

## Capítulo 6

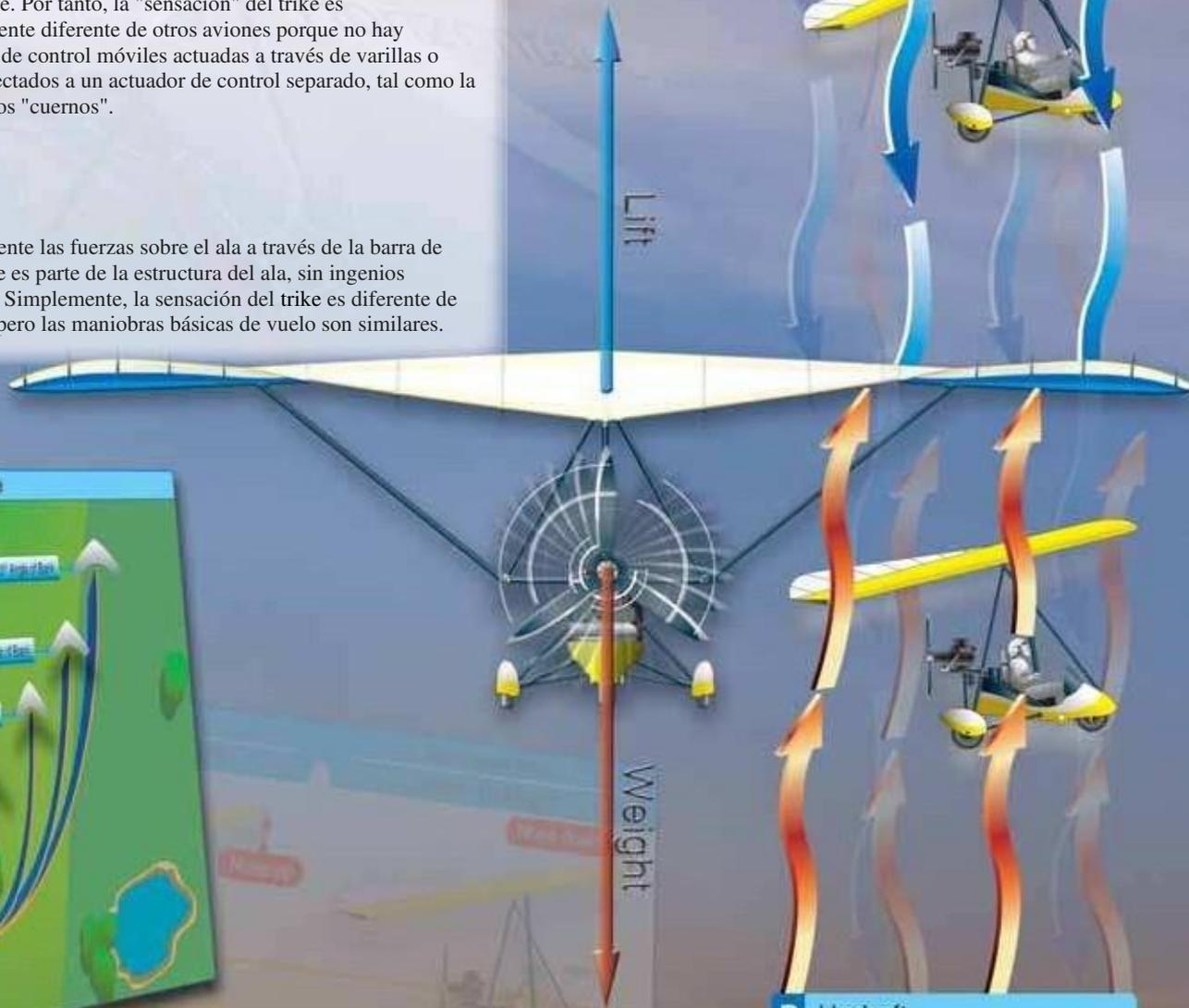
# Maniobras básicas de Vuelo

### Introducción

Volar un trike no es como conducir un coche por la autopista. También es diferente a operar los controles de un avión. Un piloto de trike sujeta la barra de control con sus manos, la cual es un componente estructural del ala. El ala está sujeta al carro y rota libremente, lateral y longitudinalmente alrededor del punto de enganche. Por tanto, la "sensación" del trike es completamente diferente de otros aviones porque no hay superficies de control móviles actuadas a través de varillas o cables conectados a un actuador de control separado, tal como la palanca o los "cuernos".

El piloto siente las fuerzas sobre el ala a través de la barra de control, que es parte de la estructura del ala, sin ingenios mecánicos. Simplemente, la sensación del trike es diferente de otro avión pero las maniobras básicas de vuelo son similares.

### C Downdraft



### B Updraft



### Constant Airspeed

When airspeed is held constant a larger angle of bank will result in a smaller turn radius and a greater turn rate.



### Wing Rotation Point





Figura 6-1. Diagrama del banqueo de un ala

La práctica de las maniobras básicas con precisión, y el entender los efectos en el piloto y el avión, desarrollan un tacto del avión en vuelo, de forma que el piloto se puede concentrar en el pilotaje y no en los movimientos mecánicos. La habilidad para ejecutar una maniobra concreta es sólo cuestión de tener el concepto visual y mentalmente claro, de forma que la ejecución perfecta es un hábito sin un esfuerzo consciente.

El concepto importante y una buena base para todas las maniobras de vuelo es no pensar sobre el control en términos de "arriba" o "abajo" respecto a la Tierra. Esto es sólo un estado relativo del piloto. Se necesita enseñar los controles en relación con el piloto, de forma que el uso del control sea para cualquier actitud, ya sea ascendiendo, descendiendo, alabeando o una combinación de ellas.

Empecemos con los principios básicos del vuelo para crearnos una base para volar con precisión. Despegues, aterrizajes y maniobras de emergencia se tratarán en posteriores capítulos. Todos los objetivos están basados en las 4 maniobras de vuelo básicas:

- Vuelo recto y nivelado
- Virajes
- Ascensos
- Descensos

La presión lateral aplicada al mover la barra de control a la izquierda baja el plano derecho en relación al piloto. Esto es el control en alabeo, tal como se trató en el Capítulo 2, Aerodinámica. (Figura 6-1)

El vuelo controlado consiste en una, o una combinación de éstas maniobras básicas

### Efectos y Usos de los Controles

En el uso de los controles de vuelo, los resultados serán considerados en relación con el piloto. El piloto se debería considerar el centro del movimiento del avión o el punto de referencia desde el cual los movimientos se juzgan y describen.

Empujando y presión hacia adelante aplicada a la barra de control resulta en que el morro del avión se levanta en relación al piloto reduciendo la velocidad del trike, mientras que tirando o una presión hacia atrás resulta en que el morro baja respecto al piloto aumentando la velocidad. Para la misma compensación, aumentar la potencia resulta en que el morro permanece al mismo nivel con relación al piloto, pero aumentando la actitud de encabritado con mayor potencia y bajando la actitud de morro con potencia reducida en relación con el horizonte de la Tierra. Tanto la barra de control como el motor afectan a la actitud de morro en relación al horizonte terrestre. Este es el control de cabeceo, tal como se describió en el Capítulo 2, Aerodinámica. (Figura 6-2)



Figura 6-2. Efecto de la barra de control sobre el ángulo de ataque y la velocidad.

### El tacto del avión

Los controles de un pendular tienen una "presión natural" de por sí mientras están en vuelo y permanecerán en posición neutral apropiada si el avión está compensado correctamente. El piloto debe ser consciente de que él ejerce una fuerza en los controles contra esta "presión natural" o resistencia. Es la duración y cantidad de esa fuerza ejercida sobre la barra lo que afecta al control y maniobras del trike.

La cantidad de esa fuerza tiene poca importancia; pero es importante que el piloto maniobre el avión aplicando la suficiente presión para obtener el resultado deseado, independientemente de cómo de lejos se ha movido la barra. Los controles se deben sujetar ligeramente, sin exprimirlos. Un error común de los principiantes es la tendencia a agarrar fuertemente la barra. Esta tendencia se debería evitar ya que dificulta el desarrollo del "tacto", lo que es una parte importante en el control del avión. (Figura 6-3)



Figura 6-3- Sujeta la barra con una ligera fuerza para sentir cada movimiento en el ala

Sin embargo, para los trikes, los controles necesitan ser agarrados con decisión durante turbulencia moderada o severa para asegurarse de que el ala no se suelte de las manos del piloto. Esto es por lo que volar un trike en turbulencia requiere fuerza y aguante. Puede ser agotador si el piloto no está acostumbrado o no está en forma para este tipo de vuelo. El vuelo de entrenamiento inicial debería ser realizado en condiciones de calma de forma que el alumno puede usar una fuerza suave en la barra para desarrollar el tacto para el trike.

La habilidad para sentir una condición de vuelo se denomina a menudo "tacto del avión", pero además hay otros sentidos implicados, aparte del "tacto". Sonidos inherentes al vuelo son un sentido importante en el desarrollo del "tacto". El aire en una cabina abierta se puede sentir y oír fácilmente dentro de las tolerancias de los Estándares de Pruebas Prácticas (*Practical Test Standards, de la FAA, ó PTS*) con  $\pm 18$  Km/hora (10 nudos). Cuando el nivel de ruido aumenta, ello indica que la velocidad aumenta. Además del sonido del aire, el viento también se siente a menos que un parabrisas efectivo se coloque enfrente del piloto bloqueando al viento. (Figura 6-4)



Figura 6-4 El parabrisas impide al viento golpear al piloto

El motor emite un ruido diferente en diferentes condiciones de vuelo. El ruido del motor en crucero difiere del sonido en un planeo o un ascenso. De forma general, hay 3 fuentes del "tacto" muy importantes para el piloto.

1. La primera fuente es el propio cuerpo del piloto tal como responde a las fuerzas de aceleración. Las cargas gravitatorias ( $G's$ ), tal como se describían en el Capítulo 2, que se aplican al fuselaje son sentidas también por el piloto. La aceleración centrípeta empuja al piloto hacia su asiento o le levanta contra el atalaje. Las aceleraciones radiales, aunque mínimas en un trike, son causadas por resbales menores o derrapes en vuelo no coordinado y mueven al piloto de lado a lado en el asiento. Estas fuerzas son perceptibles y útiles para el piloto. La experiencia en vuelo más el deseo del piloto de sentir el avión le proporciona al piloto un excelente "tacto" para el avión y la habilidad de detectar el más pequeño cambio en vuelo. Una meta para cualquier piloto debería ser un constante desarrollo de un mejor "tacto" de su avión

2. La reacción de los controles al mando del piloto, es otro elemento en la forma de “sentir el avión”, y es el que más información da a este sobre la velocidad relativa.
3. Otra vía de “sentir el avión” es a través del contacto del cuerpo del piloto con el habitáculo. Consiste principalmente en transmisión de vibraciones. Un ejemplo es el golpeteo aerodinámico que precede a la pérdida. Diferentes velocidades y ajustes de potencia pueden ser sentidas a través de sutiles diferencias de vibración.

La kinestesia, o como sentimos los cambios de dirección y velocidad de nuestro movimiento, es uno de los sentidos más importantes que un piloto puede desarrollar. Cuando este sentido se ha desarrollado adecuadamente, la kinestesia puede advertir al piloto de cambios de velocidad y/o de una incipiente situación de dejar al avión sin velocidad.

Los sentidos que contribuyen a “sentir el avión” son inherentes a cada persona. Sin embargo, estas habilidades han de ser desarrolladas. Es bien conocido, que su temprano desarrollo en la formación del piloto, favorecerá muy significativamente en su capacidad para maniobras de vuelo más avanzadas.

### Volar por Actitud

Volar por actitud significa establecer visualmente la actitud de la aeronave por referencia al horizonte natural. La actitud es la diferencia de ángulo medido entre un eje de la aeronave y el horizonte de la Tierra.

Tal y como se explicó en el capítulo 2, Aerodinámica, la actitud de profundidad, es el ángulo formado por el eje longitudinal. La actitud de alabeo es el ángulo formado por el eje lateral. La rotación respecto al eje vertical (guiñada), es una actitud que se mide con relación a la trayectoria del avión y no respecto al horizonte natural.

En vuelo por actitud, el control de la aeronave se basa en tres componentes:

1. Control de alabeo—el control de la aeronave sobre el eje longitudinal para mantener un ángulo de alabeo deseado con relación al horizonte natural. Este ángulo puede ser fácilmente visualizado en el trike mirando el ángulo que forma el tubo frontal con el horizonte. [Figura 6-5]
2. Control de profundidad— el control de la aeronave sobre el eje lateral, subiendo y bajando el morro en relación al horizonte natural.
3. Control de potencia—usado cuando la situación de vuelo requiera un cambio en el empuje necesario. Esta modificación en el empuje, además de alterar nuestra senda de ascenso-descenso, alterará normalmente también nuestra actitud de morro, interviniendo en el control de profundidad.

### Vuelo recto y nivelado

El vuelo recto y nivelado es la maniobra de vuelo más importante a dominar. Es necesario insistir en la importancia que tiene el desarrollar



Figura 6-5. Punto de vista del piloto de un alabeo a 45°, que puede ser medido por el ángulo del tubo frontal (o la barra de control) con el horizonte.

correctos hábitos en volar recto y nivelado. Toda maniobra de vuelo es en esencia una desviación de esta maniobra fundamental. Es corriente encontrar pilotos cuyas habilidades básicas de vuelo no alcanzan los mínimos estándares exigibles, y al analizar las razones de sus carencias se descubre que la causa está en la incapacidad de volar recto y nivelado.

En el aprendizaje para controlar la aeronave en vuelo nivelado, es importante que las fuerzas ejercidas sobre la barra de control sean las necesarias para conseguir el resultado deseado. Algunas alas son más sensibles al mando que otras. El alumno debe aprender a asociar la cantidad del desplazamiento de la barra de control con el resultado obtenido en alabeo y profundidad. De esta manera, el alumno puede desarrollar la habilidad de ajustar el cambio necesario de actitud del avión por la dirección e intensidad de las fuerzas aplicadas sobre la barra de control sin la necesidad de fijarse en referencias externas para cada pequeña corrección.

El vuelo recto y nivelado consiste en mantener constantes el rumbo y la actitud. Se consigue realizando inmediatas y certeras correcciones en dirección y actitud a posibles desviaciones debidas a leves giros, descensos o ascensos no intencionados. El conseguir un vuelo nivelado se resume en mantener constante de forma consciente la relación de alguna parte de la aeronave con respecto a un punto sobre el horizonte. Una vez establecida la posición deseada de la aeronave, elegiremos un punto de referencia en la aeronave, que suele ser típicamente un punto sobre el tubo frontal del trike.

Este punto de referencia depende de donde esté sentado el piloto, su estatura, así como de su forma de colocarse sobre el asiento. Este punto de referencia sobre el trike variará alterando cualquiera de las anteriores factores. [Figuras 6-6 y 6-7]

El vuelo recto y nivelado deberá de ser practicado en condiciones de viento en calma, de forma que las actuaciones sobre los mandos se correspondan muy estrechamente con los cambios en las trayectorias reales de trike, con poca interferencia externa de los movimiento del aire en la actitud y dirección.

Si el trike dispone de ajuste de velocidad en vuelo (*trim*), este debe ser ajustado previamente. El mando de gases deberá de ser ajustado para mantener la altitud constante, sin ascender ni descender. Esto deberá ser controlado mirando el altímetro o mejor el variómetro, si disponemos de él. El mando de gases es el control que determina en último término las variaciones en el nivel de vuelo, para uno determinado peso, ajuste de velocidad y altitud de densidad.

El vuelo nivelado se mantiene escogiendo un punto de referencia sobre el morro de la aeronave (tubo frontal del trike, por ejemplo), y manteniendo constante dicho punto con relación al horizonte.

Usando los principios del vuelo por actitud, nuestra posición ha de ser ocasionalmente comparada con la indicación del altímetro para determinar si nuestros ajustes de potencia y actitud de morro son los adecuados. Si estamos ganando o perdiendo altitud, deberemos ajustar el control de gases, lo cual alterará levemente nuestra actitud de morro con relación al horizonte. Realizaremos lo reajustes necesarios con el control de gases hasta determinar que nuestra altura está estabilizada. Una vez determinado el ajuste de potencia necesario para estas condiciones de peso, velocidad y densidad de altitud, deberemos tomar mentalmente nota de él, para que nos sirva de referencia en el futuro.

Después de tener dominado el vuelo recto y nivelado en aire en calma, deberá de ser practicado en condiciones de aire más movidas, o aire levemente turbulento. El ajuste de potencia será el mismo que en condiciones de aire en calma, para el mismo peso, velocidad y densidad de altitud, pero exigirá del piloto mayor intervención en los controles para mantener una altitud constante. El control de gases nos permitirá mantener constante nuestra altura media, mientras que el control de profundidad sobre la barra de control (picar y empujar la barra de control), nos ayudará a ajustar pequeñas variaciones de altitud debidas movimientos de aire de corta duración.

Típicamente, aire ascendente o térmicas tienden a levantarnos el morro del ala, y aire descendente o al salir de térmicas tienden a bajar el morro del ala. Para leves corrientes ascendentes de aire, el aumentar levemente la velocidad del trike picando un poco, será suficiente para contrarrestarlas. Sin embargo, con corrientes más intensas o severas, deberemos además reducir potencia a fin de mantener un ángulo de morro razonable con respecto al horizonte.

De forma similar, para leves corrientes descendentes que tiendan a bajar el morro del ala, podremos empujar levemente la barra de control de forma que disminuyamos la velocidad del trike y compensemos el fenómeno. Todo ello con la conveniente prudencia para no elevar el morro en exceso, disminuyendo la velocidad demasiado y pudiendo llegar a una posible pérdida. Cuando las descendencias sean moderadas o fuertes, deberemos tener especial cuidado para no reducir la velocidad en exceso, porque el hecho de aumentar la potencia tiene también el efecto secundario de aumentar el ángulo de ataque, siendo más fácil acercarnos a un ángulo de ataque crítico (perdida). [Figure 6-8]

En un trike podemos utilizar el tubo frontal como una referencia perpendicular al horizonte para mantener los planos de las alas nivelados. Ya sabemos que en cuanto el plano de las alas esté levemente inclinado, el trike iniciará un giro.

El tubo frontal puede ser usado como un indicador de giro. En cuanto detectemos el más leve síntoma de alabeo indeseado, deberemos de corregirlo para eliminar el consiguiente giro. El objetivo de la maniobra de vuelo recto y nivelado es desarrollar la habilidad de detectar lo antes posible las desviaciones, pudiendo así corregirlas con leves respuestas en los mandos. Incluso podremos anticipar lo que el trike va a querer hacer sintiendo los esfuerzos que nos transmite la barra y tratando de oponernos levemente a ellos.

El vuelo recto y nivelado no requiere casi de aplicación de fuerzas sobre la barra de control, si el trike está debidamente ajustado en

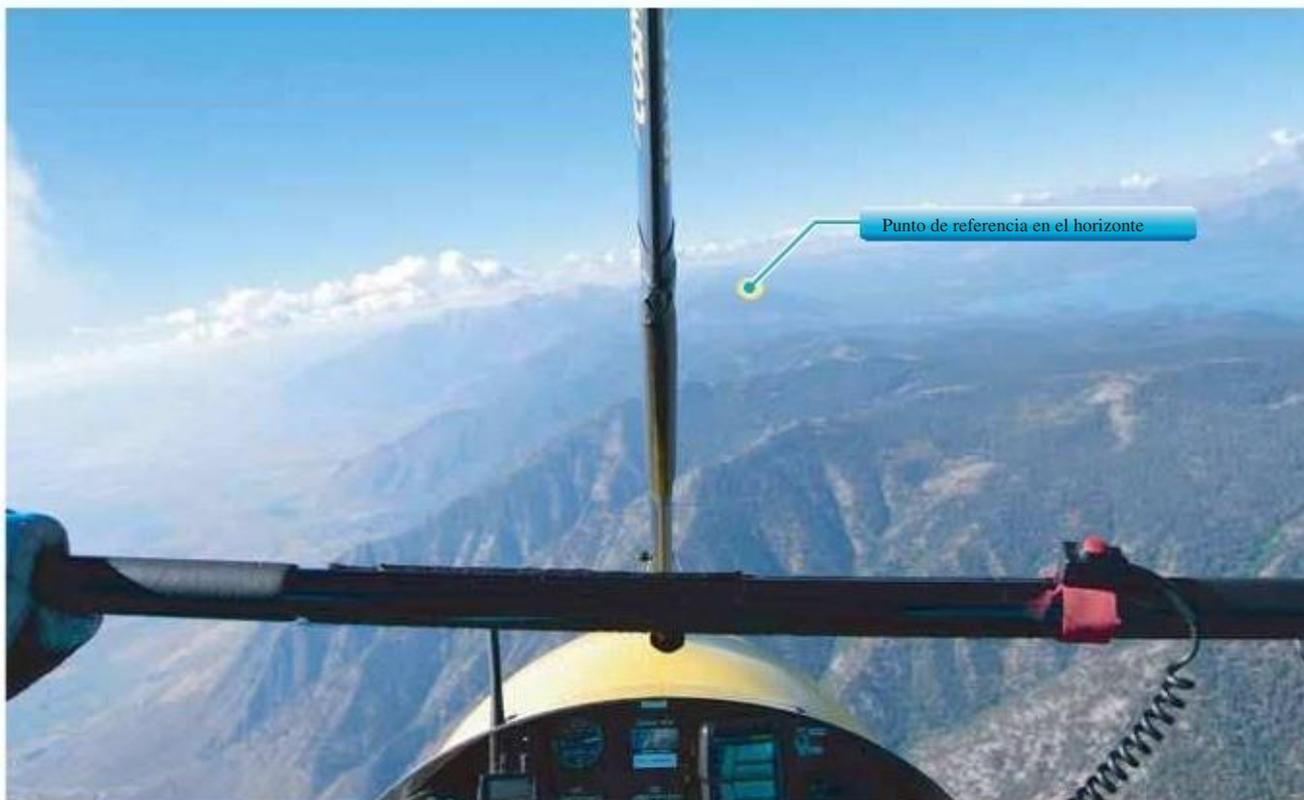


Figura 6-6. Escogemos un punto de referencia en el horizonte.

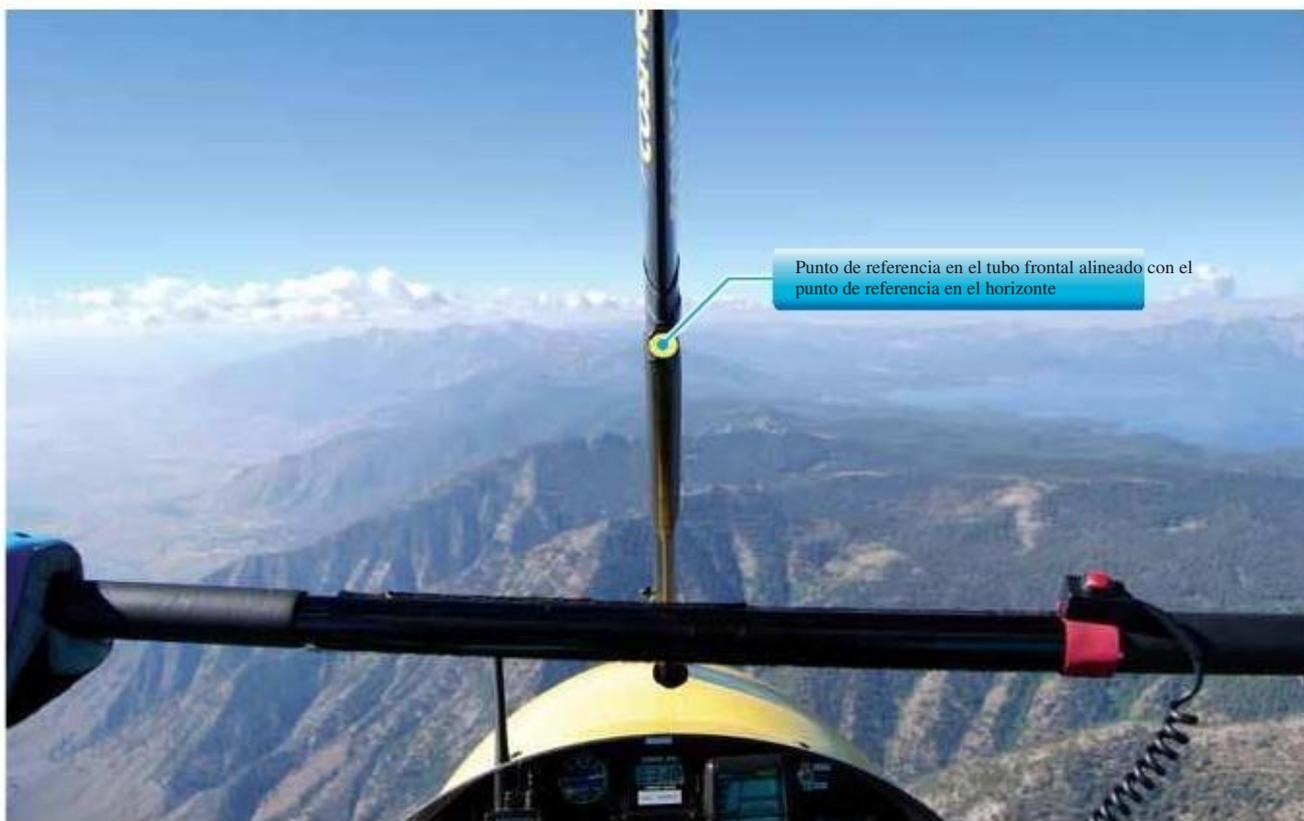


Figura 6-7. Punto de vista del piloto, alineando el punto de referencia del tubo frontal con un punto de referencia en el horizonte, para vuelo recto y nivelado

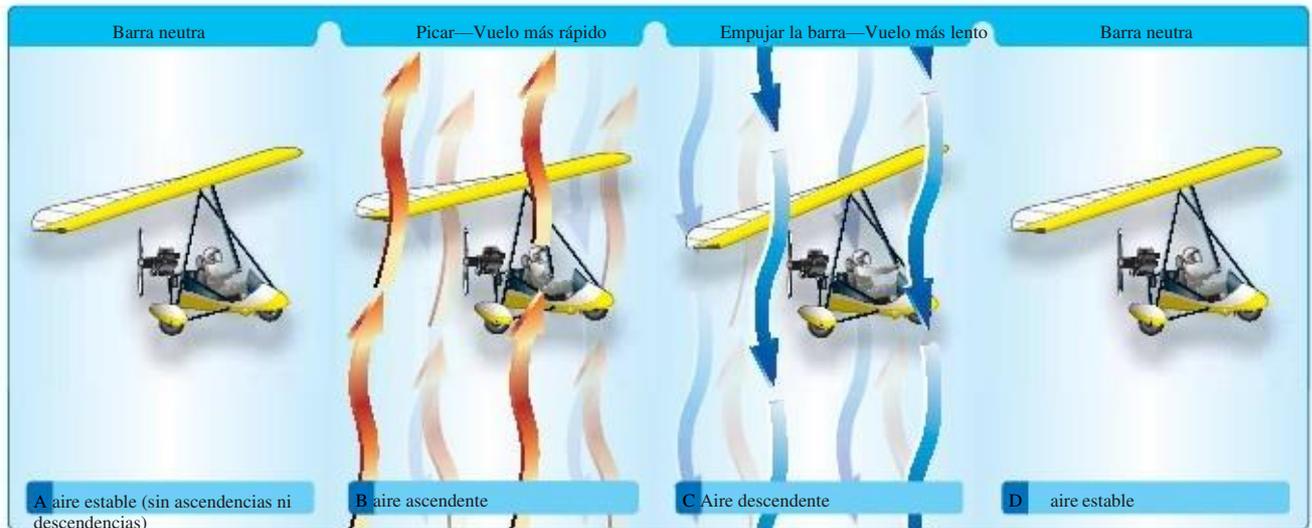


Figura 6-8. Secuencia de entrada y salida en una térmica

en velocidad y si el aire está en calma. Por esta razón, el piloto no debe desarrollar el hábito de realizar constantes e innecesarios movimientos de la barra de control. Deberá aprender a reconocer cuando las correcciones son necesarias, aplicando en ese caso la respuesta adecuada de forma natural.

Errores comunes en la maniobra de vuelo recto y nivelado:

- Elegir puntos de referencia sobre el trike no adecuados para establecer la actitud de vuelo.
- Olvidar los puntos de referencia que habíamos elegido.
- Agarrar la barra de control demasiado firmemente, impidiendo el poder “sentir” las presiones que nos transmite.
- No mantener una adecuada vigilancia del entorno y centrarse demasiado en los instrumentos.
- Fijar atención sólo en la actitud de morro (profundidad).
- Realizar correcciones excesivas o innecesarias.
- No realizar las correcciones necesarias a tiempo y en la debida proporción, a fin de anticiparnos a las desviaciones del vuelo recto y nivelado.
- No conseguir el adecuado desarrollo de las vías sensoriales de “sentir el avión”.

### Ajuste de Velocidad (*Trim*)

El uso de mecanismos de ajuste de velocidad (*trim*), libera al piloto de tener que estar ejerciendo una constante presión sobre los mandos para una deseada condición de vuelo. Una aeronave ajustada inadecuadamente, requiere de una constante presión sobre la barra, que produce en el piloto tensión, fatiga, le distrae de la debida vigilancia del entorno, y contribuye a un control poco suave de la aeronave.

La mayor parte de los trikes disponen de un ajuste de velocidad en tierra, de forma que desplazando el punto de cuelgue del carro sobre la quilla del ala, se modifica la velocidad neutra, o velocidad de *trim* (velocidad del trike sin presión en la barra). Algunos trikes disponen de un mecanismo de ajuste de velocidad de *trim* en vuelo, tal y como se describe en el capítulo 3, Componentes y Sistemas.

No existe un mecanismo de ajuste de alabeo, pero en tierra puede y debe ajustarse el ala para que mantenga sola un vuelo recto. El ajuste debe realizarse de forma que el ala vuele recta a velocidad de crucero. Debido a que el par motor varía muy significativamente con las revoluciones y potencia, deberemos de buscar un compromiso entre la tendencia del trike a girar a un lado a plena potencia y a motor al ralentí. Será normal por lo tanto que debamos de realizar algo de control lateral a diferentes regímenes de motor.

### Giros Nivelados

Un giro tiene lugar porque alabeamos las alas en la dirección deseada de giro. El piloto elige un ángulo de alabeo deseado, aplica sobre la barra de control las presiones necesarias para establecerlo, y después mantiene las presiones necesarias para mantener constante ese alabeo establecido.

El alabeo se ejecuta siguiendo estos pasos: [Figura 6-9]:

### Iniciando el Giro

#### A. Vuelo Recto

B. El piloto aplica presión lateral a la barra de control, de forma que desplazamos el peso del carro hacia el lado hacia el que queremos iniciar el giro.

C. El giro se inicia y se mantiene constante volviendo la barra a la posición centrada.

### Salir del Giro

D. El piloto mantiene estable el giro manteniendo estable al alabeo, con la barra centrada.

E. El piloto desplaza el peso del carro al lado contrario para salir del giro.

F. Establecemos vuelo nivelado devolviendo la barra de control a la posición central.

### Coordinación de los Controles

Los controles de vuelo (profundidad y alabeo) se usan coordinadamente para realizar un giro al mismo nivel. Sus funciones son las siguientes:

- El trike es alabeado con una determinada presión lateral sobre la barra de control. La medida del alabeo establecido determina el ratio de giro obtenido, para una determinada velocidad de vuelo.

- El mando de potencia nos puede aportar algo de empuje adicional para mantener altura.
- Con el mando de profundidad (picar o empujar la barra de control), no ayuda a mantener un ángulo de ataque adecuado durante el giro. Lo normal será tener que empujar levemente la barra a fin mantener velocidad y altura.

Clasificaremos los giros en función del ángulo de alabeo como sigue:

- Giros suaves, o aquellos en los que el alabeo es menor de aproximadamente  $20^\circ$ .
- Giros medios, o aquellos en los que el alabeo es aproximadamente entre  $20^\circ$  to  $45^\circ$ .
- Giros fuertes, o aquellos en los que el alabeo es mayor de  $45^\circ$ .

Deberemos entender que al alabear un determinado ángulo, la fuerza de sustentación se inclina en esa misma medida, siendo la componente horizontal en la dirección de giro la fuerza que causa el giro de la aeronave.

Cuando una aeronave vuela recta y nivelada, la fuerza de sustentación actúa perpendicular al suelo, contrarrestando el peso.

[Figura 6-10] Cuando el trike alabea, la sustentación se descompone en dos componentes, una vertical que se opone al peso y otra horizontal (fuerza centrípeta), paralela al plano de la superficie terrestre y que tenderá a oponerse a la fuerza centrífuga (fuerza de inercia hacia fuera del giro).

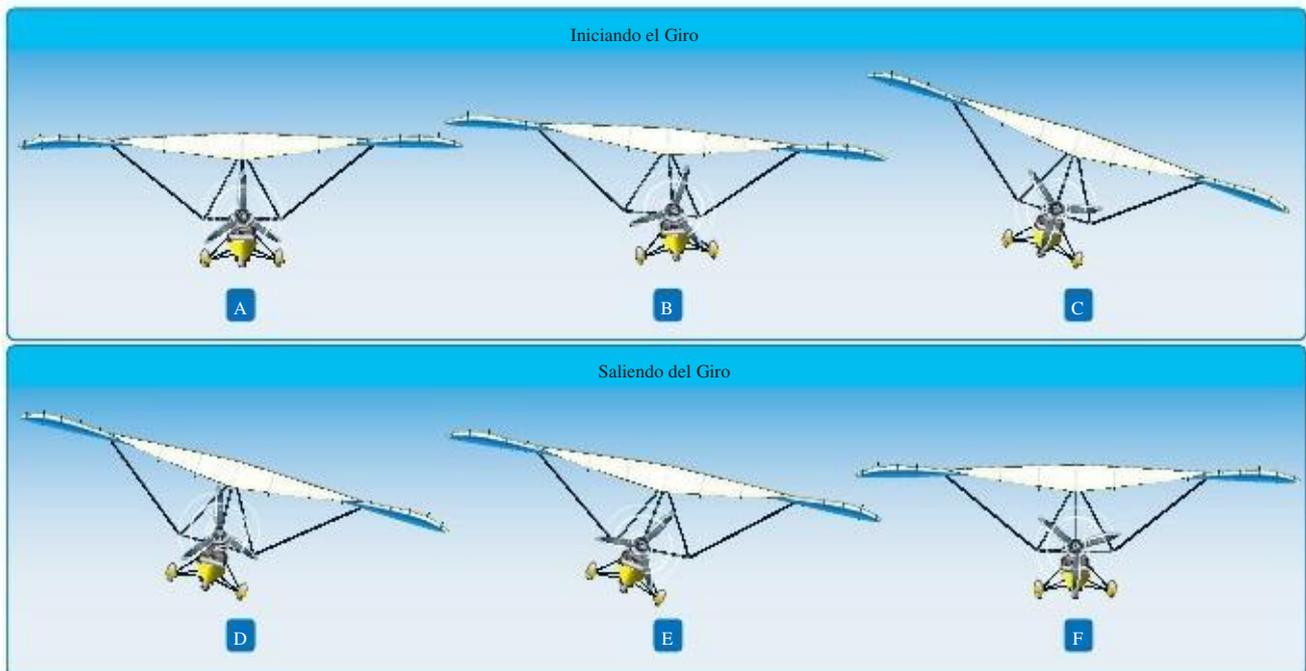


Figura 6-9. Control del Giro. Entrando y Saliendo.

Es esta componente horizontal la que hace que la aeronave gire. [Figure 6-10]

Los giros suaves se realizan moviendo levemente la barra de control lateralmente hasta obtener el alabeo deseado, momento en el que relajaremos la presión para que la barra vuelva a su posición centrada. El trike estabilizará el giro sin necesidad de aplicar presión alguna sobre la barra de control. En un giro suave, no serán perceptibles prácticamente cambios en la velocidad ni aparecerán fuerzas G apreciables. [Figura 6-11] Una vez iniciado el giro suave, puede ser una buena práctica el mantener estabilizado el giro hasta una orientación predeterminedada, hacia la cual deberemos salir del giro. Para salir del giro, ejerceremos una presión lateral sobre la barra de forma que restablezcamos la actitud nivelada de los planos.

Para giros de mayor alabeo, la velocidad de entrada en el giro deberá de haberse establecido a más de 1,3 veces la velocidad de pérdida, la cual ya sabemos que se incrementa significativamente al aumentar el ángulo de alabeo. Como ejemplo, al menos 1,5 veces la velocidad de pérdida habrá de establecerse para un giro de alabeo  $40^\circ$ , para así mantener el margen de seguridad de 1,3. Si tenemos, por ejemplo, una velocidad neutra (velocidad sin presión en la barra) de 1,3 veces la velocidad de pérdida, deberemos de incrementar nuestra velocidad ligeramente antes de iniciar el giro. Por otro lado, en todo giro en el que queramos mantener altura constante, una vez establecido el alabeo, será necesario incrementar el ángulo de ataque empujando la barra de control en una determinada medida. Esto es así porque parte de la sustentación se ha descompuesto en la componente horizontal, disminuyendo la componente opuesta al peso. Esto hace que tengamos que aumentar la sustentación total aumentando ángulo de ataque, para así poder mantener el equilibrio de fuerzas y no perder altura, en giros pronunciados.

La carga adicional que experimentamos o fuerzas G, en un giro de alabeo medio, la sentimos al comprimirnos contra el asiento. Después de que el alabeo ha sido establecido en un giro de alabeo medio, no será necesaria ejercer ninguna presión lateral sobre la barra de control, pero sí será necesaria una presión de empuje de la barra hacia adelante para mantener el mayor ángulo de ataque requerido. El trike permanecerá en el alabeo establecido sin ninguna tendencia a volver al estado de planos nivelados, ya que todo el conjunto de fuerzas está en equilibrio.

Durante el giro, los controles de alabeo, profundidad y potencia se ajustan para mantener la altura constante con el alabeo y velocidad deseados. Denominamos vuelo coordinado a la coordinación de los tres controles para obtener un suave giro de alabeo deseado y manteniendo constantes la velocidad y la altura.

La salida del giro es similar a la manera de entrar en él, sólo que aplicando los controles en la dirección opuesta. Cuando el ángulo de alabeo vaya disminuyendo, una menor presión de empuje sobre la barra será necesario para mantener la velocidad, al igual que una menor potencia será requerida para mantener la altura.

Como la aeronave continuará girando mientras mantenga algo de alabeo, deberemos de iniciar la nivelación de los planos antes de haber alcanzado el rumbo deseado. La antelación dependerá del grado de alabeo establecido para el giro. Normalmente, se puede aproximar como la mitad de los grados de alabeo. Por ejemplo, en un giro de alabeo  $30^\circ$ , iniciaremos la nivelación  $15^\circ$  antes de haber alcanzado el rumbo deseado. En cuanto los planos estén nivelados, las presiones sobre los controles se relajarán suavemente de forma que el trike continúe su vuelo recto y nivelado. Al acabar el giro, deberemos de comprobar por referencias externas que los planos están nivelados y que el giro se ha detenido.

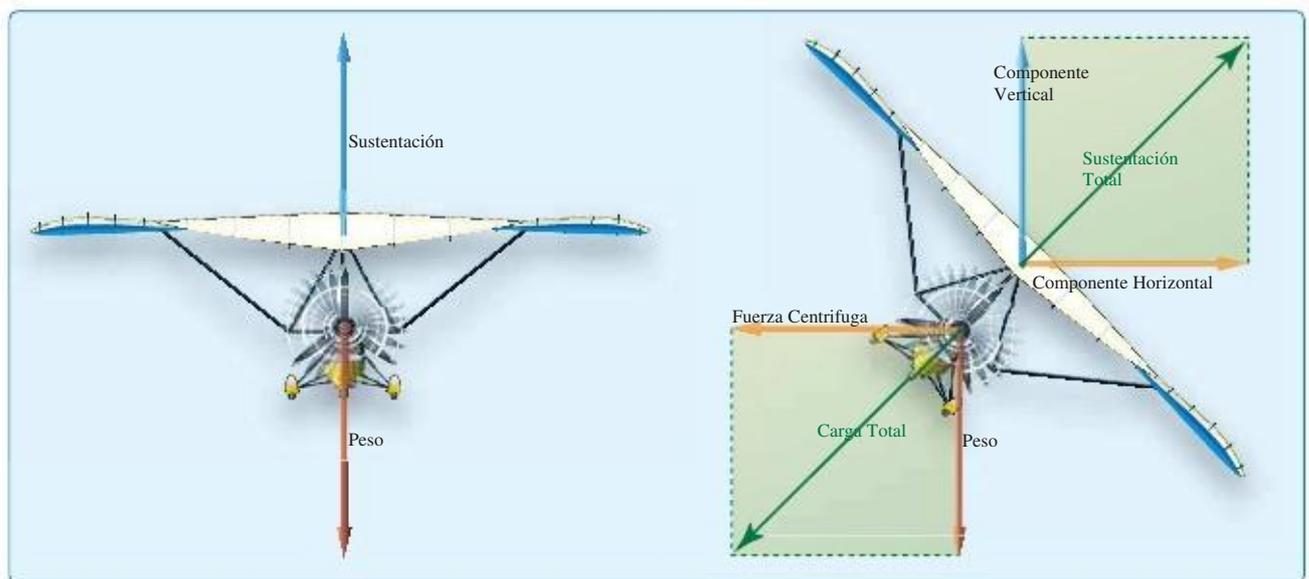


Figura 6-10. Trike volando recto (izquierda) y girando, con la misma sustentación y peso (derecha).



Figura 6-11. Vista del piloto en un giro de alabeo suave de 20°.

Para entender la relación entre velocidad, alabeo y radio de giro, hay que hacer notar que la tasa de giro para cada velocidad de vuelo depende de la componente horizontal de la sustentación. Dicha componente varía proporcionalmente con el ángulo de alabeo. Por lo tanto, la tasa de giro para una determinada velocidad verdadera se incrementa al aumentar el alabeo. Por otro lado, cuando un giro se hace a mayor velocidad verdadera para una determinado alabeo, la inercia será mayor, necesiéndose una mayor componente horizontal de sustentación, disminuyendo la tasa de giro. Por lo tanto, para un mismo ángulo de alabeo, una mayor velocidad verdadera hace que el radio de giro sea mayor, porque la aeronave está girando con menor tasa de giro. [Figura 6-12]

Cuando variamos el alabeo de suave a medio, la velocidad del plano exterior aumenta con relación a la del plano interior, relativamente más cuanto más cerrado es el radio de giro (mayor alabeo). La diferencia de sustentación entre ambos planos vence la inherente estabilidad lateral del ala. A cualquier velocidad de vuelo lo normal es que no necesitemos ejercer ninguna presión sobre la barra para mantener el alabeo constante.

Si el aumentamos al alabeo de medio a fuerte, el radio de giro tenderá a disminuir más aun. El giro es similar a un giro medio, pero todos los factores aumentan. Las presiones sobre la barra de control en alabeo y profundidad se incrementan, la potencia ha de ser aumentada para mantener altura, y las fuerzas G aumentan significativamente. Los alumnos deberán progresar hacia giros de mayor alabeo después de perfeccionar los giros suaves y medios.

No exceder el alabeo máximo permitido por el fabricante en el manual de vuelo.

La postura del piloto sobre el asiento del trike es importante, particularmente durante los giros. Afecta a las interpretaciones de las referencias visuales externas. El piloto no debe inclinarse sobre el asiento, en un intento de permanecer vertical, sino que debe formar un cuerpo con la aeronave. Este habito debe ser desarrollado desde el inicio de la instrucción, de forma que aprenda a usar debidamente las referencias visuales.

Los alumnos que comienzan la instrucción, deben acostumbrarse a no realizar grandes desplazamientos laterales de la barra de control, los cuales dan lugar a variaciones de alabeo más rápidas, con menor margen para posibles correcciones. Variaciones de alabeo lentas ( desplazamientos pequeños de la barra de control) nos permiten tener más tiempo para correcciones. Tan pronto como los planos dejen de estar nivelados, el morro del trike comenzará a desplazarse a lo largo del horizonte, incrementando su tasa de giro proporcionalmente a como se vaya incrementando el alabeo.

Algunas indicaciones generales:

Si el morro del trike sube o baja al entrar en el giro, estamos aplicando un control de profundidad no adecuado.

Para todos los tipos de giros: durante el giro establecido, los controles han de ser usados sólo para correcciones menores, al igual que en vuelo recto y nivelado.

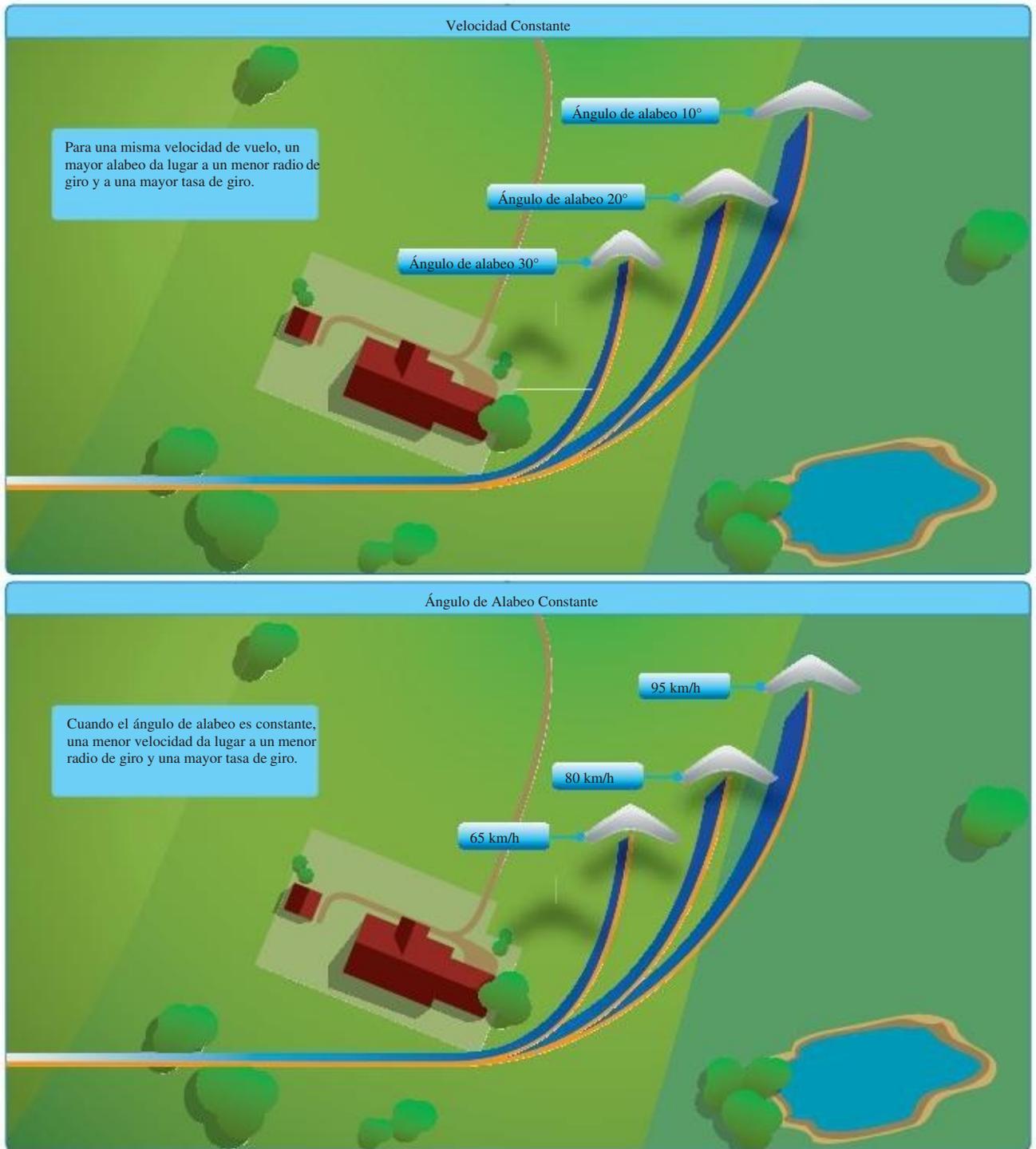


Figura 6-12. Alabeo y velocidad regulan la tasa y el radio de giro.

La instrucción en giros manteniendo altura deberá comenzar por practicar el cambio de actitud: desde nivelados pasar a un determinado alabeo y de nuevo vuelta a nivelados, con un leve pausa para marcar el final de cada fase. Esta leve pausa sirve también para iniciar nuevamente la maniobra libres de cualquier efecto indeseable resultado de la fase anterior. Durante estos ejercicios, se deberá de enfatizar la idea del uso de “fuerzas” sobre los controles en lugar de “desplazamiento” de los mismos, destacando la resistencia que estos ofrecen a las fuerzas que aplicamos sobre ellos.

Errores comunes en la realización de giros a nivel:

- No asegurarnos de que la zona esta despejada antes de iniciar el giro.
- Inclinar nuestro cuerpo en el giro con relación al trike.
- No mantener constante el ángulo de alabeo durante el giro.
- No desarrollar por igual nuestras habilidades de giro hacia ambos lados.
- No coordinar correctamente el ángulo de ataque para mantener la velocidad de vuelo adecuada.
- No coordinar el uso del control de potencia para mantener vuelo nivelado.
- Ganar o perder altura durante el giro.

### Ascensos y Giros en Ascenso

Cuando una aeronave inicia un ascenso, cambia su trayectoria horizontal a la de un plano inclinado. Tal y como se explicó en el capítulo 2, el peso en un ascenso ya no actúa perpendicular a la trayectoria, sino que lo hace con un ángulo opuesto al movimiento,

lo cual causa un incremento de la resistencia y una mayor necesidad de empuje (potencia) para el necesario equilibrio de fuerzas. Una aeronave puede solamente mantener un ascenso estabilizado si dispone del necesario empuje para vencer esta componente de resistencia extra que acaba de aparecer. Por lo tanto, el ascenso está limitado por el empuje disponible. [Figure 6-13]

Como otras maniobras, los ascensos han de ser realizados usando referencias visuales exteriores e instrumentos de vuelo. Es importante que el piloto conozca los ajustes de potencia y de actitud de morro para las siguientes condiciones de ascenso:

- Ascenso normal —realizado a la velocidad recomendada por el fabricante. La velocidad normal de ascenso es generalmente la velocidad de mejor tasa de ascenso ( $V_Y$ ) tal y como se explica más adelante. Velocidades mayores se aplicarán ascendiendo en aire turbulento.
- Mejor tasa de ascenso ( $V_Y$ )—la velocidad a la cual la aeronave consigue la mayor ganancia de altura en el menor tiempo posible. Volando a  $V_Y$  y a plena potencia nos dará la ascensión más rápida posible. Cada modelo de trike tendrá su  $V_Y$  determinada, que nos la dará el fabricante, pero aproximación a ella la podemos calcular multiplicando la velocidad de perdida  $V_s$  por 1,3. Hay que tener muy claro que cualquier otra velocidad distinta a  $V_Y$ , por exceso o por defecto dará un menor rendimiento en el ascenso.



Figura 6-13. Cuando el trike se estabiliza en ascenso o en descenso, las senda que describe es un plano inclinado.

La velocidad sin presión en la barra, o velocidad de *trim*, suele ajustarse a  $V_y$ , o algo mayor.

- Mejor ángulo de ascenso ( $V_x$ )—la velocidad a la cual el ascenso será el mayor posible para una determinada distancia horizontal.  $V_x$  es siempre menor que  $V_y$  pero mayor que la mínima velocidad de control. Ascender a  $V_x$  dará como resultado ascender por una trayectoria lo más inclinada posible, aunque tardemos más tiempo en alcanzar la misma altitud que con  $V_y$ . Usaremos por lo tanto la  $V_x$  para salvar obstáculos después del despegue. Como  $V_x$  está más cercana a la velocidad de pérdida, deberemos de tener cuidado de no meter el trike en pérdida cerca del suelo, con consecuencias catastróficas. [Figura 6-14]

El vuelo en ascenso requiere más potencia que el vuelo nivelado, tal y como vimos en el capítulo 2. Cuando realizamos un ascenso, volaremos a la velocidad de ascenso más adecuada para la circunstancia y a el ajuste de potencia recomendado por el fabricante. Cuando la aeronave gana altitud durante el ascenso, el motor perderá muy poco a poco algo de su potencia debido a la menor densidad del aire aspirado según vamos ascendiendo.

Durante el ascenso, mantendremos una dirección constante y los planos nivelados, si realizamos un ascenso en línea recta, o bien mantendremos un ángulo alabeo constante si realizamos el ascenso en giro. Para volver a vuelo recto y nivelado, al alcanzar la altitud deseada, incrementaremos primero la velocidad a la de crucero ( si es diferente), para luego disminuir potencia a la necesaria para mantener altitud. Después que la aeronave este ya establecida a una altitud constante y la velocidad de crucero deseada, procederemos a *trimar* o ajustar el mando de velocidad neutral, si disponemos de él.

En la realización de ascensos en giro, deberemos de considerar los siguientes factores:

- Con un ajuste de potencia constante, no es posible mantener una misma actitud de ángulo de ataque y velocidad en un ascenso en giro que en un ascenso en línea recta, debido a la mayor sustentación necesaria.
- El alabeo no deberá ser muy grande. Un fuerte alabeo disminuye de forma muy importante la tasa de ascenso. El alabeo deberá además de ser constante.
- Con un ajuste de potencia constante y girando mientras ascendemos, la tasa de ascenso disminuirá por que parte de la sustentación se está usando para girar.
- Deberemos prestar atención al exterior de la aeronave, buscando referencias visuales así como posibles tráficos en la zona. No más de un 25 % de nuestro tiempo podemos dedicarlo a mirar nuestros instrumentos.

Hay dos maneras de realizar el giro en ascenso. O bien establecemos primero un ascenso recto y luego giramos, o bien iniciamos el ascenso y el giro simultáneamente. Deberemos de practicar los giros en ascenso mientras ascendamos a nuestra zona de prácticas. Una aeronave ascendiendo en giro es más visible para otros tráficos que si ascendemos en línea recta.

En cualquier giro, la disminución de sustentación vertical y el aumento de resistencia inducida debido al aumento de ángulo de ataque son mayores cuanto más aumentamos el alabeo. Por lo tanto, usaremos alabeos suaves para mantener una eficiente tasa de ascenso. Todos los factores que afectan a la aeronave en giros a la misma altura, le afectarán también en los giros en ascenso, o en cualquiera otra maniobra.

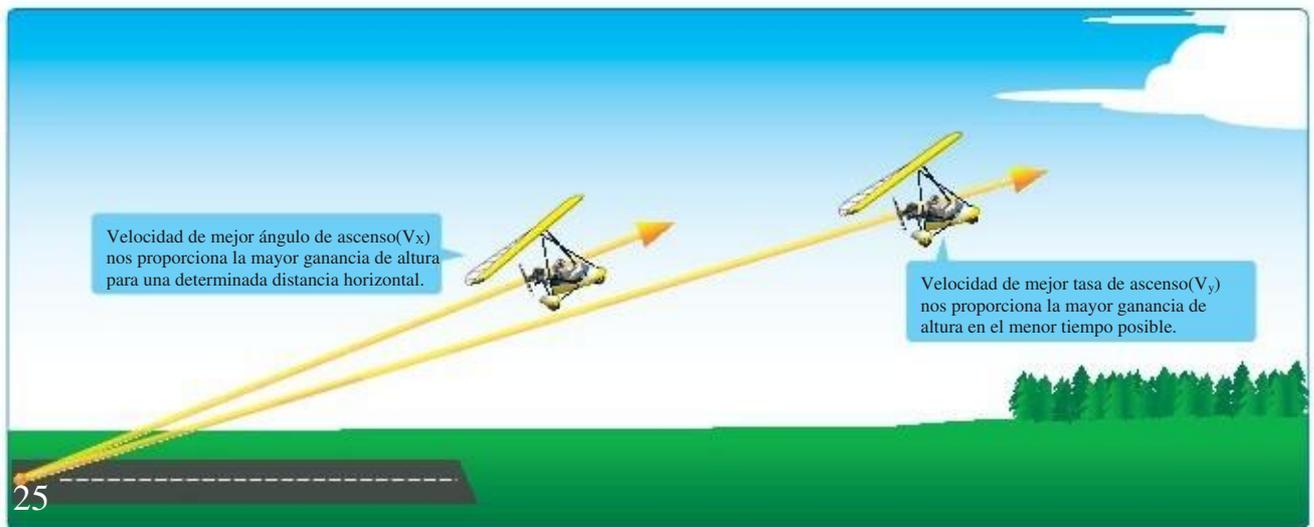


Figura 6-14. Mejor ángulo de ascenso ( $V_x$ ) versus mejor tasa de ascenso ( $V_y$ ).

Errores comunes en la realización de ascensos y giros en ascenso, son:

- Excesivo alabeo para un ascenso efectivo.
- Volar a una velocidad demasiado alta para un ascenso efectivo.
- Volar a una velocidad demasiado baja para un ascenso efectivo.
- Intentar exceder las capacidades de ascenso de la aeronave.
- No ser mantener actitudes de alabeo y profundidad constantes.
- Intentar establecer una actitud de ángulo de ataque por referencia al anemómetro, “persiguiendo” la indicación del mismo.

## Descensos y Giros en Descenso.

Cuando una aeronave inicia un descenso, cambia su trayectoria horizontal por la de un plano inclinado. Es importante que el piloto conozca los ajustes de potencia y de profundidad necesarios para las siguientes condiciones de descenso.

- Descenso a potencia parcial—el método normal para perder altura es descender con potencia parcial. Este tipo de descenso se denomina “descenso en crucero”. La velocidad y ajuste de potencia recomendado por el fabricante habrán de ser usados para descensos prolongados. Normalmente, una tasa de descenso de 2,5 m/s (500 pies/min) es adecuada.
- Aproximación de fuerte pendiente— senda de planeo muy pronunciada. Es típicamente la maniobra que deberemos de realizar si nos vemos demasiados altos en la aproximación final. Cortaremos gases completamente e incrementaremos la velocidad para que el exceso de resistencia haga que nuestro planeo se degrade suficientemente. Cuanto más piquemos la barra de control, más pronunciada será nuestra senda de descenso. Cada trike es diferente, y necesitará más o menos incremento de velocidad extra para obtener el deseado ángulo de planeo. Puede ser incluso necesario el llevar la barra de control hasta nuestro pecho.

Descenso a la mínima velocidad de seguridad—un descenso de gran ángulo de ataque. Esta maniobra solo se deberá realizar en situaciones muy especiales, tales como tener que salvar altos obstáculos hacia una pista corta en una situación de emergencia. La única ventaja es una senda de descenso de mayor pendiente de lo normal. Es similar a la velocidad de mejor ángulo de ascenso ( $V_x$ ), y como en ese caso, debe ser usada con mucha prudencia, ya que al estar cercanos a la velocidad de pérdida y a muy baja altura, es especialmente peligroso.

- Planeo— maniobra básica en la que la aeronave pierde altitud en un descenso controlado con escasa o nula potencia; el movimiento hacia delante lo desarrolla la fuerza de la gravedad, descendiendo esta por un imaginario plano inclinado, controlando el piloto la tasa de descenso jugando el piloto sólo con velocidad, la cual determina la relación de fuerzas de sustentación y resistencia. [Figura 6-15]

Aunque los planeos se practican normalmente en aterrizajes de precisión sin motor, tienen también una utilidad en las aproximaciones normales y en aterrizajes forzosos después de una parada de motor. Por lo tanto, es necesario que seamos capaces de realizarlos de forma más que automática, ya que en caso de una emergencia, nuestra atención deberá de estar puesta en numerosas otras cuestiones, y no en la ejecución de la maniobra misma. Como estos planeos son realizados normalmente cerca del suelo, es de vital importancia la precisión en su ejecución junto con el aprendizaje de una correcta técnica.

El ángulo de planeo de una aeronave es la distancia que esta recorre en relación a la altura que pierde. Por ejemplo, si recorre 1.000 mts mientras descendiendo 200 mts, su ángulo de planeo se dice que es de 5 a 1.

El ángulo de planeo se ve afectado por las cuatro fuerzas fundamentales que actúan sobre la aeronave (peso, sustentación, resistencia y empuje) Si todos los factores que afectan a la aeronave son constantes, su ángulo de planeo será constante.

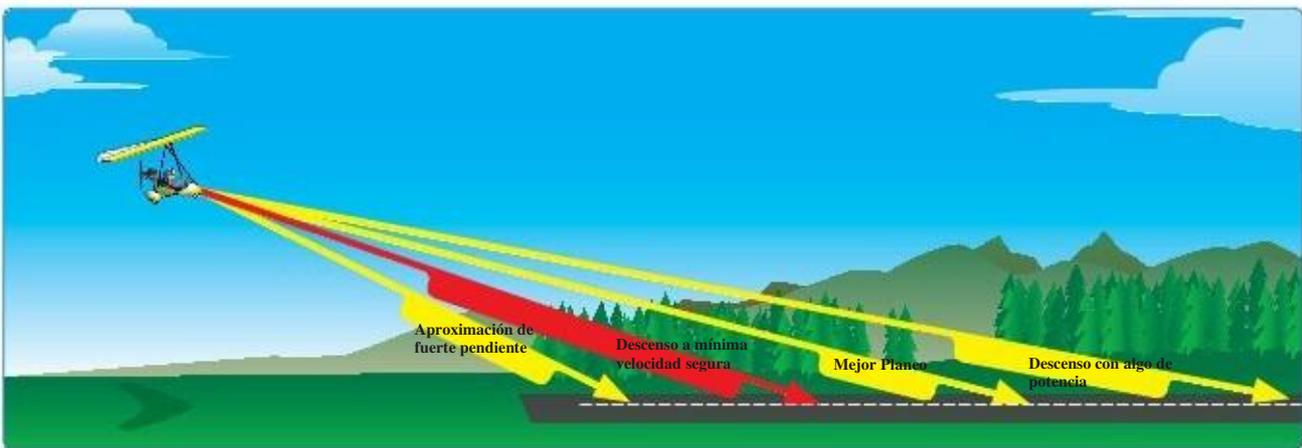


Figura 6-15. Velocidades y ángulos de planeo.

El efecto del viento es muy importante sobre la distancia recorrida por la aeronave sobre el suelo. Con un viento en cola, la aeronave volará más distancia por tener una mayor velocidad en relación al suelo. Por el contrario, con un viento de cara, no planearemos tan lejos, ya que nuestra velocidad suelo será menor.

Variaciones en el peso en una aeronave de ala rígida, no afectan al L/D óptimo, pero sí a qué velocidad se consigue. Como el L/D es el resultado de dividir Sustentación por Resistencia y ambas varían en la misma proporción, el peso no afecta a la distancia máxima alcanzable, pero sí afectará al tiempo que tardaremos en recorrer dicha distancia. Con mayor peso, la velocidad de mejor planeo aumentará, alcanzando el mismo punto pero en un tiempo menor. Por ejemplo, si dos aeronaves con el mismo L/D pero con diferentes pesos, inician un planeo a la misma altura, el más pesado, planeando a una velocidad superior llegará al mismo punto de toma que la aeronave menos pesada, pero en un tiempo menor. Las dos aeronaves cubren la misma distancia, pero el más ligero llegará más tarde.

Sin embargo, el ala flexible de un trike tiene algunas características que le hacen algo diferente. Al flexar más el ala por un mayor peso, aumentará también la torsión del ala (diferencia de ángulo de ataque de las diferentes secciones del ala desde la quilla hasta el extremo del ala). Esto puede producir una disminución del planeo óptimo, tal y como se explicó en el capítulo 2. Por ejemplo, un piloto acostumbrado a un coeficiente de planeo de 5 a 1 volando solo, al subir a un pasajero puede experimentar que su mejor planeo se degrada a 4 a 1. Esta disminución del planeo se producirá en todo el rango de velocidades, no sólo en la velocidad de planeo óptimo y variará de forma significativa de unos modelos y marcas a otros, ya que cada ala flexa de forma diferente según su diseño y rigidez. Cuanto más flexible, más degradación del planeo al aumentar el peso. El piloto ha de familiarizarse con los diferentes coeficientes de planeo para las diferentes velocidades y pesos.

Como el empuje de la hélice depende lógicamente de la potencia desarrollada por el motor, el mando de gases estará en posición cerrada durante un planeo, siendo el empuje mínimo o nulo. Por lo tanto, al no disponer de potencia, sólo las variaciones de actitud de morro, picar o empujar la barra, afectarán a nuestra velocidad, la cual deberemos mantener constante en el planeo sin motor.

La mejor velocidad para el planeo es aquella a la cual la aeronave se desplaza la mayor distancia horizontal para una determinada pérdida de altura, volando en un aire estable. Esta velocidad de mejor planeo, se consigue volando con el ángulo de ataque para el cual la resistencia al avance de la aeronave es mínima y la relación sustentación/resistencia es máxima ( $L_{D_{MAX}}$ ). [Figura 6-16]

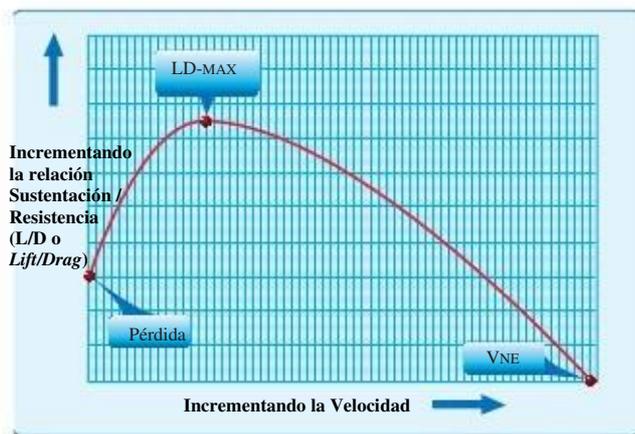


Figure 6-16.  $L_{D_{MAX}}$ .

Cualquier variación en la velocidad de planeo, altera la relación sustentación/resistencia, y lo que es lo mismo, el coeficiente de planeo obtenido por la aeronave, el  $L_D$ . Volar a cualquier velocidad distinta de la velocidad de mejor planeo, aumentará la resistencia y degradará el planeo. Si aumentamos la velocidad, se incrementará la resistencia parásita en mayor medida que lo que disminuye la resistencia inducida, resultando en una mayor resistencia total. Si disminuimos la velocidad, se incrementa la resistencia inducida en mayor medida que lo que disminuye la resistencia parásita, resultando igualmente una mayor resistencia total.

Todo lo anterior nos lleva a una regla de oro que todo estudiante piloto debe comprender y tener siempre en mente: Nunca debemos intentar “alargar” un planeo a base del instintivo impulso de empujar la barra y disminuir nuestra velocidad, si ya volamos a la velocidad de mejor planeo y nuestro punto objetivo en el planeo parece inalcanzable. Sólo conseguiremos degradar aún más nuestro planeo e incluso llegar a entrar en pérdida.

Para comenzar el planeo, el piloto debe cortar los gases y ajustar la posición de barra para obtener la velocidad de mejor planeo. Cuando hayamos establecido la actitud de mejor planeo, deberemos de comprobar el anemómetro y cerciorarnos de que la velocidad indicada es la recomendada. Cotejaremos también con nuestras referencias respecto al horizonte, de forma que vayamos asimilando velocidades con actitudes de morro. Después de estos reajustes y con la velocidad estabilizada, procederemos a *trimar* (si nuestro trike dispone de dicho mecanismo) de forma que no tengamos que realizar fuerza sobre la barra para que dicha actitud de morro se mantenga. Los principios básicos del “vuelo por actitud” establecen que debemos de fijarnos primeramente en las referencias visuales externas, siendo los instrumentos sólo un medio de cotejo secundario. Es una buena práctica, en cualquier tipo de aeronave, el reajustar mediante el mecanismo de *trim*, después de cualquier cambio en el mando de profundidad.

Un descenso estabilizado sin potencia, a la velocidad de mejor planeo, lo denominamos planeo normal. El instructor de vuelo deberá de realizar una demostración de un planeo normal, haciendo ver al alumno que memorice el ángulo de ataque y la velocidad, mediante las siguientes pistas visuales:

1. La actitud de la aeronave con respecto a el horizonte.
2. Sentir la velocidad relativa del aire sobre si mismo.
3. Presión sobre los mandos y sentir la aeronave.

Debido a la falta de experiencia, el alumno piloto, puede no ser capaz de reconocer al principio leves variaciones de velocidad o de ángulo de ataque por la visión o por las presiones que ejerce sobre los controles. Es necesario inculcar el uso consciente de las tres pistas anteriores hasta que estas se conviertan en instintivas y puedan ser utilizables aunque su atención no esté puesta en vigilar la actitud de la aeronave. El alumno debe ser capaz de reaccionar ante cualquier aviso de cambio de actitud de la aeronave que nos transmita a través de los controles o del sonido.

Después de que el alumno haya conseguido una buena comprensión de un planeo normal, este deberá de ser instruido en las diferencias entre un planeo normal y otro que no lo es. Planeos no normales son todos aquellos que se realizan a una velocidad diferente que la velocidad de mejor planeo. Aquellos alumnos que no llegan a apreciar y comprender estas diferencias en los planeos, normalmente tendrán mayores dificultades en conseguir precisión en los aterrizajes.

### **Giros en planeo.**

Los giros en planeo incrementan de forma significativa nuestra tasa de caída, en comparación con el planeo en línea recta, ya que la sustentación se produce con un ángulo con respecto a la gravedad, que trabaja en vertical. Por lo tanto, cuanto más aumentemos nuestro alabeo, más se incrementará la tasa de caída.

En los giros planeando, la disminución en la sustentación efectiva debida al ángulo de la sustentación con la vertical, obliga a que necesitemos aumentar el ángulo de ataque, empujar más la barra, que lo requerido en vuelo en línea recta. Sin embargo, tal y como vimos para giros de gran alabeo, la velocidad ha de ser mantenida por encima de la velocidad de pérdida, la cual ya sabemos que es más alta que en vuelo recto.

Cuando deseamos volver a vuelo recto después de un alabeo medio o fuerte, la fuerza de empuje sobre la barra que hemos ejercido durante el giro, ha de ser relajada de forma coordinada según vamos disminuyendo el alabeo.

Un planeo girando siempre conllevará una mayor pérdida de altura que planeando en línea recta, ya que tendremos que volar a más velocidad de la óptima en línea recta. Deberemos de prestar atención al ángulo del tubo frontal con el horizonte, así como

de la posición del punto de referencia del tubo frontal para determinar la actitud de vuelo durante el planeo. [Figuras 6-17 y 6-18]

Errores comunes al realizar planeos y giros en planeo:

- No asegurarnos de que la zona está despejada de otra aeronaves.
- No ser capaces de sentir variaciones de velocidad relativa por el oído y presión del aire sobre nosotros.
- No mantener constante el alabeo deseado durante el planeo girando.
- No mantener el ángulo de ataque adecuado para obtener el planeo óptimo.
- Intentar mantener o establecer el ángulo de planeo óptimo sólo por medio de los instrumentos de vuelo.
- Intentar alargar un planeo empujando la barra, si ya volamos a la velocidad de mejor planeo.
- No reajustar adecuadamente las presiones sobre la barra al desalabeo en un giro medio o fuerte.

### **Control de Profundidad y Potencia.**

Ninguna discusión sobre ascensos y descensos podría estar completa sin tocar el tema de qué control actúa sobre la altura y cual sobre la velocidad. El piloto debe comprender los efectos que ambos controles, barra y mando de gases, ejercen trabajando conjuntamente sobre el trike en las diferentes condiciones de vuelo.

Como normal general, diremos que el mando de gases determina nuestra velocidad vertical, y la barra de control es usada para ajustar nuestra velocidad. Sin embargo, esto no es cien por cien así, ya que existen numerosas variaciones a esta norma general. Toda actuación sobre uno de los dos mandos, tiene un efecto secundario sobre la variable controlada por el otro mando. Así, picando podremos aumentar nuestra tasa de descenso, aunque no sea la técnica más adecuada para descensos prolongados. Mover la barra de control adelante o atrás puede ser usado para mantener vuelo recto y nivelado volando en aire turbulento y picar de forma muy pronunciada también es una técnica para perder altitud; sin embargo, hemos de ser conscientes que estas técnicas son sólo válidas en maniobras de corto plazo, y de que la barra no es el control de altura principal del trike.

El mando de gases es el control principal para determinar nuestra velocidad vertical. A las velocidades normales de vuelo recomendadas por el fabricante, el nivel de potencia desarrollado por el motor en lo que determina si la aeronave sube, baja, o permanece nivelado.

### **Maniobra de Giro Pronunciado.**

El objetivo de la maniobra de giro pronunciado es desarrollar suavidad, coordinación, orientación, división de la atención y técnicas de control necesarias para ejecutar de la forma más efectiva giros cuando la aeronave se encuentra cerca de sus



Figura 6-17. Referencias visuales del piloto en giro y profundidad—descendiendo en un alabeo pronunciado.



Figura 6-18. Referencias visuales del piloto en alabeo y profundidad—continuación del descenso en giro pronunciado pero aumentando el ángulo de ataque aplicando algo de potencia. Notar cómo el tubo frontal se ha desplazado a lo largo del horizonte y el morro ha ascendido ligeramente aplicando ligeramente potencia para nivelar el vuelo.

de sus límites. La suavidad en el uso de los controles, coordinación, y precisión en la ejecución son las claves importantes de esta maniobra.

La maniobra de giro pronunciado consiste en un giro manteniendo altitud con un ángulo de alabeo entre  $45^\circ$  y  $60^\circ$ . En dicha maniobra se produce una tendencia a sobre-alabeo y un giro muy eficaz pero con altos factores de carga. Debido a los altos factores de carga que se producen, estos giros deberán realizarse a una velocidad que no exceda la velocidad de maniobra de nuestro aparato ( $V_A$ ). Son aplicables los principios generales de un giro normal, pero lo practicaremos generalmente continuando el giro hasta los  $360^\circ$  o  $720^\circ$ . [Figura 6-19]

La eficacia máxima de giro de una aeronave es su máximo ratio de cambio de dirección y junto con su mínimo radio de giro, los cuales dependen de la velocidad y del ángulo de alabeo. La eficacia de giro de cada aeronave está limitada por: la potencia de su motor, el factor de carga límite (resistencia estructural), y sus características aerodinámicas. No deberemos exceder nunca el alabeo máximo establecido en el manual de usuario de la aeronave. Un límite habitual de alabeo máximo suele ser  $60^\circ$  en muchos fabricantes.

El piloto ha de ser consciente del tremendo exceso de carga que experimente la aeronave al superar un alabeo de  $45^\circ$ . Durante un alabeo coordinado de  $60^\circ$ , el factor de carga sobre la estructura del la aeronave es de aproximadamente 2 Gs.

Independientemente de la velocidad o del tipo de aeronave, el factor de carga para un determinado alabeo manteniendo altitud es siempre el mismo. El piloto debe darse cuenta que la velocidad de pérdida aumenta de forma muy significativa al aumentar el factor de carga, concretamente la velocidad de pérdida aumenta con la raíz cuadrada del factor de carga. Así, una aeronave ligera que tenga una velocidad de pérdida de 55 km/h en vuelo recto, tendrá un velocidad de pérdida de 80 km/h cuando gira con un alabeo de  $60^\circ$ . Es básico que el piloto conozca y observe este hecho, de forma que tome las precauciones de seguridad necesarias para realizar cualquier maniobra que implique giros y alabeos.

Antes de iniciar un giro pronunciado, el piloto debe asegurarse de que el aérea está despejada de otros tráficos, ya que nuestro giro se producirá de forma muy rápida. Después de que establezcamos la velocidad inicial recomendada o velocidad de maniobra, deberemos de alabeo suavemente hasta el alabeo deseado, entre  $45^\circ$  y  $60^\circ$ , aumentando la potencia lo necesario para mantener altitud. Deberemos perfeccionar primero la maniobra con alabeos de  $45^\circ$ , para ir después poco a poco aumentando el alabeo a mayores ángulos. En cuanto el giro esté establecido, deberemos de empujar la barra de control para aumentar el ángulo de ataque. Esto proporcionará la sustentación adicional requerida para compensar el factor de carga extra.

Después de que el ángulo de alabeo deseado esta establecido, el piloto siente que es necesario aplicar mucha más presión sobre la barra y también más potencia para mantener altitud. Debido a este incremento en la presión sobre la barra, el factor de carga se incrementa rápidamente al aumentar el alabeo.



Figura 6-19. Giros Pronunciados

El empuje adicional de la barra hacia adelante, incrementa el ángulo de ataque, lo cual a su vez incrementa la resistencia aerodinámica. En consecuencia, es necesario aplicar más potencia para compensarlo y poder así mantener altura y velocidad.

Durante el giro, el piloto no debe mantener la mirada fija en un determinado punto. Mantener la altura constante, a la vez que la orientación, requiere ser consciente de la posición relativa del tubo frontal con el horizonte. El piloto ha de estar pendiente de la posible presencia de otras aeronaves, sobre todo en la dirección del giro, a la vez que echando un vistazo de vez en cuando a los instrumentos para asegurarse que la altitud y la velocidad se mantienen estables. Si la altitud comienza a aumentar o disminuir, deberemos ajustar la potencia en consecuencia. Cualquier variación de alabeo ha de ser realizada el uso coordinado de los controles de profundidad (barra) y de gases.

La salida del giro ha de ser realizada de forma que las alas alcancen la posición nivelada exactamente en el rumbo en el que se comenzó la maniobra. Durante la salida del giro, a la vez que vamos disminuyendo el alabeo, iremos gradualmente disminuyendo la presión de empuje de la barra y la potencia del motor, en la medida de lo necesario, de forma que mantengamos altitud y velocidad.

Errores comunes en la maniobra de giro pronunciado son:

- No comprobar que el área está despejada de otros tráficos.
- Picar o empujar en exceso o en defecto en la entrada o salida de la maniobra.
- Intentar iniciar la salida del giro demasiado pronto/tarde.
- No acabar la salida del giro en el rumbo preciso.
- Uso inadecuado de la potencia, ganando o perdiendo altura.
- No controlar adecuadamente la velocidad.
- Pobre coordinación de alabeo/profundidad/potencia.
- No conseguir mantener constante el ángulo de alabeo.
- No escudriñar el entorno en busca de otros posibles tráficos, antes y durante la maniobra.

## Gestión de la Energía

Un trike, por lo general, tiene pocas inercias, debido a su relativo poco peso, en comparación con otros tipos de aeronaves. Por este motivo, es importante que el piloto maneje de forma correcta la energía cinética del trike. Alta velocidad y alta potencia, es alta energía. Poca velocidad y poca potencia es poca energía. Lo básico en la gestión de energía es que el piloto tenga la habilidad de mantener un nivel de energía alto en aire turbulento y volando cerca del suelo.

La maniobra de gestión de la energía deberá primero ser practicada con buena altitud. Partiendo de velocidad y potencia de crucero, mientras mantenemos vuelo recto y nivelado, aumentaremos potencia suavemente hasta plenos gases, a la vez que intentamos mantener altitud picando lo necesario, ya que el trike tenderá a aumentar el ángulo de ataque. Conseguimos así un nivel de alta energía, con alta velocidad y alta potencia.

Mantendremos este nivel de alta energía durante unos segundos, y después reduciremos la potencia al nivel de potencia de crucero, a la vez que aumentamos el ángulo de ataque para volver al nivel de energía normal.

De nuevo, incrementaremos potencia y reduciremos ángulo de ataque para volver al nivel de alta energía. Ahora, reduciremos potencia a cero y a la vez que el morro tiende a bajar, empujaremos la barra aumentando ángulo de ataque. El piloto debe darse cuenta como el nivel de energía va disminuyendo de forma importante en esta fase de la maniobra, ya que esta situación es la precursora de muchos accidentes en la aproximación a pista para el aterrizaje. Es importante saber reconocer la situación y reaccionar a tiempo aplicando gases apropiadamente para evitar un desplome del trike. El piloto ha de ser consciente de esta situación de vuelo lento y del peligro que tiene por una posible entrada en pérdida, debiendo ser capaz de evitarlo, todo ello a la vez que mantiene su rumbo.

Una vez el alumno sea capaz de realizar correctamente esta maniobra con cierta altura, se deberá de practicar también en días de viento en calma pasadas rasantes sobre la pista, con alta energía primero, luego con nivel medio de energía y medio, y por último pasadas con trim bajo y nivel de potencia medio. Las pasadas rasantes sobre la pista ayudan mucho al alumno a aprender a gestionar la energía y es un excelente sistema para prepararla para las tomas.

Es importante entender que altos niveles de energía son necesarios cuando nos encontramos cerca del suelo, especialmente en aire turbulento y/o condiciones de viento cruzado. Como se explicará en el Capítulo 7, Despegues y Ascensos en Salida, es recomendable despegar y ascender con nivel de energía alto.

Alta energía es también utilizada en una toma con potencia, en la cual tanto la velocidad como la potencia son más elevadas que en una toma normal. En este caso, hay también una velocidad vertical, pero el trike posee una energía mayor para lidiar con turbulencia y vientos cruzados.

[Figura 6-20]

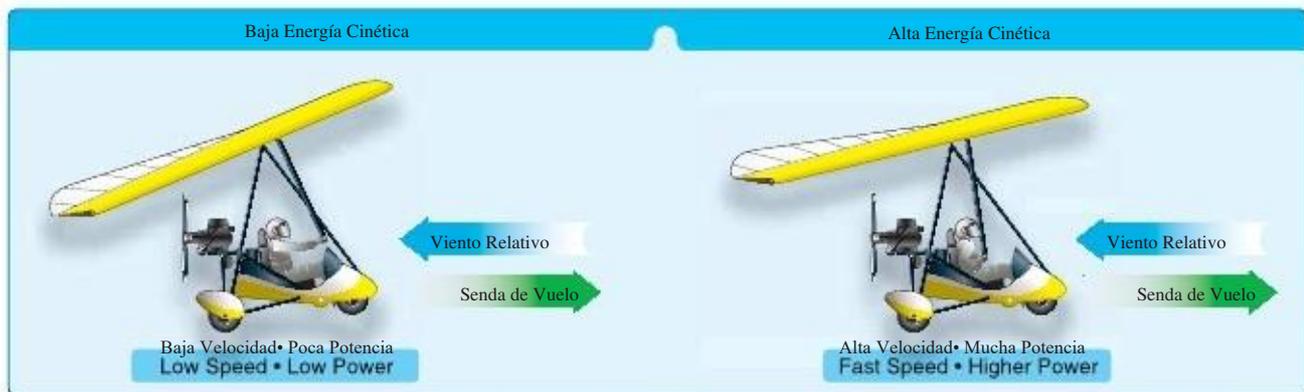


Figura 6-20. Gestión de la Energía: Baja y Alta Energía Cinética en vuelo nivelado.

## Vuelo Lento y Pérdidas

Tal y como se explicó en el Capítulo 2, el que podamos disponer de sustentación y de control de la aeronave a baja velocidad requiere de un mínimo de velocidad relativa y de ángulo de ataque. Esta velocidad crítica depende de ciertos factores tales como peso total, factor de carga y altitud de densidad. La mínima velocidad por debajo de la cual el vuelo controlado es imposible se denomina velocidad de pérdida. Una de las habilidades más importantes que un alumno-piloto ha de desarrollar es la de estimar y sentir el margen que tiene sobre dicha velocidad de pérdida. Igualmente es muy importante conocer como responde a los controles el trike a diferentes velocidades. El alumno, por tanto, ha de desarrollar estas habilidades para poder evitar pérdidas y volar el trike con seguridad con velocidades bajas.

Como se explicó en el Capítulo 2, la parte central del ala entra en pérdida mientras los extremos de las alas aún continúan volando. Por lo tanto, la definición de la velocidad de pérdida en un trike es la velocidad a la cual la parte central del ala comienza a no tener sustentación. Al empujar progresivamente la barra de control, llega un momento en el que sentimos un golpeteo sobre la misma, debido a que la parte central del ala alcanza el ángulo de ataque crítico. Comienza la separación del flujo de aire del perfil del ala, creando turbulencia que se puede sentir sobre la barra de control. Se produce una disminución del control de alabeo, a la vez que disminuye la sustentación en la zona del morro y este tiende a caer

### Vuelo Lento

El objetivo de esta maniobra es desarrollar la habilidad del piloto para detectar esta situación y aprender además a controlar adecuadamente los controles en todas aquellas otras maniobras que requieran bajas velocidades.

Distinguiremos conceptualmente dos niveles de baja velocidad:

1.  $V_x$  y la velocidad de descenso para entrar en pista corta;
2. Mínima velocidad controlable, esto es, la velocidad mínima a la cual el trike puede mantener el vuelo de forma controlable, sin apreciarse síntomas de pérdida, usualmente 5 km/h por encima de la velocidad de pérdida.

En las maniobras de mínima velocidad controlable, se pondrán de manifiesto las características de vuelo a baja velocidad y la controlabilidad según el tipo de trike que volemos. Por definición, el término “vuelo a mínima velocidad controlable” significa que cualquier aumento en el ángulo de ataque o del factor de carga provocará la pérdida. La instrucción a la mínima velocidad controlable deberá comenzarse con niveles de potencia reducidos, con suficiente velocidad por encima de la pérdida para permitir tener maniobrabilidad, pero lo suficientemente cerca de la pérdida como para sentir las características del vuelo a muy baja velocidad: control errático, rudas respuestas a los mandos, dificultad en mantener altitud, etc... Maniobrar a esta baja velocidad deberá ser realizada utilizando tanto indicaciones de instrumentos como referencias visuales exteriores. Es importante que los pilotos desarrollen el hábito de mirar con cierta frecuencia los instrumentos, especialmente el anemómetro, mientras se vuela a estas muy bajas velocidades. Sin embargo, el objetivo principal es desarrollar el “sentir” el avión a muy baja velocidad para evitar una inadvertida pérdida, volando el mismo con precisión.

Concretamente, la maniobra consistirá en mantener vuelo recto y nivelado junto con suaves giros a la velocidad mínima controlable. Para comenzar, volaremos el trike a la velocidad de crucero rectos y nivelados, para mantener altitud. Reduciremos potencia a la vez que empujamos la barra subiendo el morro para mantener altitud.

Cuando la velocidad va disminuyendo, el piloto notará que el tacto de los mandos cambian, variando las presiones necesarias sobre la barra y la dificultad de mantener el rumbo establecido, con grandes esfuerzos laterales necesarios para mantener los planos de las alas estabilizados. En un determinado punto, será incluso necesario aplicar más potencia, al disminuir nuestra velocidad por debajo del punto de máximo  $L_D$ . El piloto deberá fijarse también en los cambios de sonido y presión del flujo de aire sobre sí mismo. Hay muchas diferencias según los tipos de trike, fabricantes y modelos, pero lo normal es que volando a esta velocidad, la barra de control no llegue a tocar el tubo frontal del trike, generalmente entre 3 y 8 cms (1 to 3 pulgadas). [Figura 6-21]

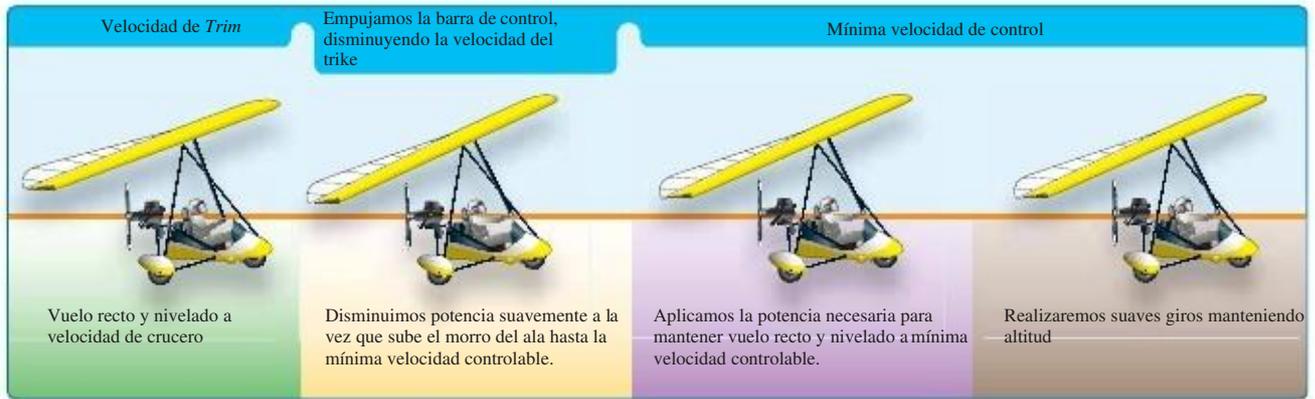


Figura 6-21. Maniobra de vuelo a mínima velocidad controlable.

El piloto deberá entender que cuando se vuela por debajo de la velocidad de mínima resistencia ( $L/D_{MAX}$ ), la aeronave vuela en la zona negativa de la curva polar, o zona de velocidad inestable. Si la aeronave sufre una perturbación que disminuye su velocidad, la resistencia aumentará, lo cual hace que la velocidad tienda a disminuir aún más. Salvo que aumentemos la potencia o bajemos el morro (picando), la velocidad tenderá inexorablemente a disminuir hasta llegar a la pérdida. Este es un importantísimo factor a tener en cuenta en cualquiera de los tipos de vuelo lento. El piloto debe entender que en esta zona de la curva polar, la velocidad es inestable y proseguirá disminuyendo no hacemos nada por evitarlo.

Notaremos también como la potencia necesaria para mantener vuelo nivelado es mayor que volando a velocidad de mínima resistencia, la cual es la misma que velocidad de mejor planeo y normalmente la misma o muy próxima a la velocidad de mejor ascenso  $V_y$ .

Cuando la actitud, velocidad y potencia se hayan estabilizado en vuelo recto y nivelado, realizaremos giros para conocer la maniobrabilidad a esta mínima velocidad. Durante los giros, potencia y ángulo de ataque habrán de ser aumentados para mantener velocidad y altitud. El objetivo es aprender como disminuye el control lateral a estas velocidades y el peligro de una incipiente pérdida al aumentar los alabeos. La pérdida puede ser el resultado de cualquier turbulencia o incluso de un movimiento abrupto de los mandos cuando volamos a estas críticas velocidades.

Una vez que hayamos practicado lo suficiente el vuelo a nivel a mínima velocidad controlable, podremos comenzar a practicar con vuelos a dicha velocidad en ascensos y en descensos, simplemente ajustando el mando de gases para establecer el ascenso o descenso deseado.

Errores comunes en la realización de vuelo lento:

- No vigilar que la zona esté adecuadamente despejada.

- No empujar suficientemente la barra al disminuir la potencia, con el resultado de perder altitud.
- Empujar excesivamente la barra al reducir la potencia, con el resultado de una disminución excesiva de la velocidad, dejando al trike sin mando.
- No compensar con suficiente anticipación el mando lateral en los giros.
- Fijación de la mirada en el anemómetro.
- Gestión de la energía inadecuado.
- No ser capaces de mantener a la vez el control de la aeronave y la orientación de la misma.

### Pérdidas

Una pérdida ocurre cuando el suave flujo de aire sobre las alas sufre una fuerte alteración, desprendiéndose de la superficie, disminuyendo de forma notable la sustentación. Esto ocurre cuando la parte central de las alas, la raíz, excede de un determinado ángulo de ataque. Esto puede ocurrir a cualquier velocidad, con cualquier actitud y en cualquier ajuste de potencia.

La práctica de la recuperación de la pérdida y la conciencia y apreciación de su cercanía son de vital importancia en la formación de todo piloto. Los objetivos al realizar pérdidas intencionadas son el familiarizarnos con las condiciones en las que producen, aprender a reconocer su inminencia, así como desarrollar los hábitos de acciones preventivas y correctivas.

Los pilotos deben saber reconocer las condiciones de vuelo que pueden conducir a la pérdida y saber cómo aplicar las medidas correctoras adecuadas. Deberán saber reconocer la cercanía de una pérdida por medios visuales, del sonido, y del tacto. Las siguientes pistas pueden ser útiles para reconocer una inminente pérdida.

- La posición de la barra muy cercana al tubo delantero del trike.
- Visualmente, por la actitud del trike en relación al ajuste de potencia.

- Oyendo el ruido del aire sobre la estructura y el propio piloto.
- Sintiendo la presión del aire sobre el piloto.
- Sintiendo cambios en dirección y velocidad (kinestesia). Esta es probablemente la forma más habitual para un piloto experimentado. Si esta sensibilidad se desarrolla adecuadamente, avisará al piloto cuando la velocidad decaiga y el trike comience a perder sus características de mando y controlabilidad.

La práctica de pérdidas intencionadas no consiste en aprender a meter en pérdida a una aeronave, sino en aprender como reconocer que nos acercamos a la misma y saber tomar las medidas para evitarlo o en su caso recuperar la misma. Aunque las acciones de recuperación de la pérdida deben ser realizadas de forma coordinada, las explicaremos en sus tres fases por motivos didácticos.

Primeramente, ante el primer síntoma de la pérdida, deberemos picar disminuyendo actitud y ángulo de ataque de forma inmediata y decidida. Debido a que el motivo básico de una pérdida es un excesivo ángulo de ataque, la causa ha de ser eliminada relajando la presión hacia delante en la barra que creó este indebido ángulo de ataque, o simplemente llevando la barra de control hacia nosotros. Esto hará bajar el morro del ala devolviendo a esta un ángulo de ataque efectivo.

La medida del desplazamiento de la barra dependerá del diseño y tipo de ala de nuestro trike, de la severidad de la pérdida y de la proximidad del suelo. En un trike con un ala con buenas características de salida de pérdida, sin prácticamente necesidad de mover la barra, el morro caerá recuperando el ala un ángulo de ataque suficiente para seguir volando. Esto sucede así porque mientras la parte central del ala entra en pérdida, los extremos de las alas, al tener mucha menor ángulo de ataque por la torsión, y seguirán volando y se retrasará el centro de sustentación. Sin embargo, otras alas de alto rendimiento no serán tan benevolentes, y exigirán una reacción mucho más activa para la recuperación, requiriendo una picada más agresiva para reducir el ángulo de ataque, aunque solo lo necesario para recuperar la sustentación con la mínima pérdida de altura posible.

La aplicación de potencia en la recuperación de una pérdida es diferente a como se hace en un avión. Al aplicar potencia en un trike se produce el efecto de subir el morro, pero después de que hayamos picado lo necesario, podremos aplicar potencia para perder la mínima altura posible. El instructor habrá de enfatizar que esta aplicación de potencia no es necesaria para la recuperación si tenemos altitud necesaria. Reducir el ángulo de ataque es el único medio para recuperar la pérdida, independientemente de la cantidad de potencia aplicada. Se practicarán recuperaciones de pérdida con y sin aplicación de potencia. A mayor aplicación de potencia, menos altura perderemos en la recuperación.

Tercero, el vuelo recto y nivelado deberá ser recuperado con el uso coordinado de los controles. La práctica de pérdidas con potencia deben de ser evitadas por el peligro potencial de una pérdida tipo "latigazo" (*whipstall*), con posibles vuelco del trike (*tumbling*), con detallaremos más adelante en este capítulo.

Las pérdidas en giros sin potencia, deben ser practicadas para mostrar lo que puede ocurrir en el giro del tramo base a final en la aproximación de aterrizaje. La pérdida sin potencia en línea recta, no enseña lo que puede ocurrir en la aproximación final en un aterrizaje.

Normalmente, las primeras prácticas de pérdida deberán incluir sólo un acercamiento a la misma, justo hasta el momento de los primeros síntomas de golpeteo, iniciando la recuperación en ese momento. Sólo después de que el alumno se sienta cómodo con el procedimiento de recuperación sin potencia, pasaremos a otra fase, utilizando algo de potencia y disminuyendo algo más la velocidad, de forma que se entre en pérdida en una actitud lo más nivelada posible. El alumno debe aprender que se puede entrar en pérdida en cualquier actitud del trike, si se excede el ángulo de ataque crítico y que el que una actitud nivelada o casi nivelada no es una garantía de la no entrada en pérdida. Recordar aquí que la actitud es el ángulo longitudinal del trike con el horizonte, y que el ángulo de ataque es el ángulo que forma la cuerda del ala con el flujo del ala. La recuperación deberá ser primero practicada sin aplicación de potencia, sólo mediante la relajación de la presión hacia delante sobre la barra de control, lo suficiente para que el trike vuelva una actitud de planeo normal. Sólo después se practicarán recuperaciones aplicando potencia, de forma que se aprecie lo efectivo que esto es para minimizar la disminución de altura.

Los accidentes por entrada en pérdida normalmente suceden por producirse la misma de forma inadvertida a baja altura y no poderse recuperar antes de alcanzar el suelo. Como medida preventiva, deberán practicarse a una altura mínima de 500 mts ( 1.500 pies AGL), lo que nos dará un margen de 300 mts (1.000 pies) después de la recuperación. La recuperación con un mínimo de pérdida de altura requiere la reducción del ángulo de ataque, aplicación de potencia y terminación del descenso sin una ganancia de velocidad excesiva.

Los factores que afectan a las características de entrada en pérdida de una aeronave son: el diseño del ala, el ajuste de *trim*, la actitud, el ángulo de alabeo, coordinación, las resistencias aerodinámicas y la potencia. El piloto deberá aprender como todos estos factores afectan a la pérdida en su aeronave. Volvemos a insistir en que la pérdida puede producirse a cualquier velocidad, cualquier actitud y cualquier ajuste de potencia, dependiendo en último término del ángulo de ataque crítico, y este a su vez de los anteriores factores mencionados, para una determinada aeronave.

Siempre que practiquemos pérdidas en giro, mantendremos actitudes de profundidad y alabeo constantes hasta que se produzca la pérdida. En la pérdida en giro o si el ala alabea como consecuencia de la pérdida,

Aplicaremos el control lateral necesario para recuperar la horizontalidad de las alas, a la vez picamos la barra para reducir el ángulo de ataque.

### Maniobra de pérdida sin potencia.

La práctica de pérdidas sin potencia se realiza normalmente en condiciones de vuelo similares a la de una aproximación de aterrizaje, simulando la pérdida que puede ocurrir en dicha situación. En trikes equipados con *trim*, ( mecanismo de ajuste de la velocidad a barra suelta), este deberá de estar ajustado a la velocidad de aproximación. Inicialmente no se practicará esta maniobra con velocidades mayores a la de aproximación, ya que podría dar lugar a una actitud anormal de morro arriba. Antes de ejecutar estas maniobra deberemos de asegurarnos que la zona está despejada de otros tráficos.

Para comenzar, reduciremos gases a ralentí (o potencia normal de aproximación). Incrementaremos velocidad a la velocidad normal de aproximación. Una vez estabilizada la velocidad, comenzaremos a aumentar suavemente el ángulo de ataque hasta que se produzca la pérdida. Puede darse el caso de que si el aumento del ángulo de ataque es muy lento, el trike no llegue a entrar en pérdida y se estabilice en a la velocidad de mínima velocidad controlable. La posición de barra a la que el trike entra en pérdida varia mucho de unos fabricantes y modelos a otros. Algunos pueden entrar bruscamente en pérdida cuando la barra de control está a muchos centímetros del tubo frontal.

Si el ángulo de ataque es aumentado demasiado deprisa, la actitud del trike puede superar a la máxima actitud aconsejable por el fabricante. Una regla general es tardar 3 a 4 segundos desde que tenemos velocidad de aproximación estabilizada hasta que tenemos la barra totalmente empujada. Los planos del ala deberán mantenerse horizontales y aguantar el ángulo de ataque estable hasta que la pérdida se produce. La pérdida se reconoce por las pistas ya mencionadas anteriormente, como golpeteos, incremento de la tasa de caída y tendencia del morro a desplomarse.

La recuperación de la pérdida la realizaremos reduciendo el ángulo de ataque picando la barra de control hasta obtener la velocidad de *trim*, a la vez que aplicamos el motor necesario para minimizar la disminución de altura. Una vez que el trike a recuperado su velocidad de *trim*, la posición de la barra podrá ser llevada de nuevo a la posición normal. Si se produjese cualquier alabeo durante la recuperación, se deberá corregir con movimientos lado a lado adecuados para mantener la orientación.

No es necesario que el trike entre en un pronunciado descenso para recuperar la pérdida. Esto sólo produce mayor pérdida de altura y debe ser evitado. El morro se bajará sólo lo necesario para recuperar velocidad de vuelo y actitud normal de vuelo lo antes posible. [Figura 6-22]

Las recuperaciones también se practicarán desde suaves giros para simular inadvertidas pérdidas en el giro de tramo base a final, en aproximaciones. Durante la práctica de estas pérdidas, tendremos cuidado de mantener la tasa de giro estable hasta que se produce finalmente la pérdida. Cuando se produce una pérdida en un giro, no cambia el procedimiento de recuperación. El ángulo de ataque se reduce a la vez que se nivelan las alas, con aplicación de potencia si es necesario controlar la disminución de altura. En la práctica de pérdidas en giro, no deberemos intentar provocar la misma en un determinada dirección, pero sí que se produzca en un cambio de rumbo de aproximadamente 90°. Después de que la pérdida ocurre, la recuperación se hará enfrentados y con la mínima disminución de altura.

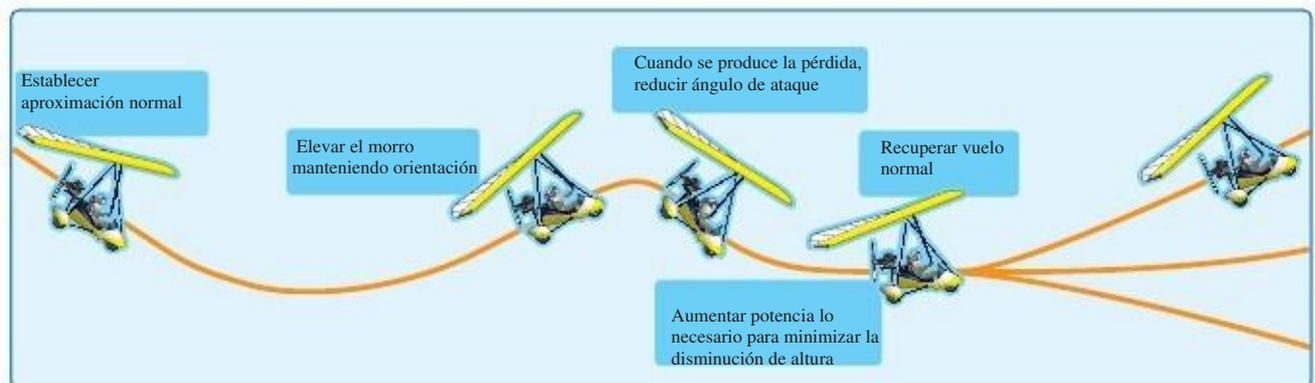


Figure 6-22. Pérdida sin potencia y recuperación

## Conciencia de pérdida súbita (*whipstall*) y vuelco (*tumbling*)

Tal y como se comentó en el Capítulo 2, el trike no posee un estabilizador de cola como tienen otro tipo de aeronaves, lo que hace que estos tengan la posibilidad de un vuelco sobre su eje transversal (*tumbling*). Si el trike vuelca, lo más normal es que sufra un colapso estructural de consecuencias imprevisibles. Es importante que el piloto conozca las circunstancias en las que dicho fenómeno pudiese producirse, de forma que tome las medidas necesarias para evitarlo. El piloto evitará que se produzca tal suceso si:

- Vuela dentro de las limitaciones del fabricante
- Vuela en condiciones meteorológicas adecuadas
- Obtiene la formación necesaria sobre estabilidad longitudinal de su trike

Volar dentro de las limitaciones de actitud y velocidades establecidas por el fabricante consiste simplemente en eso: leer el manual de vuelo de nuestro trike y ajustarnos a lo que nos diga. Si el manual de vuelo de nuestro trike especifica que no se hagan pérdidas a plena potencia, o que no excedamos actitudes de  $\pm 40^\circ$  o no volar en por encima de la velocidad segura en turbulencia, todas estas limitaciones que establece el fabricante nos protegen de un posible vuelco por *tumbling*.

La preparación pre-vuelo es el primer paso para evitar un *tumbling*, al evitarnos volar en condiciones meteorológicas de extrema turbulencia. Vientos demasiados fuertes que crean cizalladuras y corrientes térmicas convectivas que crean fuertes ascensiones y descendencias verticales, al igual que fuertes corrientes convectivas pueden crear condiciones que favorezcan un vuelco. Un análisis adecuado de la meteorología es una parte muy importante de la preparación de pre-vuelo. Ya en vuelo, viene la segunda parte en lo que se refiere a la meteo. Es necesario una continua evaluación de la evolución del entorno, sabiendo juzgar si las condiciones meteorológicas se deterioran, actuando en consecuencia, y siguiendo siempre un procedimiento ADM. Esto podría ser dar media vuelta a nuestro lugar de partida, cambiar destino a un alternativo o incluso aterrizar en lugar seguro, dependiendo de la situación.

El alumno o piloto, al progresar en su formación, encontrará situaciones donde aparecerán turbulencias. Deberá utilizar los procedimientos de vuelo recto y nivelado mostrados en Figura 6-8. Se usará ese ejercicio como la base para desarrollar la conciencia de control de profundidad, utilizando los controles de gases y barra de control.

Para estas situaciones de grandes ángulos de actitud, el manual de vuelo del fabricante, puede dar procedimientos específicos, y habrán de ser seguidos para ese determinado modelo de trike. En ausencia de tales procedimientos específicos, se exponen las siguientes normas generales. Se aconseja al lector repasar los aspectos aerodinámicos del fenómeno del abatimiento longitudinal y vuelo (*tuck/tumble*) en el Capítulo 2.

Tal y como se explicó en la sección de aerodinámica, una pérdida súbita o *whipstall* es una pérdida que se produce con un ángulo de ataque tan pronunciado que hasta los extremos de las alas exceden el ángulo crítico.

Esto puede producirse por fuerte turbulencia o pérdida con potencia, inducida por el piloto, o cualquier combinación de las anteriores. Un piloto debe evitar todos estos factores para evitar que se produzca una pérdida súbita o de latigazo (*whipstall*) que podría dar lugar a un vuelco. Las siguientes indicaciones se presentan, no obstante, para evitar el vuelco en el caso de que la pérdida de latigazo se produzca o que por cualquier situación nos encontremos en una situación de morro cayendo por debajo de las especificaciones máximas del fabricante.

La aeronave rota morro abajo. [Figura 6-23, *WhipStall* en fase 1] Empujar la barra de control hasta el tubo frontal nivelando los planos mientras aplicamos plena potencia, manteniendo la barra en dicha posición para reducir el exceso de hundimiento del morro. [Figura 6-23, fase 1 to fase 2] Si la rotación es tan severa que la rotación prosigue hasta la fase 4 y el trike vuelca, el paracaídas balístico, si lo tenemos, habrá de ser lanzado.

Hay otras situaciones de turbulencia en las que el morro no está en una actitud tal elevada, pero la cola del ala puede ser levantada violentamente hasta para llegar a la fase 1. El efecto es el mismo, y reaccionaremos de la misma manera, empujando la barra hasta el final mientras aplicamos plena potencia para reducir el momento de rotación tendente a volcar el trike. Generalmente, la barra de control totalmente empujada y la plena potencia creará un momento de morro arriba.

Son necesarias unas condiciones de turbulencia extremas y/o un error serio de pilotaje para volcar un trike. Pilotos experimentados vuelan todos los días en turbulencias moderadas, pero todo piloto debe de ir acumulando su experiencia de vuelo acercándose poco a poco y de forma cautelosa a los límites y capacidades de su aeronave.

### Un Escenario

El siguiente es un ejemplo de un escenario que podría conducir a un vuelco de un trike. Está basado en un programa formativo realizado en una zona geográfica, pero sin experiencia sobre las condiciones de vuelo de otra zona de vuelo.

Un alumno obtiene su licencia de vuelo con el mínimo de horas de vuelo exigidas por la legislación. El nuevo piloto, ha obtenido su licencia volando en una zona a nivel del mar, donde las condiciones típicas de vuelo son de brisa marina, con aire muy estable sin apenas turbulencias ni corrientes convectivas (térmicas). Esto crea en él la confianza de volar con vientos de 27 km/h (15 nudos), pero sin experiencia ninguna sobre térmicas. De hecho, ni siquiera es consciente de que las térmicas pueden llegar a ser peligrosas.

Ahora, con su nueva licencia, el piloto visita a sus padres que viven en medio del desierto de Colorado, zona a gran altitud. No familiarizado con las condiciones locales, el nuevo piloto obtiene un informe meteorológico con vientos de 15 nudos, lo cual para él es una velocidad de viento aceptable. El piloto llega al aeródromo, prepara su trike para el vuelo; son las 14:00 horas. El viento está generalmente en calma, pero ocasionalmente aparecen rachas de 15 nudos.

Hay cúmulos de fuerte desarrollo vertical en los alrededores del aeródromo, similares a los que él está acostumbrado a ver a lo lejos tierra adentro de su lugar de instrucción.

El piloto despega con un viento relativamente en calma, pero en un aire inusualmente revuelto. Sin ninguna experiencia en vuelo en un desierto a mucha altitud ni en condiciones térmicas, el piloto ha malinterpretado las condiciones de vuelo, y lo está volando en condiciones de fuerte convección térmica. El nuevo piloto trata de ascender por encima de la turbulencia, lo cual suela funcionar cerca de la playa, donde ascendiendo algo se separa de la turbulencia mecánica existente a baja altura. Sin embargo, la turbulencia se incrementa.

Cuando el piloto está ascendiendo a la altitud del circuito, 300 mts ( 1.000 pies AGL) con motor a plena potencia, el trike intercepta una corriente ascendente de aire que levanta su morro sin que el piloto lo evite. Nunca antes había sentido una fuerza igual que fuese capaz de elevar así el morro del trike. El piloto queda desorientado y no sabe como reaccionar con esta actitud de vuelo morro arriba, y finalmente levanta el pié del acelerador. Pero ahora, con una actitud de morra arriba, el trike penetra en la corriente descendente de la térmica, mientras al mismo tiempo los extremos del ala están aún en la corriente ascendente, sufriendo aún una fuerza hacia arriba. Aparece así un momento de fuerzas que hace rotar el trike hacia adelante, con una sensación de ingravidez. Antes de que el piloto pueda darse cuenta, el trike está rotando con el morro hacia abajo en un picado muy pronunciado. [Fase 1 de la Figure 6-23] El piloto recuerda de su instrucción “en una situación de fuerte morro abajo y entrando en un profundo hundimiento, deberemos empujar a fondo la barra y aplicar plenos gases” lo cual él ejecuta inmediatamente e inicia su acción correctiva. A pesar de encontrarse descendiendo casi en picado vertical, el trike recobra la horizontalidad y puede regresar a aterrizar de a salvo.

¿ Qué fue mal ? ¿Cuales fueron los errores ? ¿ Cómo podrían haberse evitado esta situación tan cercana a la catástrofe ?

- Siempre que volemos en una zona nueva para nosotros, con condiciones de vuelo no familiares, deberíamos siempre intercambiar impresiones con el instructor de vuelo de la zona o con otros pilotos locales sobre las condiciones del día. Pilotos locales de trike son una estupenda fuente de información de las condiciones de la zona, pero incluso cualquier piloto de otras modalidades de vuelo podrían haber aconsejado convenientemente al nuevo piloto. Sólo esto, hubiese sido suficiente para haberle prevenido de realizar su vuelo.
- Volar en un entorno nuevo no entendiendo la potencia de las térmicas de medio día en un alto desierto le llevó casi a la catástrofe. Debería haber intentado su vuelo a horas tempranas de la mañana, cuando no hay térmica o son muy flojas, para ir poco a poco ganando experiencia en las condiciones locales y entendiendo la meteo propia de la zona.

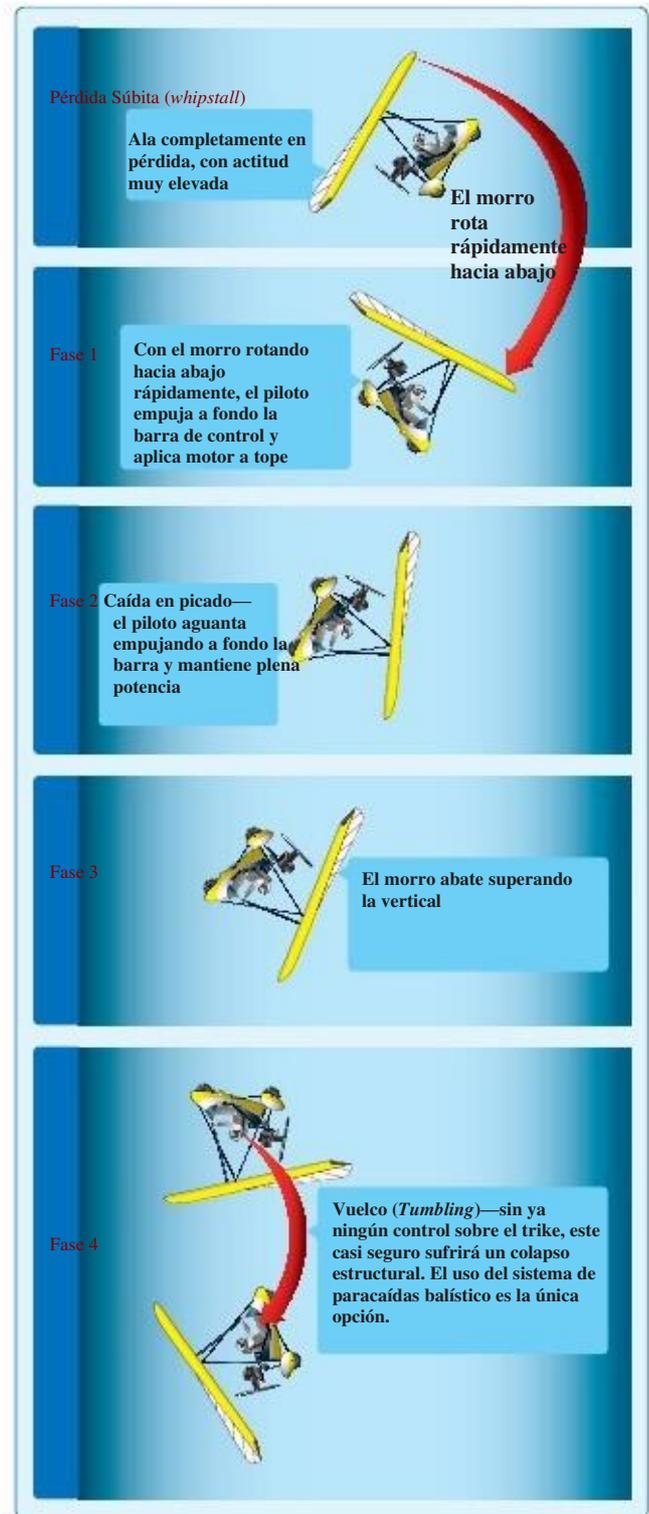


Figura 6-23. Secuencia de una Pérdida Súbita (WhipStall)

- Se debería de haber preparado mejor el pre-vuelo, especialmente en una zona de vuelo no conocida. El piloto debería haber sabido como obtener mayor información de las condiciones convectivas de la zona, para haberse dado cuenta de que el aire iba a estar demasiado movido para su escasa experiencia. El piloto estaba acostumbrado a ver desde la lejanía aquellos cúmulos de fuerte desarrollo vertical, pero desconociendo sus efectos reales sobre el vuelo cuando volaba en su zona de instrucción. Aquí, estos cúmulos estaban todo alrededor, y no en la lejanía.
- Todos los indicios en la zona hacían ver que las condiciones eran de fuerte actividad térmica. La observación de vientos que pasaban de calma a 27 km/h (15 nudos), es una clara indicación de fuerte actividad térmica. El piloto estaba familiarizado con vientos estables de 15 nudos, pero nada que ver con vientos cíclicos de 15 nudos de origen térmico.
- El piloto no reaccionó a la primera corriente ascendente que le elevó fuertemente el morro. No había desarrollado los hábitos necesarios en la gestión del control de profundidad. Permitió que la barra se le fuera hacia adelante al impacto con la fuerte corriente ascendente, incrementando el ángulo de ataque y la actitud, a la vez que no redujo algo la potencia. En ese instante, la barra demasiado empujada y plenos gases fuerzan al morro a elevarse en exceso, creando las condiciones favorables para una pérdida súbita. Si al mismo tiempo nos encontramos por desgracia con la parte descendente de la térmica, las posibilidades de que se produzca la pérdida súbita son muy elevadas.
- Si el piloto hubiese reaccionado a tiempo, picando a la vez que cortando algo de motor al entrar en la corriente ascendente, el trike no hubiese llegado a adquirir el elevado ángulo de ataque y actitud, y el momento de giro hacia adelante no se hubiese producido de forma tan abrupta.

Después de la serie de errores, el piloto finalmente ejecutó el procedimiento adecuado de recuperación para evitar el vuelco; **“en una situación de fuerte morro abajo y entrando en un profundo hundimiento, deberemos empujar a fondo la barra y aplicar plenos gases”**

## Resumen de Capítulo

El conocimiento de los efectos y uso de los controles es básico para desarrollar el “sentir” nuestra aeronave y desarrollar el llamado vuelo por “actitud”. Esto es la base para todas las maniobras de vuelo. Las cuatro maniobras básicas en las que debemos demostrar nuestra maestría son: are:

- Vuelo recto y nivelado
- Giros a nivel
- Ascensos y giros en ascenso
- Descensos y giros en descenso

Una vez dominemos estas maniobras básicas, los giros pronunciados permiten al piloto mejorar el rendimiento de la aeronave. Las técnicas de gestión de la energía nos aportan lo básico para volar en diferentes condiciones atmosféricas y enseñan al alumno a mejorar la precisión en el control de profundidad y de la potencia. Maniobras de vuelo lento y de pérdida, proveen al alumno con los conocimientos necesarios para volar con seguridad en la zona baja de la curva de vuelo del trike.

La pérdida súbita (*whipstall*) y los vuelcos (*tumbling*) són fenómenos únicos de los trikes, y todo piloto ha de conocer los principios que los gobiernan, como evitar las condiciones que los favorecen y cómo reaccionar si llegasen a producirse.