

POLITÉCNICA

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID

[www.upm.es](http://www.upm.es)



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID

Escuela Universitaria de  
Ingeniería Técnica Aeronáutica

# HELICÓPTEROS

Profesores: *Miguel A. Barcala Montejano*  
*Ángel A. Rodríguez Sevillano*

POLITÉCNICA



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID**

**Escuela Universitaria de  
Ingeniería Técnica Aeronáutica**

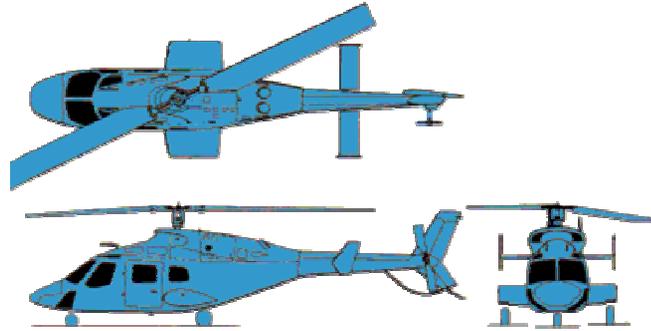
**DESCRIPCIÓN Y  
TIPOS**

**POLITÉCNICA**





# HELICÓPTEROS

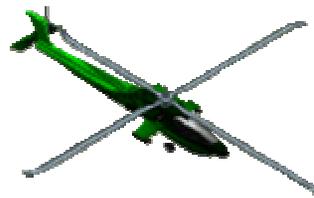
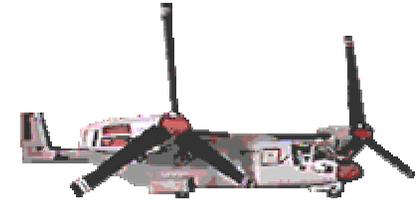


- Aeronaves de alas giratorias.
- Introducción al Helicóptero.
- Definición y Tipos de Helicópteros.



# Introducción al Helicóptero

- Aeronaves de Alas Rotatorias
- ¿Que es un helicóptero?
- Tipos Helicópteros





## ¿Distintos tipos de Aeronaves de Alas Giratorias?

### Preguntas para definir las

¿Es una aeronave cuyas alas giran alrededor de un eje (rotor)?

¿La sustentación la proporciona un rotor, compuesto por palas que giran alrededor de su eje?

¿Las palas del rotor giran por acción de una fuente de potencia?

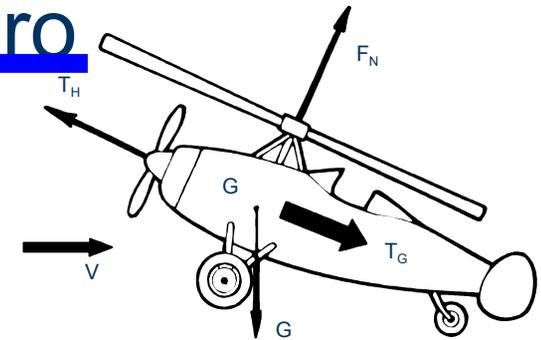
¿El desplazamiento horizontal lo proporciona el rotor?

Como consecuencia de lo anterior. ¿ Es una aeronave de despegue vertical?

## ¿Distintos tipos de Aeronaves de Alas Giratorias?



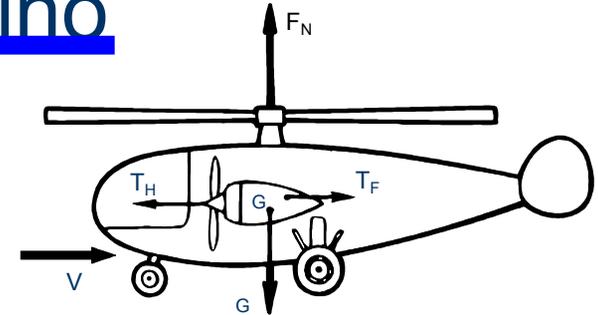
## Autogiro



- La sustentación la proporciona el rotor.
- Las palas del rotor giran por la acción de las fuerzas aerodinámicas.
- El desplazamiento horizontal lo proporciona una fuente de potencia convencional.
- El despegue y aterrizaje no puede ser vertical.



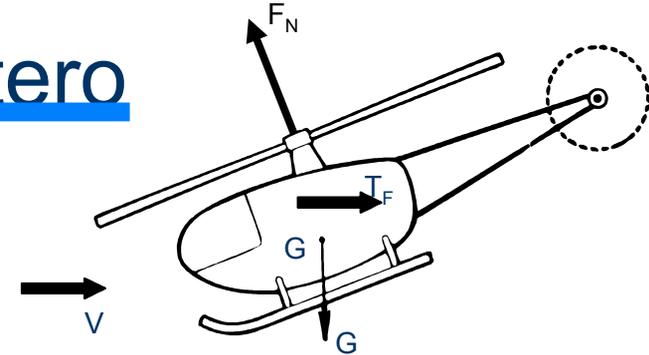
## Girodino



- La sustentación la proporciona el rotor.
- Las palas del rotor giran por la acción de una fuente de potencia.
- El desplazamiento horizontal lo proporciona una fuente de potencia convencional.
- El despegue y aterrizaje sí es vertical.



## Helicóptero



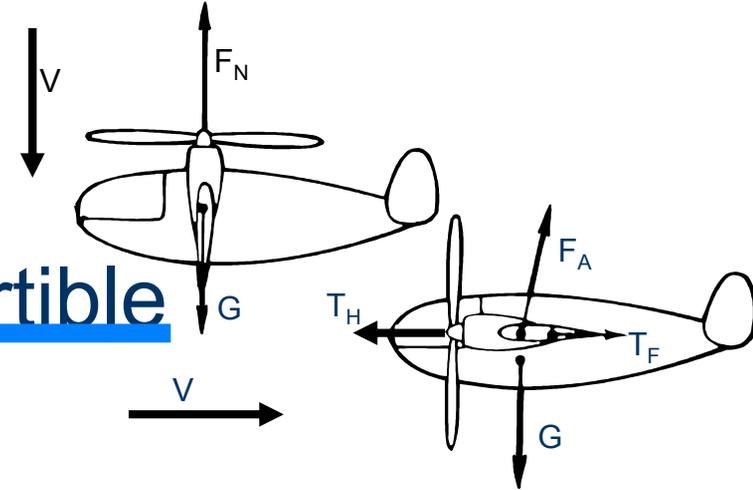
- La sustentación la proporciona el rotor.
- Las palas del rotor giran por la acción de una fuente de potencia.
- El desplazamiento horizontal lo proporciona el mismo rotor.
- El despegue y aterrizaje sí es vertical.



Aeronaves de alas giratorias

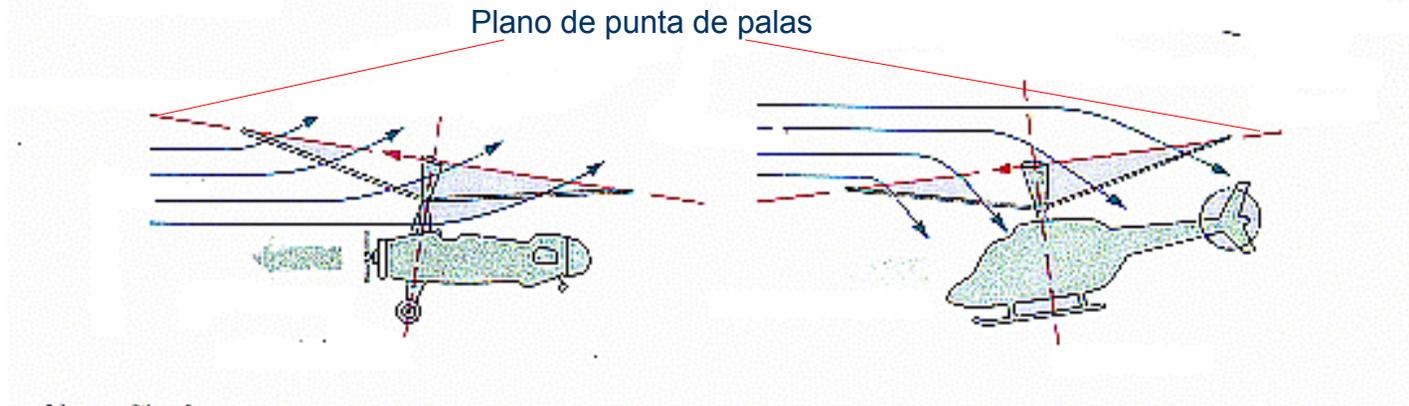


Convertible



- Es una aeronave de alas giratorias en la operación de aterrizaje y despegue.
- Es una aeronave convencional en la operación de vuelo horizontal

## Helicóptero , Autogiro



El autogiro es un aeroplano, que se desplaza hacia adelante por el efecto de un motor de hélice y la sustentación la producen unas alas rotatorias, ellas giran porque la resultante de las fuerzas aerodinámicas es siempre hacia adelante del eje de rotación, haciendo que el rotor se incline hacia atrás, entrando el aire al rotor por debajo.

El helicóptero es totalmente diferente. Aquí el rotor suministra la propulsión así como la sustentación, y el rotor está ligeramente inclinado hacia adelante. La resultante de las fuerzas aerodinámicas es hacia atrás y se necesita mucha potencia para mantener girando el rotor. El aire le entra al rotor por encima.



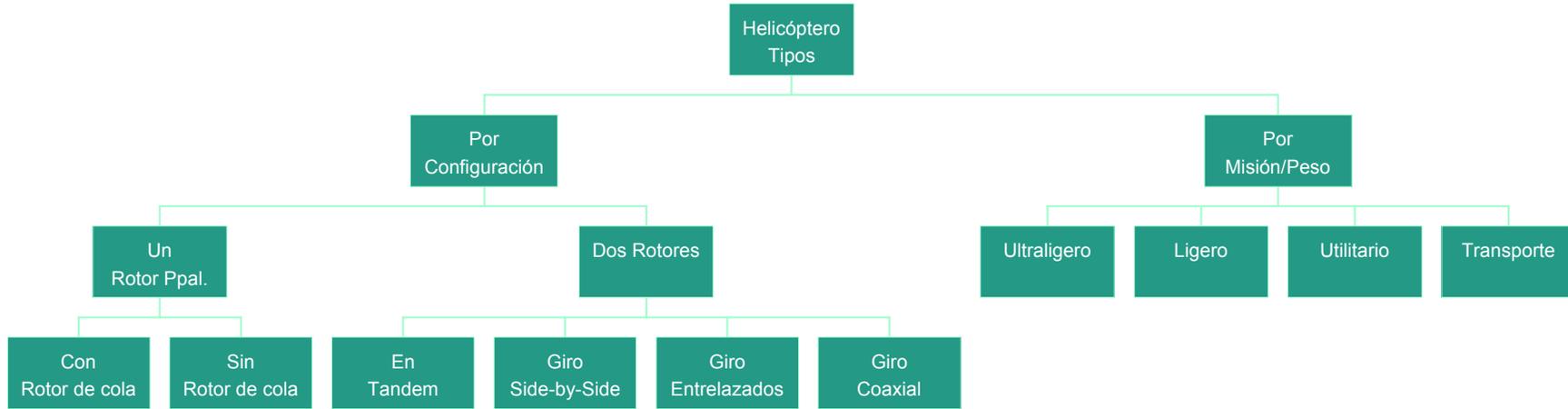
## ¿Qué es un Helicóptero?

Un helicóptero es una aeronave de alas giratorias (rotor) más pesada que el aire. Cuyo rotor gira por la acción de una fuente de potencia. Generando el rotor movimiento y sustentación. Y por tanto es una aeronave de despegue y aterrizaje vertical.



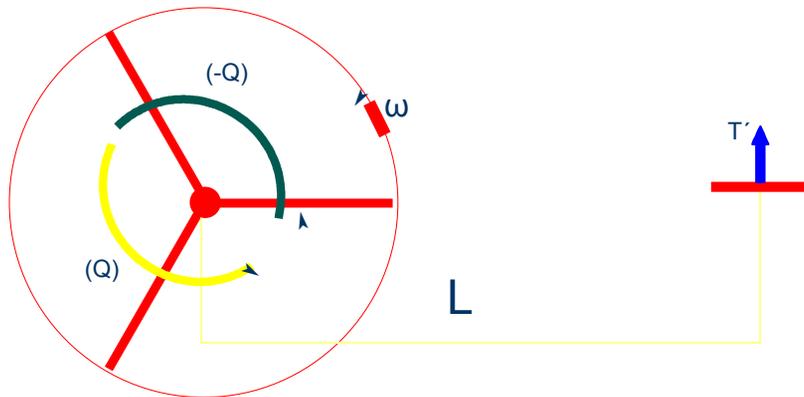


Aeronaves de alas giratorias





## Rotor Principal; ¿Por qué Rotor de cola ?



$\omega$  → Velocidad de rotación

$Q$  → Par Motor

$-Q$  → Momento de reacción Fuselaje

$T'$  → Empuje rotor de cola

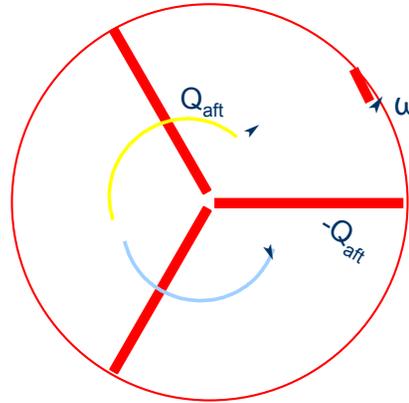
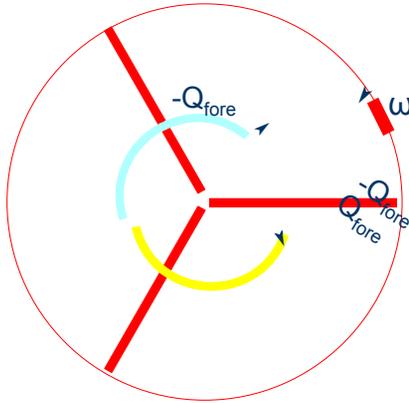
$L$  → distancia entre rotor ppal & de cola

Al conducir el rotor principal en el sentido de giro, por aplicación de un momento al eje del rotor, automáticamente aparece un momento contrario que hace que el fuselaje se mueva en sentido contrario. Para prevenir esto se añade un rotor de cola movido por el mismo motor que el rotor ppal. cuya tracción es:

$$-Q + T' \times L = 0$$



## Tipo de Helicópteros. Por Configuración



$-Q_{fore}$  → Par de Reacción por rotor delantero

$-Q_{aft}$  → Par de Reacción por rotor trasero

$Q_{frw}$  → Par Motor al rotor delantero

$Q_{aft}$  → Par Motor al rotor trasero

Los dos rotores se mueven en el mismo sentido, por aplicación de potencia a los ejes, automáticamente aparecen dos momentos de reacción opuestos sobre el fuselaje, y como:

$$Q_{fore} = Q_{aft}$$

no es necesario la existencia de ningún sistema que contrarreste el par motor.



# Un Rotor principal con Rotor de cola

Rotor principal

Rotor de cola



Sikorski 60 (SH-3D)



## Un rotor principal; Sin rotor de Cola

Tecnología NOTAR



Rotor Principal

MD 500 NOTAR



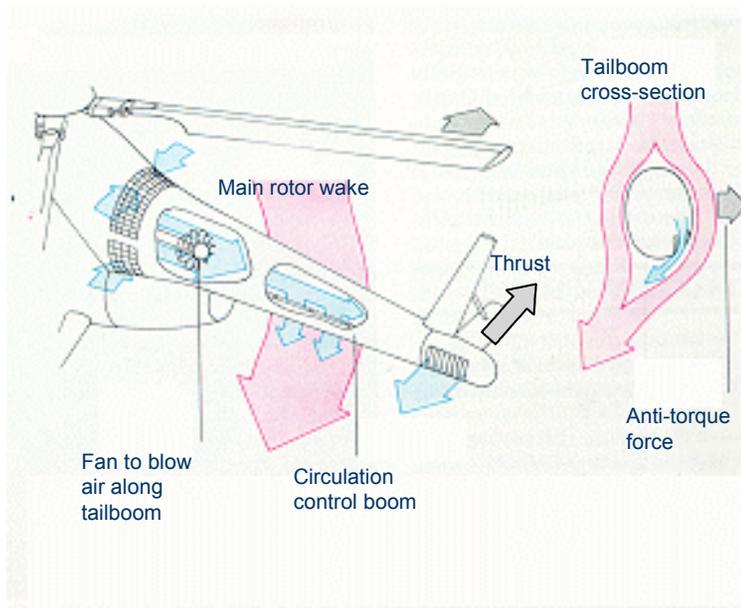
# TECNOLOGÍA NOTAR



¿Qué es tecnología NOTAR?

$L$  → distancia rotor ppal. & area control Circulation

$L'$  → distancia rotor ppal. & Tracción de cola



$F_{M-E}$  → Fuerza, efecto Magnus

$T'$  → Tracción de cola

$-Q$  → Par de reacción del Fuselaje

$$0 = -Q + T' \times l' + F_{M-E} \times l$$



## Tipo de Helicópteros. Por Configuración

# Dos rotores ➤ Twin Tandem

Rotor trasero



Rotor delantero

Boeing-Vertol 107



## Dos Rotores ➤ Twin Side-by-side (Lado a Lado)



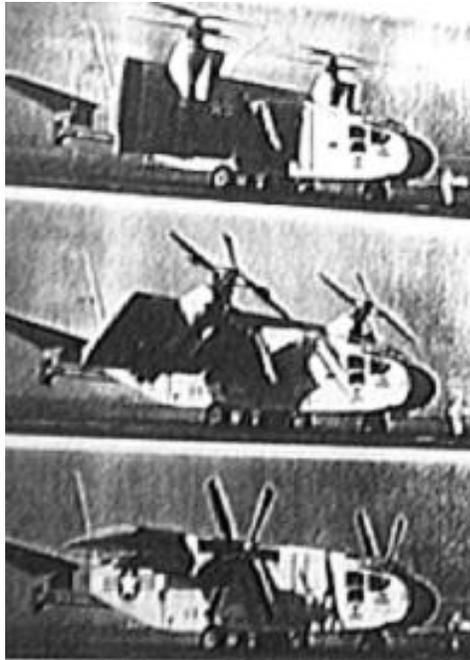
Platt-Le Page Aircraft Co.  
XR - 1 (1944)



Mil Mi-12



## Dos Rotores side-by-side ➤ Tiltrotor (1) (Convertible)



1959 : Hiller X-18 t

World's first transport-size  
VTOL aircraft



1964 : Vought-Hiller-Ryan XC-142

Designed from the X-18, was the winner of a contract for a tri-service VTOL transport plane. With a max weight of 19000 Kg and a top speed of 690 Km/h remains the largest VTOL aircraft ever to fly until the development of the V-22 Osprey. Only 5 units were built



## Dos Rotores side-by-side ➤ Tiltrotor (2)



Dryden Flight Research Center EC80-13848 Photographed 1980  
XV-15 Tilt Rotor

### Bell V-15



### Bell - Boeing V-22



Engines: 2 \* Allison T406-AD-400  
Speed in Helicopter mode : 185 km/h  
Speed in Airplane mode : 638 Km/h  
Rate of climb: Max: 707 m/min  
Service Ceiling: 7925 m  
Range: 953 km  
Weight: Empty: 14800 kg  
Weight Max: 27442 Kg  
Max Internal Payload: 9072 Kg  
Cargo hook capacity: 4500 Kg  
Width: 25.55 m  
Length: 19.09 m  
Height: 6.63 m  
Rotor Span: 11.58 m  
Disc Area: 105.36 m<sup>2</sup> each

**First Flight : March 19, 1989**



## Two Rotor ➤ Twin intermeshing, (entrelazados)



K - HH - 43



## Dos Rotores ➤ Twin Coaxial

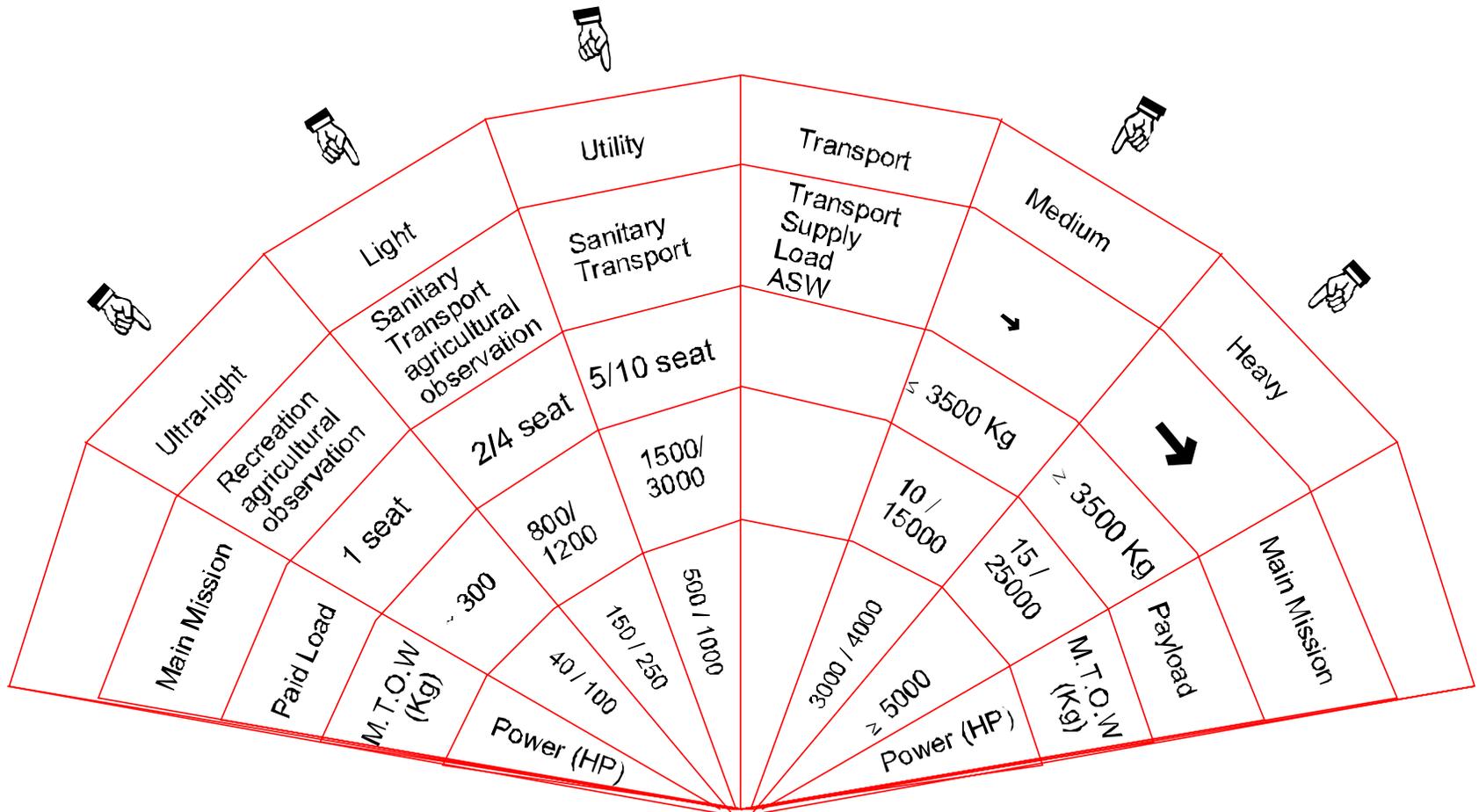


Kamov KA - 50

Los Rotores giran en oposición y el rotor de cola no es necesario



## Tipo de Helicópteros. Por Configuración





## Ultra - Light (Ultraligero)

U.A.V.



XH-20

It is powered with ram-jets mounted at the tips of the rotor blades. It had no tail rotor and weight 1.250 Newtons.

Rotor diameter: 8.18 m  
Length: 9.40 m  
Height: 2.67 m  
Weight: 480 kg  
Engine: 1 Avco Lycoming  
HIO-360 of 190 hp  
Speed: Max: 150 km/h  
Range: 370 km  
Service Ceiling: 3100 m



TH-55 / Hughes 300



## Tipo de Helicópteros. Por Misión y Peso

### Light (Ligero)

It Incorporates the  
Fenestron  
(enclosed tail rotor )



SA - 341 Gazelle

Load: 2 + 4  
Rotor diameter: 10.70 m  
Length: 10.91 m  
Height: 3.15 m  
Weight: 1288 kg - Max : 2500  
Engine: 2 Allison 250-C20 of 425 hp  
Speed: 230 km/h  
Range: 720 km  
Rate of climb: 456 m/min  
Service Ceiling: 2350 m  
Disc Area: 90 m<sup>2</sup>



AS 355 Ecureuil

First world's turbine  
helicopter to be produced  
Engine Turbomeca Astazau  
II of 530 hp



SA -3130 Alouette



## Tipo de Helicópteros. Por Misión y Peso

### Utility (Utilitario)



#### Agusta-Bell 212 H-1N

Load: 2 + 12  
Rotor diameter: 14.63 m  
Length: 17.46 m  
Height: 4.48 m  
Weight: 2882 kg - Max : 5080 Kg  
Engine: 2 Pratt&Whitney PT&T-3B 1300 hp  
Speed: 185 km/h  
Range: 437 km  
Rate of climb: 402 m/min  
Service Ceiling: 3960 m  
Disc Area: 168.11 m<sup>2</sup>

#### Agusta-Bell 204 UH-1B



Load: 1+9  
Rotor diameter: 14.63 m  
Length: 16.20 m  
Height: 4.48 m  
Weight: 1080 kg - Max : 2135 Kg  
Engine: 1 Lycoming T5311A  
Speed: 170 Km/h  
Range: 425 km  
Service Ceiling: OGE 1400 m; IGE 3150 m  
Disc Area: 168.11 m<sup>2</sup>



## Transporte Medio (1)

### Sikorski UH-60 (BlackHawk)



Crew: 3 + 11  
Engines: 2 x 1500 HP  
Speed: 265 km/h Max: 296  
Service Ceiling: 5790 m  
Range: 600 km  
Weight Empty: 4944 kg  
Weight Max: 9185  
Rotor Span: 16.36 m  
Length: 19.76 m  
Height: 5.13 m  
Disc Area: 210 m<sup>2</sup>

### EUROCOPTER NH-90



Crew: 2 + 20  
Engines: 2 \* 1830 HP  
turboshafts  
Speed : Max 300 km/h  
Rate of climb: 480 m/min  
Endurance: 5 h 30 min  
Weight Empty: 5400 kg  
Weight: Max: 8700  
Rotor Span: 16 m  
Length: 19 m  
Height: 5.5 m



## Transporte Medio (2)

Load: 2 + 21  
Rotor diameter: 15.60 m  
Length: 18.70 m  
Height: 4.92 m  
Weight 4200 kg  
Weight Max : 9000 Kg  
Engine: 2 x 1780 hp  
Speed: 280 km/h  
Range: 635 km  
Rate of climb: 528 m/min  
Service Ceiling: 4600 m  
Disc Area: 191 m<sup>2</sup>

Aerospaziale AS 332B Super Puma





## Transporte Pesado

Crew / Load: 2 up to 44

CH-47D :

Engines: 2 \* 3750 HP

Speed: 256 - 291 km/h

Range: Ferry: 2020 km

Service Ceiling: 4570 m

Weight Empty: 10475 kg

Weight Max: 22680 Kg

Rotor Span: 18.29 m

Length: 30.18 m

Height: 5.68 m

Disc Area: 525.34 m<sup>2</sup>



Boeing CH -47 Chinook

Crew: 2

Engines: 2 \* 4800 HP

Speed: 184 - 220 k/h

Range: Ferry: 500 km

Service Ceiling: OGE 2300 m IGE  
3650 m

Weight Empty: 4325 kg

Weight Max: 15000 Kg

Sikorski S - 64

Crane





# Fin

