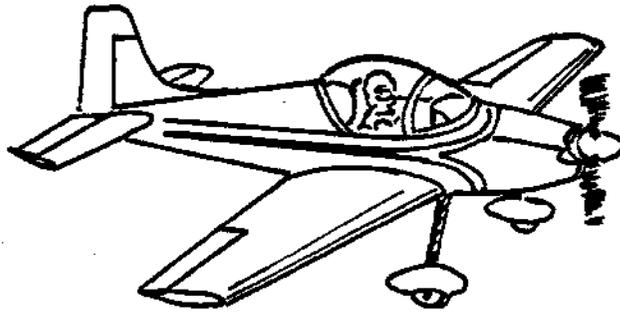


EAA

FILIAL 722

Argentina

EXPERIMENTALES AERONAVES ASOCIACION
EXPERIMENTAL AIRCRAFT ASSOCIATION



Corby Starlet

17

CONSTRUCCION EN MADERA

Por CARLOS A. LORENZO.

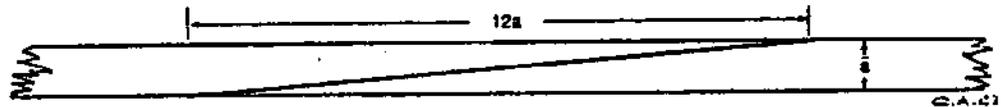
UNIONES DE MADERA

En el trabajo de carpintería aeronáutica se usan solamente dos tipos básicos de uniones. Cada una de ellas dependen del cuidado y prolijidad del carpintero para que detenten su máxima resistencia.

El primer tipo de unión que podemos nombrar es la **UNION BISELADA**: Este tipo de unión es el único método que puede ser usado para empalmar largueiros y todo tipo de varillas. Es usado también como única manera de empalmar dos paneles de madera terciada entre sí. La unión biselada hecha en forma correcta, ofrece la misma resistencia que la madera con que está hecha, ya que brinda una extensa superficie de encolado.

La pendiente del biselado debe ser 1:12 (mínima 1:10), lo cual significa que para una madera de 1 cm de ancho, se requiere un corte biselado de 12 cm de largo. En la Fig. Nº 6 lo podemos apreciar en escala natural:

Fig. 6



Para este tipo de unión hay que tener en cuenta la veta de la madera (Fig. 7) y la forma cuidadosa de encolar las partes (Fig. 8):

Fig. 7

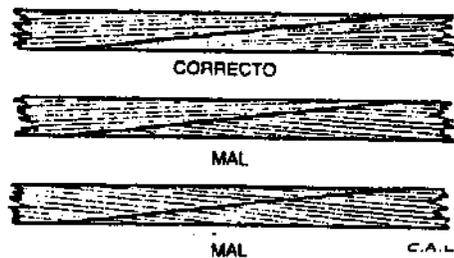
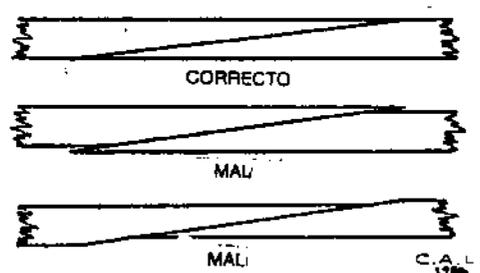


Fig. 8

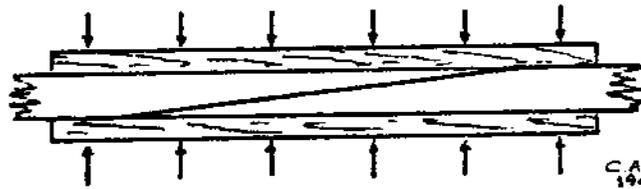


El corte de los biselados requiere un poco de práctica, ya que las dos superficies deben ser bien planas y coincidir perfectamente. Una vez marcado el bisel, con un serrucho o sierra motriz se realiza un corte cercano a la línea. Luego con una lijadora de disco con plataforma a 90° , se llega con precisión hasta la marca.

Esta útil herramienta es sencilla de construir utilizando un motor eléctrico de 1/4 o 1/2 HP, obtenido de un lavarropas en desuso. Salvo que se disponga de una herramienta más sofisticada, pienso que una lijadora de disco es la **más práctica** para este tipo de trabajo y la más usada durante toda la construcción del avión.

Antes de pegar, es necesario realizar un «chequeo» de los cortes, presentando ambas piezas juntas, verificando que todo quede en línea. El adhesivo debe aplicarse en **ambas** caras (si se usa resina epóxica) y luego de unir las se hace un «sandwich» con dos tablas, como se muestra en la Fig. 9. Por último se presan adecuadamente (no excesivamente) y se verifica que no ocurra lo mostrado en la Fig. 8.

Fig. 9.



Nunca ponga una prensa directamente sobre una madera de calidad aeronáutica para presar, porque puede estropear la fibra de la misma. La carga de presado debe ser siempre ejercida sobre un listón o block, para que éste transmita la presión en forma pareja a toda la superficie de encolado.

En el caso del biselado de terciadas, debe usarse también la relación 1:12. Una vez biselada, el trabajo debe quedar como bandas paralelas, debido a que las colas sintéticas usadas normalmente para la fabricación de laminados, son oscuras, dejando una línea en la terciada biselada. Esto nos sirve de referencia porque si el trabajo no muestra bandas paralelas, el biselado no está bien hecho. Si ello ocurre, trate de retocararlo hasta lograr líneas bien paralelas. Una forma de realizar correctamente dicho biselado, está claramente mostrado en la Fig. 10 y la forma de pegar y «claveteo» dicho trabajo, está detallado en la Fig. 11. La numeración de las varillas de claveteado corresponden al orden que hay que clavarlas, para que de esta forma la resina sobrante vaya escurriendo

hacia arriba y afuera.

Fig 10

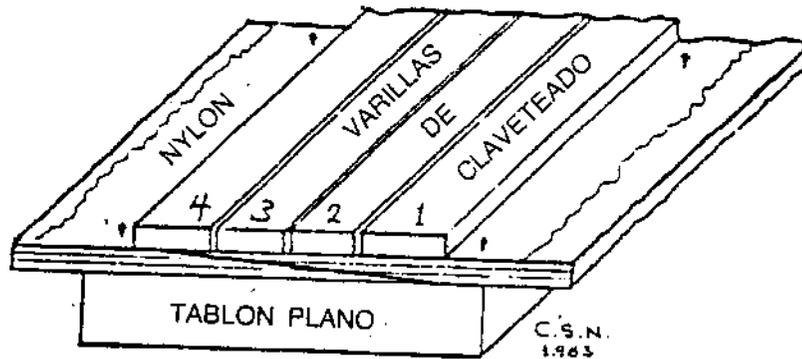
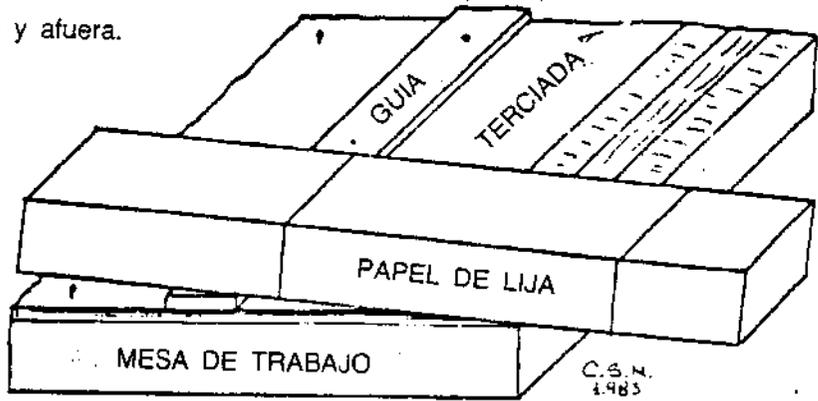
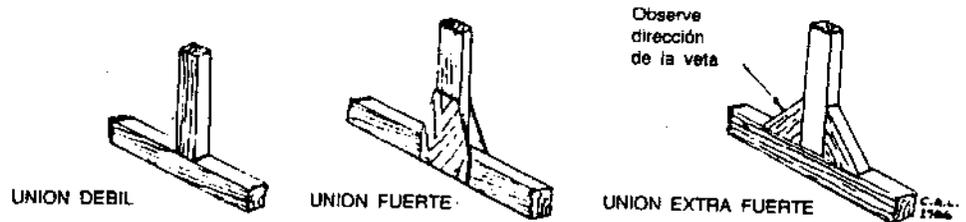


Fig 11

El segundo tipo de unión en carpintería aeronáutica es la **UNION A TOPE**, graficada en la Fig. 12. Una unión a tope por sí sola no es resistente, ella presenta sólo una pequeña superficie de encolado. Por lo tanto, como ésta es la única forma de unión entre los largueros y travesaños del fuselaje o de las costillas armadas, esta unión debe ser reforzada con «pañuelos» de terciado o con pequeños blocks triangulares de relleno, aumentando así la superficie encolada.

La unión a tope resiste comunmente cargas a la compresión por lo cual, para mantener los miembros en su lugar, es suficiente usar los «pañuelos» de terciada (ya sean triangulares o semi-circulares). En el caso que la estructura esté también exigida con fuerzas torsionales muy elevadas, se recurre al método de los tacos de relleno, que ofrecen la máxima superficie de encolado y, por ende, la mayor solidez.

Fig 12



ARMADO DE LAS ESTRUCTURAS

Ya sabemos como elegir la madera apropiada, hemos escogido el adhesivo que más se adapta a nuestras necesidades y conocemos las técnicas de unir madera con madera. Comencemos entonces a construir nuestro avión.

Generalmente, en los manuales de construcción que acompañan los planos, está sugerido el orden de armado de cada componente. Algunos comienzan por el fuselaje, otros por el grupo de cola, ... yo comenzaré por las:

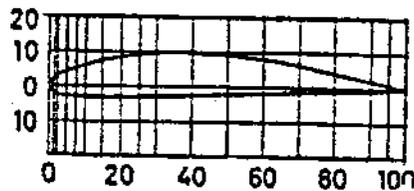
COSTILLAS DEL ALA

En algunos juegos de planos, vienen las costillas dibujadas al tamaño real. En ese caso, lo primero que hay que hacer es verificar las medidas, ya que al realizar las copias heliográficas, puede haber corrimientos entre el original y la copia (debido al deslizamiento de los rodillos de la copiadora) y variar así sensiblemente su longitud. Una vez verificado esto, se pega el dibujo de la costilla sobre una tabla plana, preferentemente aconglomerado. En este punto, es interesante tener en cuenta dos detalles importantes para no malograr el trabajo: 1º) **No recorte** el papel con la forma de la costilla, sino corte una tira **paralela** que contenga a ésta. De esta manera facilitará la tarea de pegado. 2º) **Nunca** utilice para este trabajo, colas que contengan agua, ya que además de dejar sin consistencia el papel, la humedad hace que se dilate y pueda llegar a diferir en varios e importantes milímetros con respecto al original. Para pegar **todo tipo** de plantillas de papel (ya sea a madera o metal) lo ideal es usar **cemento de contacto**.

En el caso de no venir en el plano el dibujo de la costilla al tamaño natural, o ser uno mismo el que elige un perfil, la forma de llevarlo al tamaño real es relativamente sencilla. Todos los perfiles están acotados con valores que representan **porcentajes de lo que mide la cuerda**.

Por ejemplo, en la Fig. N° 13 tenemos la tabla de los valores del perfil NACA 4412. Lo primero que tenemos que hacer, es trazar una línea horizontal con la medida de la cuerda, sobre una madera plana (preferentemente aconglomerado). Luego trazamos perpendiculares, a partir del borde de ataque, a las distancias especificadas en la primer columna (%o Cuerda). En la segunda columna (Extradós) están los factores que hay que multiplicar (siempre por la medida de la cuerda elegida) y transportarlos perpendicularmente **hacia arriba** de la línea horizontal. Luego, el mismo procedimiento **hacia abajo**, con los valores dados en la tercer columna (Intradós). Por último, uniendo las puntas con una línea, queda delineado el perfil.

Fig 13



%C	Extr.	Intr.
0	0	0
1.25	2.44	-1.43
2.5	3.39	-1.95
5.0	4.73	-2.49
7.5	5.75	-2.74
10	6.59	-2.86
15	7.89	-2.88
20	8.80	-2.74
25	9.41	-2.50
30	9.75	-2.26
40	9.80	-1.80
50	9.19	-1.40
60	8.14	-1.00
70	6.69	-0.65
80	4.89	-0.39
90	2.71	-0.22
95	1.47	-0.16
100	(0.13)	(-0.13)
100	0	0

Para dibujar curvas suaves, utilizo una varilla de madera (preferentemente de balsa) y para las curvas cerradas (cercanas al borde de ataque) utilizo un pistoleta flexible o bien se puede trazar con ayuda de un alambre dulce, dándole la forma de a poco.

Este es el dibujo del perfil. Ahora hay que completar el dibujo de la costilla, trazando una línea interna paralela al contorno, con el ancho de la varilla que vamos a usar. Luego hay que marcar todos los travesaños, diagonales y «pañuelitos» de refuerzo de terciada, para que quede completado el dibujo de la costilla.

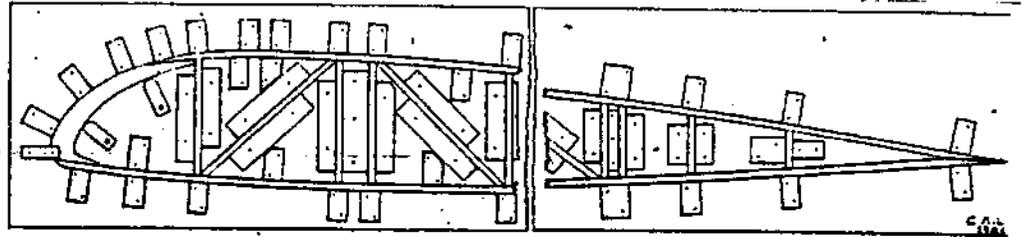
En forma global, podemos decir que hay dos clases de costillas: las **costillas armadas** y las **costillas caladas**. Dentro de estos dos tipos, hay varias combinaciones entre ambos. Aquí vamos a tratar en particular las dos clases mencionadas:

COSTILLAS ARMADAS

La técnica de construcción de estas costillas, no ha variado desde 1903 y aún hoy representa el tipo de armado más resistente y liviano...

Ya sea con el papel del plano pegado sobre la tabla, o el dibujo realizado directamente sobre ella, la cubrimos con un plástico transparente y procedemos a clavar taquitos de madera (yo utilizo restos de terciada náutica de 6 mm) en lugares estratégicos como para mantener la curvatura de las varillas o sólo para guiar las rectas, tal como se muestra en la Fig. N° 14:

Fig. 14



Luego se procede a cortar las varillas lo más exacto posible, poniéndolas en su lugar. Una vez que estén todas cortadas, recién se mezcla la cola y se comienza a pegar cada una. Por último, se pegan sobre las uniones los «pañuelitos» de terciada.

Para fijarlos, yo utilizo una pistola abrochadora, que considero, es una herramienta irremplazable para este trabajo. Puede usarse también clavitos pequeños, cuidando que sean lo suficientemente finos como para que no rajen las varillas.

Una vez secado el adhesivo, se retira la costilla de la plantilla, se da vuelta y se pegan los pañuelitos del otro lado. No se tome el trabajo de recortar cada refuerzo de terciada con la forma exacta de la curva de la costilla, este trabajo se puede realizar después de secado, con la lijadora de disco o con una lima (para trabajos delicados es mejor utilizar una lima y no una escofina).

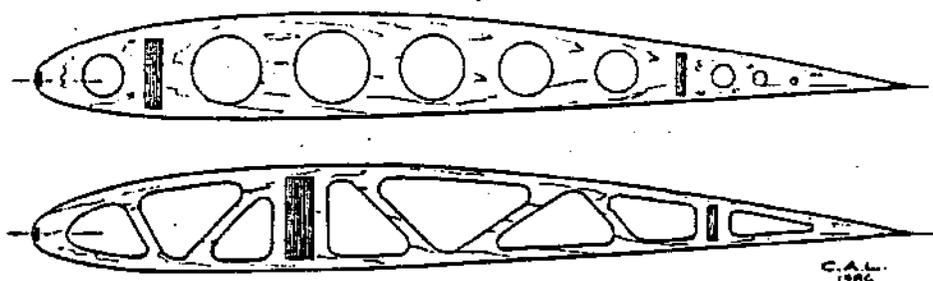
El último paso para dejar terminada la costilla, es sacar **todos** los broches o clavitos de los refuerzos, ya que además de agregar peso, pueden oxidarse y descomponer la madera.

Un método que utilizo para poder extraer los broches sin «herir» la madera, es poner debajo de la abrochadora (antes de disparar cada broche), tiras de unos 5 cm de largo de «suncho» plástico. De esta forma, en el momento de «desclavar» los broches no tengo más que tirar con una pinza de una punta del «suncho», para extraer el broche limpiamente.

COSTILLAS CALADAS

Estas costillas, muy sencillas de hacer, están cortadas directamente de una terciada (generalmente de las utilizadas para uso marino) cuyo espesor puede variar entre 3 y 6 mm y son convenientemente aliviadas mediante caladuras en forma redonda, triangular o trapezoidal, como se muestra en la Fig. Nº 15:

Fig. 15



Para la construcción rápida de estas costillas, considero indispensable usar una sierra caladora para hacer con eficiencia y rapidez el trabajo, dado que una vez hecho el dibujo de la costilla directamente sobre la terciada donde calaremos la misma o pegando el papel con la copia de ella, se corta con la caladora dejando un margen de 1 ó 2 mm de la línea del contorno, para luego darle la forma final con la lijadora de disco.

Una vez hecha esta primer costilla, que la tomaremos como plantilla, podemos marcar una nueva sobre otro trozo de terciada. Y si apilamos 3 ó 4 tiras de terciada asegurándolas entre sí con clavos no muy gruesos, podemos hacer de un solo corte 3 ó 4 costillas por vez. Esto, claro está, si el ala es de cuerda constante y todas las costillas son iguales. De tener el ala planta trapezoidal, hay que hacerlas de a dos por vez.

Los huecos calados, si son redondos, se hacen rápidamente con un taladro provisto con esas «mechas» circulares que parecen tarros con su parte inferior

dentada. Si por el contrario las caladuras son de forma trapezoidal, lo ideal es usar una caladora eléctrica.

Otra herramienta óptima para este tipo de trabajo es la ranuradora o «router» (se trata de un pequeño tupí portátil), cuyo único inconveniente es el precio...

Como se puede deducir fácilmente, la enorme ventaja de construir las costillas caladas, es su gran rapidez de construcción comparadas con las costillas armadas. La desventaja es que son más pesadas, haciendo que uno «lleve a pasear» algunos kilos de más en su avión.

GRUPO DE COLA

Con el motivo de ir adquiriendo habilidad y «coraje» para armar estructuras más grandes que una costilla, encararemos la construcción del grupo de cola: estabilizador y timón.

El método de armado de las costillas del grupo de cola, es similar a las del ala y, ciertamente, más fácil por su reducido tamaño y por ser casi triangular las del elevador y virador.

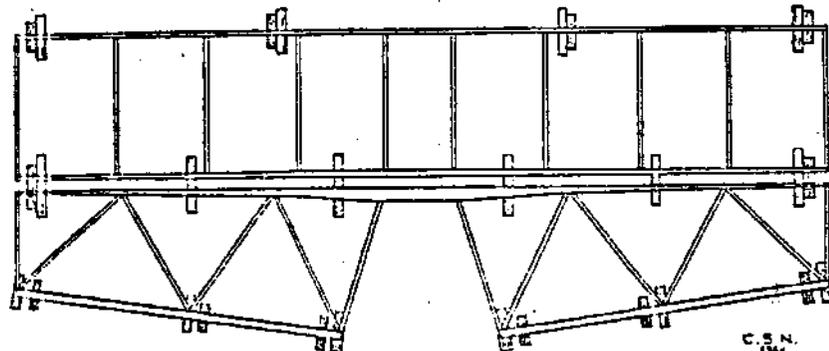
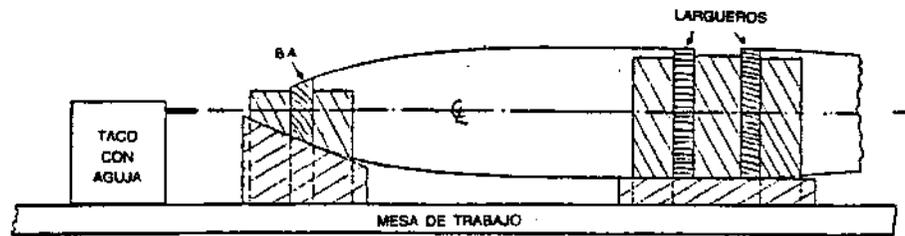
Los largueros son generalmente tablas sólidas de pino, por lo que solo nos demanda el trabajo de cortarlas y darles la forma de acuerdo a lo especificado en el plano. Lo mismo ocurre con las varillas que hacen de Borde de Ataque (BA) y Borde de Fuga (BF). A las del BA se le puede dar la forma definitiva antes de encolar, aunque algunos prefieren dejar unos 2 mm de margen para finalizarlo después de armado. Con las del BF lo ideal es hacer el rebaje en forma triangular antes de armar. No olvide en esta etapa, marcar una línea perpendicular en el centro de ambas caras de los largueros del estabilizador, así como también marcar la posición de las costillas, bisagras y puntos de fijación al fuselaje. En las varillas del BA y BF, marque una línea a lo largo de toda la madera en la mitad de su espesor, para poder luego verificar su correcta horizontalidad.

Para armar el estabilizador o el timón, existen diversos métodos. Uno de ellos es el siguiente: Como primera medida, hay que elegir una superficie bien plana (puede ser la mesa donde armará todos los componentes del avión). Recuerde que si la superficie está un poco revirada o arqueada, el estabilizador le «copiará» ese defecto.

Sobre esa mesa dibuje al tamaño natural el empenaje que va a construir, cubra con un nylon transparente toda la superficie y arme una sencilla «cama» con tacos de guía, como se muestra en la Fig. N° 16:

Ponga ahora en su posición los largueros, el BF y el BA, sujetándolos con dichos blocks en su correcto lugar y altura. Para esto puede valerse del «taco con aguja» que muestra la Fig. Nº 16, para verificar que todo esté en perfecta horizontalidad.

Fig 16



Luego puede comenzar a presentar en su lugar las costillas. Al construir estas, es preferible hacerlas unos 3 ó 4 mm más largas, de modo que se pueda hacer el bisel necesario en el BF (o en ambos extremos si van en diagonal) y llevarlas así a su correcta dimensión. Encóuelas en su lugar y verifique su alineación, así como también el perfecto asentamiento de todos los componentes sobre la «cama».

Pegue luego todas las piezas interiores, como tacos de refuerzos y piatabandas, y exteriores, como los pañuelos de las uniones y cubre-bordes de costillas (en los planos figura como «cap-strip»).

Una vez seco el adhesivo, se puede dar forma final a la varilla del BA y cualquier protuberancia puede ser alisada usando un taco largo de madera, con lija pegada a lo largo de una de sus caras.

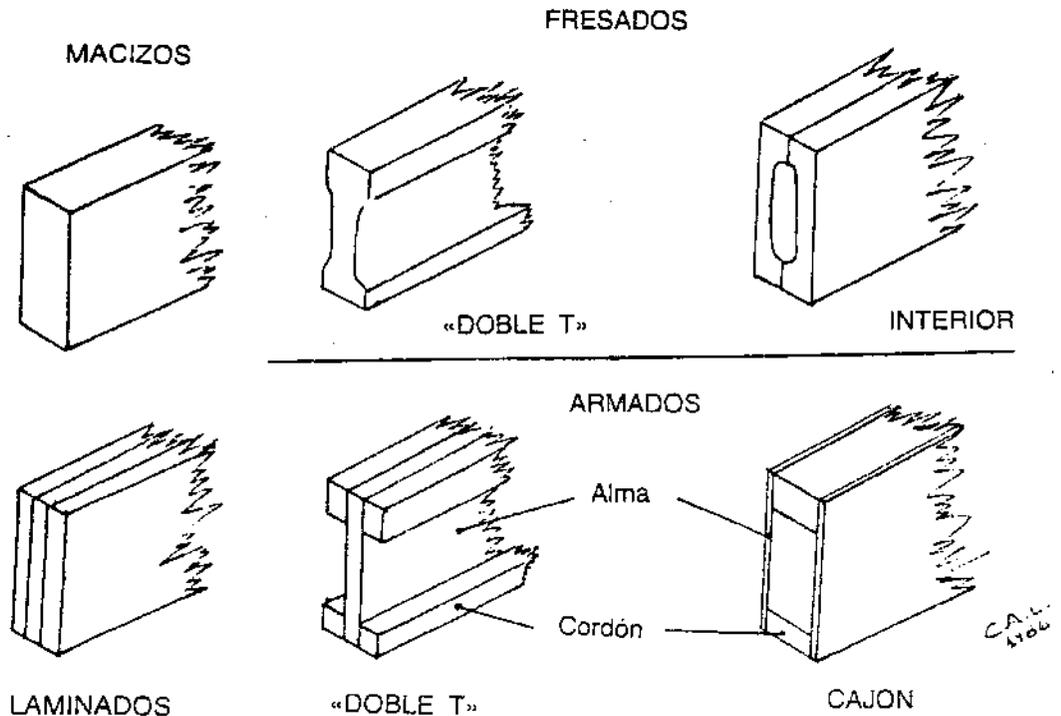
Generalmente, las partes fijas del estabilizador y timón van cubiertas con madera terciada. entonces, antes de sacar la estructura de su «cama», cubra con terciada esa cara, para evitar pandeos o deformaciones.

Una vez seco, dé vuelta el empenaje, barnice todo interiormente y, acomodándolo nuevamente en la «cama», «enchape» con terciada la otra cara. Un método similar debe utilizar para ponerle los pañuelos de refuerzos y/o cubrebordes de costillas a las partes móviles de los empenajes.

LARGUEROS DE ALA

No haré aquí la descripción detallada de la construcción de un larguero, ya que existen seis tipos **básicos** de largueros y cada uno tiene su método particular de construcción. Tampoco es el motivo de este cuadernillo enseñar como se calcula un larguero de madera (para eso se necesitan conocimientos que yo no tengo). Solamente me limitaré a describirlos y dar las nociones básicas de cada uno. En la Fig. N° 17 podemos observar las secciones típicas de los diversos tipos de larguero:

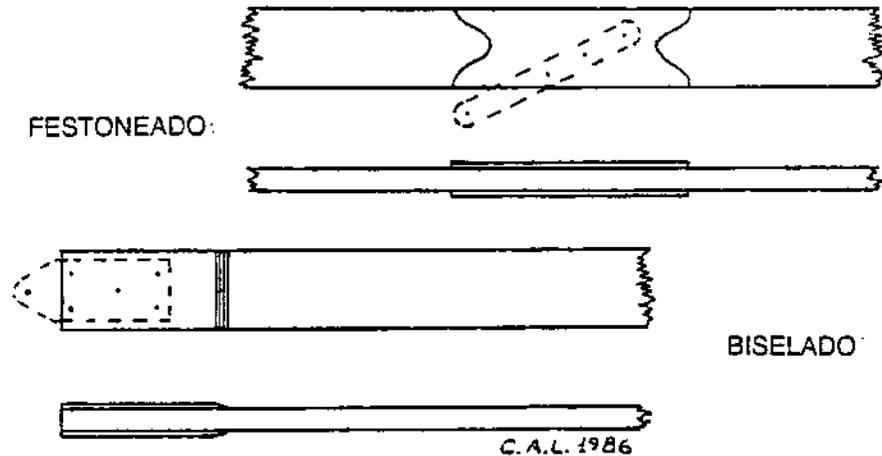
Fig. 17



Los largueros macizos necesitan, en la mayoría de los casos, refuerzos parciales encolados en sus caras, que toman el nombre de «platabandas». Estas pueden ser de madera terciada o madera maciza y tienen como objetivo reforzar las zonas en las que el larguero debe ser perforado para la instalación de los herrajes, ya sea los de la toma de ala al fuselaje, los de los montantes y los de las barras de compresión, lugares estos donde hay mayor exigencia y concentración de esfuerzos. La Fig. Nº 18 nos muestra las distintas formas de terminación de las platabandas, para permitir la correcta disipación de dichos esfuerzos.

El motivo de laminar un larguero macizo, tiene la ventaja de estabilizar la fibra de la madera, haciendo más homogénea la resistencia de éste.

Fig. 18



Con el fin de economizar peso, se construyen los largueros fresados en «doble T» o los fresados interiormente, que son los menos usados en la construcción amateur, dado que requieren para su fabricación, el uso de herramientas especiales. En las zonas donde van montados los herrajes, se los deja macizos.

En el caso de los armados en «doble T», se rellena el espacio entre los cordones para permitir el montaje de los herrajes.

Por último, los de cajón armado (los más livianos pero los que demandan mayor tiempo de construcción), se rellena el interior con madera maciza en los puntos de instalación de los herrajes. Estos largueros de cajón llevan en su armado pequeñas cuadernas internas, para evitar el pandeo de sus almas de terciada. Al igual que los largueros macizos, llevan encoladas en sus caras platabandas de terciada que refuerzan zonas parciales del larguero.

ARMADO DEL ALA

Este es, sin ninguna duda, el trabajo más **delicado** en la construcción de un avión. Pero ojo, dije **delicado** y no **difícil**...

Para comenzar, suponemos entonces que tenemos todas las costillas listas y que el larguero ya está armado o cortado con su forma final.

Llegado a este punto vamos a «bifurcar» la explicación, ya que hay dos formas de armar un ala: en posición vertical o en posición horizontal.

Por lo general, aquellas alas que tienen «cajón de torsión armado» (o tubo «D» como le llaman los norteamericanos), en las cuales va forrado con terciada todo el borde de ataque hasta el larguero, tanto arriba como abajo, es construída en forma **vertical**. Veremos entonces este tipo de construcción:

En este modo de armar el ala, nuevamente encontramos dos nuevos rumbos: Las costillas pueden ser del tipo «enterizas» (en las cuales el larguero se desliza dentro de ellas) o las costillas que son separadas en dos partes.

Tanto en una u otra forma, lo primero que tenemos que hacer es preparar una «cama» donde armarlas en forma vertical. Para tal fin, podemos usar la misma mesa de trabajo que usamos anteriormente, con el solo agregado de atomillarle dos travesaños de madera de unos 3 x 5 ó 4 x 7 cm (o similar) sobre su superficie y de un largo tal que sobresalga unos 20 cm de cada lado de la mesa (Fig. N° 19), de esta forma, podemos armar las dos semi-alas en cada costado.

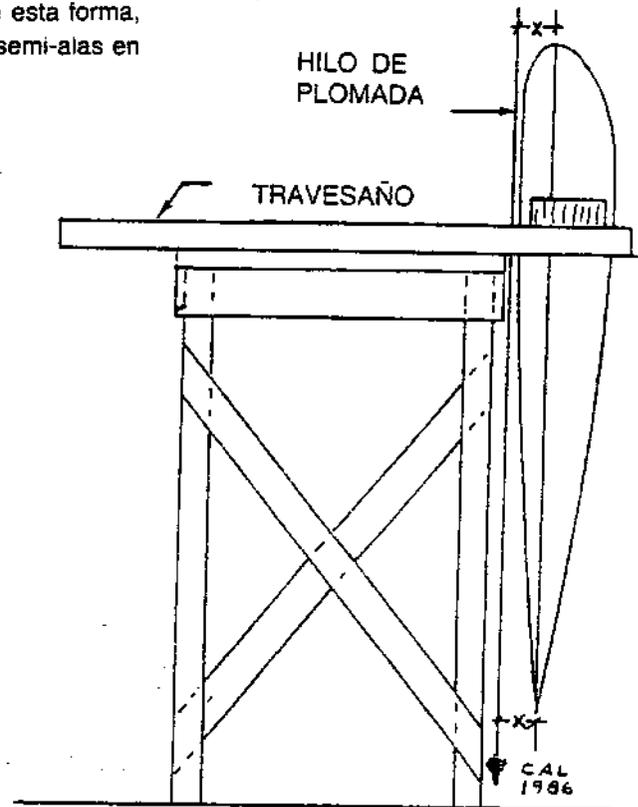


Fig. 19.

Antes de empezar a armar, hay que dejar convenientemente preparados los largueros. Por lo tanto, lo primero que hay que hacer es: presentar, taladrar y atornillar los herrajes de la toma de ala (raíz del larguero). Luego hay que marcar la posición donde van pegadas todas las costillas, las platabandas para los herrajes del montante (si los hubiera), la posición de los refuerzos para el montaje de las poleas o balancines que comandan el alerón y toda otra pieza que deba colocarse posteriormente.

Ahora, sobre los travesaños de la mesa, apoyamos los largueros verificando su correcta horizontalidad. Si es necesario, para hacer algún pequeño «retoque» de su nivel, podemos valernos de pequeños trozos de terciada (1,00 ó 1,5 mm) o de Fórmica (0,3 ó 0,5 mm). Estos «rellenos» deben ser fijados a los travesaños con un poco de cemento de contacto para evitar su desplazamiento en el manipuleo, durante la construcción del ala.

Si las costillas son enterizas, no hay más que deslizarlas dentro del larguero, ubicarlas en sus respectivas marcas y luego, valiéndonos de una plomada, verificamos su correcta perpendicularidad con respecto a la línea de la cuerda, marcada previamente en cada una de ellas. Si el ala tiene alabeo, verificar el ángulo de cada costilla (cercanas al borde marginal), tomando como base la separación necesaria de la línea de la cuerda con la plomada, como muestra la Fig. Nº 20.

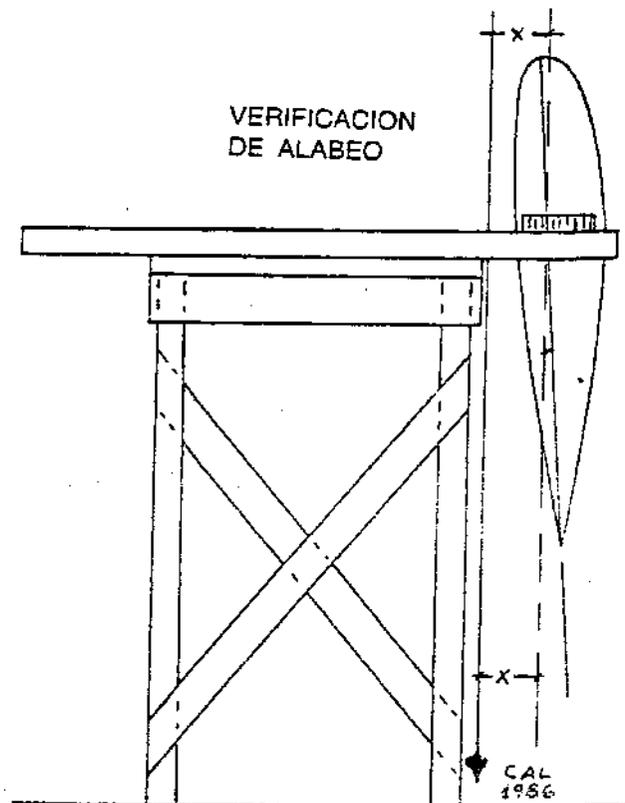


Fig. 20

Asímismo, hay que verificar la alineación del borde de ataque y borde de fuga. Si es necesario encastre la varilla del BA en sus respectivas muescas, sin pegarla todavía. También en esta etapa podemos presentar en su lugar el larguero del alerón y sus respectivas costillas. Una vez que tenemos todo correctamente alineado y verificado, procedemos a pegar cada costilla, corriéndolas un centímetro, poniéndole el pegamento y volviéndolas a correr a su lugar. Ahora sí podemos pegar la varilla del BA y, si nos damos maña, la del BF. Luego de pegar todo (y antes que la cola fragüe), «chequee» nuevamente la correcta posición de cada pieza.

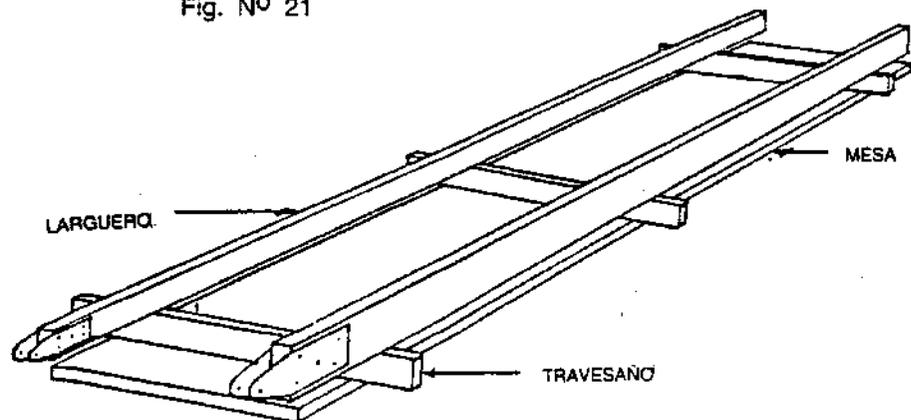
En el caso de ser las costillas en dos partes, primero se presentan sobre el larguero todas las secciones delanteras de las costillas en sus respectivos lugares. Luego de alineadas se las comienza a pegar de a una, siempre cuidando que queden alineadas y perpendicular al larguero, pegando también la varilla del BA. Una vez seca la estructura, se la da vuelta (quedando el BA hacia abajo) y se hace lo propio con la parte posterior de las costillas, cuidando en esta etapa darle el alabeo correcto hacia el borde marginal.

Finalizada esta parte delicada del armado, solo resta pegar las platabandas y refuerzos necesarios para el montaje de herrajes, poleas, bisagras, etc.

La otra opción, es realizar la construcción del ala en forma horizontal, o sea directamente sobre una mesa. Para esto es necesario que el ancho mínimo de ésta, sea lo que mide la separación entre el larguero principal y el larguero secundario. Lo ideal (pero caro) sería que la mesa sea tan ancha como el ala.

Como generalmente cuando se elige este tipo de construcción, es porque se trata de un ala con dos largueros y sus costillas son «enchufadas» (enterizas), es conveniente poner sobre la mesa tres travesaños de madera de la misma medida, para apoyar en ellos los largueros, a los cuales previamente (como en el caso anterior), ya hemos montado los herrajes de toma de ala y marcado la posición de costillas, refuerzos, etc. Ver Fig. Nº 21.

Fig. Nº 21



C.A.L.
1986

Se apoyan ahora los largueros sobre los tres travesaños, con el fin de dejarlos elevados de la mesa para dar lugar a la curvatura inferior de las costillas, y se los pone en perfecta horizontalidad en las dos direcciones: a lo largo y a través de éstos. Una vez que se ha dejado todo a nivel y debidamente marcado en la mesa, se levantan los largueros, se deslizan las costillas dentro de ellos, se coloca nuevamente sobre los travesaños alinéandolos en sus lugares correctos, controlando todas las medidas y la perpendicularidad de cada costilla con los largueros. A continuación, se procede a pegar las costillas, prestando atención al albeo del extremo (si ese tipo de ala lo tiene). Como en el caso anterior, se procede a «chequear» todo antes que fragüe la cola. Lo que sigue es el mismo procedimiento que para el ala construída en forma vertical. Por último, no olvide de barnizar la parte interna de las costillas y caras laterales de los largueros, cuidando de **no barnizar** los bordes donde va pegada la terciada de recubrimiento o la tela.

RECUBRIMIENTO DEL BORDE DE ATAQUE

El «enchapar» el BA con terciada, tiene como finalidad armar un rígido cajón de torsión (o tubo «D») que hace que el ala adquiera una elevada resistencia, amen de ayudar a aumentar considerablemente la resistencia estructural propia del larguero.

Es por ésto que el trabajo de recubrir con terciada el BA, debe hacerse con suma precaución cuidando que la terciada quede perfectamente pegada a lo largo de cada una de las costillas, sin que se produzcan ondulaciones ni zonas «flojas».

Recuerde: del correcto armado de este «tubo», depende en forma fundamental la resistencia estructural de toda el ala, además, si quedan ondulaciones en su recubrimiento, puede afectar las características de vuelo por deformación del perfil.

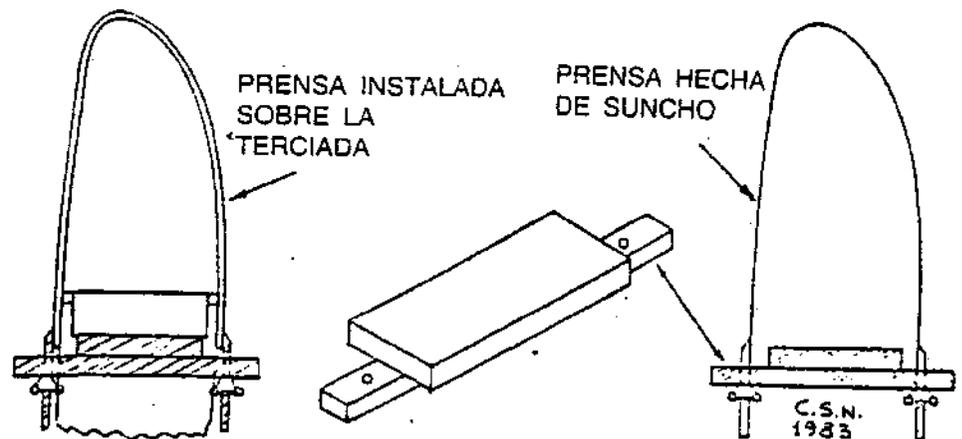
Para hacer este trabajo, utilizaremos la misma «cama» que usamos para el armado del ala en forma vertical.

Comenzamos por cortar los paños de terciada y marcar una línea de simetría en el centro y a lo largo, para tener una referencia de la ubicación de la varilla del BA. Como normalmente hay que añadir varios paños para completar la envergadura, haremos que cada unión coincida sobre una costilla, para tener allí un «apoyo» necesario para una correcta unión (recordar Fig. Nº 10). Desde ya, debemos hacer el bisel en ambos paños **antes** de pegarlos sobre el ala. Es conveniente hacer el bisel de **todos** los paños y presentarlos afuera, para verificar que coincidan en forma correcta.

La mayoría de las veces hay que mojar con agua caliente la terciada, para que pueda «copiar» la curvatura del BA. De acuerdo a algunos autores, aconsejan que el agua sea hirviendo (o haya hervido) ya que de esa manera se evita la posibilidad de introducir bacterias dentro de la terciada, cuando las fibras se abren por efecto del calor.

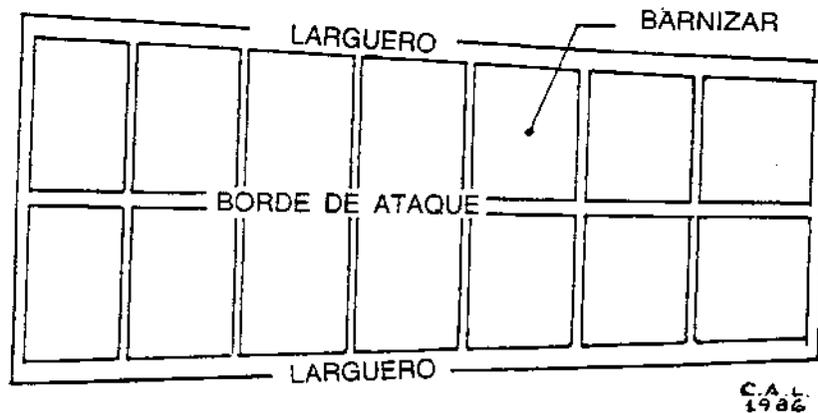
El mojado de la terciada debe hacerse del **lado de afuera** solamente (aunque después se humedezca la otra cara), en una franja central de unos 20 ó 25 cm de ancho ya que el calor, al expandir las fibras de esa cara, ayuda a que naturalmente se arquee en la forma deseada. Conviene hacerlo con una pava, porque el chorro fino de su pico facilita el mojado de determinada area. Una vez mojada, se pone la terciada sobre la estructura (previamente podemos poner un nylon sobre el BA y costillas, para que no se mojen, mientras la terciada se halla en su «moldes»), se la arquea hasta dejarla en su posición correcta, ayudándonos con unas correas o sunchos, como se muestra en la Fig. Nº 22.

Fig. Nº 22



Una vez que haya desaparecido todo vestigio de humedad (bien seca), sacamos el «correaje» y procedemos a marcarla del lado de adentro, dibujando la ubicación de las costillas, varilla del BA y el larguero. Luego damos una o dos manos de barniz (en lo posible para uso marino) a los rectángulos interiores, cuidando que el barniz no «invada» las zonas de pegado. Ver Fig. Nº 23.

Fig 23



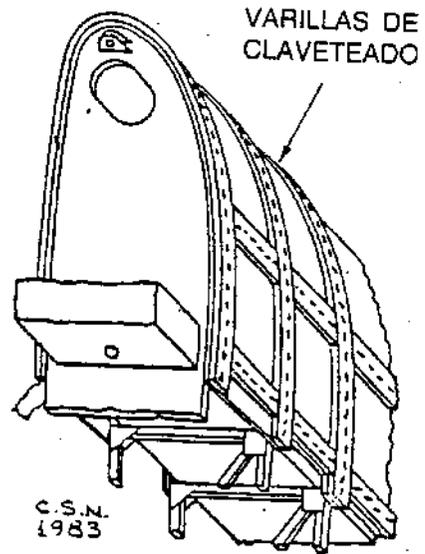
Ahora si, ya estamos preparados para «enchapar» el BA. Alistamos las correas, o la pistola abrochadora con sus tiras de madera para el «claveteado» y luego comenzamos a aplicar el adhesivo entre las «calles» sin barniz de la terciada y en la varilla del BA, costillas y largueros en el ala. Ponemos entonces el paño sobre la estructura, cuidando que la línea central coincida exactamente con la varilla del BA. Para este trabajo, es conveniente hacerse ayudar por un amigo (o por su esposa, si está suficientemente motivada), ya que demanda tiempo y es de cuidado. Comenzamos a «clavetearlo» fijando la terciada primeramente con broches (o clavitos) al BA, para luego ir gradualmente bajando, fijándola en las costillas hacia el larguero (supongamos en el intradós) y por último el mismo trabajo en el extradós, Fig. Nº 24.

Como dije al principio, esto debe hacerse con mucho cuidado y prolijidad, para que la terciada quede pegada en todas las costillas. No dude un instante en levantar parte, o toda la terciada si fuera necesario, si observa que ha quedado la mínima ondulación, o que en alguna zona no haya asentado en forma correcta sobre las costillas o el larguero.

Luego que haya fraguado bien el adhesivo, se extraen todos los broches, varillas de claveteado o correas de prensado, y se continúa con el mismo procedimiento con los demás paños, hasta completar todo el BA a lo largo del ala.

Omití decir al principio, que antes de comenzar a cubrir con terciada el BA, hay que pedir inspección a la Dirección Nacional de Aeronavegabilidad, para que le autoricen a cerrar el ala.

Fig 24

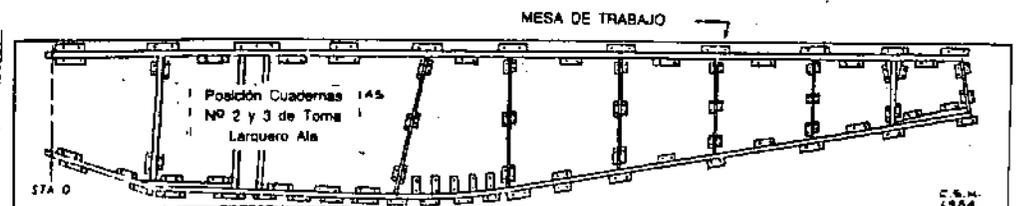


FUSELAJE

En el método de construcción del fuselaje, es donde más se puede afirmar que se cumple aquello de que es igual al de un aeromodelo. Por lo tanto, lo primero que tenemos que hacer es armar los costados que (si se quiere) es como armar dos costillas gigantes.

Esta vez, dibujaremos el fuselaje directamente sobre la mesa al tamaño natural (con las medidas que figuran en el plano), repitiéndose luego el procedimiento de cubrir la superficie con un pliego de nylon transparente, claveteado de tacos, etc, que empleamos para armar las costillas. Ver Fig. Nº 25.

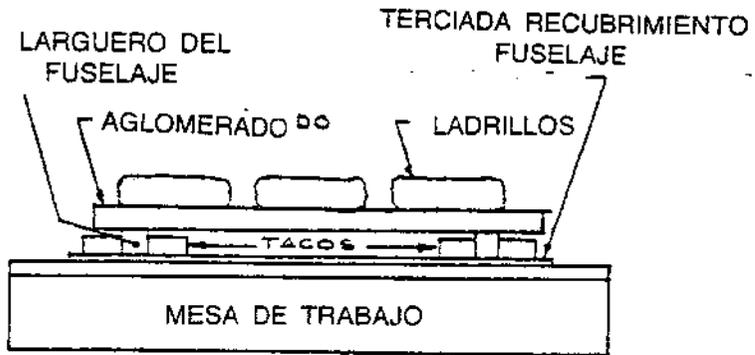
Fig. Nº 25



Hay que tener cuidado de no caer en el error de hacer dos costados del **mis-**
mo lado. Para ello es aconsejable dibujar otro fuselaje opuesto al primero. De
 esta manera, al pegar los pañuelos de refuerzo (que **siempre** deben quedar
 hacia **adentro** del fuselaje), cada costado saldrá de su plantilla en la forma de-
 bida. Además esto acelera la construcción, ya que se pueden hacer los dos
 costados a la vez.

Quando el diseñador no especifique lo contrario, aconsejo pegar los largue-
 ros y travesaños directamente sobre la terciada de recubrimiento del fuselaje.
 En este caso, se deben unir tantas terciadas (recordar Fig. Nº 11) como sea
 necesario hasta completar el largo del fuselaje. Luego sobre esa «lonja» de ter-
 ciada se dibujan el costado, se clavetean los tacos de guía y, después de cor-
 tar las varillas con sus longitudes correctas, se esparce la cola y se asientan
 éstas sobre la terciada. Una vez que esté todo encolado y colocado en su lu-
 gar, para asegurarse que haya contacto adecuado entre las varillas y la terciada
 durante el fraguado del adhesivo (usando resina epóxica), se puede poner
 arriba de la estructura, tablas o trozos grandes de conglomerado de forma tal
 que se apoyen en los dos largueros y travesaños del área que ocupa. Luego
 se puede agregar algo de peso encima, como ladrillos o algunos otros objetos
 pesados que se tengan a mano. Olvidaba decir que para que esto «funcione»,
 hay que tener cuidado que los tacos que se clavan para guiar las varillas, no
 sean más altos que éstas, para permitir que las tablas (con su peso) ejerzan su
 presión sobre las varillas. Para más claridad, ver Fig. Nº 26.

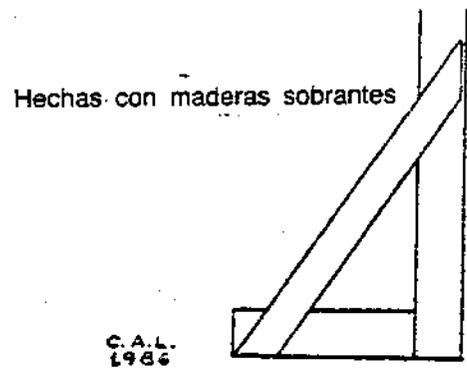
Fig. Nº 26



Una vez hecho los dos laterales, el próximo paso es dibujar la vista superior del fuselaje en la mesa de trabajo. Para ésto hay que trazar una línea central a lo largo de toda la mesa. Cercano a un extremo elegimos un punto y a partir de él (y de acuerdo a las medidas dadas en el plano) comenzaremos a trazar perpendiculares donde irán las cuerdas o travesaños. Así quedará dibujado el fuselaje al tamaño natural visto de arriba, resultándonos sencillo verificar ahora su simetría.

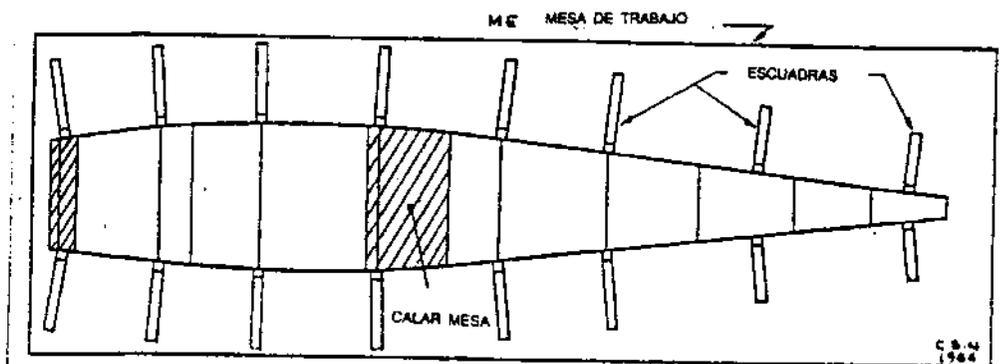
Luego se fabrican unas dieciseis escuadras de madera, como las que se muestra en la Fig. Nº 27, para luego ser atornilladas a la mesa, tal como se

Fig. Nº 27



aprecia en la Fig. Nº 28. De acuerdo a las exigencias de la curva del fuselaje, se utilizarán mayor o menor cantidad de dichas escuadras.

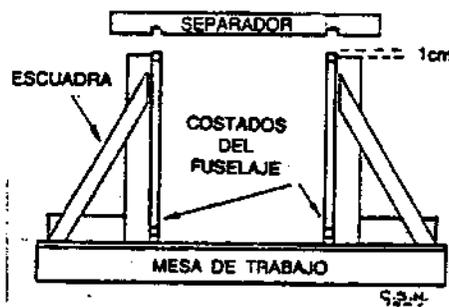
Fig. Nº 28



En esta etapa del trabajo, es interesante tener presente que si es necesario «calar» la mesa de trabajo para que pase hacia abajo alguna cuaderna entera (por ejemplo la del respaldo o la del parallama), o se tengan que hacer agujeros lo suficientemente grandes como para pasar las prensas para sujetar las cuadernas con su debida perpendicularidad, no duden un instante en realizar dichas caladuras o agujeros, ya que la mesa ha sido construída para ese fin.

Hay diversas maneras de comenzar a dar forma al fuselaje, pero pienso que la más común (como hacia en aerodelismo), es comenzar desde atrás hacia adelante. Empecemos entonces a pegar los pequeños travesaños (o cuadernilla) traseros, donde generalmente va pegado el larguero de la parte fija del timón de dirección, avanzando hasta la parte más ancha del fuselaje. Dejamos secar y luego curvamos gradualmente la parte de la cabina y la trompa, hasta el parallamas. Normalmente, en esta zona encontraremos la mayor cantidad de cuadernas, por lo que hay que ser muy cuidadoso y verificar constantemente la correcta posición de las mismas, su verticalidad y simetría. Casualmente en ese tramo, nos puede ser de mucha ayuda utilizar separadores como el que se muestra en la Fig. Nº 29.

Fig. Nº 29



Una vez finalizado el armado de la estructura principal del fuselaje, resta agregar las cuadernas que forman la parte trasera superior del respaldo y las del capot, los tacos de refuerzos para la fijación del tren de aterrizaje (si no va montado en el ala), el piso del asiento y pedalera, los refuerzos del parallamas para el montaje del motor, terciadas de refuerzo donde se instalarán los herrajes de toma de ala, comandos, poleas, etc, y todo otro elemento propio de ese diseño.

Antes de cerrar totalmente el fuselaje (generalmente se deja abierta la «panza»), tiene que barnizar concienzudamente su interior, para prevenir la humedad y preservar la madera.

Ah, y no olvide de pedir la inspección ante la Dirección Nacional de Aeronavegabilidad, para que le autoricen a cerrar el fuselaje.

Esta es, sucintamente, una de las posibles secuencias de armado de un avión de madera, mostrando la técnica más habitual para este tipo de trabajo, lo cual no significa que sea la mejor o la más práctica. Esto es solamente una guía.

Para finalizar, deseo hacer dos recomendaciones muy importantes:

CONSTRUYALO LIVIANO: Esfuércese para que su Experimental o UJM pese lo mismo que lo que indica se diseñador. Los constructores siempre tenemos la «manía» de reforzar un poquito por aquí, dar «por si acaso» un espesor mayor a tal madera o tal terciada por allá y, poco a poco, con la excusa: «total, son unos pocos gramos más», vamos agregando peso y sumando kilos innecesarios y, lo que es peor, **contraproducentes**. Esos kilos de más, harán que su avión trepe menos, tenga una velocidad de pérdida y aterrizaje mayor y, por ende, también sea mayor su carrera de aterrizaje.

RECUERDE: Durante toda la construcción, manténgase **permanentemente preocupado** por no agregar gramos de más a su avión.

CONSTRUYALO SEGURO: Como dice un amigo mío: «No hay que confundir aserrín con pan rallado». Si bien es cierto que recomiendo que lo haga liviano, no quiere decir que lo haga débil. En la actualidad (y afortunadamente), gracias al desarrollo de los UJM, los diseñadores han tenido que aguzar el ingenio para no pasarse de los kilos estipulados y han demostrado que lo liviano no significa débil. Por lo tanto, hay nuevos métodos y materiales que permiten hacer estructuras cada vez más livianas pero muy resistentes, con un alto margen de **seguridad**. Si Ud. usa los materiales que especifican los planos o los reemplaza por **materiales debidamente probados**, no hay motivo de preocupación por la integridad de su avión. De todos modos, trate siempre de efectuar la **carga estática** al larguero (o al ala) a por lo menos 3,5 G de carga. Esto le reportará una gran tranquilidad al saber que en el aire (si lo pilotea como es debido), no se va a romper.

RECUERDE: Cada accidente de los Experimentales o UJM, no solamente atenta contra su vida, sino que también atenta contra el prestigio de la aviación deportiva y eso nos **afecta a todos**.

BIBLIOGRAFIA

- «MANUAL 18»: «Normas para el mantenimiento, reparación y modificación de aeronaves civiles» -Publicado por la Secretaría de Aeronáutica- Año 1946.
- «ENTRETENIMIENTO Y REPARACION DE AVIONES»: Del Northrop Aeronautical Institute. Editado por la Editorial Reverté S.A. - Año 1958.
- «BUILDING THE CUSTOM AIRCRAFT WITH WOOD»: Volúmen I - Editado por la E.A.A. - Año 1964.
- «CORBY STARLET NEWSLETTER»: Editada por Vic y Pat Boyce - Año 1984 y 85.