

guijarros de 0^m,06 de longitud por 0^m,03 de grueso. La idea de hacer subir el agua por el interior de la sonda, ofrece un medio fácil de perforar más abajo de una capa de agua brotante sin necesidad de bomba; bastará cerrar herméticamente el orificio del pozo, de manera que deje libre el juego de la sonda, y cuando el agua brotante sea obligada á ir á buscar la parte baja de la varilla hueca para encontrar una salida, arrastrará y conducirá á la superficie todos los escombros. En los agujeros abiertos hasta una profundidad considerable y con un diámetro grande se podrá reducir cómodamente el peso de la sonda, haciendo de madera la varilla hueca y facilitando así la maniobra; pero en este caso como el instrumento está fijo á la sonda y se aminora el efecto útil del mismo sobre la roca, para evitar la vibración de la varilla puede interponerse una corredera entre ésta y el instrumento, solamente que esta disposición no remediará la pérdida de fuerza viva debida á la masa de la sonda y no vemos el medio de conseguirlo, porque la necesidad de conservar la circulación del agua se opone al empleo de los mecanismos ordinarios.

POZOS INSTANTÁNEOS. Para terminar todo lo referente á este asunto, y sin desarrollar más lo referente á pozos artesianos, nos toca decir algo de los pozos instantáneos, muy recomendados en estos últimos años.

Abrese un pozo de este género colocando un tubo de hierro, terminado en su parte inferior por un trozo cónico lleno de agujeritos, verticalmente y enterrándolo en esta dirección por medio de golpes que se le dan por su cabeza. Al efecto se disponen tres piés de madera con una polea de retorno colgada de su union, y por ésta pasa una cuerda que sostiene un peso en un extremo, destinándose el otro, con varios cordeles si es preciso, para que tiren varios hombres. Estos levantan la pesa y la dejan caer sobre el tubo, con lo cual, y á poco que se guie éste, se consigue irlo enterrando; la tierra se comprime con el cono del tubo. Si no basta uno se empalma éste con otro y se continúa la operación.

El agua penetra por los agujeritos y sube por el tubo; sale por lo alto si trae presión, como en los pozos artesianos, ó queda tan sólo á cierta altura y hay que aplicar una bomba, si no hay carga; esto es lo más común. El terreno en que esto puede hacerse tiene que ser no muy consistente, para que se apelmace y deje hueco al tubo; se usa principalmente en arenas ó tierras vegetales de bastante profundidad.

Este medio es recomendable, principalmente por lo espedito. Se ha usado en algunas guerras en Africa, desde 1870; pues el mecanismo auxiliar no puede ser más sencillo, para proveer de agua los campamentos. Es muy buen sistema en terrenos sueltos donde se sabe que hay una capa de agua á poca profundidad, como sucede en algunas llanuras de España.

El enterrar el tubo es cuestion de poco tiempo, unas horas lo más, y de aquí la utilidad de este sistema para obtener rápidamente aguas; en cambio, como la toma de agua es pequeña, no puede sustituir á un pozo ordinario, si se destina á un uso continuo y permanente.

CAPÍTULO XII

Máquinas para elevar el agua (1)

TRABAJO MECÁNICO DE ELEVACION. La elevacion del agua es el problema reciproco de los motores hidráulicos, cuando el líquido obra en estos por su peso. En efecto, el agua que actúa en los cajones de una rueda, (tratado primero pág. 146) obliga á ésta á girar y se aprovecha su fuerza motriz trasmitida por un árbol en una faena industrial cualquiera; si por el contrario, aplicamos un motor á dicho árbol, por ejemplo, una máquina de vapor, y le hacemos girar en sentido contrario del anterior, elevaremos el agua de los cajones desde lo bajo á lo alto de la rueda, con una fuerza motriz igual á la que ésta suministraba en el caso primero.

Elevar aguas es el trabajo mecánico más sencillo posible, y su cálculo se hará del mismo modo que el de un motor hidráulico. Teniendo en cuenta que un decímetro cúbico ó sea un litro de agua pesa un kilogramo (pag. 6), bastará multiplicar el número de litros por la distancia vertical en metros, para tener el número de kilográmetros de trabajo mecánico necesarios para elevar el agua (Véase el tratado primero, capítulo VI pág. 144). Este trabajo teórico, dividido por 75, nos dará el número de caballos de vapor que han de aplicarse al aparato destinado á elevar el agua.

Este cálculo necesita corregirse para atender al trabajo consumido por las resistencias, esto es, por la máquina destinada á subir el agua, una noria, por ejemplo. No puede contarse sobre ésta más allá de 45 del trabajo teórico, y de aquí la necesidad de reducir la cantidad de agua que sube la máquina, multiplicándola por dicho *coeficiente*, que es 0,8. En la mayor parte de los casos no se llega siquiera á éste, y hay que emplear coeficientes 0,7, 0,6, y á veces menores. Además de esto es preciso contar con el coeficiente propio del motor, y multiplicar por él el cálculo teórico.

(1) Nuestro guía para este asunto, son las obras de Nadauld, de Buffon y de Barral, varias veces citadas; y además hemos consultado, para algunos datos españoles, la monografía del ingeniero industrial Sr. Balaguer, titulada: *Riegos por medio de norias, bombas, etc.*

Un ejemplo aclarará esto. Supongamos que se emplea una rueda hidráulica en mover una bomba, y ésta se aplica á elevar 80 litros de agua por segundo á 5 metros de altura. El trabajo mecánico teórico de elevacion de dicha agua será

$$80 \times 5 = 400 \text{ kilográmetros.}$$

Si la bomba tiene un coeficiente de 0,80, lo cual quiere decir que es excelente, será necesario que esté calculada para dar 500 kilográmetros, puesto que

$$500 \times 0,80 = 400.$$

Si la rueda hidráulica sólo aprovecha la mitad del salto que la mueve por ser tosca, su coeficiente es 0,5; dicho salto tendrá que valer 1.000 kilográmetros, puesto que

$$1000 \times 0,5 = 500.$$

Dicho salto podrá ser, por ejemplo, 1 metro cúbico de agua, ó sean 1.000 litros, cayendo desde 1 metro de altura.

Cuando el motor es una máquina de vapor ó fuerza animal, no hay necesidad de tener en cuenta este segundo coeficiente, pues va embebido en la fuerza motriz disponible; el primero no puede omitirse en ningun caso.

MOTORES. No tenemos que entrar en detalles sobre la mayor parte de los motores que se emplean en la agricultura, pues hemos desempeñado esta tarea en el Tratado primero, y á él nos referimos por completo. Como resumen, diremos que puede aceptarse para el hombre, cuando obra tirando de cuerdas un trabajo mecánico de 83.520 kilográmetros en diez horas (pág. 57), y si obra sobre un manubrio de un torno 54.000 (pág. 58), tomando los datos más prudentes y menos exagerados.

Para un buen caballo en 8 horas, puede admitirse á lo más 1.300.000 kilográmetros (págs. 75 y 76), obrando en un malacate; para un burro pequeño en iguales condiciones, 350.000, y para un muló 750.000 (pág. 96); para un buey 1.113.000 (pág. 99). Una buena mula española puede dar igual cantidad que el caballo (pág. 429).

En dicho tratado estudiamos los malacates con detalles (cap. IV), y pueden aplicarse á mover las máquinas elevatorias de agua lo mismo que á otros servicios, las máquinas de vapor (cap. V), y la trasmision de la fuerza motriz (cap. VII). Otro tanto decimos de los motores hidráulicos (cap. VI), debiendo añadir que las obras de presa, canalizo, cimentacion, compuertas, aliviaderos, etc., serán las mismas que las indicadas en el capítulo IX del actual tratado, que sirve de complemento al anterior en este punto.

Nos queda únicamente, para terminar todo lo relativo á motores prácticos, que estudiar el empleo del viento como fuerza motriz, del cual no dijimos una palabra en el tratado anterior, reservándolo especialmente para éste.

MOLINOS DE VIENTO. Estos molinos son el receptor empleado para utilizar la fuerza impulsiva del aire, y es evidentemente el más económico de todos los motores. En efecto, estando repartida la atmósfera de una manera casi uniforme en toda la superficie del globo, es, en cierto modo, un fondo comun puesto á disposicion de todos los seres, y no se trata más que de saber utilizarle.

No sucede lo mismo con el agua corriente, porque ésta no ocupa en la superficie del globo sino espacios en extremo limitados. Las zonas ribereñas se pueblan con preferencia á todas las demas. Los derechos de ribera se ejercen en provecho de una categoria reducida de individuos, que, en compensacion de las ventajas que puede ofrecer esta posicion,

deben soportar generalmente sus cargas y muchas veces perjuicios considerables. Finalmente, la creacion de un salto de agua no se obtiene sino con la construccion de una presa, obra muy costosa; y en todos casos, aunque se obtenga con poco ó mucho gasto, lleva consigo siempre un cierto valor real más ó menos elevado, segun la localidad en que se halle. Despues de esto no se puede decir que el agua, considerada como fuerza motriz, sea de un empleo gratuito.

Por el contrario, cuando la industria está desarrollada en un país, si se atiende á los gastos de primer establecimiento, á las desigualdades de las altas y bajas aguas, á las inundaciones, etc., sucede con mucha frecuencia que el empleo de los motores hidráulicos llega á ser bastante oneroso para que se prefiera el vapor, motor más caro en la apariencia, pero mucho más regular y seguro; y que se usa con ventaja en las localidades mismas en que hay saltos de agua disponibles.

Esto demuestra bien la gran diferencia que existe entre el agua y el aire, considerados como fuerza motriz aplicable á los diversos trabajos que interesan á la agricultura y á la industria.

Por otra parte, el viento, si representa un motor gratuito, no proporciona, sin embargo, más que una fuerza irregular ó intermitente. Hay momentos en que éste cesa totalmente, y otros en que su accion sumamente violenta expone á una destruccion segura los receptores destinados á utilizar su intensidad media.

De aquí una de las mayores dificultades que tienden á restringir las aplicaciones de este motor; los progresos de la mecánica hacen esperar que con ayuda de ciertas combinaciones se podrán hallar reguladores de un manejo fácil que permitan utilizar la mayor parte de la accion media ó útil del viento y sustraerse á su violencia.

Entre los diversos procedimientos actualmente empleados con este objeto, los dos indicados en este párrafo dan buenos resultados.

Hay comarcas, sobre todo en las zonas meridionales y marítimas, que gozan durante periodos más ó menos largos de una notable regularidad en la accion del viento; éstos son los que se llaman vientos regulares ó periódicos: tales son los aliseos, los monzones, las brisas á horas fijas en los puertos y varios otros, útiles para la navegacion. Es claro que los receptores colocados en grandes corrientes de aire participan por completo de su régimen; es decir, que despues de una regularidad sostenida durante muchos meses, sobrevienen largos periodos de completa calma ó de movimientos irregulares en la atmósfera. Así, pues, las comarcas situadas fuera de la accion de estas corrientes regulares no están colocadas muy desfavorablemente, puesto que en definitiva la suma total del trabajo obtenido durante un año está á su servicio.

Empléanse en los desecamientos del sistema holandés grandes molinos de viento usados en este país y en departamentos del Norte de Francia, para poner en movimiento las roscas de Arquímedes ó las ruedas de paletas que elevan las aguas con dichos molinos, y dijimos (pág. 49) que en Holanda hay unos 3.000.

Estos molinos, teniendo sus aspas 26^m, 60 de largo y representando una fuerza de cinco á seis caballos de agua elevada, cuestan de primer establecimiento 16.000 á 18.000 pesetas; exigen además gastos de conservacion y una vigilancia continua.

Jamas, que sepamos, han sido utilizados para los riegos, primero porque su establecimiento es imposible en las regiones meridionales, á causa de la violencia de los huracanes, á los que presentan mucha superficie, y despues á causa de su costo, muy elevado con re-

lacion á un destino por lo general intermitente. No es, pues, probable, que se saque jamás partido de ellos para este uso.

Por el contrario, las máquinas del mismo género, pero acompañadas de ingeniosos perfeccionamientos, pudiendo tener dimensiones tan reducidas como se desee, se prestan con ventaja como medio de poner en movimiento las máquinas elevadoras usadas para los riegos, desde el tornillo de Arquímedes y la rueda de canjilones, hasta la más pequeña bomba destinada á un cultivo de hortalizas.

Por esta razón describimos más adelante dos de estos sistemas de molinos perfeccionados; el uno es el molino de hojas móviles de Mr. Berton, que puede establecerse de todas dimensiones, y el otro es el molino auto-regulador inventado por Mr. Durand.

DISPOSICION GENERAL DE LOS MOLINOS DE VIENTO. La pieza capital es un árbol principal, que forma un ángulo de 10 á 12 grados con el horizonte y gira sobre fuertes coginetes. Transmite el movimiento recibido del exterior al mecanismo que se desea por medio de un gran torno sobre el que está fijo, y que, con ayuda de un piñon ó linterna, ó con la de uno ó muchos manubrios, puede poner en juego bombas ó cualquiera otra máquina elevadora.

Todos los molinos antiguos, por lo ménos de dimensiones ordinarias, se componen de cuatro aspas ó brazos unidos á escuadra con la extremidad del árbol que debe estar siempre colocado en la direccion del viento. Sobre estos brazos están montadas dos especies de escalas de un ancho variable del $m,50$ á $2m,7$, de una longitud máxima de 12 á 13 metros, como para los molinos holandeses; están destinadas á recibir la tela que debe estar más ó ménos tirante en razon inversa de la intensidad del viento, como diremos más adelante. Debe quedar siempre cierto espacio de 1 á 2 metros, segun las dimensiones del aparato, á fin de dar más fuerza á la accion del viento, que en esta parte cercana al árbol principal obraria sobre un brazo de palanca casi nulo.

Se sabe tambien que la superficie de las aspas de los molinos de viento no pueden estar dispuestas siguiendo planos regulares y perpendiculares al árbol motor, porque la accion del viento, tendiendo entonces únicamente á empujar toda la construccion en el sentido de este árbol, no tendria resultante útil, y no se produciria ningun movimiento de rotacion.

Por el contrario, disponiendo estas aspas con cierta oblicuidad, con relacion al eje de cada brazo, el viento tendrá una accion constante en el sentido de esta oblicuidad, que es desde luégo una condicion fundamental en la construccion de los molinos de viento.

La experiencia ha probado que, para el máximo de efecto, la oblicuidad de cada aspa no debia de ser la misma en toda su longitud, pero que debia ir en disminucion, desde la proximidad del árbol hasta su extremidad exterior. Forman así una *superficie alabeada*, cuyas directrices extremas forman entre sí un ángulo de 15 á 20 grados.

Esta disposicion está, por otra parte, perfectamente motivada, sobre todo por la gran diferencia de velocidad que toman las extremidades inferior y exterior de un aspa. Supongamos un molino cuyo vuelo, de 12 metros de radio, ejecute 20 revoluciones por minuto, ó 1 en tres segundos. La circunferencia descrita por la extremidad interior del aspa, situada á 1 metro de centro de rotacion, será de $6m,28$; pero el trayecto descrito en el mismo tiempo por la extremidad exterior, con un radio igual á 12 metros, será de $3,14 \times 24m = 75m,36$, es decir, que esta última velocidad será 12 veces mayor que la primera.

Se concibe, pues, fácilmente, que para utilizar toda la accion del viento es necesario que la inclinacion de la extremidad interior del aspa sea menor que la de la parte central.

Esta disposicion fundamental se observa constantemente por los buenos constructores en los molinos, tanto antiguos como modernos.

ASPAS DE LOS MOLINOS BERTON.—Mr. Berton ha inventado para las aspas de los molinos de viento de dimensiones comunes un sistema muy ingenioso que ofrece grandes ventajas, y que se extiende más cada dia.

Desde hace años ha tenido numerosas aplicaciones para la molienda de los granos y de más operaciones análogas; y para la elevacion de las aguas, y bajo este título interviene al arte de los riegos.

Este sistema, que dispensa el empleo de las telas, que permite variar durante la marcha del molino la extension de las superficies que reciben la accion del viento, es sumamente sencillo, y se puede dar su descripcion en algunas palabras.

Se conservan el árbol giratorio (fig. 30), y los cuatro brazos *A* que le están unidos en escuadra, disposicion esencial de los antiguos molinos; pero las aspas en lugar de estar formadas de una ligera armazon, especie de escala que se cubre con el toldo, están formadas de largas tablillas *C* de pino que pueden extenderse á voluntad en todo su ancho, ó recubrirse, la una con la otra, de manera que no ocupen más que un espacio mínimo. Así se mueven las principales plumas en las alas de las aves. Van sujetas con bridas *D* á las traviesas *E*.

Conforme es indispensable para la marcha del molino, estas aspas de tablillas están montadas como lo estaban las antiguas escalas de toldo, en una direccion oblicua al plano general de los cuatro brazos. Su movimiento de abertura y de superposicion se obtiene de la manera más fácil, por medio del mecanismo siguiente: en la parte superficial inferior del árbol del molino se coloca una gruesa barra de hierro movida por un manubrio, y terminada exteriormente por una rueda dentada ó piñon, que se halla en el centro mismo de los cuatro brazos. A esta rueda dentada engranan cuatro varillas en cremallera *N*, que marchan juntas alejándose del centro ó aproximándose á él, segun que el manubrio interior gira en un sentido ó en otro. Desde luego se concibe que esta disposicion lleva en sí la facultad de abrir ó cerrar las aspas, conforme á lo que acabamos de decir. A la extremidad de cada cremallera está adaptada en la primera aspa un sistema de traviesas *E* de hierro móviles sobre ejes fijos á cada brazo; y como las tablillas unidas unas con otras por ligaduras son solidarias en su movimiento, el conjunto de las traviesas girando al rededor de su punto de union por medio de *N*, forma un sistema de paralelogramos que produce, de la manera más sencilla, el ensanchamiento ó encogimiento simultáneo de las cuatro aspas. Esta maniobra se efectúa con la misma facilidad durante la marcha ó el reposo del molino.

De aquí resultan muchas ventajas notables: no exponer los hombres encargados de arreglar la tela, muchas veces en presencia de un viento violento, lo que ha causado á menudo graves accidentes; producir una economia notable en el empleo y gasto rápido de las telas; y sobre todo la de tener siempre á mano un poderoso regulador. En efecto, en este sistema se puede proporcionar constantemente el desarrollo del receptor á la intensidad del viento, lo que permite obtener siempre el mismo número de revoluciones por minuto y por consiguiente un trabajo perfectamente regular, que los antiguos molinos no dan.

Desde hace poco tiempo, Mr. Berton, sintiendo la utilidad de perfeccionar aún esta ingeniosa invencion, le ha añadido un mecanismo automotor que funciona para reducir el ancho de las aspas por el solo efecto del aumento de intensidad del viento. En estas condi-