

AEROMODELISMO

En algún momento de nuestra afición, hemos tenido la tentación de construir un modelo poco habitual en su estética, pero no por ello carente de las características aerodinámicas propias de un buen aeromodelo; de esta forma, conocemos configuraciones como «canard», biplanos, y por supuesto alas volantes. De estas últimas lo que más nos seduce es, que su simplicidad constructiva nos ofrece unas características de vuelo excepcionales en velocidad y maniobrabilidad. Sin embargo, dicha simplicidad constructiva no va pareja a la del diseño, ya que difiere de los cálculos que tradicionalmente empleamos en nuestros planeadores.

Por Manuel Ramos

Aunque en nuestro país, la afición por las alas volantes no está muy extendida, no es así en lugares como Alemania, donde no sólo dos de las grandes marcas como son Robbe y Multiplex han incluido entre sus producciones un ala volante («Vampir» y «Cortina», respectivamente), sino que puede encontrarse un libro sobre este tema: «Nurflugelmodelle: Grundlagen für Entwurf und Einsatz» (Alas volantes: bases para la concepción y realización) por el Dipl. Ing. Martin Lichte.

En este artículo no trataré de traducir el libro por desconocer la lengua germana, pero gracias a algunas traducciones francesas, trataré de hacer un resumen de los cálculos necesarios para poder diseñar un ala volante.

La estabilidad

Antes de tratar la estabilidad en las alas volantes, pasemos a recordar lo que ocurre en los modelos convencionales, aunque sin extendernos, pues hay dos maravillosos artículos de Jesús Abellán, en los números 63 y 64 de RC Model.

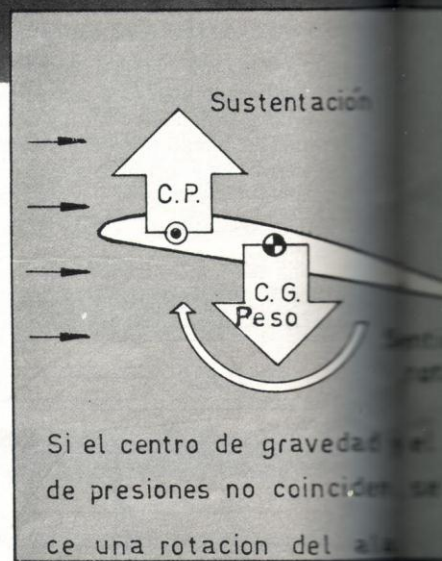
Un modelo clásico está dotado de un perfil neutro o inestable, siendo estos últimos los más utilizados. En estos perfiles inestables, todo desplazamiento angular se ve incrementado en razón al desplazamiento del centro de presiones respecto al centro de gravedad, por lo tanto, aumentando el desequilibrio ini-

cial. Así, si por el efecto de una perturbación la incidencia del perfil aumenta, el centro de presiones (el punto de aplicación de la sustentación del perfil) se adelanta respecto del centro de gravedad, por lo cual, se crea un momento de encabritamiento suplementario. La misma circunstancia se observa al contrario. En resumen, el par originado por las dos fuerzas tenderá a hacer rotar el ala (fig. 1). Es por esta razón por lo que todo modelo posee un estabilizador situado —generalmente— en la parte posterior del ala, y solidario a ésta por medio de un fuselaje. Este estabilizador no contribuye a la sustentación del modelo, pero sí compensará el par que aparece sobre el ala, y tenderá a equilibrar el modelo. Este poder corrector está caracterizado por el momento, éste —como sabemos— es la distancia entre el centro de gravedad del modelo y el 25% de la cuerda del estabilizador; por lo que a un momento de cola más largo, precisaremos una superficie de estabilizador más reducida, y a un momento más corto, una superficie más amplia.

Naturalmente, los conceptos de estabilidad son mucho más complejos, y aunque lo dicho espero que sirva para recordar el principio, podréis encontrar un buen artículo de Jesús López en el número 9 de RC Model, bajo el título «Cálculo de estabilidad» que os clarificará más el tema.

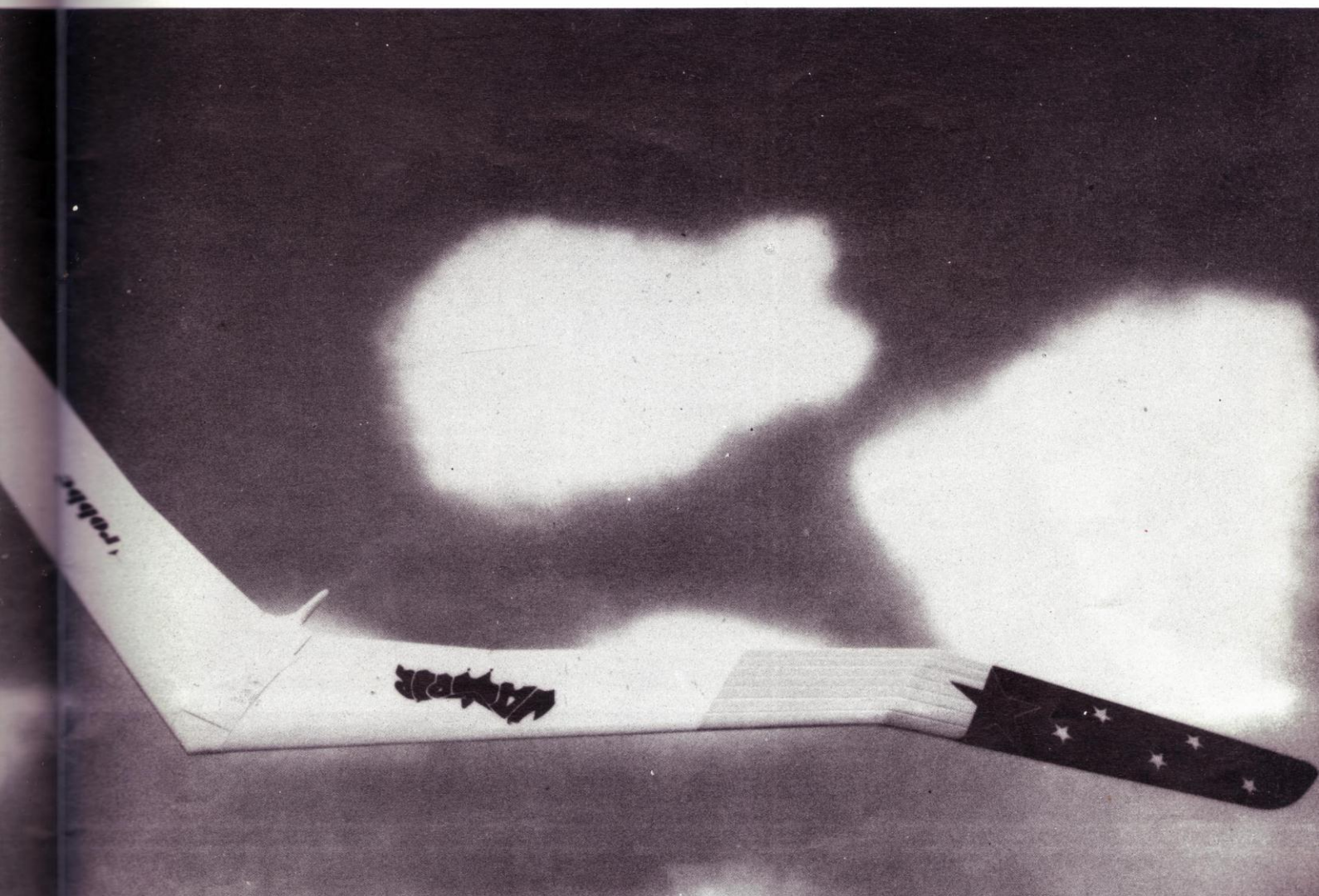
Estabilidad en alas volantes

De lo anteriormente dicho se deduce que un avión sin estabilizador no puede ser estable, por lo que estaríamos ante una contradicción en el caso de las alas volantes. En este caso, no es que el estabilizador se haya suprimido, sino que ala y estabilizador se han unido formando una sola pieza. Entonces ¿cómo se asegura la estabilidad? Dependiendo de la fórmula a seguir, haremos dos gru-



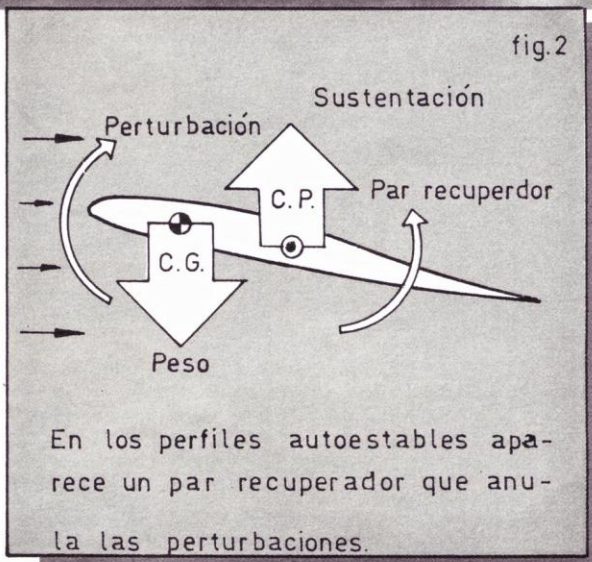
UN MODELO POCO
HABITUAL DE
EXCEPCIONALES
CUALIDADES DE VUELO

La sencillez del



ión
Sentido de rotación
dad y el centro
tenden, se produ-
ala

fig.1



pos: planeadores sin cola y verdaderas alas volantes.

Planeadores sin cola

Para un planeador sin cola se utiliza un perfil autoestable, el cual, está definido por sus coordenadas. Estos perfiles autoestables se caracterizan por tener su línea media en forma de S, y no necesitar estabilizador. Si por algún agente externo el ala picara, el centro de presiones se adelantará y el modelo recobrará su situación inicial; y si sucediera al contrario, el centro de presiones se retrasará, consiguiendo de nuevo el equilibrio (fig. 2).

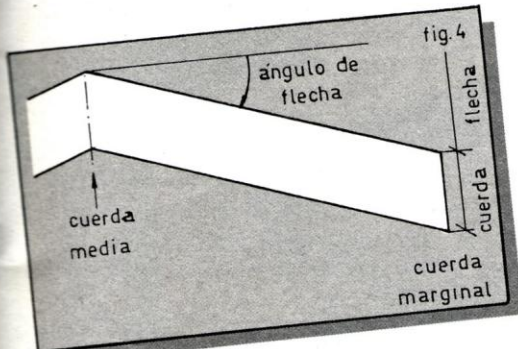
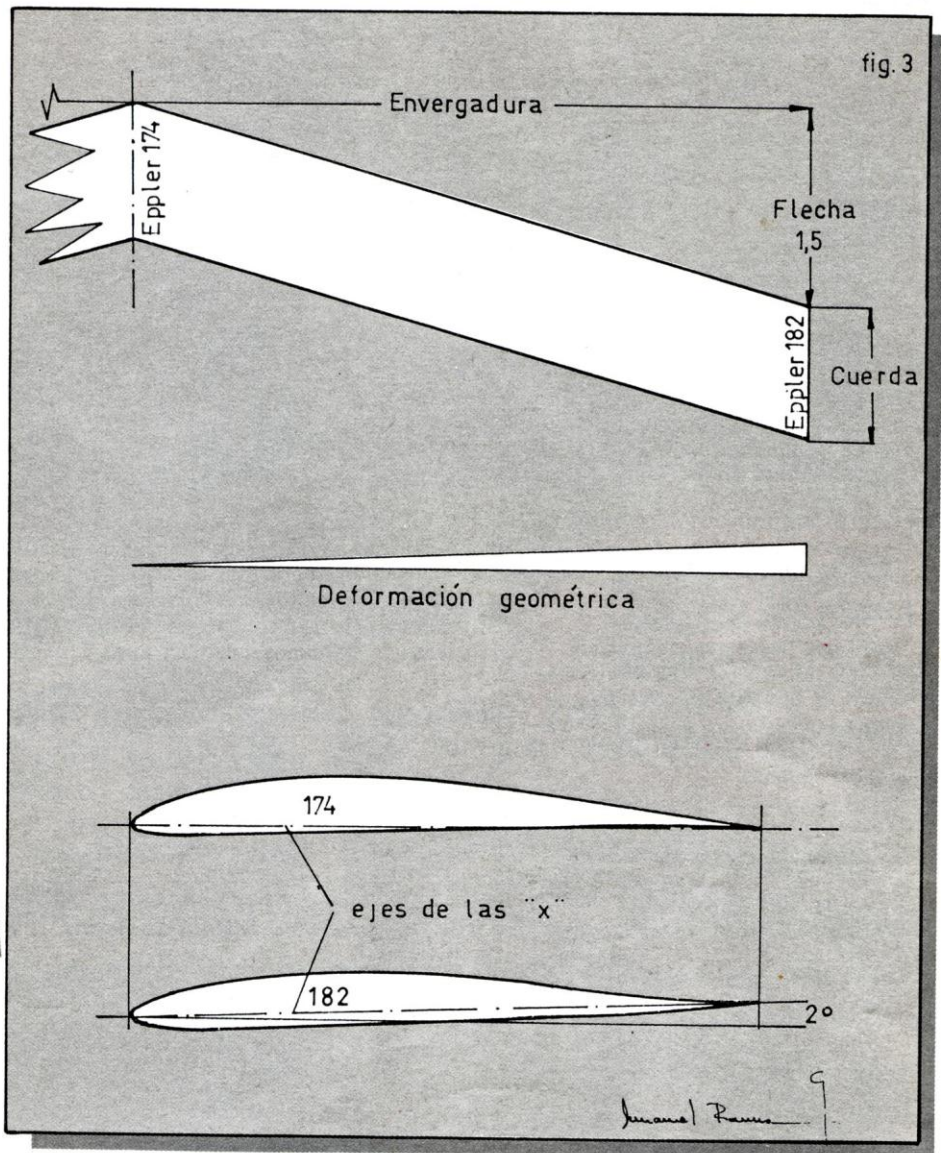
Como ejemplos de perfiles autoestables te-

el Ala Volante

nemos el Eppler 182, 184 y 186, Gö 677, etc... Y entre modelos de este tipo, existen dos buenos ejemplos publicados en esta revista: «Nana» (RC Model n.º 35) y «Paw» (RC Model n.º 86).

Verdaderas alas volantes.

En un ala volante se utiliza: una combinación de dos o más perfiles, y una geometría particular, la cual está obtenida por la flecha del ala y la deformación geométrica; es decir, la estabilidad está definida por tres dimensiones. Por lo tanto, es la transformación de un planeador con el estabilizador partido en dos y situado en los extremos del ala. Para obtener un momento de cola importante se recurre a la flecha, y la incidencia del ala se ha sustituido por la deformación geométrica (fig. 3). Con esta fórmula, pueden construirse alas volantes semejantes a un «canard» (con flecha negativa). Pero ¿cuáles son los cálculos a seguir para el diseño de alas volantes?



Cálculos y diseño de las alas volantes

Estos cálculos han sido establecidos por el Dr. Richard Eppler (muy conocido entre nosotros, debido a la utilización de sus perfiles en el campo del aeromodelismo).

Para el diseño de alas volantes, el Dr. Eppler parte de una fórmula empírica para la obtención de la deformación aerodinámica de la cuerda marginal respecto a la cuerda media o de implante, en función de los coeficientes de momento (cmo) de los perfiles utilizados, de la flecha, de la cuerda del ala, y de un coeficiente de estabilidad. Así, la deformación aerodinámica la formula de la siguiente manera:

DA = Deformación aerodinámica.

$$DA = \frac{190 \times (Stm - CMO)}{\text{flecha/cuerda}}$$

En la cual:

«Stm»: es un coeficiente de estabilidad empírico comprendido entre 0,02 y 0,04.

«CMO»: es la media de los coeficientes de momento (cmo), de los perfiles utilizados en la cuerda media y marginal.

«Flecha/cuerda» están definidas en la figura n.º 4. En este caso la relación flecha-cuerda = 1.5.

Con la obtención de la deformación aerodinámica no están concluidos los cálculos, pues no debemos confundirla con la defor-

mación geométrica, que es la que más nos interesa para construir un ala volante.

Al utilizar dos perfiles diferentes en la cuerda de implante y en el marginal, estos también poseen un ángulo de sustentación nula (β) diferentes. Para Eppler, los ángulos de sustentación nula (β), permiten conocer la deformación aerodinámica de un ala con perfiles evolutivos, en función de su torsión (deformación) geométrica. Entonces tendremos que obtener la diferencia de los ángulos de sustentación nula:

$$\beta - \beta' \text{ (en grados)}$$

Y hacer la diferencia con el valor de la deformación aerodinámica que ya conocemos. Este resultado nos dará los grados necesarios de la deformación geométrica que necesitará el ala volante:

$$DG = DA - \text{diferencia de } \beta\beta'$$

Para comprender mejor lo expuesto, pasemos a un ejemplo práctico. En la figura 5 podemos ver el plano de un ala volante cuyos perfiles son: Eppler 174 y Eppler 182. Hemos elegido ambos, pues forman una familia de perfiles evolutivos para alas volantes. El perfil Eppler 174 (fig. 3), es un perfil para la par-

te central del ala cuyo cmo = -0,083 (lo que demuestra su valor negativo que no es un perfil autoestable). El ángulo de sustentación nula (β) = -3,6°. El Eppler 182, es un perfil para la extremidad del ala. Su forma en la cuerda media es en «S» (efecto réflex), típico de los perfiles autoestables (fig. 3). Su cmo = 0,007, y su ángulo de sustentación nula (β) = 0,3°. Siguiendo con el plano del ala volante (fig. 5), la relación flecha/cuerda = 2; y hemos elegido un coeficiente de estabilidad (Stm) = 0,02, que es el término medio de los valores que Eppler sugiere.

Iniciaremos los cálculos hallando la diferencia de los «cmo» de ambos perfiles, y la deformación aerodinámica:

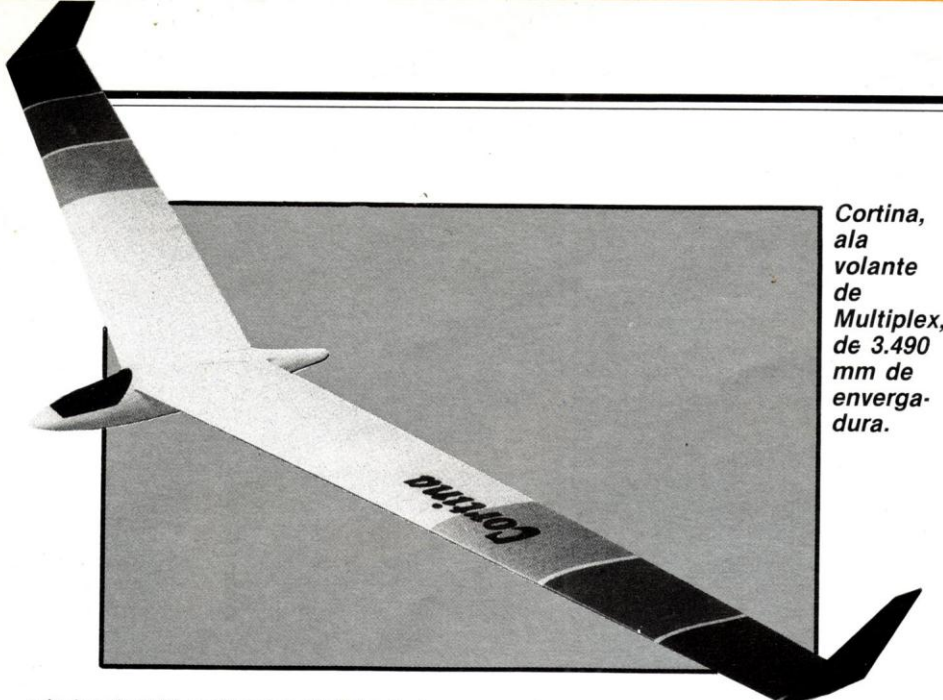
$$CMO = \frac{-0,083 + 0,007}{2} = -0,038$$

$$DA = \frac{190 \times (0,02 + 0,038)}{2} = 5,6^\circ$$

Una vez hallada la deformación aerodinámica, obtendremos la diferencia de los ángulos de sustentación nula de ambos perfiles:

$$-3,6^\circ - 0,3^\circ = -3,9^\circ; 3,9^\circ \text{ en positivo}$$

Así, para obtener una deformación aerodi-



Cortina, ala volante de Multiplex, de 3.490 mm de envergadura.

námica de $5,6^\circ$, será necesario introducir una torsión geométrica al ala de:

$$5,6^\circ - 3,9^\circ = 1,7^\circ$$

Como veis no es muy complicado. Terminados los cálculos con los perfiles elegidos, sólo nos resta hacer las plantillas de corte del ala, cortar el «foam», enchapar y volar. Todo con un precio bastante inferior al de un planeador normal.

Algunas precauciones

Todas las alas volantes, con o sin flecha tienen unas características comunes.

La velocidad de vuelo es más elevada —con una carga alar más reducida— que para un planeador normal, por lo que es importante construir ligero; tiempo tendremos de aumentar la carga con lastre. Tener en cuenta que suprimimos estabilizadores y fuselaje.

Alarg.	Flecha/cuerda=1	F/C=1.5	F/C=2
8	14,30°	20,55°	26,56°
10	11,30°	16,70°	21,80°
12	9,46°	14,04°	18,44°
14	8,13°	12,10°	15,95°

Relaciones entre alargamiento, relación flecha/cuerda y ángulo de flecha.

je. Esta velocidad no debe importarnos en vuelo, pero sí a la hora de aterrizar, pues nuestras laderas no son campos de fútbol precisamente.

Por último, espero que las alas volantes os interesen e intentéis la aventura. ■

Bibliografía: 1. «Nurflügelmodelle: Grundlagen Für Entwicklung und Einsatz» (alas volantes: bases para la concepción y la realización), por el Dipl. Ing. Martin Lichte. Editado por: Verlag Für Technik und Handwerk, Postfach 1128, D-7570. Baden Baden. Alemania.

2. «Flug-Modeltechnik», Febrero 1984 «Nurflügel: Pfeilung, JA, Aber Wie Grob?» (Alas volantes: de la flecha ¿pero cuánta?). Por Werner Thies.

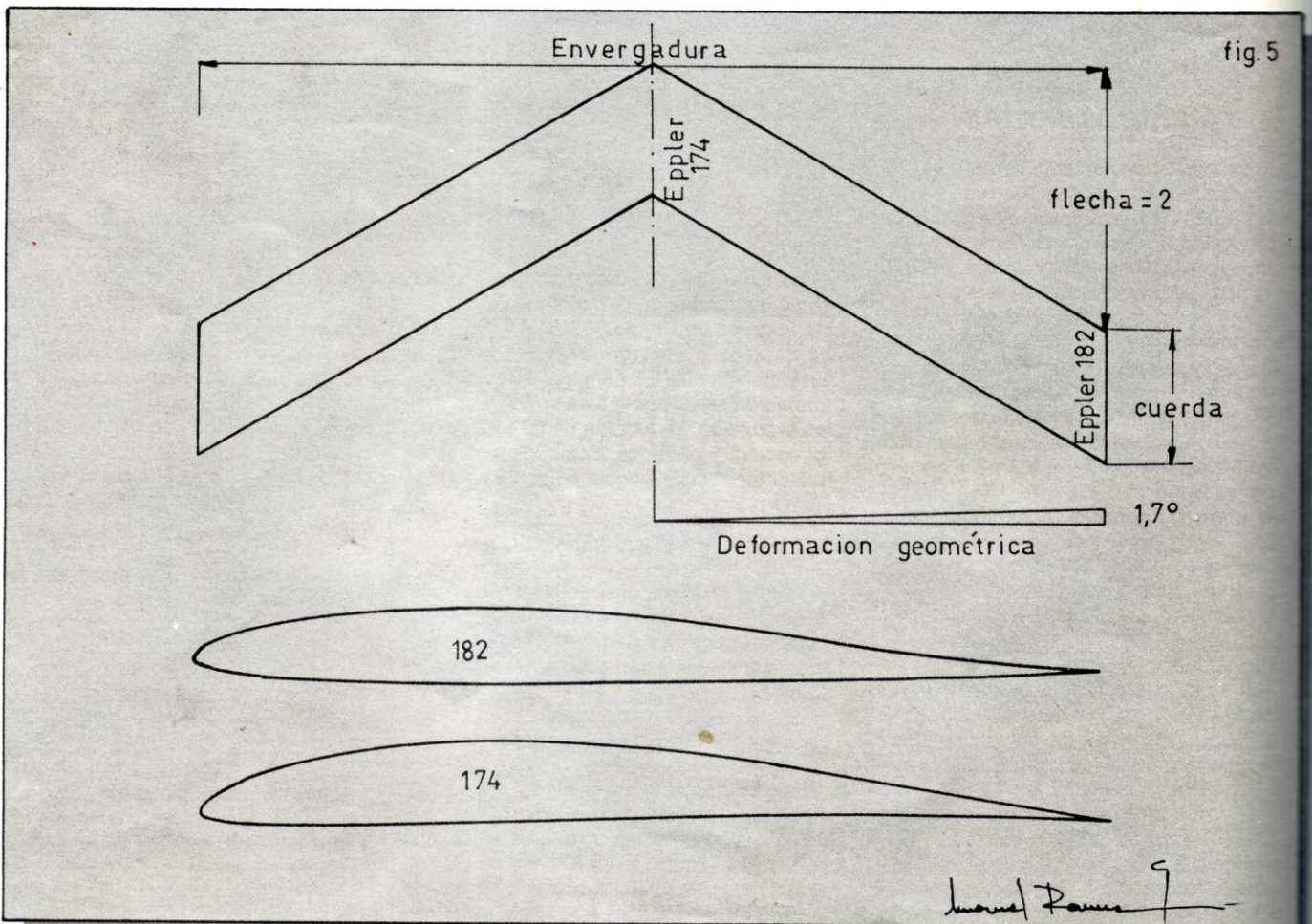
3. «Flug-Modeltechnik», Julio 1985 «Die "Pirx"-Story» (Historia de la Pirx) por Reinhard Sielemann y Hans-Jürgen Unverferth.

4. Modele Magazine. Noviembre y diciembre de 1987. «A Propos des Ailes Volantes» (A propósito de las alas volantes). Por Bernard Jarril.

5. RC Model. Mayo y junio de 1986. «Cómo centrar un avión» y «centrado de configuraciones especiales» respectivamente. Por Jesús Abellán.

6. RC Model. Noviembre 1981. «Cálculo de estabilidad». Por Jesús López.

7. «Aeromodelismo y Radio Control» (enciclopedia práctica) n.º 52 y 53. «Aerodinámica del ala volante».



Manuel Pons