



**FEDERACION ARGENTINA DE AEROMODELISMO
CIRCULO AEROMODELISTA RAFAELINO**

CONCURSO DISEÑO FAA 2020

Modalidad VUELO CIRCULAR – PROYECTO POLOS



Fundamentos:

El Vuelo Circular, al igual que otras modalidades, se encuentra ante la necesidad y el gran desafío de reinventarse, para intentar captar nuevos adeptos y demostrar a las nuevas generaciones los aspectos interesantes que tiene por ofrecer, ya sea en el ámbito del vuelo de fin de semana, como la competencia.

En este marco, consideramos a este Concurso de Diseño como una buena oportunidad para trasladar ese interés a diferentes Clubes del país, dispuestos a colaborar en la difusión de la especialidad.

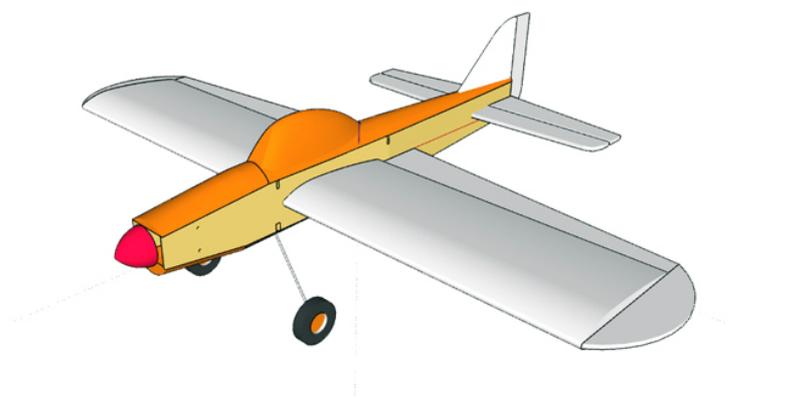
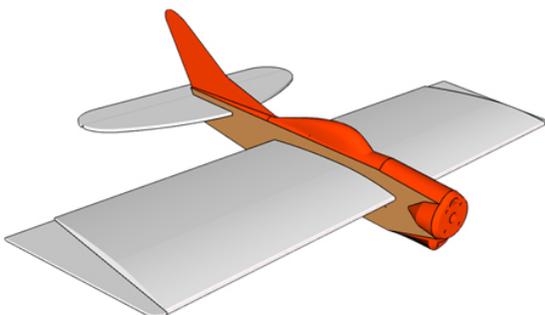
Objetivos esenciales:

1) Facilitar la construcción a nivel Clubes de aeromodelos iniciales y promocionales de la modalidad Vuelo Circular, con equipamiento de bajo costo, fácilmente gestionable en el país.

2) Incorporar procesos de construcción con materiales y técnicas alternativas que promuevan el interés y la inventiva, especialmente por parte de los más jóvenes.

3) Utilizar motorización eléctrica de baja y media potencia, a efectos de aprovechar la gran practicidad de estos sistemas, manteniendo los costos de componentes e insumos en valores razonables.

4) Reducir el tiempo promedio de armado, combinando algo de trabajo manual con otras alternativas de construcción.



Materiales:

1) Fuselaje (laterales y cuadernas): terciado de álamo (alternativamente terciado tradicional).

2) Fuselaje (resto): bancada, capot, cabina, lomo y toma de aire inferior, impresas en 3D.

3) Estabilizador / timón opción 1: balsa semidura.

4) Estabilizador / timón opción 2: lámina foam RC comercial con refuerzos en carbono.

5) Ala opción 1: espuma comercial (Telgopor), cortada manualmente.

6) Ala opción 2: costillas en álamo / varillas en pino.

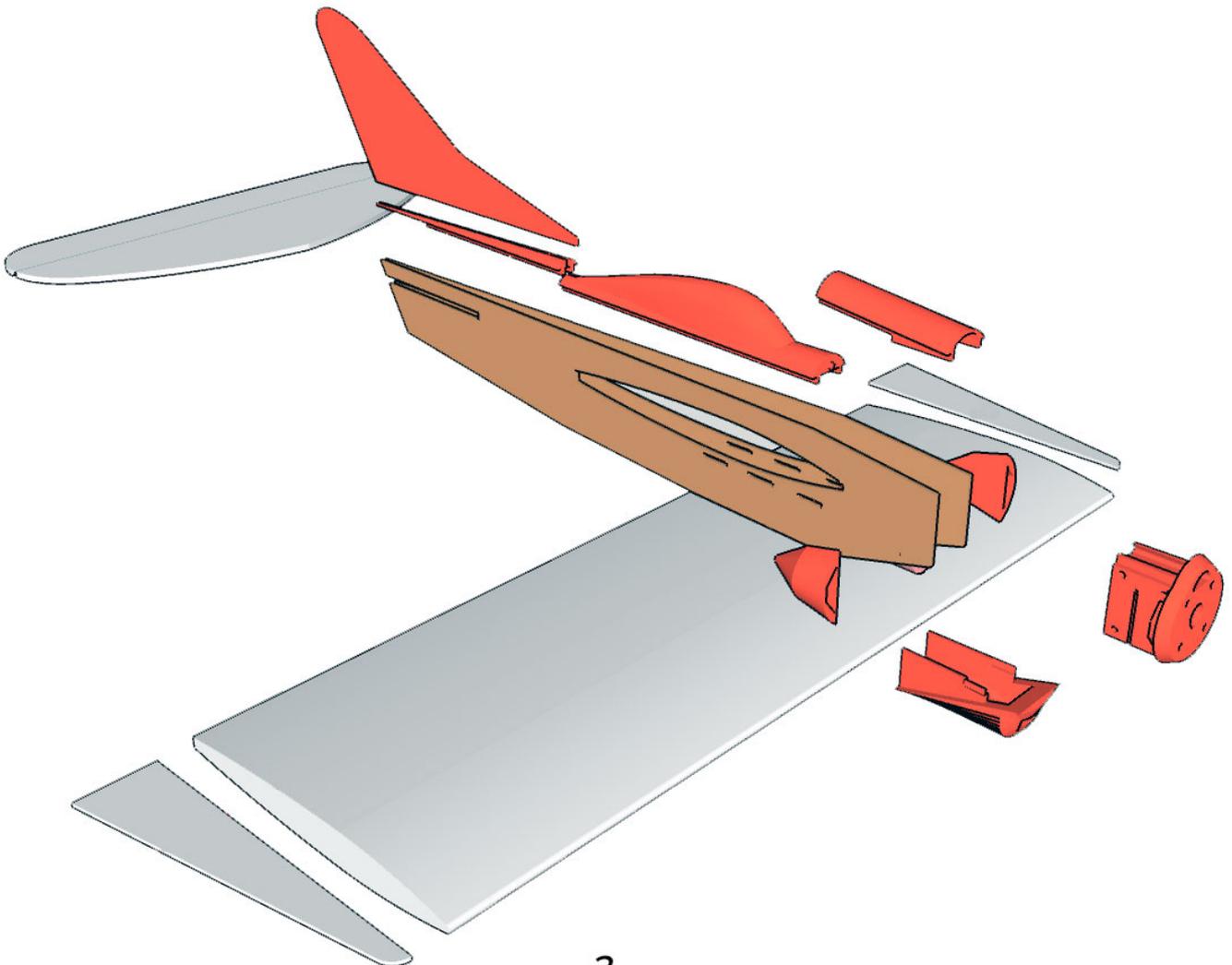
7) Ala opción 3: costillas impresas en 3D / varillas en pino.

8) Recubrimiento opción 1: film termocontraíble autoadhesivo para máquinas de plastificado.

9) Recubrimiento opción 2: mylar / celofán color para regalería.

10) Tornillos y tuercas 3x0,50 mm para bancada y balancín.

11) Adhesivo instantáneo (cianoacrilato), adhesivo de contacto sin tolueno, cola vinílica.



Componentes:

1) *Kit eléctrico (modelo iniciación): motor outrunner empuje 1 kg, 1000 / 1200 kv, variador 20/30A, batería 3S 1300 mAh o similar.*

2) *Kit eléctrico (modelo entrenador): motor outrunner empuje 1.5 kg, 1000 / 1200 kv, variador 30/40A, batería 4S 2600 mAh o similar.*

3) *Controlador: este dispositivo permite gestionar el tiempo de vuelo, y detener el motor de forma automática para el aterrizaje. Paralelamente puede realizar también otras tareas.*

4) *Controlador opción 1: se puede utilizar un receptor standard RC, ajustando el regimen del motor desde afuera mediante el equipo de radio. Esta opción es perfectamente usable para comenzar, si bien no es la más cómoda, ni tampoco es aceptada reglamentariamente en competencia.*

5) *Controlador opción 2: emplear una placa de control que pueda operar de manera autónoma luego de iniciada la secuencia de vuelo (ver detalles de la misma en documentación adjunta).*

6) *Balancín, cuerno para mandos y ruedas: impresos en 3D.*

7) *Pushrod conexión balancín / cuerno y tren de aterrizaje: alambre comercial 1.25 mm (por ejemplo, rayos standard de bicicleta).*

8) *Líneas de control (opción 1): cable monofilamento de acero común (alambre para resortes), diámetro 0,30 mm. Muy resistente pero requiere cuidados al fabricar los ojales y enrollar (ver sugerencias adjuntas).*

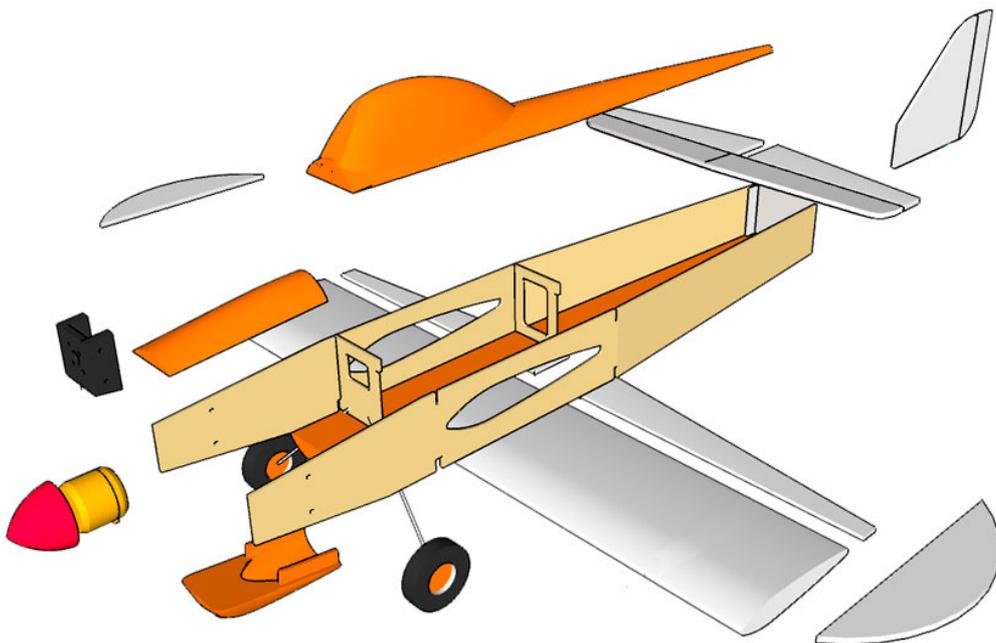
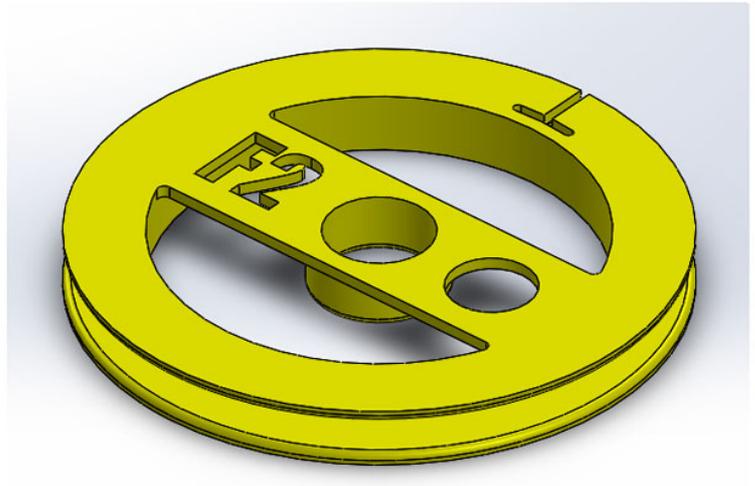
9) *Líneas de control (opción 2): cable multifilamento pesca (Dyneema), en mismo diámetro. Resistente y más cómodo de manejar. ATENCIÓN!!!, es de VITAL importancia que el multifilamento sea del tipo SIN ELASTICIDAD.*

10) *Líneas de control (extensiones): se trata de 2 pequeños tramos de cable trenzado en vainado (del tipo de pesca), que alcancen para cubrir la distancia entre el balancín y la puntera interna. Como el balancín quedará embutido dentro del ala, no será cómodo poner y sacar los cables, por lo tanto dejaremos fijas estas extensiones y agregaremos un par de conectores de alambre por fuera, en el extremo del ala, para poder quitar las líneas de control cuando lo deseemos, sin necesidad de tocar la parte interna.*

Componentes:

11) Manija de control: impresa en 3D (adjuntar enlace Thingiverse). También se puede elaborar fácilmente una en madera por ejemplo, pero dado que la impresora se aprovecha para confeccionar otras piezas del modelo, resulta cómodo hacer también la manija. Un pequeño tramo del mismo trenzado del punto anterior, con ojales y ganchos en sus extremos, permitirá conectar y desconectar cómodamente los cables de control.

12) Reel para cables: también impreso en 3D (adjuntar enlace Thingiverse), se trata tan solo de un disco con un calado central donde enrollar los cables para guardarlos en la caja de vuelo. **RECORDAR!!!** (especialmente en el caso de cables de acero), que se deben enrollar con prolijidad para evitar marcas y dobleces, ya que en estos puntos el cable tenderá a cortarse.

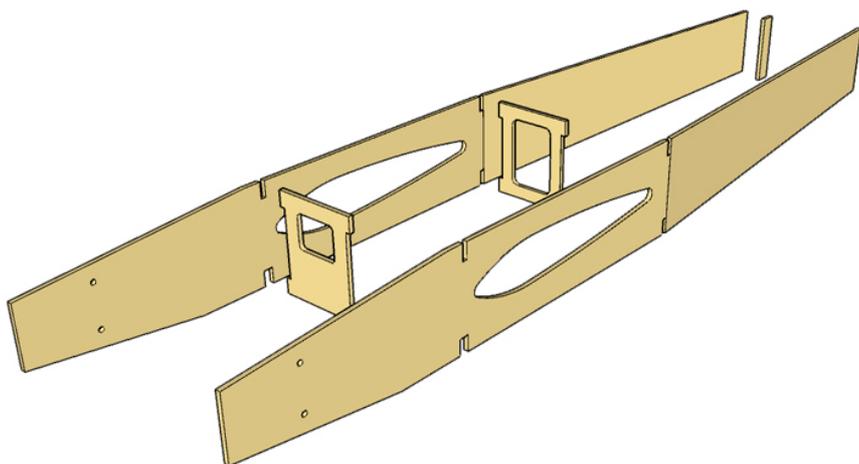
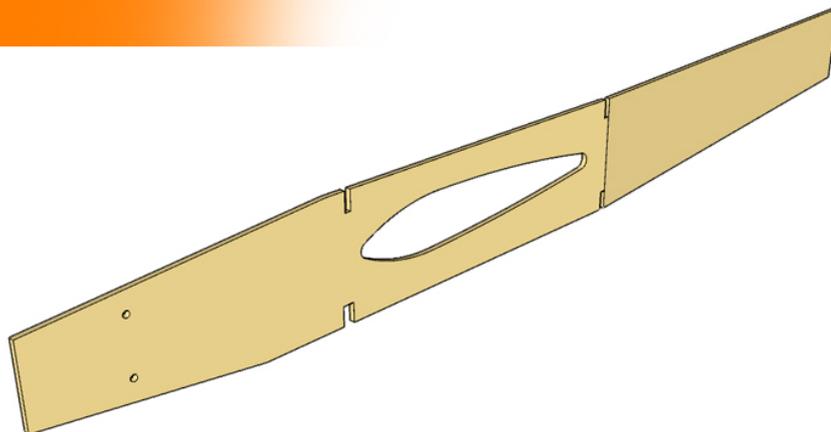




M A N U A L D E **CONSTRUCCION**

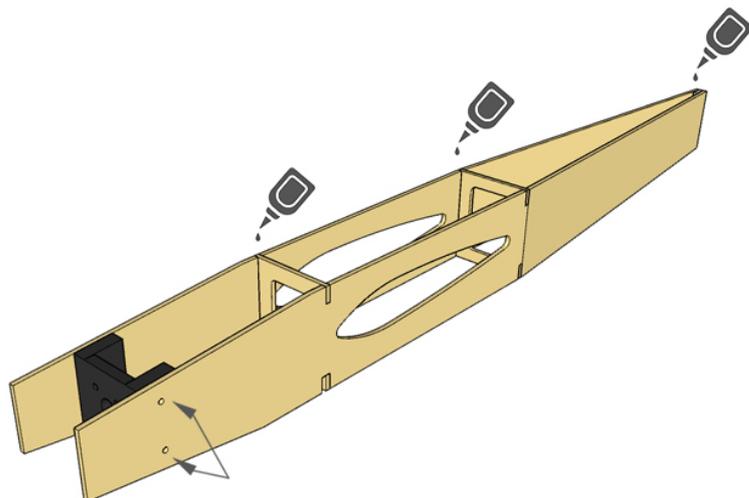
FUSELAJE

Comienza con el corte de 2 laterales en terciado álamo de 3 mm. Estos cortes se pueden realizar fácilmente con sierra caladora de mano, o bien se pueden derivar a un local de corte láser.



Además de los 2 laterales, el fuselaje se completa con 3 cuadernas, 1 en el borde de ataque del ala, otra en el de salida, y otra en el extremo trasero del fuselaje, las cuales encajan en las caladuras correspondientes.

Las cuadernas deben pegarse con adhesivo instantáneo a los laterales, pero no es necesario pegar la bancada, los laterales apoyan sobre la bancada y se sujetan con tornillos pasantes, quedando el conjunto armado. De esta manera resulta sencillo retirar la trompa para cualquiera reparación.

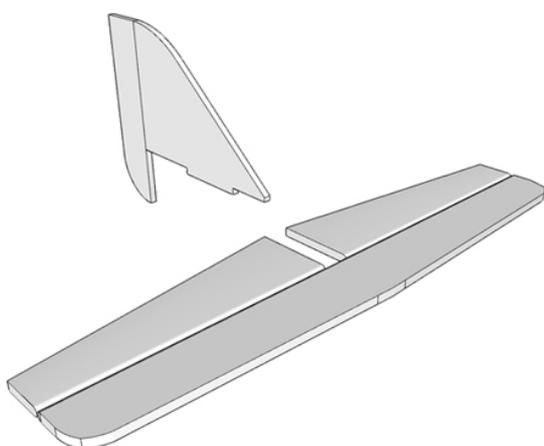
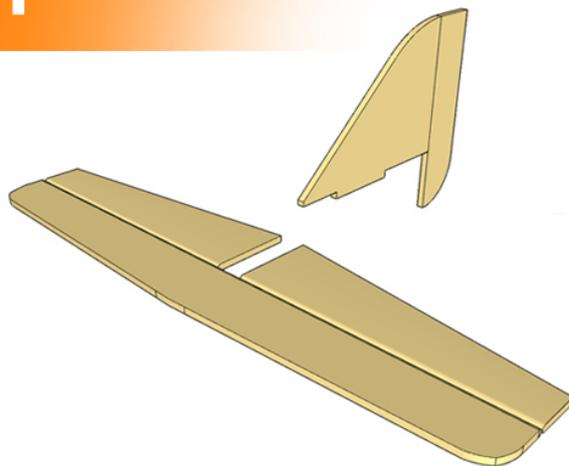


PIEZAS IMPRESAS

si bien obviamente no es indispensable, siempre es aconsejable tenerlas listas de antemano, para avanzar de manera más fluida cuando se inicie el ensamblaje.

Estabilizador / timón

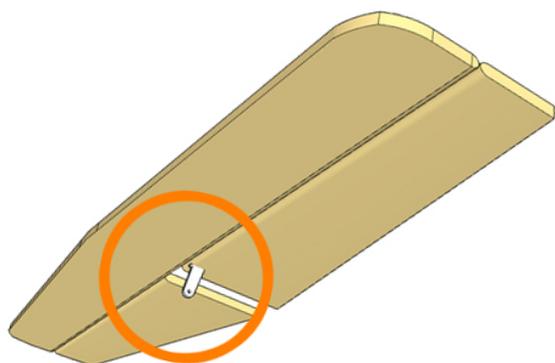
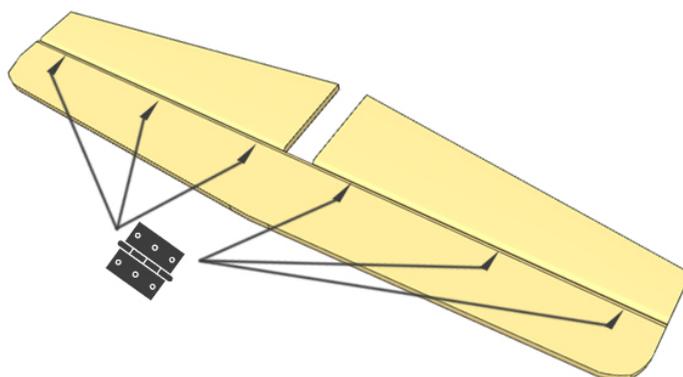
Si se opta por la primer alternativa (planchas de balsa) será suficiente con espesor 3 mm (modelo iniciación) o 4 mm (modelo entrenador). Se pueden imprimir siluetas patrón desde los planos y cortar fácilmente a mano utilizando trincheta / cutter / bisturí. Será suficiente con redondear los bordes y pegar al fuselaje en las posiciones indicadas, mediante adhesivo instantáneo.



Si se elige la variante de planchas de foam, lo más cómodo es emplear foam de 5mm para modelos Foamies RC, puede cortarse rápidamente con el mismo tipo de cutter, iguando también la misma idea de redondeo. **CUIDADO!**, prestar atención de no utilizar un adhesivo de contacto común para pegar al fuse, ya que atacará la espuma. En ese caso es más conveniente un adhesivo de secado prolongado como la cola vinílica.

Nota: El timón no requiere mando, es simplemente una única superficie fija vertical.

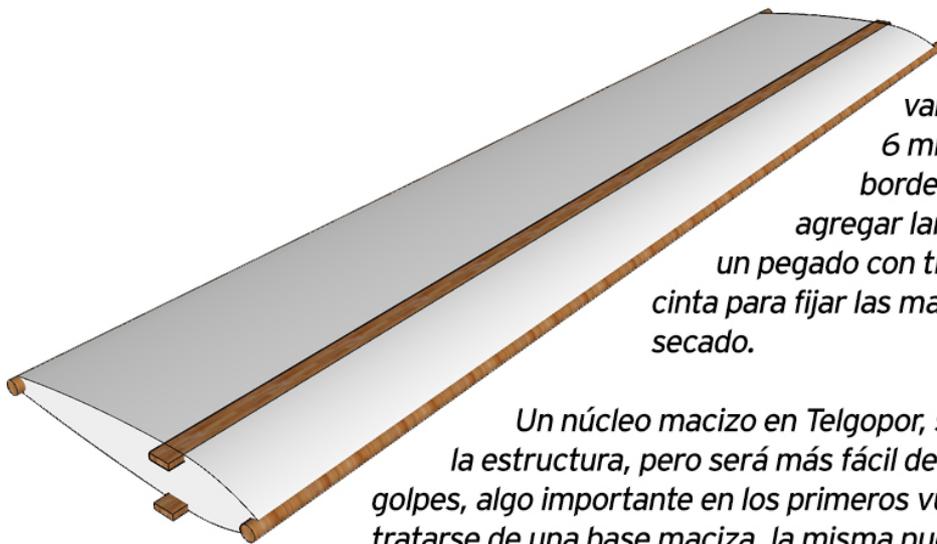
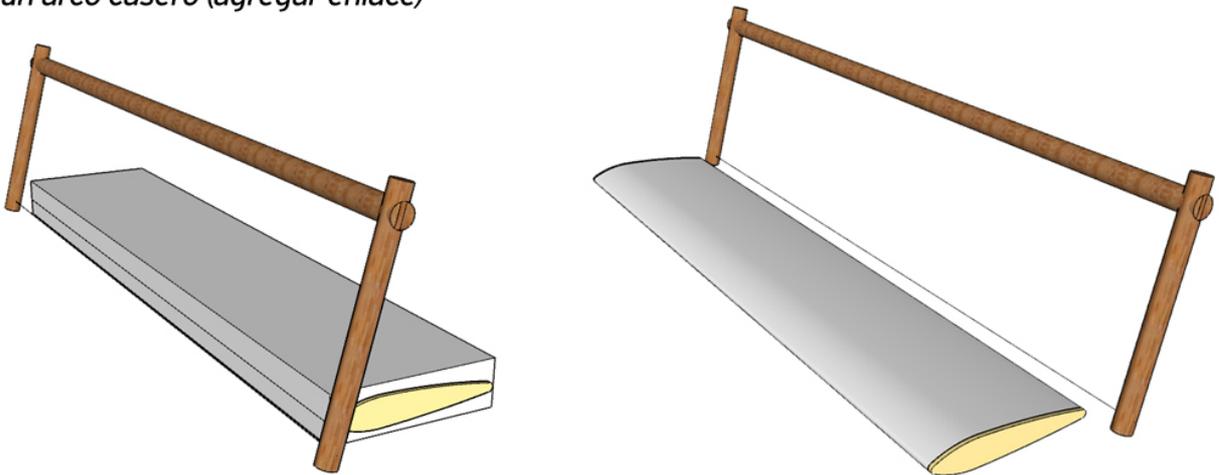
El estabilizador sí tiene mando, por supuesto. El movimiento puede hacerse utilizando bisagras plásticas comerciales RC. También puede formarse una bisagra mediante cinta adhesiva, esta opción es muy práctica para el modelo de iniciación, en modelos más potentes es importante asegurar un sistema de bisagra más robusto.



El cuerno donde conectará el alambre de mando que llega desde el balancín, simplemente se pasará por una caladura en la zona móvil del estabilizador, y se pegará con el adhesivo correspondiente, según se haya elegido madera o foam.

Ala

Si se elige la variante hecha en Telgopor, se necesitará contar con la ayuda de algún compañero del Club que disponga de un arco de corte. Las plantillas pueden imprimirse desde el plano y cortarse a mano o por láser en fibrofácil de 3mm. Si se lo desea, se puede leer información complementaria para armar un arco casero (agregar enlace)

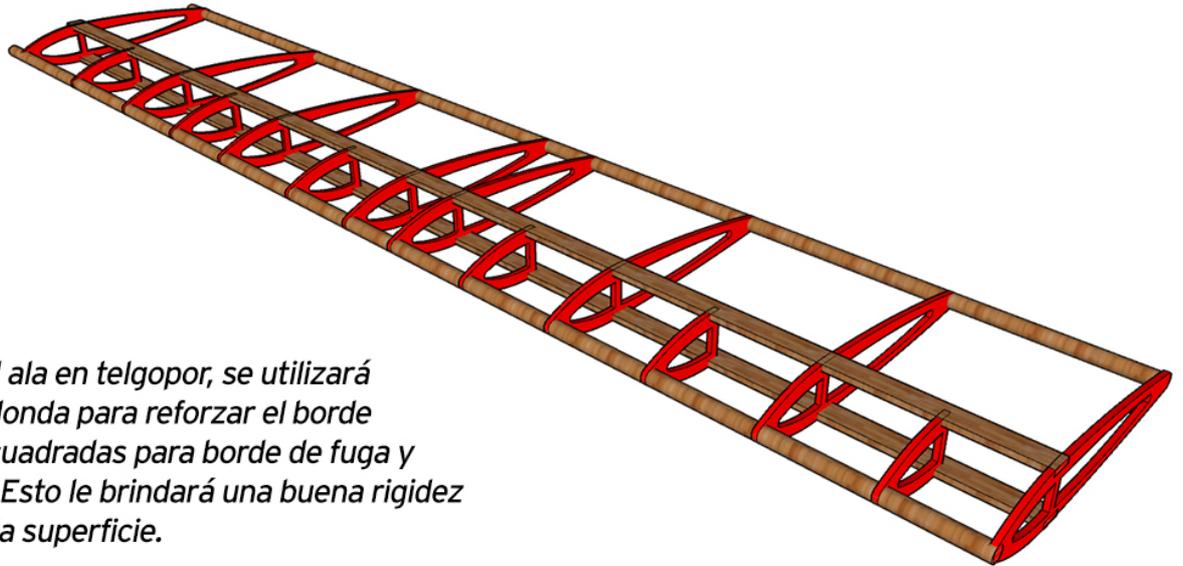


Notar que se requiere una varilla redonda de pino (diámetro 6 mm) y 3 planas para reforzar borde de ataque, borde de fuga y agregar largueros. Es conveniente realizar un pegado con tiempo, utilizando cola vinílica y cinta para fijar las maderas en su lugar durante el secado.

Un núcleo macizo en Telgopor, sumará algunos gramos extra a la estructura, pero será más fácil de manipular, y más resistente a los golpes, algo importante en los primeros vuelos. Notar que a pesar de tratarse de una base maciza, la misma puede realizarse en 2 partes para facilitar el calado de la zona del balancín y los canales por los que se moverán los cables de control. Terminado el calado, es fácil unir ambas partes con adhesivo de contacto para Telgopor y formar el perfil completo del ala.

Ala

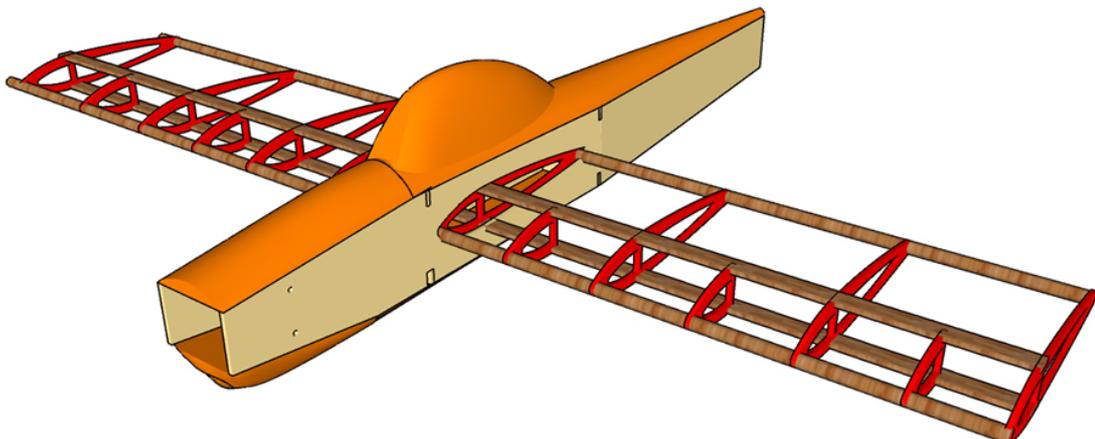
Si se selecciona el ala con estructura (costillas), se puede optar por costillas plásticas impresas, o costillas en terciado de álamo. Las costillas impresas son muy cómodas de realizar, aunque sumarán algunos gramos extra a la estructura. Por su parte las de álamo brindarán una buena rigidez con algunos gramos menos de peso, pero llevarán algo más de trabajo si se las confecciona a mano. Una vez más, si se cuenta con un servicio amigo de corte láser, se podrá derivar este trabajo y el resultado será muy prolijo.



Al igual que el ala en telgopor, se utilizará una varilla redonda para reforzar el borde de ataque, y cuadradas para borde de fuga y los largueros. Esto le brindará una buena rigidez estructural a la superficie.

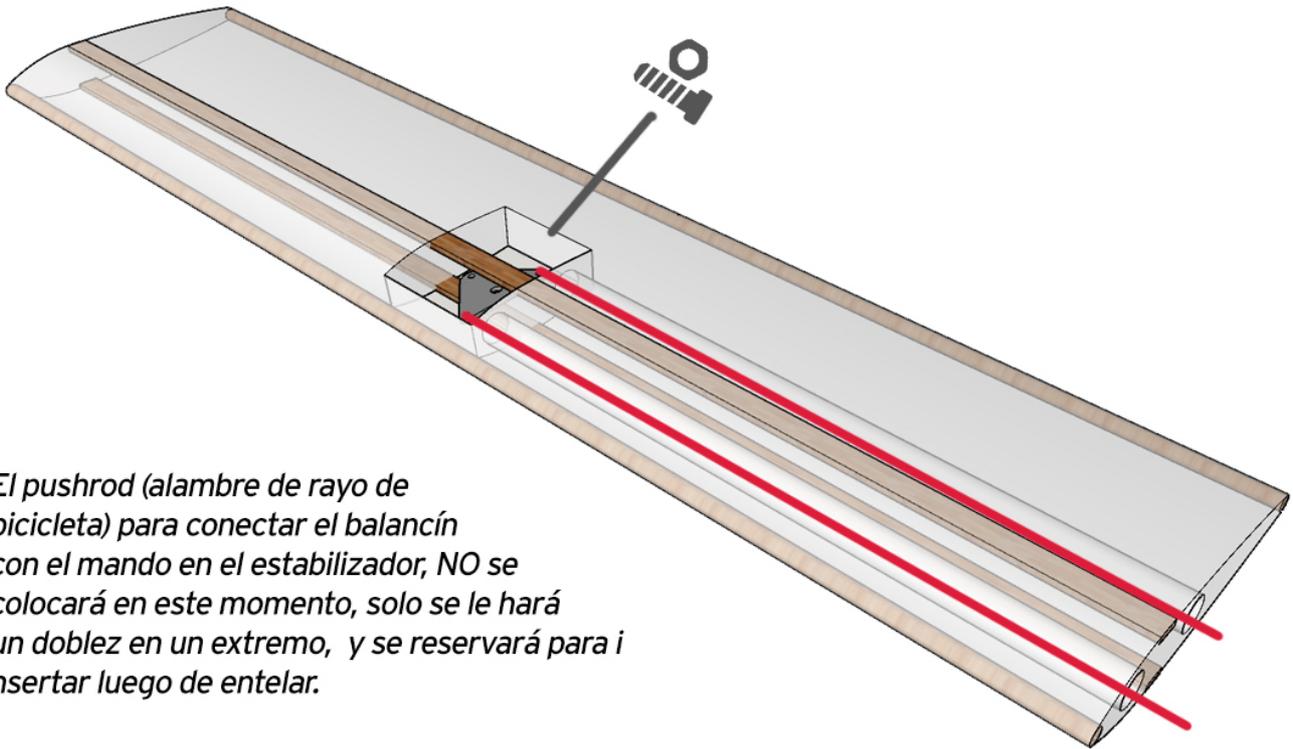
Ensamblaje ala / fuse

Es importante insertar en este momento al ala en las caladuras del fuselaje, escuadrarla prolijamente tanto de forma vertical como horizontal, y pegarla de manera definitiva. Para un núcleo de Telgopor, la cola vinílica o un epoxi bicomponente de secado rápido funcionarán muy bien; para un ala con costillas se puede optar por el mismo epoxi o directamente cianoacrilato.

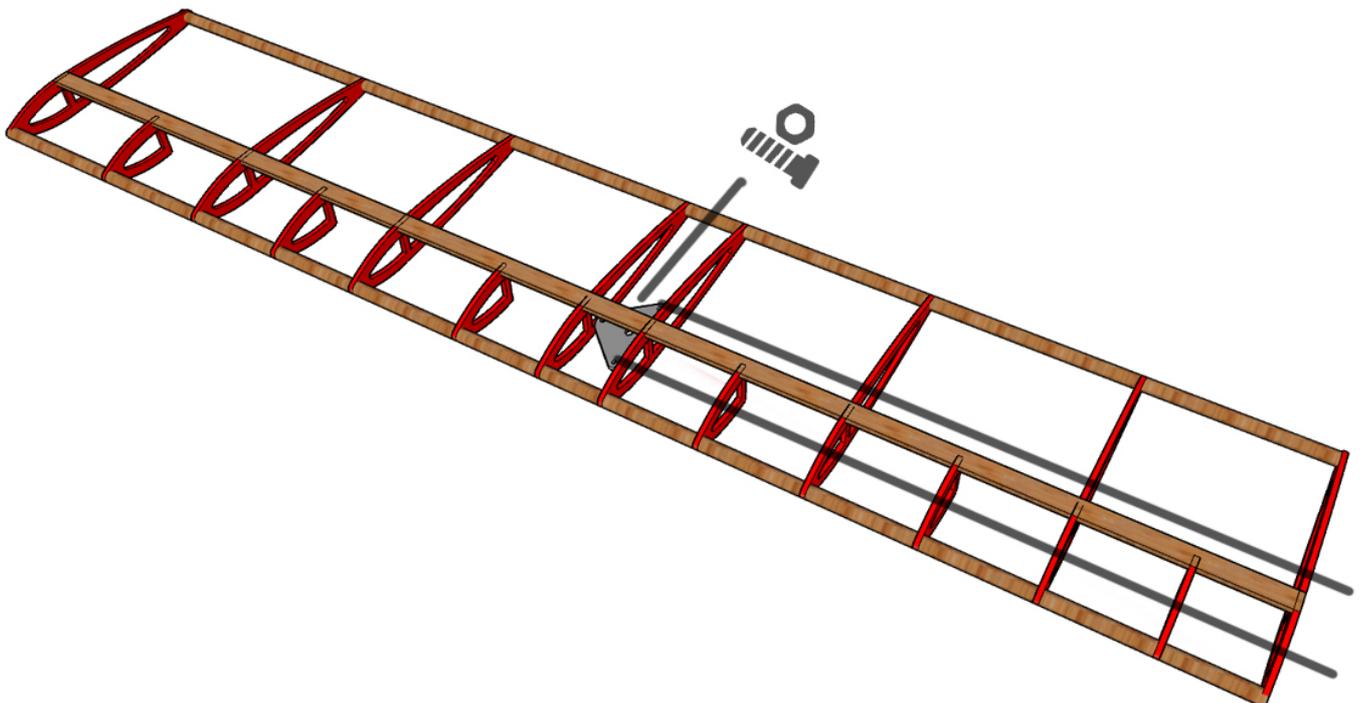


Sistema de control

Colocar 2 tramos de cable trenzado de pesca en los extremos del balancín, armando los ojales como se observa en la imagen. Todo este conjunto quedará por dentro del ala (por esa razón es necesario practicar las caladuras si se trata de un núcleo de telgopor), y se sujetará con un tornillo de 3x0,50 (también puede ser de 1/8") pasante entre el larguero superior y el inferior. Dejar sobrar un tanto en los cables trenzados, para hacer luego con comodidad los ojales fuera del ala.



El pushrod (alambre de rayo de bicicleta) para conectar el balancín con el mando en el estabilizador, NO se colocará en este momento, solo se le hará un dobléz en un extremo, y se reservará para insertar luego de entelar.



Recubrimiento ala

Se puede realizar de diversas maneras, en el caso del ala con estructura es lógicamente imprescindible; en la de Telgopor, si bien no lo es, resulta bueno realizarlo para prolijar la superficie y proteger al núcleo del manoseo.

*Un método tradicional en Telgopor, es pintar la superficie con cola vinílica diluída aal 50% con agua, y aplicar papel de barrilete embebido en agua sobre ella. Estirar cuidadosamente y dejar secar. Esta variante es muy económica y fácil de realizar, además de aportar muy buena rigidez a la estructura. **CUIDADO!**, se debe poner especial atención en apoyar los extremos del ala sobre soportes alineados para evitar reviraduras, ya que el papel tensará en el proceso de secado y podrá deformar fácilmente el núcleo si se lo deja libre.*

Otro método es recubrir aplicando cualquier film plástico termocontraíble. Un film muy económico conseguible en el mercado local, es el de máquinas de plastificado (carnets, etc), este material se comercializa en versión transparente e incluye ya un adhesivo en una de sus caras, que se activa con temperatura, es decir, se lo puede aplicar de la misma forma en la que se entela utilizando recubrimientos conocidos como el Monokote y otros. Se lo suele aprovechar en diversas categorías, por lo cual puede darse incluso la opción de conseguirlo a través de un compañero de Club.

Como alternativa muy cómoda, ya que es obtenible en cualquier librería o regalería, se puede entelar utilizando mylar o papel celofán de color, que se distribuyen generalmente como envoltorios para regalos, siendo también muy económicos y con el agregado de poder elegir un color atractivo. Un punto a tener en cuenta es que no incluyen adhesivo, por lo cual será necesario aplicar previamente una capa de adhesivo de contacto tanto en el ala como en el film, para esto será útil cualquier adhesivo sin tolueno, RECORDAR si se está utilizando un núcleo en telgopor, que el adhesivo sea compatible.

El paso extra del adhesivo, se compensa con la posibilidad de poder colocar el film a mano y tensarlo directamente utilizando un secador de pelo potente o pistola de calor, sin necesidad de apoyar con una plancha, ya que en este caso el adhesivo no requiere calor para activarse.

Terminación sistema de control

Con el modelo ya ensamblado y entelado, solo resta colocar el pushrod de alambre para conectar el balancín con el mando trasero, el doblez realizado previamente en el alambre, nos permitirá introducirlo por la zona trasera del ala (recordar calar un espacio en ese sector si se utiliza núcleo en Telgopor), girarlo 90 grados, y luego otros 90 para que quede enganchado al balancín, rotando libremente pero sin posibilidad de salirse.

Poner ahora MUCHA atención en mantener el balancín alineado con el fuselaje (se pueden fijar temporalmente los extremos de cable trenzado a la puntera del ala con cinta), alinear horizontal el mando del estabilizador y marcar el alambre del pushrod para saber donde realizar el último doblez.

Practicar luego en ese lugar un doblez en "S", conectar al cuerno del estabilizador y pegar el cuerno en su lugar. El sistema debe mover libremente, al desplazar los cables hacia adelante y atrás en la puntera del ala, permitiendo subir y bajar el mando del estabilizador. IDEALMENTE, al estar el balancín PARALELO al fuselaje, el mando debe quedar NEUTRO, es decir, alineado horizontalmente, de esta manera podrá rotar la misma cantidad de grados hacia arriba y hacia abajo. Una PEQUEÑA diferencia es tolerable, ya que puede ajustarse en la manija, no más.

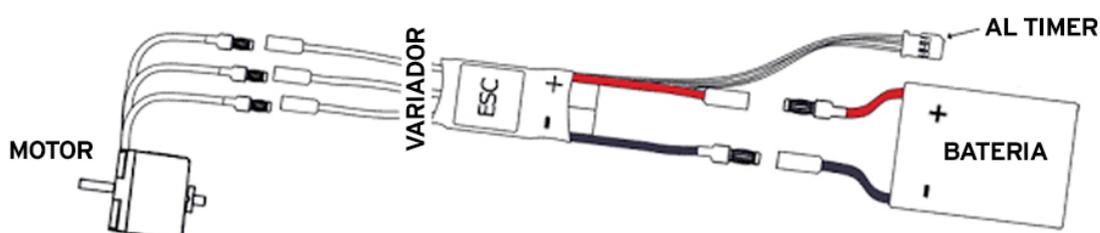
Armado del sistema eléctrico

Como ya vimos, uno de los objetivos del proyecto es aprovechar las comodidades de la motorización eléctrica.

El sistema de motor BLDC (brushless) tan popular hoy en Aeromodelismo, comprende un motor trifásico, alimentado desde una batería (generalmente de Litio Polímero o Grafeno) pero de forma indirecta, es decir, la alimentación de batería pasa a través de una placa de control (driver = ESC) y es esta placa la que se encarga de gestionar la entrega de corriente por fases al motor, para producir el giro continuo. Este tipo de motorización es mucho más eficiente en términos de consumo y performance respecto a la tradicional de corriente continua (DC).

Por lo mencionado, los 3 componentes básicos del sistema son:

- Batería (LiPo, Grafeno o LiOn en algunos casos).
- Variador (ESC, para control de entrega de corriente).
- Motor BLDC.



Armado del sistema eléctrico

En un modelo de Radio Control (RC), el cable de control de 3 pines del variador (ESC), se conecta al canal de acelerador del receptor. De esta manera, recibe un pulso de control que depende de la posición del stick de la radio, y permite indicar constantemente al variador si se desea detener el motor o acelerarlo, y a qué nivel.

Como hemos mencionado, para los primeros vuelos con un aeromodelo VC se puede utilizar esta técnica. Se instala un receptor RC en el modelo, y se utiliza una radio para acelerar o desacelerar el motor al régimen deseado. Generalmente será más cómodo hacerlo a través de un ayudante que se encuentre fuera del círculo.

Si bien esta opción funciona, no es permitida ni práctica en las categorías de competencia, ya que el piloto no puede influenciar la puesta a punto durante el vuelo. Por esa razón, es normal utilizar en VC un controlador por separado (muchas veces llamado timer), que esencialmente reemplaza al receptor RC (es decir, el cable de 3 pines del variador se conecta a esta placa), y se encarga de enviar los pulsos necesarios para el correcto funcionamiento del motor, solo que en lugar de hacerlo de forma dinámica desde los sticks de una radio, lo hace mediante un código preprogramado en la placa.

Desde nuestro Club, podemos proveer timers preprogramados para todos aquellos interesados en utilizar esta alternativa.

El conexionado del sistema es muy sencillo: una vez montado el motor en el modelo, se deben conectar los 3 cables de fase del variador (ESC) al motor (NO importa el orden en este caso, lo único que puede suceder es que el motor gire en sentido contrario al deseado, bastará con invertir un par de estos cables y el motor girará hacia el otro lado), y el cable de 3 pines del ESC al controlador (timer). En este caso siempre deben coincidir los cables de señal (que normalmente son de color naranja o blanco). Si por equivocación se conecta esta ficha de 3 pines al revés, no hay riesgo de dañar componentes, simplemente el sistema no funcionará y se podrá invertir para volver a probar.

Con esas conexiones el sistema queda listo para utilizar, ni bien se conecte la batería al variador, el sistema inicializará, se sentirán algunos beeps del motor y un led incorporado en el timer comenzará a parpadear de forma tranquila, esto marca que todo ha iniciado correctamente y se encuentra listo para comenzar.

A partir de ese momento, manteniendo presionado el pulsador del timer por 3 segundos, se iniciará el vuelo (un breve giro de la hélice lo confirmará). El timer aguardará unos segundos (demora de partida) para permitir que el piloto se acerque a la manija, luego acelerará y llevará el motor al régimen especificado (rpm). Transcurrido el vuelo (tiempo de vuelo), desacelerará y detendrá finalmente el motor. Para poder comenzar un nuevo vuelo, se deberá desconectar y volver a conectar la batería.

Estos parámetros pueden configurarse fácilmente desde una aplicación instalable en teléfonos Android. Para descargar esta aplicación y obtener mayores detalles de su uso, se puede observar la documentación en https://github.com/mundostr/ctrl_vc_sockets.

Recomendaciones para el 1er vuelo

La separación de cables en la manija, como en el sistema de control montado dentro del modelo y la ubicación del centro de gravedad, son los principales factores que determinan la sensibilidad de respuesta del conjunto.

Para los primeros vuelos, es recomendable utilizar una manija que no tenga gran separación entre cables, especialmente en el caso del modelo pequeño para motorización de 1 kg. Con una separación de 50 o 60 mm será más que suficiente para un vuelo tranquilo nivelado. Se pueden utilizar los enlaces de Tingleverse indicados al principio de este Paso a Paso para descargar manijas imprimibles, o bien confeccionar manualmente una en madera, no es complejo, siempre y cuando se respeten las medidas mencionadas y se coloquen conectores seguros para sujetar los cables.

El otro punto mencionado y muy importante es la ubicación del centro de gravedad (CG). Si el modelo queda excesivamente pesado de cola, será mucho más reactivo a los movimientos de la manija, y esto puede resultar peligroso en los primeros vuelos si no se tiene experiencia. Por lo tanto, es preferible que el modelo quede ligeramente pesado de trompa, a que sea pesado de cola. Más adelante, y ya con confianza en el vuelo, se puede jugar atrasando un poco el CG (jugando con la posición de la batería o colocando por ejemplo 5 o 10 grs de peso en la cola) y probar las nuevas reacciones del modelo.

Para iniciar, sugerimos usar un CG relativamente adelantado, no más atrás del 20% de la cuerda (ancho del ala). Para lograrlo, como mencionamos arriba, se puede jugar con la posición de la batería. Un control rápido se puede realizar sin necesidad de ningún dispositivo, simplemente colocando dos dedos en forma de U contra el fuselaje, en la zona aproximada donde se debería ubicar el CG, y probando el balance del modelo, es decir, observando si queda equilibrado, si se cae de trompa o de cola, y moviendo nuevamente la batería o algún componente hasta ubicarlo en el lugar deseado.

Otra precaución muy importante es la posición de partida del modelo respecto al viento. Si no se dispone de experiencia, es preferible aguardar a un día calmo para realizar los primeros vuelos. Si el día es muy calmo, prácticamente no habrá diferencia; si en cambio ya hay algo de viento, siempre es preferible partir con el viento empujando el modelo hacia afuera y algo (solo algo) hacia adelante.

Es difícil en primera instancia determinar el régimen de motor a utilizar, ya que depende completamente del motor que se haya montado en el modelo y la batería. Por ende sugerimos iniciar de un valor intermedio (50 o 60%) y probar una marcha corta en tierra, para testear en las manos el empuje del modelo. Si se observa que el empuje es respetable, se puede ya intentar un vuelo. Recordar que en el caso de Vuelo Circular, los cables de control generan una resistencia importante, por lo tanto el motor debe brindar un empuje extra para compensarlo.

Lógicamente, si en la configuración hemos llegado al 100% de régimen del motor, y el empuje aún no es suficiente, deberemos revisar el conjunto eléctrico, puede suceder que el motor sea demasiado pequeño para ese tamaño / peso de modelo, que la batería tenga pocas celdas o se encuentre ya muy castigada, o bien el propio modelo haya salido demasiado pesado.

Como ejemplo práctico, en el modelo pequeño de iniciación para motorización de 1 kg, lo ideal es un peso listo para volar (es decir, incluyendo batería), de unos 600 grs.

Recomendaciones para el 1er vuelo

Para los primeros vuelos es mejor utilizar un ayudante, que sostenga el modelo hasta que acelere a un valor razonable y recién en ese momento lo libere para despegar, porque además ese ayudante puede verificar si sucede algún problema en ese momento y abortar el vuelo desconectando la batería. En vuelos posteriores, con más práctica, se puede despegar solo sin problemas.

Un error muy habitual en los principiantes, es mover en exceso la manija, es decir, accionar demasiado los controles, lo cual desequilibra mucho al modelo, por eso es importante probar unos movimientos con la manija antes de arrancar, para familiarizarse con ella, y al despegar mantenerla casi fija, para luego girar la muñeca levemente hacia arriba. Repetimos, esto es muy importante, deben ser movimientos leves, sobre todo al principio hasta lograr práctica con el conjunto. Es preferible realizar movimientos suaves de la manija y carretear por media o una vuelta antes de despegar, que efectuar un movimiento brusco, ya que en este caso el modelo tenderá a salir demasiado hacia arriba y a aflojar tensión sobre los cables, lo cual a su vez reducirá el control.

Por lo tanto, recordamos nuevamente: para los primeros vuelos, repasar los comentarios de separación de cables y centro de gravedad en los párrafos de arriba, y realizar movimientos muy suaves con la manija.

Otro error habitual en quienes inician, es tirar de los cables hacia el centro del círculo, en un intento por tensarlos y ayudar al modelo. Sin embargo, esto no solo no ayuda al modelo, sino que lo complica aún más con su despegue, ya que el desplazamiento de costado de las ruedas genera un esfuerzo extra. Por ende si se nota que el modelo requiere una mínima ayuda para despegar, no se debe tirar la manija hacia el pecho y moverla bruscamente, sino mantenerla firme en su posición central y simplemente mover la mano un poco hacia adelante del cuerpo para ayudar.

Por supuesto, si aún con estas ayudas el modelo no logra despegar o se mantiene en vuelo pero a duras penas, habrá que incrementar el régimen de rpm configurado en la app, o bien modificar la motorización por una más potente si ya se ha llegado al 100%, tal cual se repasa más arriba.

Por último, un inconveniente propio de los primeros vuelos es el mareo, hasta que el piloto toma costumbre sobre cómo observar el modelo y lo que lo rodea. Por esa razón siempre se sugiere comenzar con vuelos cortos, tal vez de solo de 30, 40 segs, y luego ampliar conforme se toma confianza.

Siguiendo estas sugerencias, no debería haber problemas para realizar los primeros vuelos de forma segura. No obstante elaboraremos en breve un pequeño video de muestra, tanto de la configuración mediante app como de algunos vuelos iniciales, para brindar un complemento más gráfico sobre el tema.