

## Cálculo del grupo motor en un modelo propulsor de gomas

Por J. SAUMENECH, Piloto "C" de Vuelos sin Motor.

De nuestro Concurso de artículos. Accésit al tema "Vuelos sin motor y Aeromodelismo".

En opinión de la mayoría de las personas no enteradas o indiferentes a los pequeños problemas de la aviación, la construcción y experimentación de aviones en tamaño reducido, es cosa de niños. Para otras no pasa de ser un simple deporte sin importancia ni utilidad práctica alguna. A la formación de tales opiniones contribuyen sin duda estos epígrafes, que bajo fotografías referentes a concursos y competiciones se ven en los periódicos y en algunas revistas, las cuales nos relatan someramente el acontecimiento, y eso sí, lanzan extensos comentarios, tales como: "se han roto gran cantidad de modelos; algunos no han logrado ni siquiera remontarse en el aire"; "han acudido muchos niños ..." Todos ellos a primera vista desalentadores, acompañando a tales reseñas fotografías de un pequeño que no puede casi con el modelo que le han puesto en las manos exclusivamente para ese momento.

Esto lo hemos sorprendido en algunos periódicos y carteles anunciando competiciones de aeromodelismo en distintas capitales de España y también en algunos carteles y folletos anunciando alguna marca comercial que ha sido puesta a la venta, exhibiendo un prototipo ganador en un concurso al que nadie ha visto competir.

Parece que estos señores no tengan otro objeto que cambiar por completo los hechos que presencian. Pero en parte tenemos nosotros la solución de este problema, y nos basta con no ceder los modelos por muchos ruegos que se nos hagan, y además justificando el porqué de nuestra actitud.

La construcción de modelos es más que un deporte:

es un deporte verdaderamente científico, es el sistema de que los jóvenes se aficionen desde pequeños a la aviación. Probando sus modelos, centrándolos y perfeccionándolos poco a poco para obtener cada vez mejores vuelos, es de esta forma como se van aprendiendo casi sin darse cuenta los conocimientos de aerodinámica y meteorología indispensables para que vuelen bien.

Los que construyen modelos son los que nutren las Escuelas de Vuelos sin Motor y llenan las Escuelas de Pilotos, tanto civiles como militares; esto lo hemos podido observar por los resultados obtenidos por algunos Pilotos del Vuelo sin Motor nacional, que se han colocado a la cabeza, batiendo marcas nacionales y prometiendo en breve ponerse a la cabeza del vuelo sin motor internacional.

Los que creen que con un modelo sólo se pueden conseguir duraciones de vuelo de unos segundos y distancias de pocos metros, están francamente equivocados; sólo es necesario hacerles presente los resultados obtenidos en los concursos celebrados, como en 1941 en Sabadell, en el que el señor don Salvador Báguena obtuvo una duración de quince minutos con un velero de un metro y medio, perdiéndolo entre las nubes a una altura de 150 metros: este vuelo fué cronometrado por el señor Teniente coronel Manso de Zúñiga. Otro buen resultado fué el obtenido en 1942 por el señor don Miguel Ara en un concurso celebrado en el Prat de Llobregat (Barcelona) con un modelo de tres metros y medio de envergadura, que después de un vuelo de seis minutos penetró en el mar a una altura de 80 metros,

descendiendo por este motivo. Otros son los resultados obtenidos en la Escuela Central de Aeromodelismo de Madrid, con duraciones de cuatro a seis minutos, y muchos otros resultados no homologados en plan particular; también tenemos que hacer mención de los resultados obtenidos en el extranjero, por la mayor afición que existe a este deporte; resultados verdaderamente sorprendentes, como duraciones de una hora y recorridos de 100 kilómetros, así como los modelos con motor de gasolina mandados desde tierra por radio. Como puede suponerse, la construcción de un modelo mandado desde tierra por radio es una técnica algo complicada, pues además de tener los conocimientos necesarios para la construcción del modelo, es preciso tener un gran conocimiento y experiencia en radioelectricidad, pues supone la construcción de una emisora y la de un receptor que va montado en el modelo; este receptor tiene que transformar las ondas emitidas por la emisora en movimientos ordenados para que el modelo efectúe todas las maniobras como si estuviere mandado por un piloto (fig. 1).

Los modelos responden mejor que los aviones sin motor a las corrientes ascendentes; desde este punto de vista son inmejorables auxiliares de la meteorología

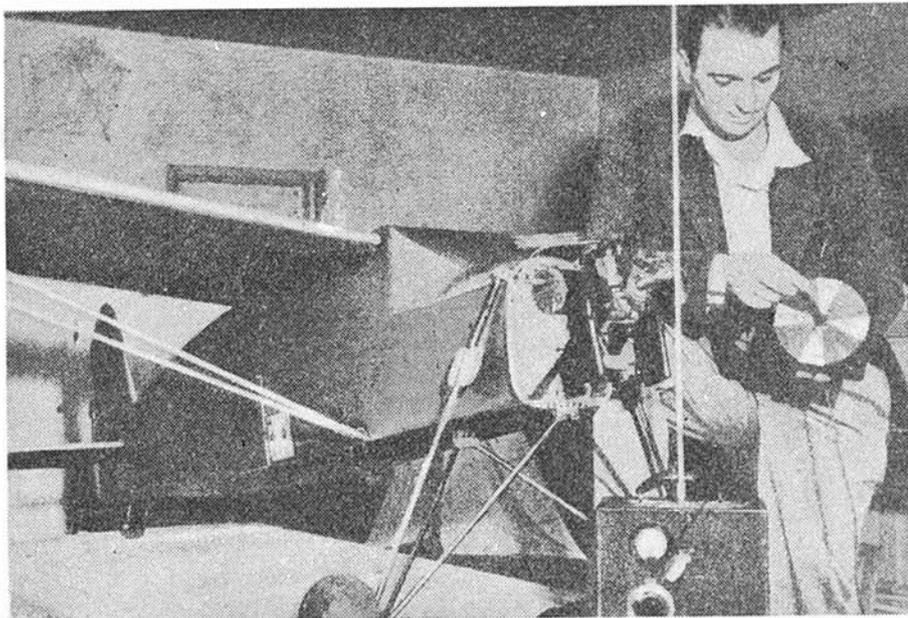


Fig. 1.

al servicio de la aviación sin motor, pues permiten descubrir estas corrientes ascendentes invisibles y estudiar las formas en que se producen en las laderas de las montañas, pudiendo así determinar el lugar más adecuado para el despegue de un velero.

Entusiasmo a este deporte no falta, y cada día va en aumento. Pero los nuevos adeptos que se han conseguido se encuentran desorientados; faltos de los conocimientos primordiales, se ponen a construir, y los primeros fracasos inevitables les hacen retroceder y abandonar definitivamente la construcción. Por otra parte, los materiales que se emplean en la construcción resultan costosos, porque necesitando sólo trozos muy

pequeños, nos vemos obligados a comprar piezas enteras. Así sucede con el contraplaqué, del que no se necesitan más que unos  $dm^2$ , y hay que comprar, por no venderse en menor cantidad, una chapa entera de un metro cuadrado, de unas 25 pesetas de coste, y eso si se encuentra del espesor deseado. Peor sucede con las gomas (1 por 3), que son muy difíciles de encontrar en el comercio y de la calidad deseada. Además, existe un desconocimiento completo en lo que se refiere a los modelos cuyo motor es de goma cuando se le dice a una persona que desconoce la materia que un modelo con motor de gomas se le da un número de vueltas a la hélice de 800 a 1.000, les parece increíble; esto les pasa también a algunos principiantes aeromodelistas que nos preguntan: ¿Cómo conseguir dar tantas vueltas a la hélice? ¿No se rompen las gomas? ¿Pero es posible que no se partan los fuselajes? Por eso vamos a explicar cómo se cargan las gomas y cómo obtener el máximo rendimiento de un modelo con hélice accionado con un motor constituido por gomas.

Una madeja de gomas constituye el motor más económico, práctico y adaptable a la mayoría de los modelos volantes.

La calidad que se debe adoptar es aquella comúnmente utilizada en forma de cinta y preferible de sección rectangular, generalmente de 3 por 1 ó de 3,17 por 0,8, la europea y americana, respectivamente.

Algunos aeromodelistas adoptan gomas de sección cuadrada, que se encuentran corrientemente en el comercio; pero usando esta sección y una longitud de madeja igual, ésta soportará una tensión inferior a la que puede soportar una madeja de gomas de sección rectangular.

Ocurrerá a veces que la goma que se adquiere hace tiempo que está fabricada, cosa que puede rebajar la elasticidad de la goma misma, la cual, envejeciendo, se endurece y se queda muy grácil.

La goma que se encuentra normalmente en el comercio da una longitud de siete a ocho veces su longitud normal.

Si se trata de goma de reciente fabricación, se conservará mucho más tiempo, siempre que se mantenga completamente limpia y en lugar fresco fuera del contacto del aire y en una caja, a poder ser, metálica, llena de talco.

Para determinar la cantidad de goma necesaria para un determinado aeromodelo, muchos constructores la regulan, procediendo por tanteo; otros establecen que el peso completo de gomas debe de ser del 25 al 35 por 100 del peso total del aparato. En verdad es sumamente difícil determinar con exactitud el peso de la madeja elástica para un aeromodelo.

Con una larga experiencia práctica, el problema ha sido resuelto con un diagrama, del cual nos servimos

para determinar la cantidad de goma necesaria para un modelo monomotor con un perfil alar normal (fig. 2).

En el gráfico se señala una serie de líneas curvas, cada una de las cuales corresponden a una sección de madeja expresada en milímetros cuadrados; la escala vertical, con valores de 500 a 2.000, corresponden a las diversas longitudes de madeja comprendidas entre 500 y 2.000 milímetros.

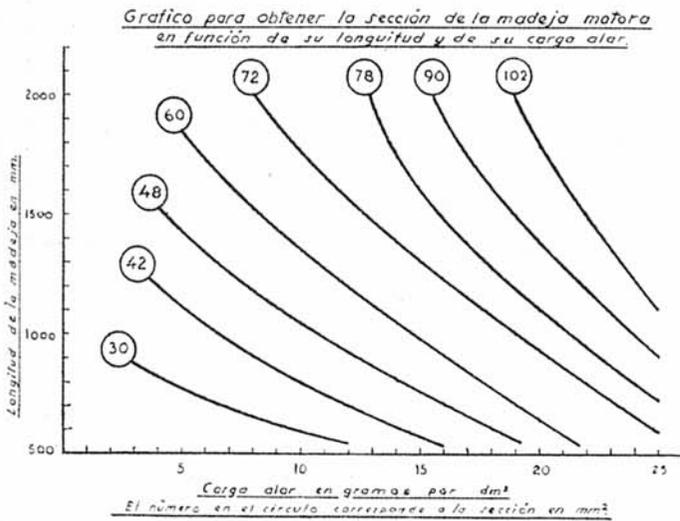


Fig. 2.

La escala horizontal, con valores de 0 a 25, corresponde a la carga alar expresada en gramos por centímetro cuadrado de superficie.

El número interior del círculo corresponde a la sección de la madeja, compuesta de un par de hilos de goma de sección (3 por 1 milímetro); pero el aeromodelista podrá imaginar una línea intermedia en el gráfico, o sea otra línea correspondiente a otra sección que no esté señalada, cuyo valor podrá ser hallado por interpolación.

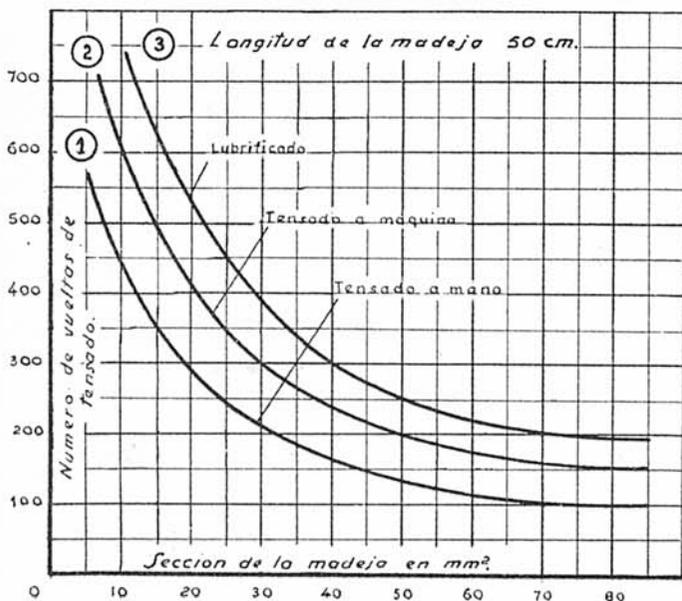
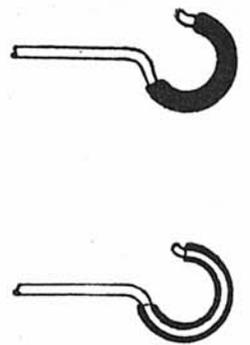


Fig. 3.

Antes de montar sobre el aeromodelo la madeja empaparemos la goma de una mezcla formada por jabón sin ácido (como pasta o jabón de afeitar), glicerina y agua, formándose una emulsión pastosa; las proporciones de ésta son: jabón, de 40 a 50 por 100; glicerina, de 25 a 30 por 100; ácido salicílico, 0,5 por 100, y el resto, de agua, determinando el aeromodelista las proporciones que mejor le parezcan de este lubricante; es conveniente no aplicar la glicerina pura, ni el aceite de ricino, como algunos emplean.

Esta lubricación es necesaria para favorecer el resbalamiento de los hilos entre sí, que forman la madeja, sobre todo cuando se trabaja con un gran número de vueltas, para poder obtener la torsión máxima. El diagrama (fig. 3) nos compara el número de vueltas que puede soportar una madeja de una longitud de 500 milímetros en función de su sección y del sistema de carga: (1) a mano, (2) con taladro, y la línea (3) nos representa el número de vueltas de una madeja lubricada y cargada con taladro; como se puede observar, la carga de esta última es mucho mayor.

Las gomas no deben permanecer sobre el aparato; se desmontan siempre después de las pruebas y se lava cuidadosamente con agua fría corriente para eliminar la glicerina y el jabón, y se las enjuaga, secándolas completamente, y se las coloca nuevamente en la caja de metal, espolvoreándolas con talco.



Sección.

Fig. 4.

La preparación de la madeja para el montaje sobre el aeromodelo, es operación delicada e importante. De antemano recubriremos el gancho anterior y posterior con un tubito de goma para evitar el contacto directo de los hilos de goma de la madeja y el metal (fig. 4).

Se ligan los hilos de la goma alrededor de los clavos, colocados sobre una tabla a una distancia calculada, para obtener anillos en la cantidad que se desee, cada uno de los cuales constituye dos hilos de la madeja completa (fig. 5).

La longitud que se asigne a la madeja varía según el sistema de motor que se quiera adoptar, pues el número de vueltas que una madeja puede dar, es función directa de su longitud (por esto nos interesa aumentar el número de vueltas, y, por tanto, la duración de descarga). Es frecuente el uso de madejas más largas que la distancia entre ganchos (es decir, de la distancia

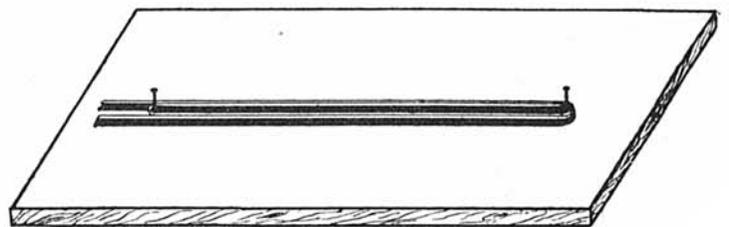


Fig. 5.

útil de fuselaje), evitando, sin embargo, que ésta pandee en el interior del fuselaje, procurando tenerla tensa por cualquier artificio.

La madeja trenzada está formada por un haz de gomas, con una longitud más o menos el doble de la distancia entre ganchos. A esta madeja se le carga en sentido inverso a aquel en normal de descarga de la hélice, se le da un determinado número de vueltas, en general alrededor de las cincuenta, y se lanza al vuelo ligeramente; después se dobla este número de vueltas y se lanza nuevamente.

La madeja cargada forma una trenza gruesa, flexible y encogida en la longitud justa a la tensión inicial de la goma, a causa de las vueltas preliminares que le hemos dado, graduando por tentativas el número de vueltas iniciales que se pueden obtener exactamente de la longitud de la trenza adoptada.

La madeja encogida, o sea cargada, se monta sobre el modelo. Un sistema bastante práctico para usar una madeja de gomas que sea un poco más larga que la longitud de ganchos, es el tensarla; se obtiene esto mediante un simple dispositivo a muelle, montado en el morro del aeromodelo e incorporado al eje de la hélice, y es arrastrado en la rotación de tal eje cuando la tensión de la goma elástica asciende a un cierto valor. De esta forma quedan encerradas algunas vueltas de la carga, que serán suficientes para mantener la madeja tensa, evitando de esta forma que caiga sobre el fondo del fuselaje (fig. 6).

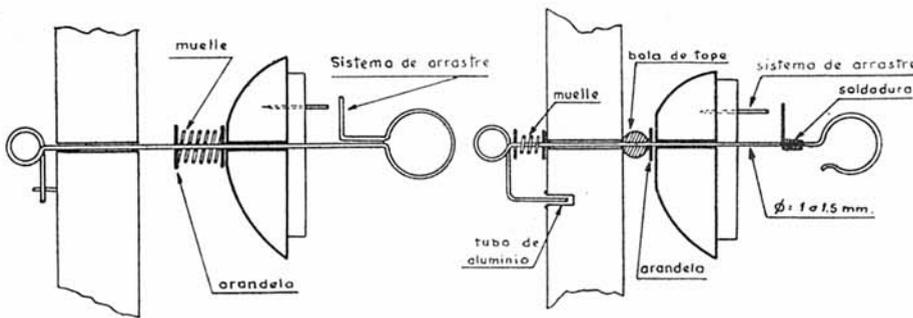


Fig. 6.

Se carga a mano una madeja, haciendo girar con el dedo la hélice en sentido inverso a aquel normal de vuelo, o sea, inverso al sentido en que la hélice debe girar para avanzar en el aire.

Normalmente, el aeromodelista carga sus modelos con motor de gomas con la ayuda de un vulgar taladrador a mano, con engranajes a multiplicación, colocados sobre el mango del mismo, y en la punta se le fija un pequeño gancho, con el cual se le engancha a la parte anterior o posterior de la madeja de carga (fig. 7).

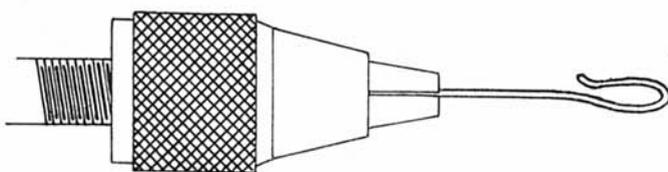


Fig. 7.

El número máximo de vueltas de carga varía según la longitud y la sección de la madeja y también de la calidad de la goma usada. El posible cálculo del número máximo de vueltas que una cierta madeja puede soportar, se puede hacer de varias formas: haciendo precedentemente el cálculo extenso de una serie de pruebas experimentales, y que deben repetirse cada vez que se cambie de calidad o partida de la goma.

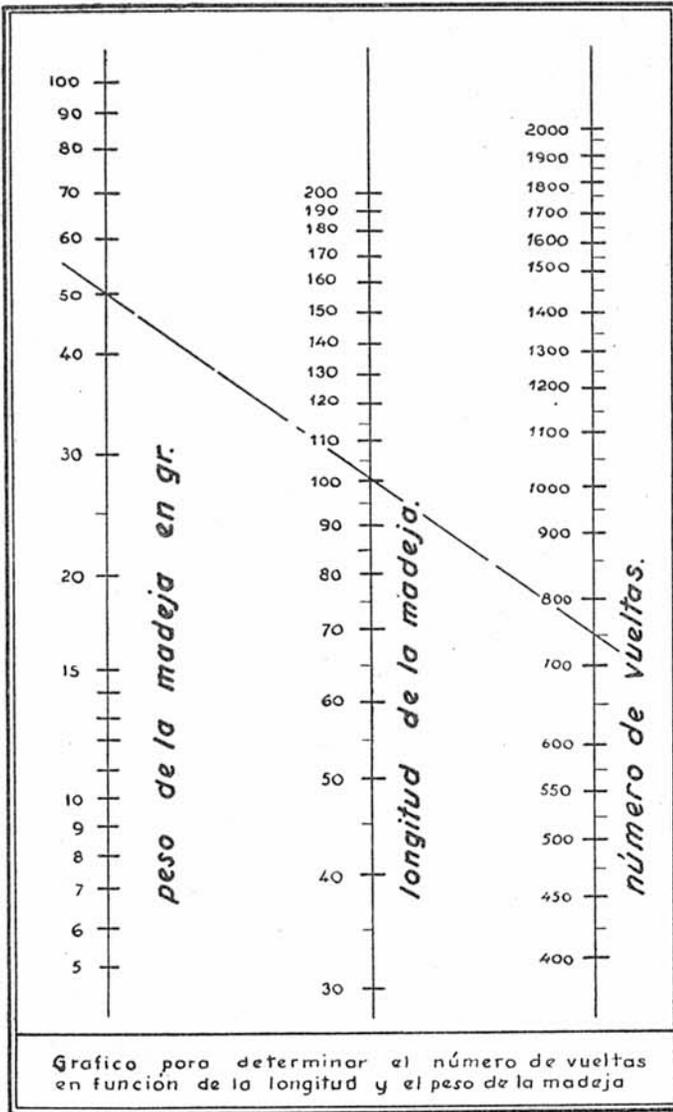
N. de hilos.	Coefficiente K
4	0.70
6	0.56
8	0.48
10	0.43
12	0.39
14	0.35
16	0.32
18	0.30
20	0.28
22	0.26
24	0.25
26	0.24
28	0.23
30	0.225
32	0.220
34	0.215

Cuadro 8.

Esta prueba se efectuará preparando con la goma a examinar (suponiéndola de una sección rectangular de 3 por 1) una madejita de una longitud de 30 centímetros, compuesta de 20 hilos (10 anillos) y cargándolas con un taladro del sistema ya indicado, sujetándola de un cabo en un gancho fijo; por ejemplo, en la manilla de una puerta, se le somete a tensión, y previa lubricación hasta romperla, se cuenta el número de giros que ha resistido, y se divide por 30 (longitud de la madeja en centímetros) para averiguar el número de vueltas por centímetros. Este número es el coeficiente característico *C* de nuestra goma. Para averiguar el número de vueltas totales que puede resistir una madeja cualquiera hecha con otra goma, se multiplica el coeficiente característico *C* así obtenido, por la longitud de la madeja en centímetros y por un nuevo coeficiente *K*, que depende del número de hilos. A continuación damos la tabla de valores de *K* (fig. 8).

Todo esto nos servirá para el tipo de goma usada de 1 por 3. Para secciones menores, es posible aumentar el número de giros; por ejemplo: para el hilo de sección cuadrada de 1 por 1, se le puede cargar casi el doble de la que hemos descrito anteriormente.

El sistema descrito ha sido obtenido realizando numerosas aplicaciones prácticas, y es de uso muy frecuente entre los aeromodelistas de todo el mundo, especialmente de los Estados Unidos. Este tiene un fundamento teórico exacto, y además posee la ventaja de poder determinar con bastante aproximación el número de vueltas de cualquier madeja por medio de pruebas de una cantidad ilimitada de gomas, aunque es conveniente repetir, por lo menos, dos veces la prueba de rotura de la misma para controlar con exactitud y formar una media; de esta forma el error por exceso o defecto será mucho menor, lo que es de suma im-



Cuadro 9.

portancia para determinar la madeja definitiva del modelo completo.

Pero por razones de economía, se simplifica y a veces se sustituye por otro sistema (que nos da directamente el número de vueltas) más práctico que el anterior, obtenido de la experiencia; éste nos permite hallar fácilmente el número de vueltas que puede soportar una madeja en función del peso y de la longitud de la misma.

El gráfico en cuestión (fig. 9) está formado por tres columnas graduadas; la primera representa el peso de la madeja en gramos; la segunda, la longitud de la madeja en centímetros, y la tercera, el número máximo de vueltas.

Conociendo el peso y la longitud de una madeja cuyos valores se encuentran en las escalas correspondientes, se unen estos valores del gráfico mediante una línea, que nos cortará la tercera escala, y el punto de contacto de esta línea con la escala, nos dará el número máximo de vueltas que la madeja puede soportar.

Se puede cargar el modelo con la madeja alarga-

da, como se demuestra en la figura; y se puede cargar con la madeja en estado normal. Pero se prefiere el primer sistema, reservando el segundo a poca carga para asegurar las pruebas de centraje del modelo.

Para cargarla por medios mecánicos, o sea ayudado de un común taladrador accionado a mano (como ya se ha descrito y representa la fotografía), se empieza por alargar la madeja, tensando las gomas de los dedos a tres veces su longitud normal. Si se lubrican las gomas, nos podrán resistir una mayor tensión, así como estirarlas mucho más, y, por tanto, poder practicar un número mayor de vueltas.

Mientras el taladro va cargando la madeja, se van formando poco a poco nuevos nudos finos, que recorren la madeja de un cabo a otro (fig. 10).

Cuando se llega a este punto, se sigue accionando el taladro lentamente, hasta que la madeja vuelve a su longitud aparente normal. Si se le sigue cargando, se formará una nueva capa de nudos mucho mayores; y si pasando de ésta se forma la tercera capa, es cuando se produce la rotura de la goma.

Utilizando ese sistema, y siempre teniendo en cuenta la longitud de la madeja y su sección, de ser posible con gomas de buena calidad y que hayan sido previamente ensayadas, se podrá alcanzar un número de vueltas de carga muy elevado.

La torsión de la goma debe hacerse por grados sucesivos, preparando primero la madeja, sometiéndola después a un pequeño esfuerzo y poco a poco a esfuerzos mayores; naturalmente, se podrá efectuar sólo con madejas escrupulosamente preparadas y cuidadosamente enervadas, que, desde luego, requiere un cierto arte. Por este sistema alcanzaremos el límite máximo de carga, y, por tanto, obtendremos resultados verdaderamente positivos, como los que vemos en las competiciones de aeromodelos.

Es de suponer que nunca podrá un motor de gomas restituir la energía almacenada, ni darnos ésta de forma regular. Si la madeja ha sido cuidadosamente preparada, siguiendo las indicaciones que se han dado, el desarrollo en el diagrama de la energía restituída nos dará una salida en un primer tiempo muy fuerte y se nos pondrá el modelo en seguida casi recto por un largo tiempo; después disminuirá progresivamente el nivel de la carga, y, agotada ésta, el aparato efec-

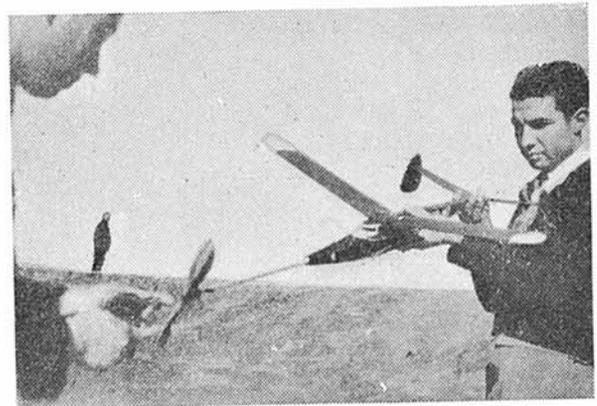


Fig. 10.

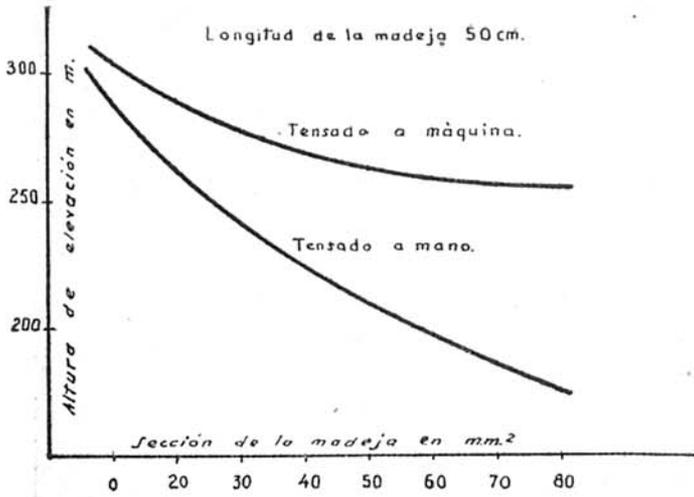


Fig. 11.

tuará el vuelo, respondiendo a sus cualidades aerodinámicas en el descenso de su vuelo planeado.

Para poder medir y calcular la energía almacenada por la madeja y restituirla en el trabajo de la hélice, se pueden usar fórmulas especiales y pruebas experimentales, cuyos cálculos no resultan muy exactos.

Una de las formas más prácticas para determinar la energía almacenada por una madeja de una longitud y una sección dada, es el proceder por pruebas sucesivas, lanzando el modelo varias veces y comprobando la altura a que puede remontarse, en función de su sección, y formar un diagrama (fig. 11). Este procedimiento está descrito en la revista alemana "Flugspor" núm. 6 de 1935. El valor de una de las escalas, que es la altura, no depende, como se puede comprobar, de la velocidad del modelo, ni tampoco de la velocidad de descarga de la madeja. Estos valores se duplican cuando la madeja se le carga, estirándola y con medios mecánicos (taladro), siendo, por tanto, inferior la altura a que puede remontarse un modelo cargado a mano.

Por lo que se deduce que una sección de madeja grande no aumenta la carga de energía; por el contrario, la disminuye, porque al aumentar la sección, disminuye el número de vueltas de tensado.

En el gráfico (fig. 10) se observa que, a medida que aumenta el peso de la madeja, disminuye el número de vueltas; se sobreentiende que, al aumentar el peso de la madeja, aumenta también su sección dentro de los límites que nos fijará la columna de longitudes.

