



# *Rynko Air line*



## L'ELICOTTERO

### Premessa

L'elicottero è una macchina più pesante dell'aria. La sua sustentazione e traslazione nello spazio è affidata a rotori composti da due o più pale, collegati ad un albero attraverso un mozzo, e che riceve la coppia dal motore. Esistono diversi tipi di elicottero, per questo tutorial si esaminerà solo il tipo monomotore ad albero motore. Prima di passare allo studio della macchina, è opportuno rivedere pochi ma basilari concetti di aerodinamica.

### Cenni di aerodinamica

Il discorso sarebbe assai lungo, ci limiteremo a considerare pochi concetti utili alla comprensione della materia senza addentrarci troppo.

L'aerodinamica è lo studio del comportamento dell'aria, un fluido, quando attraversata da corpi.

Lo studio, se legato alle costruzioni aeronautiche, si propone di trovare la forma opportuna di un corpo affinché possa attraversare l'aria opponendo resistenza minore e sviluppando forze utili. Per comprendere il comportamento dell'aria quando attraversata da corpi solidi basti pensare ad una sfera, posta in un fluido ideale, quindi privo di attriti tra le particelle che lo compongono. Immaginiamo ora di investire la sfera con un flusso di questo fluido, e seguiamo il percorso di due particelle, "a" e "b", che si trovano lungo l'asse mediano della sfera. Le due particelle, dopo aver toccato la superficie della sfera, scorreranno lungo la stessa dividendosi, e passando una sopra e l'altra sotto, incontrandosi nuovamente dietro, esattamente nel punto opposto a dove si erano separate. Se il fluido fosse reale, come l'aria, le particelle si dividerebbero come nel fluido ideale, lungo l'asse e al contatto con la sfera, ma dietro, verrebbero, per inerzie ed attriti, trascinate oltre la sfera, lasciando un vuoto dietro ad essa (fig. 2). Questo vuoto, tende a risucchiare la sfera, creando la **Resistenza**.

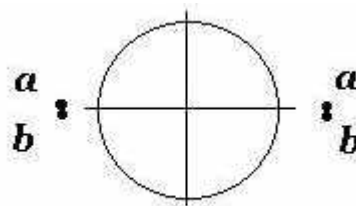


Fig. 2

Per questo, figura aerodinamica base è la goccia, costituita da una sfera e da una carenatura

posteriore che chiude lo spazio, occupandolo e limitando l'effetto risucchio del vuoto. Questa carenatura viene chiamata **recupero di pressione**.

A questo punto, trovata la forma aerodinamica, dobbiamo fare in modo che ci aiuti a volare. La soluzione viene data da Bernoulli, il cui principio stabilisce che un fluido in movimento in un sistema, abbia velocità e pressione inversamente proporzionali, per cui all'aumento di uno l'altro diminuisce. Vediamo perché questo Principio è di fondamentale importanza:

Le nostre particelle "a" e "b" incontravano la sfera e la percorrevano alla stessa velocità, l'una sopra e l'altra sotto, e per questo avevano pressione uguale. Consideriamo ora di trovarci in un fluido ideale, e poniamo in esso quello che viene definito un profilo alare, una sorta di goccia deformata (Fig. 3). Le particelle "a" e "b" inizierebbero la loro corsa lungo l'asse del profilo, ma mentre la particella "b" scorre su una superficie quasi piana, la particella "a" deve affrontare un viaggio più lungo, dovendo scorrere sulla superficie superiore, incurvata, e siccome ci troviamo in un fluido ideale, privo di attriti, le due particelle devono incontrarsi esattamente all'opposto del profilo. Ne consegue che la particella "a" deve aumentare la propria velocità. E proprio perché sul dorso del profilo la velocità è maggiore, come dice Bernoulli, la pressione diminuisce rispetto alla pressione inferiore, risucchiando il profilo. Questa è la **portanza**, la forza che consente agli aerei di rimanere in aria. Fino ad un certo punto, quando si giunge allo stallo (il fluido smette di creare il vuoto sopra al profilo), aumentando l'incidenza del profilo, aumenta la portanza (e insieme anche la resistenza).

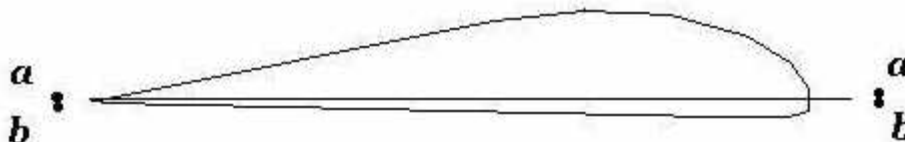


Fig. 3

Per completezza diciamo che il punto di contatto con il profilo, la parte anteriore, si chiama **bordo di attacco** o bordo di entrata, mentre quello posteriore si chiama **bordo di uscita**.

## Le forze in gioco

A questo punto sappiamo che le forze in gioco sono le seguenti: la portanza alza l'aeromobile, la resistenza lo frena, il peso la fa scendere (e deve essere vinto dalla portanza), la trazione lo fa avanzare (e deve vincere la resistenza). Queste forze, opportunamente "miscelate" tra loro, fanno sì che l'aeromobile possa volare.

Chiariti questi concetti base, si può passare allo studio dell'elicottero nel particolare...

## ***Parti che compongono l'elicottero***

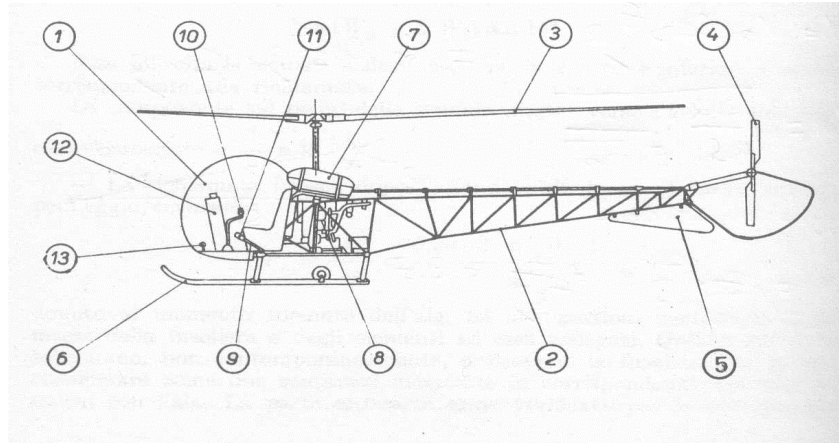


Fig. 4

Analizzando la fig.4, possiamo analizzare le parti da cui un elicottero è composto:

1. cabina; 2. fusoliera; 3. rotore principale; 4. rotore di coda (altrimenti detto elichetta anticoppia); 5. superficie di deriva; 6. complesso per l'atterramento (atterraggio) a due pattini; 7. motore; 8. scatola di trasmissione tra rotore e motore; 9. leva del passo collettivo; 10. leva del passo ciclico; 11. manetta, posta sulla leva del passo collettivo (simile ad un acceleratore della moto, per intenderci); 12. pannello strumenti; 13. pedaliera (passo collettivo dell'elichetta anticoppia).

# Funzionamento delle parti mobili

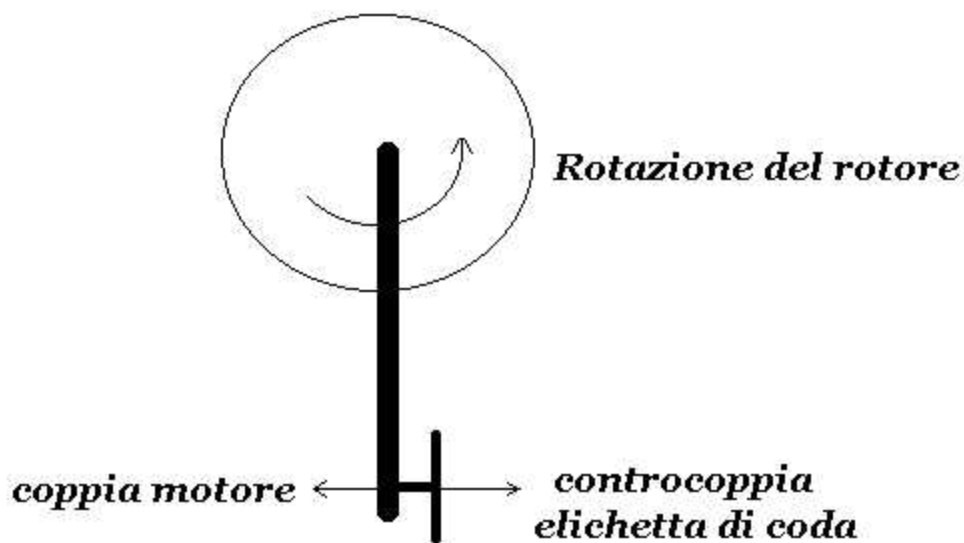
## Passo Collettivo

Il rotore è, come detto, costituito da due o più pale. Ogni pala, può essere considerata come un'ala, con il suo profilo alare, che girando attorno all'asse del rotore, incontra un vento relativo che produce portanza. Il Rotore girando crea un disco (**disco del rotore**), che sarà ciò che noi considereremo come l'approssimazione all'ala dell'elicottero. La portanza dell'elicottero è da considerare come una forza che tende ad alzarlo, applicata al centro del disco del rotore. Per aumentare o diminuire la portanza è sufficiente agire sulla leva del passo collettivo, che aumenta o diminuisce l'incidenza (inclinazione, e quindi la portanza) delle pale (tutte insieme, **collettivamente**).

Il FS non è necessario agire sulla manetta che è sempre mantenuta al max, quindi un comando in meno.

## L'elichetta anticoppia

Una volta che l'elicottero è in aria, e ciò accade quando si ottiene una portanza maggiore del peso, visto che il rotore incontra una resistenza alla rotazione data dalla viscosità dell'aria, e visto che il motore esercita una coppia sull'albero, nulla vieta che invece di girare il rotore, ad un certo punto inizi a girare la fusoliera. Per questo esiste l'elichetta anticoppia, un piccolo rotore, con suo passo collettivo, che girando crea una portanza che si oppone alla coppia del motore (Fig. 5)



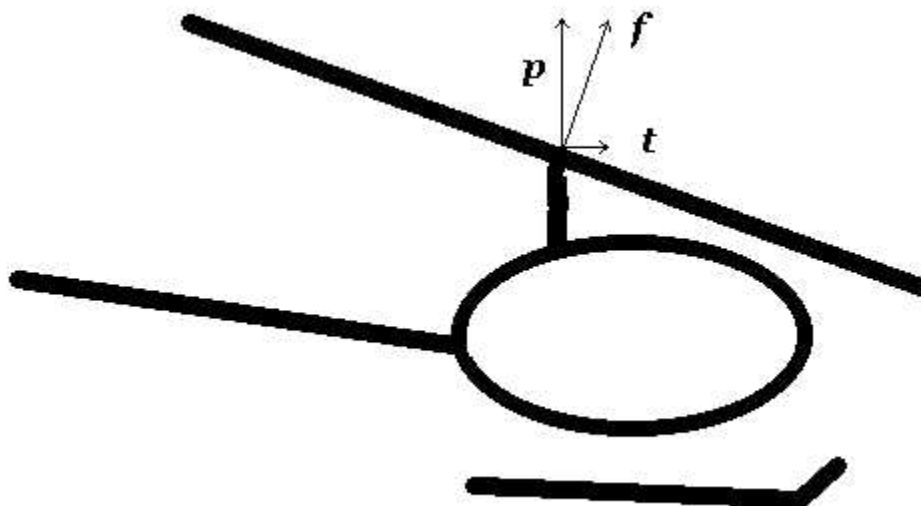
(Fig.5)

Quando accade che la forza prodotta dall'elichetta è pari alla coppia, il sistema è stabile, per cui l'elicottero rimane fermo, se la coppia supera la forza di opposizione, l'elicottero girerà la coda (e quindi il muso) da una parte, viceversa, girerà dall'altra. Questo vale per basse velocità, mentre a velocità più elevate il volo è simile all'aereo, il disco si comporta esattamente come un'ala. L'elichetta anticoppia varia il passo collettivo delle sue pale grazie all'azione esercitata dal pilota sui pedali.

## *Il passo ciclico*

Abbiamo visto come può alzarsi in volo l'elicottero, ora non ci rimane che capire come possa volare spostandosi orizzontalmente.

Una volta alzato in volo e in hovering, il pilota deve azionare la leva del passo ciclico, altrimenti della cloche. Il disco del rotore, si inclina nella direzione in cui la cloche viene spinta, per cui se spinta in avanti, il disco si inclinerà verso avanti. La forza "f" (fig. 6) prodotta dal rotore, si dividerà in due forze principali, una "p", che provvederà alla sustentazione (portanza) ed una "t" che trascina nella sua direzione l'elicottero, provocandone l'avanzamento (la traslazione laterale o verso dietro).



(fig. 6)

Bisogna stare attenti al fatto che se prima, con una certa dose di collettivo, il sistema era stabile, grazie alla parità tra portanza e peso, ora, visto che parte della forza prodotta dal rotore viene tramutata in trazione, diminuisce la portanza, per cui, per mantenere la quota, bisogna aumentare il collettivo. Viceversa, per decelerare, si tira la cloche, ma si ottiene maggiore portanza, per cui, per mantenere la quota, serve diminuire il collettivo.

Per i più curiosi, va detto che una volta acquisita una certa velocità, si mantiene la leva del ciclico in avanti per continuare ad avanzare, altrimenti l'elicottero tende a ristabilizzarsi orizzontalmente, ciò anche grazie al piano di coda, che anziché essere portante è deportante e spinge la coda verso il basso.

## *L'autorotazione*

Si tratta di un effetto aerodinamico che garantisce la sustentazione della nostra amata macchina, l'elicottero, anche in caso di piantata motore.

Immaginiamo un rotore composto da due pale diametralmente opposte. Immaginiamo che il rotore, al momento fermo, venga investito da una corrente normale alle pale, cioè che arrivi a 90 gradi rispetto alle stesse. Per costituzione di parti le pale sono montate l'una in un verso e l'altra in verso opposto, in maniera che ruotando investano l'aria nello stesso modo, per cui una pala verrà investita dal bordo di attacco al bordo di uscita e l'altra viceversa. Abbiamo già detto che la figura aerodinamica è il profilo alare, per cui la pala investita dall'aria nel senso bordo d'attacco-bordo d'uscita, opporrà meno resistenza rispetto a quella investita in senso contrario. Per questo il rotore

girerà nello stesso senso in cui lo faceva girare il motore, creando portanza. Tale portanza varierà a seconda che si cabri o che si picchi, proprio come un aereo che plani. Questo è ciò che accade al rotore quando viene meno la coppia del motore, se lasciato in folle. In queste condizioni un abile pilota saprà riportare la macchina a terra senza distruggerla.

ATTENZIONE: In FS ho simulato l'autorotazione lasciando il collettivo al minimo. Spegnendo il motore fate un bel botto in quanto il rotore si pianta e non si muove più. Chi trova un altro modo per spegnere il motore ed andare in autorotazione lo segnali.

### *Il pilotaggio dell'elicottero*

Pilotare l'elicottero significa riuscire a tenere sotto controllo ognuna delle forze in gioco, facendole agire in maniera tale da portare la macchina dove noi vogliamo che vada. Ciò significa che per decollare bisogna dare collettivo, per girare in hovering, utilizzare la pedaliera, per spostarsi in piano agire sul ciclico correggendo il collettivo per rimanere stabili in quota. Una volta partiti, si mantiene la quota tenendo d'occhio il variometro ed agendo sul collettivo, e si aumenta velocità spingendo la cloche o si rallenta tirandola.

Una volta raggiunta una certa velocità è inopportuno cercare di girare utilizzando la pedaliera, invece basta inclinare la cloche verso la direzione che si intende prendere e la macchina virerà quasi come un aereo.

Inutile dilungarsi oltre nella spiegazione della meccanica del volo, l'unico modo per imparare è avviare FS, scegliere il "Robinson 22" della RAL e partire.

Istruttore Scuola di volo RAL  
Reparto Elicotteri  
[Davide Spigno](#)

RAL042  
IVAO # 115989  
[Rynko Air Line](#)