



*“Possíveis tecnologias aplicadas
com a finalidade de deter as
aeronaves em risco de acidentes
nos aeroportos de pista curta.”*

Ten Cel Av Curcio
Piloto de Provas



Objetivo

Conhecer aspectos importantes sobre pousos e decolagens, e possíveis tecnologias que possam ser usadas para deter aeronaves em risco de acidentes em pistas de pouso.



Roteiro

- Conceitos e Definições
- Pousos e Decolagens
- Dispositivos de Parada



Roteiro

- **Conceitos e Definições**
- Pousos e Decolagens
- Dispositivos de Parada



Conceituações

- Faixa de Pista
- “Stopway”
- “Clearway”
- Distâncias de Pista
- “Runway Safety Area” (RSA)
- “Runway End Safety Area” (RESA)



Definição: Faixa de Pista

“Área definida no aeroporto, que inclui a pista de pouso e as áreas de parada, se houver, destinada a proteger a aeronave durante as operações de pouso e decolagem e a reduzir o risco de danos à aeronave, em caso desta sair dos limites da pista.”

Fonte: RBHA 139 (Certificação Operacional de Aeroportos)



Definição: “Stopway”

“Área além do final da pista de decolagem e centrada em relação à linha central da referida pista, capaz de suportar o avião durante a abortagem de uma decolagem sem causar danos estruturais ao mesmo e destinada, pela autoridade aeroportuária, à desaceleração de aviões durante uma decolagem abortiva.”

Fonte: RBHA 1 Subparte B (Definições, Simbologia e Siglas)



Definição: “Clearway”

“Área além do final da pista de decolagem, com pelo menos 150m (500 pés) de largura, localizada centralmente em relação ao prolongamento da linha central da pista e sob o controle da autoridade com jurisdição sobre o aeródromo. O “Clearway” é expresso em termos de um plano que se estende a partir do final da pista de decolagem, subindo com uma inclinação igual ou inferior a 1,25 %, acima do qual não existe nenhuma obstrução fixa.

- NOTA (1): as luzes de fim da pista podem ficar acima do “clearway”, desde que suas alturas não excedam 66 cm (26 pol) acima do final da pista e que sejam colocadas nas laterais da mesma.*
- NOTA (2): há uma definição ligeiramente diferente para aviões com motores a turbina homologados antes de 30 de agosto de 1959.”*

Fonte: RBHA 1 Subparte B (Definições, Simbologia e Siglas)



Conceitos: Distâncias de Pista

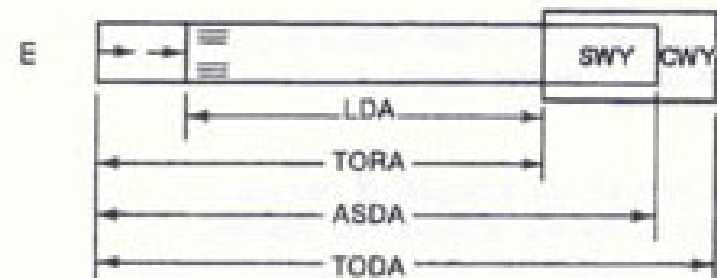
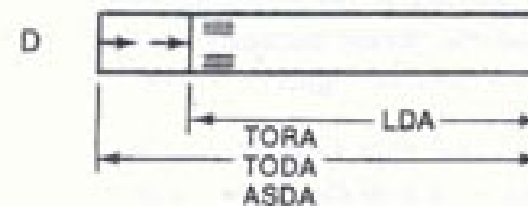
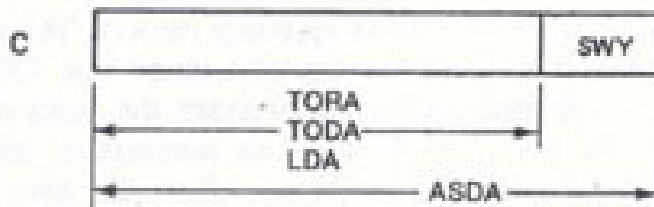
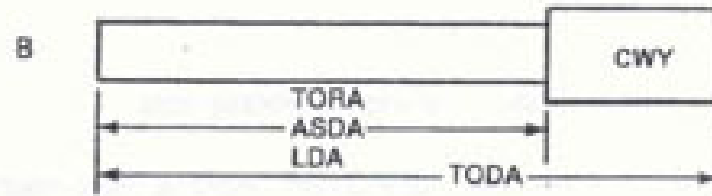
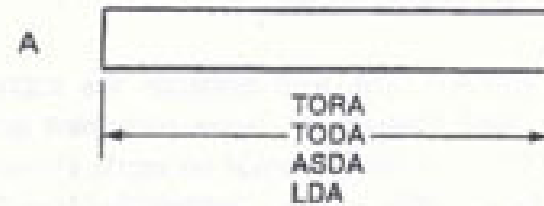
- **TORA** (“Takeoff Run Available”): Distância disponível e adequada para corrida de decolagem incluindo a cabeceira deslocada inicial e não incluindo a “stopway”.
- **TODA** (“Takeoff Distance Available”): TORA mais a “clearway” oposta, a qual inclui a “stopway” e terreno livre de obstáculos. A “clearway” não pode exceder 300m.
- **ASDA** (“Accelerate-Stop Distance Available”): TORA mais a “stopway”.
- **LDA** (“Landing Distance Available”): Distância disponível e adequada para o pouso .

Fonte: ICAO ANNEX 14

NOTA: estas distâncias se referem a cada pista e devem ser comparadas ao desempenho de decolagem publicado no manual de vôo das aeronaves que operam nelas, consideradas as condições de operação

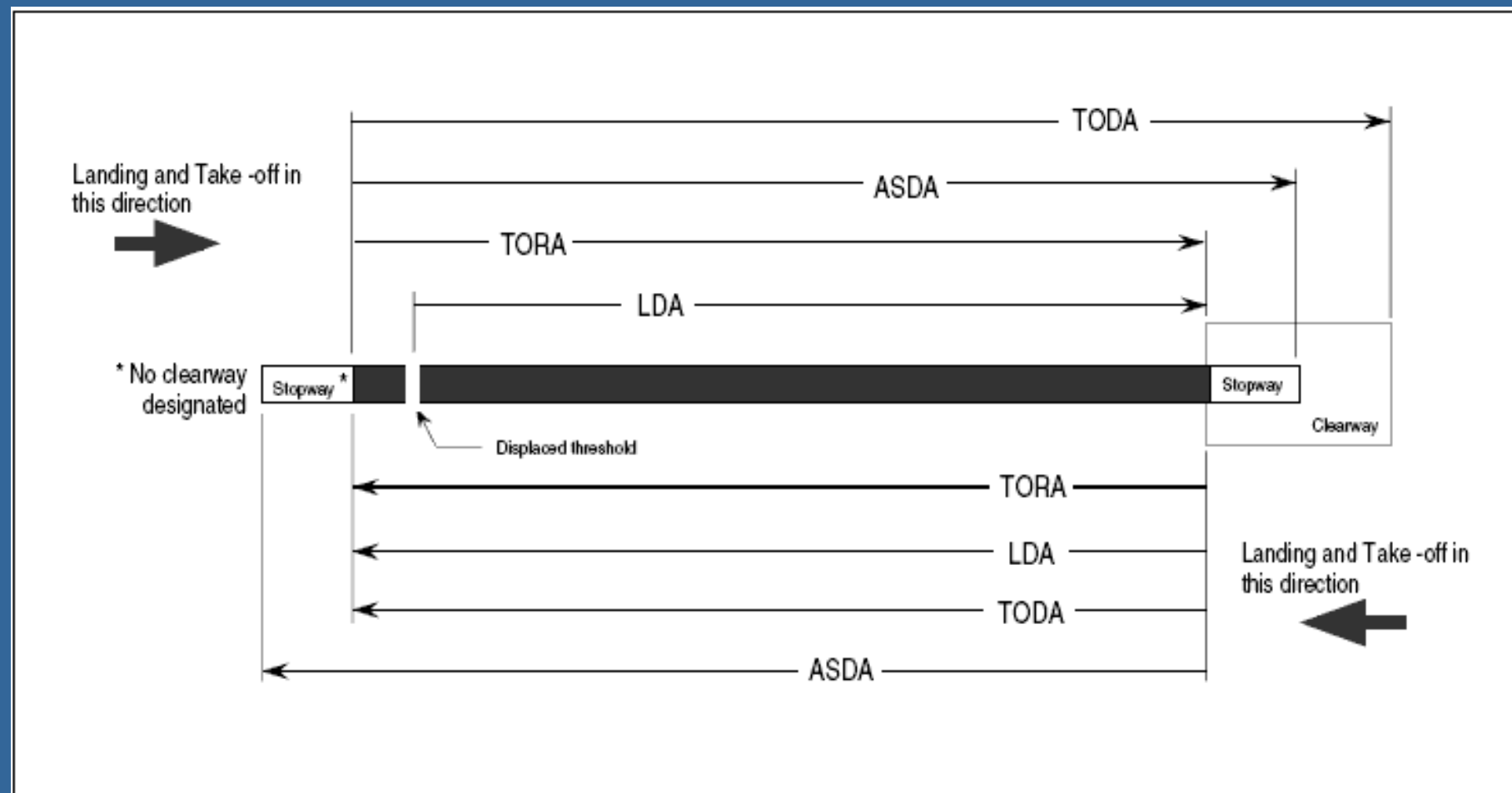


Exemplos de Pistas e Distâncias





Conceitos: Distâncias de Pista





Conceitos: Runway Safety Area (RSA)

Superfície em torno da pista de pouso preparada ou adequada para reduzir o risco de danos à aeronaves no caso de saída de pista (undershoot, overshoot, or excursion)

Fonte: FAA - AC 150/5300-13, (Airport Design)





Conceitos: Runway End Safety Area (RESA)

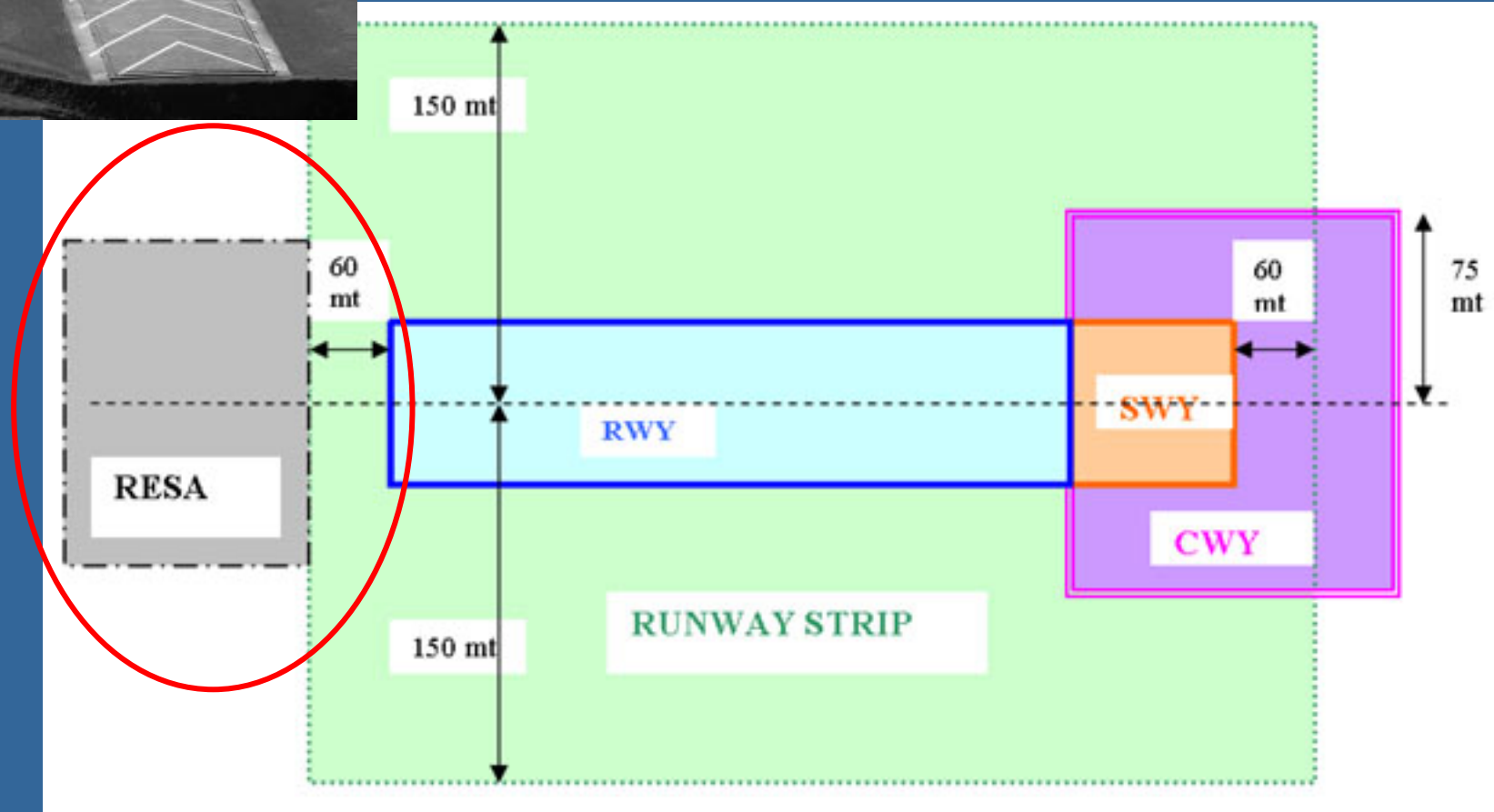
Área simétrica em relação à extensão da linha central da pista de pouso/decolagem e adjacente ao final da mesma, primariamente destinada a reduzir o risco de danos a uma aeronave que pouse curto ou ultrapasse os limites da pista.

- *“shall extend from the end of a runway strip to a distance of **at least 90m**”*
- *“**Recommendation:** should, **as far as practicable**, extend from the end of a runway strip to a distance of at least:
 - **240 m** where the code number is 3 or 4; and
 - **120 m** where the code number is 1 or 2.”*

Fonte: ICAO Annex 14, volume I, chapter 3, paragraph 3.5



Conceitos: Runway End Safety Area (RESA)





Roteiro

- Conceitos e Definições
- Pousos e Decolagens
- Dispositivos de Parada



Requisitos Técnicos Aplicáveis

- **AERONAVES:**

- Regulamento Brasileiro de Homologação Aeronáutica RBHA 23 (aeronaves até 5600 kg) RBHA 25 (Aeronaves acima de 5600 kg).
Corresponde ao CFR 14 - FAR Part 23 e FAR Part 25, respectivamente (Estados Unidos)

- **AEROPORTOS:**

- Anexo 14 da convenção de Chicago, Regulamento Brasileiro de Homologação Aeronáutica RBHA 139 (Certificação Operacional de Aeroportos), entre outros.



Riscos na Decolagem e Pouso

1. Abortiva de decolagem em condição crítica ou em emergência (falhas nos sistemas de frenagem)
2. Pouso em situação crítica ou em emergência (falhas nos sistemas de frenagem)



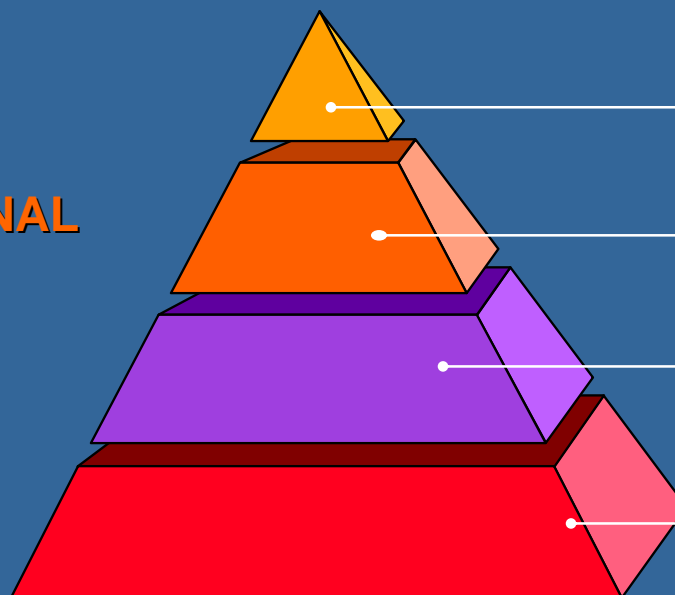
Estrutura Legal

MUNDIAL

INTERNACIONAL

GOVERNO

SISTEMA



Convenção de Aviação Civil
Anexos ICAO

Acordos Bilaterais

Código Brasileiro de Aeronáutica

NSCA / RBHA / DCA / Outros...



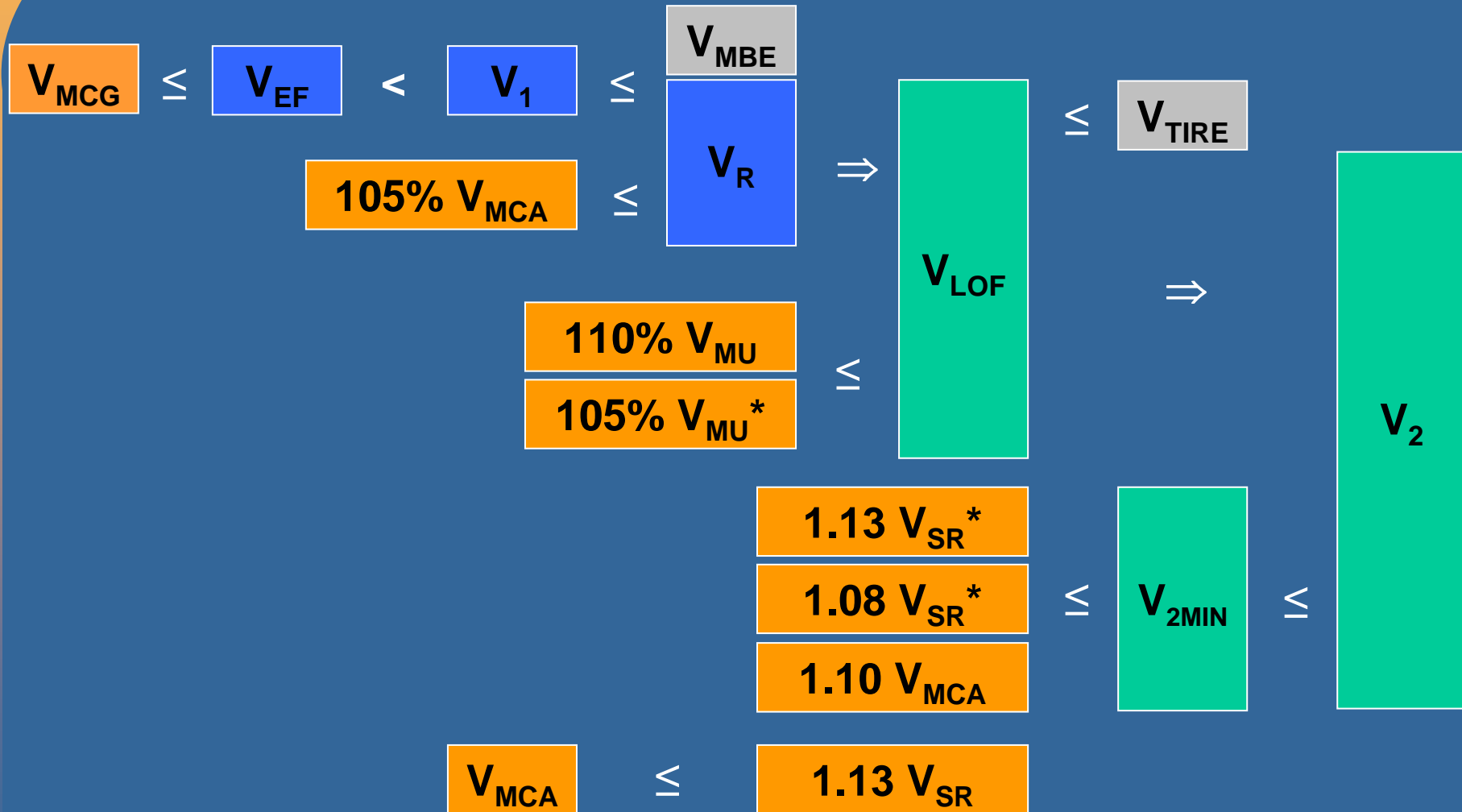
DECOLAGEM

Problema:

Abortiva de decolagem em condição crítica ou em emergência (falhas nos sistemas de frenagem)



Velocidades Associadas à Decolagem





Velocidades Associadas à Decolagem

Velocidades			
De projeto	Determinadas por Ensaio em Vôo	Escolhidas pelo fabricante	Resultantes de Ensaio em Vôo
V_{tire}	V_s	V_{ef}	V_{lof}
V_{mbe}	V_{mca}	V_r	V_2
	V_{mcg}	V_1	
	V_{mu}		



Distância de Aceleração e Parada - ASD

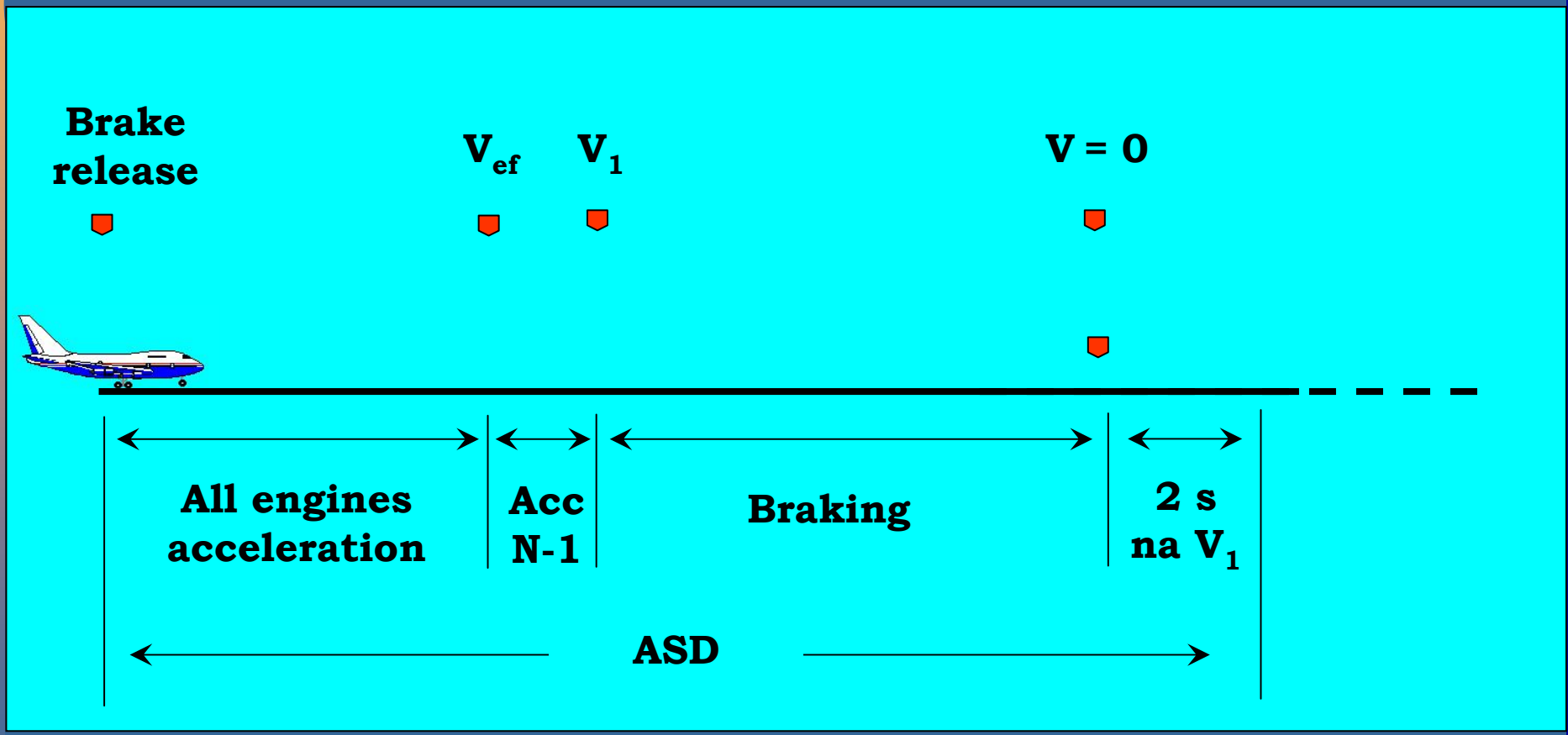
Por requisito, o fabricante da aeronave deve demonstrar a ASD, para cada condição de decolagem, publicando-a no Manual de Vôo da Aeronave.

ASD é definida como:

- A soma das distâncias necessárias para:
 - acelerar com todos os motores até a V_{EF} (pane),
 - acelerar N-1 até V_1 ,
 - parar a ANV,
 - + 2 s na V_1 .
- A soma das distâncias necessárias para:
 - acelerar com todos os motores até a V_1 ,
 - parar a ANV,
 - + 2 s na V_1 .

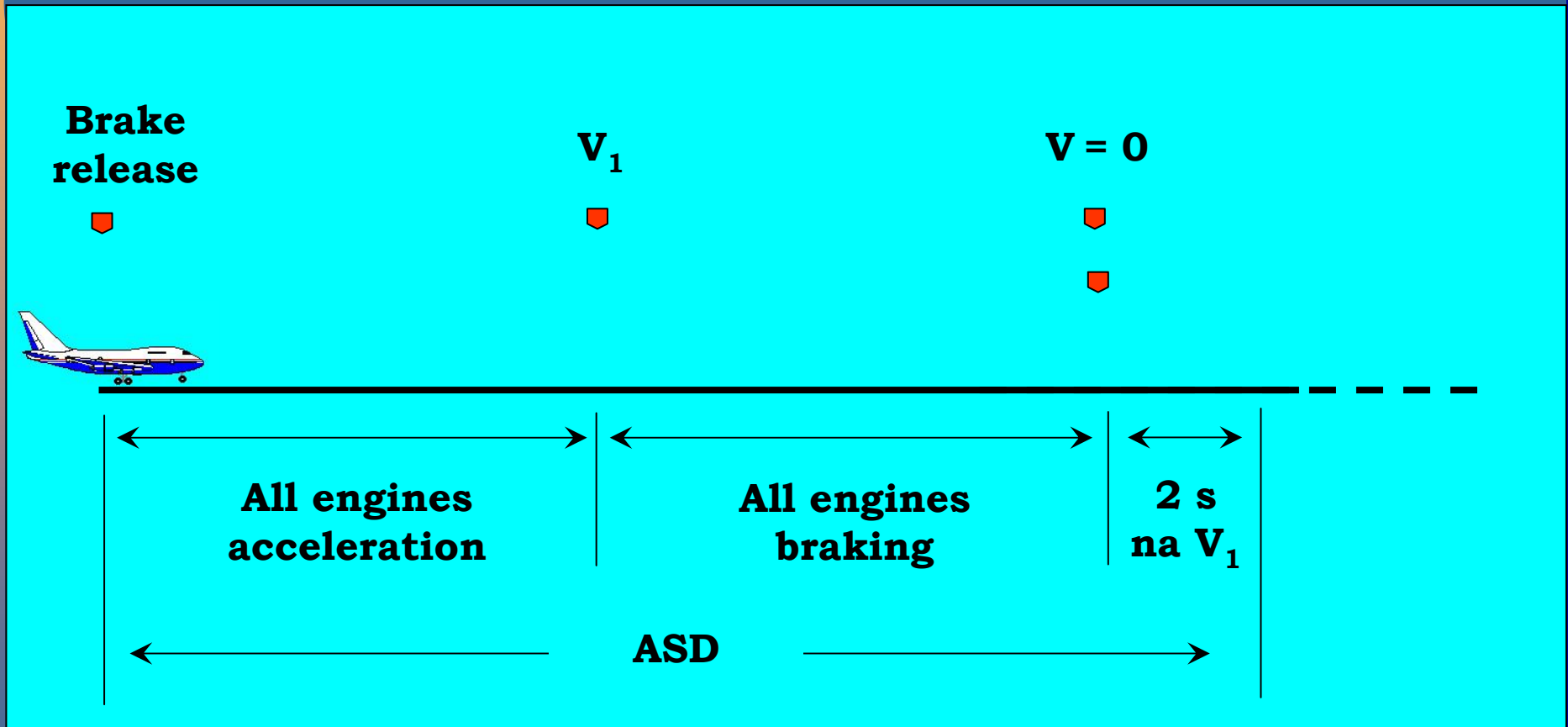


Aceleração e Parada COM falha de motor





Aceleração e Parada SEM falha de motor





Parâmetros Influentes na ASD

- | | |
|----------------------------------|----------------|
| • Altitude ↑ | Dist. ↑ |
| • Peso ↑ | Dist. ↑ |
| • Temperatura ↑ | Dist. ↑ |
| • Gradiente de pista + ↑ | Dist. ↓ |
| • Coeficiente de atrito ↑ | Dist. ↓ |
| • Vento de proa ↑ | Dist. ↓ |



POUSO

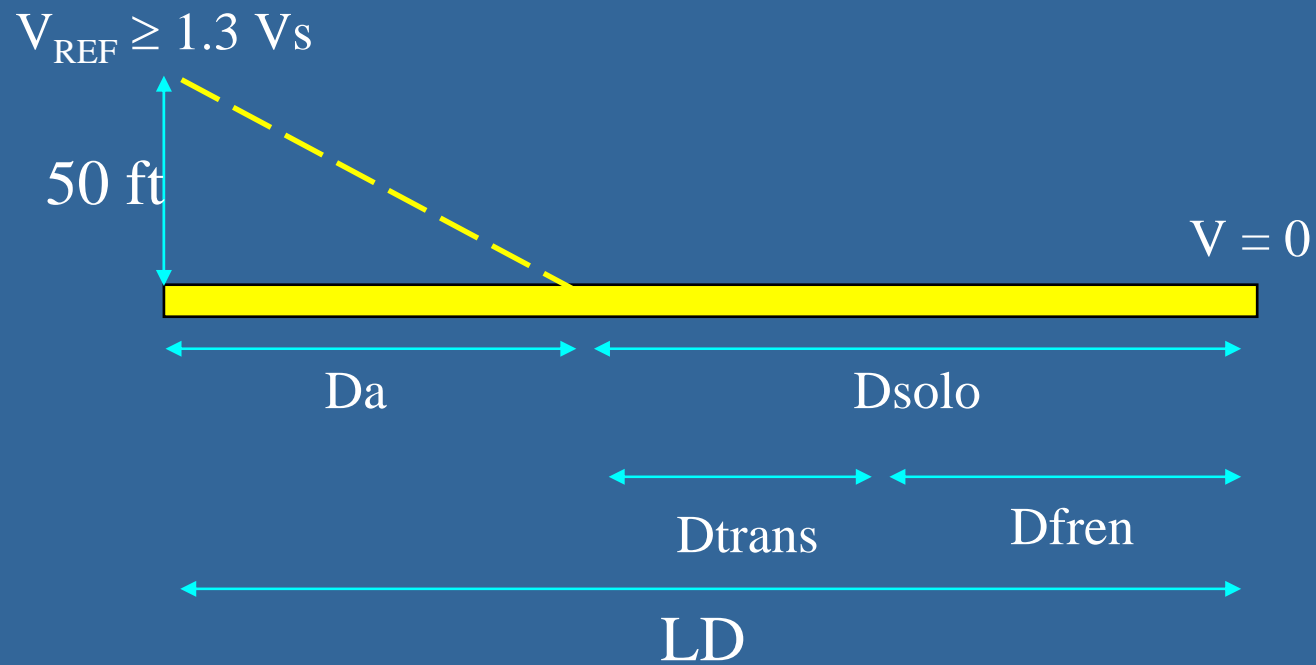
Problema:

Pouso em situação crítica ou em emergência
(falhas nos sistemas de frenagem)



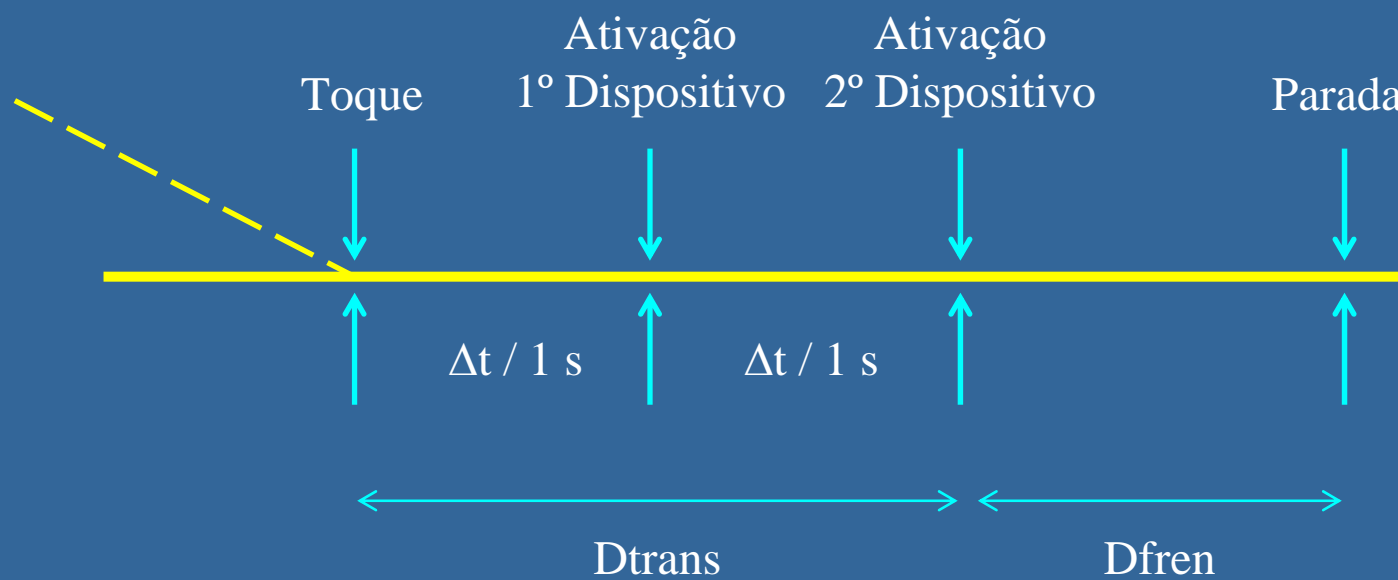
Pouso

Segmentos: distância no ar + distância no solo





Pouso





Parâmetros Influentes na Distância de Pouso

- | | |
|----------------------------------|----------------|
| • Altitude ↑ | Dist. ↑ |
| • Peso ↑ | Dist. ↑ |
| • Temperatura ↑ | Dist. ↑ |
| • Gradiente de pista + ↑ | Dist. ↓ |
| • Coeficiente de atrito ↑ | Dist. ↓ |
| • Vento de proa ↑ | Dist. ↓ |



Variáveis incluídas nas margens de segurança

- altura de passagem na cabeceira da pista
- dispersão no ponto de impacto
- velocidade ao tocar o solo
- aderência e características da pista
- técnica de utilização dos freios
- utilização de recursos aerodinâmicos de arrasto

Margem de segurança > 60%



Determinação da Distância de Pouso

- **Distância no ar ($\approx 6s$)**
 - rampa estabilizada (-3°)
 - velocidade determinada (V_{REF})
 - pouca variação de tração
 - sem diminuição de atitude após 50 ft
 - sem mudança de configuração
 - a tração pode ser reduzida mas não aumentada
 - determinação por estatística



Determinação da Distância de Pouso

- **Distância no solo**
 - determinação por estatística
 - reverso não é utilizado
 - utilização de freios
 - utilização de spoilers e outros sistemas com confiabilidade acima de determinado nível
 - pista molhada → aumento 15 %
 - ensaios com um motor inoperante



Roteiro

- Conceitos e Definições
- Pousos e Decolagens
- Dispositivos de Parada

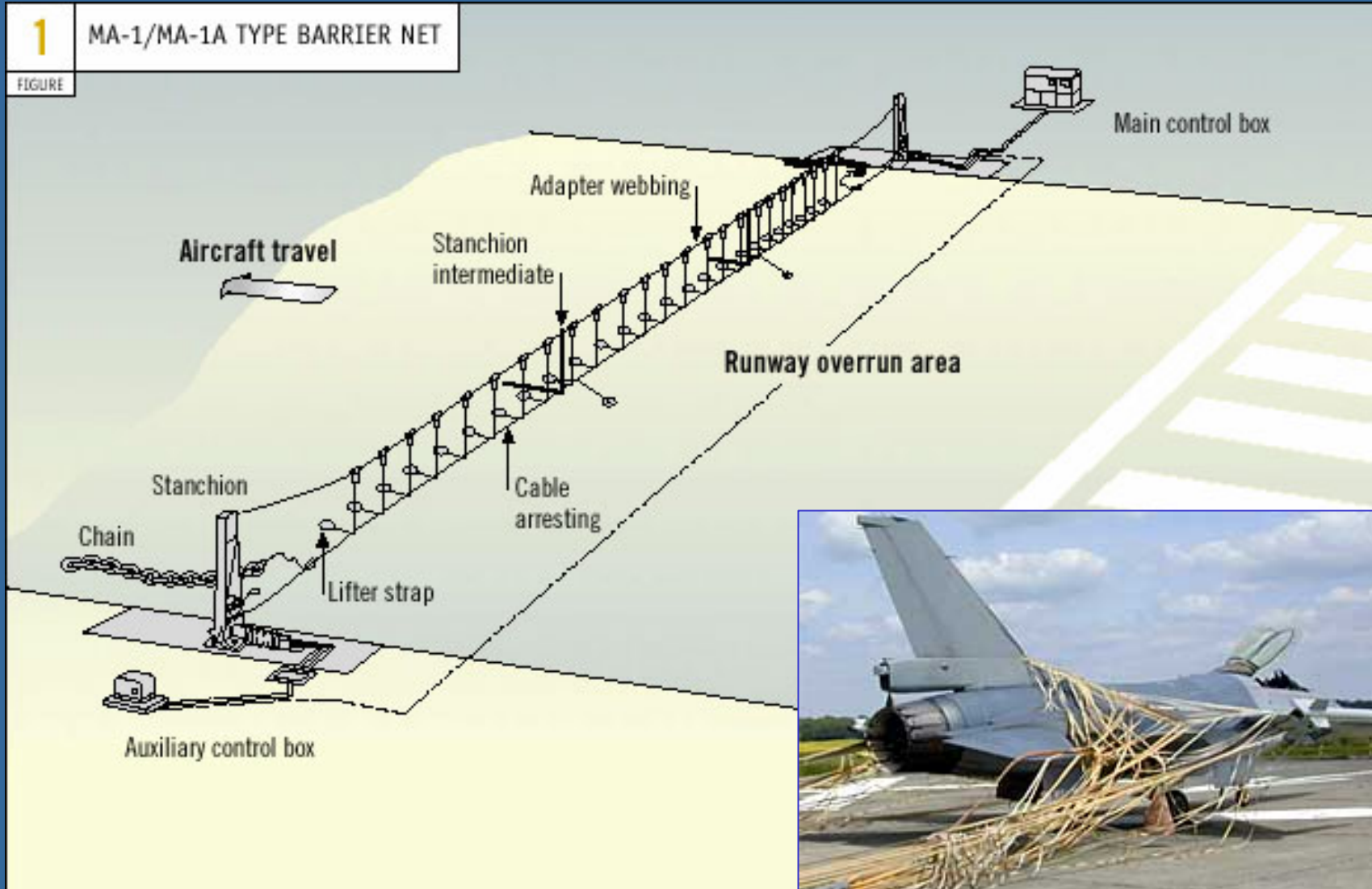


Sistemas de Retenção de Aeronaves

1. Barreiras de Retenção
2. Cabos de Arrasto
3. “Engineered Materials Arresting Systems (EMAS).”



Barreiras de Retenção





Cabos de Retenção

2 BAK-12 ARRESTING GEAR CABLE

FIGURE





Cabos de Retenção





EMAS



Photo courtesy of Port Authority of NY & NJ

The FAA (in their AC150/5220-22A on EMAS systems) call for the design entry speed to be 70 knots.



EMAS

