

# CONSIDERACIONES SOBRE EL FUNCIONAMIENTO DE RUEDAS DE CORRIENTE ELEVADORAS DE AGUA, EN EL TRAMO ALTO DEL VALLE DEL SEGURA

*José Banegas **Otíz***

Ingeniero Técnico Agrícola

*José M<sup>a</sup> Gómez Espín*

P.T.U. Análisis Geográfico Regional

## RESUMEN

En el Valle del Segura, especialmente en su tramo alto conocido como «Valle de Ricote», la expansión del regadío se ha realizado prolongando y enlazando acequias, y situando en ellas ruedas de corriente elevadoras de agua. En este trabajo se estudian la adaptación de las obras de embocadura (acequias) para la instalación en su seno de estos ingenios hidráulicos, la particularidad de su movimiento armónico, así como las características del aprovechamiento de la potencia motora que le suministra la acequia. Para ello se presenta el análisis de los ensayos realizados con la «Noria de la Hoya de Don García», situada en la margen izquierda del Valle del Segura.

**Palabras clave:** Ruedas de corriente elevadoras de agua. Análisis del funcionamiento. Valle del Segura.

## ABSTRACT

**Considerations on the working of current elevating water wheels in the high stretch of the Segura Valley.**

In the Segura Valley, specially in its high stretch known as «Valle de Ricote» («Ricote Valley»), irrigation expansion has taken place by extending and linking ditches, and by placing in them current elevating water wheels. In this paper we study how the ditches have been adapted for the installation in them of the above mentioned hydraulic devices. We also study the peculiarities of their nonrhythmic movements, together with the characteristics of the use of the motive power provided by the ditch. For this purpose, we present the analysis of the tests done on the «Noria de la Hoya de Don García» («Hoya de Don García Water Wheel»), located on the left bank of the Segura Valley.

**Key words:** Current elevating water wheels. Analysis of working. Segura Valley.

## 1. INTRODUCCIÓN

Una de las características del regadío, en el tramo alto del Valle del Segura, ha sido su extensión ligada a la capacidad de elevar agua.

El río Segura, aprovecha una serie de fracturas para tajar el graderío del relieve regional. De Cieza a Alcantarilla adopta una dirección NW-SE y da lugar a un valle encajado-disimétrico-en forma de rosario, en el que se suceden estrechos como las Canales, Solvente, etc.; con sectores de mayor amplitud como las hoyas y cubetas de Don García, Abarán, Blanca, etc.

En este marco, con un espacio fraccionado y fuertes pendientes (tanto del curso que discurre por su fondo, como de las vertientes), conocido como «Valle de Ricote»; la expansión del regadío se ha producido derivando las aguas del Segura por sus márgenes a los restos de llanos de inundación (especialmente a las terrazas fluviales más bajas) y elevando el agua a las laderas (terrazas más altas y glacia).

Para ello, ha habido que establecer de forma escalonada infraestructuras hidráulicas básicas como las presas o azudes; en el trazado de las acequias hubo que excavar galerías para atravesar espolones rocosos (como las Canales en Abarán); y construir alcantarillas, acueductos y sifones, con objeto de salvar la escorrentía de barrancos y ramblas que confluyen en el Segura. Al ser reducida la superficie que por gravedad se podía regar de estos sistemas de azud-acequias, se situaron ruedas de corriente para elevar el agua a cota superior al trazado de estos cauces.



FIGURA 1. Valle del Segura, aguas abajo del Azud de Ojos. Sector «Valle de Ricote».

En la forma de este sector del Valle, en sus acusadas pendientes, en la experiencia hidráulica de las gentes que lo pueblan, radica el gran número de presas o azudes, la reducida longitud de las acequias, y el gran número de ruedas de corriente elevadoras de agua en el «Valle de Ricote».

De ahí que los aparatos elevadores de agua, han tenido y tienen un papel primordial en el desarrollo de la agricultura de esta comarca. El valle cuenta con un numeroso conjunto de grupos motobomba de los de mayor potencia y antigüedad de la Región. Junto a ellos motores subsisten otros artilugios, que fueron en el pasado básicos para extender la «huerta» en las márgenes del río. y que hoy en día, además de seguir siendo funcionales, se han convertido en elementos del patrimonio cultural: las norias.

## 2. CARACTERÍSTICAS DE ESTAS NORIAS

El grupo de norias más importante del Valle de Ricote se encuentra en el municipio de Abarán. Este conjunto de norias abarano era formado por siete aparatos, cinco de ellos observables todavía, de los que cuatro se mantienen en funcionamiento.

**Noria Grande de Abarán.** Es de los aparatos de mayor diámetro de la Región que mantiene su función. con 11,92 metros; una anchura de 1,20 metros, 32 radios, 64 palas de perfil plano y un total de 128 cangilones. El primer proyecto de construcción es de 1805. debido a Francisco Lician. Reconstruida en 1951 bajo la dirección del maestro Nicomedes Caballero. por encargo de la Comunidad de Regantes, que es su propietaria. Toda ella de madera salvo el eje y los platos metálicos de los que parten los radios. Está situada al final de la Acequia Principal, en el paraje conocido como Molino de Papel, en la margen izquierda del río y muy cercana al casco urbano.

**Noria de la Hoya de D. García.** Es un aparato de 8,10 metros de diámetro, una anchura de 1,05 metros, 24 radios, 48 palas de perfil plano y un total de 96 cangilones. Está hecha con los mismos materiales que la anterior y situada en la misma acequia. pero más cercana a su cabecera. Se cita la Añora de la Hoya de Don García en documentos de 1818, 1837 y 1841. Hay que destacar de ella su buen estado de conservación.

**Noria de Candelón.** Tiene 6 metros de diámetro, una anchura de 48 centímetros. 16 radios, 40 palas de perfil plano y 40 cangilones. Está situada en la margen derecha del río, sobre el cauce de la Acequia Charrara. Del aparato inicial, en madera, se tienen datos de 1850. Fue reconstruida en 1988. La nueva es una copia exacta de la que le precedió pero en esta ocasión metálica.

**La Ñorica.** Es la noria más pequeña de las que están en funcionamiento, con un diámetro de 4 metros, una anchura de 40 centímetros, 20 radios, 40 palas de perfil plano y 40 cangilones. También metálica y situada sobre la Acequia Charrara.

**Noria de Félix Cayetano.** Está casi en su totalidad destruida. Tenía 6 metros de diámetro, de madera y situada en la Acequia Mayor de Blanca, en el paraje conocido como la Carrahila.



FIGURA 2. Noria Grande de Abarán. Acequia Principal, margen izquierda del Segura.



FIGURA 3. Noria de la Hoya de Don García. Acequia Principal, margen izquierda del Segura.



FIGURA 4. Noria de Candelón. Acequia Charrara, margen derecha del Segura.

## Elementos que las constituyen

Las norias están formadas por un eje, que es su centro geométrico pero no su centro de masas. En las norias que son de madera, la Noria Grande y la Noria de la Hoya, el eje es de hierro dulce, material de uso en la época en que se construyeron, debido a que el hierro dulce, en caso de partirse, puede volver a soldarse y el hierro fundido no. Los que diseñaron la noria pensaron en la posibilidad de que algún día pudiera quebrarse el eje. De hecho, la Noria Grande tiene el eje soldado, tras ser reparada con éxito de una avería.

El eje descansa sobre unos cojinetes que suelen ser de un material más blando que el del eje, para que el efecto de la fricción sea menor en éste. La fricción entre el eje y el cojinete es, como más adelante veremos, una de las cuestiones más importantes en el funcionamiento de estos aparatos.

A pesar de que el cojinete está constantemente engrasado, el peso de la noria es tan grande que hace que la película de grasa que se forma entre el eje y el cojinete sea muy delgada, y por consiguiente el efecto de esta lubricación pequeño. Es decir, la fricción se produce casi en seco. Esto provoca un fuerte desgaste del eje. En una de las ocasiones en que se reparó la Noria Grande, se vio que el eje había perdido dos centímetros por su fricción con el cojinete, por lo que fue necesario poner una camisa entre el eje y el cojinete.

En cada extremo del eje existen sendos platos metálicos de los que parten los radios. Estos platos metálicos están hechos de hierro fundido. Era más barato que el hierro dulce y sufre menos desgaste.

Los radios son del mismo material del que está hecha la noria, de madera o metálicos. En el caso de la Noria Grande y de la Noria de la Hoya de D. García, los radios están hechos de madera; en las otras dos norias son metálicos. Cada pareja de radios situados a la misma altura están unidos por unos travesaños, del mismo material que la noria y en forma de aspa.

En el extremo de los radios se encuentra la corona. Esta es el conjunto formado por la cercha y los cangilones, que van adosados a ella. La cercha es una pieza de madera, o en su caso metálica, de aproximadamente un palmo de anchura y un par de centímetros de grosor en el caso de la Noria Grande, que con su forma *curvada* le va dando a la noria su redondez características. Definida así la corona, podemos decir que todas las norias tienen dos coronas, de las que al menos una tiene cangilones.

## Consideraciones sobre el estudio técnico

La bibliografía sobre las norias es predominantemente de carácter histórico, etnológico y geográfico; poco existe sobre el aspecto técnico. Este trabajo pretende abundar en dicho aspecto, para lo cual hemos contado con la ventaja de tener en el Valle de Ricote el importante conjunto abaranero de norias en funcionamiento.

Este estudio se ha centrado en la noria de la Hoya de D. García, por varios motivos: por su tamaño, por su buen estado de conservación y sobre todo por su situación. La noria está situada en un tramo de la Acequia Principal que se encuentra sin cimbrar tanto aguas

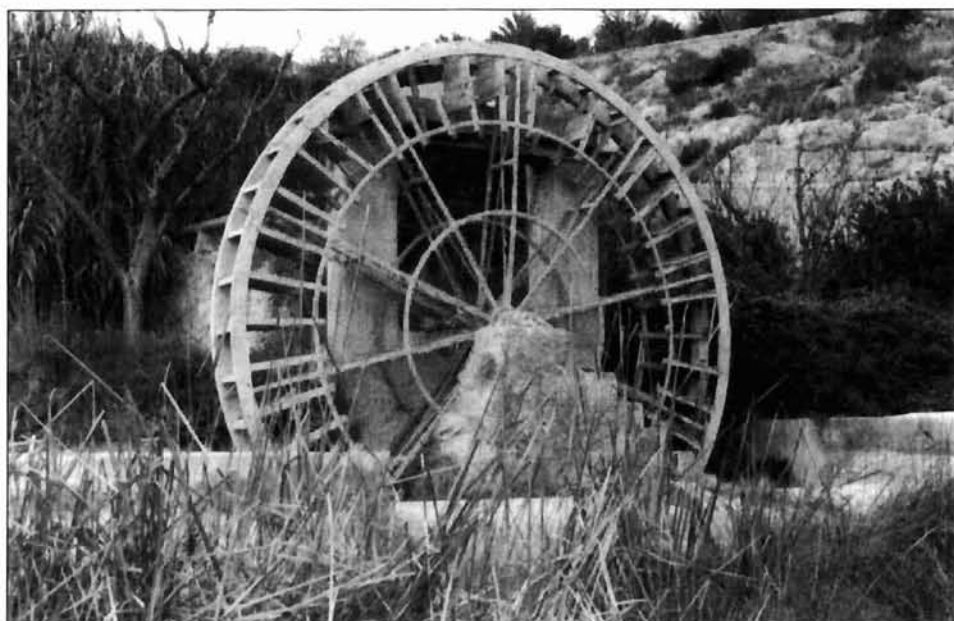


FIGURA 5. Ñorica. Acequia Charrara, margen derecha del Segura.



FIGURA 6. Restos de la Noria de Félix Cayetano. Acequia de Blanca, margen izquierda del Segura.

arriba como aguas abajo de la misma, y el aparato no se encuentra rodeado de paredes. al contrario de lo que sucede con la Noria Grande (para protegerla del viento). Todos estos factores permitan que la experimentación fuese más fácil, y en definitiva que se pudiera hacer más cantidad de ensayos con la Noria de la Hoya que con la Noria Grande. Por consiguiente, cuando hablemos de noria y de acequia entenderemos la Noria de la Hoya de Don García y la Acequia Principal.

### **3. ADAPTACIÓN DE LAS OBRAS DE EMBOCADURA**

De gran importancia para el funcionamiento de la rueda elevadora es el acondicionamiento del tramo del cauce que la contiene.

#### **Cálculo del desnivel de la acequia**

Se hizo una primera medición del desnivel, con la acequia llena. El resultado obtenido no es habitual: aguas arriba de la noria, la pendiente de la solera de la acequia es ascendente. Es decir, aguas arriba de la noria el fondo de la acequia está cuesta arriba en vez de estar cuesta abajo. que sería lo más normal. Ese desnivel se va haciendo más suave conforme nos vamos acercando a la noria, y al pasar ésta, aguas abajo, la pendiente se hace descendente, el fondo de la acequia está cuesta abajo.

Con la acequia vacía, se procedió nuevamente al cálculo de su desnivel, obteniendo idéntico resultado: aguas arriba de la noria, la acequia tiene pendiente ascendente.

#### **Cálculo de la sección**

Inmediatamente después de vaciada la acequia, aprovechamos que las paredes todavía estaban húmedas y se definía perfectamente la sección mojada para proceder a su medición. Se midió la sección de varios puntos antes de llegar a la noria, así como la sección de la acequia debajo de la noria y en el aliviadero, «acequia muerta» o «paso bajo», por el que se puede derivar el agua de la acequia y de esa manera parar la noria.

Aguas arriba y aguas abajo de la noria, la sección de la acequia es trapezoidal o en forma de pirámide invertida. Sin embargo debajo de la noria la sección es rectangular y la noria está tan encajada en ella que parece que roza con las paredes. Si debajo de la noria la sección fuese trapezoidal, el agua de los laterales no incidiría sobre las palas y disminuiría la potencia que la acequia suministra a la noria.

Por otra parte, la acequia va reduciendo suavemente su sección conforme se va acercando a la noria, aguas arriba de la misma, y cuando llega donde está la Noria de la Hoya, de la solera de la acequia sale una pared vertical de aproximadamente medio metro de alta, sobre la que hay una rejilla para evitar que pase la maleza.

## **El Decantador**

Nos encontramos que la pendiente es ascendente, la sección se va reduciendo y hay una pared vertical inmediatamente antes de que el agua entre en la noria.

Indudablemente, esta disposición de la acequia no podía ser caprichosa. Esto significaba que existía una razón, más exactamente una función, que había que buscar. Esa pared vertical es realmente un decantador, al que le hemos encontrado varias funciones. En primer lugar, hace que disminuya la velocidad de las capas más profundas del agua de la acequia, provocando el depósito de los materiales pesados que lleva en suspensión. De esa manera, dichos materiales no penetran debajo de la noria, separada escasos centímetros de la solera, evitándose que queden encajados entre noria y solera, con gran peligro de rotura para la primera. Esta pared también hace que justamente a la entrada de la noria la sección se reduzca bruscamente, con lo que la velocidad del agua debajo de la noria es mayor que en otros tramos de la acequia. Y precisamente en esa pared vertical se inicia la pendiente que adquiere la solera debajo de la noria, de gran importancia para el funcionamiento de la misma como más adelante veremos.

En nuestra opinión, esta disposición de la acequia persigue tres objetivos: proteger la noria de los materiales que arrastra la acequia (Decantador), aumentar la velocidad del agua a su paso por la noria (disminución de la sección, pared vertical) y proporcionar a la solera debajo de la noria una pendiente importante que es el origen de la mayor parte de la potencia que mueve la noria.

## **4. EL MOVIMIENTO ARRÍTMICO DE LA NORIA. EL «CUARTO PESAO»**

Tanto en la Noria Grande como en la Noria de la Hoya, se observó que en cada vuelta que da la rueda llega un momento que ésta se frenaba para volver a recuperarse más tarde. Es decir, el giro de la noria no se produce con movimiento uniforme, sino que tiene desaceleraciones y aceleraciones. Algunos agricultores que a lo largo de su vida han tenido una estrecha vinculación con estos aparatos, lo atribuían a lo que ellos llaman el «cuarto pesao», un cuarto de noria que pesa más que los demás.

Para comprobar si existía o no el cuarto pesao, con la acequia vacía y la noria parada, pusimos en los radios de la noria cuatro señales de color rojo, una cada tres radios. De esa manera, la noria, que tiene doce radios, quedaba dividida en cuatro cuartos. En uno de los muros que sostienen el canal de recogida del agua, situado en la parte opuesta a la subida de los cangilones llenos, pusimos otra señal roja que nos sirviera de referencia. Es importante reseñar que los cuartos pasan por la señal de referencia cuando sus cangilones se encuentran vacíos y se disponen a penetrar en el cauce y llenarse de agua. Con este dispositivo y un buen cronómetro, podíamos calcular el tiempo que tarda la noria en dar una vuelta completa con cuatro señales distintas, pero además, podíamos calcular el tiempo que tardaban en pasar dos señales consecutivas por la señal de referencia, es decir, el tiempo que tardaba en pasar por la señal de referencia cada cuarto de la noria.

Los resultados fueron los siguientes. El tiempo que tarda la rueda en dar una vuelta completa es aproximadamente el mismo con cualquiera de las cuatro señales (en ese





FIGURA 7. Elementos constitutivos de la noria. Se aprecia el eje, los cojinetes, los platos metálicos y los radios.

momento osciló entre 38,61 y 38,86 segundos). Sin embargo, el tiempo que tardaba en pasar cada cuarto por la señal de referencia era distinto (10,40 s. para el primero, 10,64 para el segundo, 9,14 para el tercero y 8,77 para el cuarto).

El cuarto que más tiempo tarda en pasar (el segundo, con 10,64 segundos), está en posición enfrentada con el cuarto que menos tiempo tarda en pasar por la señal de referencia (el cuarto, con 8,77 segundos). Hay que destacar, que la diferencia de tiempos entre el cuarto más lento y el más rápido, supone más de un 20% del tiempo del más rápido, porcentaje lo suficientemente importante como para pensar que este cuarto rápido es un cuarto pesao.

Cuando el cuarto pesao está subiendo con los cangilones llenos de agua (el cuarto nº 4), está subiendo la parte más pesada de la noria. Esta se frena y hace que el cuarto que en ese momento está pasando por la señal de referencia, situada en la parte opuesta de la subida, (el segundo cuarto), que baja con los cangilones vacíos para volver a meterse en la acequia, sea el más lento en pasar por la señal de referencia (10,64 s.).

Por el contrario, cuando el cuarto pesao ha vaciado sus cangilones inicia el descenso, la noria se acelera haciendo que sea el más rápido en pasar por la señal de referencia (8,77 s.).

Existen diversas hipótesis para explicar el cuarto pesao, todas ellas sin verificar. Los agricultores que nos hablaron de él, lo atribuyen a la hinchazón de la madera de la noria: cuando la noria está parada y la acequia llena, hay una parte de ella que permanece dentro del agua, y el resto fuera. La madera absorbe agua y esto hace que esa parte sumergida pese más que el resto.



FIGURA 8. Elementos constitutivos de la noria. Detalle de la corona formada por cercha y cangilones.

de la noria, el caudal que sacaba ésta, el tiempo que tardaba en dar una vuelta completa y el caudal derivado a la acequia muerta.

### Caudal que saca la noria

El caudal máximo que sacaba la Noria de la Hoya cuando estuvimos haciendo las mediciones fue de 42.23 l/s, un caudal muy importante e incluso mayor que el que saca la Noria Grande, de mayor diámetro que la Noria de la Hoya, sobre los 25 l/s. La Noria Grande saca menos agua, porque a su funcionamiento le ha perjudicado la localización actual del partididor, situado pocos metros más atrás de la noria, y en el que la Acequia Principal se desdobra en la Acequia de Abarán y la Acequia de Blanca. El partididor ha perjudicado a la Noria Grande doblemente. Por una parte ha disminuido la velocidad del agua, y por otra ha aumentado la altura de la columna de agua a la salida de la noria, lo que ha provocado que se reduzca la diferencia de alturas entre la entrada y la salida del agua de la noria, es decir, ha hecho que el salto sea más pequeño, produciendo una reducción en la potencia que la acequia suministra a la noria.

## 5. BALANCE DE POTENCIAS Y RENDIMIENTOS

### Planificación de los ensayos a realizar

El siguiente paso en el trabajo fue hacer un balance de potencias y rendimientos. Para ello, una vez que conocíamos todas las características geométricas de la acequia y la noria, y con un buen instrumento para medir la velocidad del agua, ideamos el siguiente ensayo. A la entrada de la Noria de la Hoya existe una compuerta. La idea era abrir la compuerta varias veces, con el fin de derivar el agua a la acequia muerta, y de esa manera observar como se comportaba la noria con diversos caudales de agua entrante.

Se hicieron cuatro ensayos, uno con la compuerta cerrada, y otros tres en los que se abría, cada vez un poco más, la compuerta, con lo que a la noria le iba entrando en cada caso menos cantidad de agua.

En cada uno de los ensayos se midió la velocidad del agua a la entrada y la salida



FIGURA 9. Azud y toma de la Acequia Principal. Paraje «El Menjú».

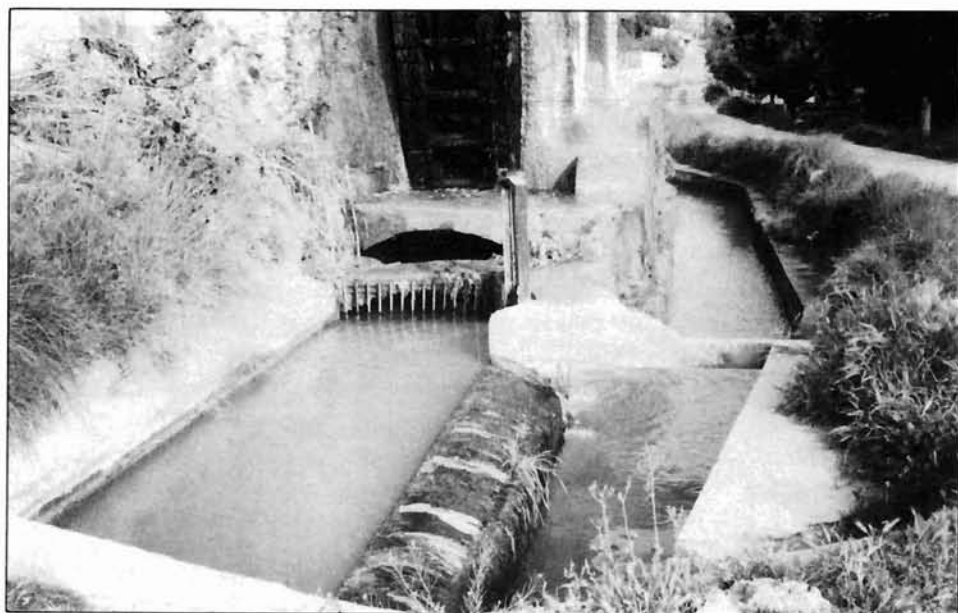
FIGURA 10. El Decantador: pared vertical que sale de la solera. Se aprecia sobre él la rejilla metálica; el inicio de la pendiente de la solera debajo de la noria y la compuerta que comunica con el aliviadero.

### Origen de la potencia que mueve la noria

En los cuatro ensayos que hicimos, la diferencia entre la velocidad del agua a la entrada y a la salida de la noria era muy pequeña. Esto tiene como consecuencia que la potencia suministrada por la acequia a la noria se debe más a la diferencia de nivel entre la entrada y la salida del agua de la noria, es decir al salto, que a la velocidad que ésta lleve.

Precisamente por eso, tanto en la Noria de la Hoya como en la Noria Grande, el fondo de la acequia tiene una pendiente importante, que comienza justo en la pared





(a)



(b)

FIGURA 11. Aliviadero, «acequia muerta» o «paso bajo», por el que se deriva el agua del cauce principal.

vertical en el caso de la Noria de la Hoya. Y la noria no está situada en el centro de la pendiente, sino al final de ella para aprovechar mejor el salto del agua.

Al situar la noria al final de la pendiente, la circunferencia de la noria roza con la solera de la acequia, no olvidemos que la solera está inclinada, y por eso hubo que hacer un hueco o rebaje en dicha solera, como el que tiene la Noria Grande.

### El Deslizamiento

Uno de los aspectos más importantes del balance de potencias y rendimientos de este trabajo, es lo que hemos denominado Deslizamiento. Con este nombre se ha designado la velocidad relativa existente en-

tre la velocidad del agua de la acequia y la velocidad, en este caso lineal, de la noria.

El concepto de velocidad relativa nos dice cuanto vale la diferencia de velocidades existente entre dos móviles. En nuestro caso los dos móviles son el agua de la acequia y la noria.

Hemos detectado en todos los ensayos que hicimos, que la velocidad que llevaba el agua de la acequia era siempre mayor a la velocidad lineal de la noria. Es decir, existe una velocidad relativa, una diferencia de velocidades, entre la velocidad del agua de la acequia, más rápida, y la velocidad lineal de la noria. más lenta.

El efecto de esta velocidad relativa lo podríamos explicar diciendo que es como si el móvil más lento, la noria, estuviese parada, y el móvil más rápido, el agua de la acequia, circulase a través de ella sin moverla. Es decir. es como si el agua de la acequia se «deslizase» a través de la noria. sin empujarla. Precisamente por ello a esta diferencia de velocidades entre estos dos móviles la hemos llamado Deslizamiento.

### **Consecuencias del Deslizamiento**

La importancia del deslizamiento reside en el hecho de producir una pérdida de potencia que no podrá ser aprovechada por la noria. Y esa importancia será tanto mayor, cuanto mayor sea la diferencia entre la velocidad del agua de la acequia y la velocidad de la noria.

Como se ha dicho, fueron cuatro los ensayos que hicimos con la noria, en los que íbamos levantando progresivamente la compuerta y a la noria le entraba cada vez menos cantidad de agua.

Esa disminución del caudal de agua entrante produjo una reducción en la velocidad del agua de la acequia y una reducción todavía mayor de la velocidad de la noria. Luego la disminución del caudal de agua que entra a la noria, produce, por lo general, un aumento del deslizamiento. Esto se cumplió en todos los casos menos en el segundo, que fue el de mayor rendimiento. En el último de los cuatro casos, en que a la noria le entraba el menor de los cuatro caudales y ésta se movía muy lentamente, la pérdida de potencia debida al deslizamiento supuso nada menos que un 60% de la potencia que la acequia pone a disposición de la noria. La consecuencia final del deslizamiento es precisamente ésta, que parte de la potencia que la acequia pone a disposición de la noria se pierde y no puede ser aprovechada por ella.

Pensamos que el origen del deslizamiento es un problema de diseño de la noria. Si la noria fuese capaz de tener una velocidad lineal lo más aproximada posible a la velocidad del agua de la acequia, aprovecharía casi toda la potencia que la acequia pone a disposición de la noria. Y en nuestra opinión esto depende, entre otros factores, de la forma que tenga la pala. La pala debería tener la forma de una curva tal. que hiciese que el deslizamiento fuese cero o lo más próximo a cero.

### **Análisis de los resultados del primero de los ensayos**

Para describir el balance de potencias al que llegamos con la Noria de la Hoya, lo haremos exponiendo el primero de los cuatro casos, y lo complementaremos con un cuadro de los restantes.

En este caso la compuerta estaba bajada, y a la noria le entraba todo el caudal que llevaba la acequia. A la potencia que lleva la acequia antes que el agua entre en la noria, la hemos llamado Potencia Entrante. En ese momento la acequia disponía de una potencia entrante de 12,79 kilowatios (kw). Un poco más de la mitad, 6,69 kw es la potencia que lleva la acequia después de haber pasado por la noria, y por tanto es una potencia que no puede estar a disposición de ésta; a esta potencia la hemos llamado Potencia Saliente. La diferencia entre ambas potencias expuestas, la entrante menos la saliente, es la potencia que la acequia pone a disposición de la noria y a la que hemos denominado Potencia Accionante, aproximadamente 6,1 kw. De estos 6,1 kw que la acequia pone a disposición de la noria, 1,18 kw se pierden por el hecho de que la velocidad del agua de la acequia sea mayor que la velocidad lineal de la noria, es decir, se pierden debido al Deslizamiento; y a la potencia que se pierde por él, esos 1,18 kw, la hemos llamado Potencia Perdida por Deslizamiento. De esta manera solamente 4,9 kw se emplean realmente en mover la noria. A esta potencia que realmente mueve la noria la hemos llamado Potencia Motriz.

Los 4,9 kw que realmente mueven la noria, se utilizan de la siguiente manera: 2,8 kw

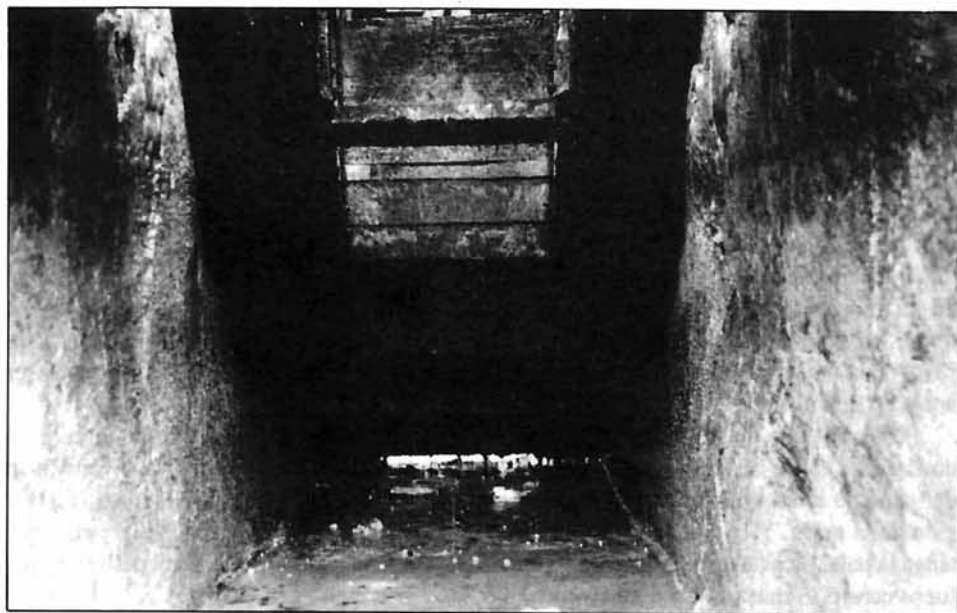


FIGURA 12. Solera de la acequia debajo de la noria, limpia de materiales gruesos y con una pendiente importante.

se gastan en elevar el agua a la altura de los cangilones que se están vaciando. A esta potencia que se emplea en elevar el agua a la altura de los cangilones que se están vaciando la hemos llamado Potencia de Elevación. El resto, 2,1 kw, se gastan en vencer la fricción entre el eje y el cojinete. A esta potencia que es necesaria para vencer la fricción entre el eje y el cojinete la hemos llamado Potencia de Fricción.

La noria tiene un canal de recogida del agua. Este canal está situado a una altura inferior a la que tienen los cangilones que se están vaciando. Por lo que realmente, la noria eleva el agua a una altura superior a la que finalmente se aprovecha y que está determinada por la altura del canal que la recoge. Por eso hemos distinguido entre Potencia de Elevación y Potencia Útil. La Potencia de Elevación es la que se necesita para elevar el agua a la altura de los cangilones que se están vaciando. La Potencia útil la que se necesita para elevarla a la altura del canal. La Potencia de Elevación es siempre mayor que la Potencia Útil,

y la diferencia entre ambas es una potencia que se pierde y no puede ser aprovechada. En cierto modo, esta potencia que se pierde es un tributo que se paga por recoger todo el caudal que saca la noria. Podríamos, sin duda, recoger agua a una altura mayor a la del canal, pero no estaríamos recogiendo todo el caudal que saca la noria. Si se desarrollase un sistema de cangilones que permitiera que éstos llegasen llenos a su altura máxima, y sólo allí y de forma casi instantánea se vaciasen, entonces no habría diferencia entre la Potencia de Elevación y la Potencia Útil y por tanto no se perdería potencia. Sería una nueva noria.

En este primer caso la Potencia útil fue de 2,35 kw. La potencia que se pierde, la diferencia entre la Potencia de Elevación y la Útil, fue de 0,47 kw.

El rendimiento de la noria lo definimos como la razón entre la Potencia Útil y la Potencia Accionante y en este primer caso fue de casi un 40%.

## 6. PERSPECTIVAS

Después de hacer este estudio centrado en la Noria de la Hoya de Don García, pensamos que el tema sigue abierto y queda un amplio campo por investigar.

Habría que repetir la experiencia con la Noria Grande de Abarán y, sobre todo, con alguna de las norias de la Región que tienen las palas curvas. Sería interesante ver la



FIGURA 13. Caudal que saca la Noria de la Hoya (42.23 l/s).

CUADRO RESUMEN DEL BALANCE DE POTENCIAS Y RENDIMIENTOS

	CASO PRIMERO	CASO SEGUNDO	CASO TERCERO	CASO CUARTO
POTENCIA ENTRANTE (W)	12.790,90	9.714,03	9.026,34	7.297,01
POTENCIA SALIENTE (W)	6.694,51	5.167,04	5.344,28	4.127,63
POTENCIA ACCIONANTE (W)	6.086,39	4.546,90	4.282,05	3.169,37
POTENCIA MOTRIZ (W)	4.906,34	3.886,80	3.098,90	1.258,30
POTENCIA PERDIDA POR DESLIZAMIENTO(W)	1.180,06	660,10	1.183,25	1.910,70
POTENCIA DE ELEVACIÓN (W)	2.796,85	2.447,40	1.722,40	649,89
POTENCIA DE FRICCIÓN (W)	2.109,49	1.439,40	1.376,50	608,41
POTENCIA ÚTIL (W)	2.348,90	2.045,24	1.428,33	535,50
RENDIMIENTO DE LA NORIA (%)	38,60	44,90	33,30	16,90
DIFERENCIA ENTRE POTENCIA DE ELEVACIÓN Y ÚTIL	447,95	402,16	294,07	114,39
PORCENTAJE QUE SUPONE POTENCIA FRICCIÓN SOBRE POTENCIA MOTRIZ	42,99	37,03	44,42	48,35
PORCENTAJE QUE SUPONE POTENCIA PÉRDIDA DESLIZAMIENTO SOBRE POTENCIA ACCIONANTE (%)	19,38	14,51	27,63	60,29



FIGURA 14. Partidor, aguas abajo de la Noria Grande.





FIGURA 15. Panorámica general del sistema hidráulico: aparatoacequia. (Rueda de corriente elevadora de agua y cauce que la contiene).

adaptación del cauce de la Acequia Charrara a las dos norias pequeñas de Abarán, la Noria de Candelón y la Ñorica, así como comprobar si estas dos norias metálicas tienen o no el cuarto peso.

Se podría mejorar el actual diseño de la noria ya que conocemos mejor su funcionamiento. Para ello habría que partir de estas tres premisas:

Un diseño moderno de las palas, que permita a la noria aprovechar mejor la potencia de la acequia. En este sentido es posible que las palas curvas la aprovechen mejor que las

palas planas, porque las curvas tienen mayor superficie y por tanto hay más partículas de agua por pala empujando la noria; estimar la incidencia del agua sobre la pala, etc.

Hacer una cuidada selección del cojinete para la noria. Hemos de tener en cuenta que con los actuales cojinetes, casi un 50% de la potencia que realmente mueve la noria se emplea en vencer la fricción entre el eje y el cojinete. Esa fricción debe ser menor y consumir menos potencia.

Finalmente hacer un estudio de materiales, con el fin de elegir un material que sea capaz de soportar las tensiones de la noria, sea antiadherente, y tenga muy pocos gastos de mantenimiento.

## FUENTES Y BIBLIOGRAFÍA

- BANEGAS ORTIZ, J. (1992): *Estudio de las Ruedas de Corriente Baja en Abarán*. Trabajo Fin de Carrera. (Inédito).
- CARO BAROJA, J. (1988): *Tecnología Popular Española*. Questio. Montena Aula. Madrid.
- GÓMEZ ESPÍN, J. M<sup>º</sup> (1983): *La Huella del Riego en el Paisaje de Abarán. El Regadío Tradicional*. Publicación editada con motivo del V Centenario de la Fundación de Abarán.
- (1991): «Tecnología del agua en la Región de Murcia: uso de ruedas de corriente». I' *Congreso de la Sociedad Española de Historia de las Ciencias y las Técnicas*. DM y PPU. Murcia.
- GÓMEZ ESPÍN, J. M<sup>º</sup>; GIL MESEGUER, E. (1985): «Modificaciones en el paisaje rural de la Vega Alta». *Revista de Ciencias Sociales ÁREAS*. nº 5. Editora Regional Murciiiia. Murcia.
- GONZÁLEZ TASCÓN, I. (1987): *Fábricas Hidráulicas Españolas*. Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo. Biblioteca CEHOPU. Madrid.
- MATAIX. C. (1986): *Mecánica de Fluidos y Máquinas Hidráulicas*. Ediciones del Castillo. Madrid.
- MONTANER SALAS, M<sup>º</sup> E. (1982): *Norias, Aceñas, Artes y Ceñiles en las Vegas Murcianas del Segura y Campo de Cartagena*. Biblioteca Básica Murciana 4. Editorial Regional.
- PAVÓN MALDONADO. B. (1990): *Tratado de Arquitectura Hispanomusulmana. I Agua*. Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Madrid.
- PÉREZ PICAZO, M<sup>º</sup> T.; LEMEUNIER, G. (1985): «Agua y coyuntura económica. Las transformaciones de los regadíos murcianos (1450-1926)». *Revista Geocrítica*, nº 58. Barcelona.