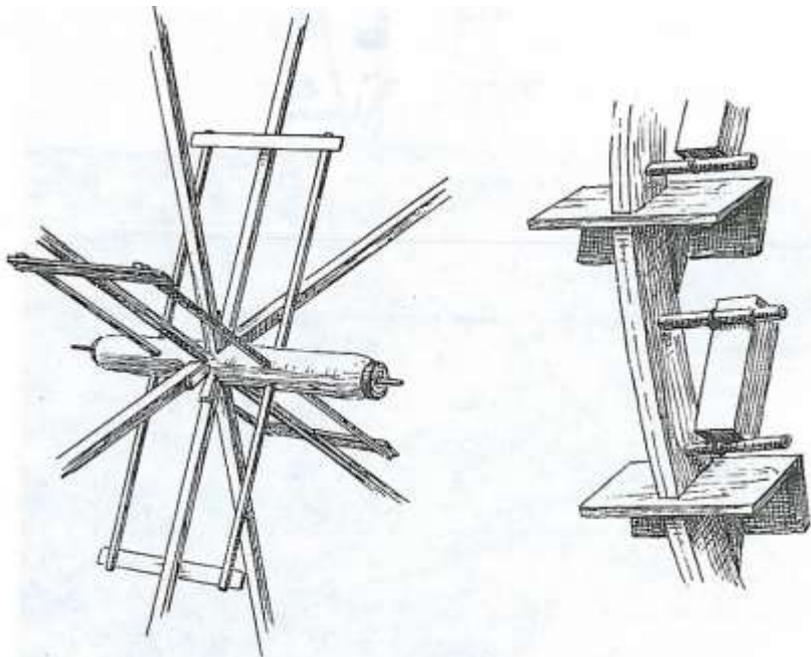


Fig.: IV.79: Detalles rueda hidráulica de Águeda.



Fig.: IV.80: Rueda hidráulica de Águeda.

Tipo C (los cubos se aseguran a los arcos de la rueda)

Las ruedas de este tipo son más fuertes y de construcción más complicada que las de los tipos anteriores. Son frecuentes en las orillas del río Nabão. La rueda que estudiamos está en Santa Cita, de Tomar.

El eje de la rueda está atravesado por cuatro brazos fuertes que mantienen los 28 radios en un plano perpendicular al eje, con la ayuda de guiones de radios y rejillas. Todo este marco es reforzado por el cuadro, formado por 4 guiones. Al final de los radios están aseguradas las palas por medio de tornos de madera. El balde de barro o de hoja está atado a los dos arcos exteriores.

El hierro casi no entra en la construcción de la rueda. La rueda es hecha y armada en los talleres de carpinteros especializados. Después se desarma y las partes son debidamente marcadas y se transporta al sitio donde la rueda debería funcionar. Luego se levantan de nuevo y el apriete final viene dado por cuñas de madera.

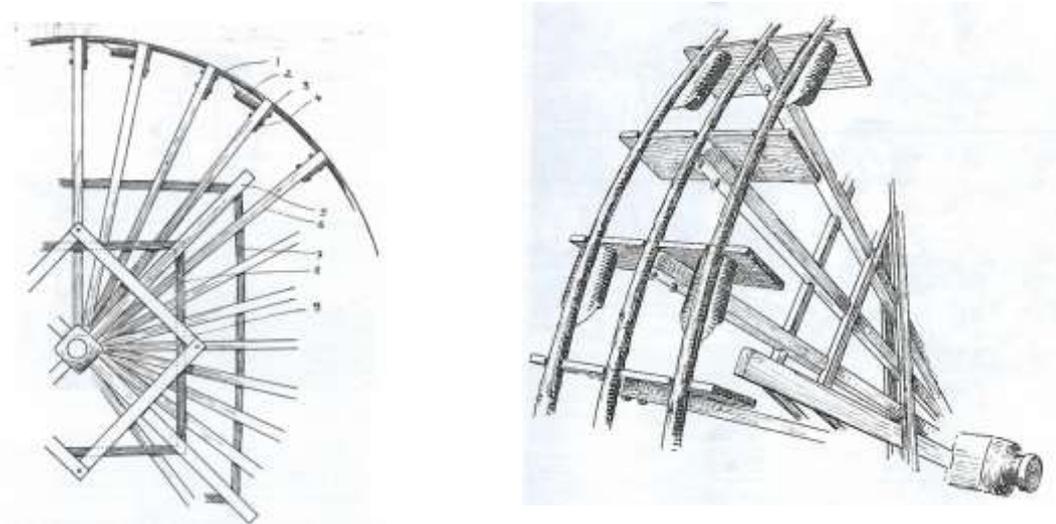


Fig.: IV.81 y IV.82. Detalles de la rueda de Tomar.

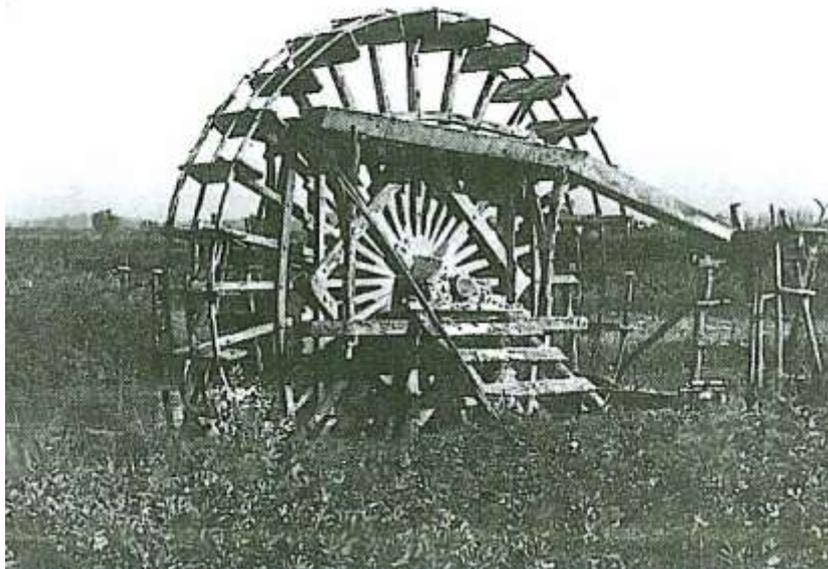


Fig.: IV.83. Rueda hidráulica de Santa Cita de Tomar.

Tipo D (Ruedas de dos aros)

Las ruedas que están en Ave, cerca de San Tirso y en ciertas corrientes de aguas de Lima, están formadas por dos aros de madera seguros al eje por 2 brazos y 4 contra-brazos, estos contra-brazos solo topan el eje, y únicamente sirven para soportar el peso del aro con las jarras llenas de agua. El eje está ceñido por anillos de hierro, y tiene los pinchazos en los extremos que se ejecutan en cojinetes de madera. Las palas están colocadas entre los dos aros. Ejes, rodamientos y tornillos son de roble, pino para todas las demás partes.

Existen hoy en día ruedas hidráulicas todas de hierro (Torres Novas, San Pedro do Sul, Mirandela, etc.), que no representan la novedad tecnológica. Sólo son la sustitución del material tradicional, la madera, menos resistente, por el hierro que siendo pintado, puede soportar años y años sin necesidad de reparaciones.



Fig.: IV.84. Rueda hidráulica de hierro en San Pedro do Sul.



**V – SISTEMAS Y MAQUINAS  
HIDRAULICAS ENTRE LOS  
SIGLOS XIX y XX CON  
ESPECIAL DEDICACIÓN A  
LOS DE LA CUENCA  
HIDROGRÁFICA DEL RÍO  
SEGURA.**



## V. SISTEMAS Y MAQUINAS HIDRÁULICAS ENTRE LOS SIGLOS XIX Y XX CON ESPECIAL DEDICACIÓN A LOS DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL RÍO SEGURA.

### 5.1 PRELIMINAR.

Desde la segunda mitad del siglo XVIII y hasta 1830, periodo que se considera que corresponde a la revolución industrial, debido a las innovaciones tecnológicas y a un nuevo orden económico, se produce un fuerte fenómeno migratorio desde el medio rural a los grandes núcleos de población, con el consiguiente problema urbanístico:

..la ciudad medieval, todavía encerrada en sus murallas, debía asumir en su recinto a la nueva y numerosa población, con los consiguientes problemas de hacinamiento, salubridad, etc. Por el contrario, en el medio rural, el progreso tecnológico, había procurado medios y herramientas, que desembocaron en nuevos métodos de cultivo, facilitando las labores del campesinado y elevando el nivel de producción ( De Fusco R., Benevolo L.).

Este proceso, se produce de forma generalizada en gran parte de Europa, para expandirse gradualmente por el mundo civilizado.

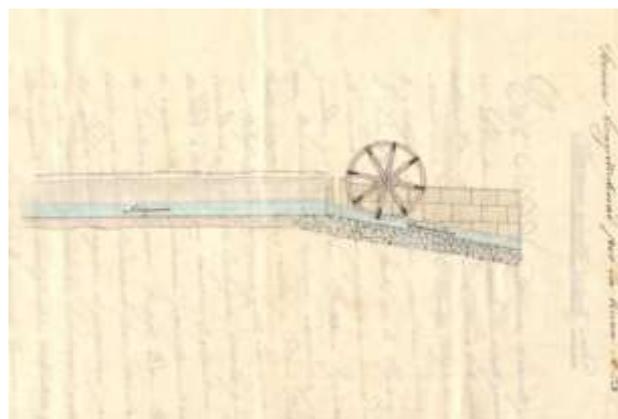
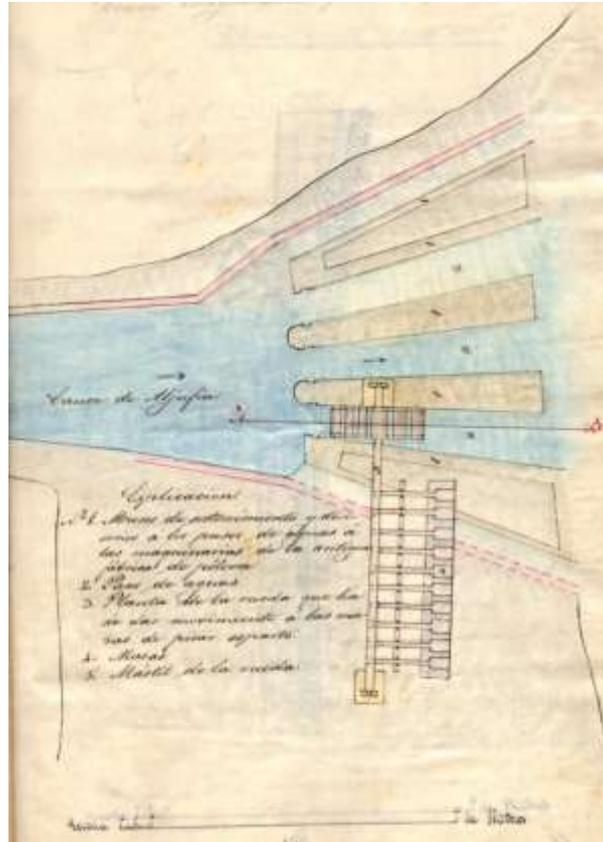
Los niveles de profundización del fenómeno “revolución industrial”, tuvo en cada uno de los países de nuestro entorno, una intensidad distinta, y, en ello influyeron factores tan importantes como los niveles de industrialización, la burguesía local culturalmente más o menos preparada, los movimientos sociales, etc. Por tanto, en este periodo de tiempo que estudiamos, se adivina un desarrollo tecnológico, bastante dispar entre los distintos países.

La transformación y producción de materias primas a gran escala, hace que los productos manufacturados de todo tipo, tarde o temprano, lleguen al último reducto poblacional de cualquier lugar del mundo. La evolución en los modos de construir se produce de forma vertiginosa, se construyen los primeros rascacielos, puentes, ferrocarriles, etc., a la vez que la más humilde de las herramientas se transforma al construirse con nuevos materiales más rígidos y duraderos.

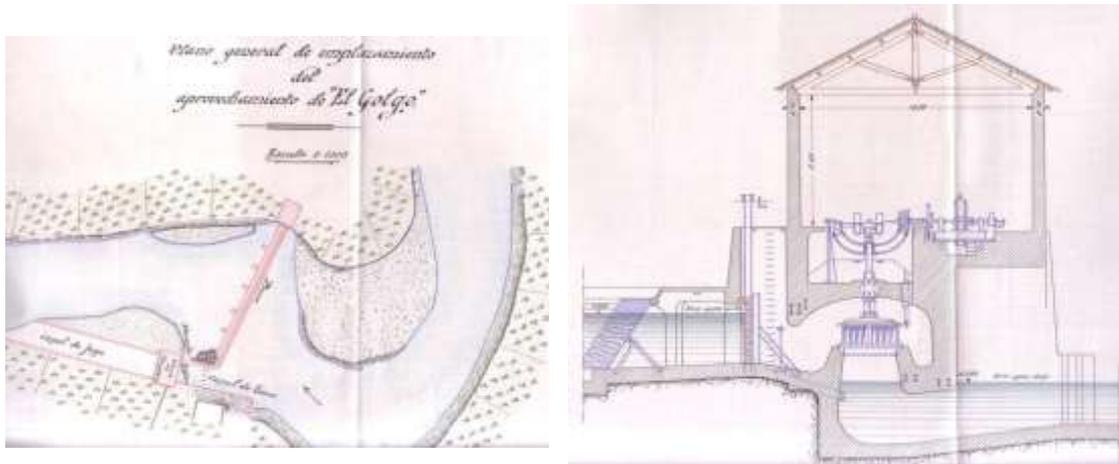
En el campo de la arquitectura hidráulica, a los ingenios ya conocidos de batanes, ferrerías, todo el espectro de tipologías referentes a la molinología, incluso en lo que nos interesa sobremanera, que es la evolución de las ruedas de corriente, se añaden otras nuevas como las nuevas factorías de fabricación de paños, hilaturas, papel y finalmente, la construcción de centrales hidroeléctricas, donde la corriente de agua, mueve turbinas y dinamos.

Las ruedas de corriente verticales, las verticales y horizontales que se engranan entre sí, los rodeznos de los molinos, etc., sustituyen algunos o todos sus elementos de madera, por otros metálicos, más rígidos, duraderos y de fácil mantenimiento.

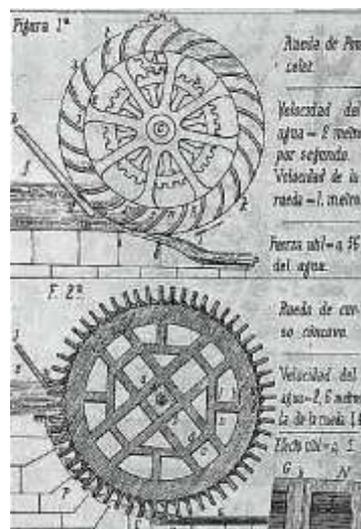
La incorporación de esos elementos, sus formas, su capacidad y rendimiento, tienen mucho que ver con las aportaciones de científicos como Smeaton J., y Poncelet E., y de un modo muy particular en lo que se refiere a la curvatura de las palas o álabes de las ruedas de corriente, y que ellos proponen disponer de forma parabólica, para mejorar su rendimiento. No resulta gratuito que las ruedas hidráulicas de La Ñora y Alcantarilla, cuando fueron reemplazadas en la primera mitad del siglo XX, sus palas rectas de madera, fueron sustituidas por otras parabólicas de hierro. Lo mismo sucede con la Noria del Boticario en Los Torraos, Ceutí y la Noria de Tedelche, en Hellín, proyectada inicialmente con palas mixtas de hierro y madera, con directriz parabólica.



V.1. Planta y sección del proyecto para la construcción de un ingenio hidráulico para picar esparto. Archivo Municipal de Murcia, El Almudí.



V.2. Planos de emplazamiento y sección de la Casa de Máquinas del edificio correspondientes al Aprovechamiento Hidroeléctrico del Golgo en Ulea. Archivo de la Confederación Hidrográfica del Segura.



V.3. Rendimientos de las ruedas de Poncelet y otra con palas de perfil recto. González Tascón I. "Fábricas hidráulicas españolas".

Del mismo modo sufren modificaciones otros elementos pasivos de las ruedas de corriente como los cajones continuos con orificio de salida o los cangilones individuales, ya sean cerámicos o de madera.

Las modificaciones afectan también a los elementos estructurales de las ruedas, es decir, radios y travesaños, elaborados en hierro forjado o acero laminado, incorporándose también discos y ejes de hierro fundido.

En la mayoría de ocasiones, la sustitución de los elementos originales –de madera-, por otros metálicos, se lleva a cabo de forma gradual, y, lo más normal es contemplar ruedas de corriente de tipo mixto, donde elementos estructurales metálicos, conviven con elementos pasivos de madera.

Hacer extensivo este trabajo a otros ámbitos que sobrepasen el área de influencia de la cuenca hidrográfica del río Segura, puede resultar complejo, sobre todo, por lo extenso del territorio peninsular y las distintas características de los espacios y sistemas hidráulicos de las distintas cuencas hidrográficas.

Por tanto, se propone acotar este apartado de la evolución de los ingenios hidráulicos, a los existentes en la cuenca hidrográfica del Segura, y en concreto, a las norias de corriente sin perjuicio de que tratemos de un modo tangencial y puntual las características fundamentales de otros ingenios hidráulicos.

Si hemos de reconocer el lugar y la época donde vamos a situar nuestro estudio, es decir, la cuenca hidrográfica del río Segura, hemos de establecer unas líneas generales referidas a la actividad económica del momento, las nuevas técnicas hidráulicas y los nuevos condicionamientos agrícolas a que obliga la nueva situación política marcada por la Ilustración y la llegada de la monarquía borbónica.

### **5.1.1 Espacio agrícola y espacio irrigado (S.XVIII a 1ª mitad del XX).**

A la hora de hacer un estudio de las líneas generales que siguen el regadío y la política hidráulica en los siglos XVIII, XIX y primera mitad del siglo XX, esta división estrictamente cronológica no es demasiado útil. Más bien hay que dividir este gran periodo a partir de los hitos fundamentales que en materia de agua presenta:

-El reinado de Carlos III es el punto central de un periodo iniciado con el siglo y con la llegada de la nueva dinastía borbónica. En este periodo recurriremos a la política y pensamiento agrarios en general como marco imprescindible para situar las actuaciones hidráulicas.

-Un periodo de transición, a mediados del siglo XIX, que nos llevaría al siguiente hito, la Restauración –especialmente por la importancia que el Regeneracionismo como corriente ideología tiene para la “política hidráulica de fines del siglo XIX y de periodos posteriores”-.

- Y por fin la dictadura de Primo de Rivera, antecedida por los primeros años del siglo XX como nexo de unión entre ella y la Restauración.

López de la Plaza, G., en “Historia de los regadíos en España, a.C-1.931”, comenta que el siglo XVIII ha de ser considerado en su conjunto como un periodo de avance territorial y tecnológico, aunque varias etapas de diversa índole marquen su periodización. En efecto, tras la crisis de mediados del siglo XVII y hasta aproximadamente el primer cuarto del XVIII, se produce una recuperación general de la red de irrigación murciana. Ya en 1720-1730 empiezan a notarse los signos del estancamiento, que Pérez Picazo, Lemeunier y Chacón, atribuyen a un bloqueo tecnológico, ya que se hacía necesario cambiar de nivel hidráulico mediante la construcción de pantanos y canalizaciones de los cauces. A pesar de aceptar esta afirmación, no se puede negar el gran avance material e institucional que supuso para Murcia la ideología política ilustrada de los Borbones del siglo XVIII.

A pesar de cierto retroceso y estancamiento, algunos viajeros y cronistas, realizan grandes alabanzas hacia la Huerta del Segura y su fértil suelo, son nombradas por su riqueza las vegas de Lorquí, Ceutí, Cotillas, Alguazas y Molina, lo frondoso del Val de Ricote y las ricas huertas de Murcia y Orihuela. Otros también mencionan las huertas de Cieza, Calasparra, Hellín, Lorca, Totana, Pliego, Bullas, Cehegín y Mula, es decir, prácticamente toda la Región de Murcia, goza de ese privilegio, que es, una agricultura desarrollada sobre un espacio agrícola de unas condiciones favorables para todo tipo de cultivos. Entre 1652 y 1686 se acometieron obras de drenaje y mejora de riegos en Murcia y Molina. Tampoco faltó la iniciativa privada, destacando la construcción de la acequia de Don Gonzalo en Cieza, acordada en 1623 entre dos familias oligárquicas de esta villa.

Pero el rasgo más característico del siglo XVIII son las obras hidráulicas llevadas a cabo en Murcia, no sin problemas, desde luego. Desde el alto Segura hasta Monteagudo, pasando por Calasparra, Cieza, Abarán, Archena, Murcia, Lorca, Moratalla, Yecla, Totana, Cartagena y el Argos-Quípar, se suceden las

construcciones de acequias, norias, presas y las desecaciones y puestas en cultivo de baldíos (PEREZ PICAZO y LEMEUNIER).

En la Huerta de Murcia se ha llegado en opinión de algunos autores al aprovechamiento óptimo en función de la técnica aplicada hasta el momento, y desde 1730-1740 los esfuerzos se dedican a la consolidación de la red hidráulica existente mediante obras de detalle. Se completa la red con ruedas elevadoras que mejoran los cultivos.

Por lo que hace al resto de las zonas regadas de la Murcia del XVIII, sabemos de desarrollos puntuales en las vegas altas y media del Segura.

En Orihuela la desorganización siguió siendo el rasgo dominante y las sucesivas reuniones de regantes para fijar tandas en la acequia de Molina no llegaron a un resultado fijo. Por otro lado se efectuaron planos y se cobraron derramas para reparar la presa de las Norias.

Uno de los hitos fundamentales lo constituye la fijación definitiva de las zonas arroceras murcianas, penetrando en el alto Segura y estableciéndose alrededor de 1760 en Calasparra. Por último hay que apuntar las pautas del cambio en los poderes hidráulicos, que se verán con mayor detenimiento en la etapa siguiente. Son la concentración de la propiedad –nobiliaria y eclesiástica-, la parcelación de las pequeñas propiedades y la desaparición definitiva de la mediana propiedad de regadío (PEREZ PICAZO y LEMEUNIER).

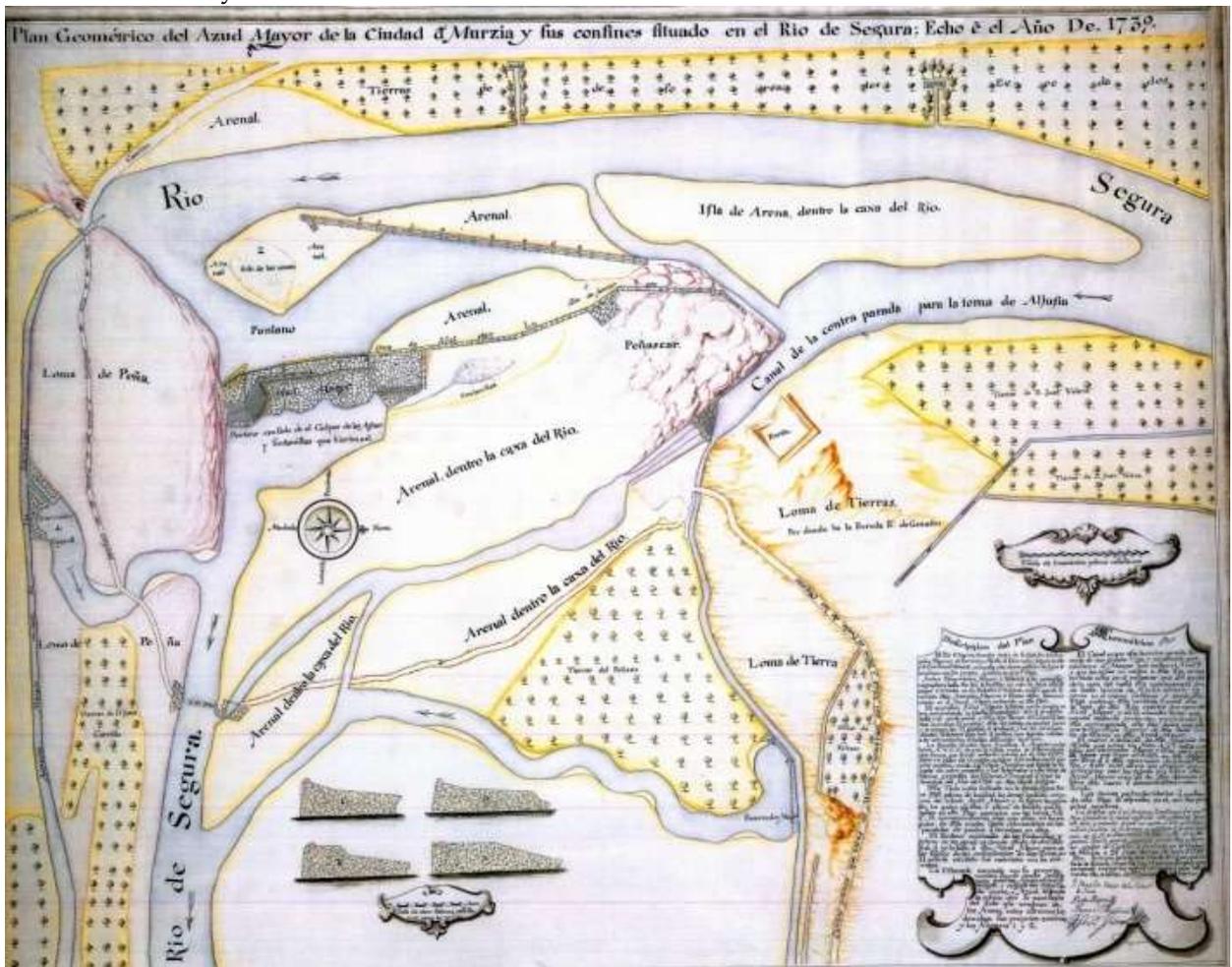
### **5.1.2 La expansión del regadío y los proyectos ilustrados.**

En su “Atlas histórico ilustrado de la Región de Murcia y su antiguo reino”, Rodríguez Llopis y Martínez Carrión, tratan con profundidad los aspectos más relevantes del espacio agrícola, el agrícola irrigado y los sistemas hidráulicos inherentes a ellos en toda la historia del regadío murciano. La crisis económica del siglo XVII impidió la ejecución de nuevos proyectos de regadío e hizo fracasar otros. Sin embargo, la mejora de las infraestructuras del regadío fue una de las principales propuestas de los grupos gobernantes, como medio de corregir el desequilibrio cada vez mayor entre población y recursos.

Durante la segunda mitad del siglo XVIII, la monarquía ilustrada apoyó decididamente la ejecución de algunos de los proyectos seculares de ampliación de regadíos en el reino de Murcia.

De manera casi simultánea al fracaso de la Compañía del Canal de Murcia, se iniciaron los estudios para construir dos embalses en Puentes y Valdeinfierno, a propuesta del ministro Floridablanca.

Los ingenios hidráulicos, según Calvo García-Tornel, F., a partir del XVIII, se utilizarán en la medida que la colonización del espacio irrigado continúa, siendo la orografía de los terrenos uno de los factores determinantes para la irrigación del espacio agrícola, hasta entonces dedicado a cultivos de secano. Las roturaciones de nuevas terrazas de suelo, necesitan de nuevos sistemas hidráulicos y mecanismos de elevación.



V.4. La presa de la Contraparada fue objeto de obras de consolidación, bien documentadas durante los siglos XVII y XVIII, tras las continuas avenidas y desbordamientos del río Segura.



V.5. Plano de conjunto de puente, presa, noria y molino de Rojas, construido por iniciativa de Carlos III.

### 5.1.3 La expansión de la agricultura en el siglo XIX.

Iniciada la época moderna, el reino vivió dos grandes coyunturas expansivas, correspondientes en líneas generales a los siglos XVI y XVIII. Desde el punto de vista agrícola, la expansión se basó, por un lado, en la producción de hoja de morera, estimulada por la industria del hilado de seda y, por otro lado, sobre la producción de cereal para el abastecimiento de una población en alza constante. Entre ambas coyunturas se vivió una crisis progresiva, más acentuada en los dos primeros tercios del siglo XVII, que redujo los logros conseguidos hasta entonces, y originó un cambio cualitativo y coyuntural de la producción y de la tipología de los cultivos.

La expansión del regadío sobre el secano tuvo su mayor desarrollo en el siglo XVIII y fue imponiéndose en todo el reino. En Hellín, algunos labradores del

término y de Calasparra roturaron las riberas de los ríos Mundo y Segura entre 1738 y 1743, con un contrato realizado con las Reales Minas de Azufre de Hellín, a quien pertenecían los terrenos, desbrozándolos y construyendo acequias y algunas ruedas hidráulicas para elevar las aguas y conducir las a las terrazas.

La agricultura murciana experimentó grandes cambios en el siglo XIX como consecuencia de las reformas liberales y la expansión de los mercados. Las primeras, llevadas a cabo en la primera mitad del siglo, afectaron a las estructuras agrarias y a la gestión de las explotaciones. Una vez realizadas, el libre juego de los mercados se encargaría del resto. Así, desde la década de 1840 se inició una etapa de expansión que tuvo como premisas fundamentales la especialización: cereales, vides y olivos en los campos de secano; hortalizas, frutales y agrios en las huertas. Mientras que la intensificación de la producción agrícola comenzó a tener protagonismo en los regadíos, en los suelos de secano el rasgo predominante fue la expansión de las roturaciones. Hacia 1900, el comercio exterior había cobrado un fuerte protagonismo. Las rentas de situación, la naturaleza de los suelos y la demanda externa fueron aprovechadas por los agricultores para transformar los usos del suelo y dirigir la oferta a las necesidades de los mercados, nacionales y extranjeros.

Avanzando aguas arriba por el valle del Segura nos encontramos en el siglo XIX con los regadíos de Molina, Alguazas, Lorquí, Ceutí, Archena, Villanueva, Ulea, Ojós, Blanca, Abarán, Cieza, Calasparra, Hellín, Moratalla, Socobos y Férez (MANCHA). En Molina persistía un regadío muy vinculado a lo municipal, presidiendo el ayuntamiento los juntamentos de regantes y nombrando alcaldes de aguas (PEREZ PICAZO y LEMEUNIER). Lo mismo ocurre en Alguazas, donde, igual que en otras zonas estrechas del valle, la construcción de norias, ceñas y volantines permitió elevar el regadío a las laderas. Específicamente en 1857 por acuerdo del heredamiento de Alguazas y del particular Fernando Marín, se instaló un volantín de 12 palmos de diámetro que permitió aumentar la superficie regada en 30 tahúllas.

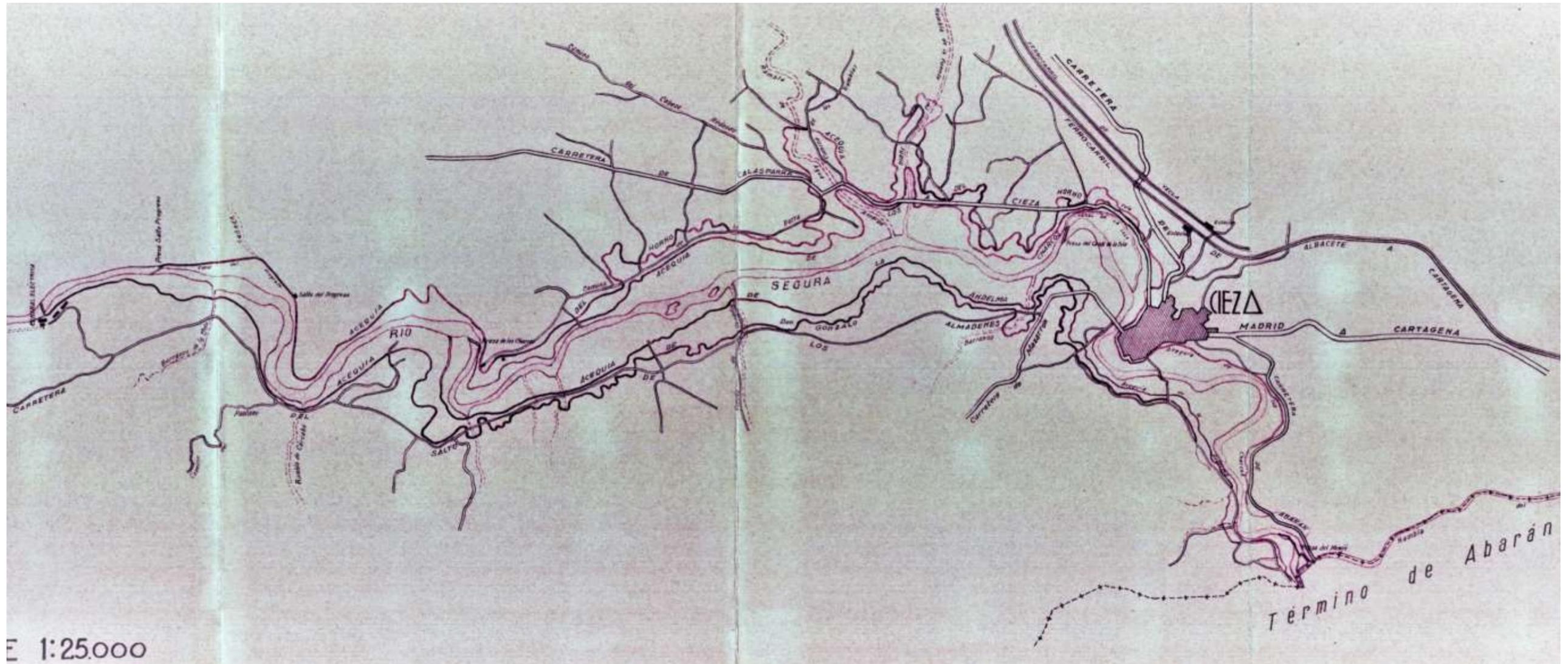
También se instalan aparatos elevadores en Lorquí y Ceutí, donde existían ya seis ceñas en 1803 (PEREZ PICAZO y LEMEUNIER). En Archena, además del riego tradicional a portillo o por acequia, hay norias y motores eléctricos de gas pobre (RUIZ FUNES). Por su parte, los regadíos de Ojós, Ulea y Villanueva cuentan ya en el siglo XIX con heredamientos presididos por alcaldes donde la

propiedad del agua va unida a la de la tierra. Hay ordenanzas escritas en Ulea, fechadas el 13 de enero de 1861, y los regantes se reúnen en juntas (RUIZ FUNES y PEREZ PICAZO y LEMEUNIER).

En Blanca había dos acequias: la Principal, en la margen izquierda del Segura, y la de Charrara, en la derecha. Cada una cuenta con un comisario y dos veedores que vigilan el reparto de las tandas junto con un guarda. Como no existen ordenanzas escritas, cada heredamiento celebraba un juntamento anual (RUIZ FUNES). En Abarán, la implantación de artes, ruedas y motores a lo largo del XIX -1805, 1837, 1841, 1850 y 1882- duplicó la superficie regada (PEREZ PICAZO y LEMEUNIER). En la zona de Ricote, donde la propiedad de agua y tierra es distinta, el derecho al uso de la primera se adquiría por compra particular. Las tandas son de 15 días y una balsa recoge el agua en turnos de 12 horas (RUIZ FUNES). La coexistencia de riegos fluviales y de manantial seguía siendo una constante en el regadío de Cieza. Los únicos entandados son los segundos, aunque en verano un oficial denominado regador se ocupaba de los turnos de las acequias para que el agua llegara hasta la cola de las mismas (RUIZ FUNES).

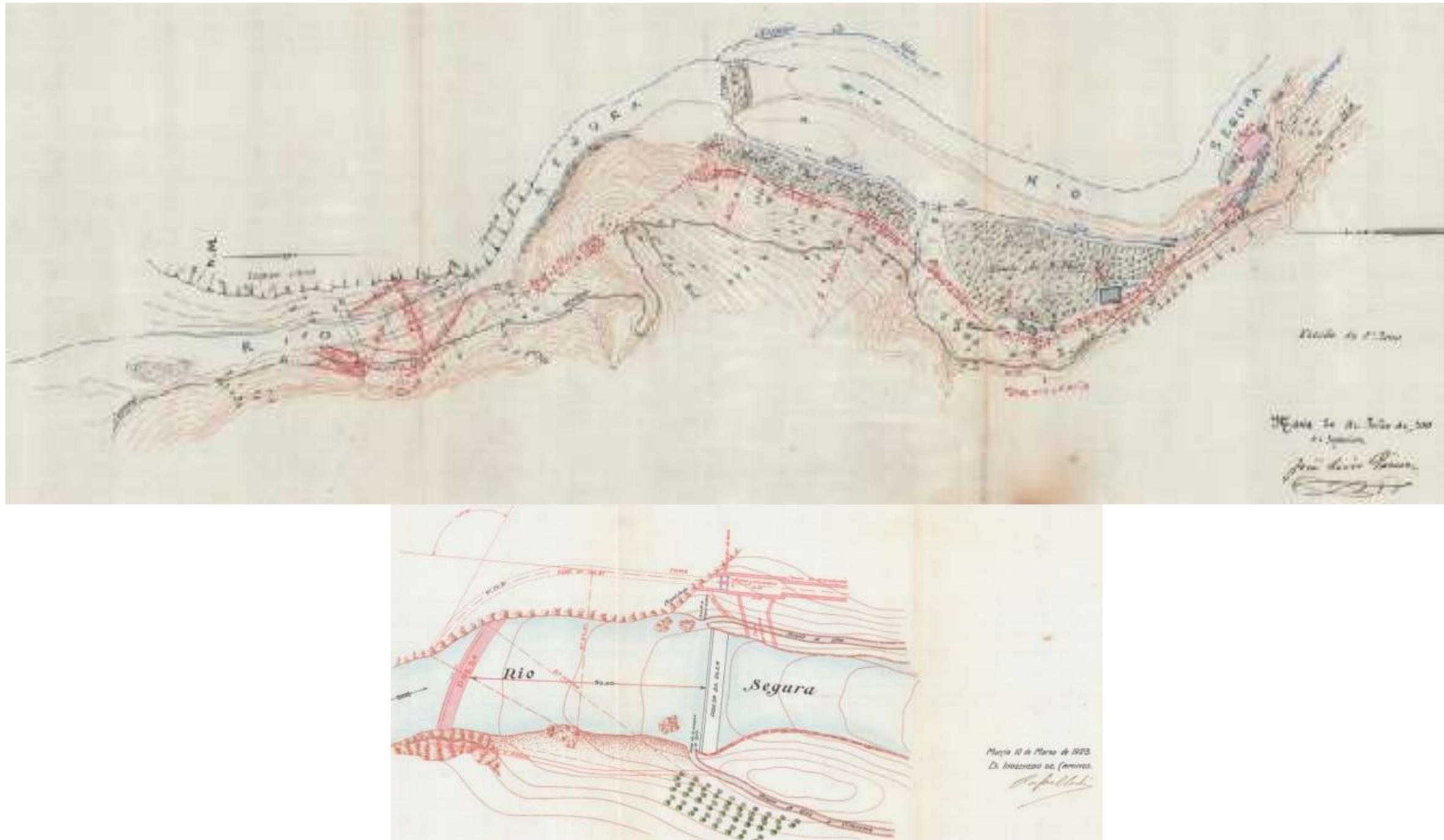
Las obras hidráulicas fueron numerosas en el siglo XIX, abriéndose los cauces de las acequias de Los Charcos (1816) y del Horno (1840-1841 y 1852) (PEREZ PICAZO y LEMEUNIER). Tampoco tenía Cieza ordenanzas escritas, por lo que el acuerdo de los heredamientos suplía la norma legal. Calasparra, por su parte, contaba con dos comunidades de regantes bastante autónomas, la de la acequia Mayor y la de Rotas, con ordenanzas escritas de 1912 y 1909 respectivamente, y otros heredamientos no constituidos en comunidad. El riego era a portillo, por boqueras abiertas o por norias en zonas puntuales.





V.6. Plano General de las acequias de Cieza. Archivo de la Confederación Hidrográfica del Segura.





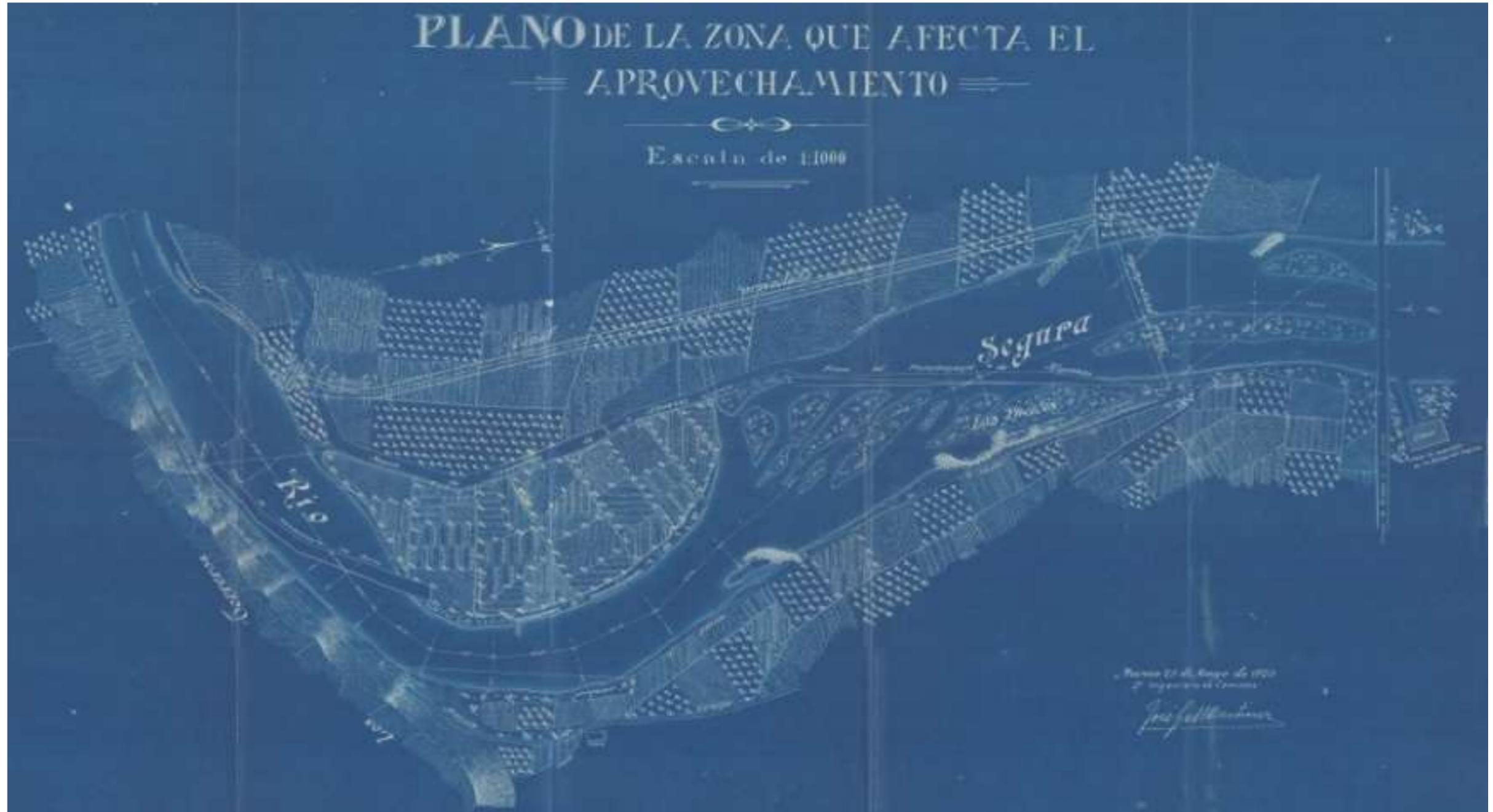
V.7. Antigua presa de El Solvente y presa de las acequias Ojós-Villanueva y Ojós-Ulea. Ojós. Detalle de presa de las acequias de Ojós-Villanueva y Ojós-Ulea. El Solvente. Ojós. Archivo de la Confederación Hidrográfica del Segura.





V.8. Plano General del río Segura y de sus acequias en Archena. Archivo Municipal de Archena.





V.9. Plano conjunto de las presas de la Acequias de Alguazas y Molina, situadas en el río Segura a su paso por Archena. Archivo de la Confederación Hidrográfica del Segura





V.10. Plano de la Cuenca Hidrográfica del Segura elaborado por la antigua Confederación Sindical Hidrográfica del Segura. Archivo de la Confederación Hidrográfica del Segura.



#### 5.1.4 El cambio agrario entre 1900 y 1935.

Durante el primer tercio del siglo XX se produjeron importantes modificaciones en el uso del suelo y de la producción agraria regional, sobre todo en las zonas del regadío tradicional. La reconversión de los cultivos tradicionales tras la crisis agraria finisecular (1875-1895), que afectó a los cereales principalmente, y la presión de los mercados urbanos y exteriores, lograron que los agricultores asignaran mayores recursos a los cultivos especializados e intensivos del regadío: cítricos, frutales y algunas plantas industriales.

La especialización en cultivos intensivos de regadío fue uno de los rasgos que caracterizaron a la agricultura del primer tercio del siglo XX.

A diferencia de las huertas tradicionales, de menor tamaño, las nuevas huertas de frutales y agrios estaban asociadas a las medianas y grandes explotaciones. La disponibilidad de agua, el coste de su extracción mediante motores asociados y el precio de los fertilizantes minerales y químicos no estaban al alcance de los pequeños campesinos. La mecanización de la agricultura fue un proceso lento que estuvo salpicado de problemas hasta la década de 1950.



V.11. Aprovechamientos hidráulicos en el Segura en pleno siglo XX. Construcción de los Pantanos del Talave y Cenajo. Construcción del aprovechamiento hidroeléctrico de Almadenes. Archivo de la Confederación Hidrográfica del Segura.

## 5.2 SISTEMAS TÉCNICOS E HIDRÁULICOS ENTRE LOS SIGLOS XVIII Y 1ª MITAD DEL XX.

En las distintas vegas de la cuenca hidrográfica, la problemática para el acceso a la irrigación, será distinta, dependiendo de la topografía del terreno. Mientras que en la Vega Alta, con terrenos abruptos y accidentados, a veces muy montañosos, las terrazas de cultivo y pequeños valles, son bastante escasos, predominando el cultivo en terrazas con desniveles apreciables sobre el lecho del río y que son regados mediante ruedas elevadoras de corriente.

La Vega Media y Baja, con una topografía mucho más plana, el riego por gravedad llega fácilmente a cualquier espacio y solamente cuando el nivel de agua de las acequias resulta escaso, se acude a ingenios hidráulicos de pequeño tamaño, cuya altura de elevación es pequeña. En estos casos se acudía a la instalación de pequeños tímpanos, movidos por el hombre, pedaleando. Este ingenio, en la Vega Media Murciana, se denominaba “ceñil”, mientras que en los espacios irrigados de la Vega Baja, se conocía como “bombillo”.

Cuando la escasez de agua era mayor, y los cauces no transportaban agua, se acudía a la explotación de los acuíferos, extrayendo agua por medio de ruedas de rosario o aceñas, generalmente movidas por un animal de tiro, de ahí que también se denominan “norias de tiro”.

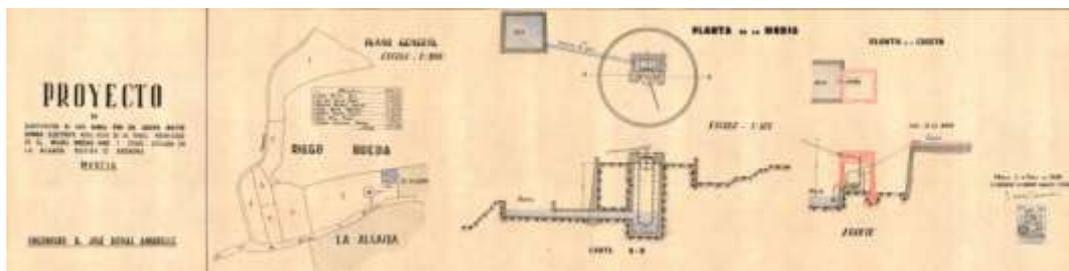


V.12. Aceña de pie o ceñil, movida por la fuerza humana. Máquina análoga al tímpano vitruviano. Archivo de la Confederación Hidrográfica del Segura.



V.13. Noria de tiro o aceña. Aceña extrayendo mediante tímpano. Aceña de rosario con cajones. Archivo de la Confederación Hidrográfica del Segura.

Pero, dado que lo esencial de este trabajo, se refiere a la evolución y/o construcción de ruedas hidráulicas de corriente, hemos de entender que es precisamente este periodo de tiempo que estamos tratando, el de un mayor impulso al espacio agrícola irrigado y a los sistemas hidráulicos que lo sustentan.



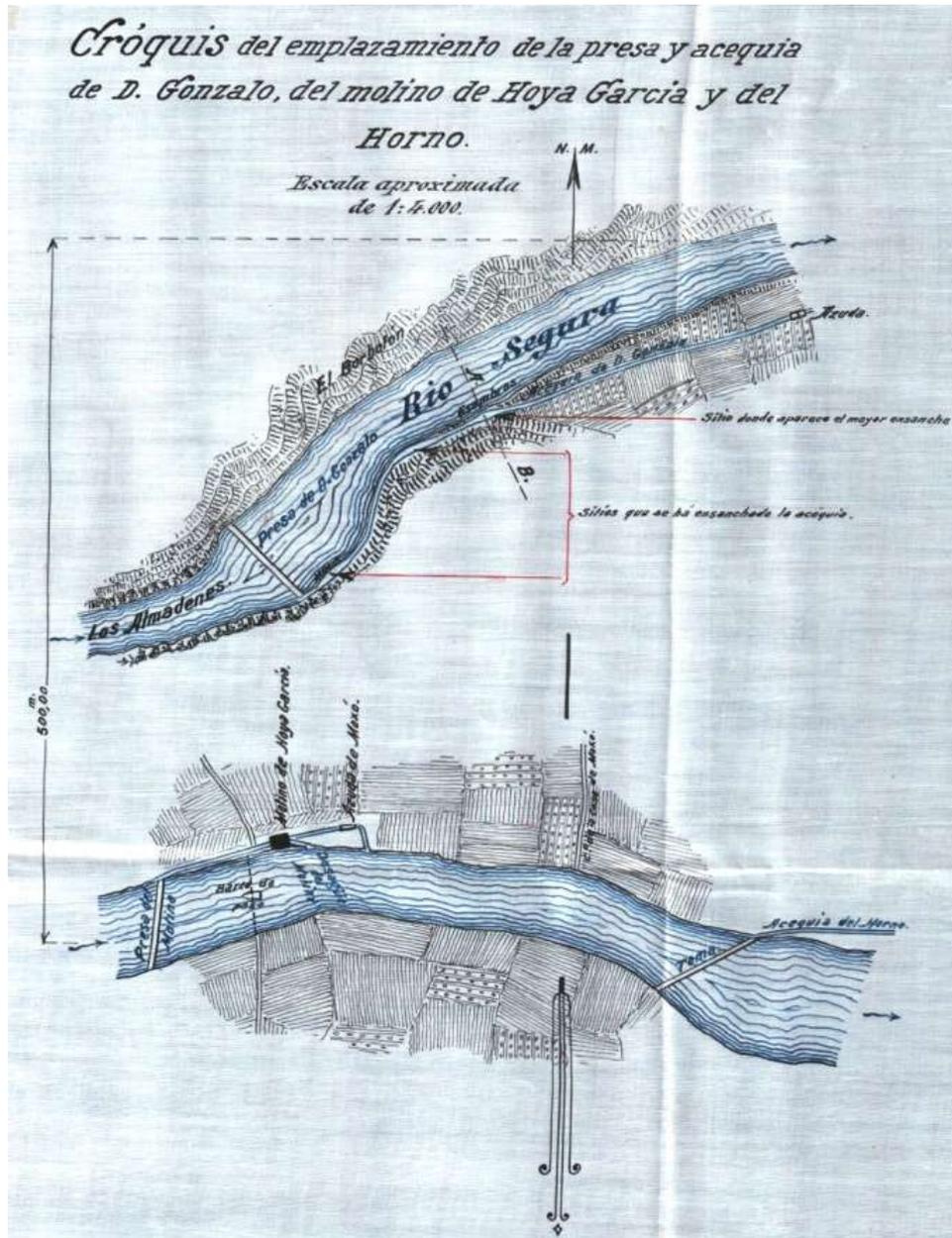
V.14. La legalización de nuevos aprovechamientos hidráulicos, fue frecuente a mediados del siglo XX. Los antiguos artefactos hidráulicos son sustituidos por artilugios motorizados. El dibujo se refiere a la legalización de una sustitución de una aceña por un motor en La Algaida. Archena. Archivo de la Confederación Hidrográfica del Segura.



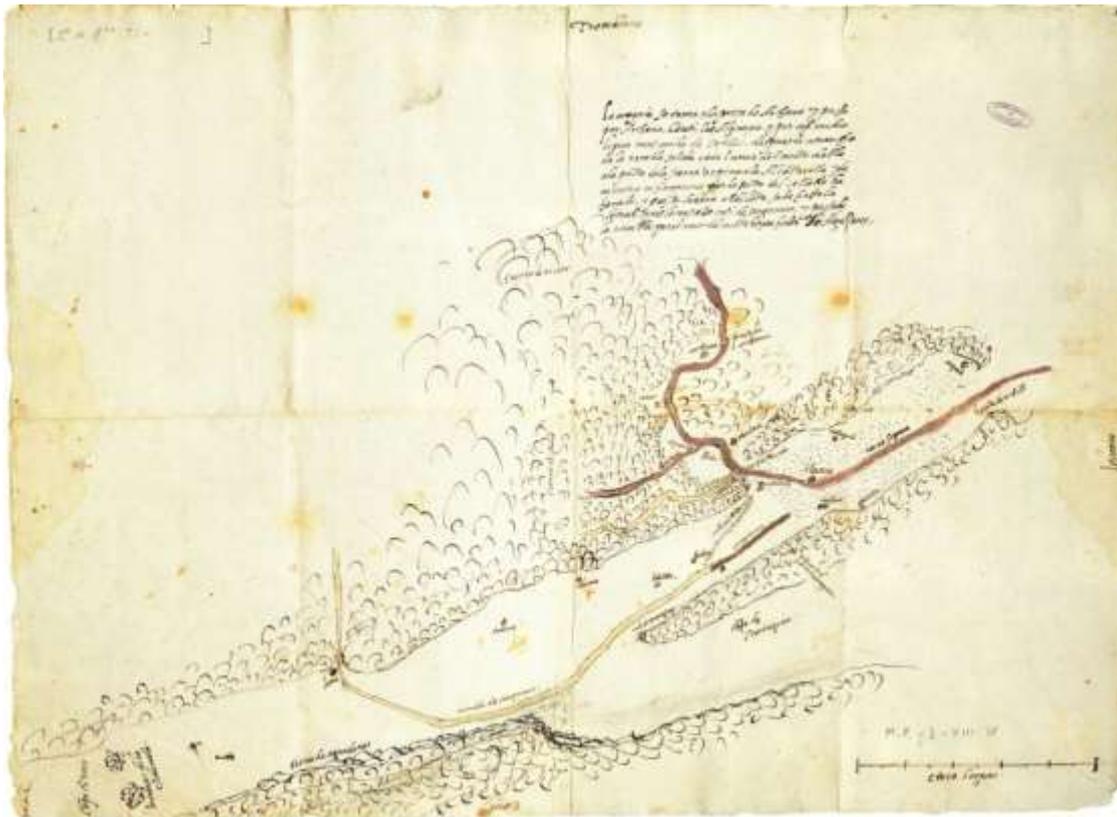
V.15. Plano general de los molinos de Orihuela. Archivo de la Confederación Hidrográfica del Segura.

### 5.2.1 Sistemas técnicos e hidráulicos: Presas y acequias.

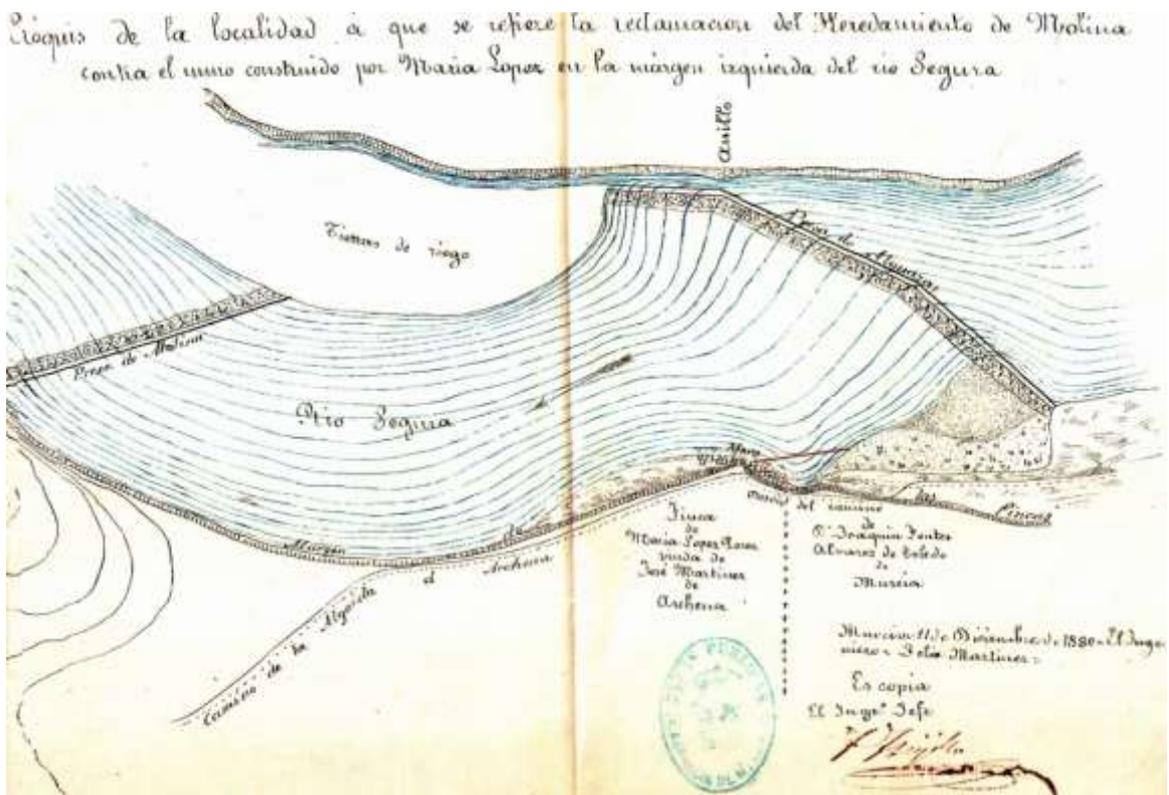
En la primera mitad del siglo XVII, se habían construido algunas de las grandes acequias de la cuenca hidrográfica, Don Gonzalo en Cieza, Alguazas y Molina en Archena. En todas ellas, la instalación de norias de corriente fue inmediata, ampliándose de forma notable el espacio irrigado



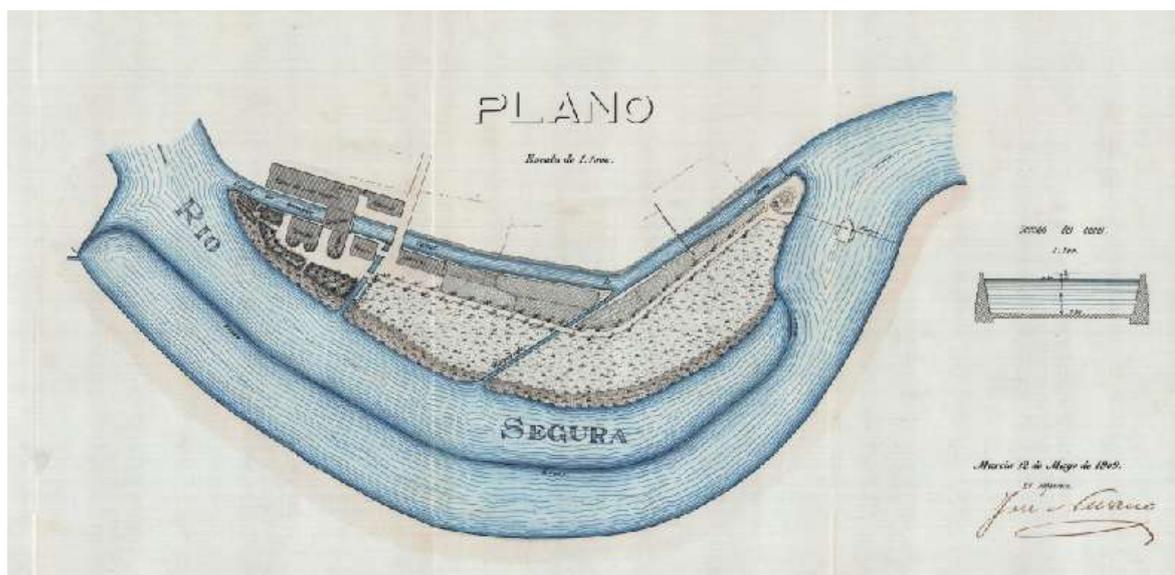
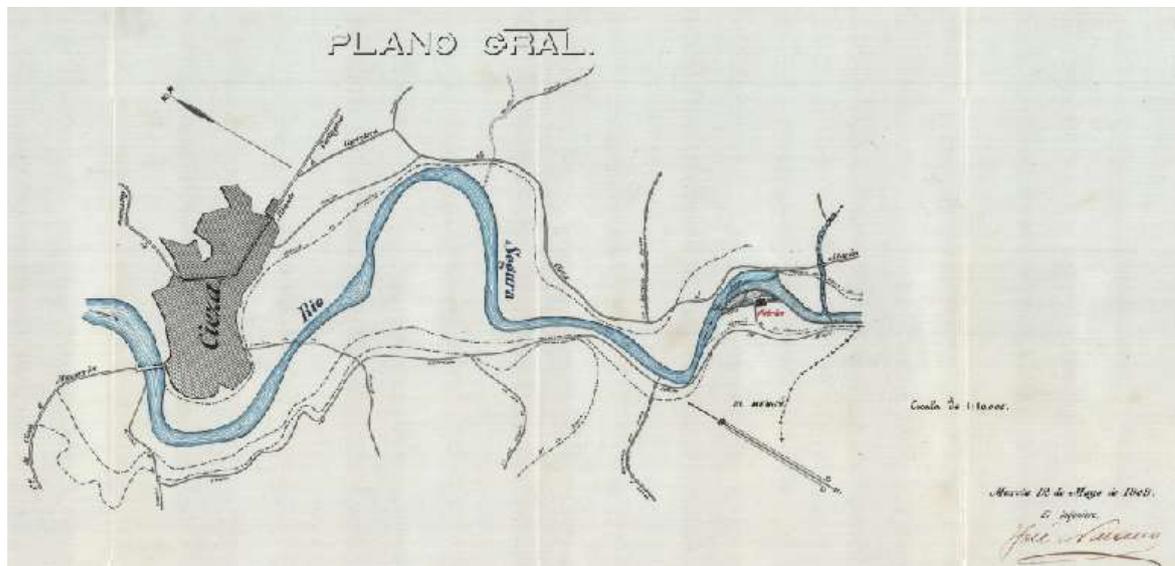
V. 16. Presa y Acequia Don Gonzalo. Se grafía la azuda del Cañaveral. Presas del Canal de la Hoya de García donde se grafía la azuda de Moxó y de la Acequia del Horno. Archivo de la Confederación Hidrográfica del Segura.



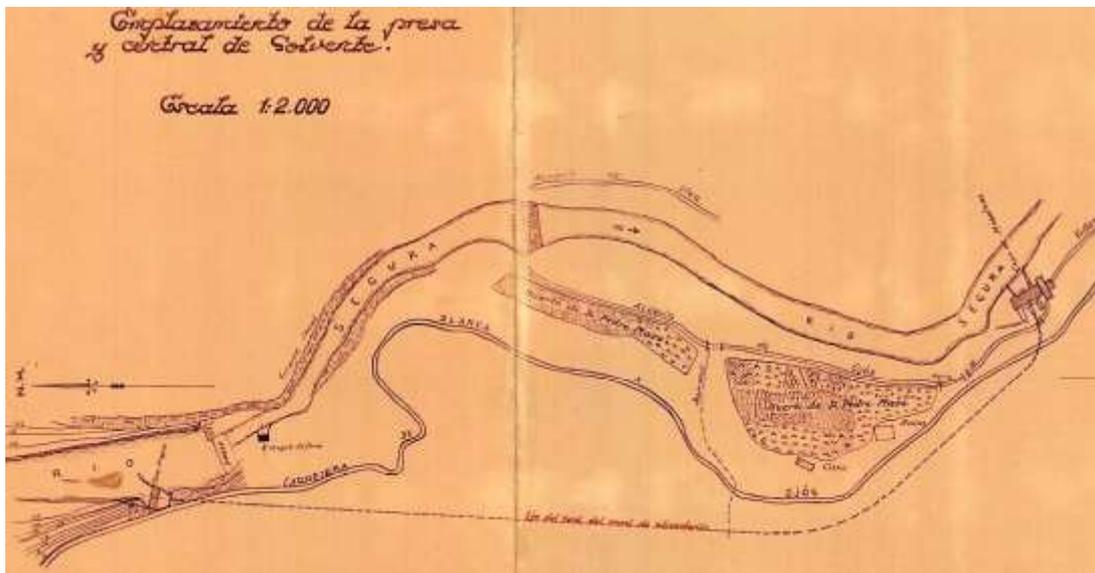
V.17. Proyecto para la construcción de la Acequia de Alguazas en Archena. Archivo General de Simancas (AGS).



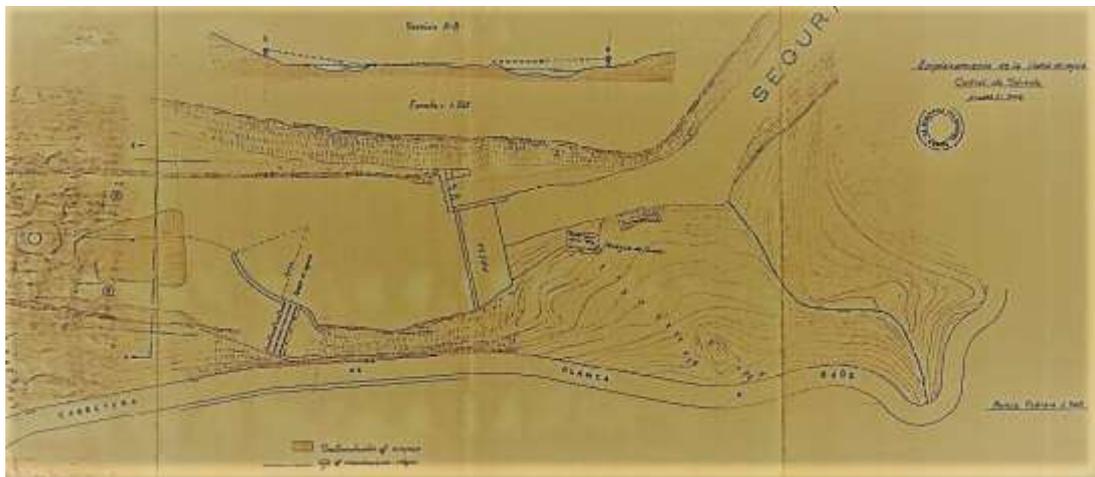
V.18. Presas de Alguazas y Molina en término de Archena. Archivo de la Confederación Hidrográfica del Segura.



V.19. Planos de la Presa de El Menjú. Cieza. Archivo de la Confederación Hidrográfica del Segura.

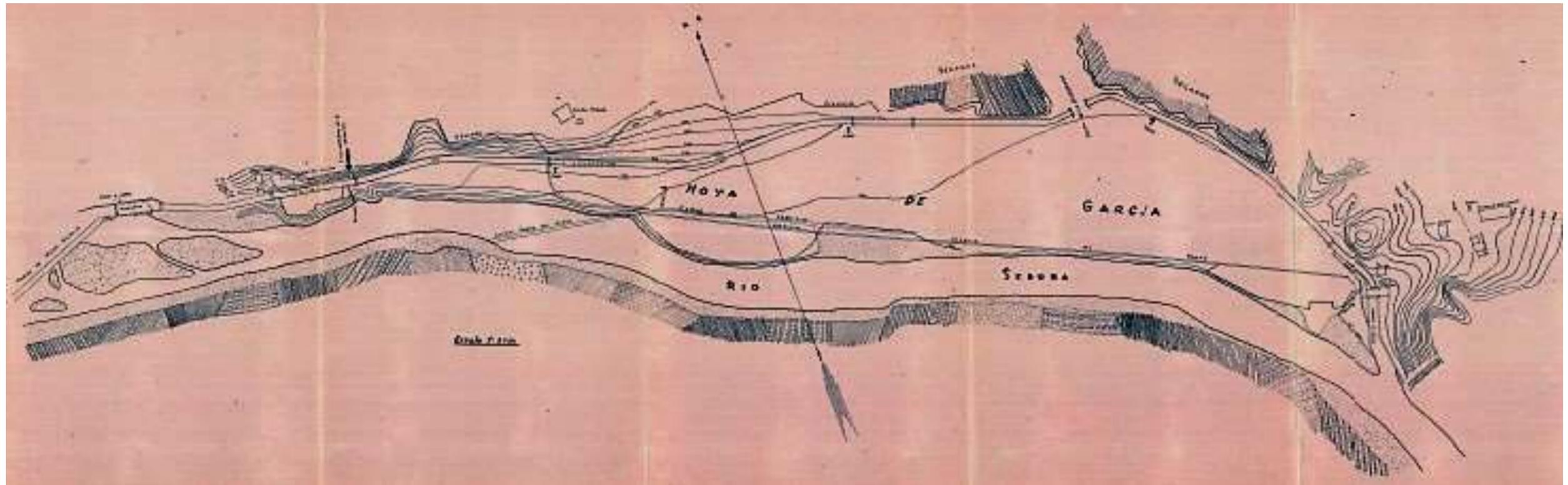


V.20. Plano de la antigua presa de El Solvente y aprovechamiento hidroeléctrico aguas abajo. Archivo de la Confederación Hidrográfica del Segura.

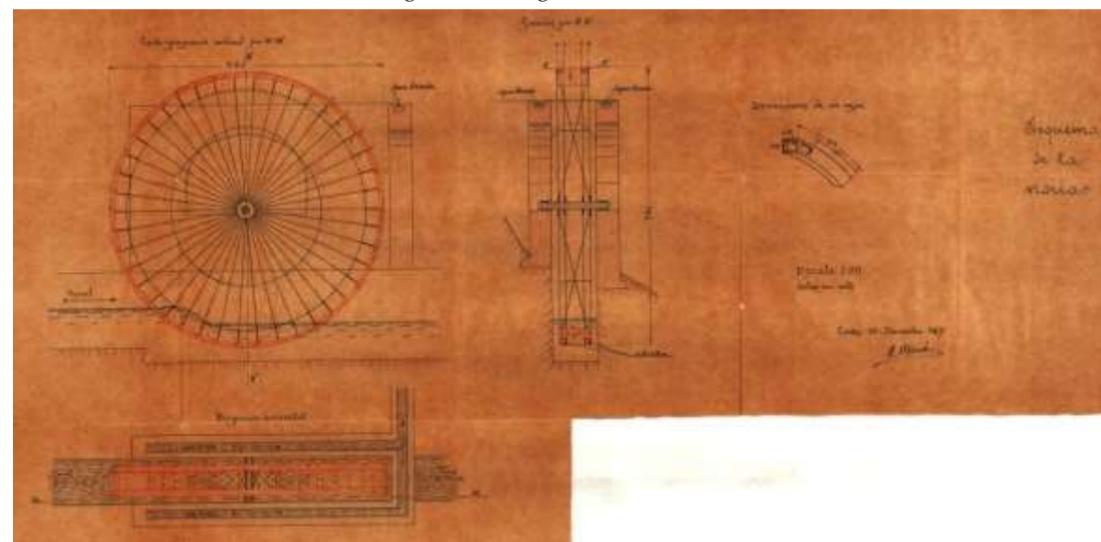


V.21. Detalle de toma del aprovechamiento hidroeléctrico de la antigua presa de El Solvente, Ojós. Archivo de la Confederación Hidrográfica del Segura.



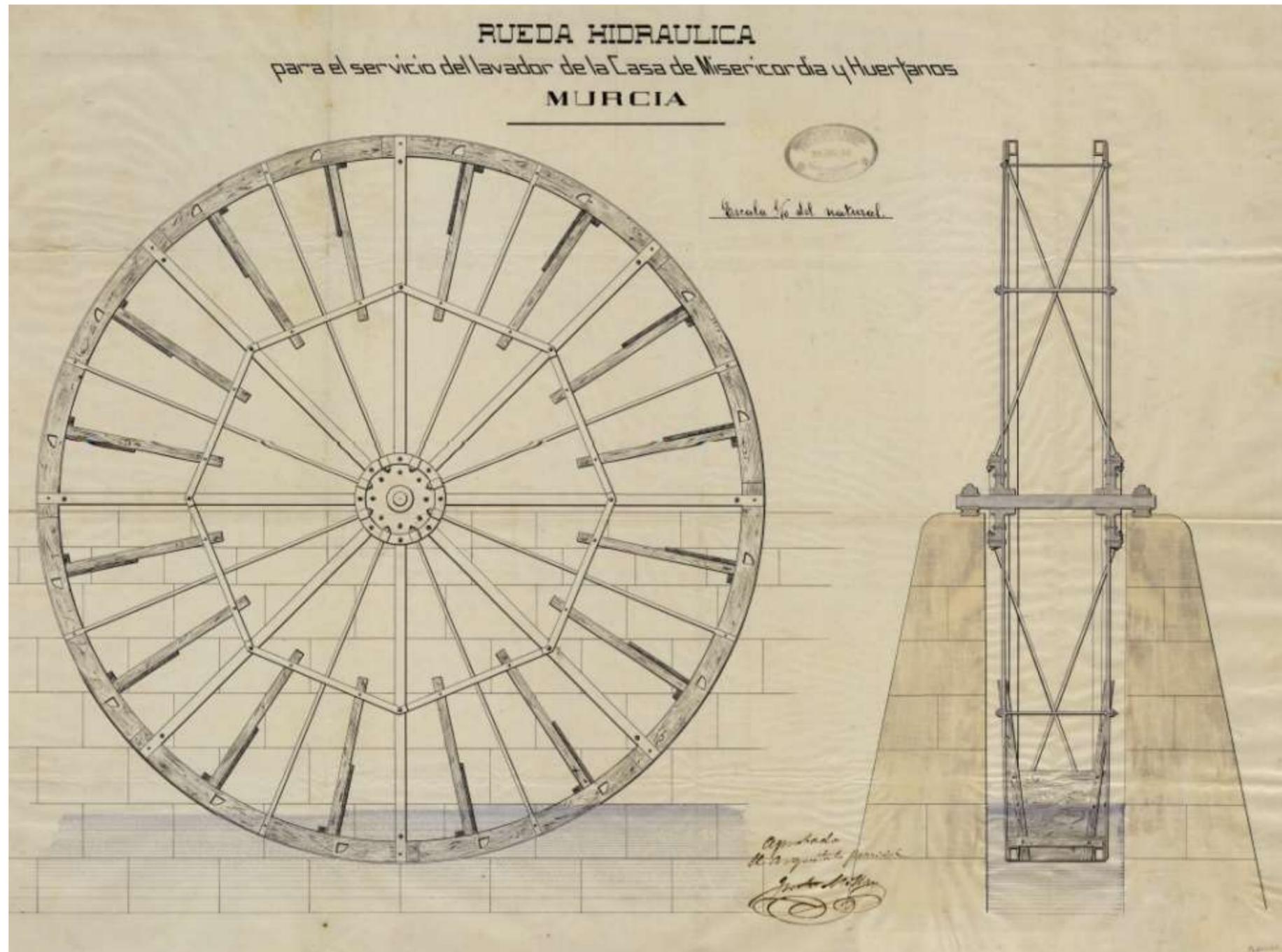


V.22. Presa y Canal de la Hoya de García, donde se instalan el molino y noria de Moxó. Cieza. Archivo de la Confederación Hidrográfica del Segura.



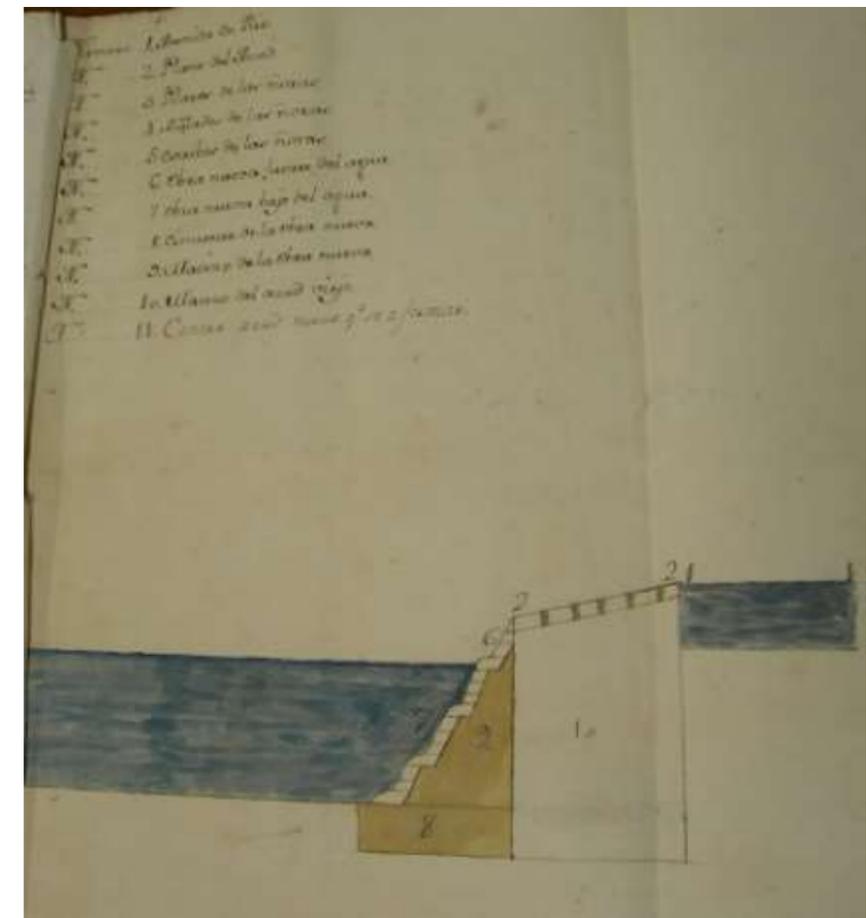
V.23. Plano de Planta, alzado y sección de la noria de Don Manuel Moxó. Cieza. Archivo de la Confederación Hidrográfica del Segura.





V.24. Plano de Alzado y sección de la rueda hidráulica de la Casa de Misericordia de Murcia, proyectada por Justo Millán. Archivo Histórico Regional de Murcia.





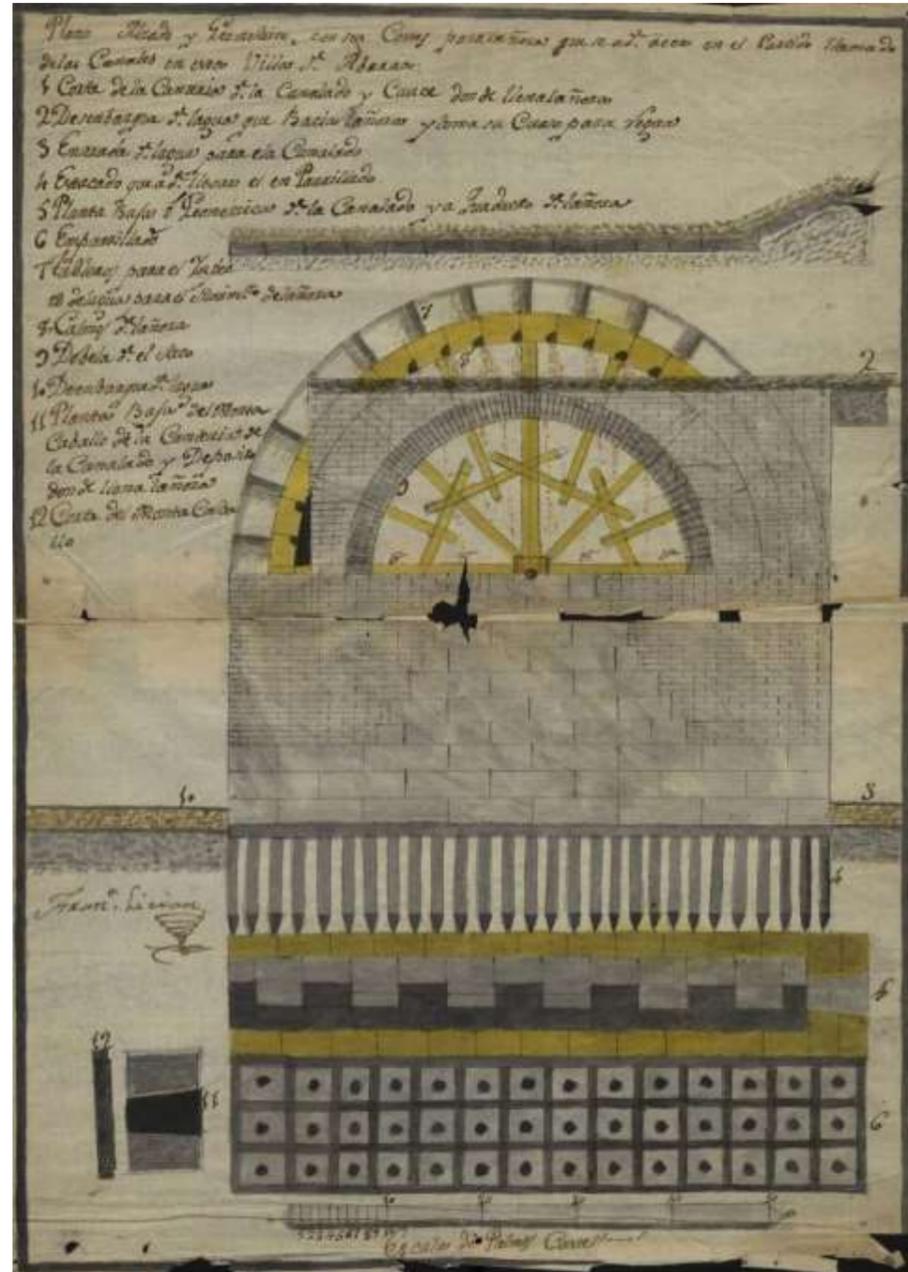
V.25. Planos de planta y sección de la Presa de las Norias. Orihuela. Archivo del Juzgado Privativo de Aguas de Orihuela.





V.26. Plano general del río Segura que comprende el Salto de Almadenes, las Presas de las acequias Don Gonzalo, Canal de la Hoya de García y del Horno. Se grafían las norias del Cañaveral y de Moxó. Cieza. Archivo de la Confederación Hidrográfica del Segura.





Plano Alzado y Geometrico con sus Cotas para la ñora que se ad. hacer en el Partido llamado de las Canales en esta Villa de Abaran:

- 1 Corte de la Cantería d. la Canalado y Cauce donde llena la ñora
- 2 Desembarque d. lagua que Bacia la ñora y toma su Curso para regar
- 3 Entrada d. lagua para ela Canalado
- 4 Estacado que ad. Llevar el en Parrillado
- 5 Planta Baja o Geometrica d. la Canalado y a Quaducto d. la ñora
- 6 Emparrillado
- 7 Tableros para el Impacto de lagua para el Movimiento de la ñora
- 8 Cajones d. la ñora
- 9 Dobela d. el Arco
- 10 Desembarque d. lagua
- 11 Planta Baja del Monta Caballo de la Canteria d. la Canalado y Deposito donde llena la ñora
- 12 Corte del Monta Caballo

Escala de Palmos Castellanos

NOTAS:  
 1 palmo castellano= 20,873 centímetros= 9 pulgadas.  
 1 pulgada= 2,32 centímetros

Según se coloca la escala gráfica del proyecto y si abatimos el alzado de la noria sobre la escala gráfica, se puede deducir que el diámetro proyectado para la rueda hidráulica sería de 12 metros e incluso algo mayor.

TRANSCRIPCIÓN DE LA LEYENDA DEL PROYECTO DE FRANCISCO LICIAN PARA LA NORIA GRANDE DE ABARAN

V.27. Proyecto de Francisco Lician para la Noria Grande de Abarán. 1805



### 5.2.2 Sistemas técnicos e hidráulicos: Las norias de corriente. Epílogo.

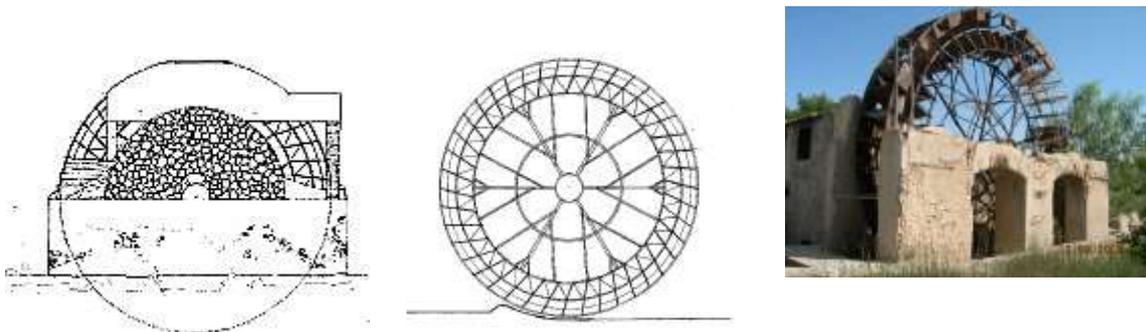
El rasgo más característico del siglo XVIII son las obras hidráulicas llevadas a cabo en Murcia, no sin problemas, desde luego. Desde el alto Segura hasta Monteagudo, pasando por Calasparra, Cieza, Abarán, Archena, Murcia, Lorca, Moratalla, Yecla, Totana, Cartagena y el Argos-Quípar, se suceden las construcciones de acequias, norias, presas y las desecaciones y puestas en cultivo de baldíos (PEREZ PICAZO y LEMEUNIER).

A principios del XIX, los regadíos de las Acequias del Horno y Los Charcos en Cieza, Charrara, Abarán, Blanca, Ojós, Ulea, Archena, Lorquí, Ceutí, Alguazas, Molina, ven incrementado su espacio irrigado por la instalación de norias de corriente. En la primera mitad del XIX, se promulgan las ordenanzas del regadío de Mula.

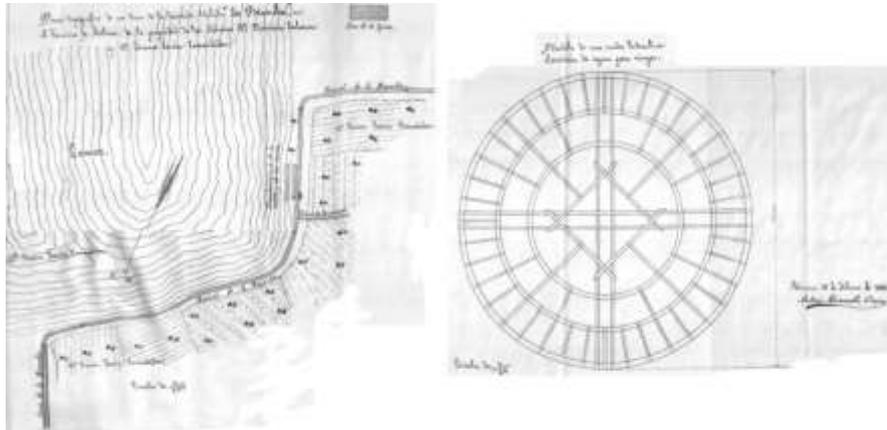
Entre la primera y segunda mitad del siglo XIX, la implantación de la mayoría de las norias de corriente de la cuenca hidrográfica del Segura, ofrece un aspecto que podríamos considerar como definitivo.

Serán de una implantación tardía, finales del XIX y principios del XX, algunas norias de diseño y construcción más evolucionadas y que sin embargo, siguen reproduciendo esquemas y materiales tradicionales.

Aparecen así norias construidas en madera, mixtas de madera y metal y otras que tienen como único material de construcción el hierro, ya sea forjado o fundido.



V.28. Noria de Los Chirrinches, Archena. Construida a principios del siglo XX, con elementos metálicos en su totalidad.



V.29. Plano de la noria de La Brancha, Molina de Segura. Proyectada a principios del siglo XX, por Antonio Hernández Crespo, con elementos de madera.

Pero, lo más habitual, es que las norias de corriente, mantengan su morfología, mayoritariamente inspirada en lo clásico, llevándose a cabo, un lento proceso de transformación por las actuaciones de reforma y mantenimiento, que acaban sustituyendo elementos de materiales frágiles, como la madera, por otros de una mayor rigidez y durabilidad, como es el hierro y el acero. Así, podríamos decir, que un porcentaje muy elevado de las norias de la cuenca, presentan a mediados del siglo XX, una estructura mixta, con elementos estructurales de hierro o acero, mientras que los elementos pasivos, no estructurales, se construyen en madera. Así que, a pesar del paso del tiempo y la inactividad, la gran mayoría de las norias de corriente de la cuenca, se mantienen ignoradas y con un elevado índice de desaparición. Sólo, algunas de ellas han mantenido una cierta "originalidad", o bien, han sido restauradas.



V.30. La azuda de Villa Rías en Archena, de estructura mixta hierro-madera, fue restaurada en los primeros años del siglo XXI



V.31. Norias como El Acebuche, en La Algaida, Archena, la de Don Carlos y de La Compañía en Molina de Segura, son norias de estructura mixta, restauradas a comienzos de este siglo, conservando gran parte de sus elementos originales.

Las actuaciones de reforma y mantenimiento llevadas a cabo en las norias de corriente de la cuenca, a menudo suponían la sustitución de elementos originales de madera, por otros metálicos, a veces, respetando la métrica original de las partes, es algo que podemos comprobar en norias como la de Salmerón en Moratalla, las de Ribera y el Olivar en Ojós, la del Conde Villar de Felices en Ulea, etc., donde cualquier resto de elementos originales en madera, han desaparecido y se conservan las norias con una estructura metálica, en su totalidad.



V.32. Noria de Salmerón. Moratalla. Las actuaciones de mantenimiento, incorporaron elementos metálicos, incluso de metalurgias distintas, de métricas diferentes a las originales, configurando finalmente, una estructura totalmente metálica, sin la presencia de elementos de madera.



V.33. La Noria de La Vicenta, en La Algaida, Archena, conservaba en 1980, algunos elementos pasivos como la canal y el guardavientos, ejecutados en madera. En la actualidad toda su estructura es metálica.

La existencia de norias de corriente, que todavía mantienen gran parte de sus elementos originales, en correspondencia con sus trazas iniciales, se detecta en una parte de la Vega Alta, en concreto, en algunas norias de las poblaciones de Blanca y sobre todo, de Abarán.

Las norias de Blanca, mantienen restos de una tipología cercana a las ruedas de inspiración clásica, estaban ejecutadas en madera, pero que sufrieron falta de actuaciones de mantenimiento, quedando abandonadas la mayoría de ellas, durante los años 80 del siglo pasado.



V.34. Las Norias de Pedro Pinar, Miguelico Núñez y Antonio Molina, al igual que otras norias de la Huerta de Arriba de Blanca, extraían y elevaban agua sólo por uno de los lados de la noria, al margen izquierdo de la acequia. Estaban construidas en madera, a excepción de los discos y el eje de giro que eran de fundición. Las fotografías están fechadas en 1965 y pertenecen al Archivo de la Confederación Hidrográfica del Segura.

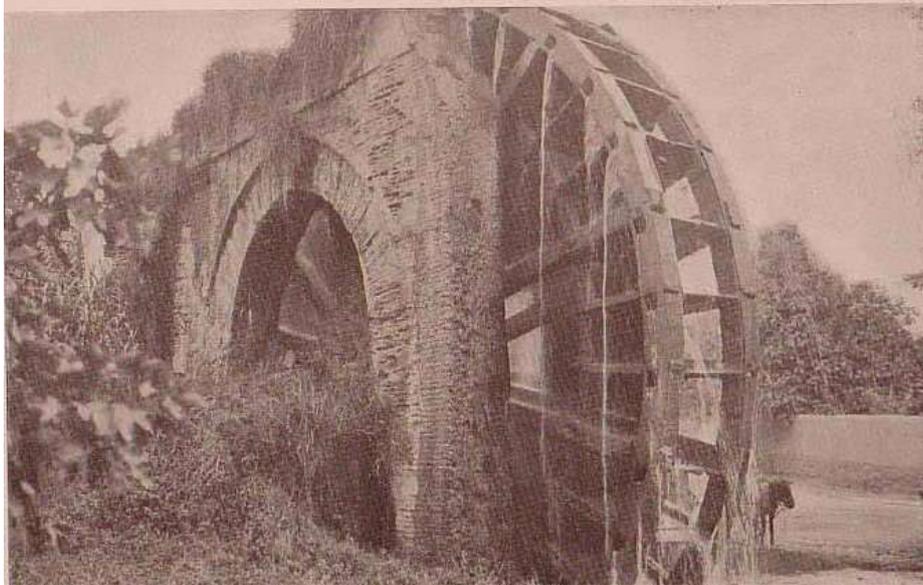
Algunas ruedas de riego en Abarán, son todavía norias funcionales y con ellas se alimentan algunos espacios agrícolas cercanos. Sus elementos estructurales y pasivos, presentan formas cercanas a influencias clásicas, construidos en madera, se conservan de forma más que aceptable, por las adecuadas actuaciones de mantenimiento.



V.35. La noria de Candelón en la acequia de Charrara, presenta una estructura totalmente metálica, fruto de una actuación de sustitución de una noria anterior. Las norias de La Hoya Don García y la Noria Grande de Abarán, son norias funcionales, de inspiración clásica, donde predominan los elementos de madera sobre los metálicos. Presentan un buen nivel de conservación, debido a las actuaciones de mantenimiento que se llevan a cabo.



V.36. La noria de Las Arboledas en Archena, de tipología mixta, con elementos metálicos y de madera, tenía unos 14 metros de diámetro y fue desmontada a mediados del siglo XX. Archivo de la Confederación Hidrográfica del Segura.



V.37. La noria de La Ñora de influencia medieval y estructura de madera, fue sustituida por otra metálica en el año 1936. Archivo de la Confederación Hidrográfica del Segura.



V.38. La noria de Felices, en la Acequia Aljufía, de influencia medieval y estructura de madera, fue demolida en los primeros años del siglo XXI. Archivo de la Confederación Hidrográfica del Segura.

## **VI - CONCLUSIONES**



## VI - CONCLUSIONES

Existe, en la cuenca hidrográfica del Segura, una casuística propia y peculiar en cuanto al diseño y construcción de norias de corriente, distinta, al resto de cuencas hidrográficas de la Península Ibérica, y, es la instalación de estos ingenios en la extensa red de canales y acequias que toman su caudal del río Segura. En el resto de la Península Ibérica, a excepción de pequeños focos en Cataluña y Aragón, la tendencia, es la de construir norias de corriente (azudas) en las riberas de los cauces de los ríos.

La evolución de las norias de corriente, no resulta ser uniforme en cada una de las vegas de la cuenca del Segura, sino que presenta características diferenciadas en cuanto a las formas arquitectónicas y materiales de construcción, así que pueden convivir tipologías distintas, incluso, a unos pocos metros de distancia, dando lugar a lo que podemos calificar como “momentos técnicos” en su evolución arquitectónica

Por tanto, la evolución arquitectónica de las norias de corriente, no presenta un código estilo propio, sino que se mantiene en evolución constante, entremezclando formas geométricas y nuevos materiales, solamente interrumpido, por su abandono.

Al igual que en otros lugares de Al-Andalus, la intervención del pueblo árabe, transformó y modeló profundamente el paisaje, de forma, que en algunos lugares de la cuenca del Segura, podemos ver claramente esa influencia, tanto en los espacios agrícolas irrigados, como en los sistemas hidráulicos construidos entonces, y que hoy día contemplamos en uso, aunque transformados.

La conquista cristiana, respetó estos espacios agrícolas y sistemas hidráulicos, con la intervención directa de los reyes cristianos, que se preocuparon por conservar antiguas costumbres. Pero la introducción de nuevas influencias estéticas, transformaron profundamente las formas y geometrías de las norias de corriente. Estas nuevas formas, hacían predominar elementos de composición clásicos, representando geometrías sencillas, en detrimento de

composiciones árabes caracterizadas por la abundancia de figuras geométricas, en un lenguaje, más denso y complejo.

La influencia clásica de la Baja Edad Media, se reflejaba en composiciones geométricas radiales, que predominaron finalmente sobre composiciones concéntricas de figuras como cuadriláteros girados formando estrellas, pentágonos, etc., propios de lenguajes orientales.

Tres momentos culturales importantes, fijaron el camino de la evolución progresiva de las norias de corriente, el periodo renacentista, donde se renuevan los diseños, siempre desde una mirada a lo *clásico*, la época neoclásica, donde la arquitectura adopta ciertas tendencias a lo *ilustrado* y finalmente la revolución industrial que aporta a los modos de producción nuevos materiales que racionalizarán el proceso constructivo.

Las norias de corriente reciben todas esas influencias y el resultado final, no deja de ser un reflejo de diversos momentos técnicos. La incorporación de perfiles de hierro y acero, al proceso constructivo, acaba desplazando a los elementos de madera, más frágiles y menos duraderos, incluso hasta llegar a su plena desaparición.

Pero, en el epílogo de las norias de corriente, a mediados del siglo XX, hemos podido observar una situación que presenta ciertas variables y que he procurado reflejar en una clasificación anterior.

En la Cuenca Hidrográfica del Río Segura, conviven dos grupos de norias:

(I) Las conocidas aquí, y en el resto de la Península, como azudas (Norias del grupo I), construidas en las riberas de los ríos con un sistema hidráulico complejo que consta de presa, canal y noria, bien fortificada mediante muros de sillares.

(II).Norias construidas en cauces artificiales o acequias, con sistemas hidráulicos propios que se caracterizan por englobar tres elementos principales, presa, canal de entrada y estructura de la noria y aliviadero-

La utilización de varios materiales de construcción en distintos momentos técnicos, acabó por generar, distintos tipos estructurales, desde los más antiguos, donde el artefacto se construía en madera, esto ocurriría hasta bien entrado el siglo XIX, hasta los primeros años del siglo XX, donde se construyeron norias con estructura plenamente metálica. El periodo comprendido entre la primera mitad del XIX y finales del mismo, las estructuras de las norias de corriente, se

construyeron de forma mixta, madera-hierro, de tal suerte, que algunas de esas estructuras se conservan fuera de servicio, pero con gran parte de sus elementos, visibles aún.

En lo que se refiere a los materiales de construcción se establece una nueva clasificación, adscribiendo las norias de corriente a los tipos A, B y C, dependiendo de si los artefactos y sus restos, presentan como material predominante la madera, una mezcla de madera y hierro o el hierro como único material.

El espacio agrícola *tradicional*, transformado desde la antigüedad por los sistemas hidráulicos propios de cada época, ha superado y amortizado, desde la primera mitad del siglo XX y mediante la utilización de medios mecánicos, la existencia de las norias de corriente que ahora esperan una oportunidad desde alternativas medioambientales y del patrimonio histórico.



## **VII - FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN**



## VII –FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

El campo de la arquitectura hidráulica, es un “lugar” donde confluyen distintas áreas del saber científico, histórico y cultural, con variadas manifestaciones, desde el origen de los tiempos y hasta nuestros días.

El presente trabajo se refiere a una pequeña parte de un todo que tuvo una aplicación directa en lo que durante muchos siglos se reconoció como la huerta murciana y sus regadíos tradicionales.

La identificación de los numerosos “sistemas hidráulicos” y de los espacios irrigados que generan, es el punto de partida donde deben situarse futuras investigaciones y que se puede sintetizar en lo siguiente:

-Reconocimiento y estudio de los espacios irrigados y los sistemas de riego inherentes a ellos.

-Estudio profundo e individualizado, de los ingenios y máquinas hidráulicas existentes en los espacios irrigados.

-El estudio pormenorizado de los elementos que componen los distintos sistemas hidráulicos y que presentan una gran riqueza arquitectónica. Debemos proponer por tanto, el estudio de los siguientes elementos:

\*Presas y azudes.

\*Acequias, canales y acueductos.

\*Ingenios y máquinas hidráulicas entre las que estarían las norias de tiro o aceñas, tímpanos, ceñiles o bombillos, molinos hidráulicos, batanes, ferrerías, molinos de papel y saltos hidroeléctricos.

\*Otros ingenios para extracción de agua del subsuelo, con mayores profundidades del nivel freático, son los molinos de viento y las norias de tiro de cadenas o rosario.



## **VIII – REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**



## VIII – REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

\*MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS. (MOP):. “Infraestructura del sistema de riegos y avenamiento de la zona regable con aguas reguladas por los embalses de cabecera de la cuenca”. Archivo de la Confederación Hidrográfica del Segura.

No se contemplan los fotoplanos correspondientes al área irrigada por los afluentes del Segura.

\*CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL SEGURA. “Relación de los aprovechamientos hidráulicos en la cuenca hidrográfica del Segura en 1929”. Archivo de la Confederación Hidrográfica del Segura.

\*CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL SEGURA.:

“Relación de los aprovechamientos hidráulicos en la cuenca hidrográfica del Segura en 1965”.

Archivo de la Confederación Hidrográfica del Segura.

\*MINISTERIO DE FOMENTO. Cartografía “España, 1:25000”, realizada con información digital. Vuelo fotogramétrico del año 2001. 2ª Edición año 2003.

\*CONSEJERÍA DE CULTURA, JUVENTUD Y DEPORTES. COMUNIDAD AUTONOMA DE LA REGIÓN DE MURCIA. Ley 4/2007 de Patrimonio Cultural de la Región de Murcia. ISBN978-84-7564-380-9.

Edita: Comunidad Autónoma de la Región de Murcia. Responsable edición: María Dolores Paz Álvarez.

-ABBOT PAYSON USHER. Historia de las invenciones mecánicas. Traducido por Teodoro Ortíz. Fondo de cultura económica. México 1941.

-ARANAZ e IZAGUIRRE, Ricardo y LORENTE y ARMESTO, Rafael. Las máquinas hidráulicas. 1894.

-BARBARO, Daniel. De Architectura. Marco Vitruvio Polion. 1556.  
<http://expobus.us.es/tannhauser/ftp/file/107.pdf>

-BARRUCAND, Marianne, BEDNORZ, Achim. Arquitectura islámica en Andalucía. Benedikt Taschen. Italia 1992. ISBN 3-8228-0679-X.

-BATE, Jhon. The Mysteries of Nature and Art .1634.

<https://archive.org/details/mysteriesofnatur00bate>

-BELIDOR de, Bernard Forest. Arquitectura Hidráulica. Architecture hydraulique, ou l'Art de conduire, d'élever et de ménager les eaux pour les différens besoins de la vie.1737 y 1739

<https://archive.org/details/architecturehydr22beli>

-BEYER, Johann Matthias. Theatrum machinarum molarium. Primera mitad siglo XVIII. <http://www.theatra.de/repertorium/ed000098.pdf>

-BESSON, Diego. Teatro de los instrumentos y figuras matemáticas y mecánicas. Editorial Alpuerto para Intemac. Madrid 1971. Depósito legal: M. 32.593-1971.

-BIANCHI, Vito. Castillos. El símbolo del poder. El Mundo Medieval, 5. RBA Revistas. Madrid 2002.

-BIRINGUCCIO, Vannuccio. Pirotechnia. 1559.

[https://archive.org/details/bub\\_gb\\_QN8Ws1gU6aEC](https://archive.org/details/bub_gb_QN8Ws1gU6aEC)

-BÖCKLER, Georg Andreas. Theatrum machinarum novum.1661.

<http://books.google.com>

- BÖCKLER, Georg Andreas Theatrum machinarum generale y Theatri machinarum hydraulicarum. 1724. <http://books.google.com>

-BRANCA, Giovanni. Le Machine.1629.

<http://www.archive.org/details/lemachinevolumen00bran>

-CALVO GARCÍA-TORNEL, Francisco. Continuidad y cambio en la huerta de Murcia. Academia Alfonso X el Sabio. Murcia 1982. ISBN 84-00-05116-5.

-CARO BAROJA, Julio. Norias, azudas, aceñas. Revista de dialectología y tradiciones populares, tomo X, cuaderno 1º y 2º.CSIC Madrid 1954.

-CARRA de VAUX-SAINT-CYR, Le Baron Bernard. Le livre des appareils pneumatiques et des machines hydrauliques, par Philon de Byzance.1902.

<http://books.google.com>

-CARRERAS y CANDI, Francisco. La navegación en el río Ebro. Notas históricas. Barcelona 1940. Prestamo Interbibliotecario UCAM, Universidad de La Laguna.

-CAUS de, Salomón.Les Raisons des forces mouvantes, avec diverses machines tant utiles que plaisantes.1615.

<http://digi.ub.uni-heidelberg.de/diglit/caus1615bd1/0001>

-CESARIANO, Cesare. De Architectura. Marco Vitruvio Polion.1521. <http://architectura.cesr.univtours.fr/Traite/Notice/BPNME276.asp?paramen>

- CHOISY, Auguste. De Architectura Marco Vitruvio Polion. 1909.  
<http://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k61029198.r=Choisy%2C+auguste.langFR>
- COLIN, George. S. La noria marocaine et les machines hydrauliques dans le monde árabe. Hesperis XIV. 1932. Prestamo Interbibliotecario Biblioteca Espinardo. UMU.
- CÓRDOBA DE LA LLAVE, Ricardo, ALBENDÍN CAÑETE, Alberto, GARCÍA MUÑOZ, José M., ORTÍZ GARCÍA, José. Puertos, azudas y norias. El patrimonio hidráulico histórico de Palma del Río (Córdoba). Fundación El Monte. Sevilla 2004. ISBN 84-8455-138-5.
- DA VINCI, Leonardo. I Codice Forster I, II y III., del Victoria and Albert Museum di Londra. Trascrizione diplomática e critica di Augusto Marinoni. Edizione nazionale dei manoscritti e dei disegni di Leonardo da Vinci, sotto l'alto patronato del Presidente della Repubblica Italiana. Edizione in facsimile sotto gli auspici della Commissione Nazionale Vinciana. Giunti Barbéra. Firenze. 1992. Giunti grupo editoriale. Firenze.
- DA VINCI, Leonardo. Codex Madrid I y II. Estudio Introductorio de Ladislao Reti. Traducción Asunción Medinaveitia. Ebrisa. Editorial Planeta de Agostini. España 1998. ISBN Obra completa: 84-395-7969-1.
- DA VINCI, Leonardo. Leonardo Infinito. Alessandro Vezzosi, con la collaborazione di Agnese Sabato. Introduzione di Carlo Pedretti. Scripta Maneant. Reggio Emilia, Italia 2008. ISBN 978-88-95847-05-4.
- DE FUSCO, Renato. Historia de la arquitectura contemporánea. Hermann Blume. Madrid 1981. ISBN 84-7214-363-5.
- DELGADO DOMINGUEZ, A. REGALADO ORTEGA M.C.  
Rotae Urionensis. Las norias romanas de Riotinto. Huelva. España. Traianus 2012. Ingeniería minera antigua y medieval.  
<http://www.traianus.net/>
- DIAZ CASSOU, Pedro. Memoria sobre los riegos del Segura. Comisión de Hacendados de la Huerta de Murcia. Año 1877. Hijos de Nogués. Murcia 1879. Archivo Municipal de Murcia. El Almudí.
- DIDEROT M., D'ALEMBERT M. Encyclopédie ou dictionnaire raisonné des sciences, des arts et des métiers, par une société de gens de lettres. A PARIS

M.DCC.LI. AVEC APPROBATION ET PRIVILEGE DU ROI. Franco María Ricci editore.Milano 1977.

-DI GIORGIO MARTINI, Francesco. IL CODICE ASHBURNHAM 361 DELLA BIBLIOTECA MEDICEA LAURENZIANA DI FIRENZE.. Trattato di Architettura di Francesco di Giorgio Martini. Presentazione di Luigi Firpo. Introduzione trascrizione e note di Pietro C. Marani.Giunti Barbéra. Firenze 1979. Giunti grupo editoriale. Prato 1994.

-DOMERGUE, Claude. Les Mines de le péninsule Ibérique dans l'Antiquite romaine. [http://www.persee.fr/doc/efr\\_0000-0000\\_1990\\_ths\\_127\\_1](http://www.persee.fr/doc/efr_0000-0000_1990_ths_127_1)

-FLUDD, Robert. Utriusque Cosmi Maioris ... Metaphysica, Physica atque Technica Historia.1617 y 162. <https://archive.org/details/utrusquecosmima02flud>

-FRONTINI, Iulii. De Architectura. Marco Vitruvio Polion. 1522. <http://fondosdigitales.us.es/fondos/libros/713/19/m-vitruvii-de-architectura-libri-decem-adiemus-sexti-iulii-frontini-de-aquaeductibus-vrbis-romae-libellum-item-nicolai-cusani-de-staticis-experimentis-fragmentum/>

-GARCIA BLÁNQUEZ, L.A. Los arcaduces islámicos de Senda de Granada. Tipología y encuadre cronológico. Arqueología y territorio medieval, 21. 2014. Universidad de Jaén. ISSN: 1134-3184.

-GARCÍA TAPIA, Nicolás. Ingeniería y arquitectura en el Renacimiento Español. Universidad de Valladolid. Valladolid 1990. ISBN 84-7762-084-9.

-GEORG ANDREAS BÖCKLER. Theatrum machinarum novum. Universidad Europe de Madrid-CEES. Madrid 1997. ISBN 84-88881-68-1.

-GEORGIUS AGRICOLA. De re metallica. Traducción de Carmen Andreu. Ediciones de arte y bibliofilia para Unión de Explosivos Río Tinto. ISBN 84-85005-16-3.

-GONZÁLEZ TASCÓN, Ignacio. 4. Obras de regadío. Felipe II. Los ingenios y las máquinas. Ingeniería y obras públicas en la época de Felipe II. Sociedad estatal para la conmemoración de los centenarios de Felipe II y Carlos V. Madrid 1998.

ISBN 84-95146-02-9.

-GONZALEZ TASCÓN, Ignacio. Fábricas hidráulicas españolas. M.O.P.U. CEHOPU - CEDEX. Madrid 1987. ISBN 84-7506-214-8.

-GONZALO y TARÍN, Joaquín. Memorias de la Comisión del Mapa Geológico de España. Descripción física, geológica y minera de la Provincia de

Huelva. Prestamo Interbibliotecario Biblioteca de Espinardo. Universidad de Murcia.

IDRISI. Geografía de España. Textos preparados por Dozy, R., y Goeje, M.J. Textos medievales, 37. Valencia 1974. Prestamo Interbibliotecario Ucam.

-IMBERT, Jean. Historia económica (de los orígenes a 1789). Traducción de Armando Sáez. Edita Vicens Vives. Barcelona 1975. ISBN 84-316-1400-5.

-INSTITUTO ANDALUZ DE PATRIMONIO HISTORICO. La rueda elevadora de agua de las minas romanas de Riotinto. Sevilla 2006. ISBN 84-8266-581-2.

-ISACCHI, Giovanni Battista. Inventioni.1579.

<http://archive.org/details/inventionidigiob00isac>

-LAGUNA, Rafael. Manual de aguas y riegos. Biblioteca enciclopédica popular ilustrada. Madrid 1878.

-LISÓN HERNÁNDEZ, Luis. Catálogo alfabético de artistas y artífices desde Archena a Cieza (SS.XVI-XIX). I CONGRESO TURÍSTICO CULTURAL DEL VALLE DE RICOTE. COMPILACIÓN DE PONENCIAS. Edita Mancomunidad de Municipios del Valle de Ricote. Abarán 2002. ISBN 84-606-3288-1.

-LLAURADO, Andrés. Tratado de aguas y riegos, tomos I y II. Madrid. 1884.

LÓPEZ CAMPUZANO M., y GARCÍA BLANQUEZ L.A. , Y OTROS. Poblamiento rural romano en el sureste de Hispania. Coordinado por José Miguel Noguera Celdrán. Universidad de Murcia. 1995. ISBN 84-7684-632-0.

-LOPEZ DE LA PLAZA, Gloria. Historia de los riegos en España ( ..a.C-1931). A.C. ALMUDAYNA, UCM. Ministerio de agricultura, pesca y alimentación. Madrid 2002. ISBN 84-491-0534-X.

-MALPICA CUELLO, Antonio y otros. El agua en la agricultura de Al-Andalus. El Legado Andalusí-Lunweg Editores. Madrid 1995. ISBN 84—7782-340-5.

-MANZANO BELTRÁN, Pedro.E., y OJEDA CALVO, Reyes. La rueda elevadora de agua de las minas romanas de Riotinto: memoria de intervención. P.H. cuadernos.Junta de Andalucía, Consejería de Cultura. Sevilla 2006. ISBN 84-8266-581-2.

-MARCO VITRUVIO, Polión. Los diez libros de arquitectura. Traducido por el clérigo José Ortiz y Sanz. Edición AKAL. Madrid 1987. ISBN 84-7600-216-5.

-MARTORELL, Antonio. Visita a los ríos Júcar y Cabriel. Memoria descriptiva. 1878. Imprenta de José Domenech, Valencia 1879

-MIELI, Aldo. Panorama general de historia de la ciencia. La época medieval, mundo islámico y occidente cristiano. Espasa-Calpe. Buenos Aires 1946. Depósito 11723.

-MOROS Y MORELLON, José. Descripción Geográfico-Estadística del río Júcar. Resultados de los reconocimientos practicados en dicho río en Junio de 1845 y en Abril de 1846. Imprenta de Benito Monfort. Valencia 1847.

-MORRIS.ROBERTS, John. Historia antigua. Desde las primeras civilizaciones hasta el renacimiento. Ed.: BLUME. Barcelona 2005. ISBN 84-8076-573-9.

-NAVONI, Marco. Leonardo da Vinci y los secretos del Códice Atlántico. Art Blume. Barcelona 2012. ISBN 978-84-9801-663-5.

-PAVON MALDONADO, Basilio. Tratado de Arquitectura Hispano-Musulmana. Tomo I Agua. CSIC. Madrid 1990. ISBN 84-00-07070-4.

-PEDRETTI, Carlo y otros. Leonardo arte y ciencia. Las máquinas. Giunti Gruppo Editoriale y Susaeta Ediciones. Madrid.

-PÉREZ PICAZO, Teresa LEMEUNIER, Guy, El proceso de modernización de la Región Murciana (Siglos XVI-XIX). Murcia, 1984.

-PERRAULT, Claude. De Architectura. Marco Vitruvio Polion. 1673.  
<http://dx.doi.org/10.3931/e-rara-16417>

-PONZ, Antonio. Viage de España, en que se da noticia de las cosas más apreciables y dignas de saberse , que hay en ella. Dedicado al Príncipe nuestro señor. Madrid 1787

-RAMELLI, Agostino. Le diverse et artificiose machine.1588.  
<http://cnum.cnam.fr/redirect?FDY3>

-REINAUD, M., y LE BON, M. Géographie D'Aboulfeda. París 1840.  
<http://books.google.com>

-REULEAUX, Franz. Kinematics of machinery. 1876  
<http://www.archive.org/details/kinematicsofmach00reuluoft>.

-REULEAUX, Franz. Los Grandes Inventos en todas las esferas de la actividad. Traducido por Enrique Urios y Gras. Madrid 1888.

-REYNOLDS TERRY S. Stronger than a hundred men. A history of the vertical wáter Wheel. The Johns Hopkins University Press. 1983-1988. ISBN 0-8018-2554-7. AACR2.

-RÍOS MARTÍNEZ, Ángel y Otros. Grupo de Trabajo Valle del Segura. Cultura hídrica Blanca y su entorno. Materiales de apoyo para la docencia. Consejería de Educación, Formación y Empleo de la Región de Murcia. Murcia 2010. ISBN 978-84-693-4956-4.

-RODRIGUEZ LLOPIS, Miguel, MARTINEZ CARRION, José Miguel. Atlas histórico de la Región de Murcia y su antiguo Reino. Seneca. Murcia 2006. ISBN 84-935446-0-4.

-ROSTOVZEFF, M. Historia social y económica del Mundo Helenístico, I y II. Prestamo Interbibliotecario Biblioteca de Espinardo. Universidad de Murcia.

-SEVILLA de, San Isidoro. Etimologías. Traducido por Oroz Reta J., y Marcos Casquero M.A. Biblioteca de autores cristianos. Madrid 2009. ISBN 978-84-7914-726-2.

-SION, J. Asia Monzónica China y Japón, traducido por María de Bolós. Geografía Universal Tomo XII. P. Vidal de la Blanche y L. Gallois. Montaner y Simón. Barcelona 1959. Depósito legal. B. 8907-XII.

-STRADA, Jacques. Dessing artificieux de touts sorts des moulins. 1617  
<http://ebooks.library.cornell.edu/cgi/t/text/textidx?c=kmoddl;cc=kmoddl;view=toc;subview=short;idno=kmod036>

-THOMAS HOFMEIER, PETER KIDD, JORG VOLLNAGE. Splendor Solis Harley Ms.3469. (Tratado de alquimia facsímil). Edita Manuel Moleiro. Barcelona 2011. ISBN 978-8496400-66-5.

-TORRES BALBAS, Leopoldo. Norias fluviales en España. Al andalus Tomo V. 1º. Biblioteca Antonio Nebrija, UMU.

-TORRES BALBAS, Leopoldo. La Albolafia de Córdoba y la gran noria Toledana. Al andalus Tomo VII. 3º. Biblioteca Antonio Nebrija, UMU.

-TORRES BALBAS, Leopoldo. Ciudades hispano-musulmanas. Instituto hispano-árabe de cultura. Madrid 1985. ISBN 84-7472-062-1.

-TORRES FONTES, Juan. Repartimiento y repoblación de Murcia en el siglo XIII. Academia Alfonso X el Sabio. Murcia 1990. ISBN 84-87408-17-6.

-TURRIANO, Juanelo. Los Veintiún Libros de los Ingenios y Máquinas de Juanelo Turriano. Transcripción del manuscrito con Prólogo de Pedro Laín

Entralgo y reflexiones de José Antonio García-Diego. Fundación Juanelo Turriano, Biblioteca Nacional. Ministerio de Cultura. Ediciones Doce Calles. Madrid 1996. ISBN Obra completa: 84-87111-78-5.

-VELASCO de, Lázaro. De Architectura. Marco Vitruvio Polion. Primera traducción al castellano. S.XVI. Biblioteca Pública de Cáceres. Figura en primera página R.2530.

-VERA NICOLÁS, Pascual. Murcia y el agua: Historia de una pasión. Asamblea Regional de Murcia y Real Academia Alfonso X el Sabio. Murcia 2005. D.L. MU-2229-2005.

-VERANZIO, Fausto. Machinae Novae. 1595. <http://books.google.com>

-ZANOBONI, María Paola. La industria de las armas. El Mundo Medieval, 8. RBA Revistas. Madrid 2002

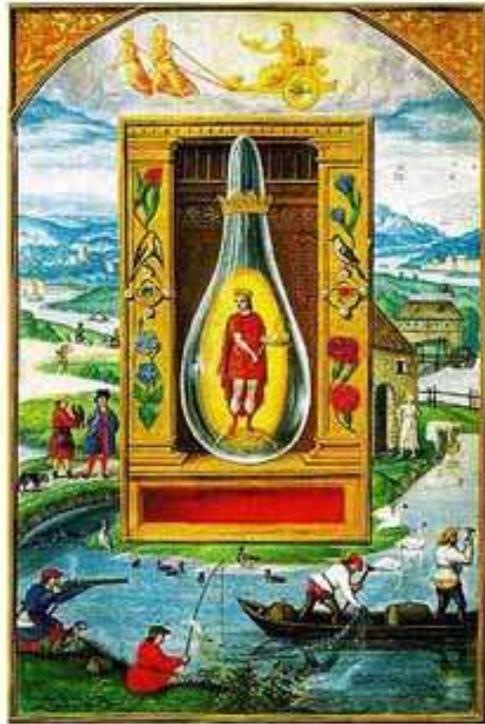
-ZEISING, Heinrich. Theatrum machinarum. 1612

<http://diglib.hab.de/drucke/od-438-2s/start.htm>

-ZONCA, Vittorio. Novo teatro di machine et edificii. 1607

<http://www.archive.org/details/novoteatrodimach00zonc>

- BENEVOLO, Leonardo. Historia de la Arquitectura moderna. Editorial Gustavo Gili. Barcelona 1982. ISBN. 84-252-0797-5



Noria de corriente medieval. Splendor Solis. Tratado de Alquimia. S.XVI.