



AERODINÁMICA

CLASE VI - FUERZAS AERODINÁMICAS

Objetivos

- ✓ Que el alumno comprenda las principales fuerzas aerodinámicas que actúan en un avión
- ✓ Que el alumno conozca las cualidades aerodinámicas de los diferentes perfiles

Reseña:

- ✓ Aerodinámica Práctica para pilotos comerciales, Jorge A. Prelooker
- ✓ https://www.faa.gov/regulations_policies/handbooks_manuals/aviation/phak/media/21_phak_glossary.pdf
- ✓ RAAC 91, ANAC

NOTAS

ISEAP

AERONAUTICAL ACADEMY

A diagram of a spiral notebook is positioned on the left side of the slide. The spiral is represented by a blue line that winds around three white circular pages. The pages are slightly offset from each other, creating a three-dimensional effect.

Fuerzas Aerodinámicas

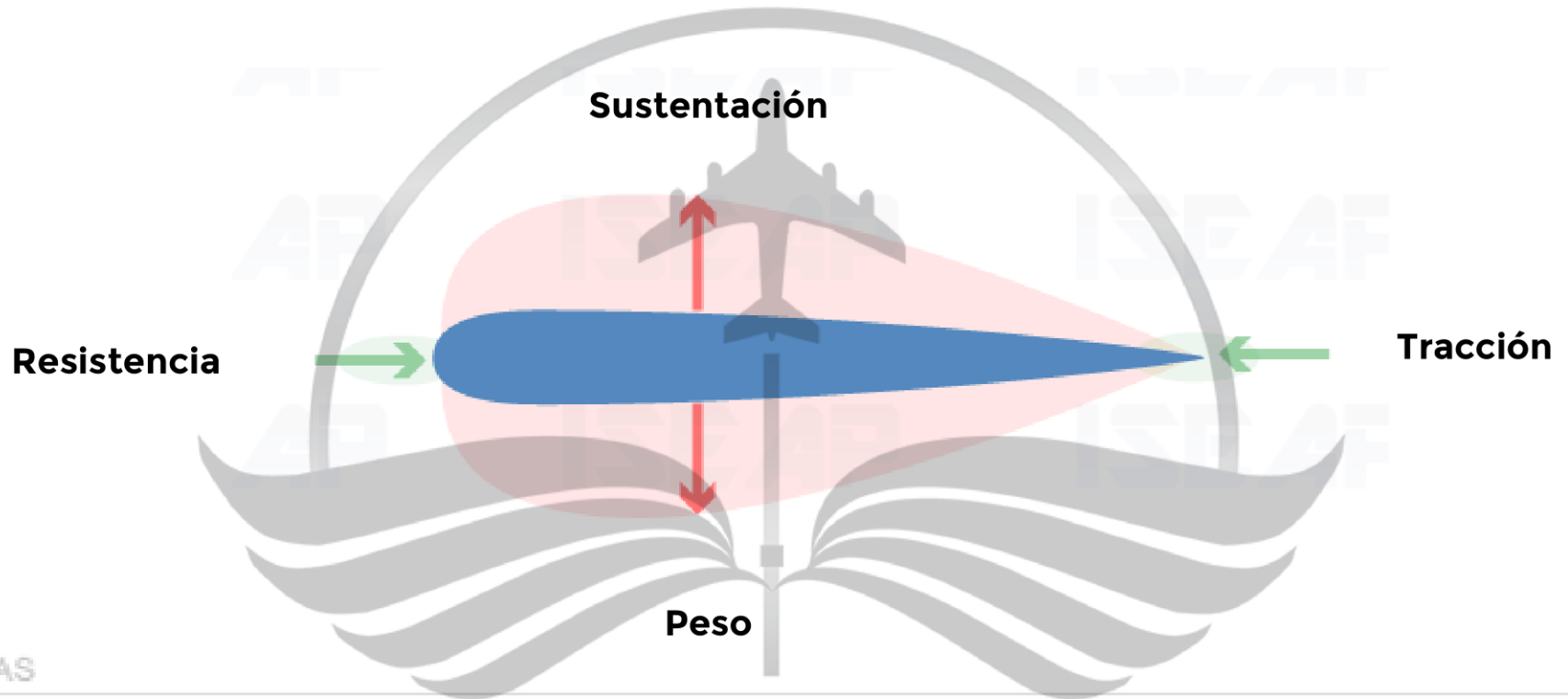
Cualidades aerodinámicas según perfiles

Reflexiones

NOTAS

ISEAP

AERONAUTICAL ACADEMY



NOTAS

ISEAP

AERONAUTICAL ACADEMY

Sustentación

- Es una de las fuerzas aerodinámicas que se genera por el paso de un fluido alrededor de un cuerpo sólido
- “Fuerzas en la dirección perpendicular a la corriente del aire”



NOTAS

ISEAP

AERONAUTICAL ACADEMY

Sustentación

- Fórmula de sustentación:

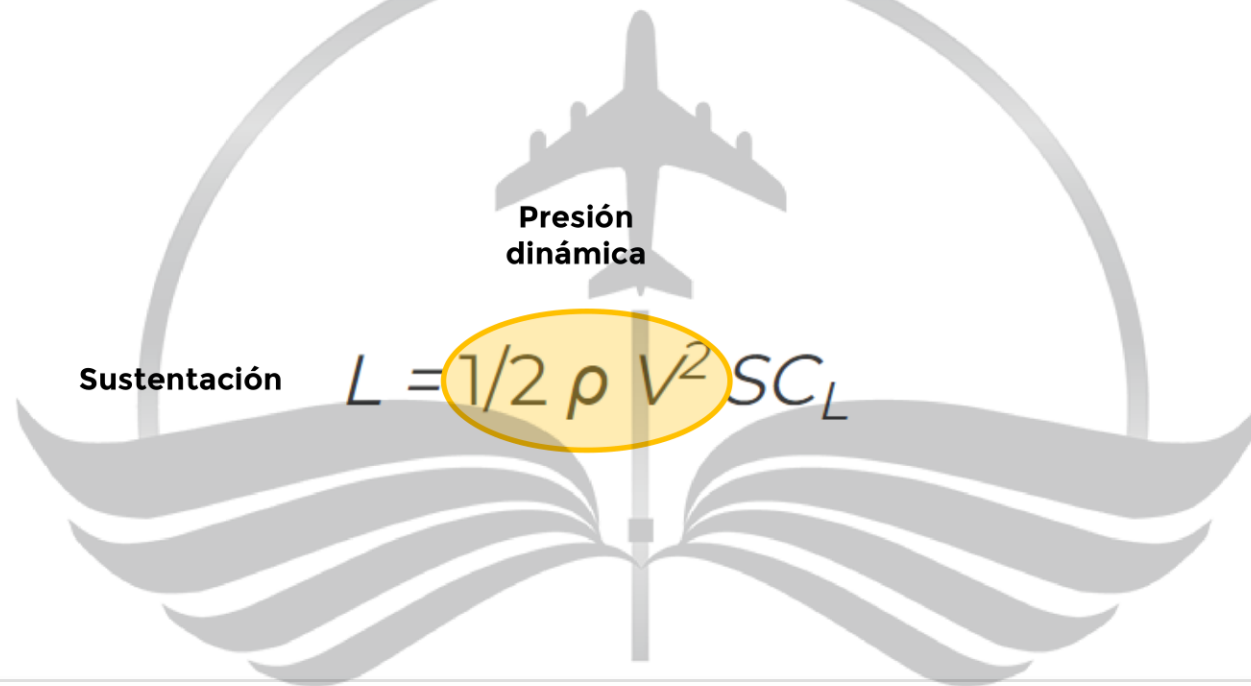
$$L = 1/2 \rho V^2 SC_L$$

NOTAS

ISEAP

AERONAUTICAL ACADEMY

Sustentación



NOTAS

ISEAP

AERONAUTICAL ACADEMY

Sustentación

Sustentación

$$L = 1/2 \rho V^2 S C_L$$

Superficie Alar

NOTAS

ISEAP

AERONAUTICAL ACADEMY

Sustentación

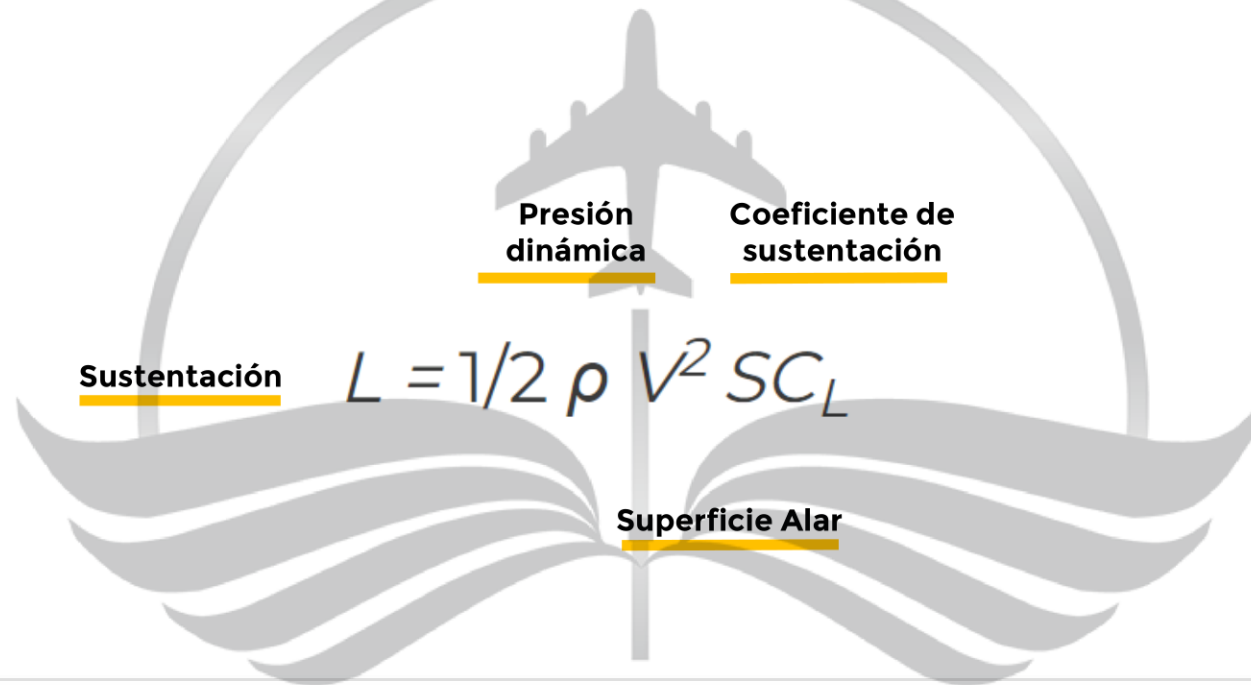


NOTAS

ISEAP

AERONAUTICAL ACADEMY

Sustentación



NOTAS

ISEAP

AERONAUTICAL ACADEMY

Sustentación

Herramientas del piloto

Acelerado
r

$$L = 1/2 \rho V^2 S C_L$$

Palanca

NOTAS

ISEAP

AERONAUTICAL ACADEMY

Resistencia

- “Fuerzas en la dirección de la corriente del aire”
- *De esta fuerza aerodinámica se desprende cuanta energía se requiere para mover una aeronaves*
- La **resistencia total** = *resistencia parásita + resistencia inducida*
- **Fórmula:**

$$D = 1/2 \cdot q \cdot V^2 \cdot C_D \cdot S$$

NOTAS

ISEAP

AERONAUTICAL ACADEMY

Resistencia parásita

- Fenómenos sobre la aeronave que no sustentación:*

Resistencia de forma

Resistencia de fricción

Resistencia de interferencia



NOTAS

ISEAP

AERONAUTICAL ACADEMY

Resistencia inducida

- *Producidas al generar sustentación*
- *Turbulencia de estela: Vórtice de punta de Ala*



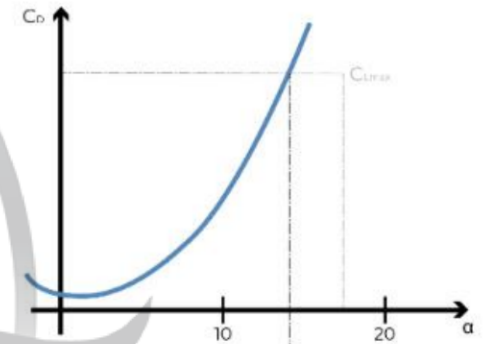
NOTAS

ISEAP

AERONAUTICAL ACADEMY

Resistencia inducida

- *Producidas al generar sustentación*
- ***Turbulencia de estela: Vórtice de punta de Ala***
- *A mayor α de ataque, mayor D_i*
- *A mayor velocidad, menor D_i*



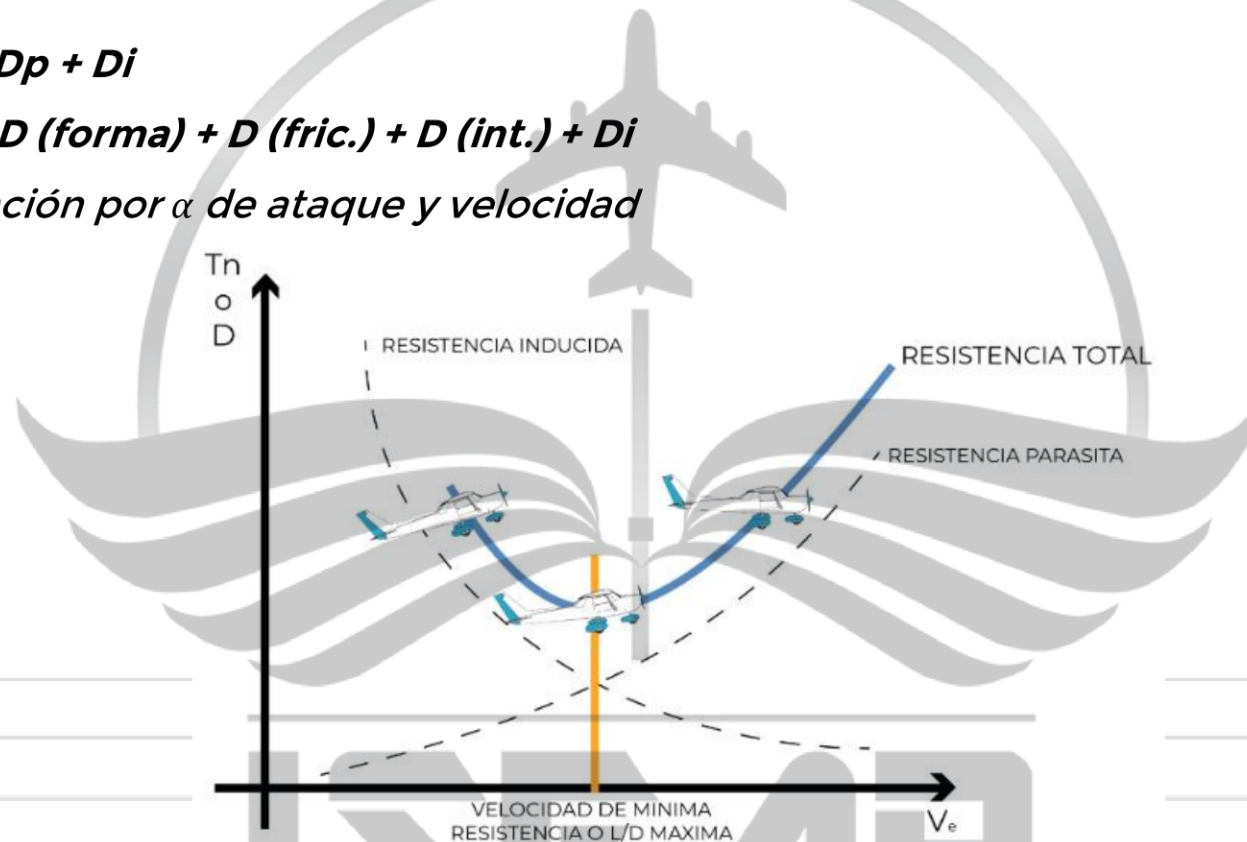
NOTAS

ISEAP

AERONAUTICAL ACADEMY

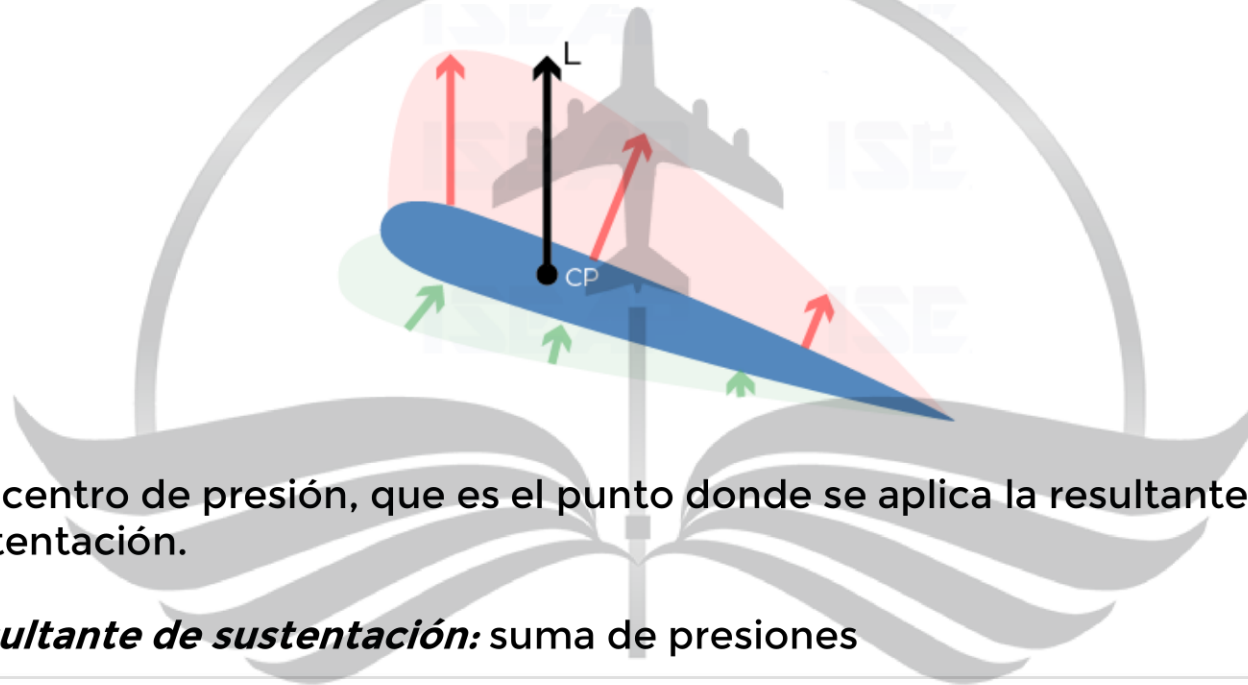
Resistencia Total

- $D_t = D_p + D_i$
- $D_t = D \text{ (forma)} + D \text{ (fric.)} + D \text{ (int.)} + D_i$
- Variación por α de ataque y velocidad



NOTAS

Resultante



- **CP:** centro de presión, que es el punto donde se aplica la resultante de sustentación.
- **Resultante de sustentación:** suma de presiones

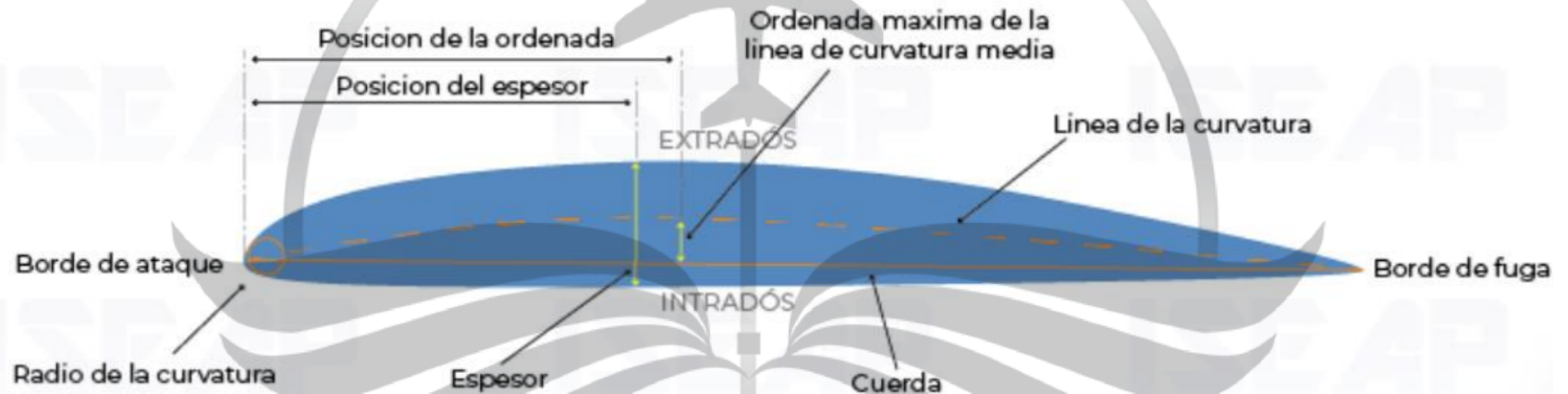
NOTAS

ISEAP

AERONAUTICAL ACADEMY

Forma de perfil alar

- Perfil: *“forma del área transversal de un ala”,*

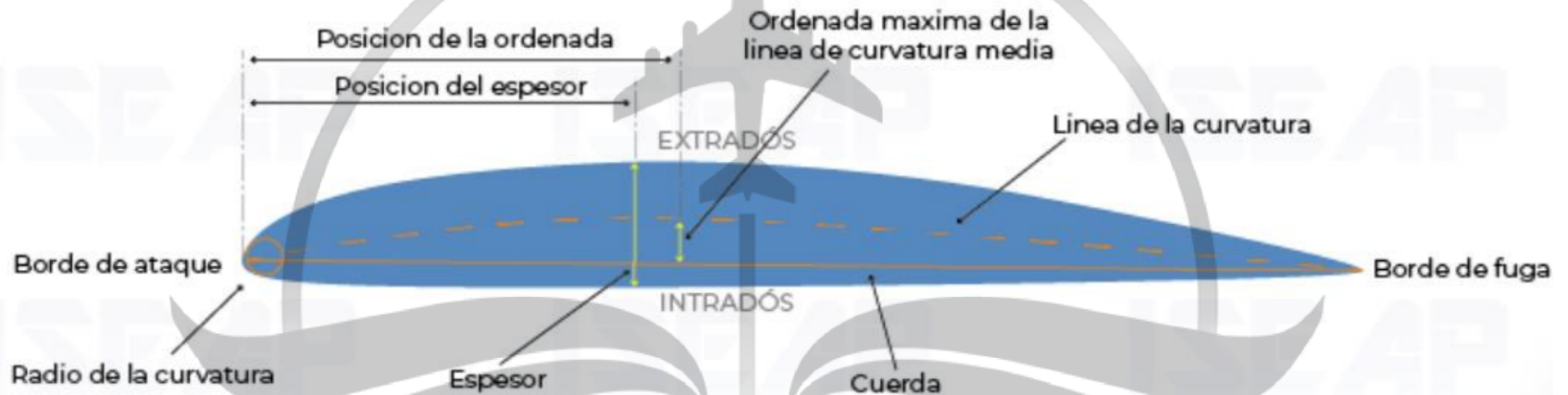


NOTAS

ISEAP

AERONAUTICAL ACADEMY

Forma de perfil alar



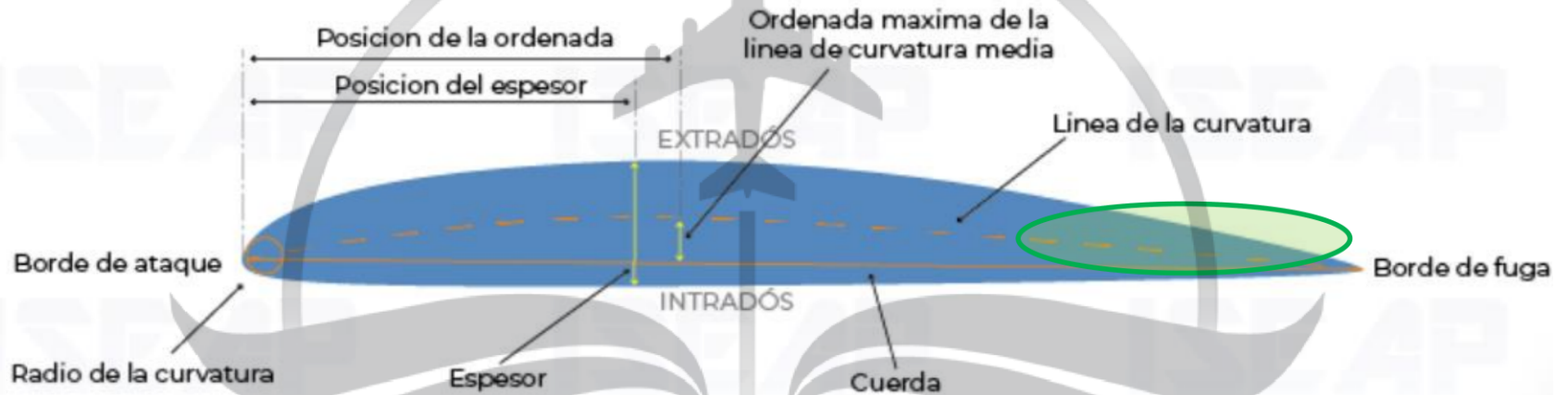
- **Cuerda:** línea que une el borde de ataque con el borde de fuga:

NOTAS

ISEAP

AERONAUTICAL ACADEMY

Forma de perfil alar



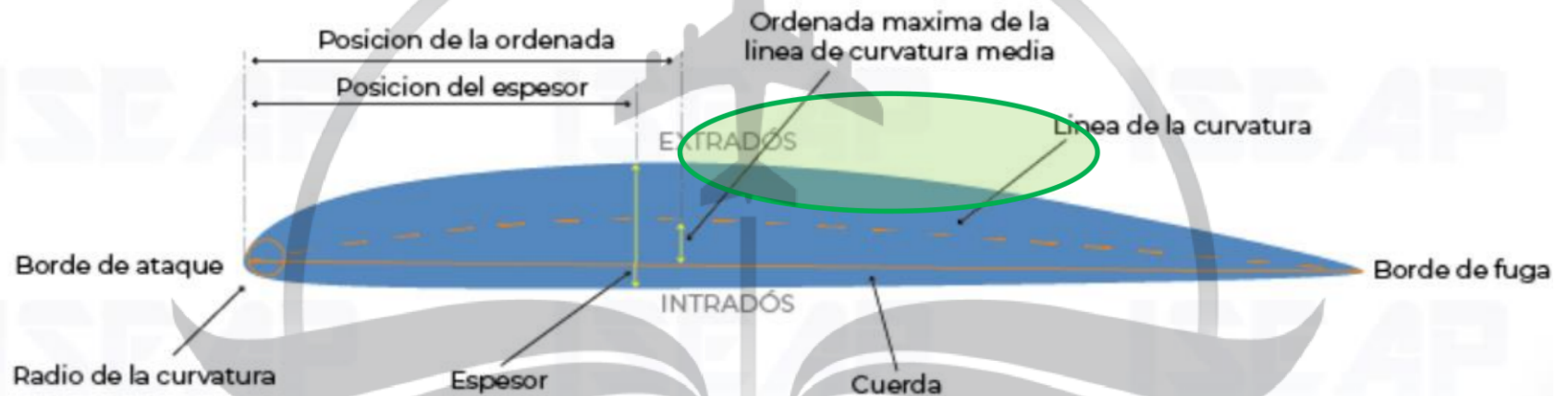
- **Línea de curvatura:** línea equidistante entre el intradós y extradós. Fija la curvatura del perfil

NOTAS

ISEAP

AERONAUTICAL ACADEMY

Forma de perfil alar



- **Ordenada máxima de la l.c.m.:** máxima distancia entre la curvatura media y la cuerda. Suele representarse en %

NOTAS

ISEAP

AERONAUTICAL ACADEMY

Forma de perfil alar



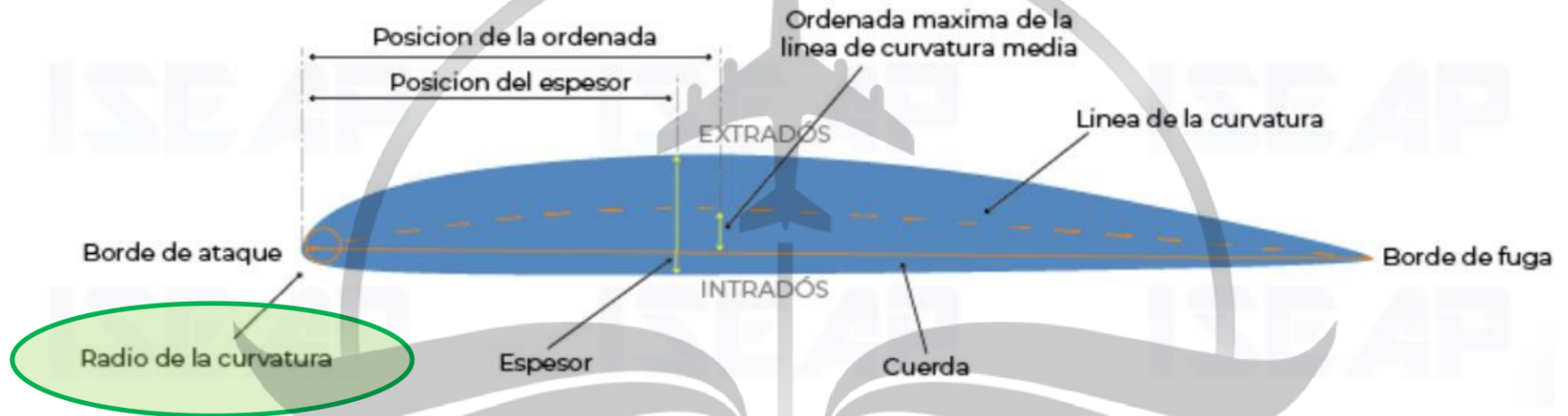
- **Espesor y posición máximo:** varía entre 3% (delgados) y 18% (gruesos)

NOTAS

ISEAP

AERONAUTICAL ACADEMY

Forma de perfil alar



- **Radio de curvatura:** define la forma del borde de ataque.
Línea tangente define el inicio de la curvatura media.
Tiene efectos muy importantes en las características de la pérdida

NOTAS

ISEAP

AERONAUTICAL ACADEMY

Forma de perfil alar

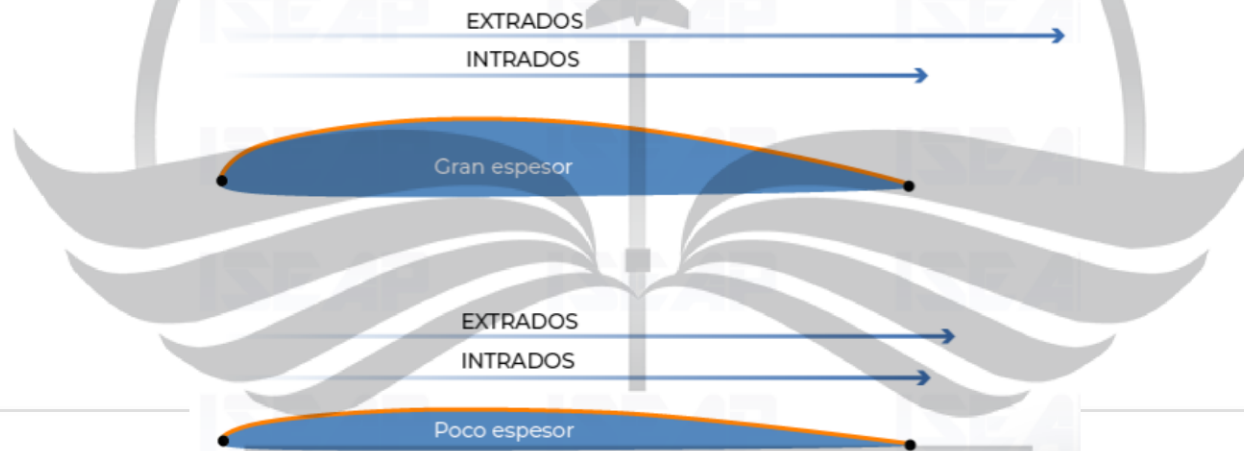
- **Perfil alar:**

La sustentación depende de la forma

Diferencia entre el extradós e intradós

Estrechamiento = +vel. fluido - presión

Perfiles con mayor espesor = mayor sustentación



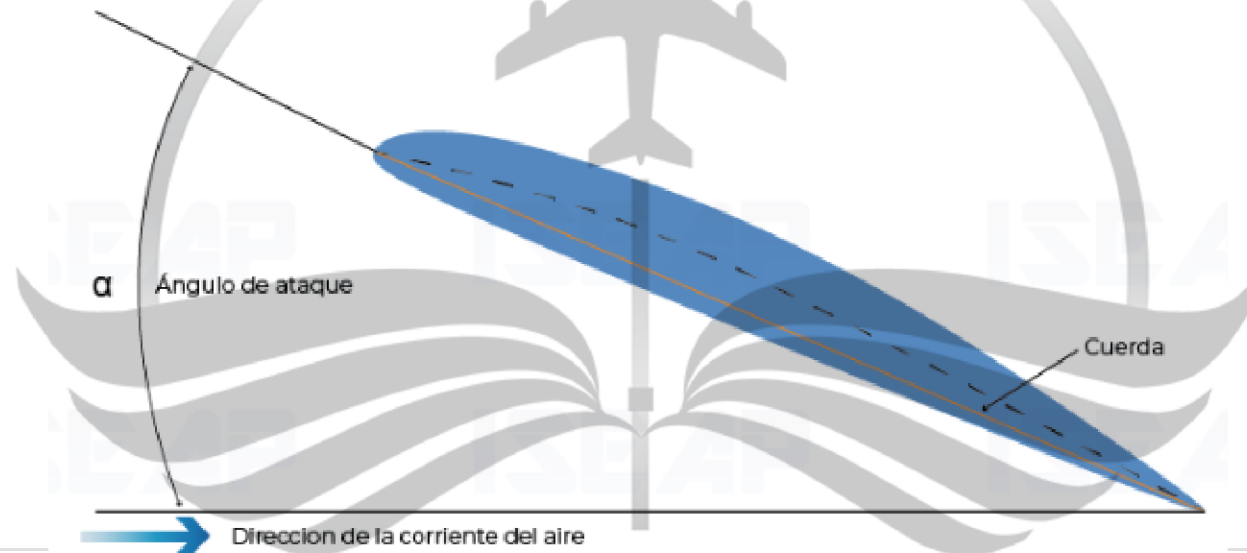
NOTAS

ISEAP

AERONAUTICAL ACADEMY

Ángulo de ataque

- **Ángulo de ataque:** ángulo entre la cuerda y el viento relativo o corriente libre del aire



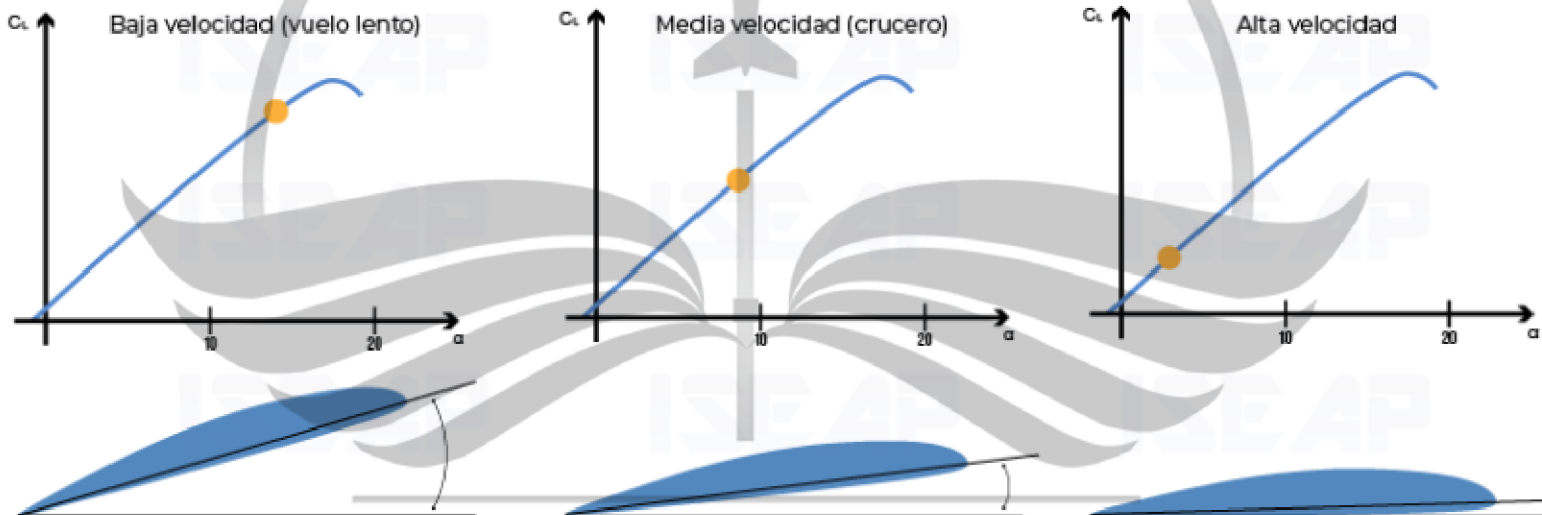
NOTAS

ISEAP

AERONAUTICAL ACADEMY

Ángulo de ataque

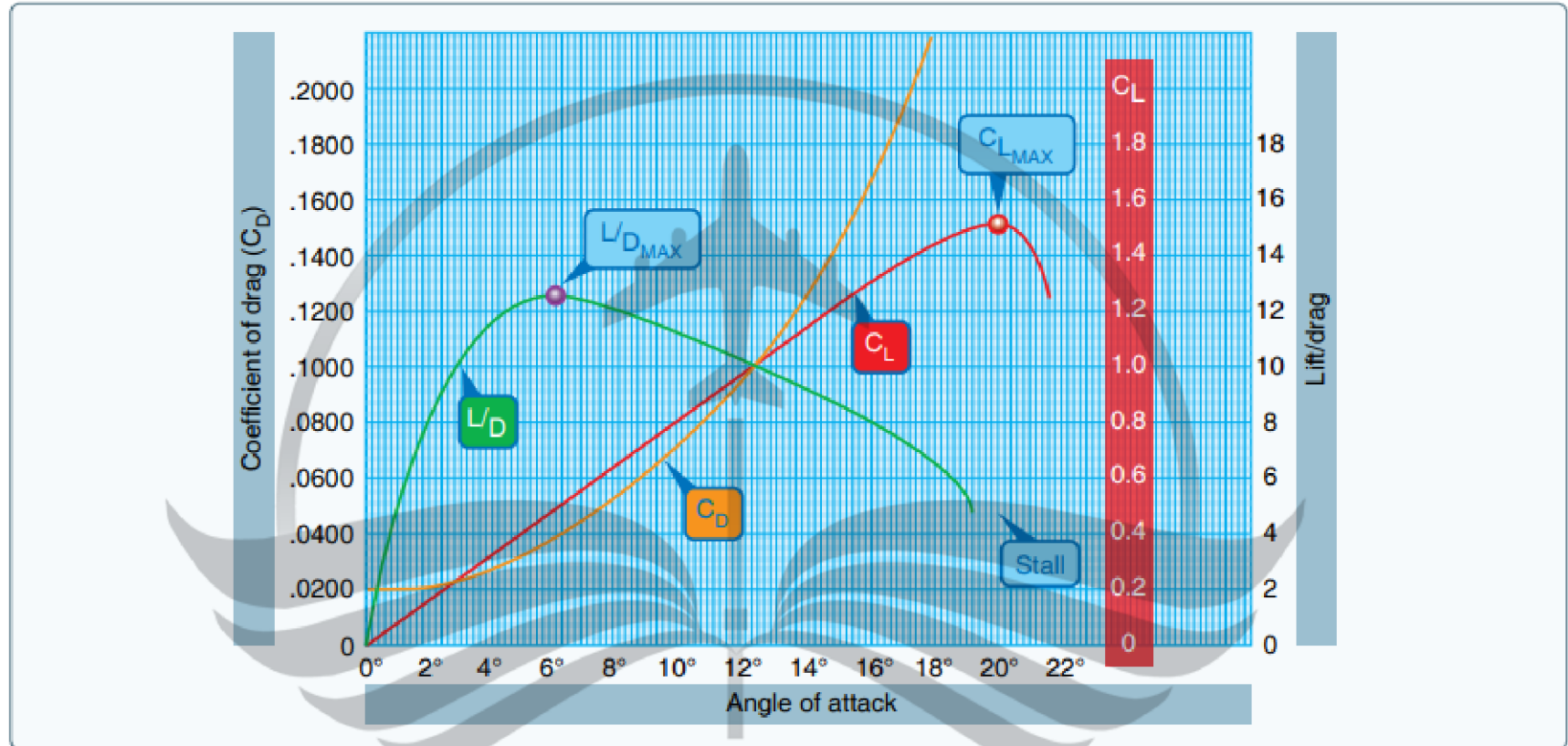
- A mayor ángulo de ataque, CP se desplaza hacia adelante (presiones negativas)
- *“A mayor ángulo de ataque, mayor sustentación”*



NOTAS

ISEAP

AERONAUTICAL ACADEMY

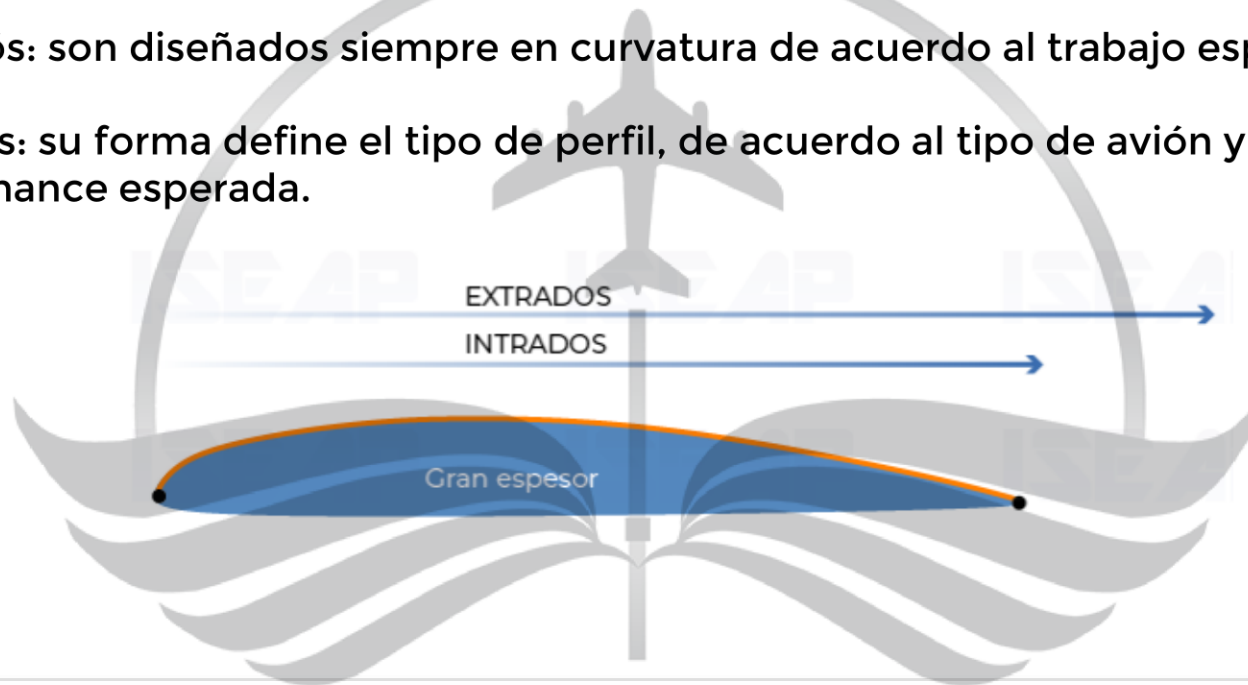


NOTAS

Figure 5-5. Coefficients of lift and drag at various angles of attack.

Cualidades Aerodinámicas

- Extradós: son diseñados siempre en curvatura de acuerdo al trabajo esperado
- Intradós: su forma define el tipo de perfil, de acuerdo al tipo de avión y performance esperada.



NOTAS

ISEAP

AERONAUTICAL ACADEMY

Cóncavos-Convexos

- **Extradós:** convexo de gran curvatura
- **Intradós:** cóncavo.
- **Características:**
 - Mucha sustentación
 - Adecuado para vuelos a baja velocidad



NOTAS

ISEAP

AERONAUTICAL ACADEMY

Simétricos

- **Extradós:** = curvatura intradós
- **Intradós:** = curvatura extradós
- **Características:**
 - Poca sustentación
 - Adecuado para vuelos a alta velocidad (supersónico)
 - L a $\alpha = 0$, nula



NOTAS

ISEAP

AERONAUTICAL ACADEMY

Plano convexos

- **Extradós:** convexo de distintas curvaturas, según perfil.
- **Intradós:** plano
- **Características:**
 - Buena sustentación
 - No bueno para velocidades bajas



NOTAS

ISEAP

AERONAUTICAL ACADEMY

Plano Biconvexos

- **Extradós:** convexo
- **Intradós:** convexo
- **Características:**

Poca sustentación
Adecuado para vuelos a alta velocidad
Baja resistencia



NOTAS

ISEAP

AERONAUTICAL ACADEMY

Reflexiones finales

- ✓ Conocer las fuerzas aerodinámicas permite comprender el desempeño de mi aeronave
- ✓ No existe un perfil ideal
- ✓ De acuerdo a las características del vuelo que se pretende para la aeronave, existe un determinado perfil.

NOTAS

ISEAP

AERONAUTICAL ACADEMY



¿Preguntas?

Lic. Carlos Javier Rohde

cjrohde1985@gmail.com