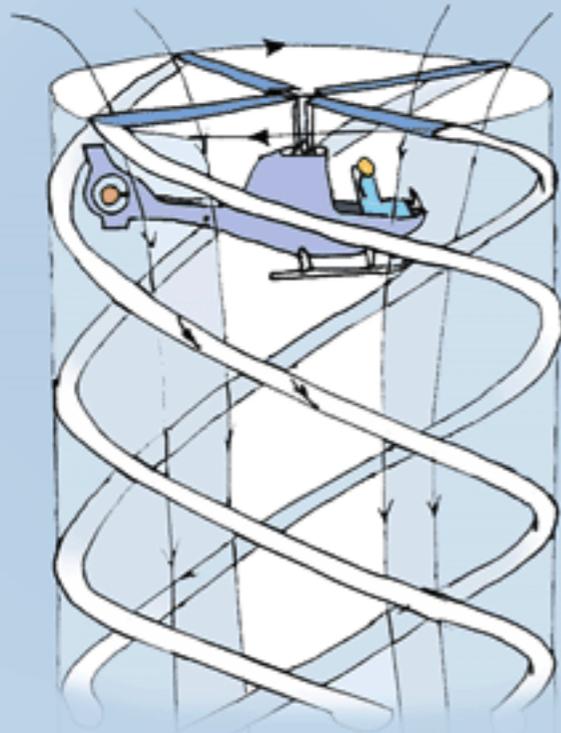
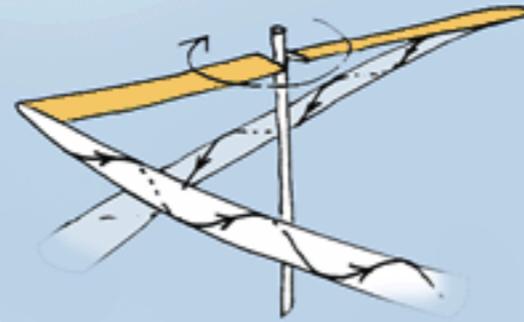


TRANSICIÓN



Esta turbulencia inútil representa una pérdida de energía



Las palas del helicóptero son alas de gran longitud que dejan en su estela **TORBELLINOS MARGINALES**.

Son estos torbellinos que se crean en el extremo de las alas los que provocan a gran altitud condensaciones de vapor de agua (líneas de condensación).

A medida que el helicóptero se desplaza, la forma del flujo se ve completamente modificada. Los torbellinos pierden su importancia y, debido a ello, la máquina puede sostenerse a expensas de un menor gasto de energía.

La Dirección



pájaro en vuelo estacionario:
fuerte turbulencia



pájaro en translación

Reconozco que no entiendo nada sobre esta historia de la **TRANSICIÓN**

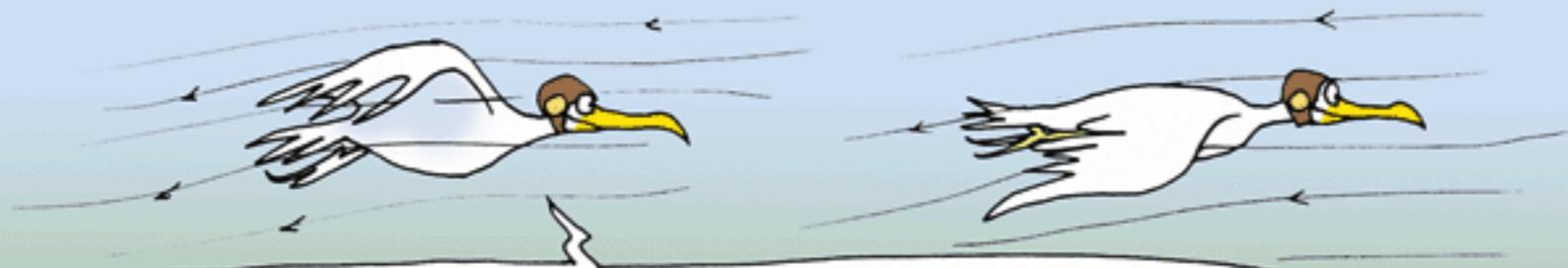


Es muy sencillo.
Observa cómo despegamos

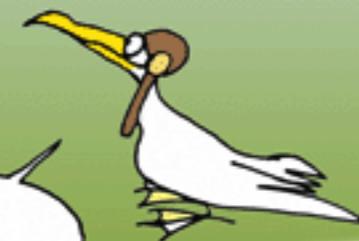


Para mantenerse estacionario se gasta energía creando la turbulencia

Al desplazarnos, el aire fluye entre las plumas con menor turbulencia. También desplazamos aire hacia abajo, pero gastando ahora menos energía



¿Y en la transición inversa?



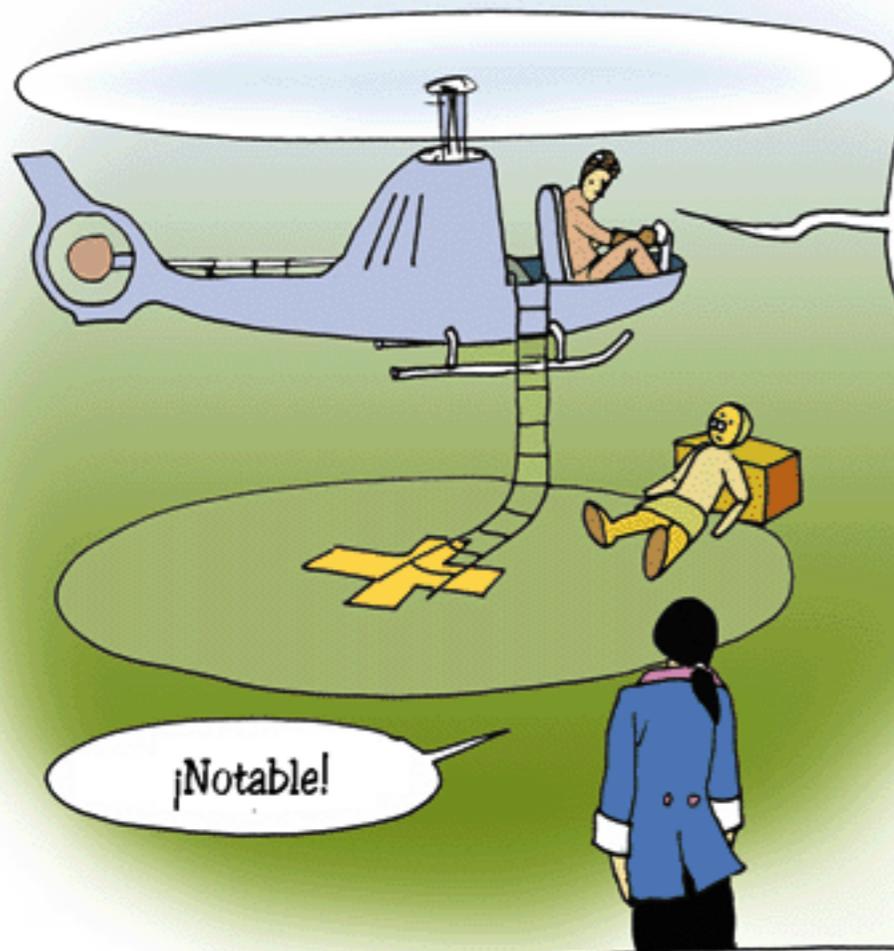
Nada raro. Puedes ver allá
abajo algo interesante, un pez...



Luego te inclinas para anular
tu velocidad e inmovilizarte en el aire

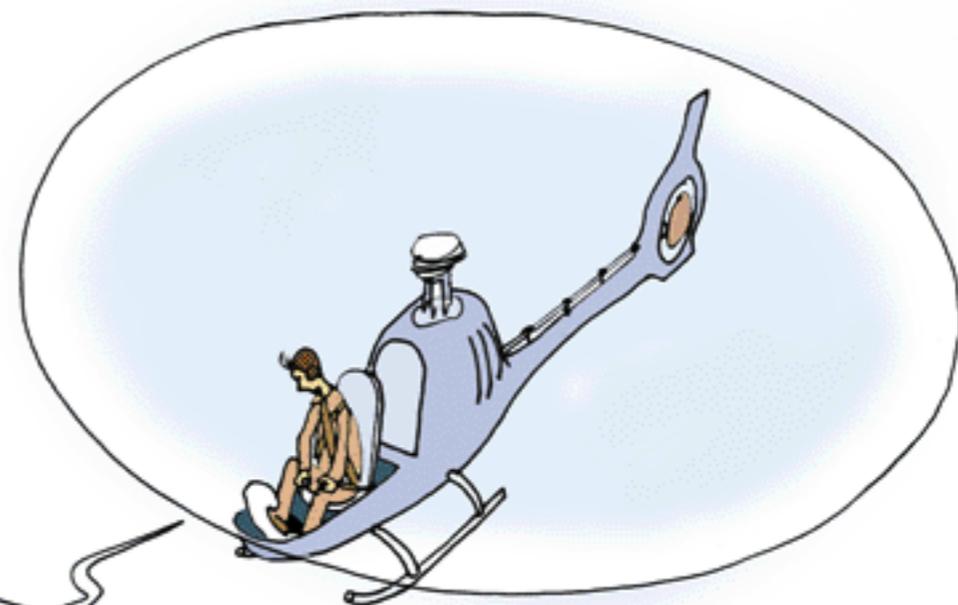


Y ahora adquieres un régimen de vuelo estacionario,
creando una fuerte turbulencia y por lo tanto gastando más energía



¡Notable!

Ahora sí está todo listo, Pangloss.
La máquina es extraordinariamente estable y maniobrable.
Una vez que Cunegunda haya subido, despegaré lo más rápido posible para ponernos fuera del alcance de los arqueros del barón



Sólo tengo que acercarme desde bien alto, pues la gente nunca mira hacia arriba lo que sucede en el aire, y después descender a la terraza a toda marcha





Uh lá lá,
es completamente inestable

¡Y además
vibra!



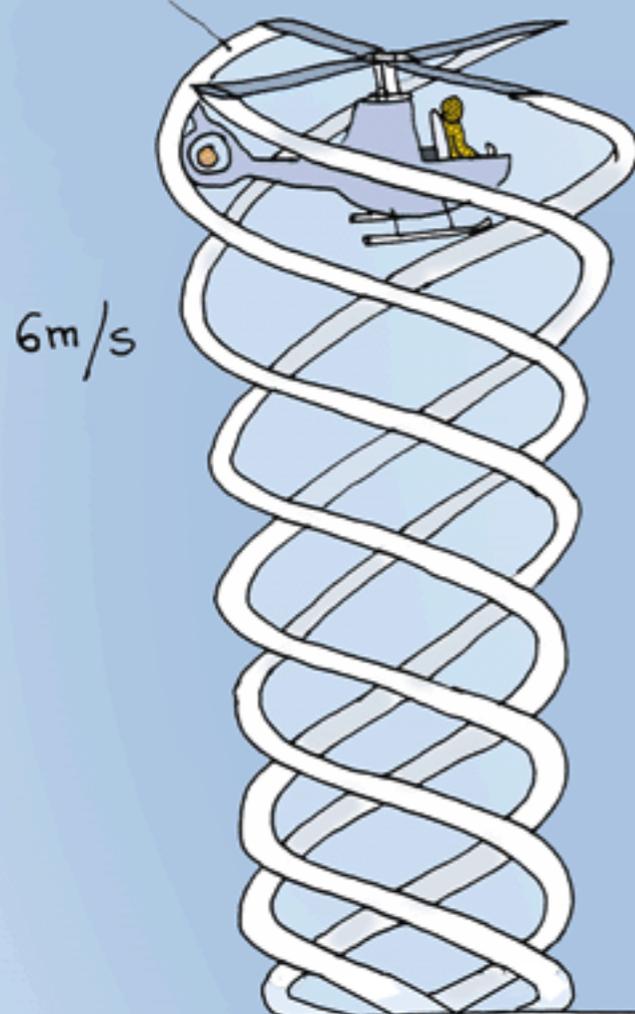
Tengo la sensación de que mi helicóptero se
apoya sobre una especie de masa amorfa,
completamente inestable. Tengo que salir de ella
lo más pronto posible. ¡Decididamente, el
descenso vertical rápido no es para nada bueno!



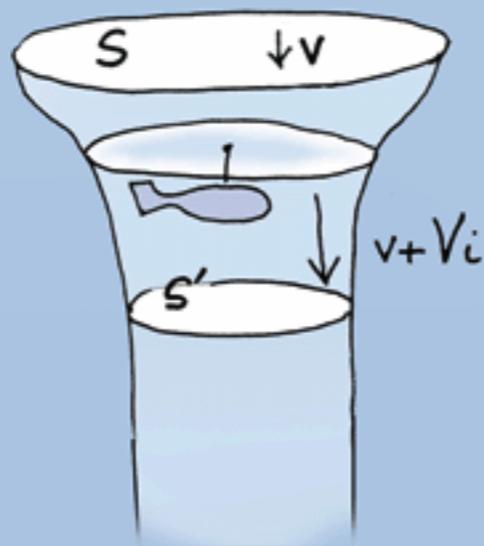
Erré el blanco, Pangloss.
El acercamiento completamente vertical no funciona

VELOCIDAD INDUCIDA

torbellinos en los extremos de las palas



6m/s



$$\rho v S = \rho (v + V_i) S' (*)$$

El hecho de que un helicóptero se suspenda "desplazando el aire hacia abajo" implica comunicarle a éste una **VELOCIDAD INDUCIDA** V_i que es del orden de 6 metros por segundo. Expulsando humo por los extremos de las palas podremos ver materializado este fenómeno

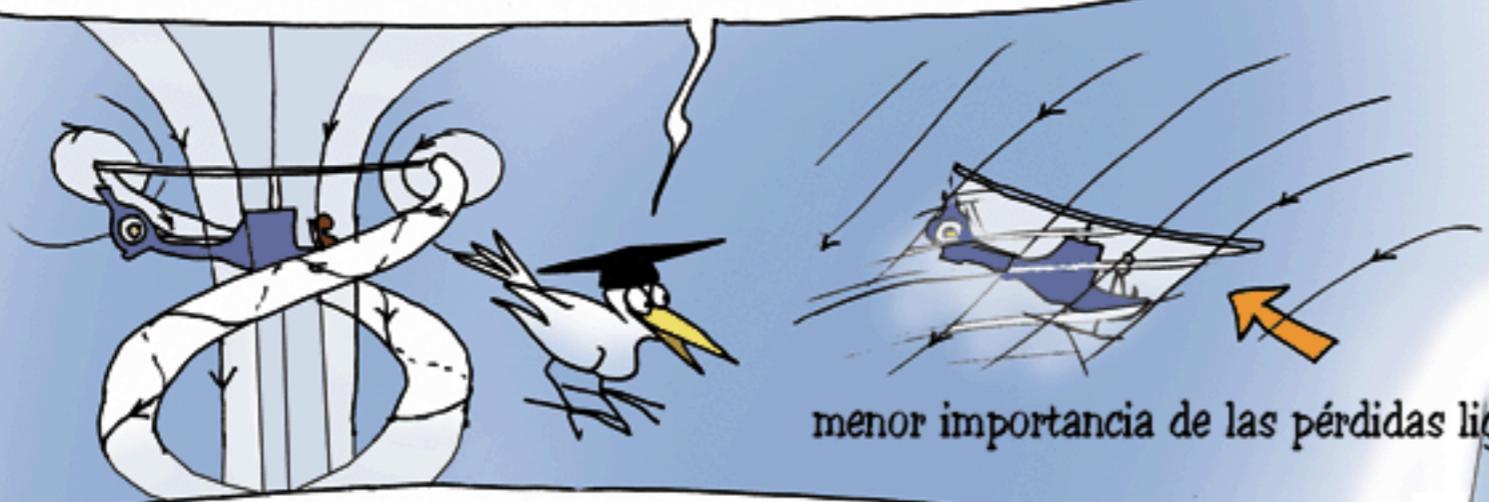


torbellino marginal

También un avión vuela "desplazando el aire hacia abajo", aunque el efecto de velocidad inducida es menos evidente

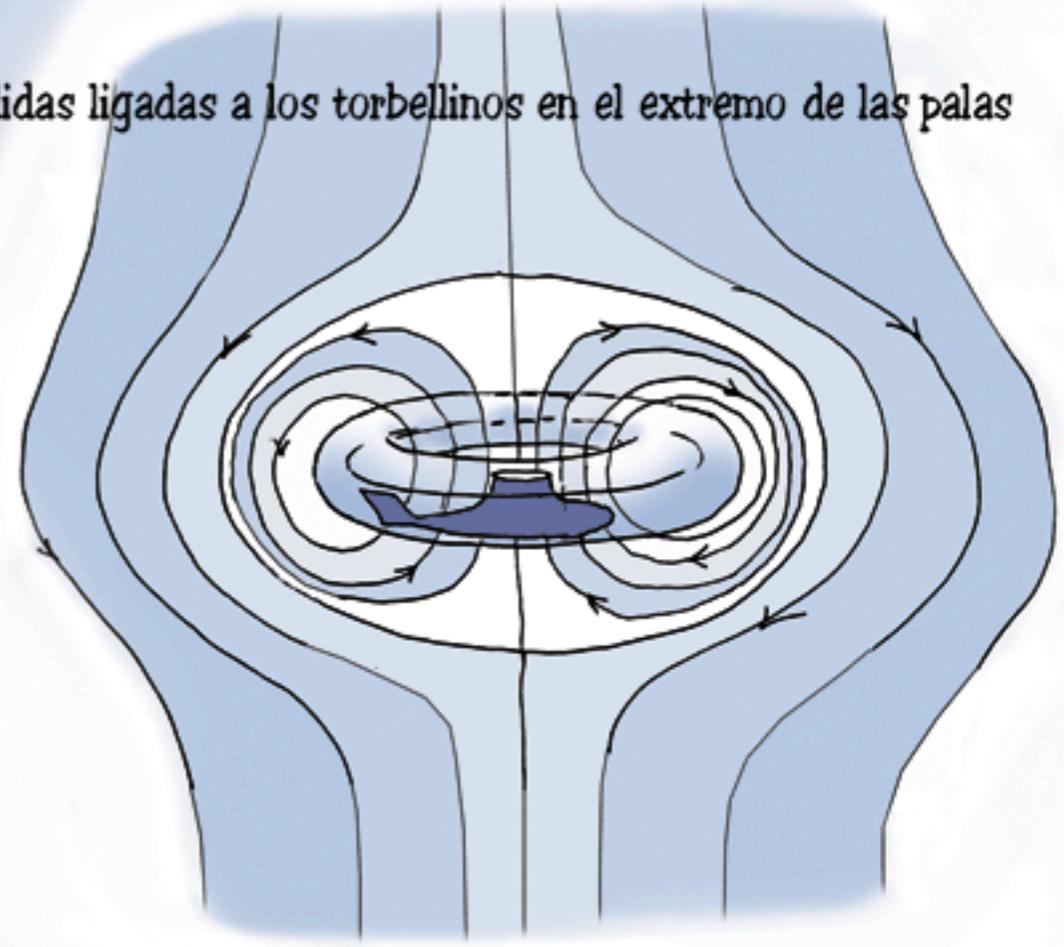
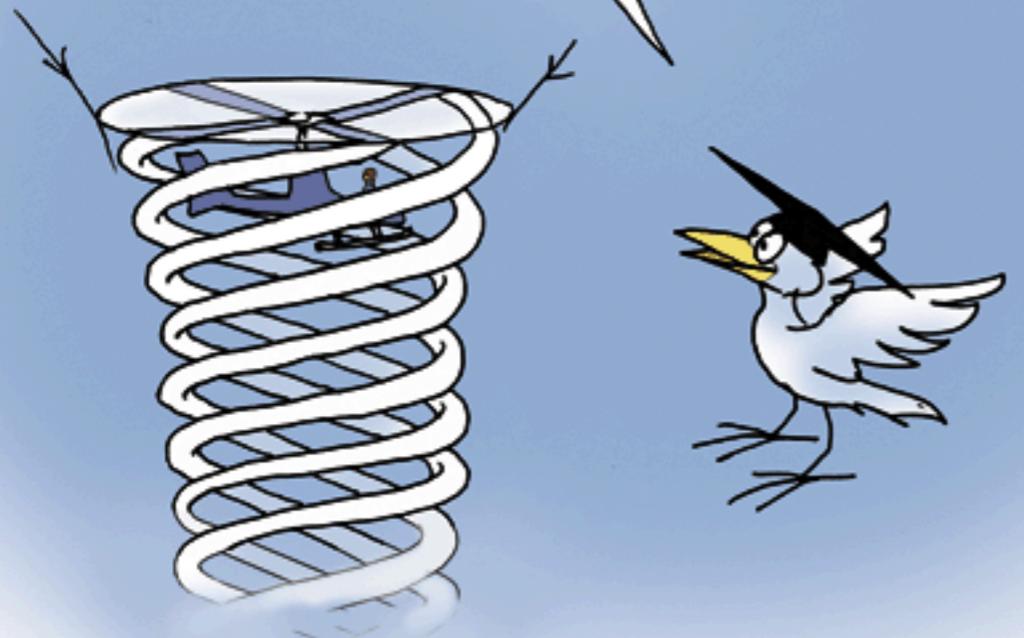
(*) Esta relación expresa la conservación de un flujo de aire de densidad volumétrica ρ constante, e implica que la sección S' es menor que la sección S .

Todo aquello que sea **COMO TORBELLINO** representa una pérdida de energía. El vuelo de translación contrarresta la aparición del régimen turbulento. Por lo tanto, esta manera de mantenerse a altitud constante consume menos energía



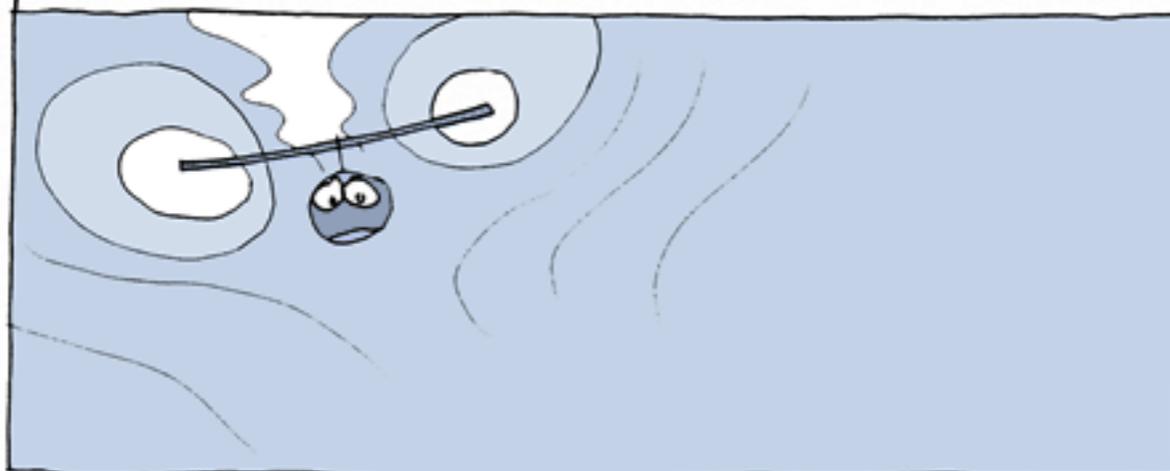
menor importancia de las pérdidas ligadas a los torbellinos en el extremo de las palas

Cuando el helicóptero intenta un descenso vertical, los torbellinos marginales interactúan cuando la velocidad vertical supera $\frac{1}{4} V_i$

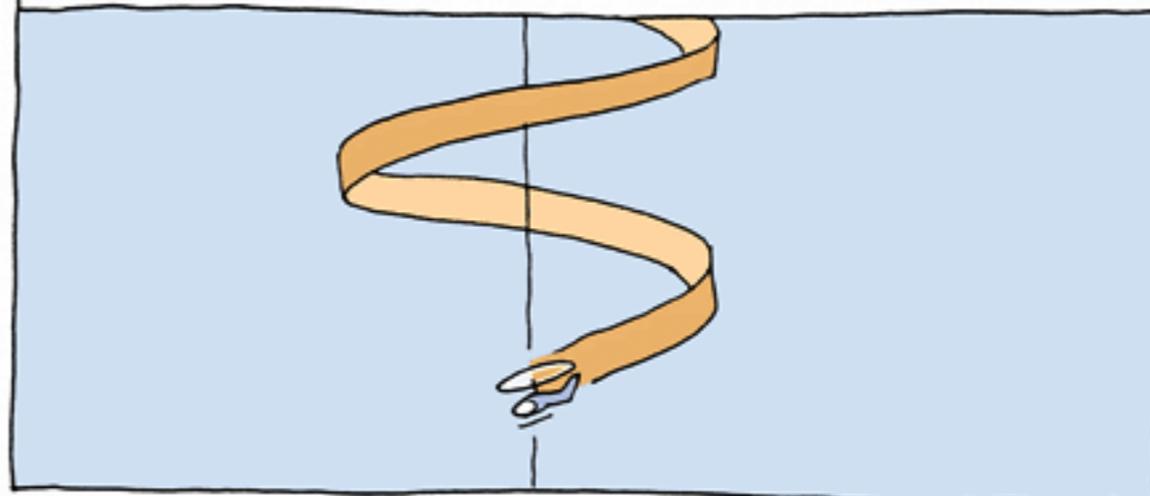


Cuando la velocidad de descenso alcanza los tres cuartos de la velocidad inducida V_i , los torbellinos se mezclan y dan origen a un gran **VÓRTICE** de forma tórica.

Cada pala toma con retraso el torbellino marginal creado por la pala precedente y lo amplifica, acrecentando las pérdidas. Además, esta geometría aerodinámica es muy inestable



Así, para descender sobre un lugar de aterrizaje los pilotos prefieren adoptar un acercamiento en espiral, conservando un régimen de translación



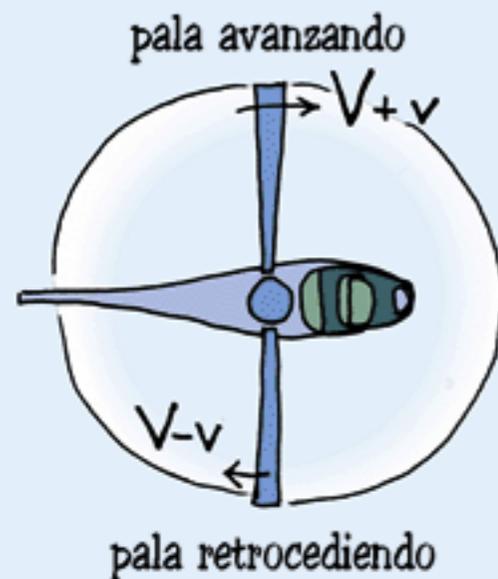
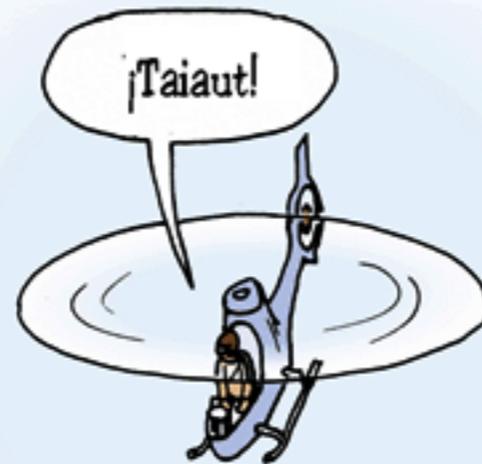
Moraleja: me acercaré a lo alto de la torre en un vuelo horizontal. Reduciré mi velocidad a lo último, pasando a un vuelo estacionario y efectuando un último descenso con una velocidad vertical moderada, digamos de un metro por segundo



para evitar el peligroso paso a un **RÉGIMEN TURBULENTO**

Volvamos ahora a nuestros ensayos de vuelo

DESCOLGADA CON PALA RECOLANTE



Sea V la velocidad de la pala en su periferia, y v la velocidad de vuelo del helicóptero. El **VIENTO RELATIVO** al que se encuentra sometida la **PALA QUE AVANZA** es $V+v$. Y aquél al que está sometida la **PALA QUE RETROCEDE** es $V-v$. Las fuerzas de presión que se ejercen sobre las dos palas son, por lo tanto, diferentes.



Se estaría tentado a pensar que, a gran velocidad, el helicóptero presentaría tendencia a balancearse de costado. Pero debido al retraso de 90° en la "respuesta" del aparato, ésta tiende a hacerlo encabritar

El sentido de giro de los rotores difiere de acuerdo al país. Así, en los helicópteros franceses la pala que avanza está a la izquierda, mientras que en las máquinas norteamericanas está a la derecha. Pero ese detalle no cambia en nada lo dicho aquí.

La Dirección

Cándido, estaba pensando en esto:
El barón ignora todos tus proyectos, pero la señorita Cunegunda también. ¿Quién te asegura que ella va a estar en la terraza de la torre cuando llegues volando allá?