



NAVEGACIÓN AÉREA BÁSICA

TEMA 4

Sergio GASPARRI

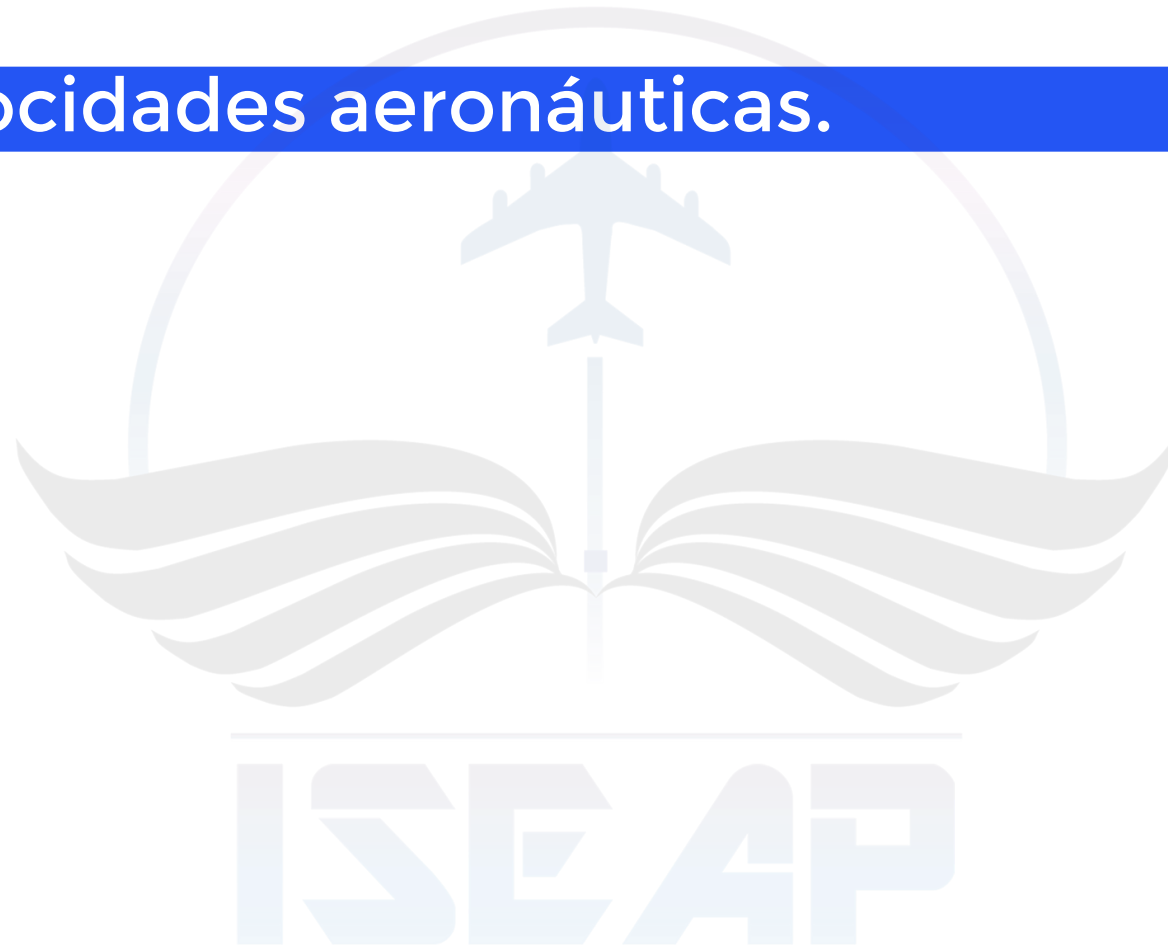
 @iseap_community

 www.iseap.com.ar

 ISEAP

 ISEAP

Velocidades aeronáuticas.



- **Velocidades aeronáuticas.**

- ✓ 1- Sistema Pitot – estático.
- ✓ 2- Unidades de velocidad.
- ✓ 3- Conversión de unidades.
- ✓ 4- Velocidades aerodinámicas.
- ✓ 5- Número de Mach.

1- Sistema Pitot – estático.

✓ Presiones

- **Presión estática:** presión atmosférica a la altitud del avión. Es ejercida sobre toda la superficie y no guarda relación con el movimiento.
- **Presión dinámica:** es la presión ejercida por el aire en movimiento (viento relativo). Depende de la velocidad.
- **Presión total:** es equivalente a la sumatoria de la presión estática y dinámica.

1- Sistema Pitot – estático.

✓ Mecánica de los fluidos – Bernoulli.

$$P_t = P_s + \frac{1}{2} \rho V^2$$

$$\text{Presión Dinámica} = \frac{1}{2} \rho V^2 = P_t - P_s$$



P_t =Presión total.

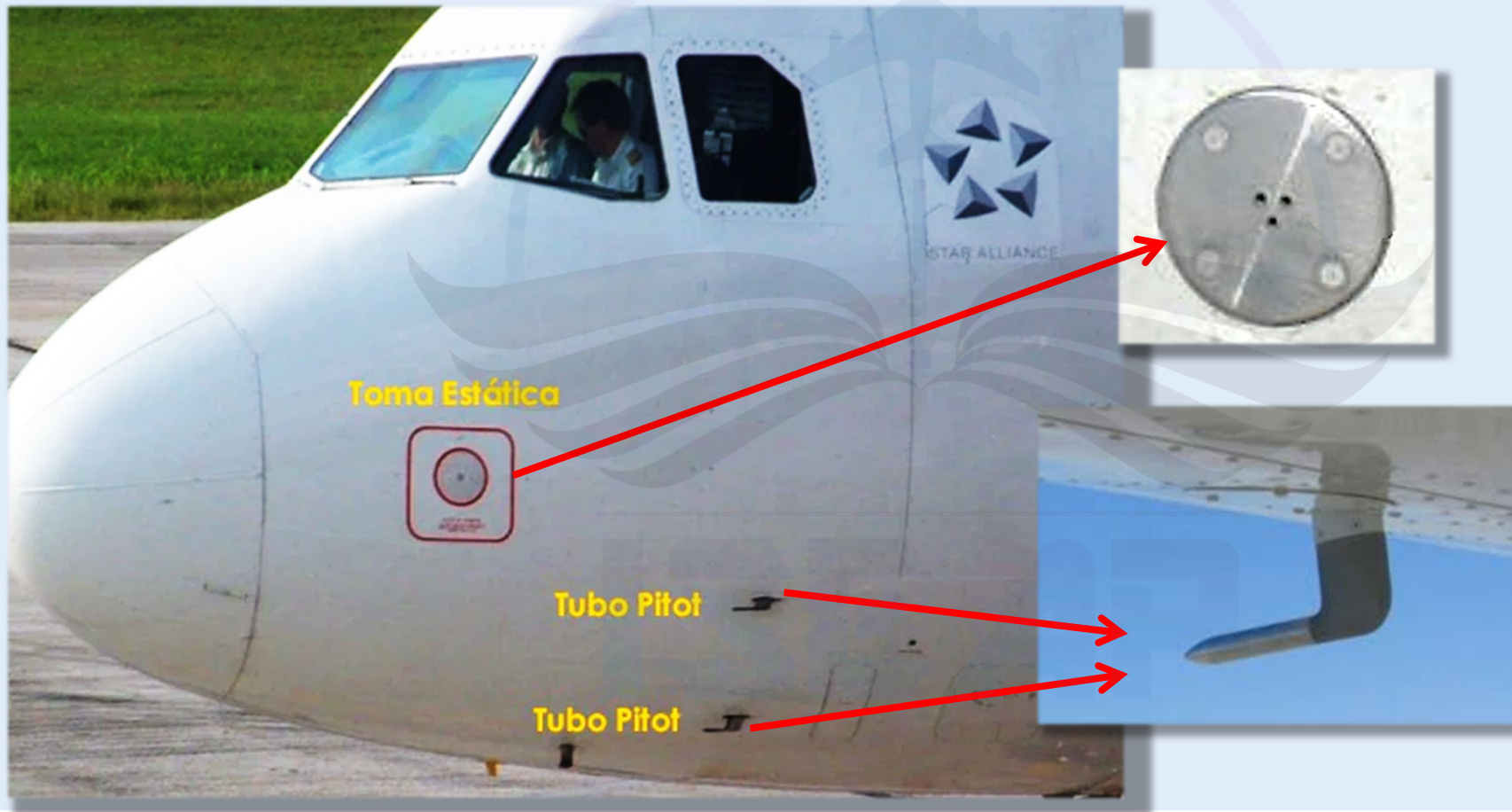
P_s =Presión estática.

ρ = Densidad del fluido.

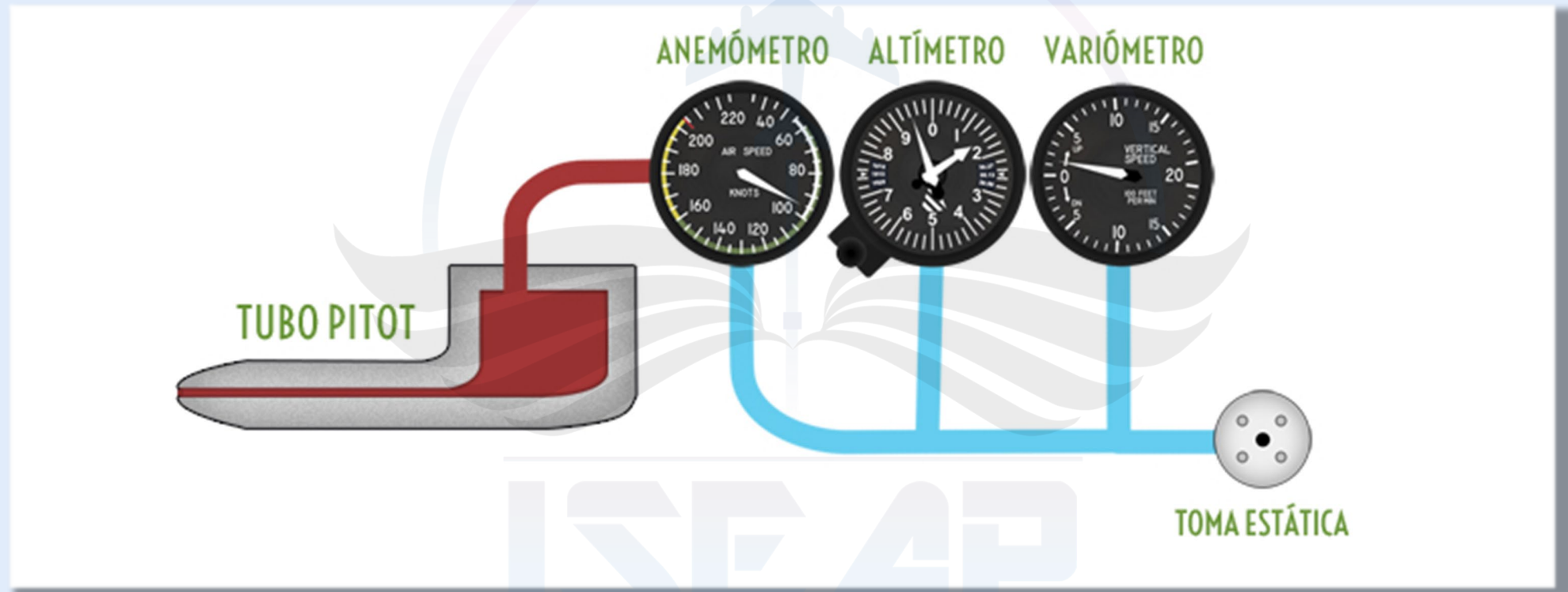
V = Velocidad.

1- Sistema Pitot – estático.

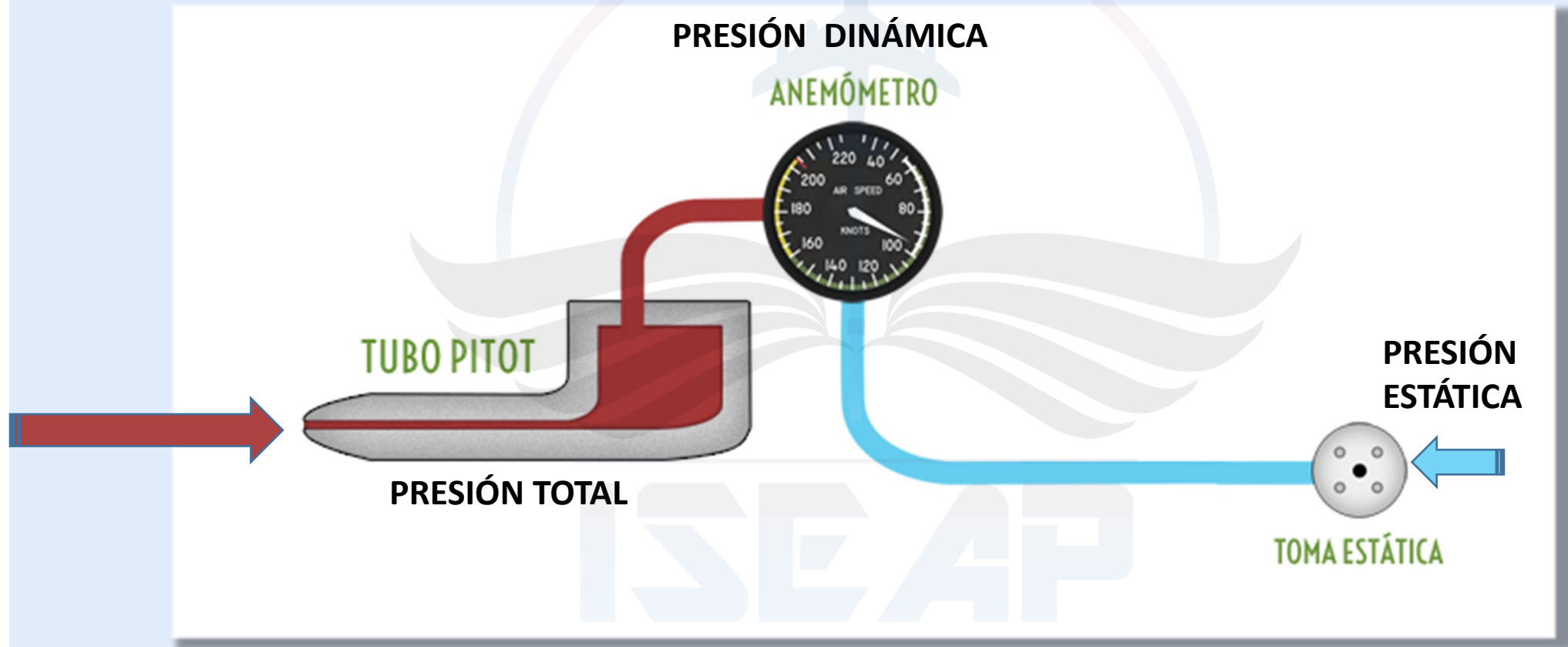
✓ Tubos pitot y tomas estáticas.



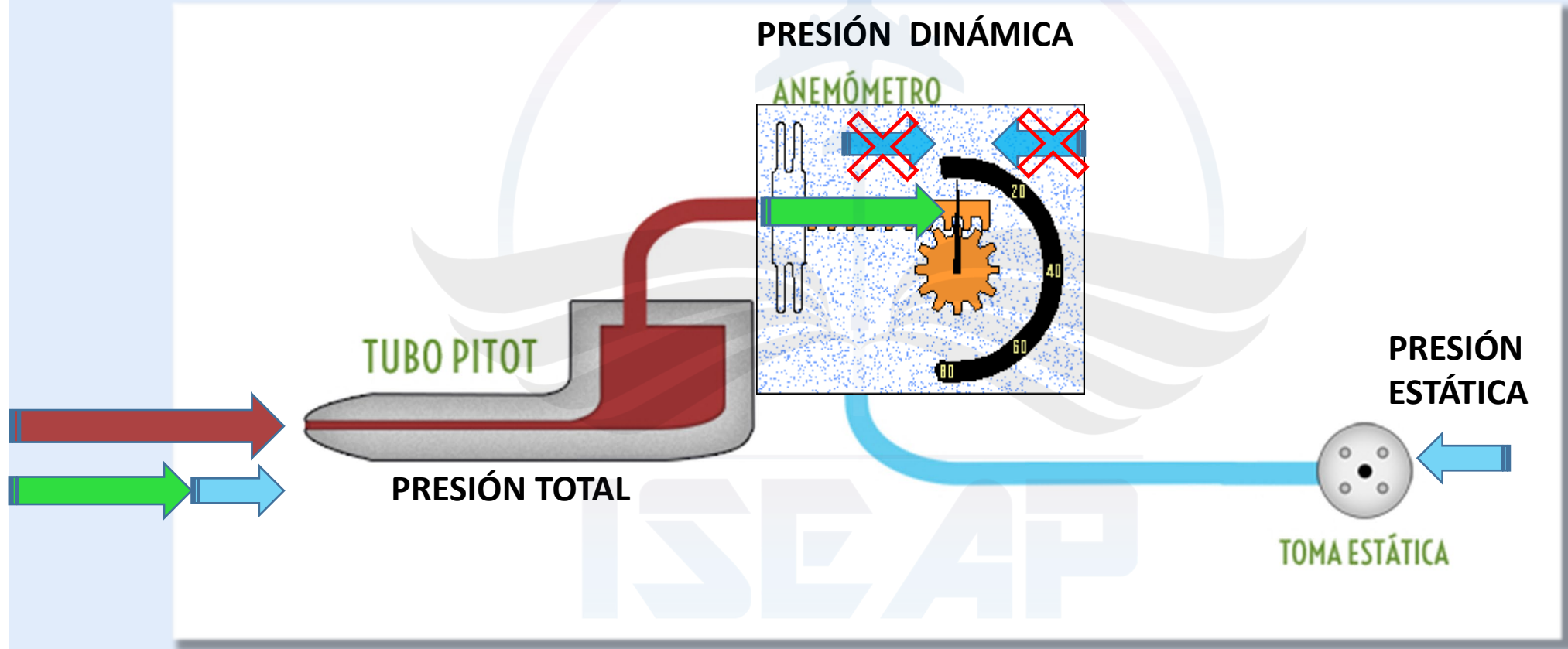
1- Sistema Pitot – estático.



1- Sistema Pitot – estático. (cont.)



1- Sistema Pitot – estático. (cont.)



1- Sistema Pitot – estático. (cont.)

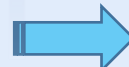


- Medidor de presión dinámica.
- Manómetro de presión diferencial.

- **Velocidades aeronáuticas.**

- ✓ 1- Sistema Pitot – estático.
- ✓ 2- Unidades de velocidad.
- ✓ 3- Conversión de unidades.
- ✓ 4- Velocidades aerodinámicas.
- ✓ 5- Número de Mach.

2- Unidades de velocidad.

- ✓ Nudos (knots)  kts
- ✓ Millas/hora  Mph
- ✓ Kilómetros/hora  Km/h
- ✓ Número de Mach  Mach

2- Unidades de velocidad.



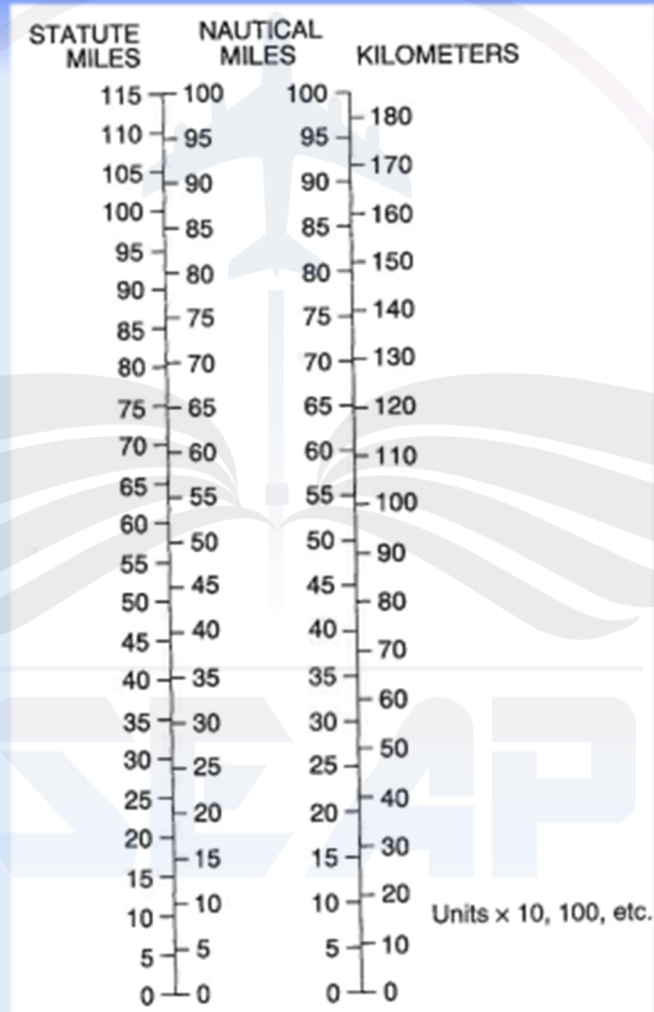
3- Conversión de unidades.

✓ Fórmulas

- Millas náuticas a kilómetros
* kt a km/h
 $> \text{NM} \times 1,852 = \text{Km/h.}$
- Kilómetros a millas náuticas
* Km/h a kt
 $> \text{KM} \times 0,54 = \text{kt.}$
- Millas terrestres a kilómetros
* Mph a km/h
 $> \text{Mi} \times 1,609 = \text{km/h.}$
- Kilómetros a millas terrestres
* Km/h a Mph
 $> \text{Km} \times 0,622 = \text{Mph.}$
- Millas náuticas a millas terrestres
* Kt a Mph
 $> \text{NM} \times 1,15 = \text{Mph.}$
- Millas terrestres a millas náuticas
* Mph a Kt
 $> \text{Mi} \times 0,869 = \text{Kt.}$

3- Conversión de unidades.

✓ Tablas



- **Velocidades aeronáuticas.**

- ✓ 1- Sistema Pitot – estático.
- ✓ 2- Unidades de velocidad.
- ✓ 3- Conversión de unidades.
- ✓ 4- **Velocidades aerodinámicas.**
- ✓ 5- Número de Mach.

4- Velocidades aerodinámicas.

✓ Velocidad indicada

IAS (Indicated air speed)

- Es la indicada en el velocímetro.
- No incluye ninguna corrección.
- A nivel del mar y condiciones de atm. STD indica la velocidad real del avión con respecto a la masa de aire.
- Usada como referencia para maniobras.
- Si el instrumento indica velocidad en nudos, comúnmente se abrevia **KIAS**



4- Velocidades aerodinámicas.

✓ Velocidad indicada



MAXIMUM RATE OF CLIMB

PRESS ALT FT	CLIMB SPEED KIAS	RATE OF CLIMB FPM	FROM SEA LEVEL		
			TIME IN MIN	FUEL USED GAL	DIST NM
S.L.	80	925	0	0.0	0
2000	79	835	2	0.8	3
4000	78	750	5	1.5	7
6000	77	660	8	2.3	11
8000	75	565	11	3.2	16
10,000	74	470	15	4.2	21
12,000	73	375	20	5.2	29
14,000	72	285	26	6.5	38

4- Velocidades aerodinámicas,

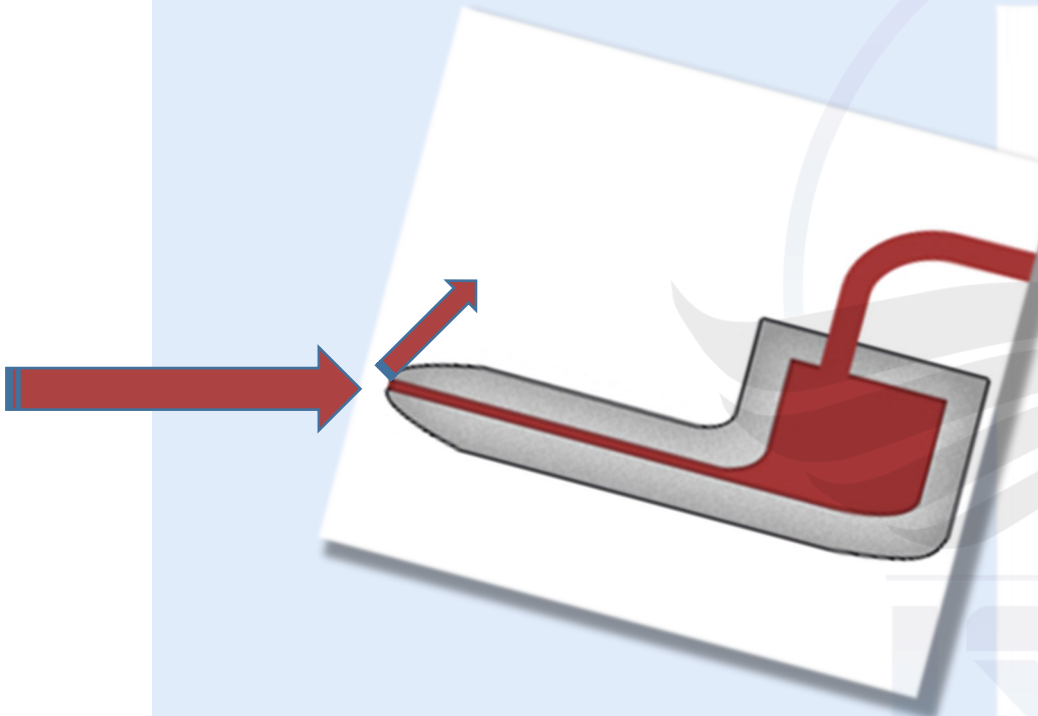
✓ Velocidad calibrada.

CAS (Calibrated air speed)

- Es la velocidad corregida por errores de posición y de instalación del instrumento.
- Es la que realmente refleja el comportamiento dinámico de la aeronave
- Existen tablas para corregir la IAS de acuerdo al peso, configuración, etc.
- Expresa en Nudos, puede ser abreviada como KCAS

4- Velocidades aerodinámicas.

✓ Velocidad calibrada.



AIRSPEED CALIBRATION

FLAPS UP												
KIAS	55	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160
KCAS	62	65	73	82	90	100	109	118	127	137	146	156
FLAPS 20°												
KIAS	40	50	60	70	80	90	100	110	120	---	---	---
KCAS	53	58	64	72	81	91	100	110	119	---	---	---
FLAPS FULL												
KIAS	40	50	60	70	80	90	95	---	---	---	---	---
KCAS	51	56	64	72	81	91	95	---	---	---	---	---

4- Velocidades aerodinámicas,

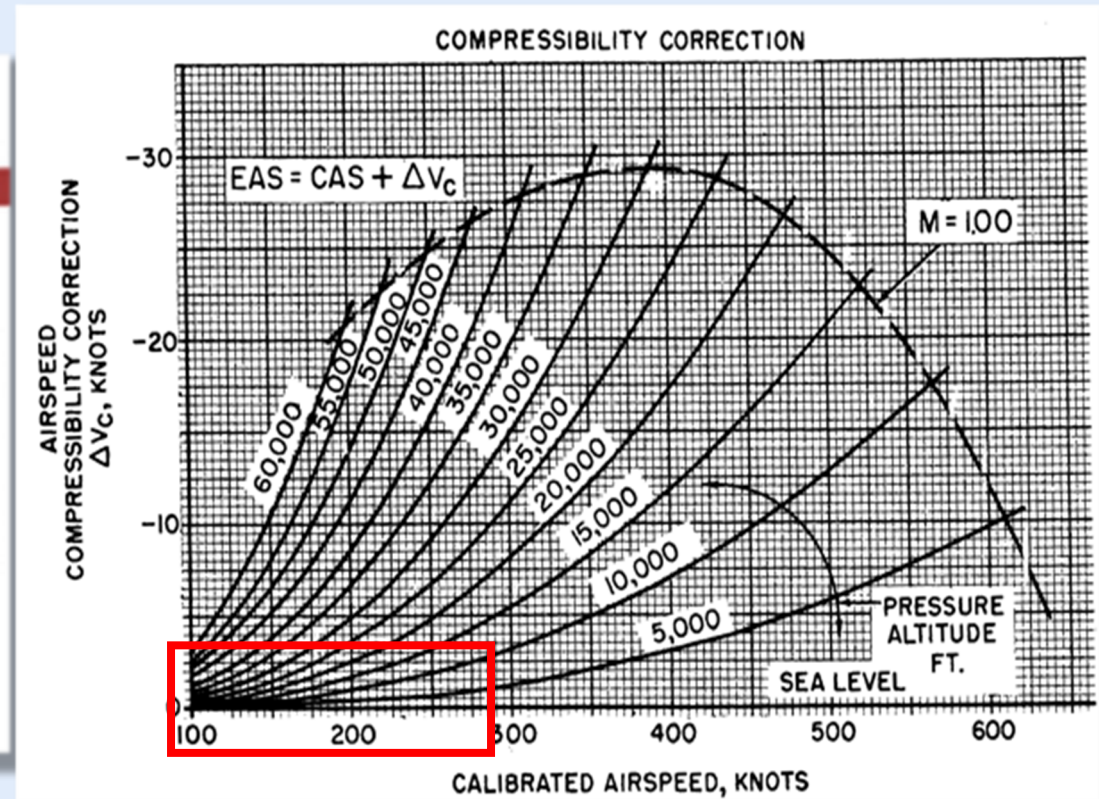
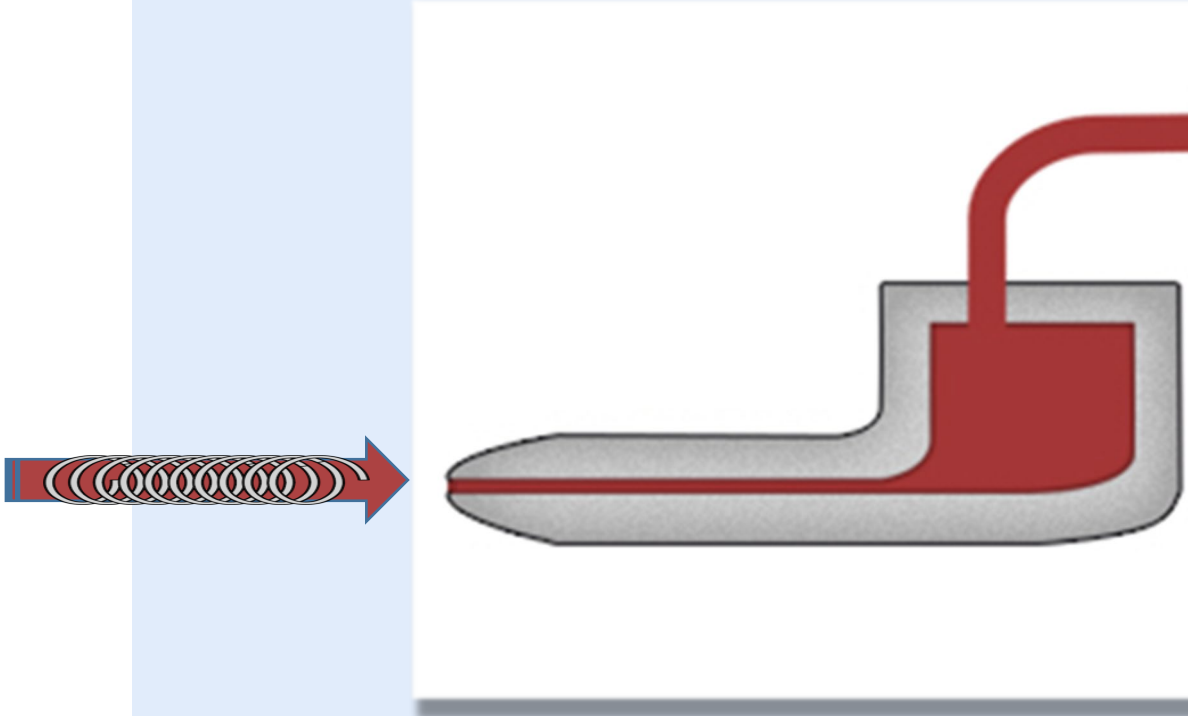
✓ Velocidad equivalente.

EAS (Equivalent air speed)

- Es la velocidad calibrada (CAS) corregida por el error por compresibilidad.
- La lógica del sistema pitot - estático supone al aire como un gas ideal.
- El error por compresibilidad no es notorio a velocidades inferiores de 250 nudos o altitudes inferiores a los 10000 ft.
- A altas velocidades y altas cotas, la EAS es menos que la CAS.

4- Velocidades aerodinámicas,

✓ Velocidad equivalente.



4- Velocidades aerodinámicas.

✓ Velocidad verdadera.

TAS (True air speed)

- Es la velocidad real del avión con respecto a la masa de aire en la que vuela.
- Es la que refleja el rendimiento de la aeronave para un nivel de vuelo dado.
- Es obtenida corrigiendo la CAS de los errores producidos por la altitud y temperatura (DENSIDAD).
- En condiciones de aire en calma, indica la velocidad de desplazamiento sobre el terreno.
- A nivel del mar y atmosfera ISA, IAS y TAS son casi idénticas.

4- Velocidades aerodinámicas.

✓ Velocidad verdadera.

FL 300

REAL = 300
INDICADA = 186



MSL

REAL = 300
INDICADA = 300



4- Velocidades aerodinámicas.

✓ Velocidad verdadera.

FL 300

IAS = **186**

TAS = 300



Aproximación práctica...

$$\text{TAS} = \text{IAS} + 2\% / 1000 \text{ Ft}$$

$$= \text{186} + (186 \times 2 \times 30 / 100)$$

$$= \text{186} \times 1,6$$

$$\text{TAS} = 298$$

MSL

IAS = 300

TAS = 300



4- Velocidades aerodinámicas.

✓ Velocidad verdadera.



4- Velocidades aerodinámicas.

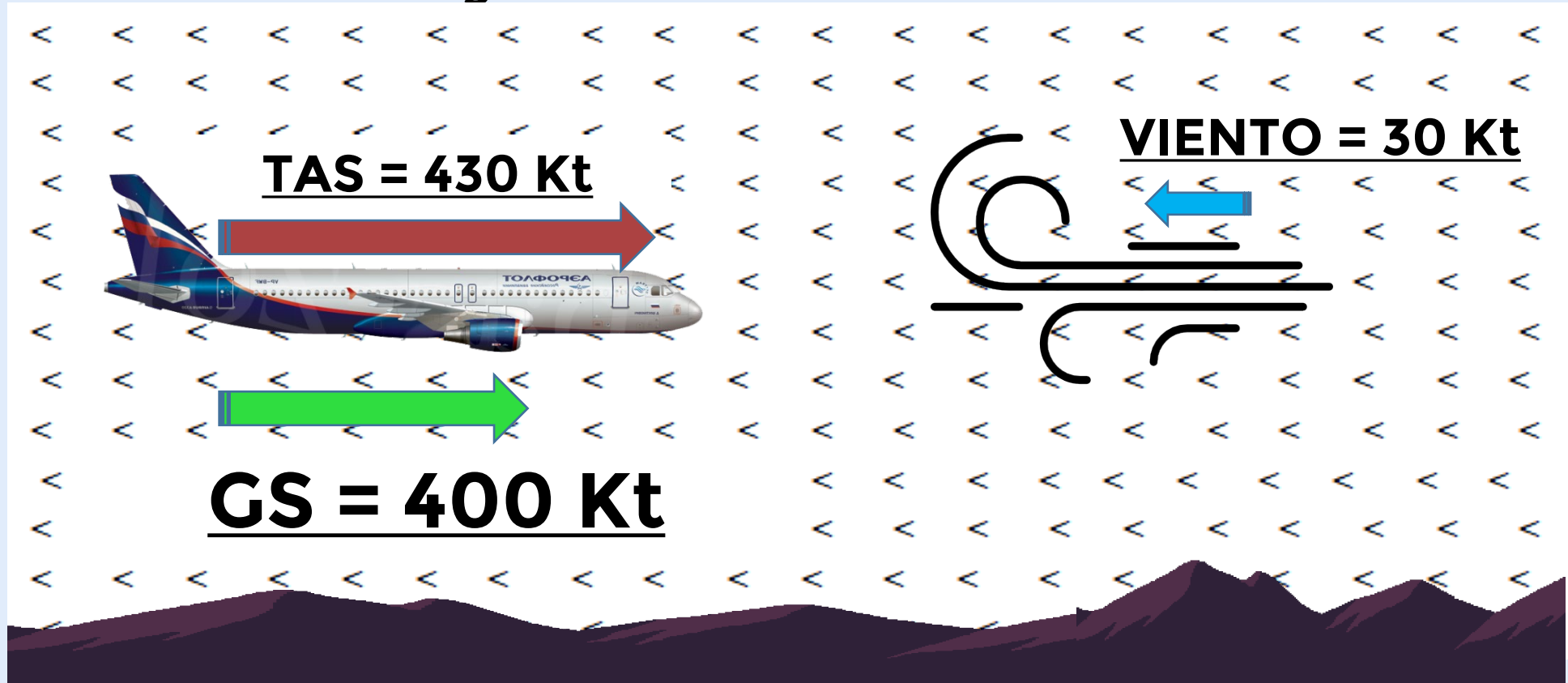
✓ Velocidad de navegación o terrestre.

GS (Ground speed)

- Es la velocidad real del avión con respecto al terreno.
- Se obtiene sumando la TAS con la componente de viento de frente o de cola.
- Puede estar indicada directamente en el sistema GPS, en el DME, o en el inercial.
- Puede obtenerse indirectamente o estimarse por otros medios.
- En condiciones reales, siempre existe una componente de viento, y los valores pueden superar los 150 nudos.
- A nivel del mar, atmósfera STD y viento calmo, IAS, TAS y GS serán equivalentes.

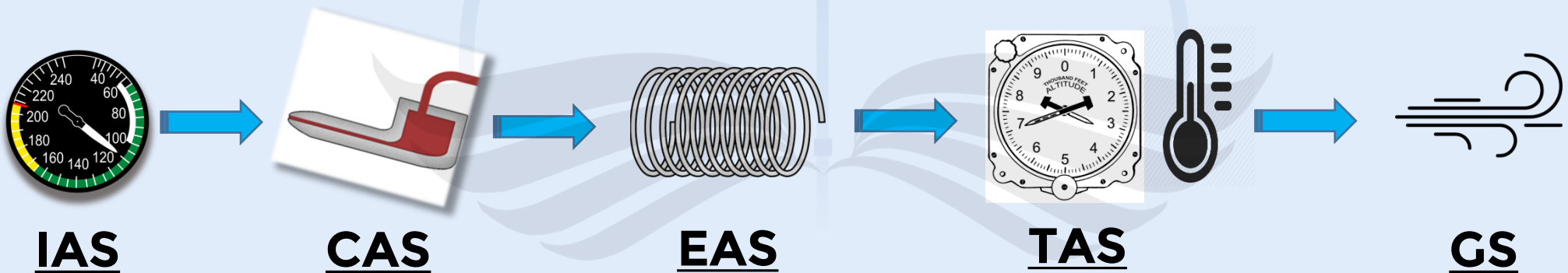
4- Velocidades aerodinámicas.

- ✓ Velocidad de navegación o terrestre.



4- Velocidades aerodinámicas.

✓ Progreso de las correcciones.



- **Velocidades aeronáuticas.**

- ✓ 1- Sistema Pitot – estático.
- ✓ 2- Unidades de velocidad.
- ✓ 3- Conversión de unidades.
- ✓ 4- Velocidades aerodinámicas.
- ✓ 5- Número de Mach.

5- Número de Mach.

✓ Velocidad del sonido.

$$M = V_o / A_o$$



Definición:

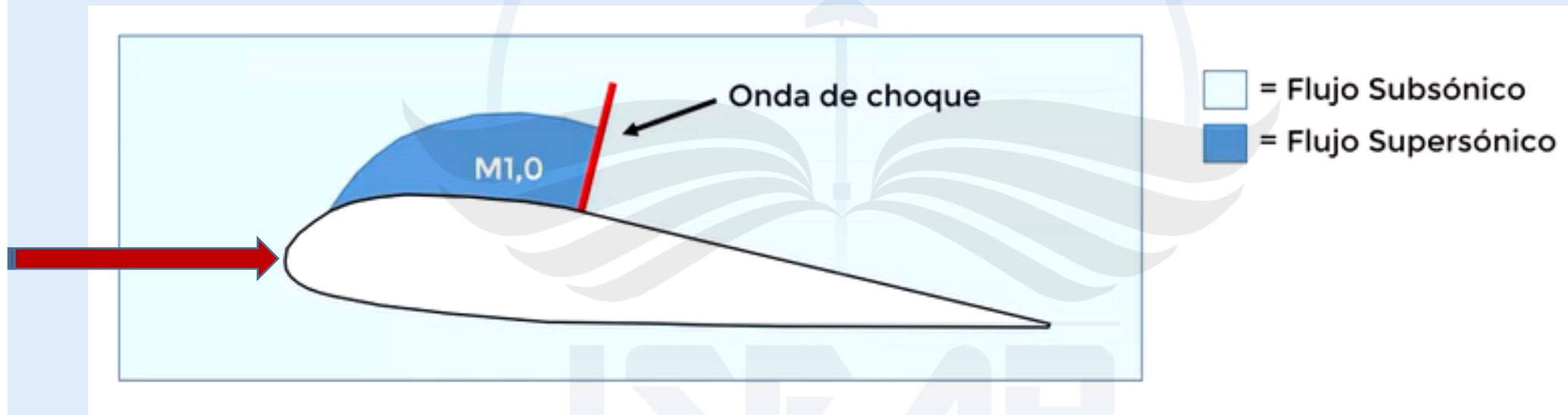
«medida de velocidad relativa dado por el cociente entre la velocidad de un objeto y la velocidad del sonido en el medio en que se mueve dicho objeto.»

$$V_s \rightarrow C = \pm 340 \text{ m/s a } 15^\circ\text{C}$$

$$\text{Mach } 1_{(\text{MSL y } 15^\circ\text{C})} = \pm 660 \text{ Kts}$$

5- Número de Mach.

✓ Velocidad del sonido.



5- Número de Mach.

✓ Velocidad del sonido.



Variación con la temperatura..

A grandes altitudes (entre 35000 y 65000 ft), donde la temperatura se estabiliza, la velocidad del sonido permanece constante.

4- Velocidades aerodinámicas.

✓ Representación en aviónica moderna.



4- Velocidades aerodinámicas.

✓ Utilización

IAS / CAS

- Límites estructurales del avión. Ej.: VLO, VFE, VNO, etc.
- Velocidades de pérdida y control. Ej.: V_{mca} , V_s , V_{lof} , etc.
- Velocidades de despegue. Ej.: V_1 , V_R , V_2 , etc.
- Velocidades de aterrizaje. Ej.: V_{ref} ,
- Velocidades de performance: V_x , V_y , etc.

4- Velocidades aerodinámicas.

✓ Utilización

TAS

- Planificación general del vuelo
- Datos del plan de vuelo.
- Cálculos de alcance y autonomía.
- Cálculo de corrección de deriva (WCA).
- Cálculo de velocidad Mach.

4- Velocidades aerodinámicas.

✓ Utilización

GS

- Cálculo de estimas.
- Re-cálculo de consumo de combustible.
- Re-cálculo de tiempo de vuelo.
- Re-cálculo de alcance y punto de no retorno.

Reflexiones finales sobre el Tema 4

- ✓ Reflexión 1: De acuerdo al principio de funcionamiento del sistema pitot - estático, el velocímetro está reglado para traducir presiones diferenciales a velocidades.
- ✓ Reflexión 2: A condiciones diferentes a las reglaje (nivel del mar, presión estandar y 15° de temperatura), la velocidad indicada debe ser corregida.
- ✓ Reflexión 3: Como la incidencia de las superficies aerodinámicas está afectada por los mismo factores y de igual manera que velocímetro, puede decirse que la performance del avión estará ligada a la velocidad indicada y no a la velocidad verdadera.
- ✓ Reflexión 4: A distintas configuraciones (actitud) pueden aparecer importantes diferencias entre la IAS y la CAS.

Reflexiones finales sobre el Tema 4

- ✓ Reflexión 5: Aunque conceptualmente sean diferentes, muchas veces se confunde CAS por IAS y viceversa, e incluso por cuestiones de practicidad muchas veces se lo hace arbitrariamente.
- ✓ Reflexión 6: En la práctica, así sea en vuelos visuales y en aviones de bajo rendimiento, todas las velocidades vistas son utilizadas, tanto en la planificación como en la ejecución del vuelo.
- ✓ Reflexión 7: Hasta los 250 / 300 nudos de velocidad y e altitudes debajo de los 10000 ft, los errores de compresibilidad no son tan notorios.
- ✓ Reflexión 8: Un cálculo aproximado pero oportuno, muchas veces es el mejor. Para ello, podemos hacer la corrección del 2% de la IAS por cada 1000 ft de elevación como forma más rápida de calcular la TAS.



ISEAP
INSTITUTO SUPERIOR DE ENSEÑANZA
AERONÁUTICA PALOMAR

TU FUTURO COMIENZA AQUÍ



@iseap_community



www.iseap.com.ar



ISEAP



ISEAP