



Università degli Studi di Trieste

Dipartimento di Ingegneria e Architettura

Laurea Magistrale: Ingegneria civile

Corso: Infrastrutture Ferroviarie e Aeroportuali (494MI)



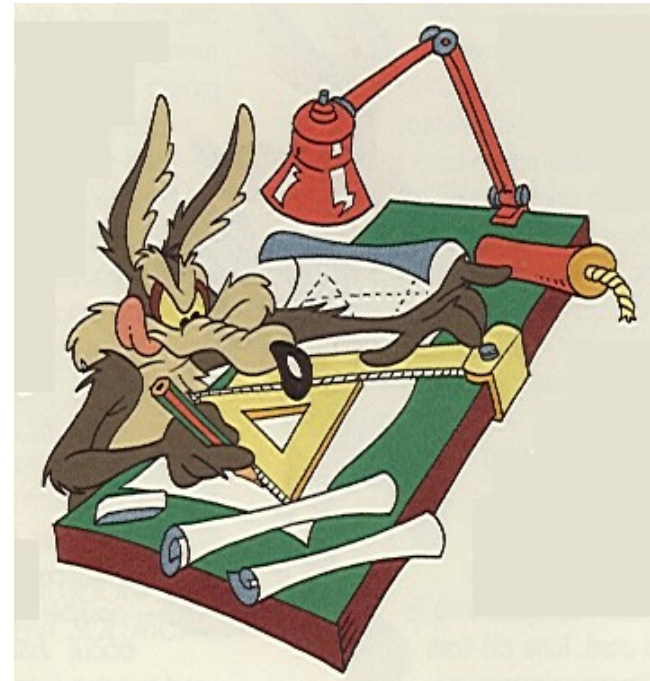
Esercizi

Roberto Roberti

Tel.: 040 558 3588

E-mail: roberto.roberti@dia.units.it

Anno accademico 2025/2026



Esercizio N° 01

Un treno merci formato da un locomotore e 10 carri, viaggia alla velocità di 70 km/h su un tronco ferroviario in salita con pendenza del 2% ed in curva (con raggio di 900 m). Calcolare la potenza necessaria al motore per vincere le resistenze essendo noti i seguenti parametri:

massa locomotore $M_L=80$ t; massa per ogni carro merci 50 t; rendimento motore 0,85; resistenza ordinaria specifica $r_0=2,5+0,00003 \cdot V^2$ [N/kN] con V in km/h.

Esercizio N° 02

Un treno merci viaggia alla velocità di 80 km/h su un tronco ferroviario in salita con pendenza del 2%. Determinare il numero massimo di carri che il locomotore può trainare, noti i seguenti parametri: massa locomotore $M_L=80$ t; massa per ogni carro merci 50 t; potenza motore 3600 kW, rendimento motore 0,85; resistenza ordinaria specifica $r_0=2,5+0,00003*V^2$ [N/kN] con V in km/h.

Esercizio N° 03

Un treno passeggeri formata da un locomotore e 10 carrozze, viaggia su un tronco ferroviario in salita (pendenza 2%) ed in curva (con raggio di curvatura pari a 1000 m, $r_c = 800/R$). Determinare la velocità massima che il treno può raggiungere in condizioni di regime, noti i seguenti parametri:

massa locomotore $M_L = 100$ t; massa per ogni carro 50 t; potenza motore 3200 kW, rendimento motore 0,90; resistenza ordinaria specifica $r_0 = 2,0 + 0,00028 \cdot V^2$ [N/kN] con V in km/h.

Esercizio N° 04

Verificare se un locomotore, partendo da fermo, riesce a trainare 15 carri su una linea ferroviaria in curva ($r = 5$ km) in salita (0,1 %). Sono noti i seguenti parametri: massa locomotore $M_L=100$ t; massa per ogni carro merci 50 t; potenza motore 5000 kW, rendimento motore 0,85; resistenza ordinaria specifica $r_0=2,0+0,00028*V^2$ [N/kN] con V in km/h; accelerazione in avviamento 0,2 m/s²; coefficiente di inerzia masse rotanti 1,1; coefficiente aderenza 0,3; locomotiva con tutti gli assi motori; resistenza curva 800 [N*m/kN].

Esercizio N° 05

Si calcoli la pendenza massima di un piano di stazione ferroviario che garantisce che il treno non si avvii anche nel caso di rottura dei freni. Si assuma per le resistenze ordinarie un valore di 2,5 kg/ton.

Esercizio N° 06

Si consideri una linea ferroviaria ad alta velocità ($V_{\max} = 300$ km/h) sulla quale possano circolare anche treni merci ad una velocità di 80 km/h, progettare e tracciare una curva circolare con la relativa curva di transizione.

In particolare sono richiesti:

Il raggio minimo delle curve circolari;

La sopraelevazione della rotaia esterna nelle condizioni di raggio minimo;

Per un raggio superiore al minimo si definisca la relativa sopraelevazione;

Si definisca l'equazione delle parabole cubiche relative alle due curve circolari sopra calcolate;

Si traccino le curve circolari e le parabole cubiche in un sistema di riferimento cartesiano la cui origine corrisponda all'origine della parabola cubica.

Esercizio N° 07

Calcolare la sopraelevazione della rotaia esterna quando è ammessa una accelerazione non compensata massima di $0,6 \text{ m/s}^2$, su una curva con una velocità di percorrenza di 100 km/h e raggio 475 metri .

Calcolare la sopraelevazione della rotaia esterna quando è ammessa una accelerazione non compensata massima di $0,6 \text{ m/s}^2$, su una curva con una velocità di percorrenza di 100 km/h e raggio 800 metri .

Calcolare la sopraelevazione della rotaia esterna quando è ammessa una accelerazione non compensata massima di $0,6 \text{ m/s}^2$, su una curva con una velocità di percorrenza di 75 km/h e raggio 475 metri .

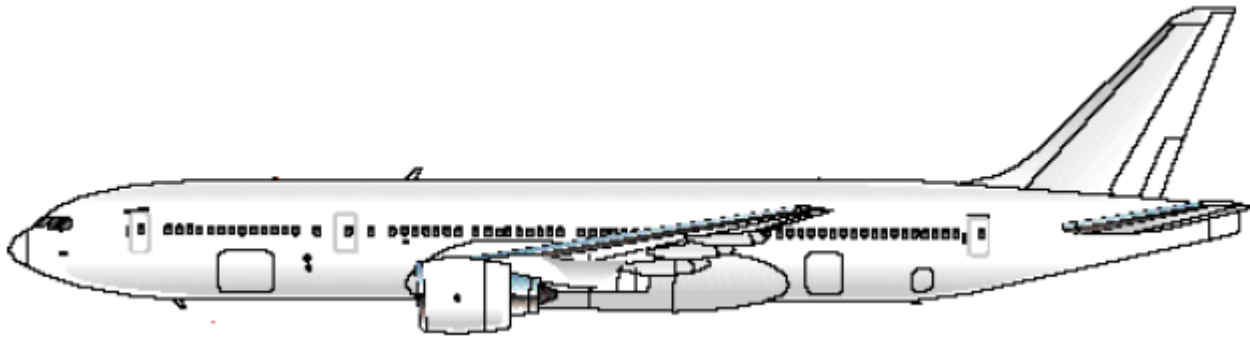
Determinare il raggio minimo e la corrispondente sopraelevazione della rotaia esterna per una curva su una linea percorsa da treni merci con $V_1 = 120 \text{ km/h}$ e $a_{ic} = -0,25 \text{ m/s}^2$, e treni viaggiatori di tipo veloce con $V_2 = 250 \text{ km/h}$ e $a_{nc} = 0,8 \text{ m/s}^2$

Esercizio N° 08

Si abbia una linea ferroviaria per la quale è richiesta una velocità di progetto di 160 km/h, in rango C.

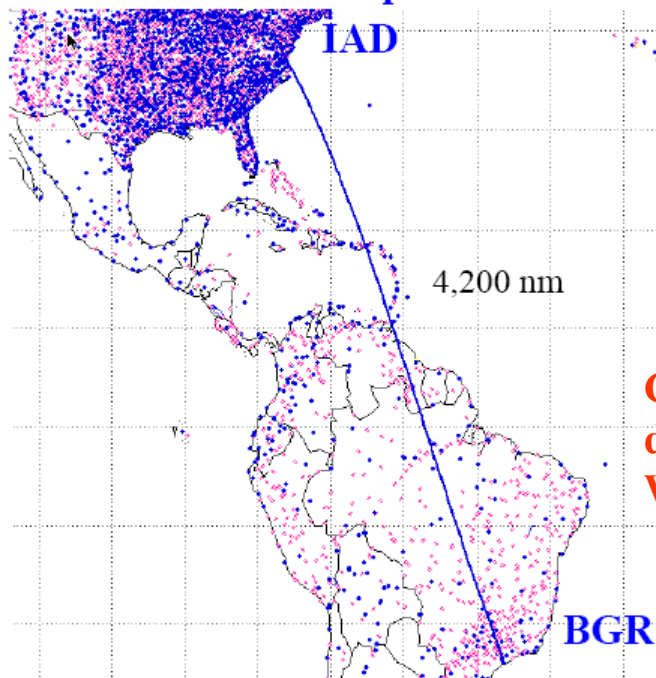
Si calcoli il raggio planimetrico, la lunghezza della curva di transito ed il relativo inserimento

Esercizio 09



Boeing 777 – 200 con MRW = 592.000 lb = 268.480 kg

$$DTW = OEW + PYL + FW$$



Calcolare il massimo carico pagante ed il quantitativo di combustibile necessario per servire la tratta Washington – San Paulo con un Boeing 777

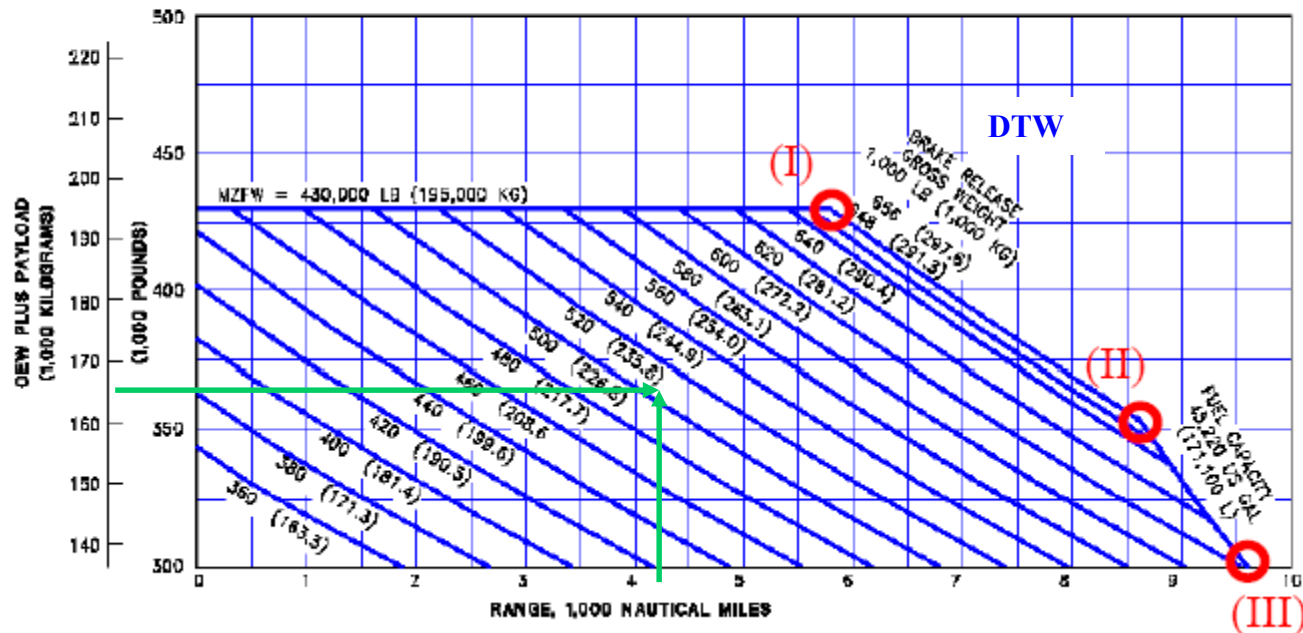
Esercizio 09

CHARACTERISTICS	UNITS	BASELINE AIRPLANE			HIGH GROSS WEIGHT OPTION		
MAX DESIGN TAXI WEIGHT	POUNDS	508,000	517,000	537,000	582,000	592,000	634,500
	KILOGRAMS	230,450	234,500	243,500	263,640	268,480	287,800
MAX DESIGN TAKEOFF WEIGHT	POUNDS	506,000	515,000	535,000	580,000	590,000	632,500
	KILOGRAMS	229,500	233,600	242,630	263,030	267,500	286,900
MAX DESIGN LANDING WEIGHT	POUNDS	441,000	445,000	445,000	460,000	460,000	460,000
	KILOGRAMS	200,050	201,800	201,800	208,700	208,700	208,700
MAX DESIGN ZERO FUEL WEIGHT	POUNDS	420,000	420,000	420,000	430,000	430,000	430,000
	KILOGRAMS	190,470	190,470	190,470	195,000	195,000	195,000
SPEC OPERATING EMPTY WEIGHT (1)	POUNDS	298,900	298,900	299,550	304,500	304,500	304,500
	KILOGRAMS	135,550	135,550	135,850	138,100	138,100	138,100
MAX STRUCTURAL PAYLOAD	POUNDS	121,100	121,100	120,450	125,550	125,550	125,550
	KILOGRAMS	54,920	54,920	54,620	56,940	56,940	56,940
SEATING CAPACITY (1)	TWO-CLASS	375 - 30 FIRST + 345 ECONOMY					
	THREE-CLASS	305 - 24 FIRST + 54 BUSINESS + 227 ECONOMY					
MAX CARGO - LOWER DECK	CUBIC FEET	5,656(2)	5,656(2)	5,656(2)	5,656(2)	5,656(2)	5,656(2)
	CUBIC METERS	160.3 (2)	160.3 (2)	160.3 (2)	160.3 (2)	160.3 (2)	160.3 (2)
USABLE FUEL	US GALLONS	31,000	31,000	31,000	45,220	45,220	45,220
	LITERS	117,300	117,300	117,300	171,100	171,100	171,100
	POUNDS	207,700	207,700	207,700	302,270	302,270	302,270
	KILOGRAMS	94,240	94,240	94,240	137,460	137,460	137,460

Esercizio 09

NOTES:

- * STANDARD DAY, ZERO WIND
- * 0.84 MACH STEP CRUISE
- * TYPICAL MISSION RULES
- * NORMAL POWER EXTRACTION AND AIR CONDITIONING BLEED
- * CONSULT USING AIRLINE FOR SPECIFIC OPERATING PROCEDURE AND OEW PRIOR TO FACILITY DESIGN



Esercizio 11

USO DEI DIAGRAMMI DI PRESTAZIONE PER IL CALCOLO DELLA LUNGHEZZA DI PISTA AL DECOLLO E ALL'ATTERRAGGIO

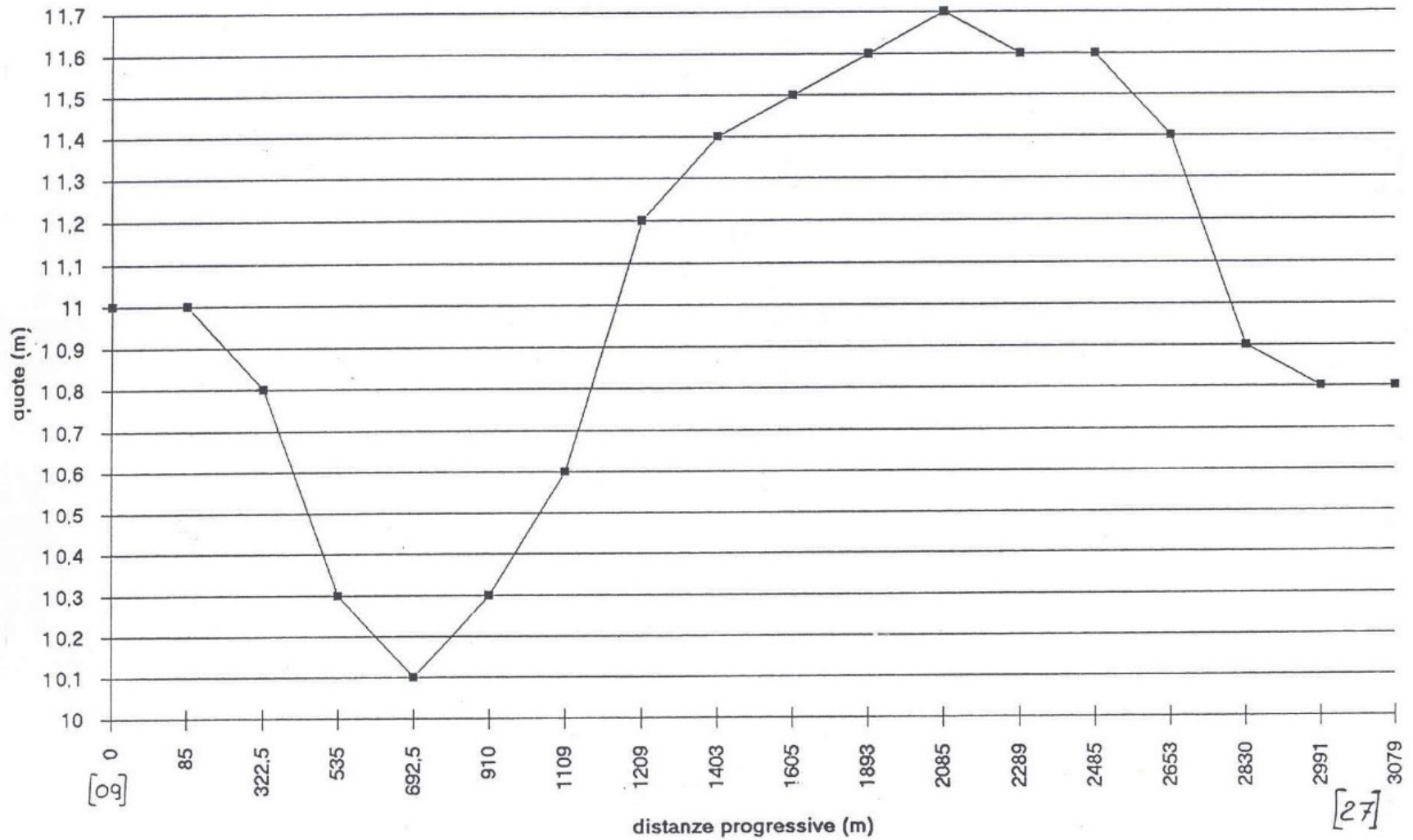
DATI:

Lunghezza pista:	3000 m
Quota di riferimento dell'aeroporto:	12,5 m s.l.m
Temperatura di riferimento dell'aeroporto:	28,6 ° C
Pendenza longitudinale della pista.	Vedi profilo allegato

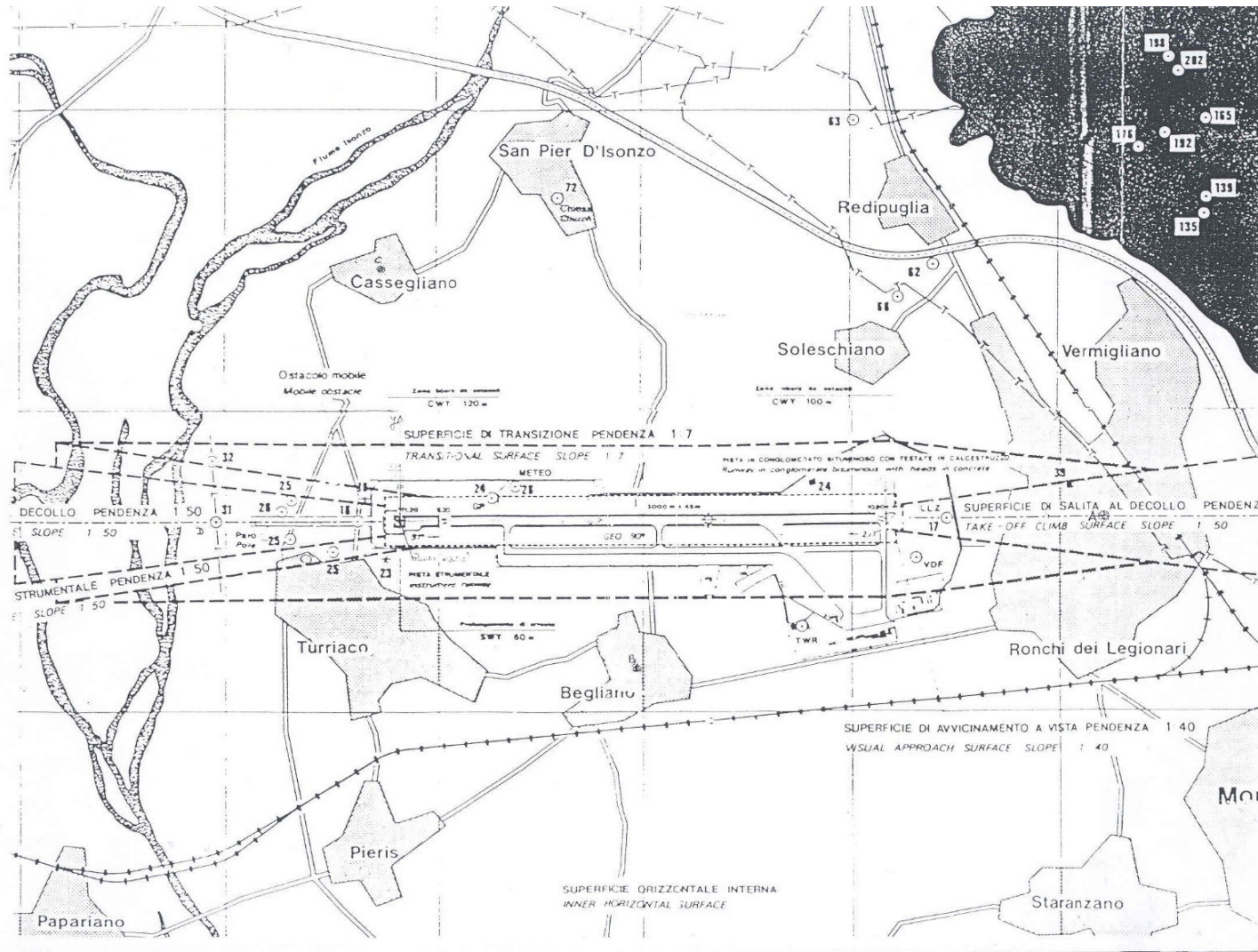
AEREI	Peso al decollo [kg]	Peso all'atterraggio [km/h]	Velocità in soglia [km/h]
MD80	67.000	55.000	250
ATR42	14.500	-	200
BAE 146/300	44.000	38.000	200

DETERMINARE: Lunghezza base della pista; Classe ICAO dell'aeroporto; verificare il profilo in funzione della classe ICAO; Distanze dichiarate; distanze richieste per ogni aereo; verifica delle uscite per i vari aerei;

Esercizio 11



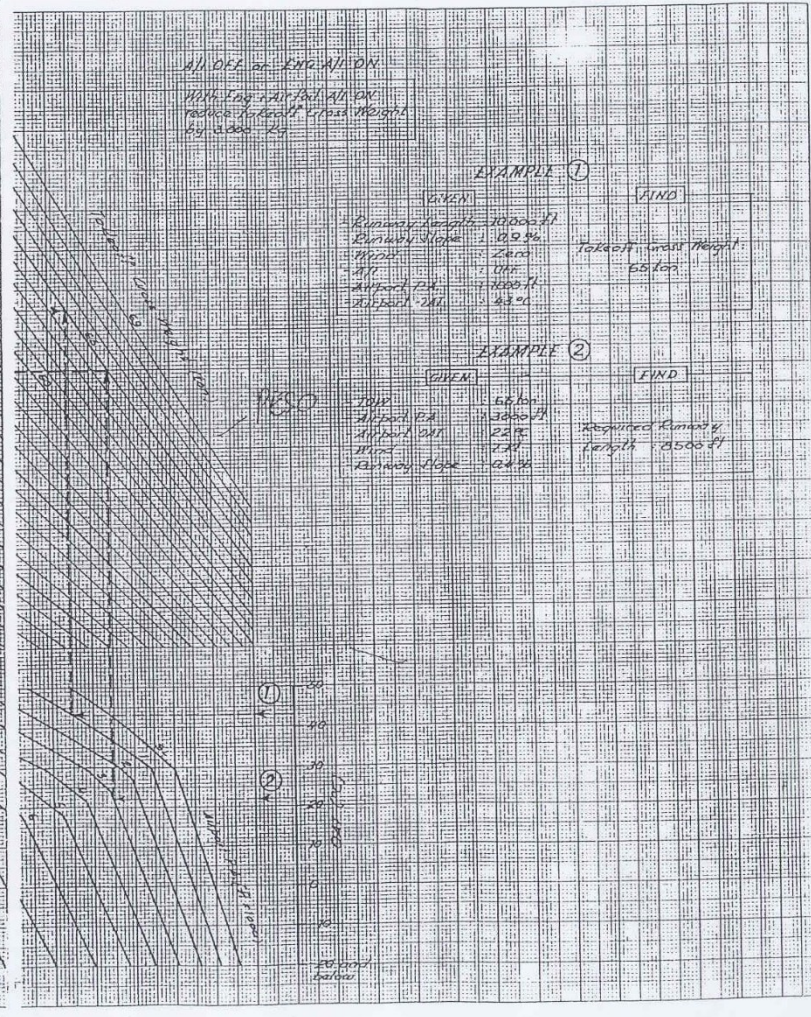
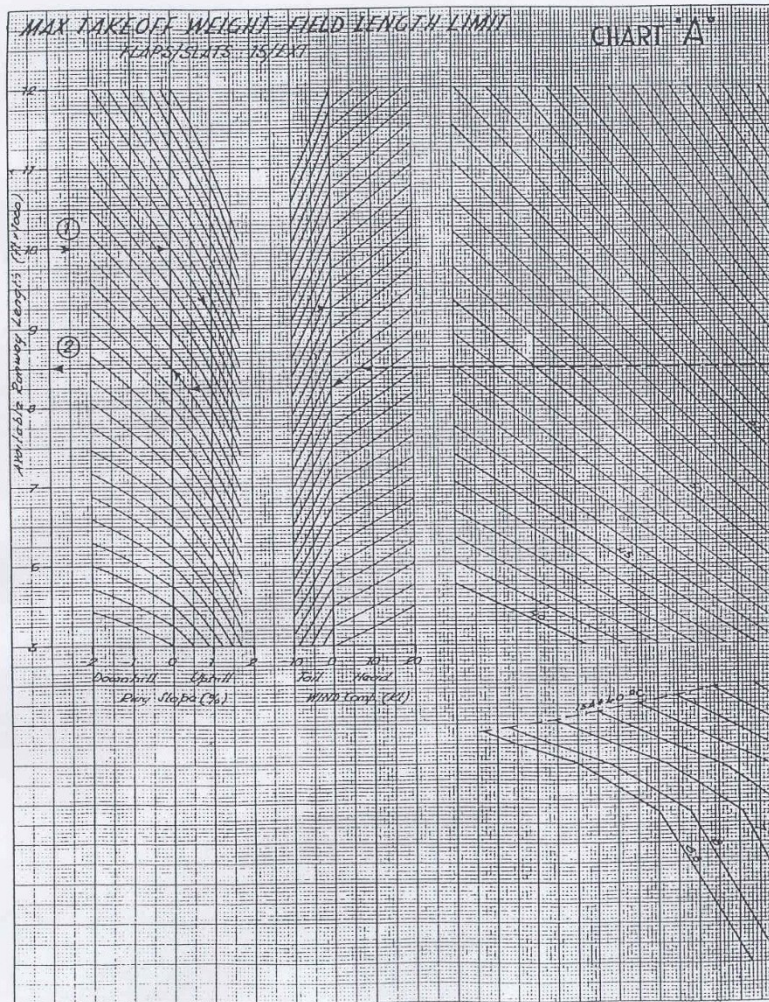
Esercizio 11



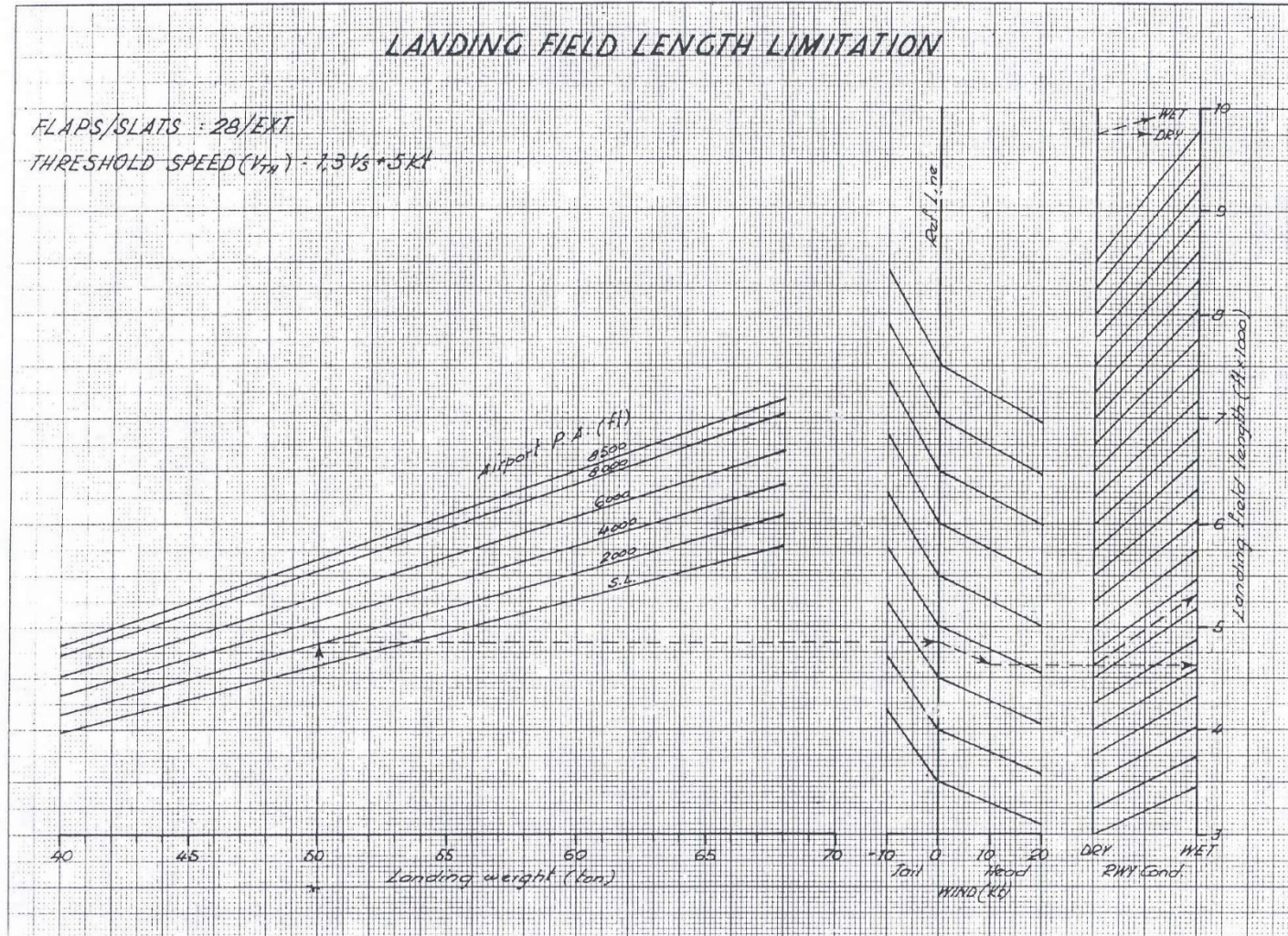
Esercizio 11



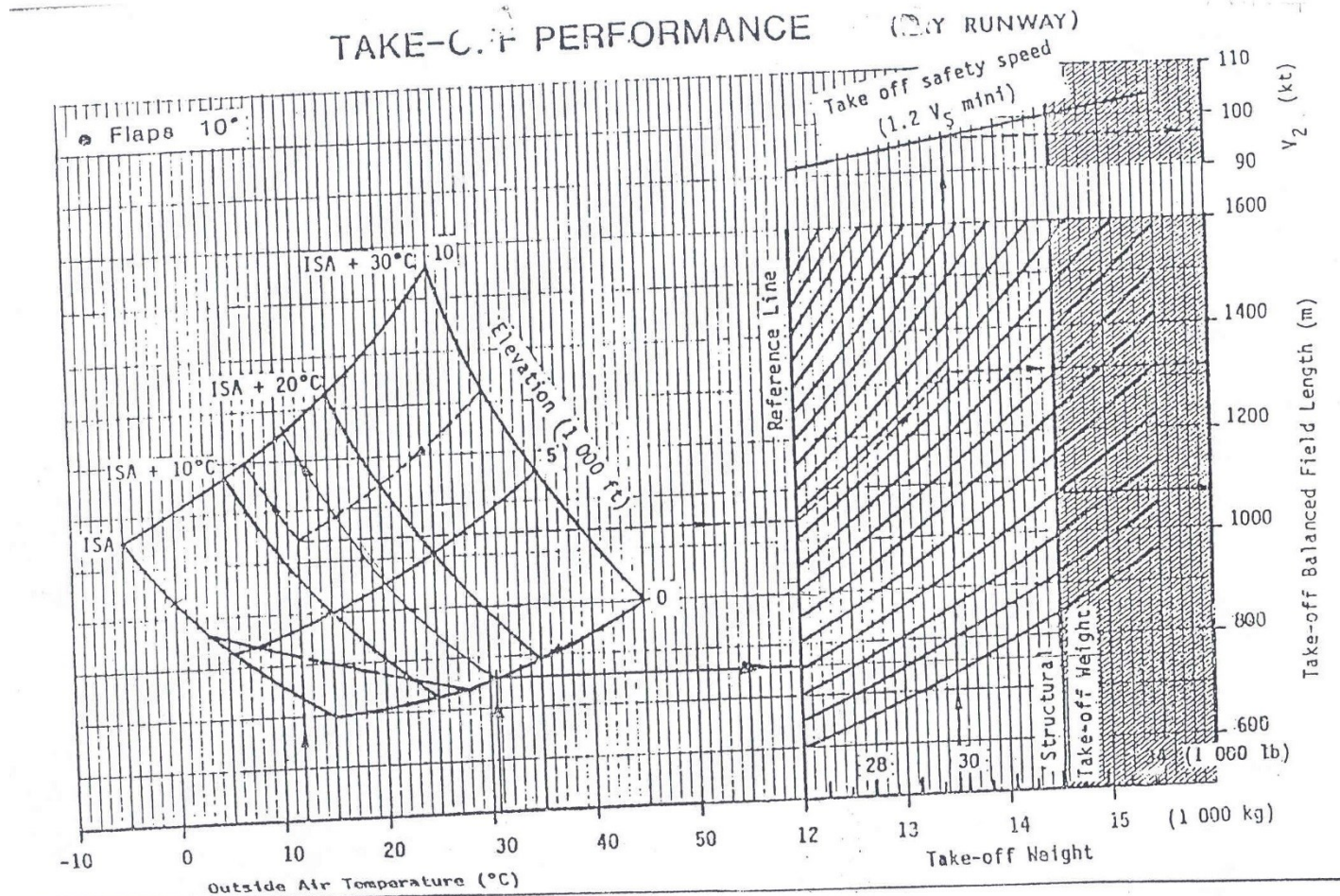
Esercizio 11



Esercizio 11



Esercizio 11



ATR 42

Esercizio 11

Design weights, dimensions

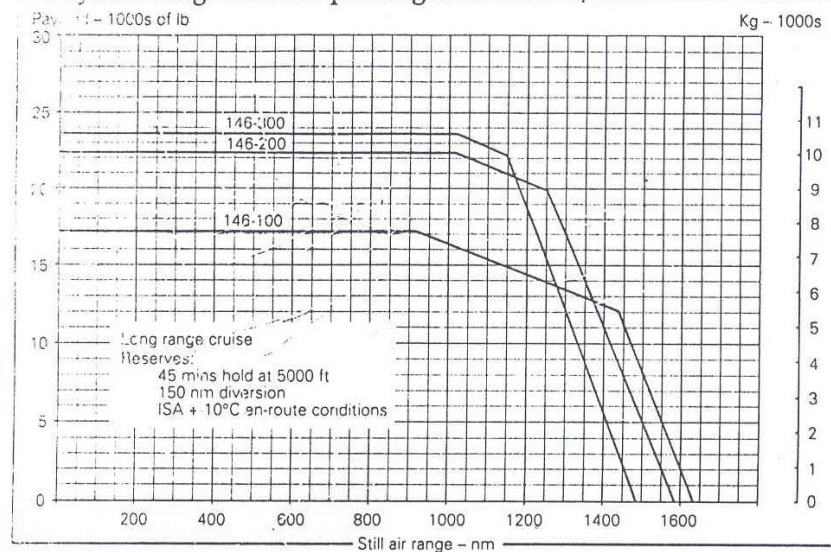
Weights, speeds

	146-100	146-200	146-300
	lb (kg)	lb (kg)	lb (kg)
Maximum ramp weight	84500 (38329)	93500 (42411)	98000 (44452)
Maximum take-off weight	84000 (38102)	93000 (42184)	97500 (44225)
Maximum landing weight	77500 (35153)	81000 (36741)	84500 (38329)
Maximum zero-fuel weight	68500 (31071)	75000 (34019)	78500 (35607)
Typical operating weight empty:			79000 (35834) QT
Passenger aircraft	51342 (23290)	52651 (23884)	54848 (24891)
QT freighter		49185 (22310)	50985 (23126)
QT convertible (passengers)		57137 (25917)	59343 (26918)
QT convertible (freight)		52868 (23981)	54498 (24720)
Design speeds V _{mo} /M _{mo}	300 kt IAS/0.73M†	295 kt/0.73M†	305 kt/0.73M†
Typical cruise speed	425 kt TAS	As -100	As -100

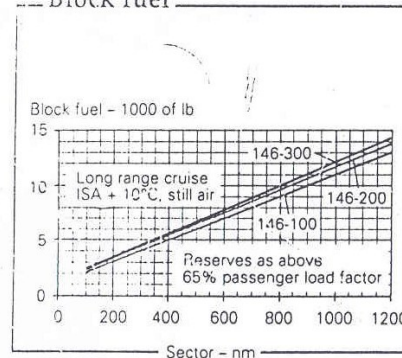
* Including normal operating items, basic emergency equipment plus crew and their baggage, plus basic galley structure, basic seats and catering when applicable.

† FAR, JAR 0.72M

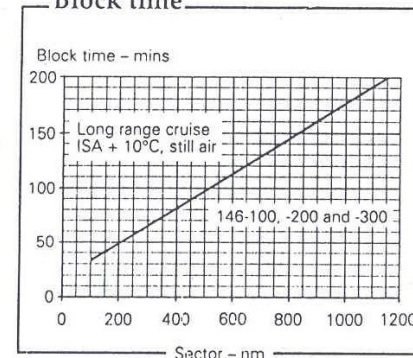
Payload-range BAe 146 passenger aircraft



Block fuel



Block time



Esercizio 11

Design weights, dimensions

Weights, speeds			
	146-100	146-200	146-300
	lb (kg)	lb (kg)	lb (kg)
Maximum ramp weight	84500 (38329)	93500 (42411)	98000 (44452)
Maximum take-off weight	84000 (38102)	93000 (42184)	97500 (44225)
Maximum landing weight	77500 (35153)	81000 (36741)	84500 (38329)
Maximum zero-fuel weight	68500 (31071)	75000 (34019)	78500 (35607)
Typical operating weight empty:			79000 (35834) QT
Passenger aircraft	51342 (23290)	52651 (23884)	54848 (24891)
QT freighter		49185 (22310)	50985 (23126)
QT convertible (passengers)		57137 (25917)	59343 (26918)
QT convertible (freight)		52869 (23981)	54498 (24720)
Design speeds V _{mo} /M _{mo}	300 kt IAS/0.73M†	295 kt/0.73M†	305 kt/0.73M†
Typical cruise speed	425 kt TAS	As -100	As -100

* Including normal operating items, basic emergency equipment plus crew and their baggage, plus basic galley structure, basic seats and catering when applicable.

† FAR, JAR 0.72M

Dimensions, capacities

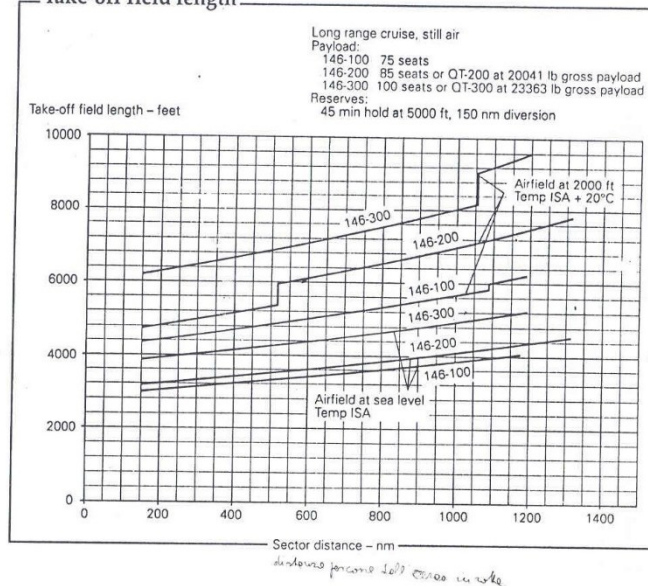
	146-100	146-200	146-300
Wing span	88 ft 5 in (26.34 m)	As -100	As -100
Length	85 ft 11 in (26.19 m)	93 ft 10 in (28.60 m)	101 ft 8 in (30.99 m)
Height	28 ft 3 in (8.61 m)	28 ft 2 in (8.59 m)	As -200
Cabin length	50 ft 7 in (15.42 m)	58 ft 5 in (17.81 m)	66 ft 3 in (20.20 m)
max width	134.5 in (341.6 cm)	As -100	As -100
headroom	80.0 in (203.2 cm)	As -100	As -100
floor width	127.6 in (324.1 cm)	As -100	As -100
Seating	70-94	85-112	90-128
Baggage holds:			
total volume (front and rear)	479 cu ft (13.56 cu m)	645 cu ft (18.26 cu m)	812 cu ft (22.99 cu m)
CT freighter capacity:			
LD3 containers		9	10
108 x 88 pallets/gloos		6 plus half pallet	7 plus half pallet
125 x 96 pallets/gloos		4	5
Fuel capacity:			
Standard		2580 imp gal (3096 US gal, 11729 litres)	
Optional (inc fillet tanks)		2838 imp gal (3406 US gal, 12901 litres)	

Engines

Type	Textron Lycoming ALF 502R-5
Take-off thrust (static, sea level, ISA)	6970 lb (31.00 kN)
Overall pressure ratio	12:1
Bypass ratio	5.6:1
Overall length	56.8 in (1.44 m)
Fan case diameter	41.7 in (1.06 m)
Weight, complete engine, dry	1270 lb (577 kg)

Airfield performance

Take-off field length



Landing field length

Landing field length						
	146-100		146-200		146-300	
	Airfield elevation					
	MSL	2000 ft	MSL	2000 ft	MSL	2000 ft
Dry runway	3380 ft (1030 m)	3535 ft (1077 m)	3510 ft (1070 m)	3660 ft (1116 m)	3740 ft (1140 m)	3880 ft (1183 m)
Wet runway	3887 ft (1185 m)	4065 ft (1239 m)	4037 ft (1230 m)	4209 ft (1283 m)	4301 ft (1311 m)	4462 ft (1360 m)

ISA temperatures, still air, level paved runway
Landing weight:
146-100 75 passengers
146-200 85 passengers or (QT) 20041 lb gross payload
146-300 100 passengers or (QT) 23363 lb gross payload
Fuel for 45 min hold at 5000 ft and 150 nm diversion

Performance to JAR (Method A) and FAR certification requirements