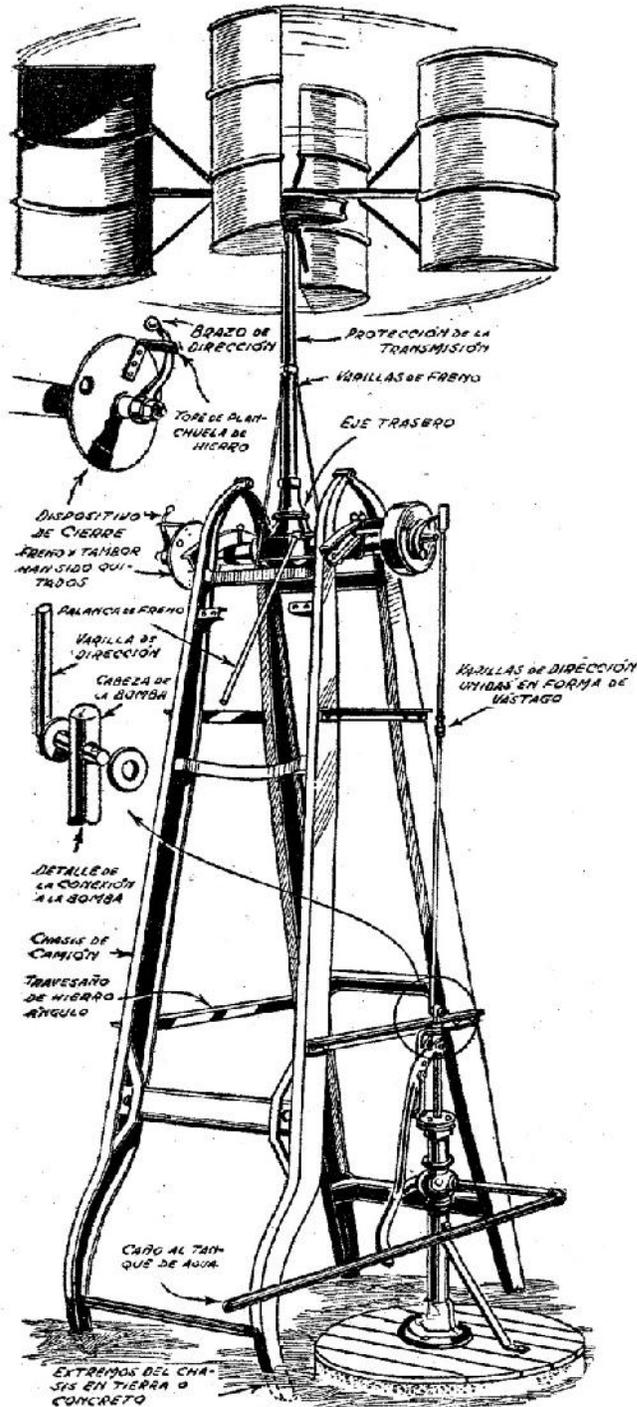


**Como hacer un MOLINO DE VIENTO**



UTILICESE CHASIS DE CAMION PARA MAYOR SOLIDEZ

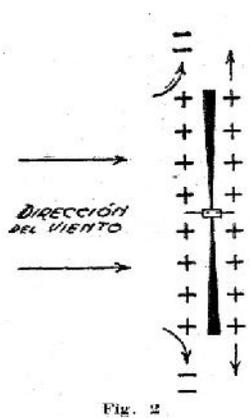
Fig. 1

Este sólido y potente molino de viento está diseñado en tal forma que está siempre orientado con el Tiento. Su diseño no responde al tipo clásico a que estamos acostumbrados, pero es eficiente y de fácil construcción. Sus partes principales pueden conseguirse en cualquier chatarrero de automóviles, y se usan en tal forma que casi no hay que hacer más trabajo que el armado. Todos los cojinetes con la excepción del de la bomba ya están montados en las piezas de auto usadas. Unos pocos cortes de sierra y algunas soldaduras es todo lo que se necesita para el armado.

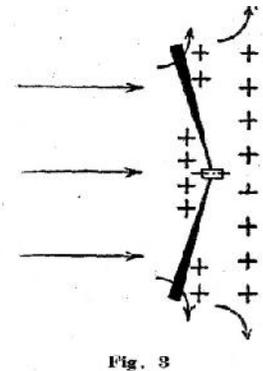
Con dos chasis de camión compuestos en la forma ilustrada se forma la torre. La parte posterior de cada chasis se fija en el suelo, preferentemente a una base de concreto. Los extremos delanteros se unen con sólidas abrazaderas en U. Dos travesaños de hierro ángulo bulonados a mitad de altura de la estructura bastarán para darle la necesaria rigidez.

Las partes móviles son las de un eje trasero de automóvil, completo. El de un Ford se presta admirablemente, aunque hay muchos otros que servirán igualmente. Córtense dos trozos curvos de otro chasis y bulónelos a través de los chasis verticales de modo que el diferencial apoye sobre los travesaños delanteros cuando se fija el eje en su lugar con grampas en U, como se ve en el detalle.

Fíjese con bulones un hierro ángulo a la brida soporte del tambor de freno, y un brazo de dirección al extremo del eje. El brazo es detenido por el hierro ángulo de modo que la rotación se transmite por el diferencial al eje del lado opuesto. En el tambor de este lado se suelda otro brazo de dirección. Este brazo se dobla hacia afuera para dejar libre paso al extremo del eje y para conectarla a una varilla de dirección. Esta varilla se une a otra para llegar hasta la bomba, a la que se conecta en la forma ilustrada.



Las paletas del molino son viejos barriles de aceite cortados por la mitad a lo largo. Los monta de modo que queden todos en el mismo sentido, como se ve en la figura. Se deja el freno conectado sobre, el eje activo para poder detener el molino en cualquier momento. Es importante que la rueda de paletas y todo su mecanismo estén sólidamente montados para que un viento fuerte no los vuelque.



Una buena medida de seguridad es soldar el porta eje a sus apoyos para mayor rigidez.

El molino trabajará cualquiera que sea la dirección del viento.

Naturalmente, su funcionamiento será mucho mejor cuanto más alto se lo coloque.

Y ya que hemos explicado cómo hacer un molino, nos parece interesante exponer algunos principios básicos de su funcionamiento.

### El viento como fuente de energía

El viento es una masa de aire en movimiento. Como cualquier cuerpo en movimiento, posee una cierta cantidad de energía cinética, que puede expresarse por la siguiente fórmula:

$$E = \frac{mv^2}{2}$$

En que E es la energía cinética, en kilográmetros por segundo Kg/seg.

m la masa aire en movimiento, en Kg-seg.<sup>2</sup>/m, y v la velocidad en m/seg.

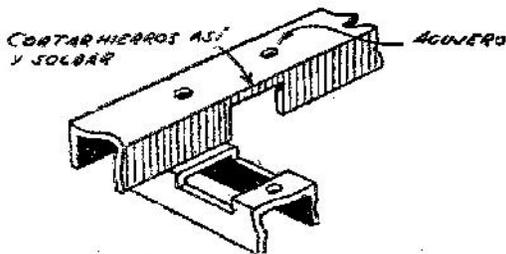
La masa de aire que hay que considerar para el caso de utilización de un molino no es, naturalmente, toda la que está en movimiento, sino solamente, la que pasa por las paletas del mismo. Teniendo en cuenta esto, y recordando además que el aire no cede toda su energía al molino, ya que al salir de él conserva cierta velocidad, y por lo tanto cierta energía, se obtiene la

siguiente fórmula, como expresión de la energía que el aire podría ceder a las aspas de un molino, en un segundo:

$$N = P \frac{Fv^3}{150g} \text{ HP (1)}$$

En que N es la potencia en caballos. P, el peso de 1 metro cúbico de aire (1,186 Kg/m<sup>3</sup> a 15°C. y 1 atmósfera de presión), P la proyección de la superficie total de las aspas, en m<sup>2</sup>; g la aceleración de la gravedad, que es 9,81 m/seg. <sup>2</sup> y V la velocidad en m/ seg.

Dos cosas son evidentes al examinar la fórmula anterior; en primer lugar, que la potencia aumenta con el cubo de velocidades; en segundo lugar, que es directamente proporcional a la superficie de las aspas.



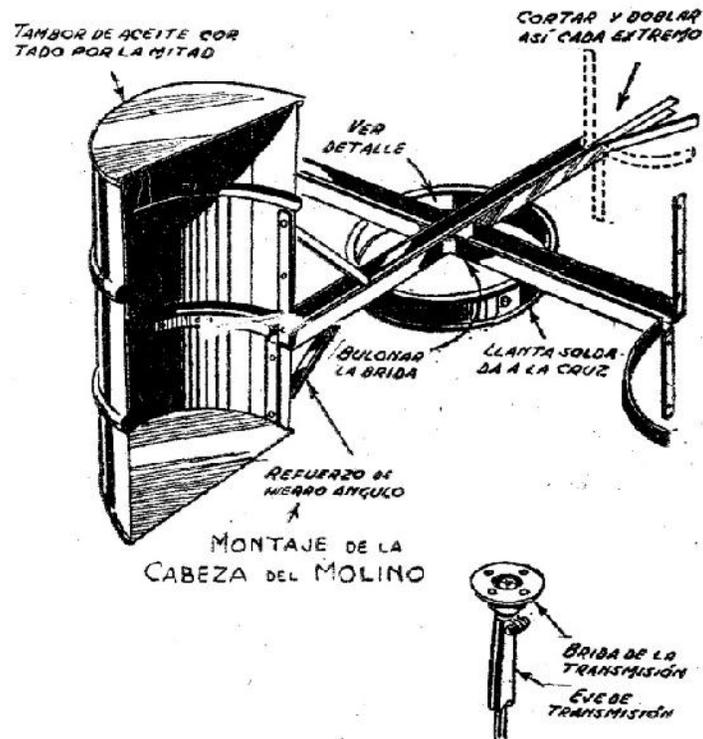
Al diseñar un molino, fijada la potencia nominal que de él se espera, queda por determinar la velocidad del viento a la cual se espera que rinda dicha potencia, y fijada ésta se determina la superficie de las aspas necesarias.

Si como velocidad normal, es decir como velocidad del viento a la cual el molino dé su potencia nominal, se fija una velocidad baja, el molino trabajará casi sin interrupción, pero sus dimensiones físicas deberán ser mayores. Por otra parte, si se calculan las dimensiones del molino sobre la base de rendir la potencia nominal con vientos fuertes, sus dimensiones serán considerablemente menores, pero serán mayores los intervalos de tiempo en que el molino no trabaje, o trabaje generando una potencia menor que la nominal. Vientos fuertes significan dimensiones, y por lo tanto costo, reducidos y funcionamiento a plena potencia en forma muy intermitente; vientos débiles significa dimensiones, y costos mayores y funcionamiento a plena potencia casi continua. La solución está en determinar, de acuerdo a cada región, cuáles son los vientos más frecuentes y tomar éstos como base. Los molinos modernos, de todos modos están contruidos con dispositivos de regulación automática que cambian el ángulo de las paletas (por lo tanto, su superficie proyectada F) de modo que se asegura potencia máxima con cualquier velocidad del viento, dentro de ciertos límites.

En general, la experiencia enseña que para obtener la máxima potencia con el mínimo de interrupciones y con dimensiones razonables, el molino debe rendir la potencia deseada con una velocidad del viento de unas 4 m/ seg. En parajes descubiertos y cerca de las costas puede fijarse aquélla en 5 a 6 m/seg., con la consiguiente reducción en tamaño.

Cuando el molino se emplea en bombear agua, generalmente empieza a girar con vientos de unos 2 m/seg.; cuando se emplea para mover dínamos, con vientos de unos 3 m/seg.

El rendimiento de la rueda de paletas sola, sin contar los mecanismos de transmisión es de 60 a 90%.



### Altura de la torre

Se ha comprobado experimentalmente que la velocidad del viento es menor cerca de la superficie del suelo que a cierta altura de tal modo que si consideramos con 100 la velocidad del viento a 30 m. de altura su velocidad a 38 m es de 120, y a 8 m es de 90.

Por lo tanto, aún en sitios despejados, el molino debe ser tan alto como lo permitan las circunstancias y los materiales disponibles.

### Número de paletas

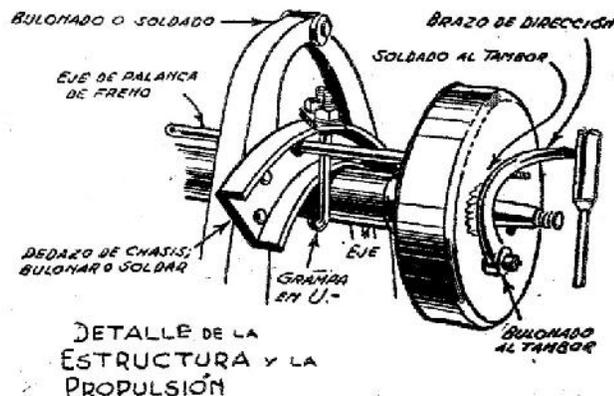
Todos los constructores experimentados están de acuerdo en que la mayor eficiencia se obtiene con ruedas de cuatro paletas, y en que la única ventaja de aumentar el número de paletas reside en que la fuerza es más uniforme, a costa de una buena parte de la energía disponible. El profesor de la Cour, en investigaciones hechas por cuenta del gobierno de Dinamarca, encontró que la rueda de cuatro paletas era la que daba mejores resultados, y con una rueda de cuatro paletas de 12,5 m<sup>2</sup> obtuvo una energía de 2HP en un viento de 6 m/seg., y 10 HP con 11 m/seg.

## Forma de la rueda

En una masa de aire en movimiento, el producto de la presión estática (barométrica) del aire por la velocidad, es constante. Esto se expresa matemáticamente.

$$P \times V = \text{constante}$$

Esto significa que si en algún punto de una corriente de aire se produce un cambio de velocidad, ocurre simultáneamente un cambio en sentido contrario en la presión. ¿En qué afecta esto al diseño de la rueda? La rueda extrae energía de la columna de aire y al hacerlo así necesariamente altera su movimiento, y por lo tanto, según la expresión formulada anteriormente, también su expresión. Por lo tanto, en la zona cubierta por la rueda hay una sobrepresión que hace que el aire en dicha zona circule hacia afuera, donde hay zonas de menor presión. Esta circulación se ve facilitada por la fuerza centrífuga inducida por la rotación de la rueda de paletas. Con una rueda plana esta circulación, que representa evidentemente una pérdida, toma lugar simultáneamente sobre toda la superficie (ver figura 2) pero si la rueda es ligeramente cónica (figura 3) los extremos de las paletas entrarán en la corriente de aire primero, no dando tiempo a, que se inicie esta circulación hacia afuera antes de que ese filete de aire haya pasado por la rueda.



## Eficiencia

Ya hemos dicho anteriormente que no es posible que la rueda tome toda la energía que lleva la corriente de aire, ya que esto significaría reducir su velocidad a cero. Por eso, de la energía total que lleva la corriente de aire tomada por la rueda, ésta sólo puede utilizar el 50 o 60, según indica la fórmula (7) al principio de este artículo.

Ya se dijo que el rendimiento de la rueda sola, es del orden del 90 al 60 %, acercándose más al valor más bajo en la mayoría de los casos. Las pérdidas de la transmisión mecánica, que trabaja en condiciones mecánicamente deficientes, son elevadas, de modo que en resumen, la energía de salida del molino oscila del 15 al 20 o 30 de la energía teóricamente disponible. Téngase en cuenta además que es imposible calcular exactamente la energía cinética del aire, pues tanto su velocidad



como su peso específico son variables, de modo que todo cálculo que se haga en este sentido es relativamente aproximado y sólo sirve, en el mejor de los casos, como una indicación de los valores reales.

### **Forma de las paletas**

Nada hemos dicho hasta ahora de la forma de las paletas, ya que lo único que puede decirse sobre esto es que cada una de las formas características tiene máxima eficiencia a una velocidad determinada, y que a velocidades menores o mayores la eficiencia disminuye rápidamente. Esto se aplica no solamente a paletas fijas sino también a aquellas cuya superficie o ángulo de inclinación se regula automáticamente, ya que razones de resistencia mecánica, complejidad y costo hacen que en una máquina comercial no puedan realizarse exactamente las condiciones de funcionamiento perfecto.

El bajo rendimiento de los motores de viento tiene importancia relativa, pues el costo de la fuerza motriz es nulo, reduciéndose el costo de la energía al costo de instalación y gastos de mantenimiento.