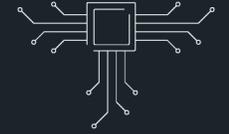


LA SCIENZA DEL VOLO VERTICALE

L'elicottero: la scienza dietro il sogno di volare

Leonardo Helicopters



Electronics



Helicopters



Aircraft



Cyber &
Security



Space



Aerostructures

Ing. Carlo Sacco – Head of Sales Engineering Civil & Dual Use Platform



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI NAPOLI
FEDERICO II

2005

Ingegneria
Aerospaziale



2006

Leonardo
Elicotteri

- Analista Strutture
- AW609 Aircraft Manager
- AW609 Technical Manager
- AW169 Project Engineer
- PM&SE Manager
- Head of Sales Engineering

Foxbit - Alenia
Aeronautica

2005



SUMMARY

1. DEFINIZIONE
2. STORIA DELL'ELICOTTERO
3. PRINCIPI DI BASE DEL VOLO
4. COMPONENTI DI UN ELICOTTERO
5. CONTROLLO DELL'ELICOTTERO
6. APPLICAZIONI DEGLI ELICOTTERI

CONCLUSIONI

DOMANDE E RISPOSTE



CHE COS'È UN ELICOTTERO?



Scegliete la vostra definizione preferita di ELICOTTERO

Dal Vocabolario:

"Un elicottero è un tipo di aeromobile a rotori in cui la portanza e la spinta sono fornite da rotori che girano orizzontalmente. Questo consente all'elicottero di decollare e atterrare verticalmente, di stazionare in volo, e di volare in avanti, indietro e lateralmente."

Da un ingegnere depresso:

"Un insieme di migliaia di parti che ruotano attorno a una perdita d'olio in attesa che la fatica del metallo faccia crollare tutto spettacolarmente."

Da un poeta:

È un aeromobile che vola perché costringe l'aria a sottomettersi."



STORIA DELL'ELICOTTERO



Origini e primi sviluppi

Leonardo Da Vinci

Vite Aerea



1485



Heinrich Focke

FW61

Primo volo sostenuto e controllato



1925



Juan de la Cierva

Autogiro

1936



Igor Sikorsky

VS-300

Primo elicottero a volo libero controllabile

1939

Il contributo italiano al Volo Verticale



4 AGOSTO 1971 - 1° VOLO ELICOTTERO A 109 HIRUNDO

1923

Giovanni Agusta e la sua famiglia, a **Cascina Costa** di Samarate, iniziano la riparazione e la revisione di velivoli trimotore.

1945

In seguito al divieto di sviluppare i velivoli aeronautici, Domenico Agusta salva l'azienda spostando l'attenzione sulla produzione di motociclette, fondando nel 1945 la **Meccanica Verghera (MV)**.

1950

Venute meno le restrizioni poste dagli alleati, a Cascina Costa riprende l'attività aeronautica con la realizzazione di **una piccola serie di biplani**.

1952

La società americana Bell, produttrice dell'elicottero "Model 47", è alla ricerca di un'azienda in grado di costruire lo stesso elicottero in Europa. Così nel 1952 Agusta firma un accordo e raccoglie la sfida del futuro: **costruire e vendere elicotteri**.

1971

Nel giorno di San Domenico (4 agosto) l'**A109** compie il suo primo volo. È il primo bimotore di progettazione completamente italiana.

PRINCIPI DI BASE DEL VOLO



PRINCIPI DI BASE DEL VOLO

Perché un elicottero si **solleva in aria**?

- A. Ha **motori** che lo proiettano verso l'alto, come un razzo.
- B. Ha un **sistema di antigravità** che neutralizza l'effetto della gravità terrestre.
- C. Lo spingono le pale del **rotore principale**, che generano **portanza**.



Principi di base del volo

La Portanza

L'aria è un fluido che permette a un aeromobile di sostenersi in volo seguendo il principio di Archimede.

Per volare, l'aeromobile deve spostare un volume d'aria pari al suo peso, generando una forza verso l'alto: **LA PORTANZA**

Quando l'aria è a riposo, crea poche turbolenze. Ma quando viene mossa, possono formarsi turbolenze che possono complicare il volo. Tuttavia, queste turbolenze sono importanti perché dimostrano che l'aria ha inerzia, il che aiuta a creare la portanza necessaria per mantenere l'aeromobile in volo.



Credit: **Flight First** - Forces acting on a helicopter (Youtube)

PRINCIPI DI BASE DEL VOLO

A quali **resistenze** un elicottero deve opporsi per volare?

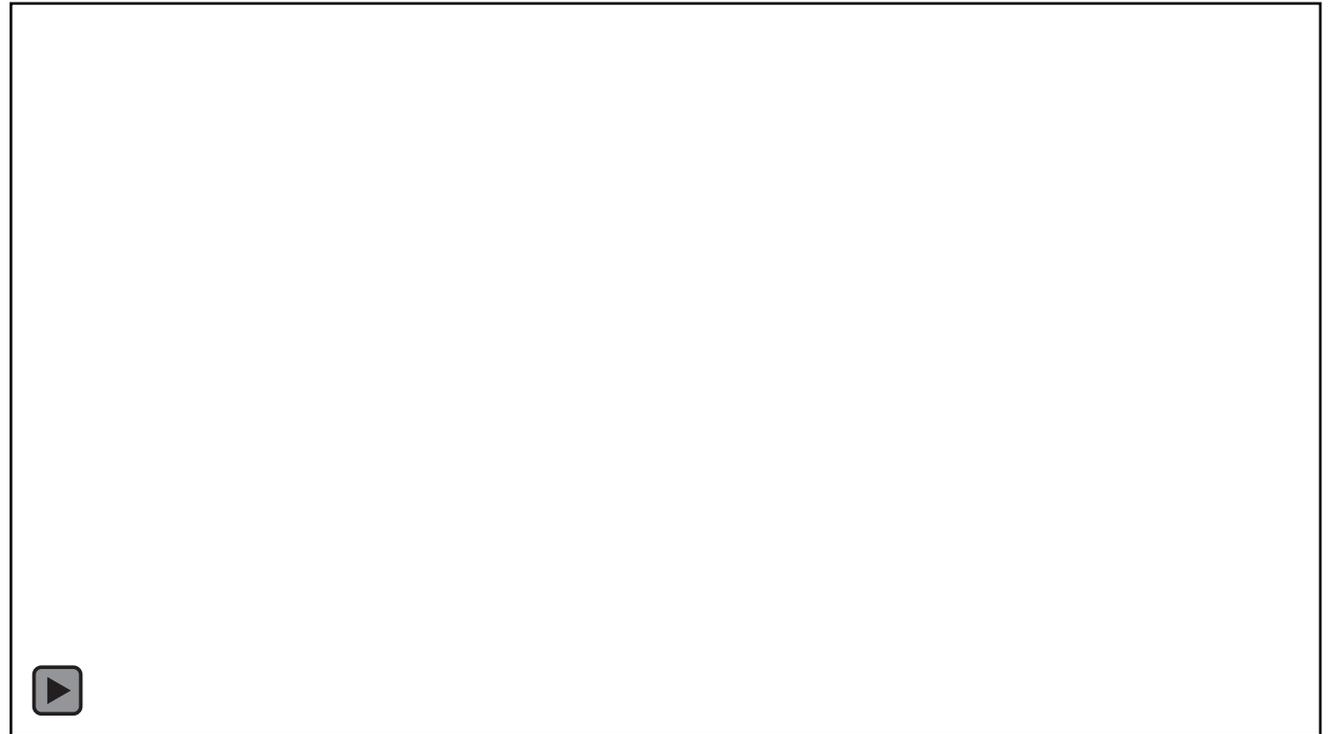
- A. Al **vento contrario**, alla **forza gravitazionale** e alla **pressione atmosferica**.
- B. Alla **resistenza dell'aria**, alla **gravità** e alla **resistenza creata dalla pale**.
- C. Alla **forza magnetica della Terra**, alle **onde sonore** e alla **resistenza degli alieni invisibili**.



Principi di base del volo

La Resistenza

La **RESISTENZA** si genera ogni volta che un oggetto viene colpito da un flusso di aria (vento) o quando si muove nell'aria. Quando la velocità o la portanza (forza verso l'alto) aumentano, anche la resistenza aumenta notevolmente. Questa è una delle sfide più difficili da superare, e costringe i progettisti di aeromobili, automobili, ponti e grandi edifici a ripensare costantemente il design per renderli più efficienti dal punto di vista aerodinamico, riducendo così la resistenza al movimento o al vento.



Credit: **Flight First** - Forces acting on a helicopter (Youtube)

Principi di base del volo

Il Peso

Il **PESO** è quella forza gravitazionale che tende a riportare l'elicottero a terra.



Credit: **Flight First** - Forces acting on a helicopter (Youtube)

PRINCIPI DI BASE DEL VOLO

Dove nasce la **spinta** che permette a un elicottero di volare?

- A. Dai **motori a turbina** che trasformano il carburante in energia meccanica.
- B. Dai **pannelli solari** che catturano l'energia del sole e la trasformano in energia meccanica.
- C. Da **Pikachu**, nascosto nel motore, che rilascia scariche elettriche.



Principi di base del volo

La Spinta

La **SPINTA** è la capacità di un motore di svolgere un lavoro contro una resistenza in un certo tempo. Può essere espressa come il movimento, lineare o rotatorio, che copre una distanza in un dato tempo.

In pratica, la spinta è l'insieme delle forze che superano una resistenza lungo una distanza in un intervallo di tempo.



Credit: **Flight First** - Forces acting on a helicopter (Youtube)

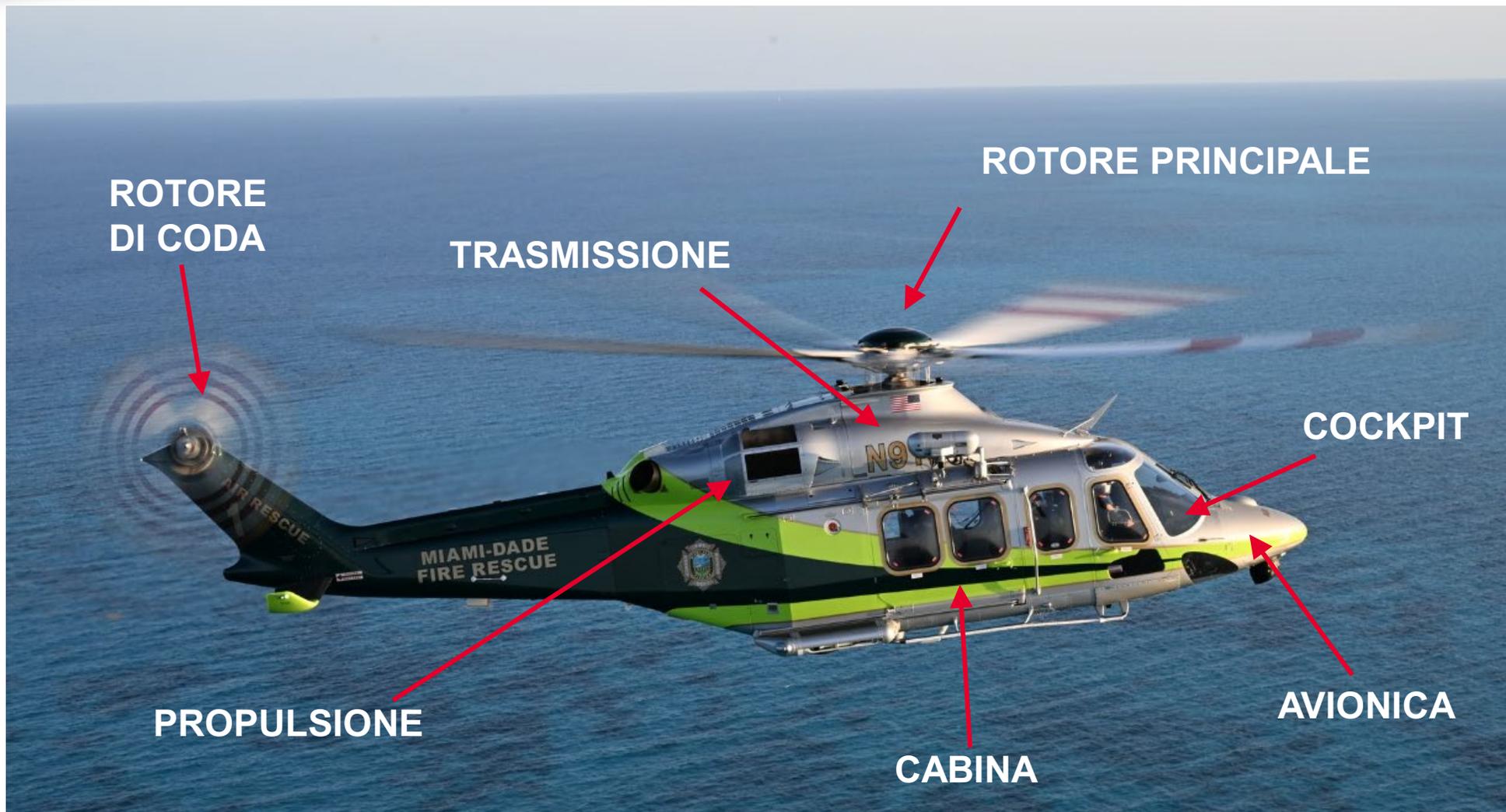
Principi di base del volo

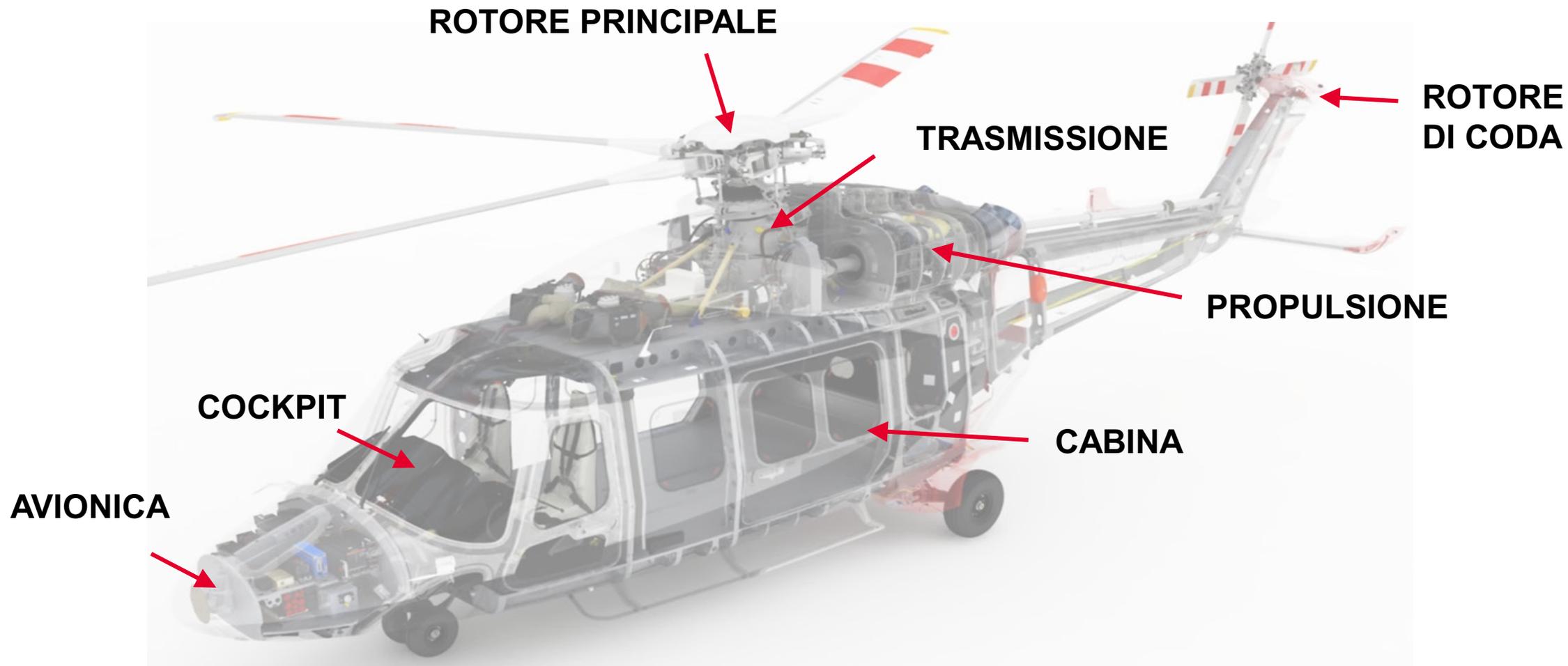
Il volo degli elicotteri è governato da quattro principali forze aerodinamiche:



COMPONENTI DI UN ELICOTTERO







La Fusoliera

- Necessariamente leggera, viene realizzata con **materiale metallico** (lamiere in alluminio) o **composito**, eventualmente combinati.
- Progettata per resistere a **gravose condizioni di crash** per salvaguardare la sicurezza dell'equipaggio e dei passeggeri.
- La struttura e i finestrini sono progettati e testati per resistere e **proteggere gli occupanti anche dall'impatto con volatili**.
- La cabina permette **molteplici allestimenti**, dalle poltroncine VIP ai sofisticati equipaggiamenti di una eliambulanza.

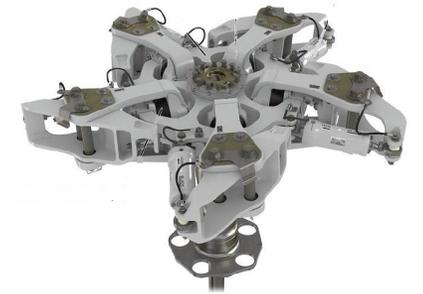


I Rotori

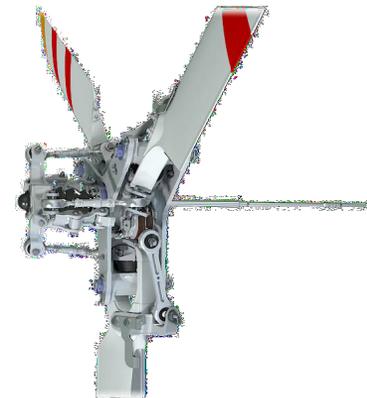
- Le pale sono realizzate in **materiale composito**. Questo permette di raggiungere le caratteristiche richieste di resistenza ed elasticità dell'elemento con un peso contenuto (una pala pesa solo qualche decina di kg!)
- Per poter operare in condizioni climatiche avverse le pale vengono dotate di sofisticati sistemi di **deicing**.
- I comandi operati dal pilota vengono trasmessi al rotore tramite **un sistema di aste e di piatti fissi e rotanti** che permettono l'inclinazione delle pale e la possibilità di manovrare l'elicottero in tutte le direzioni.



Rotore Principale



Mozzo rotore principale



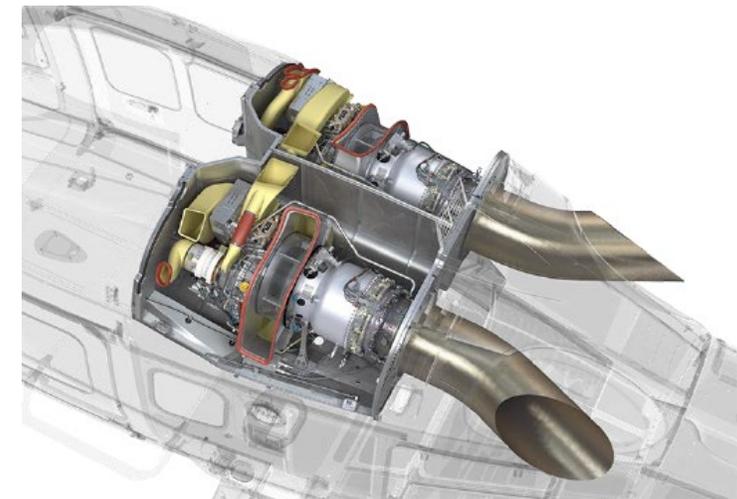
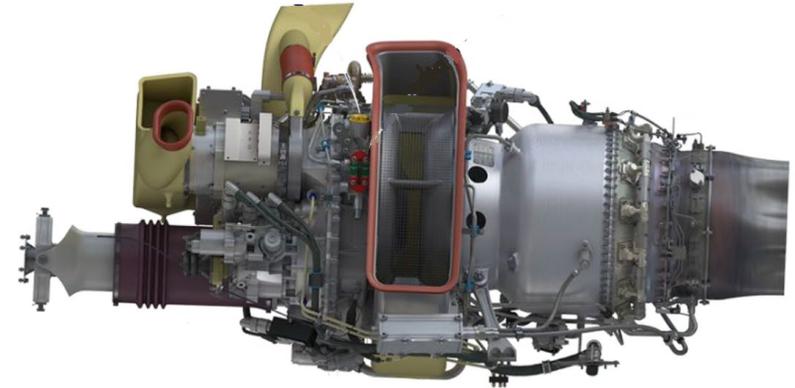
Rotore di Coda



Comandi rotanti rotore principale

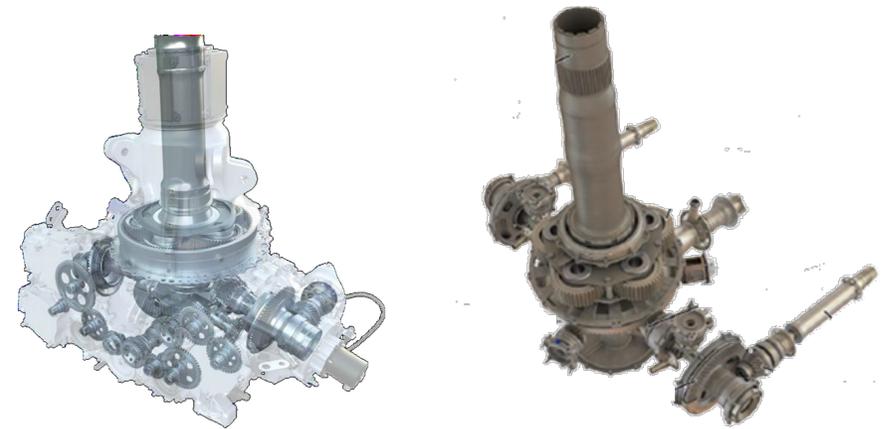
La Propulsione

- **Propulsori a turbina:** garantiscono un elevato rapporto potenza/peso, caratterizzati da consumi relativamente bassi e ridotte emissioni.
- Controllo automatico dei parametri e prestazioni dei motori. Il sistema è costituito da un **computer digitale** collegato a **sensori ed attuatori** che controllano le prestazioni del motore (potenza, giri, ecc.).
- Gli elicotteri progettati per trasportare passeggeri in ruoli commerciali o critici (es. EMS) devono essere dei **plurimotori** disegnati e realizzati con turbine e sistemi di isolamento in caso di danni (anche da un incendio).

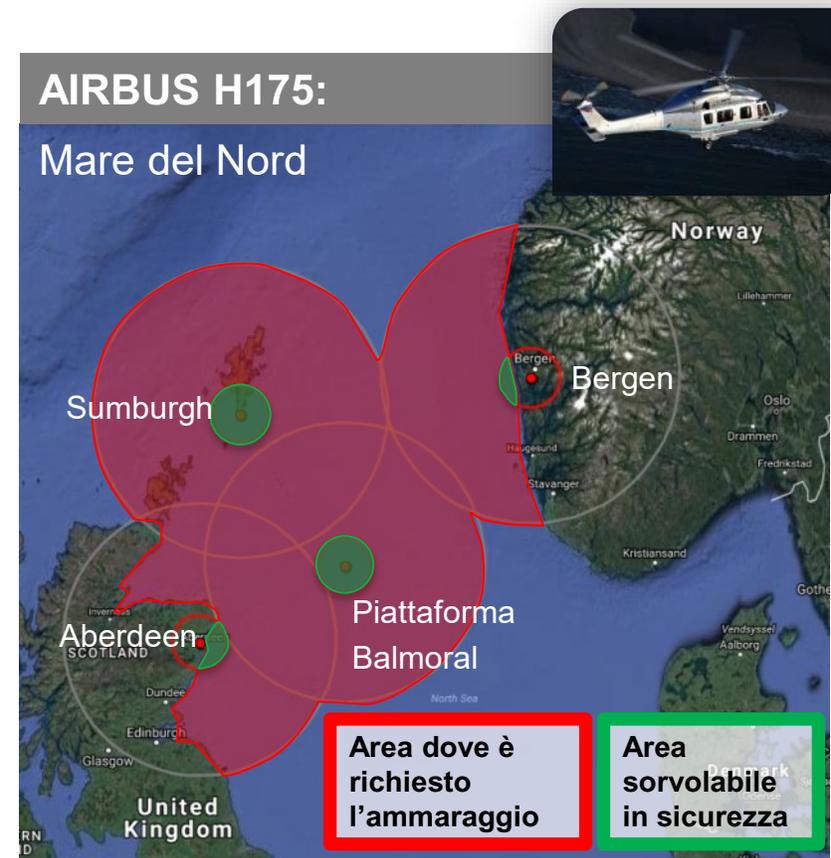
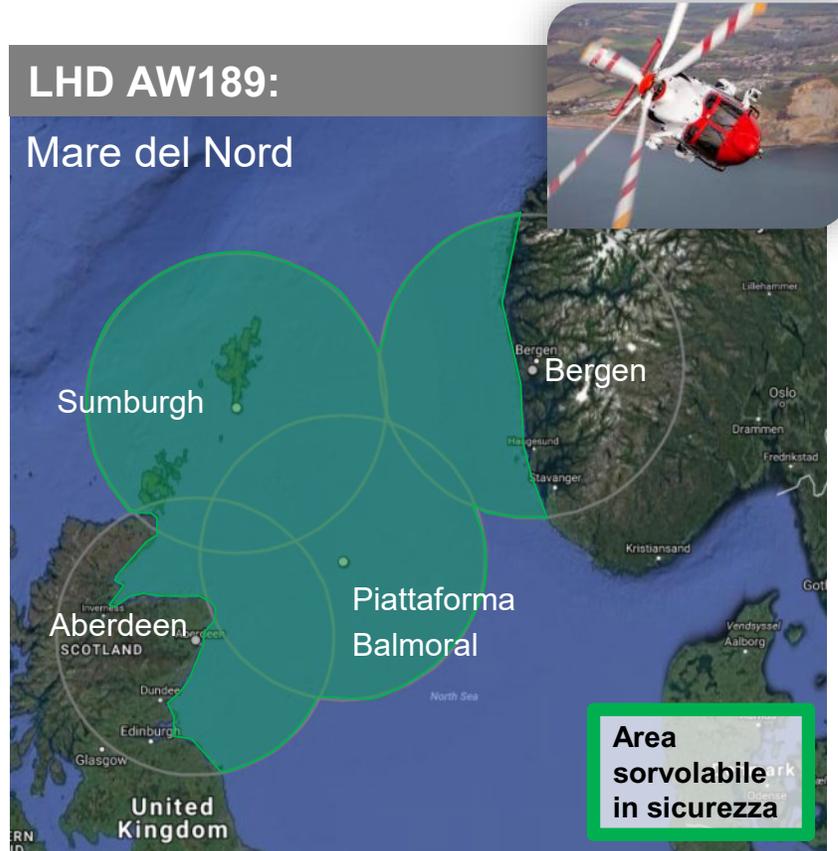


La Trasmissione

- Trasmette la **potenza al rotore** riducendo la velocità di rotazione dai circa 20000 giri/min dei motori ai circa 300 giri/min delle pale.
- Pur essendo estremamente leggera, la trasmissione deve sopportare sia le sollecitazioni di volo sia le migliaia di CV di potenza fornita dai motori.
- I requisiti di resistenza, leggerezza e durata impongono agli ingranaggi della trasmissione tolleranze di fabbricazione strettissime, dell'ordine di **qualche centesimo di millimetro**, in qualche caso, addirittura di pochi millesimi!
- Deve poter funzionare in emergenza anche senza olio lubrificante. Durante i test di omologazione, deve superare una prova di oltre **30 minuti dopo la perdita completa della lubrificazione**. Leonardo ha dimostrato questa capacità anche fino a 60 minuti!



Sviluppo tecnologico ed evoluzione dei requisiti



Il Cockpit

- **Cockpit Display:** Mostrano sia **dati di volo** (assetto, velocità, posizione) che lo **stato dei sistemi** (idraulica, elettrica, motori, etc.)
- **HMI:** Disciplina che studia **interfaccia uomo-macchina**.
- **Display Touch:** Permettono di inviare i **comandi** ai vari sistemi.
Sostituiscono i vecchi pannelli con pulsanti e switch
- **Standby:** mostra alcuni **dati essenziali** per la sicurezza del volo da usare nel caso in cui falliscano i display
- **Progettato anche per singolo pilota:** l'elicottero può essere pilotato anche da un solo pilota.
In genere deve sedere sulla destra, il posto del copilota non può essere occupato da un passeggero



I COMANDI DI VOLO

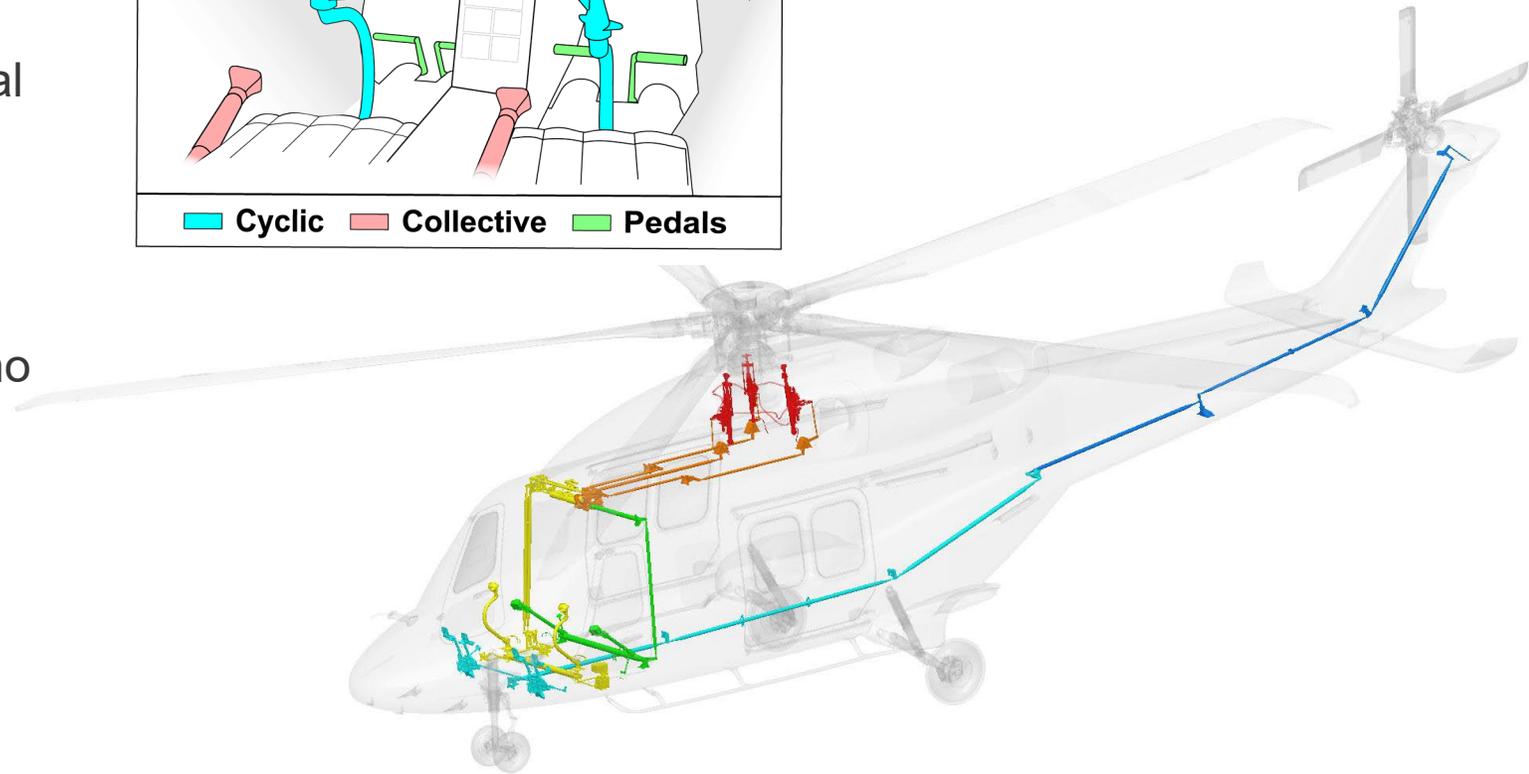
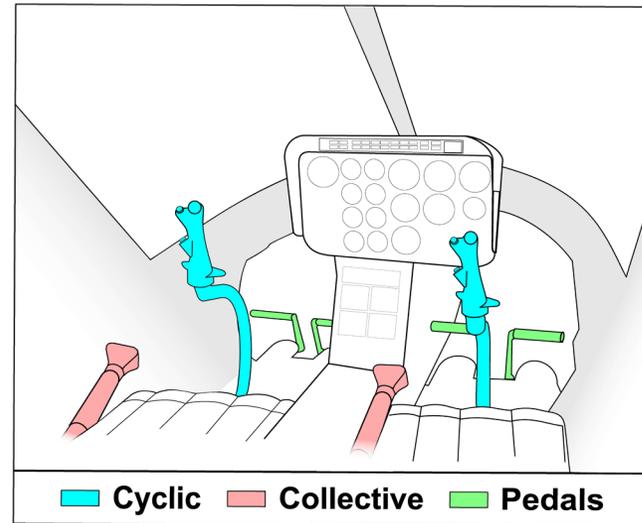


I comandi di volo

Per poter controllare il velivolo in volo, l'elicottero deve essere provvisto di comandi che permettono di far muovere al pilota le superfici di controllo, in questo caso **ROTORE PRINCIPALE** e **ANTI-COPPIA**.

I comandi fondamentali dell'elicottero sono tre e sono:

1. **CICLICO**
2. **COLLETTIVO**
3. **PEDALIERA**

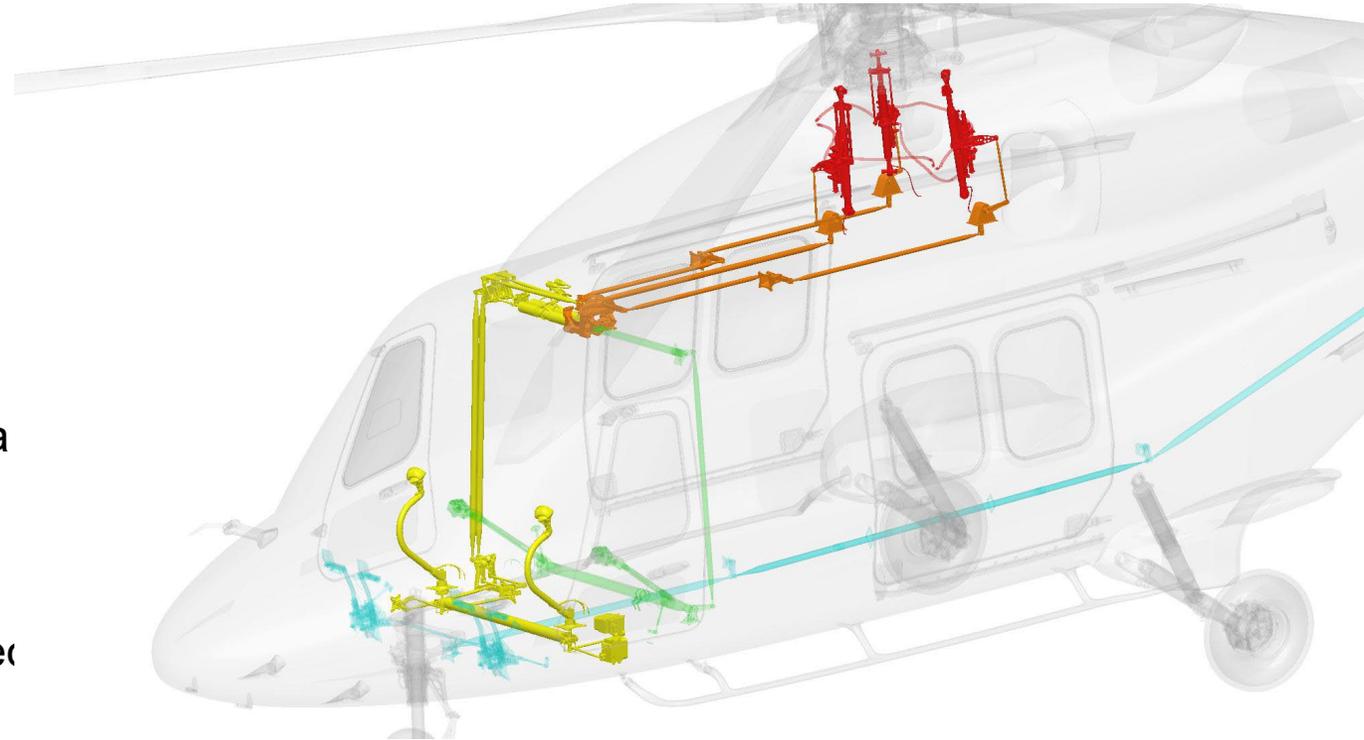


I Comandi di Volo

Il Ciclico

Il controllo dell'elicottero in avanti e lateralmente si ottiene con una barra chiamata "**passo ciclico**". Muovendo il passo ciclico, il pilota può cambiare l'inclinazione del rotore per spostare l'elicottero nella direzione desiderata. Questo comando è molto sofisticato e delicato perché varia l'angolo delle pale durante la loro rotazione, permettendo di distribuire la spinta per modificare l'assetto e il movimento del velivolo.

Una caratteristica unica dell'elicottero rispetto all'aereo è la capacità di **spostarsi all'indietro** facilmente, semplicemente muovendo il passo ciclico indietro, prestando attenzione agli ostacoli.

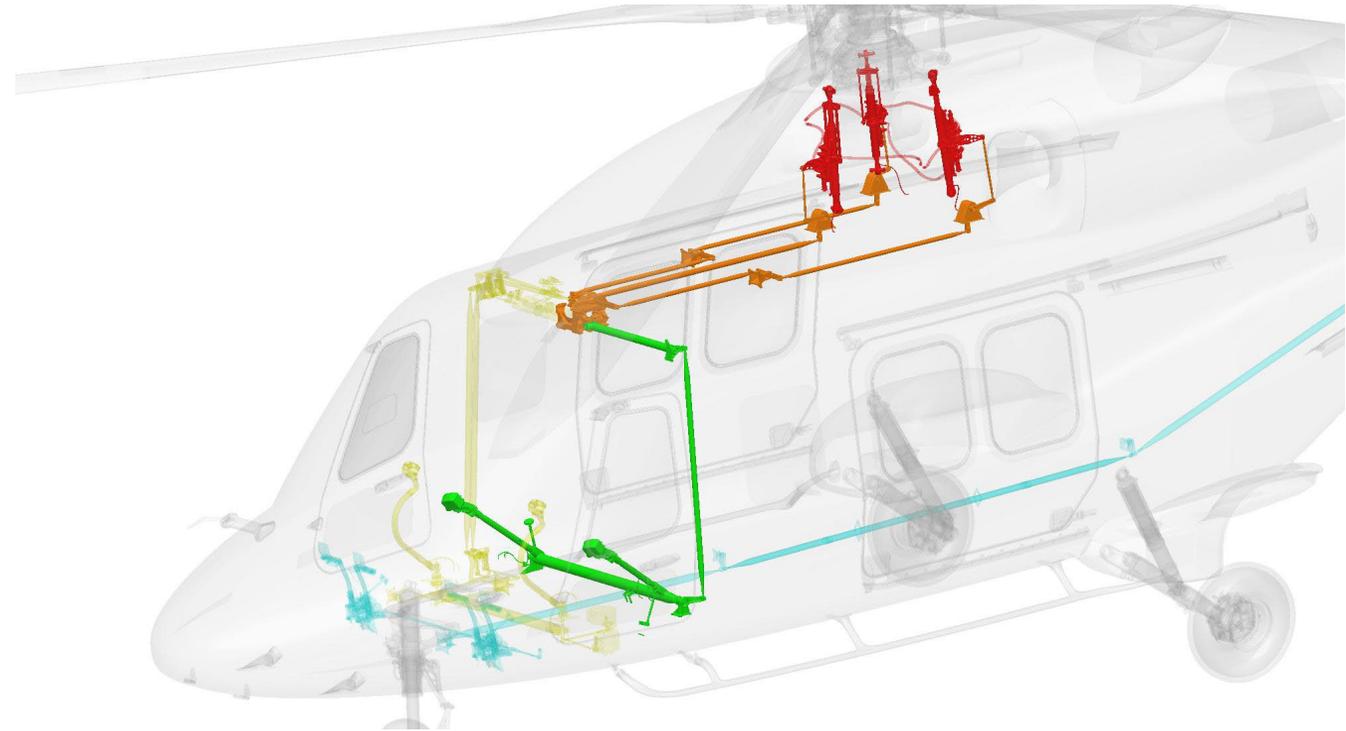


I Comandi di Volo

Il Collettivo

La leva a sinistra del sedile del pilota si chiama "passo collettivo". Sollevandola, si aumenta l'angolo delle pale del rotore, aumentando così la portanza e **sollevando l'elicottero**. Tuttavia, ciò aumenta anche la resistenza e riduce il numero di giri del rotore e del motore (RPM).

Per mantenere costanti gli RPM, è necessaria una coordinazione tra il gas e il passo collettivo. La manetta, montata sulla leva del passo collettivo, serve a regolare la potenza: ruotandola a sinistra si aumenta la potenza, ruotandola a destra si diminuisce. Sugli elicotteri moderni, un sistema chiamato "governor" regola automaticamente gli RPM e la potenza.

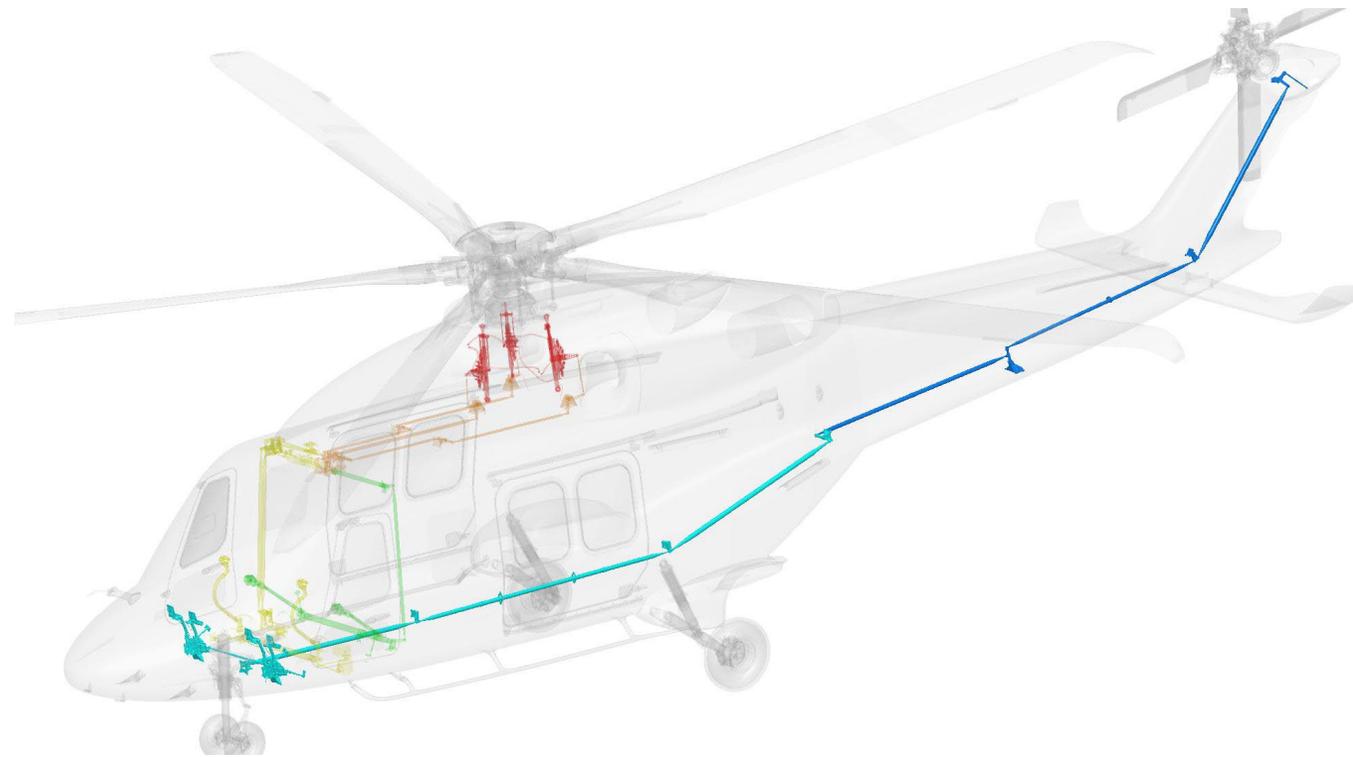


I Comandi di Volo

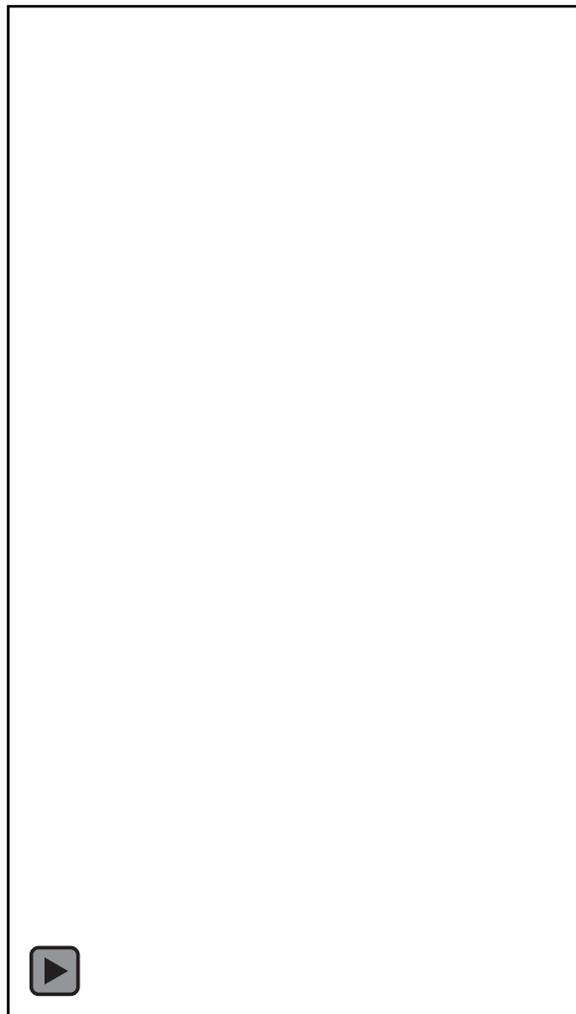
La pedaliera

Per compensare la coppia di reazione prodotta dal motore, l'elicottero è dotato di un **rotore di coda**. Questo rotore viene controllato dal pilota tramite la **pedaliera**. Quando il pilota aumenta la potenza, l'elicottero tende a ruotare verso destra, mentre diminuisce la potenza, l'elicottero tende a ruotare verso sinistra (per un rotore che gira in senso antiorario).

Per mantenere l'elicottero allineato, il pilota preme il pedale sinistro quando aumenta la potenza e il pedale destro quando la riduce. La pedaliera è collegata al meccanismo che cambia l'angolo delle pale del rotore di coda, permettendo al pilota di controllare la direzione della prua dell'elicottero.



I Comandi di Volo



Credit: **@bzig4929**
Helicopter flight control (Youtube)

APPLICAZIONI AL SERVIZIO DELLA SOCIETA' CIVILE



Soluzioni per il mercato civile

La flessibilità dell'elicottero permette di essere la soluzione ideale per un'ampia gamma di missioni dove la capacità di volare a punto di fisso e di operare da piazzole è cruciale per lo svolgimento delle attività richieste

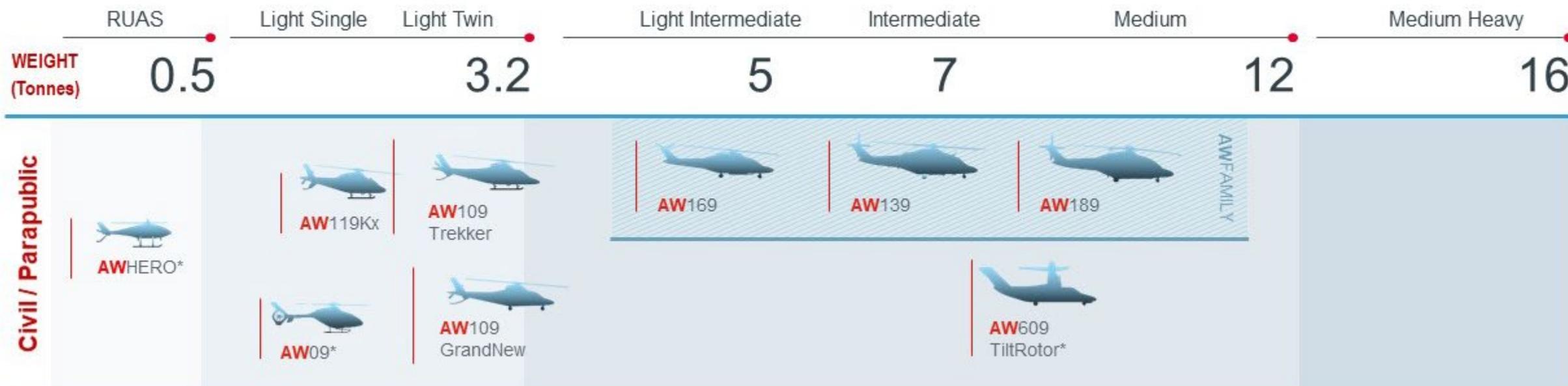
The image displays six mission categories for helicopters, each with a representative icon and photograph:

- EXECUTIVE AND PRIVATE TRANSPORT:** Represented by a briefcase icon and a photograph of a red helicopter flying over a blue sea.
- MEDICAL & RESCUE SERVICES:** Represented by a medical symbol icon and a photograph of a yellow and red rescue helicopter in a mountainous area.
- UTILITY:** Represented by a flame icon and a photograph of a helicopter carrying a large white cargo pod.
- ENERGY SERVICES:** Represented by a wind turbine icon and a photograph of a helicopter on a helipad.
- SECURITY SERVICES:** Represented by a shield icon and a photograph of a military-style helicopter in flight.

Gamma Prodotti



AWFamily



AW09



MGW: 2,850 kg
 MAX RANGE: 800 km
 MAX ENDURANCE: 5 hours
 Crew: 1 pilot, up to 8 passengers

Single Engine

AW109 Grandnew



MGW: 3,175 kg
 MAX RANGE: (1)* 833 km / (B) 681 km
 MAX ENDURANCE: (1)* 4 h 22 min / (B) 3 h 34 min
 Crew: 1/2 pilots, up to 6 passengers

AW169



MGW Wheeled version: 4,600 kg / IGW 4,800 kg
 MAX RANGE: (1) 785 km
 MAX ENDURANCE: (1) 4 h 14 min
 Crew: 1/2 pilots, up to 10 passengers

AW119KX



MGW Internal loads: 2,850 kg
 MGW External loads: 3,150 kg
 MAX RANGE: (1)* 945 km / (E) 763 km
 MAX ENDURANCE: (1)* 5 h 16 min / (B) 4 h 14 min
 Crew: 1/2 pilots, up to 6 passengers

Single Engine

AW109 Trekker



MGW: 3,175 kg
 MAX RANGE: (1)* 828 km / (B) 678 km
 MAX ENDURANCE: (1)* 4 h 19 min / (B) 3 h 32 min
 Crew: 1/2 pilots, up to 6 passengers

MISSIONS

-  Passenger Transport
-  Energy
-  Medical and Rescue Services
-  Security Services
-  Utility

MGW: MAX GROSS WEIGHT
IGW: MAX GROSS WEIGHT INCREASED (Available as an optional kit)
(1) @5,000 FT, ISA, MGW
(A) With stretcher installed
(B) EMS/SAR
 * With auxiliary fuel tanks - no reserve



AW139



MGW: 6,400 kg / IGW 6,800 - 7,000 kg
 MAX RANGE: (1)* 1,187 km
 MAX ENDURANCE: (1)* 5 h 38 min
 Crew: 1/2 pilots, up to 15 passengers

AW189



MGW: 8,300 kg / IGW and AW189K version 8,600 kg
 MAX RANGE: (1) (C) ** 1,043 km / MAX ENDURANCE (1) (C) ** 5 h 15 min
 MAX RANGE: (1) (D) ** 939 km / MAX ENDURANCE (1) (D) ** 4 h 41 min
 Crew: 1/2 pilots, up to 19 passengers

AW609 TiltRotor



MGW: 8 tonnes class
 MAX RANGE: 1,389/1,852* km
 SERVICE CEILING: (ISA) 7,620 m
 Crew: 2 pilots, up to 9 passengers

MISSIONS

-  Passenger Transport
-  Energy
-  Medical and Rescue Services
-  Security Services
-  Utility

- MGW:** MAX GROSS WEIGHT
IGW: MAX GROSS WEIGHT INCREASED (Available as an optional kit)
- (1)** @5,000 FT, ISA, MGW
(C) General Electric CT7-2E1
(D) Safran Aneto-1K
 * With auxiliary fuel tanks - no reserve
 ** With standard and transversal aux fuel tanks - no reserve

AGUSTA

a Leonardo brand

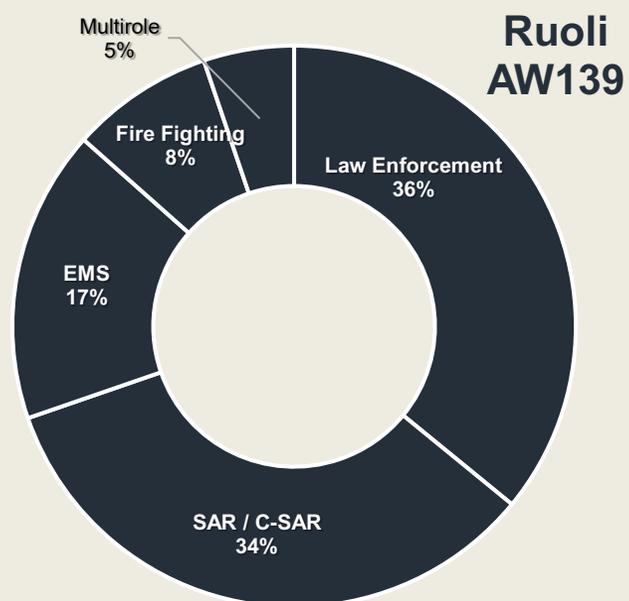
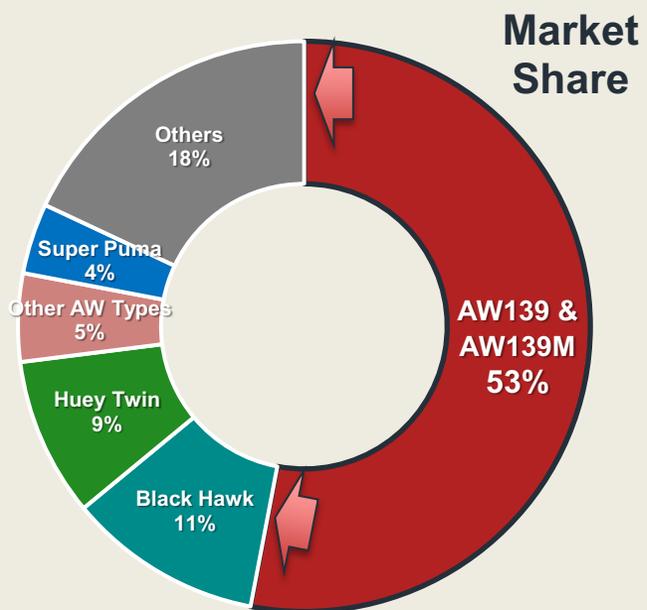




AW139 nel mercato globale per il settore delle emergenze sanitarie

SICUREZZA, PERFORMANCE ED EFFICACIA NEL VOLO

Indicatori di mercato nei Servizi per le Emergenze



Servizi per le Emergenze

FLOTTA GLOBALE



500+ Macchine

In **44** Paesi
Civili e Militari



1+ Million

Ore di volo



53%

Quote di mercato



Soccorso (SAR)



Verricello e dotazioni specifiche per operazioni soccorso in mare o ambiente alpino

Eliambulanza (EMS)



In grado di operare in qualsiasi ambiente, dotazione di **apparecchiature medicali**, anche per terapia intensiva o neonatale, **barelle** per evacuazione e **biocontenimento**



Parapubblico: Antincendio

Operazioni antincendio, effettuate con serbatoi ventrali o benne.



Pubblica Sicurezza



Tecnologie dedicate alla pubblica sicurezza, con capacità di visione termica e illuminazione notturna, riconoscimento targhe, inserimento gruppi intervento speciali, secondarie capacità di evacuazione medica







Trasporto, allestimenti VIP



AW189 VIP



Insonorizzazione



Visione
panoramica



Controllo
vibrazioni



Riduzione vibrazioni
del rotore



Riduzione del rumore
interno ed esterno





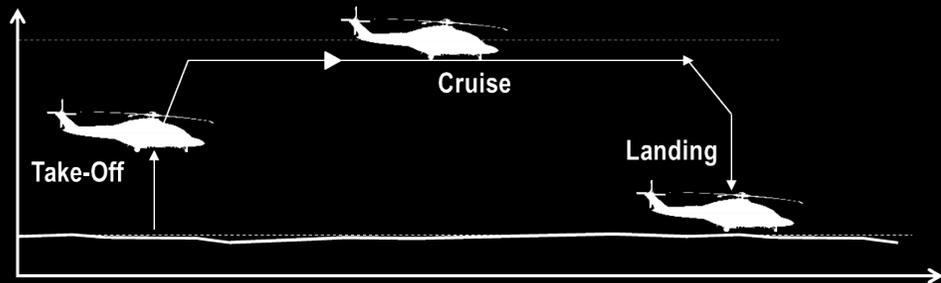
A AW189

MAXIMUM FLIGHT RANGE @ISA+20

FLIGHT DATA

Crew	2 Pilots (90 kg each)
Passengers	8 Passengers (90 kg each)
Take-Off	0 ft, OAT 35°C CAT. A – Clear Area Procedure
Cruise	5,000 ft, OAT 25°C Best Range Velocity: 135 kt
Reserve	30 minutes Best Endurance Velocity: 80 kt
Range	8 Passengers – 420 NM

FLIGHT PROFILE



Il nostro piano di sostenibilità è la chiave della nostra strategia aziendale

Include obiettivi concreti per creare un ecosistema dell'aviazione più sostenibile e un maggiore coinvolgimento con le parti interessate.

- **Sustainable Aviation Fuel (SAF)**
Adottare progressivamente $\leq 50\%$ di SAF nei nostri prototipi e investigare l'uso futuro del 100% di SAF
- **Digital & Sustainability**
Migliorare l'efficienza, ridurre gli sprechi e le emissioni attraverso strumenti come i Digital twins (gemelli digitali), la fabbrica digitale e i servizi digitali e la formazione.
- **Lifecycle Assessment (LCA)**
Mappare l'impronta ambientale dei nostri prodotti e servizi per definire una roadmap di decarbonizzazione
- **Science based targets initiative**
Raggiungere obiettivi ambiziosi per ridurre le emissioni dei nostri processi interni, della nostra catena di approvvigionamento e delle operazioni.





THANK YOU
FOR YOUR ATTENTION

leonardo.com

