



Università degli Studi di Trieste

Dipartimento di Ingegneria e Architettura

Laurea Magistrale: Ingegneria Civile

Corso di INFRASTRUTTURE AEROPORTUALI

Lezione 04: La pianificazione aeroportuale e la scelta del sito aeroportuale

Roberto Roberti

Tel.: 040/558.3588

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

Anno accademico 2016/2017



Sommario

Sistema della pianificazione del trasporto aereo

Master Plan aeroportuale

Esempi di Master Plan: Lax, Sidney

Cenni Previsioni domanda Traffico aereo

Le superfici di limitazione degli ostacoli

Orientamento delle piste

Gerarchia della pianificazione

PIANO: strumento per gestire e ottimizzare la trasformazione di un sistema.

PIANIFICAZIONE STRATEGICA: pianificazione di lungo periodo, definisce i principi ispiratori, identifica gli obiettivi, fornisce delle linee di indirizzo.

PIANIFICAZIONE TATTICA: pianificazione di breve e medio periodo, attua nel dettaglio le indicazioni della pianificazione strategica, e verifica i risultati delle singole aree d'intervento.

PIANIFICAZIONE PROGETTUALE: pianificazione di un singolo e specifico intervento secondo i tre gradi progettuali (Studio fattibilità, progetto definitivo, progetto esecutivo).

La pianificazione nel trasporto aereo (1)

AVIATION SYSTEMS PLANNING: è una pianificazione strategica di tipo prevalentemente tecnico-economico, si inserisce nel Piano Nazionale dei Trasporti, riguarda tutto il sistema del trasporto aereo nazionale (Spazio aereo, aeroporti, aerei, compagnie aeree, utenti, ambiente, ecc.).

AIRPORT SYSTEMS PLANNING: è una pianificazione strategica di tipo economico e tecnico, riguarda tutto il sistema degli aeroporti (esistenti e nuovi).

AIRPORT MASTER PLAN: è una pianificazione strategica e tattica di tipo economico, tecnico, finanziario di un singolo aeroporto, comprendente anche le fasi intermedie.

La pianificazione nel trasporto aereo (2)

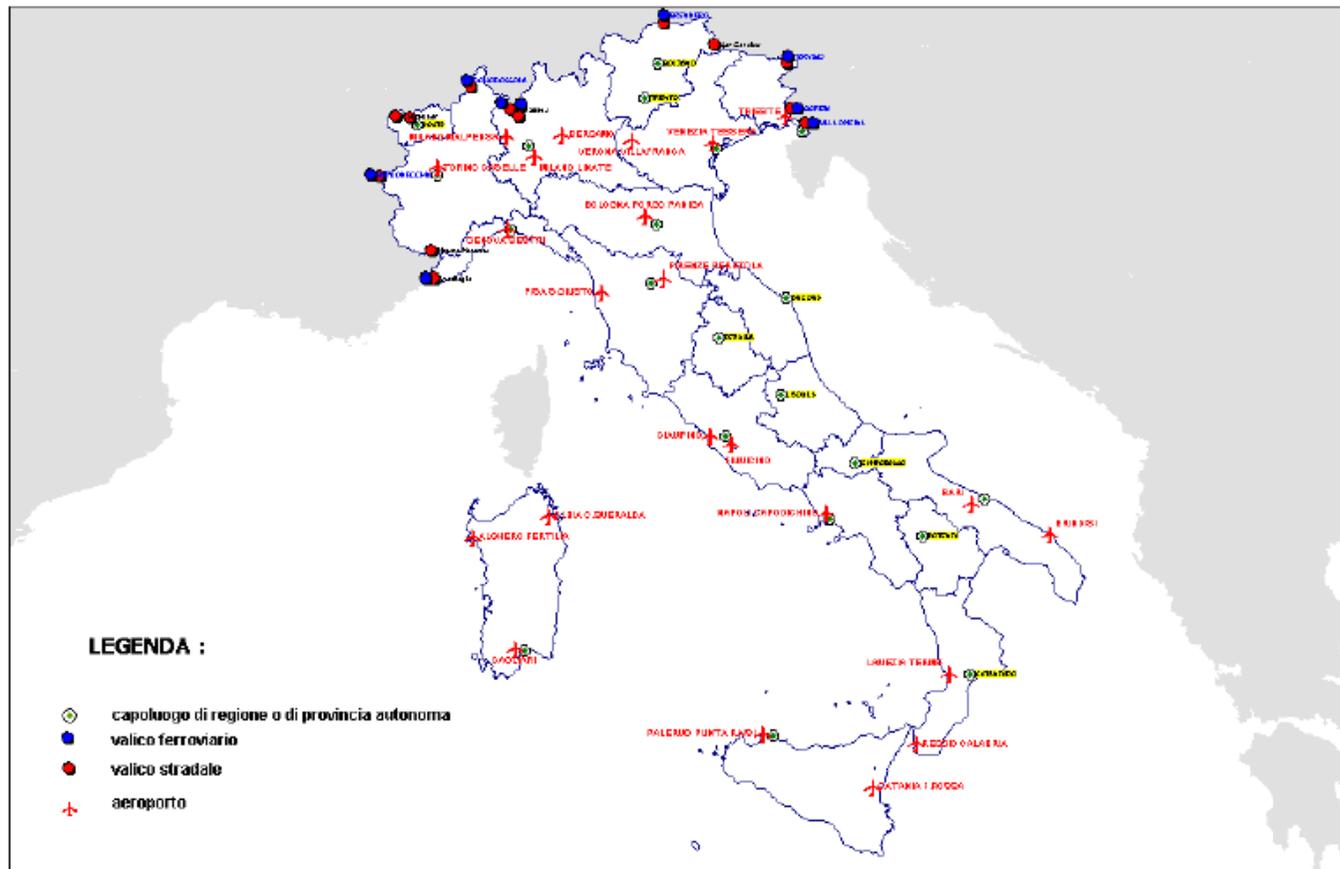


Figura 3b – Insieme minimo degli aeroporti inseriti nello SNIT attuale

Master Plan Aeroportuale

DEFINIZIONE: Il Master Plan (MP) di un aeroporto può essere definito come la pianificazione nel lungo periodo delle aree interessate al progetto di un'infrastruttura aeroportuale.

OBIETTIVO: ricerca di soluzioni progettuali, che siano in grado di corrispondere alla domanda di trasporto aereo, sulla base di criteri di ottimizzazione delle risorse e compatibilmente con le esigenze socio-economiche ed ambientali della comunità.

Obiettivi specifici

OBIETTIVI SPECIFICI

- Definire i requisiti fisici dell'aeroporto nella sua configurazione finale;
- Definire il condizionamento dello sviluppo del territorio adiacente l'aeroporto;
- Determinare l'impatto ambientale dell'aeroporto;
- Stabilire i collegamenti con gli altri mezzi di trasporto;
- Proporre un piano economico e finanziario per l'aeroporto;
- Stabilire le diverse fasi di realizzazione;
- Proporre una metodologia di verifica del Master Plan stesso;
- Fornire un'adeguata presentazione al pubblico.

Elementi Del Master Plan

Analisi delle condizioni esistenti

Previsioni della domanda di traffico

Analisi della capacità e dei ritardi

Identificazione e quantificazione delle necessità

Scelta del sito per nuovi aeroporti (o degli ampliamenti per aeroporti esistenti)

Valutazione di impatto ambientale

Pianificazione dell'uso del territorio

Fattibilità economica e finanziaria

Identificazione della configurazione finale e delle fasi di sviluppo dell'aeroporto

Attuazione del piano e modalità di verifica

Analisi delle condizioni esistenti

Presenza di altri aeroporti nella regione

Caratteristiche dell'aeroporto (se esistente): traffico, attrezzature, ecc.

Dati topografici

Uso dello spazio aereo

Dati meteorologici

Uso del territorio

Presenza di trasporti terrestri

Dati ambientali

Dati socioeconomici e demografici

Previsioni della domanda di traffico

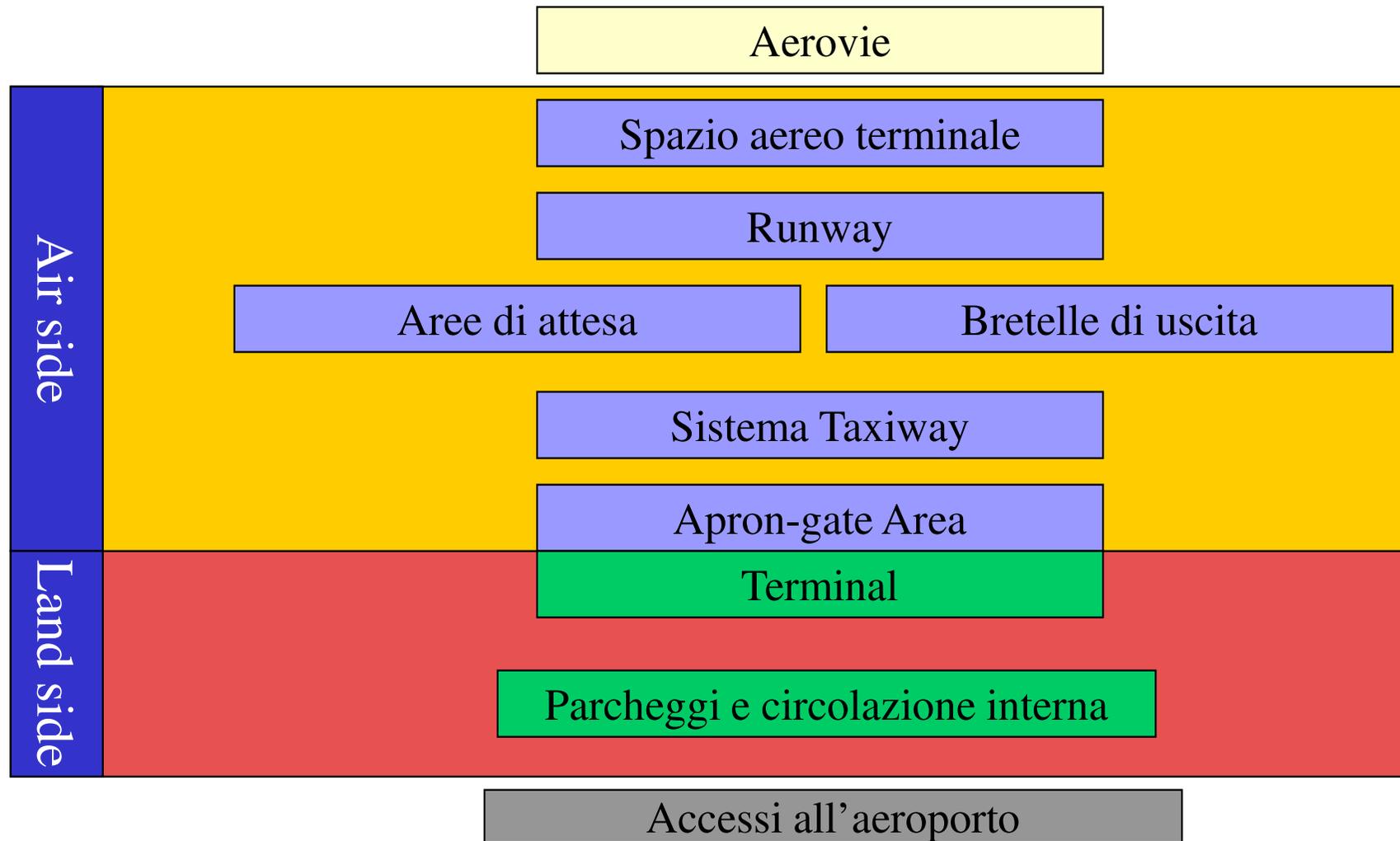
Previsioni dello sviluppo economico e demografico dell'area

Previsioni domanda di traffico passeggeri

Previsioni domanda di traffico merci

Previsione del numero di operazioni annuali e di punta

Analisi delle capacità e dei ritardi



Quantificazione delle necessità

RUNWAY: numero, lunghezze, larghezze, orientamento, pendenze.

TAXIWAY: numero, ubicazione, larghezze, numero e angolazione bretelle.

APRON: numero stalli, possibilità movimentazione.

TERMINAL: tipologia, gates, servizi interni.

ACCESSI: modalità di accesso lato terra, numero parcheggi.

Scelta del sito

Sviluppo dell'area circostante

Condizioni meteorologiche

Accessibilità lato terra

Disponibilità di territorio per futuri ampliamenti

Presenza di altri aeroporti e aerovie

Ostacoli

Economia di costruzione

Disponibilità di servizi

Impatto ambientale, urbanistico, sociale, economico

Valutazione di impatto ambientale

Disturbo acustico

Inquinamento dell'aria e dell'acqua

Flora e Fauna

Pianificazione dell'uso del territorio

Territorio all'interno dell'area aeroportuale

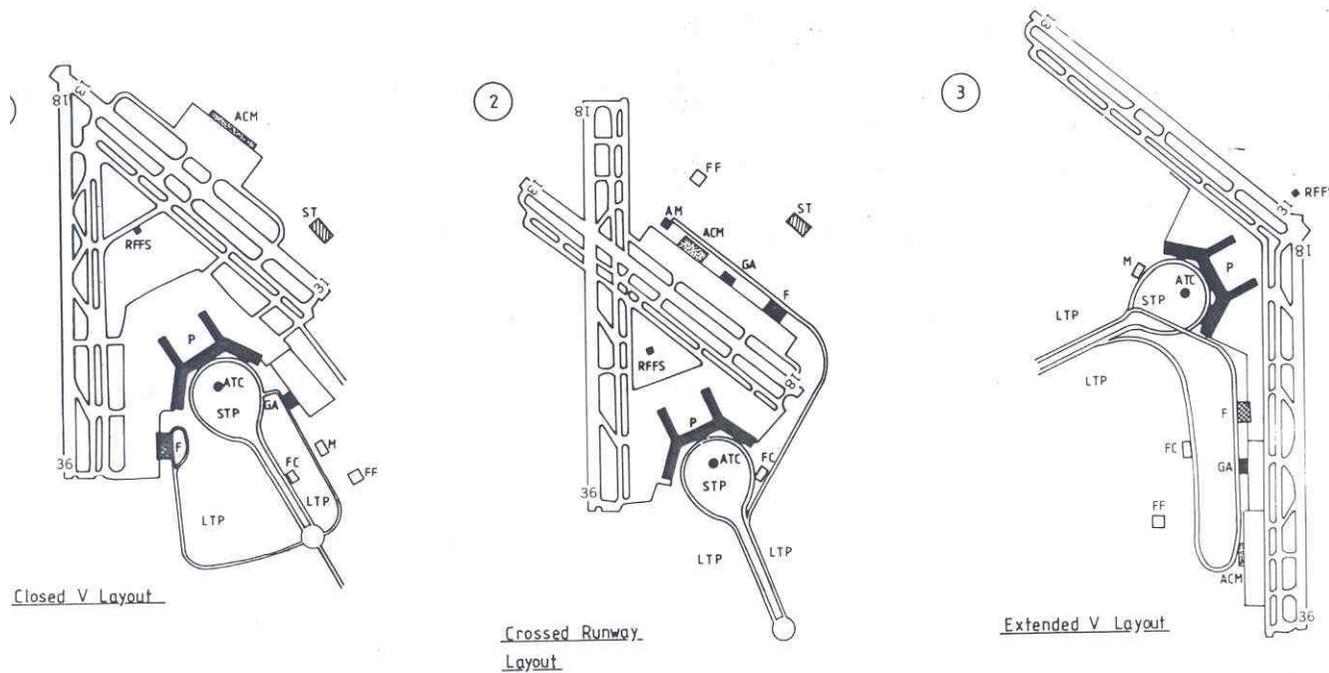
Territorio esterno all'area aeroportuale

Fattibilità economica e finanziaria

Analisi costi benefici

Disponibilità finanziarie

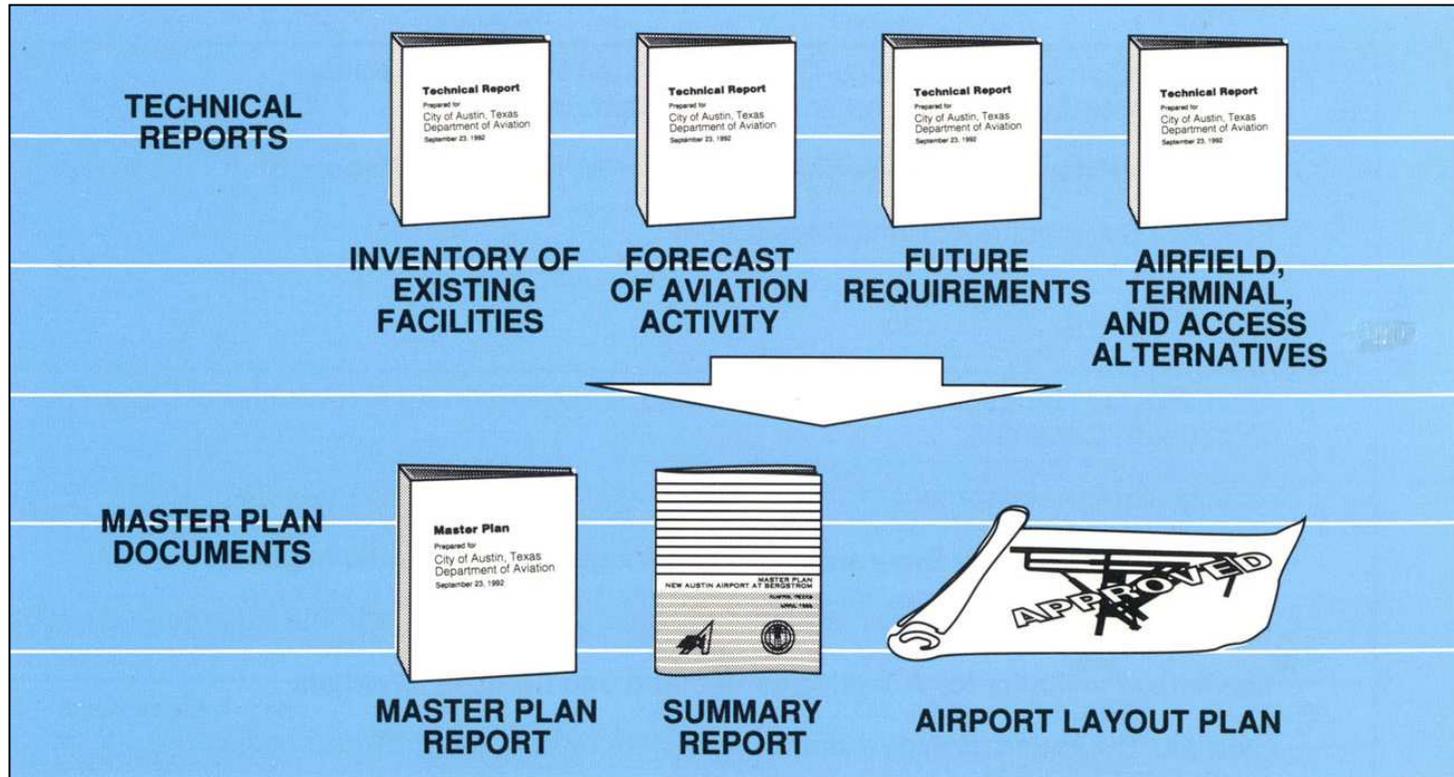
Configurazione dell'aeroporto



Key	
RFFS	Rescue & Fire Fighting Systems
P	Passenger Terminal
ATC	Air Traffic Control Tower
F	Freight Terminal
FC	Flight Kitchens
M	Airport Maintenance, Engineering, Motor Transport
ACM	Aircraft Maintenance
ST	Sewage Treatment
LTP	Long Term Parking
STP	Short Term Parking
FF	Fuel Farm

FIGURE 5.3 Layout options for given runway lengths and orientation.

Documenti di un MP (1)



Documenti di un MP (2)

5.12 AIRPORT PLANS: THE STRUCTURE OF THE MASTER PLAN REPORT

The presentation of the master plan is in the form of a report which describes the following:

Demand

- Passenger traffic forecasts.
- Cargo traffic forecasts.
- Air transport movement forecasts.
- General aviation and military movement forecasts.
- Ground access traffic movements by public and private modes.

Capacity and Sequenced Facility Provision

The sequenced and staged provision of capacity in accordance with the development of demand. Capacity will be computed for:

Air side: Runways, taxiways, apron, holding areas, support facilities.

Terminals: Passenger and cargo.

Land side: Access modes and parking, support facilities.

Cost Estimates

- Runways, taxiways, aprons, and holding areas.
- Cargo and passenger terminals.
- Nav aids, control tower. *alternativa per il cambio della rotazione oraria*
- Utilities and support facilities (meteorological, fire, fuel, catering, security, etc.).
- Roads, parking, and other access facilities.
- Military areas.
- General aviation facilities.
- Maintenance areas.

It is usual to provide at least the following drawings for FAA purposes:

A. Airport Layout Plan (ALP).

1. Location map (1:500,000).
2. Vicinity map (1:25,000) approximately.
3. Airport layout map, which includes
 - a. Prominent airport facilities, such as runways, taxiways, aprons, blast pads, stabilized shoulders, runway end safety areas, buildings, nav aids, parking areas, roads, lighting, runway marking, pipelines, fences, drainage, segmented circle, wind indicators, and beacon. *parte di anni*
 - b. Natural and man-made features: trees, streams, ponds, rock outcrops, ditches, railroads, power lines, towns. *causò le*
 - c. Revenue-producing, nonaviation-related property. *risultò*
 - d. Areas reserved for future aviation and services development.
 - e. Areas reserved for nonaviation uses: industrial areas, hotels, etc. *risultò*
 - f. Existing ground contours (3m or 10ft).
 - g. Fueling facilities, tie down areas.
 - h. Facilities to be phased out.
 - i. Airport boundaries.
 - j. Runway clear zones and associated approach surfaces, including location and height of controlling objects. *risultò*
 - k. Airport reference point.
 - l. Coordinates and elevation of existing and ultimate runway ends and thresholds.
 - m. True azimuth or runway.
 - n. North point-true and magnetic, with magnetic declination (variation) and epoch year.
 - o. Pertinent dimensional data: runway and taxiway widths, runway length, taxiway widths, taxiway-runway-apron clearances, apron dimensions, building clearance lines, runway clear zones and parallel runway separation. Deviations from FAA standards should be noted.
 - p. Map scale 1:2500 to 1:7500 should be used depending on size of airport.
4. Basic data table showing:
 - a. Airport elevation.
 - b. Airport reference print and coordinates.
 - c. Airport magnetic variation.
 - d. Mean maximum daily temperature in hottest month.
 - e. Airport and terminal nav aids.
 - f. Runway identifications in magnetic numerals, for example, 13/31, 4/22.

- g. Percent effective runway gradients on each existing and proposed runway.
 - h. Percent wind coverage by runways.
 - i. Designated instrument runway.
 - j. Pavement type (grass, asphalt, p.c. concrete).
 - k. Pavement strength designation of each runway.
 - l. Approach surfaces for each runway.
 - m. Runway lighting.
 - n. Runway marking.
 - o. Electronic and visual approach aids and weather facilities.
5. Wind information—wind rose with runway orientation superimposed.
 6. Designated instrument runway or runways for precision instrument approach procedures.
 7. Approach and runway clear zone drawing showing area under imaginary surface, approach and takeoff slopes, runway clear zones, approach zones, and surfaces with controlling structures and obstructions. Location and elevation of obstructions.
 8. Property map, with ownership type size and routing of utilities.
 9. Master utility drawing showing type size and routing of utilities.
 10. Phased layout plans where applicable. Figures 5.4a and b show examples of a simple airport layout plan for a small airport in a developing country. Figure 5.5 shows the ultimate layout plan for a large international facility with a high ultimate design capacity.
- B. Terminal Area Plan (1:5000 to 1:10,000) (staged where applicable).
1. Conceptual drawings of terminals, passenger and cargo.
 2. Schematic drawings delineating basic flows of passengers, baggage, cargo and vehicles.
 3. Car parking and curb space.
- C. Airport Access Plans (staged where applicable).
- D. Noise Compatibility Plans showing noise exposure contours with respect to developed and developing areas. These should be staged where applicable.
- E. Regional Land Use Plan.

Documenti di un MP (2)

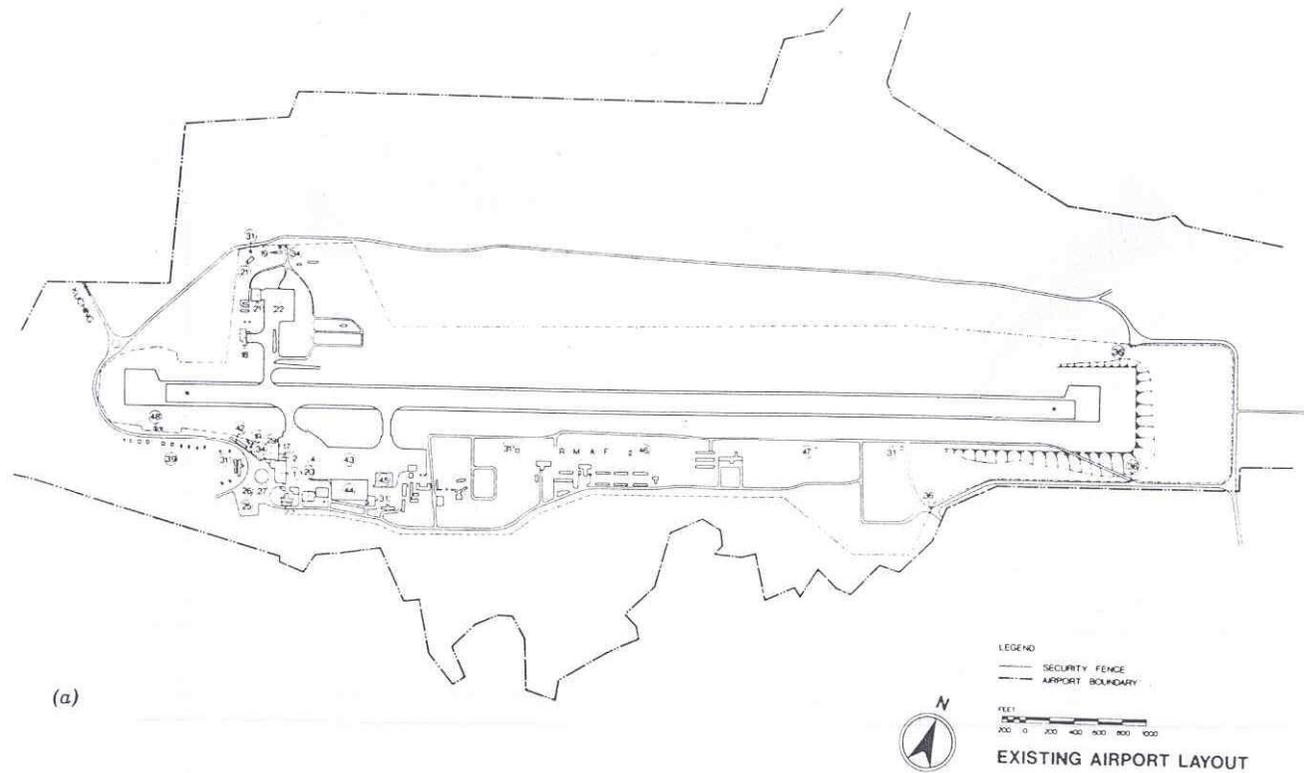


FIGURE 5.4a Example of airport layout plan—current facilities. (Source: Malaysian Associate Architects and Sir Frederick Snow and Partners by permission of Department of Public Works, East Malaysia)

Documenti di un MP (3)

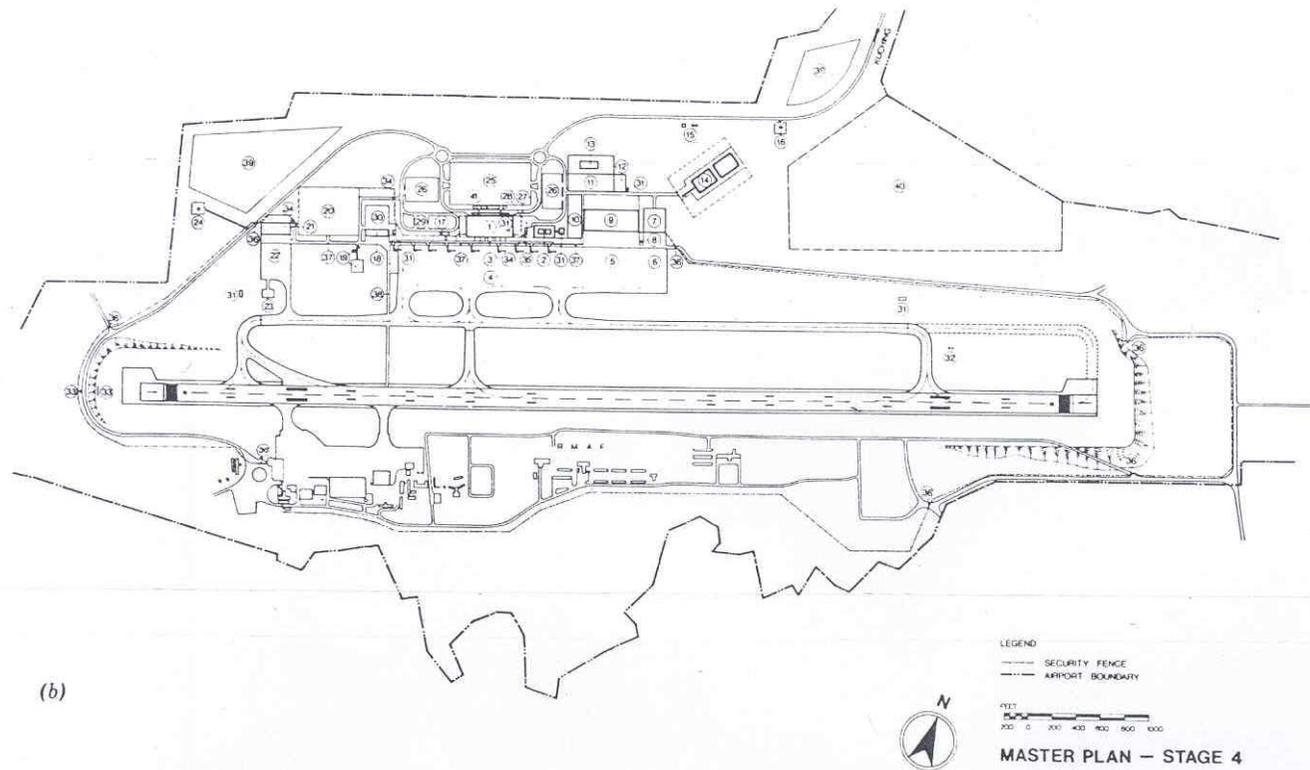


FIGURE 5.4b Example of airport layout plan—ultimate development. (Source: Malaysian Associate Architects and Sir Frederick Snow and Partners by permission of Department of Public Works, East Malaysia)

Esempio del MP di Lax - 2015

- Grande Hub
- Problematiche gestionali per la torre di controllo, complessità dello spazio aereo attorno a LAX
- 67 milioni di passeggeri annui (2000)
- 779.000 operazioni per anno (equivalenti a 2.135 operazioni per giorno)
- Quattro runways parallele (>10.000 ft.)
- Problematiche di rumore
- Costo del Master plan > 10 million \$

È possibile trovare il completo di master plan

all'indirizzo: www.laxmasterplan.org/



Lax 2015 - Obiettivi

- **Ridistribuzione del traffico aereo tra i vari aeroporti regionali;**
- **Incremento della sicurezza;**
- **Incremento efficienza per il miglioramento dei benefici economici;**
- **Miglioramento dell'impatto ambientale;**
- **Ottimizzare la compatibilità dell'uso residenziale del territorio con la presenza dell'aeroporto;**
- **Migliorare l'accesso dal lato terra;**
- **Verificare che le misure adottate portino ai benefici previsti.**

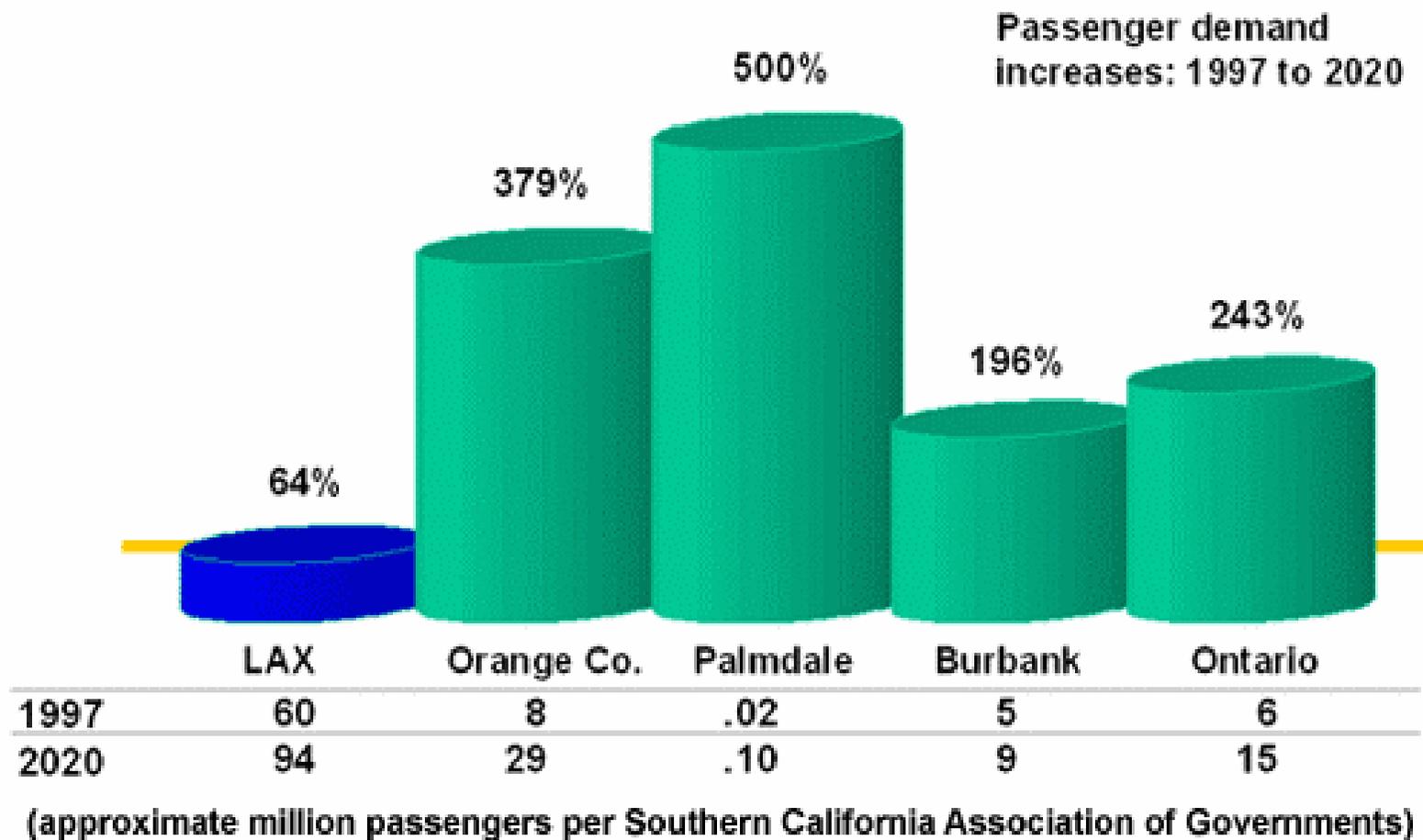
Lax 2015 - Mappa regionale degli aeroporti



Lax 2015 – Domanda regionale (1)



Lax 2015 – Domanda regionale (2)



Lax 2015 – Contenuti (1)

- **Table of Contents**
- **Executive Summary**
- **Preface**
- **CHAPTER 1 - Air Transportation in the Los Angeles Region**
- **CHAPTER 2 - Existing Conditions Working Paper**
- **CHAPTER 2 - Appendices A through Q**
- **CHAPTER 3 - Forecasts of Aviation Demand**
- **CHAPTER 4 - Facility Requirements**
- **CHAPTER 5 - Concept Development (Volume 1)**
- **Concept Development (Volume 2)**

Lax 2015 – Contenuti (2)

- **APPENDIX A - Flight to gate assignments**
- **APPENDIX B - Unconstrained Airside options Simulation assumptions and results**
- **APPENDIX C - 2nd Iteration terminal option**
- **APPENDIX D - Scattergood fuel farm relocation feasibility study**
- **APPENDIX E - Executive summary**
- **APPENDIX F - 1996 Baseline airside simulation assumption and results**
- **APPENDIX G - Chapter5 Appendices G through H**
- **APPENDIX H - Aircraft operations profiles**

Lax 2015 – Contenuti (3)

- **APPENDIX I - Passenger activity profiles (2,385 KB)**
- **APPENDIX J - Constrained airside alternatives simulation assumptions and results**
- **APPENDIX K - Supplemental information provided for the Draft EIS/EIR**
- **APPENDIX L - Model update information**
- **APPENDIX M - Description of automated people mover systems**
- **APPENDIX N - LAX Expressway**
- **APPENDIX O - Assess cargo and Ancillary facilities**
- **APPENDIX P - Preliminary property acquisition and relocation plan**
- **APPENDIX Q - Westchester southside development**
- **APPENDIX R - Detailed Simmod reports for air quality purposes**

Lax 2015 – Evoluzione del MP (1)

OTTOBRE 1994 – Si cominciano a vedere le problematiche a lungo termine dell'aeroporto di LAX (capacità, accessi, impatto ambientale). Viene deciso di realizzare un MP che dvrà essere svolto in tre fasi.

DICEMBRE 1995 – Termina la prima fase (RICERCA) nella quale si definiscono la situazione attuale e la domanda futura (nel 2015 98 milioni di passeggeri e 4,1 ton di cargo).

FEBBRAIO 1996 – Inizia la seconda fase (SVILUPPO ALTERNATIVE) si studiano circa 30 soluzioni.

DICEMBRE 1996 – vengono sviluppate 4 alternative:

5 Runway: nuova runway a nord

6 Runway (Est): 2 nuove (6000 ft) runways, 1 a nord e 1 a sud con estensione a est delle altre RWY

6 Runway (Ovest): 2 nuove (6000 ft) runways, 1 a nord e 1 a sud con estensione a ovest

Hawthorne: 6,000 ft runway, con connessione via transit



Lax 2015 – Evoluzione del MP (2)

AGOSTO 1997 – Come risultato delle osservazioni pubbliche vengono eliminate 2 alternative: 6 Runway Ovest e Hawthorne.

OTTOBRE 1998 – è stata attivata la III fase (Valutazione ambientale). Una nuova alternativa viene valutata (nuova Runway a sud).

MARZO 1999 – A seguito dello studio ambientale e all'analisi prestazionale viene eliminata l'alternativa 6 runway est.

GIUGNO 1999 – viene aggiunta una nuova alternativa a 4 runway (89 milioni di passeggeri e 4,1 milioni di ton. Cargo).

1999-2000 – Viene completato lo studio di impatto ambientale per tutte le alternative.

GENNAIO 2001 – La versione preliminare dell'impatto ambientale è presentata al pubblico per le osservazioni.

Lax 2015 – Evoluzione del MP (3)

MAGGIO – OTTOBRE 2001 – Osservazioni pubbliche

OTTOBRE 2001 – Viene sviluppata una nuova alternativa focalizzata sulla sicurezza (78 milioni di passeggeri 3 milioni ton. Cargo).

LUGLIO 2002 – GIUGNO 2003 – Viene effettuata la valutazione di impatto ambientale per l'ultima alternativa.

AGOSTO 2003 – Viene reso pubblico lo studio di impatto ambientale.

NOVEMBRE 2003 – terminano le osservazioni pubbliche.

APRILE 2004 – Si propone il MP e lo studio di impatto ambientale nella versione finale.

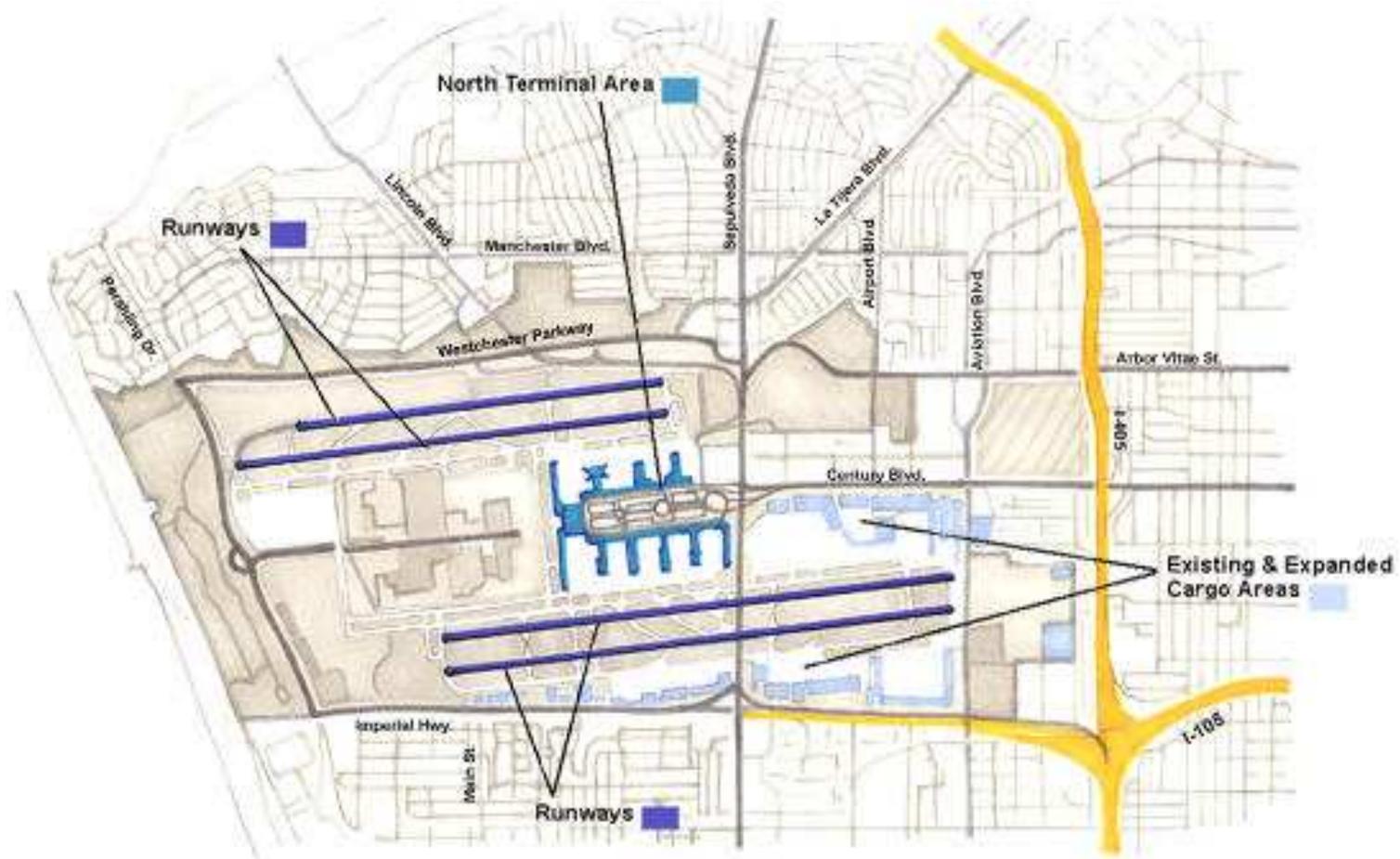
MAGGIO – OTTOBRE 2004 – il MP viene approvato da varie commissioni (aeroportuale, comunale, camera commercio).

DICEMBRE 2004 – vengono approvati dal consiglio comunale il MP ed i benefici per la comunità.

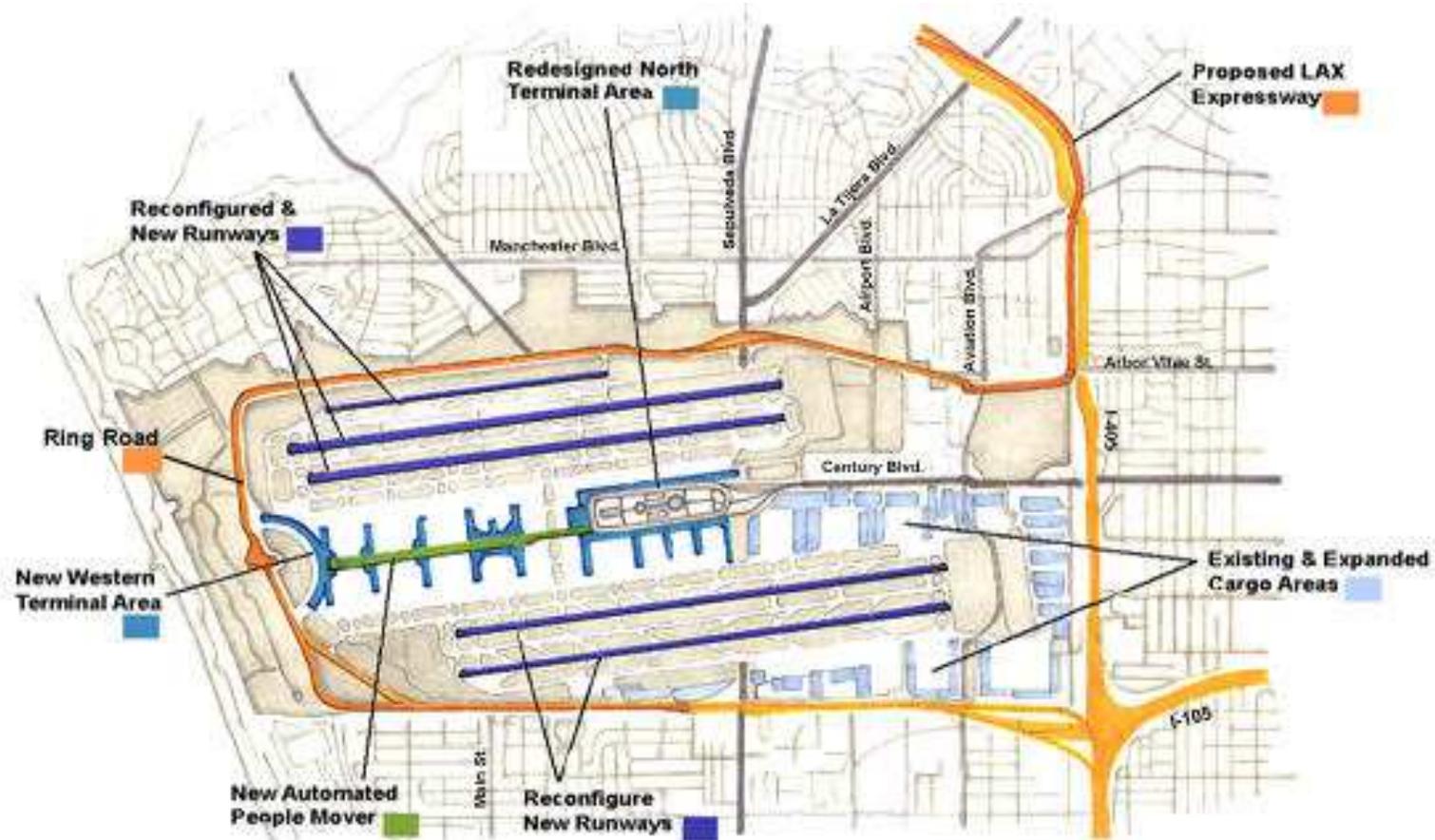
Lax 2015 – Sit. Esistente 1996



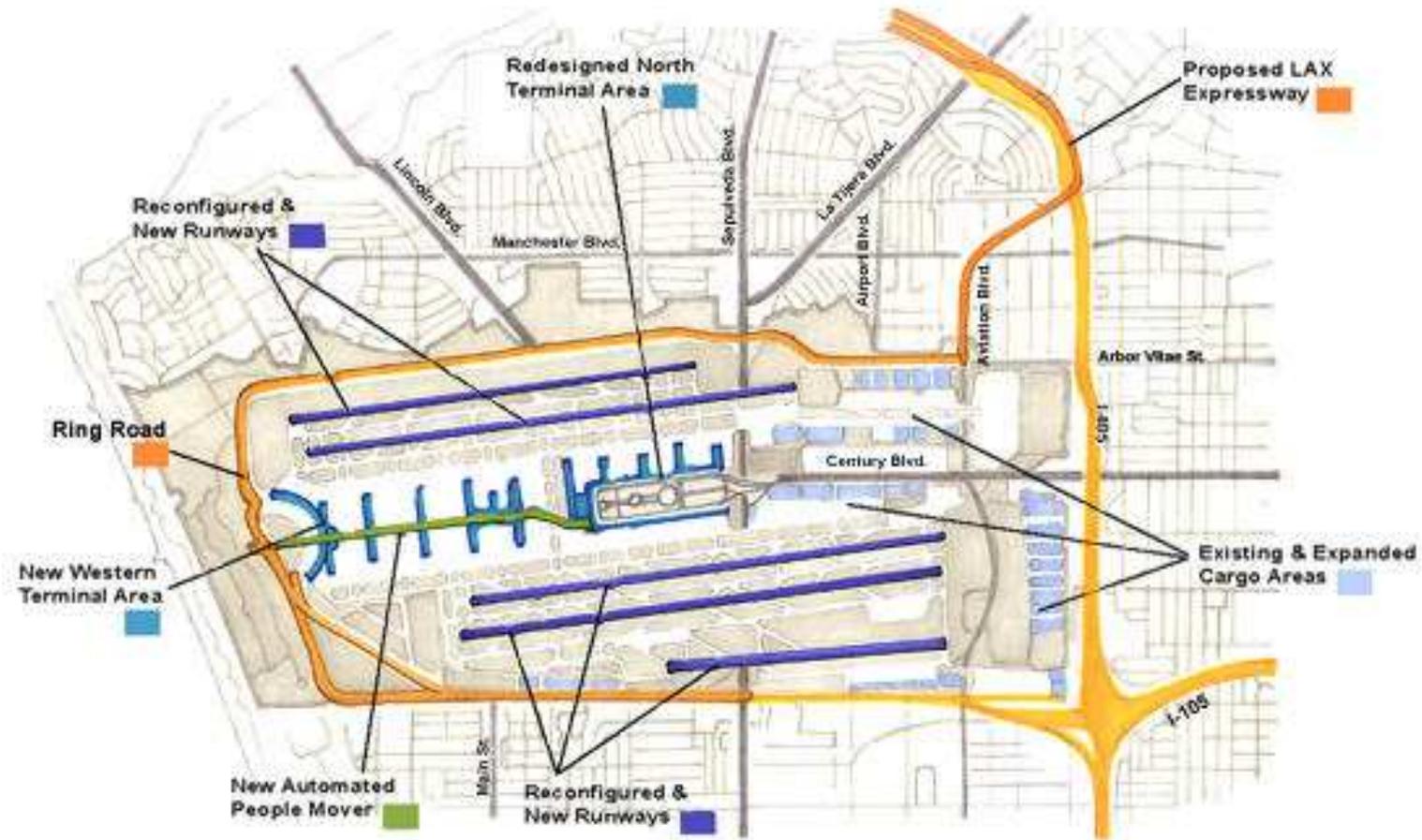
Lax 2015 – Zero interventi



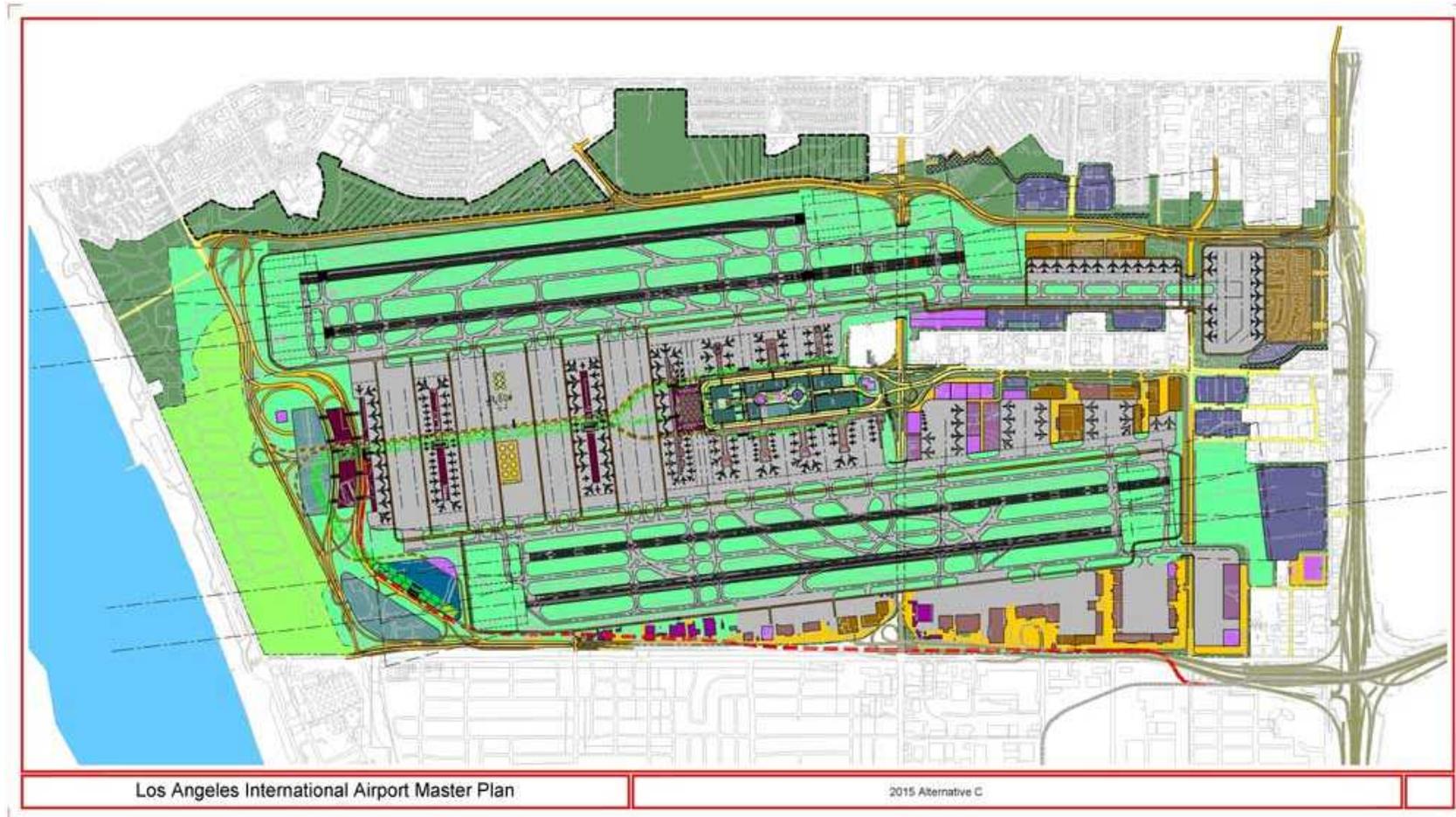
Lax 2015 – Alternativa A



Lax 2015 – Alternativa B



Lax 2015 – Alternativa C



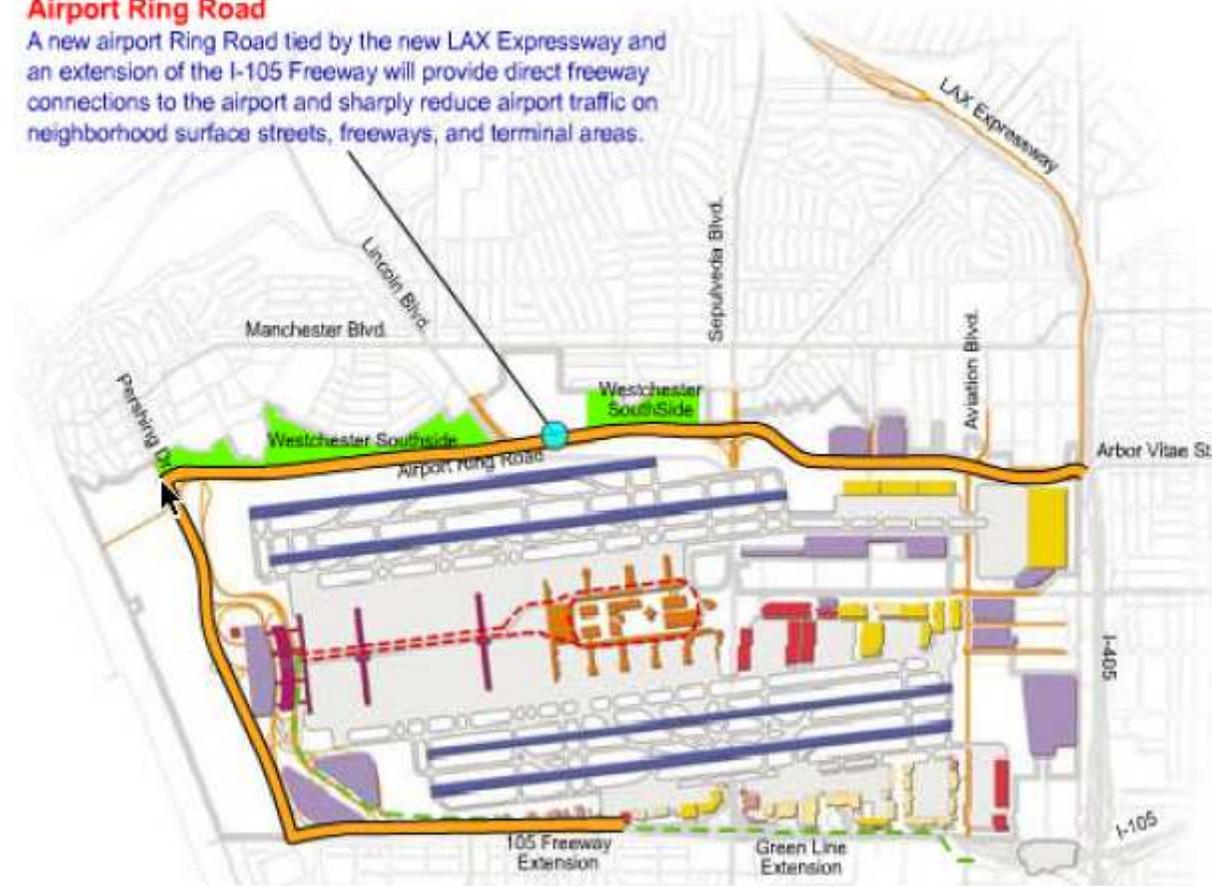
Lax 2015 – Alternativa D



Lax 2015 – Altri interventi (1)

Airport Ring Road

A new airport Ring Road tied by the new LAX Expressway and an extension of the I-105 Freeway will provide direct freeway connections to the airport and sharply reduce airport traffic on neighborhood surface streets, freeways, and terminal areas.



Lax 2015 – Altri interventi (2)

New West Terminal and Concourses

New facilities and reconfiguration of the central terminal area will increase the number and size of gates, reduce congestion and travel delays, and prepare the airport to efficiently handle 89 million annual passengers.



Obiettivi della previsione

Volumi generali di traffico (pax/anno, ton/anno)

Volumi di picco (pax/giorno, pax/ora ecc.)

Movimenti generali e di picco (Mov/anno, Mov/giorno, Mov/ora)

Scelta dei tipi di aerei più convenienti

Dati per la previsione della domanda

Ruolo dell'aeroporto (Internazionale, nazionale, regionale, ecc.).

Posizione e Bacino di utenza

Caratteristiche demografiche del bacino di utenza

Caratteristiche economiche del bacino di utenza

Trend passati dei vari sistemi di trasporto nella nazione e nella regione.

Distanze dai centri economici e sistemi di trasporto terrestri

Matrici origine e destinazione

Compagnie aeree, Aeromobili

Metodi previsione domanda

MODELLI ANALITICI: Modelli macroscopici - Modelli microscopici
 Modelli Multimodali - Modelli unimodali
 Modelli multi-step – modelli single-step

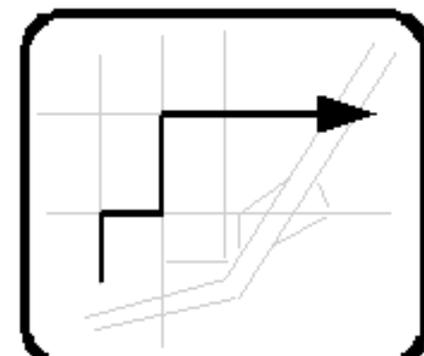
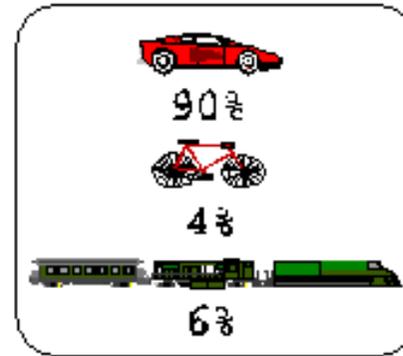
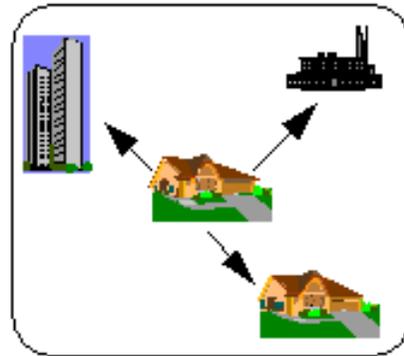
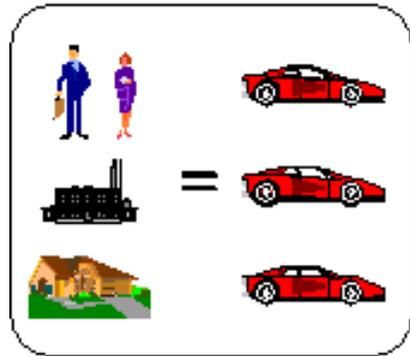
JUDGMENTAL (a sentimento): Delphi analysis.

PROIEZIONI STATISTICHE

MODELLI ECONOMETRICI

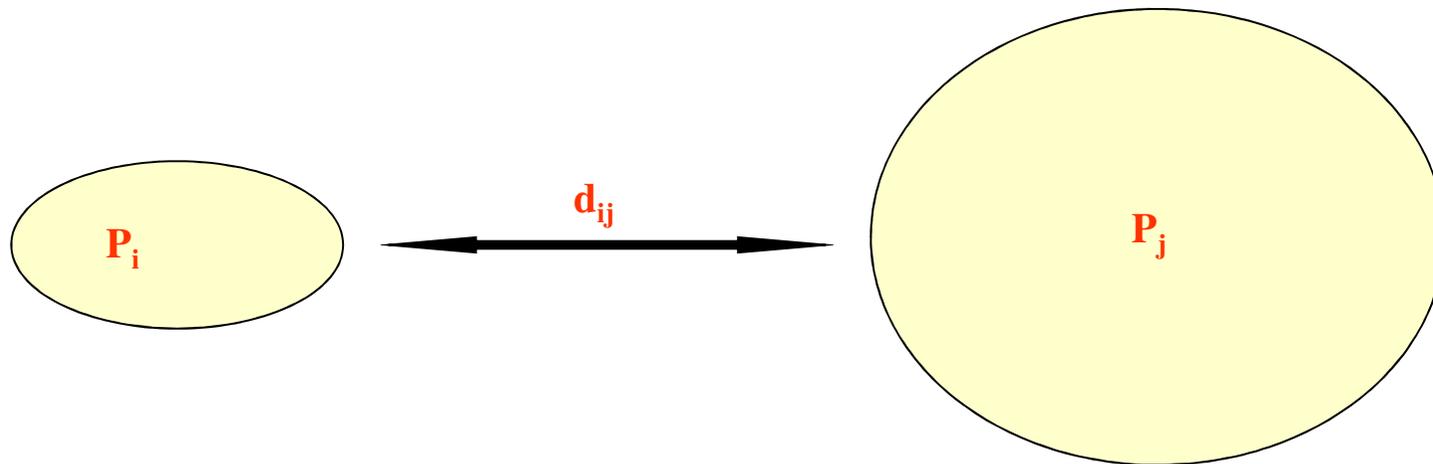
ANALISI DI MERCATO

Metodo a 4 stadi



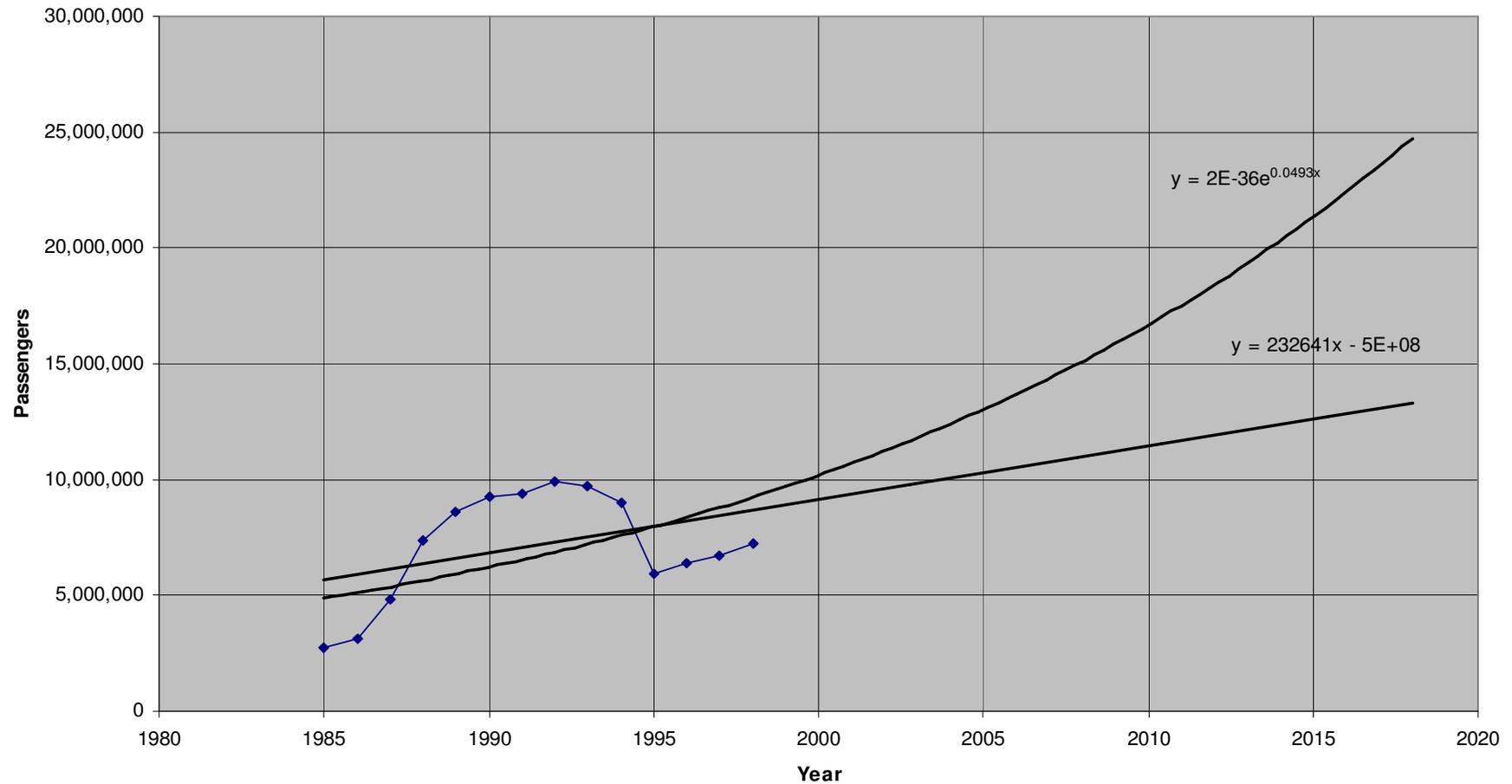
Modelli Gravitazionali

$$T_{ij} = \frac{K \cdot P_i \cdot P_j}{d_{ij}^\alpha}$$

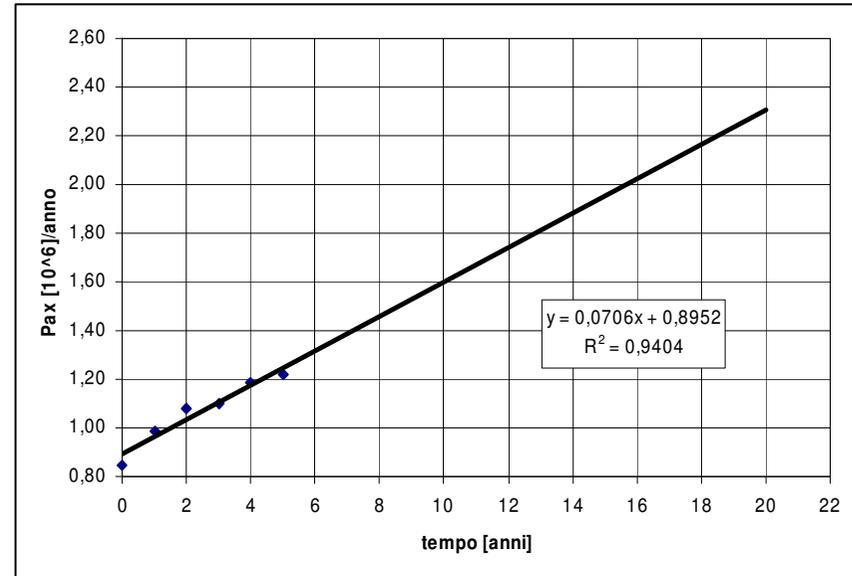
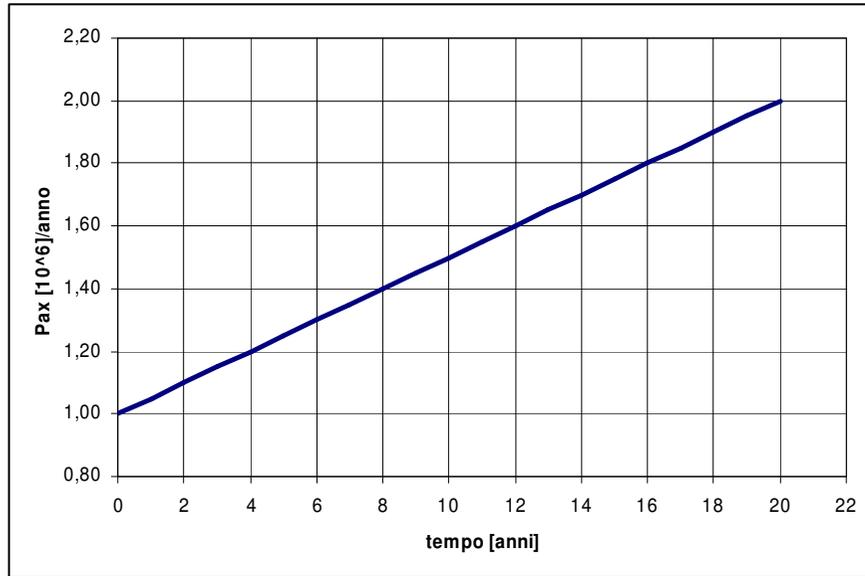


Proiezioni statistiche (Trend)

Total Passengers

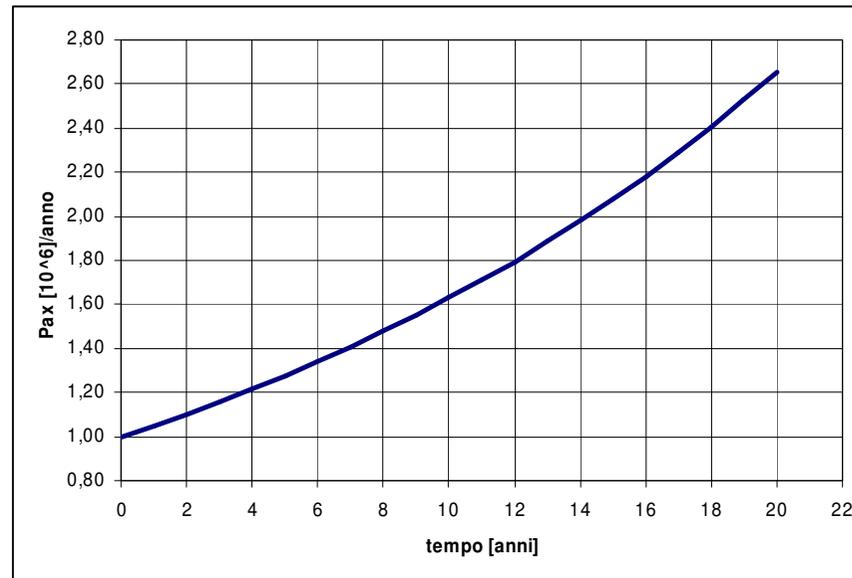


Modelli lineari



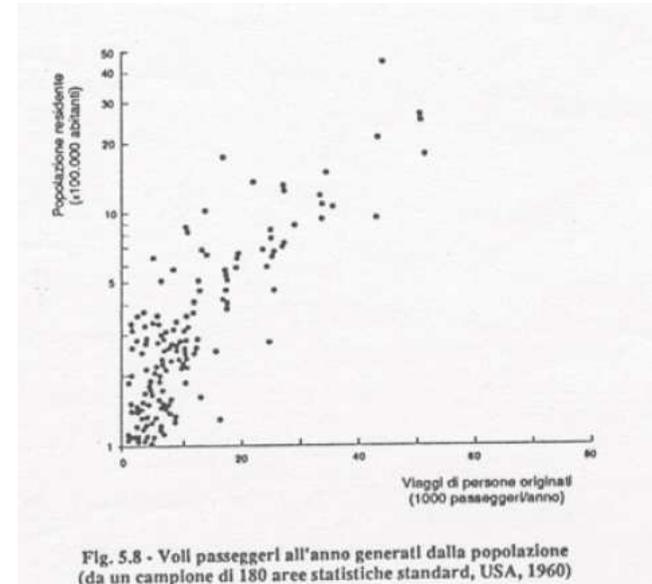
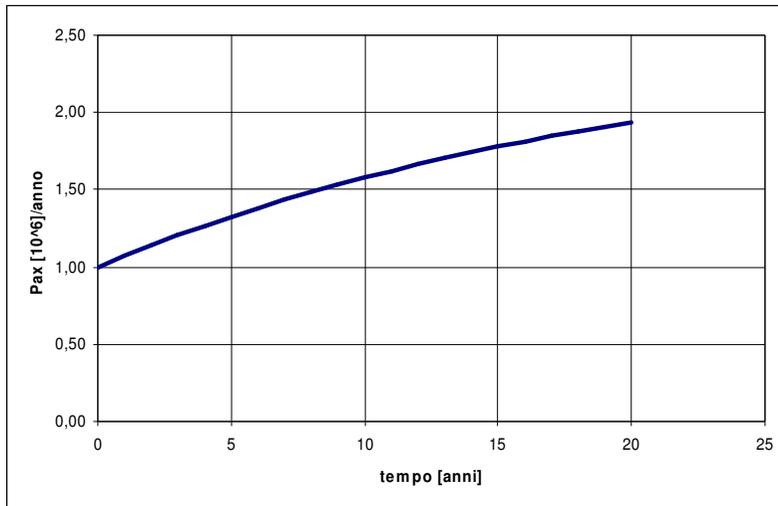
$$T = T_0 + k \cdot t$$

Modelli Esponenziali



$$T = T_0 (1 + k)^t$$

Modelli Logistici



$$T = A - \frac{A - T_0}{(1 + k)^t}$$

Modello Logistico di Tanner

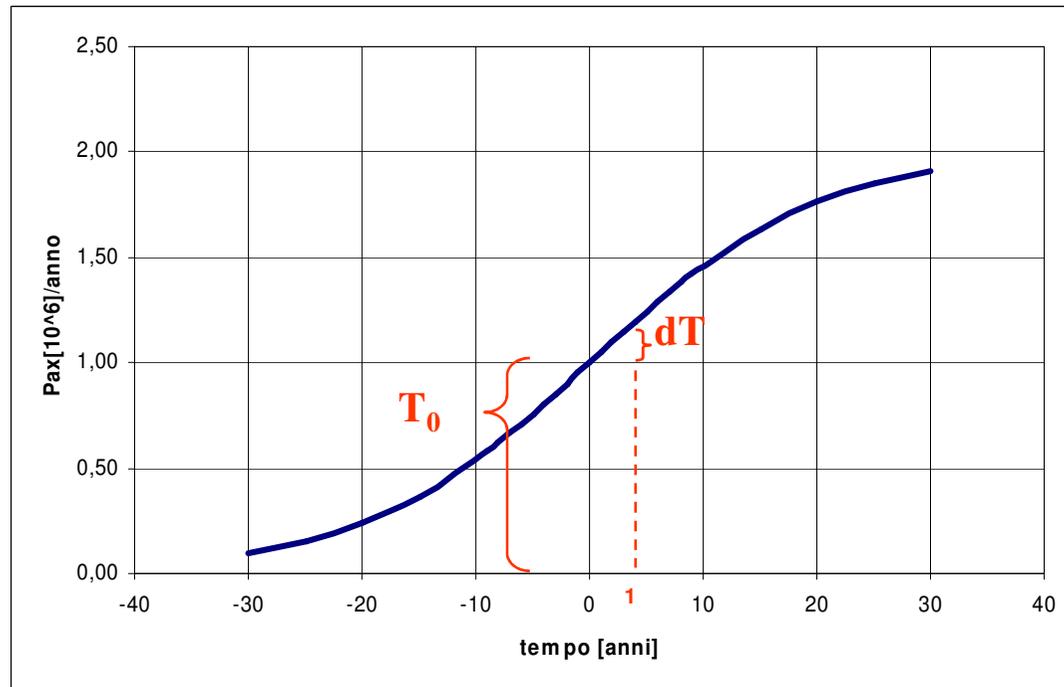
$$\frac{dT}{dt} = T \cdot (A - T) \cdot k \quad \frac{dT}{1} = T_0 \cdot (A - T_0) \cdot k \quad r = \frac{dT}{T_0} = \cdot (A - T_0) \cdot k$$

$$\frac{dT}{dt} = T \cdot (A - T) \cdot \frac{r}{(A - T_0)} \quad T = \frac{A}{1 + b \cdot e^{-A \cdot k \cdot t}}$$

Per $t = +\infty$ $T = A$; Per $t = -\infty$ $T = 0$; Per $t = 0$ $T = \frac{A}{1 + b} = T_0$ $b = \frac{A - T_0}{T_0}$

$$T = \frac{A \cdot T_0}{T_0 + (A - T_0) \cdot e^{-A \cdot k \cdot t}}$$

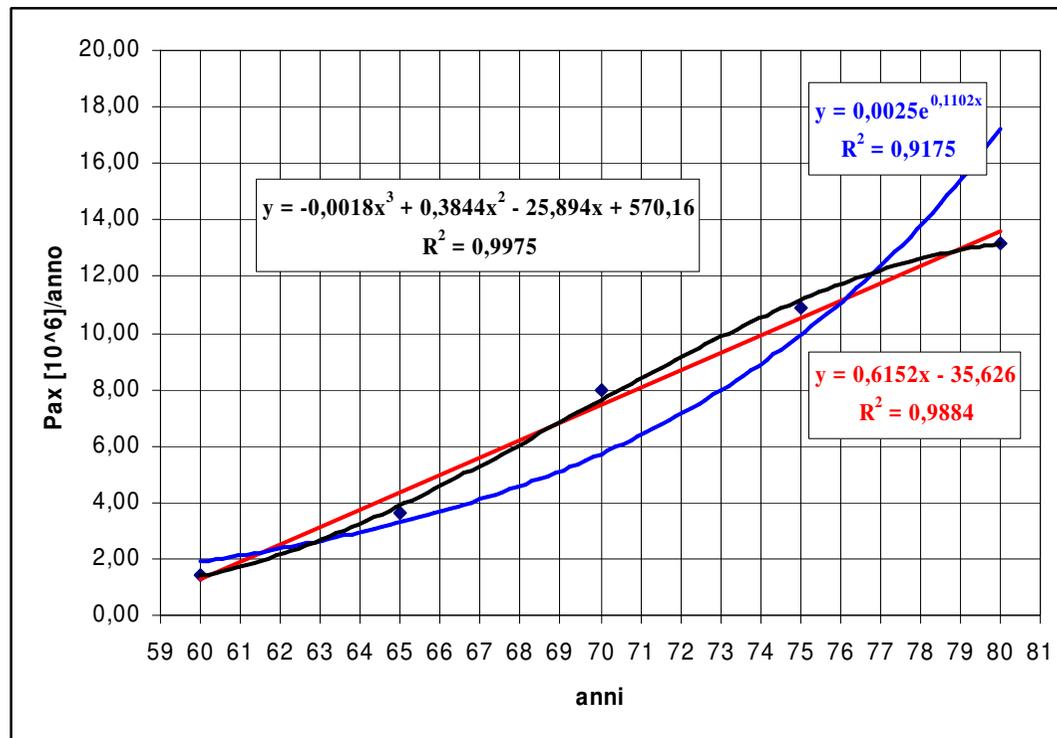
Modello Logistico di Tanner



$$T = \frac{A \cdot T_0}{T_0 + (A - T_0) \cdot e^{-A \cdot k \cdot t}}$$

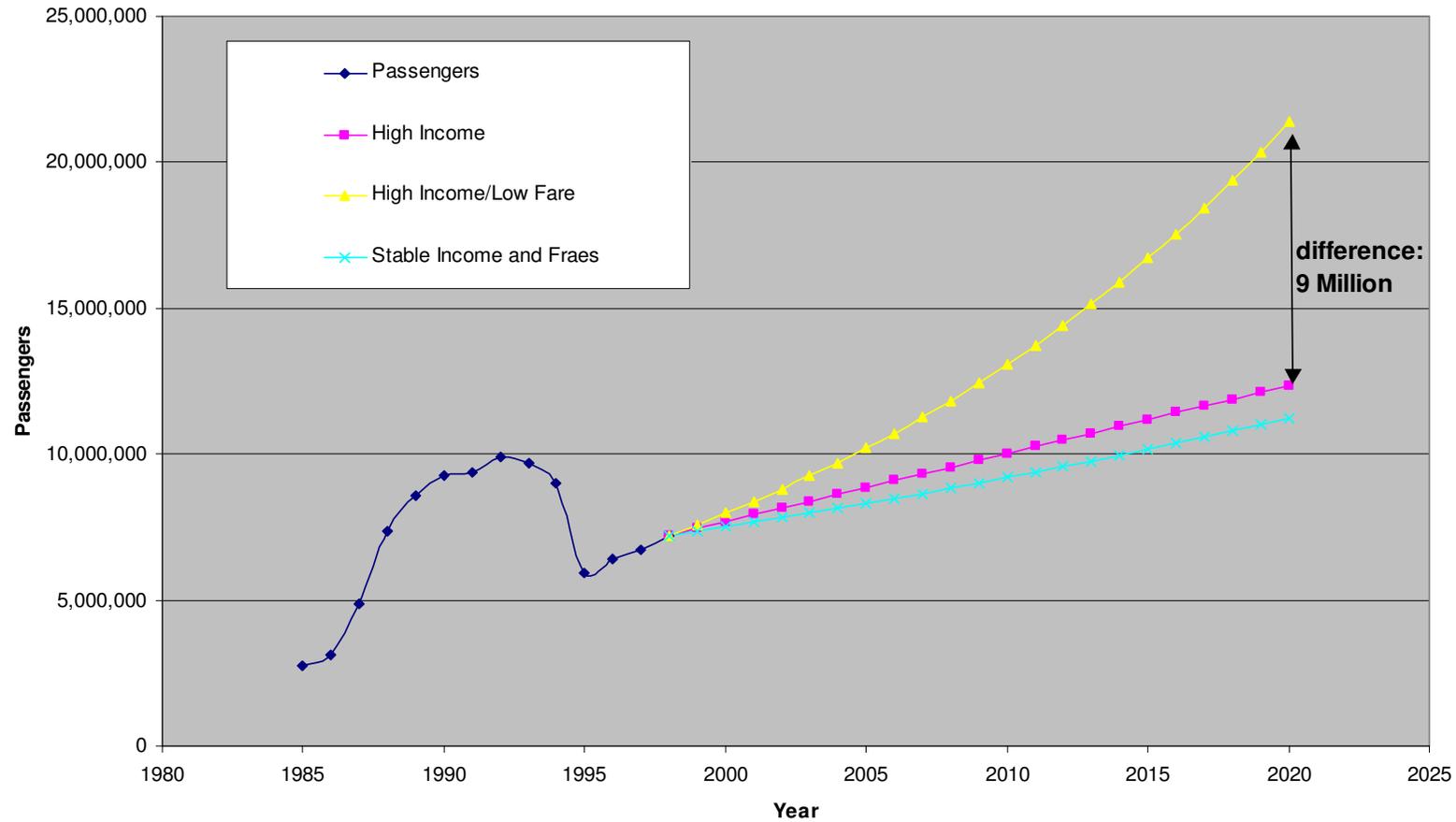
Modello polinomiale

$$T = T_0 + k_1 \cdot t + k_2 \cdot t^2 + k_3 \cdot t^3 + \dots + k_n \cdot t^n$$



Metodi causali

Alternative Models: Total Passenger



Metodi Econometrici

Definizione dei fattori causali (var. ind.) che influenzano la domanda (var. dip.)

Misura delle variabili

Definizione delle relazioni che legano le variabili

Stima statistica e verifica delle relazioni

Previsione delle variabili indipendenti future e calcolo della domanda

$$\text{DOMPAX} = 0,00206 \text{ IMP}^{0,833}$$

$$\text{INTPAX} = 0,000185 \text{ IMP}^{0,878}$$

DOMPAX = passeggeri nazionali; INTPAX = passeggeri internazionali

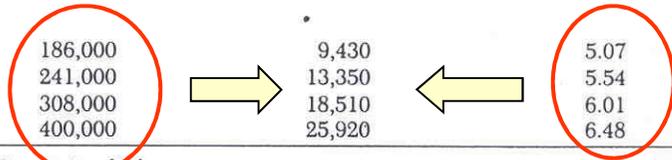
IMP = valore delle merci importate

Analisi di mercato

TABLE 6-1 Florida Active General Aviation Aircraft, Historical and Projected Data

Year	Active aircraft in fleet		Percent of Florida aircraft to U.S. aircraft
	United States	Florida	
Historical			
1960	68,727	2,238	3.26
1961	75,655	2,561	3.39
1962	80,632	2,770	3.44
1963	84,121	2,882	3.43
1964	85,088	3,018	3.55
1965	88,492	3,280	3.71
1966	95,176	3,491	3.67
1967	104,378	4,035	3.87
1968	113,830	4,399	3.86
1969	123,791	4,831	3.90
1970	130,641	5,321	4.07
1971	131,743	5,531	4.20
1972	131,148	5,654	4.31
1973	145,010	6,514	4.49
1974	153,540	7,241	4.72
Forecast			
1980	186,000	9,430	5.07
1985	241,000	13,350	5.54
1990	308,000	18,510	6.01
1995	400,000	25,920	6.48

Dati



SOURCE: Landrum and Brown, Inc. [10].

Traffico annuale verso traffico di picco

Total Annual Passengers	TPHP as a percentage of Annual Flows
30 million and over	0.035
20,000,000 - 29,999,999	0.040
10,000,000 - 19,999,999	0.045
1,000,000 - 9,999,999	0.050
500,000 - 999,999	0.080
100,000 - 499,999	0.130
Under 100,000	0.200

Determinazione del numero di movimenti

1) Metodo del numero medio di passeggeri per aeromobile:

$$M = \frac{P_t}{\sum_{i=1}^n m_i c_i L_i}$$

2) Metodo della capacità ponderata

$$M = \sum_{i=1}^n \frac{u_i}{e_i} = \sum_{i=1}^n \frac{P_t \cdot p_i}{C_i L_i} = \sum_{i=1}^n \frac{P_t \cdot N_i \cdot (C_i \cdot L_i)}{P_t \cdot (C_i \cdot L_i)} = \sum_{i=1}^n N_i$$

nelle quali:

- M = movimenti aerei all'anno,
 i = un aeromobile della classe i (i = 1, 2, 3, ..., etc.),
 m_i = proporzione (in per cento) della classe i nella famiglia degli aeromobili,
 c_i = capacità in passeggeri dell'aeromobile,
 L_i = coefficiente di carico,
 u_i = P_t × p_i,
 P_t = volume annuale di passeggeri,
 $p_i = \frac{N_i (c_i L_i)}{\sum_i E_i}$ proporzione di passeggeri della classe i nel totale dei passeggeri (Σ p_i = 1),
 N_i = numero degli aeromobili della stessa classe i,
 E_i = N_i(c_iL_i) numero di passeggeri per ogni classe di aeromobili,
 e_i = c_iL_i passeggeri per ogni aeromobile di classe i.

Il metodo 1) è da considerare un metodo ancora piuttosto approssimativo, mentre il metodo 2) è quello analiticamente più preciso. Tuttavia, ambedue i metodi danno dei risultati praticamente comparabili e attendibili.

Tipo aereo	mi	Ci	Li
B747	15%	350	70%
A300	30%	250	70%
MD80	50%	150	70%
BAE146	5%	100	70%

$$\Sigma(M_i * C_i * L_i) = 145$$

$$P_t = 10.000.000$$

$$M = 68966$$

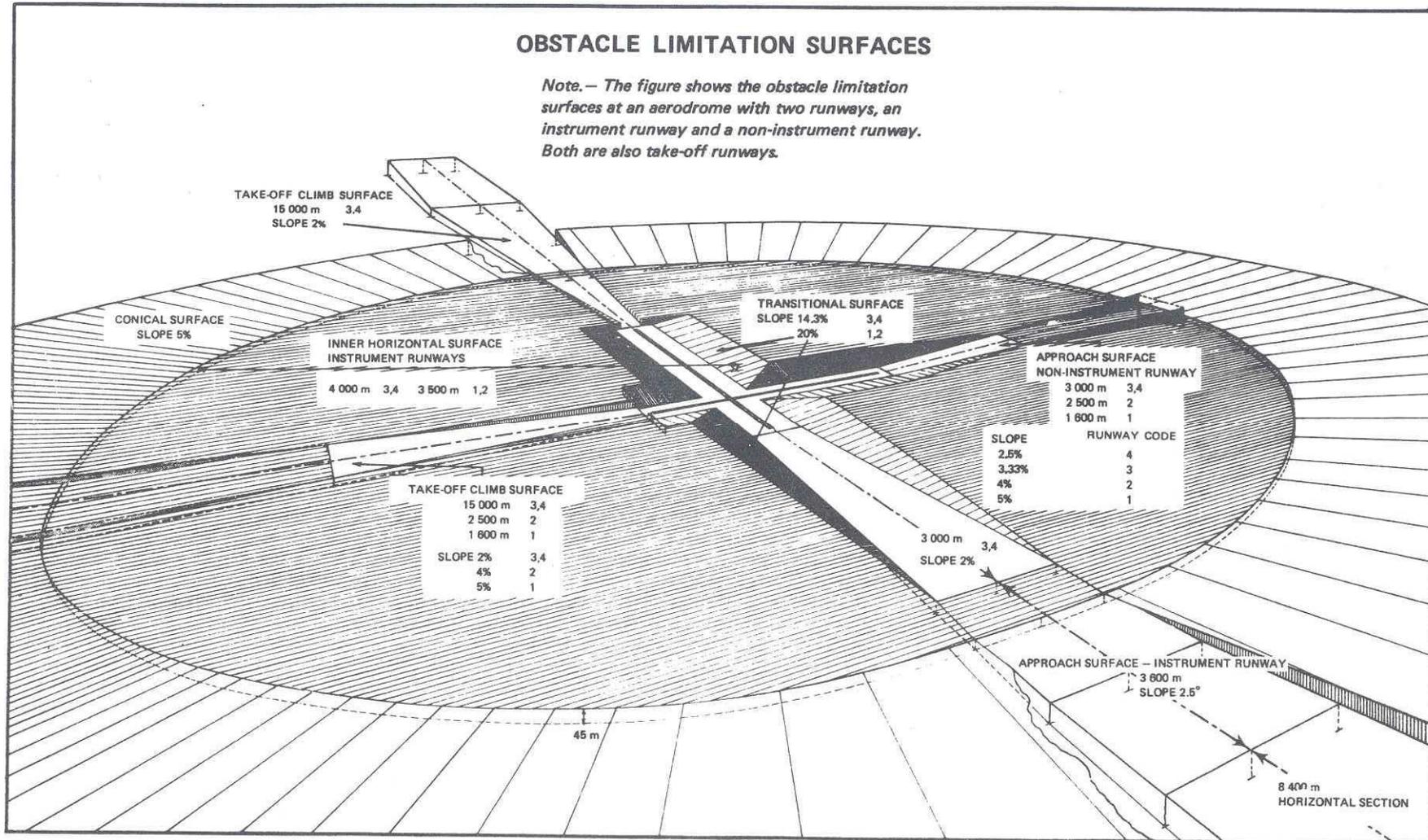
Determinazione del traffico di punta

Gruppo	N. Totale Movimenti	Percentuale media del numero dei movimenti per:	
		Giorno di punta	Ora di punta
I	100.000 o più	0,334	0,028
II	50.000 a 99.999	0,349	0,039
III	25.000 a 49.999	0,356	0,045
IV	10.000 a 24.999	0,386	0,059
V	meno di 10.000	0,450	0,088

Esempio: $M_g = 100.000 * 0,334 / 100 = 334$ movimenti /giorno

$M_h = 100.000 * 0,028 / 100 = 28$ movimenti / ora

Superfici limiti degli ostacoli



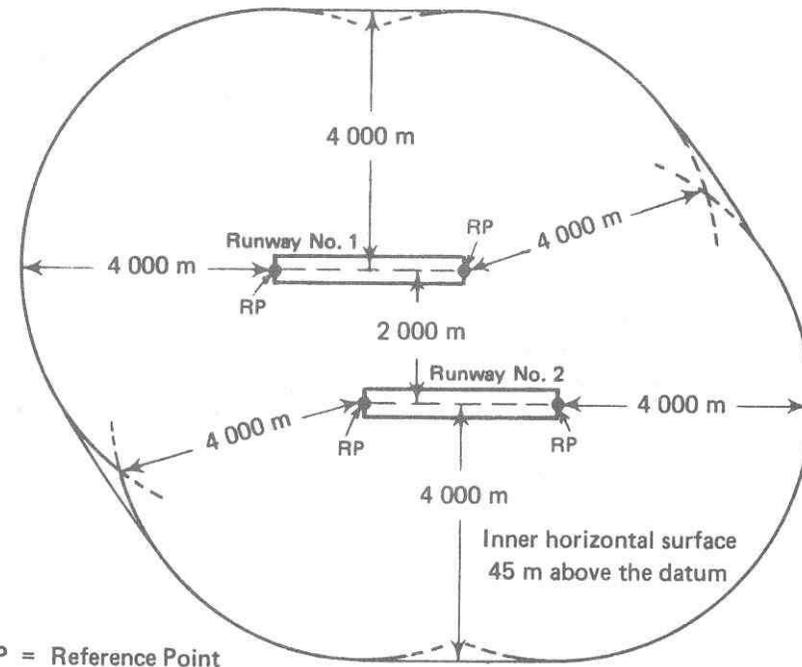
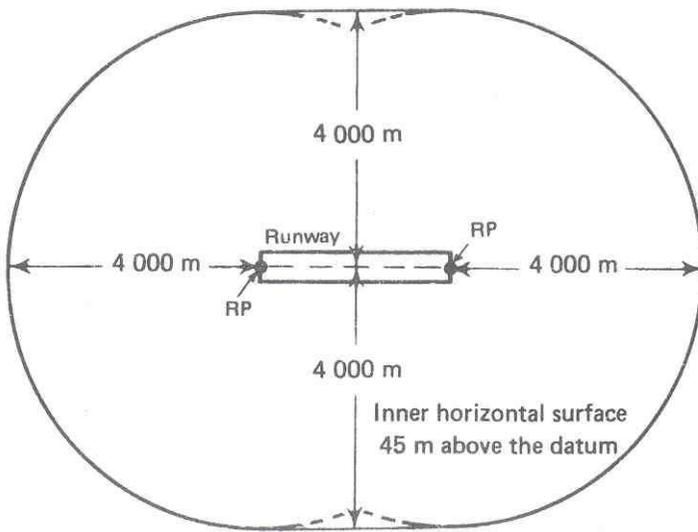
Superficie orizzontale e conica

RUNWAY CLASSIFICATION										
Surface and dimensions ^a (1)	Non-instrument				Non-precision approach			Precision approach category		
	Code number				Code number			I		II or III
	2	3	4		1,2	3	4	1,2	3,4	3,4
	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)
CONICAL										
Slope	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%
Height	35 m	55 m	75 m	100 m	60 m	75 m	100 m	60 m	100 m	100 m
INNER HORIZONTAL										
Height	45 m	45 m	45 m	45 m	45 m	45 m	45 m	45 m	45 m	45 m
Radius	2 000 m	2 500 m	4 000 m	4 000 m	3 500 m	4 000 m	4 000 m	3 500 m	4 000 m	4 000 m

The plan view diagram shows a central runway strip with an 'Approach' section on the left and a 'Take-off climb' section on the right. The strip is surrounded by concentric circles representing different surface types: an inner circle for 'Inner horizontal', a middle ring for 'Conical', and an outer ring for 'Conical'. A 'Transitional' area is shown between the strip and the inner horizontal surface. Section lines A-A and B-B are indicated.

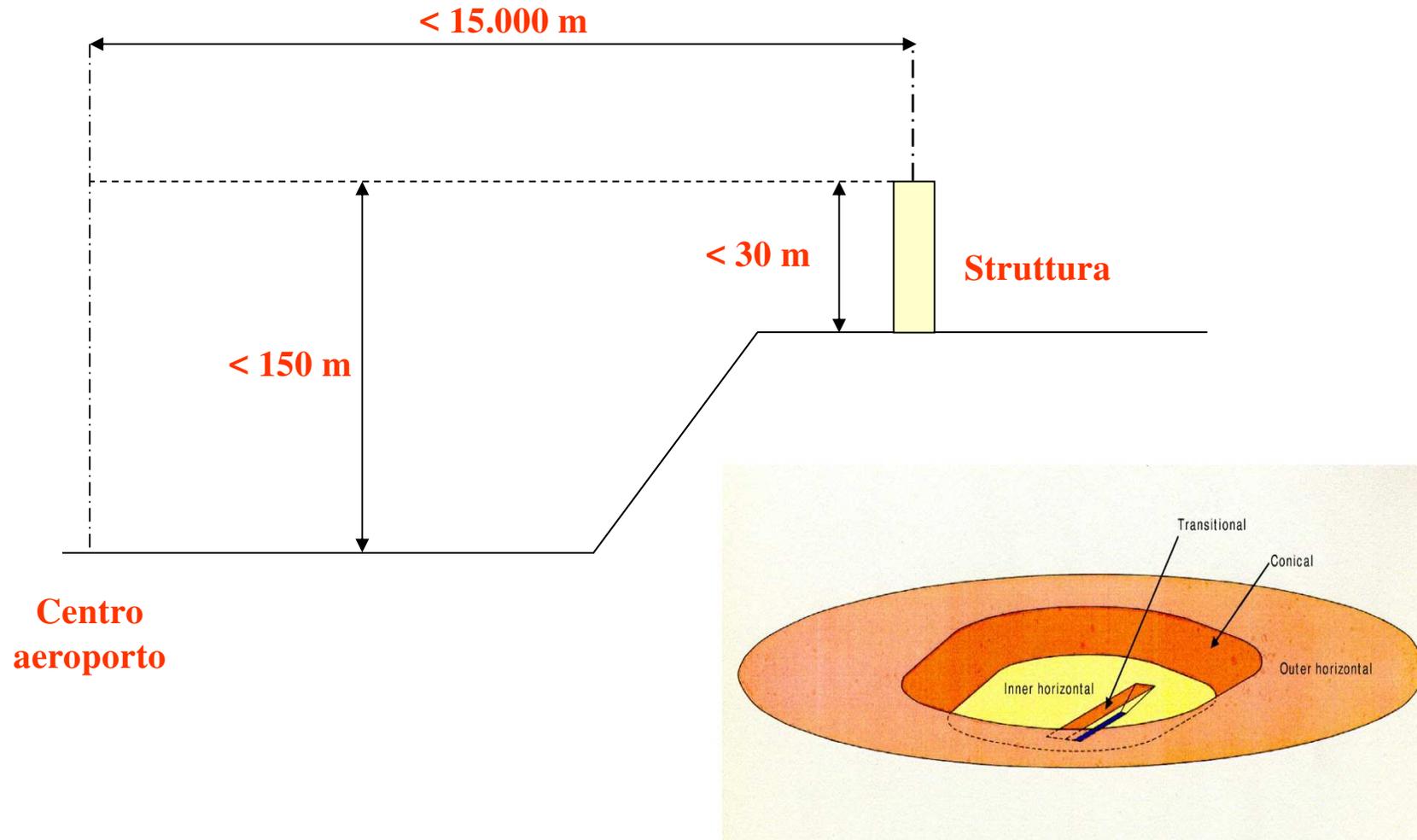
Section A-A shows a cross-section of the runway with an 'Approach' section on the left, a 'Conical' section, an 'Inner horizontal' section, a 'Transitional' section, and a 'Take-off climb' section on the right. Section B-B shows a cross-section with an 'Approach' section, a 'Conical' section, an 'Inner horizontal' section, and an 'Inner approach' section.

Superfici orizzontali composte

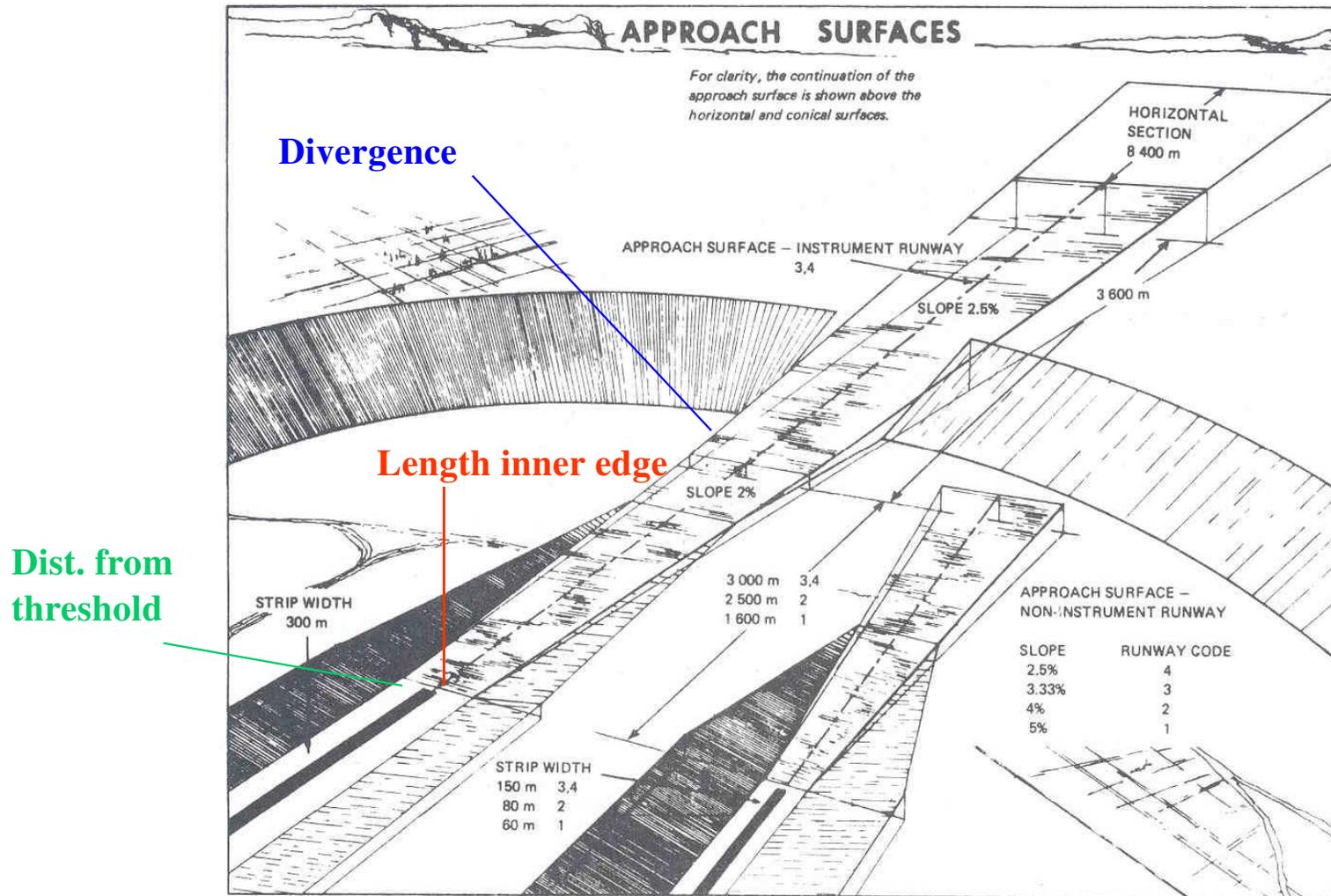


RP = Reference Point

Superficie orizzontale esterna



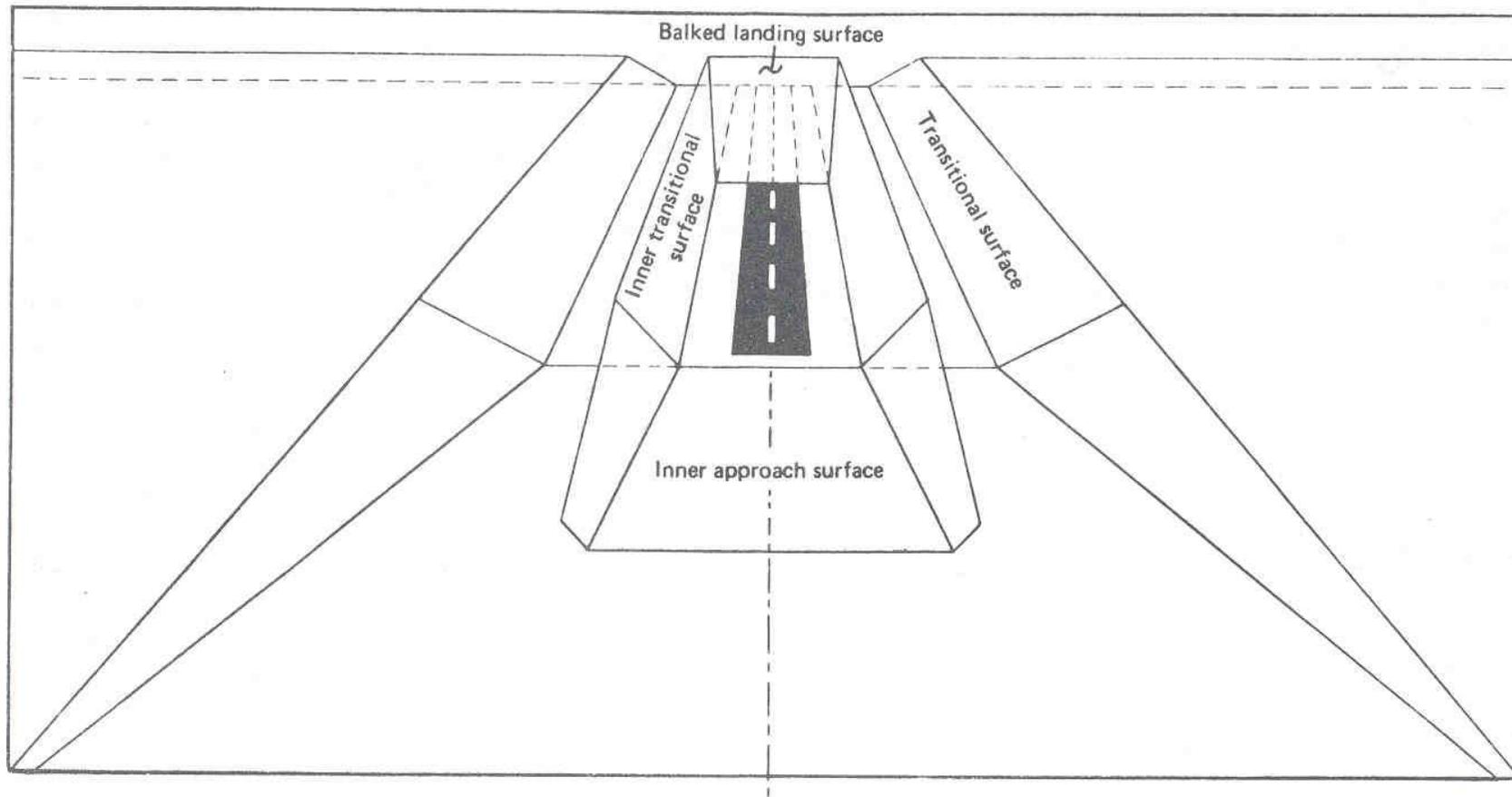
Superficie di transizione e avvicinamento (1)



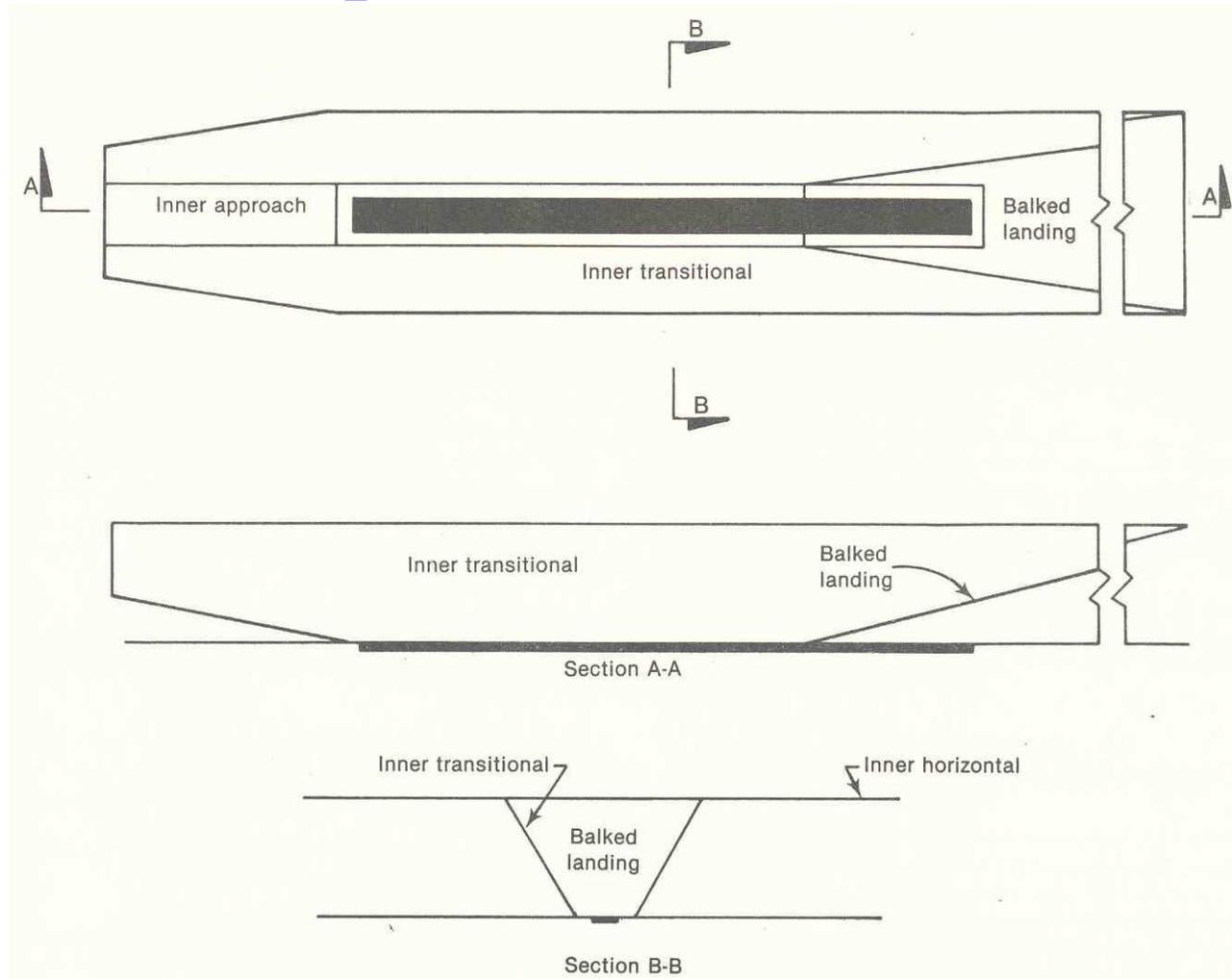
Superficie di transizione e avvicinamento (2)

Surface and dimensions ^a	RUNWAY CLASSIFICATION									
	1	Non-instrument			Non-precision approach			Precision approach category		
		Code number	Code number	Code number	Code number	Code number	Code number	Code number	Code number	Code number
	2	3	4	1,2	3	4	1,2	3,4	3,4	II or III
APPROACH										
Length of inner edge	60 m	80 m	150 m	150 m	150 m	300 m	300 m	150 m	300 m	300 m
Distance from threshold	30 m	60 m	60 m	60 m	60 m	60 m	60 m	60 m	60 m	60 m
Divergence (each side)	10%	10%	10%	10%	15%	15%	15%	15%	15%	15%
First section										
Length	1 600 m	2 500 m	3 000 m	3 000 m	2 500 m	3 000 m	3 000 m	3 000 m	3 000 m	3 000 m
Slope	5%	4%	3.33%	2.5%	3.33%	2%	2%	2.5%	2%	2%
Second section										
Length	—	—	—	—	—	3 600 m ^b	3 600 m ^b	12 000 m	3 600 m ^b	3 600 m ^b
Slope	—	—	—	—	—	2.5%	2.5%	3%	2.5%	2.5%
Horizontal section										
Length	—	—	—	—	—	8 400 m ^b	8 400 m ^b	—	8 400 m ^b	8 400 m ^b
Total length	—	—	—	—	—	15 000 m	15 000 m	15 000 m	15 000 m	15 000 m
TRANSITIONAL										
Slope	20%	20%	14.3%	14.3%	20%	14.3%	14.3%	14.3%	14.3%	14.3%

Superfici interne (1)



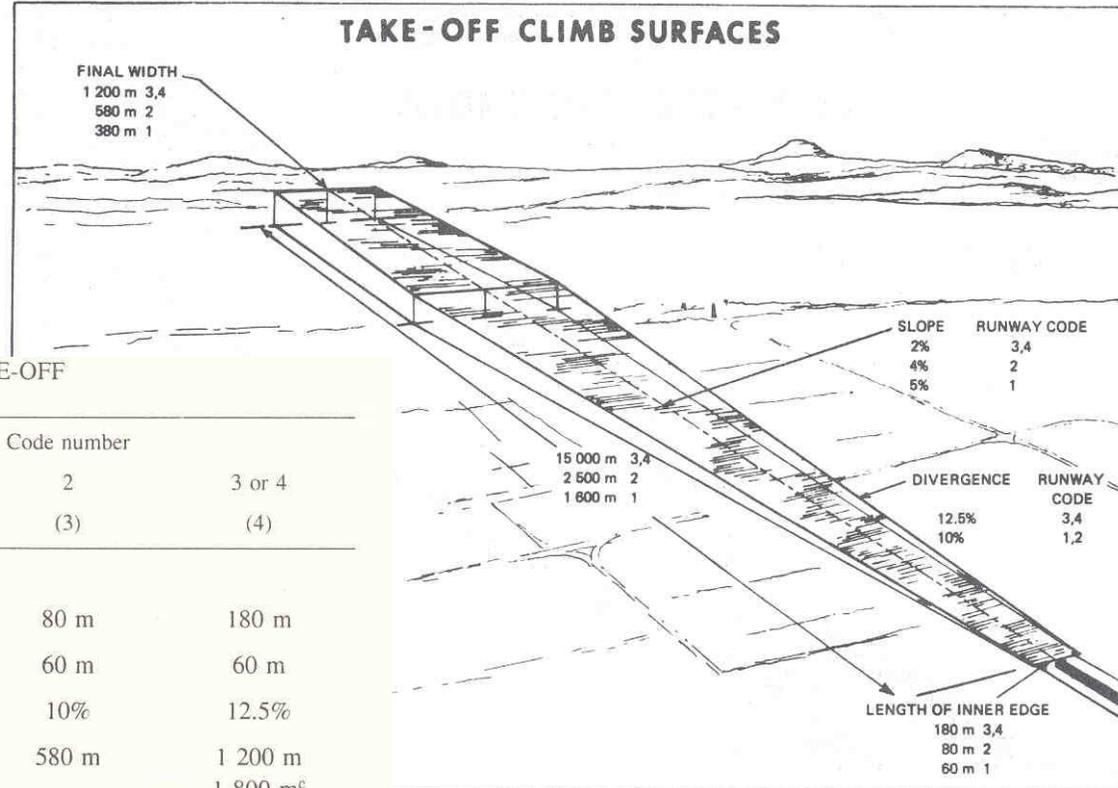
Superficie interne (2)



Superfici interne (3)

Surface and dimensions ^a	RUNWAY CLASSIFICATION									
	1	Non-instrument			Non-precision approach			Precision approach category		
		Code number		4	Code number		I	II or III		
		2	3		1,2	3	4	Code number	Code number	
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)
INNER APPROACH										
Width	—	—	—	—	—	—	—	90 m	120 m	120 m
Distance from threshold	—	—	—	—	—	—	—	60 m	60 m	60 m
Length	—	—	—	—	—	—	—	900 m	900 m	900 m
Slope	—	—	—	—	—	—	—	2.5%	2%	2%
INNER TRANSITIONAL										
Slope	—	—	—	—	—	—	—	40%	33.3%	33.3%
BALKED LANDING SURFACE										
Length of inner edge	—	—	—	—	—	—	—	90 m	120 m	120 m
Distance from threshold	—	—	—	—	—	—	—	^c	1 800 m ^d	1 800 m ^d
Divergence (each side)	—	—	—	—	—	—	—	10%	10%	10%
Slope	—	—	—	—	—	—	—	4%	3.33%	3.33%

Superficie di decollo

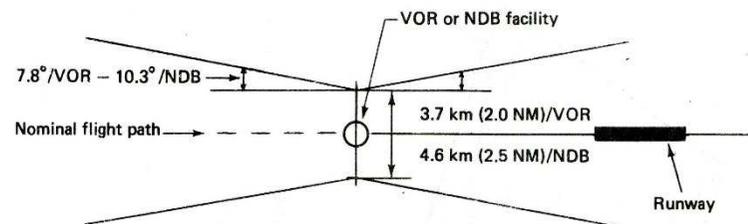
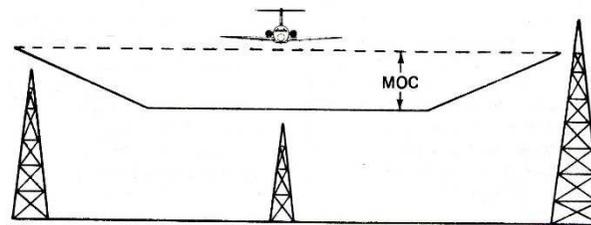
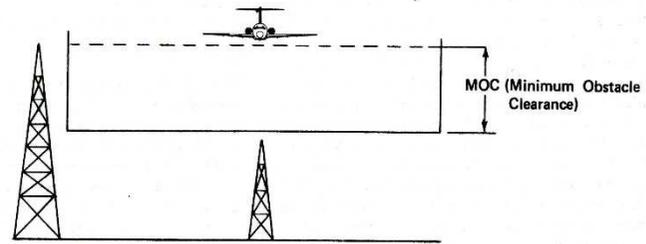


RUNWAYS MEANT FOR TAKE-OFF

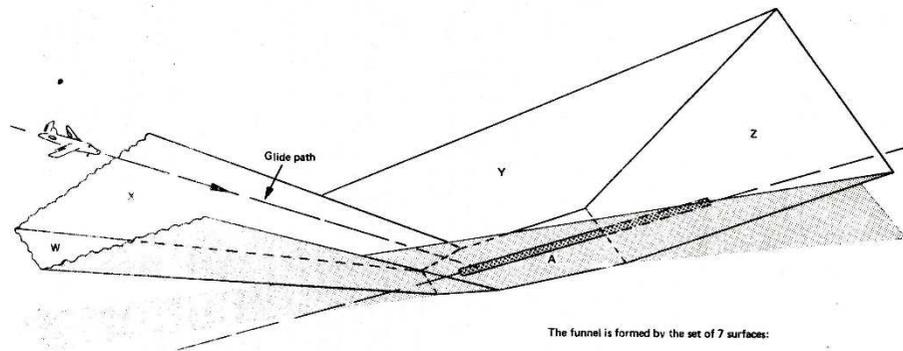
Surface and dimensions ^a	Code number		
	1	2	3 or 4
(1)	(2)	(3)	(4)
TAKE-OFF CLIMB			
Length of inner edge	60 m	80 m	180 m
Distance from runway end ^b	30 m	60 m	60 m
Divergence (each side)	10%	10%	12.5%
Final width	380 m	580 m	1 200 m 1 800 m ^c
Length	1 600 m	2 500 m	15 000 m
Slope	5%	4%	2% ^d

- a. All dimensions are measured horizontally unless specified otherwise.
- b. The take-off climb surface starts at the end of the clearway if the clearway length exceeds the specified distance.
- c. 1 800 m when the intended track includes changes of heading greater than 15° for operations conducted in IMC, VMC by night.
- d. See 4.2.24 and 4.2.26.

Superfici PANS – OPS (1)



Superfici PANS – OPS (2)



The funnel is formed by the set of 7 surfaces:

- The W and two X approach surfaces.
- The "footprint" A.
- The missed approach surface Z.
- The two Y transitional surfaces.

Figure 1-7. The approach funnel (OAS)

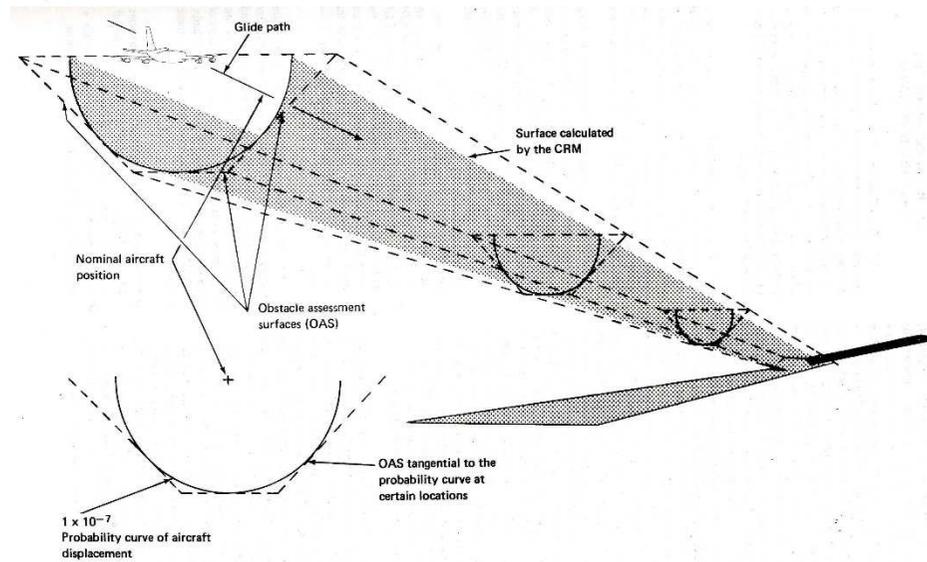
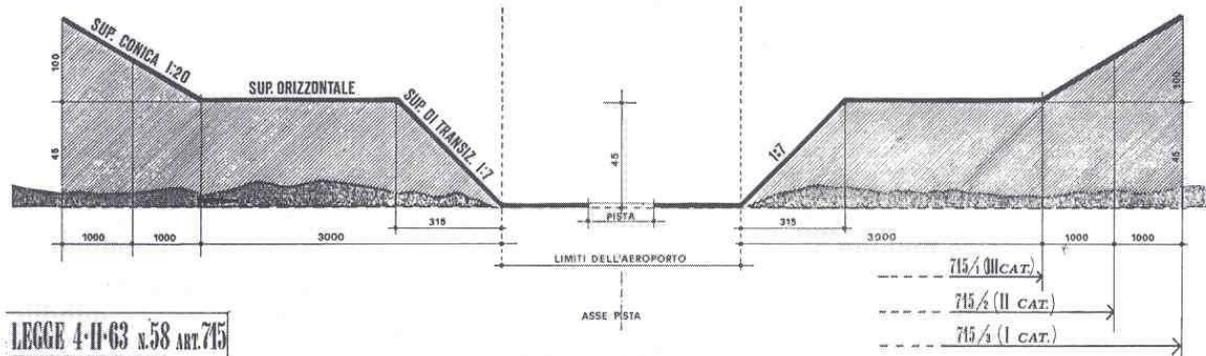


Figure 1-8. The approach funnel (CRM)

Normativa italiana (1)

SUPERFICI GENERATRICI DI LIMITAZIONI DI ALTEZZA
ALLE PROPRIETA ADIACENTI AGLI AEROPORTI CIVILI

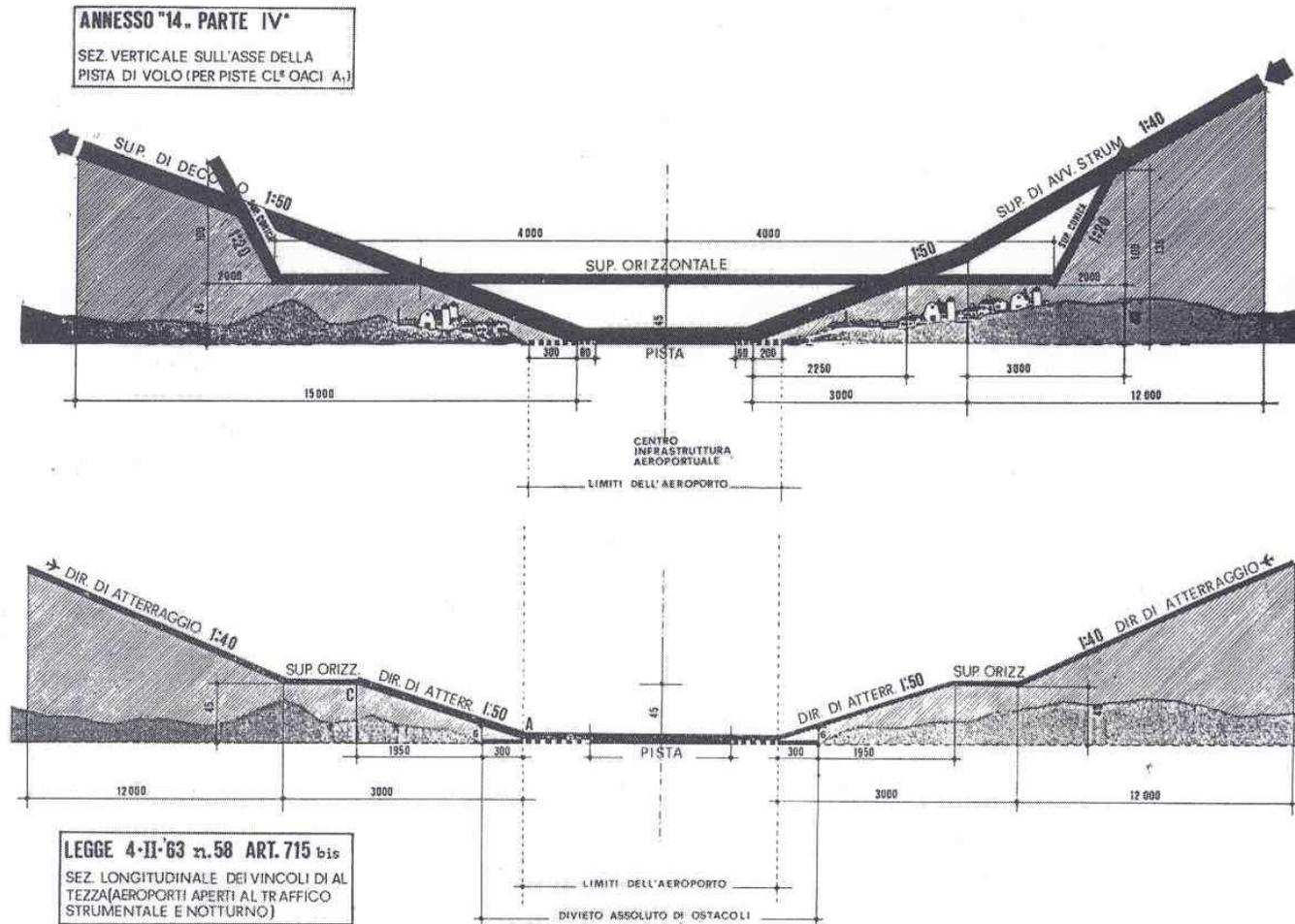
ANNESSO "14", PARTE IV
SEZIONE VERTICALE ORTOGONALE
ALL'ASSE DELLA PISTA



LEGGE 4-11-63 n.58 ART.715
SEZIONE TRASVERSALE DEI
VINCOLI DI ALTEZZA

PROFilo DELLE LIMITAZIONI DI ALTEZZA DEGLI
OSTACOLI NELLE DIREZIONI NON DI ATTERRAGGIO

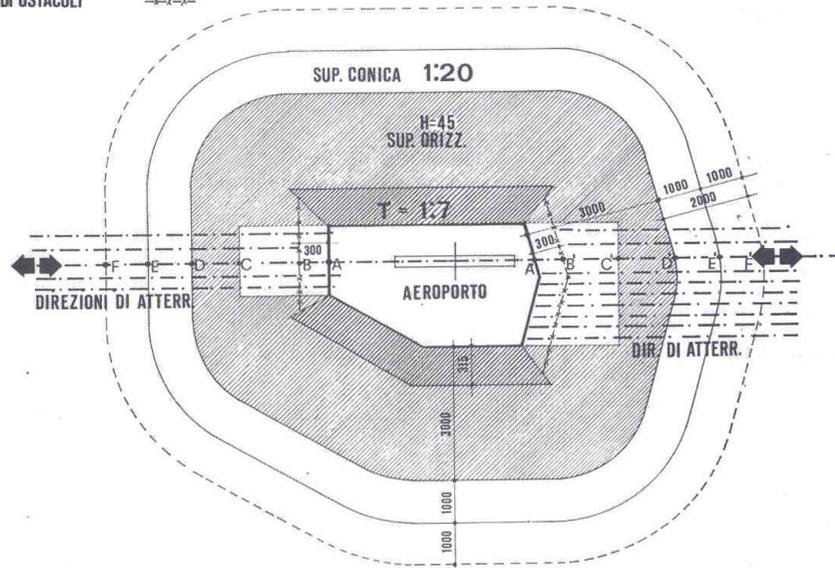
Normativa italiana (2)



Normativa italiana (3)

AREE DEI VINCOLI DELLE PROPRIETÀ ADIACENTI
AGLI AEROPORTI IN BASE ALLA LEGGE 4-11-63 N.58 ART. 715-715 BIS

SUP. ORIZZONTALE H=45 
 SUP. CONICA I:20 
 DIR. DI ATTERRAGGIO 
 DIVIETO DI OSTACOLI 



LUNGHENZA DI ATTERRAGGIO L_a	DIREZIONE	DISTANZA d DAL PERIMETRO DELL'AEROPORTO	ALTEZZA DEGLI OSTACOLI h	ALTEZZA MAX DEGLI OSTACOLI
VOLO A VISTA				
$L_a < 1080m$	DI ATTERRAGGIO	$d < 300m$	0	
	"	$d = 300m$	12	
	"	$300 < d \leq 3000m$	$(12m) + 1m\sqrt{25ml}$	45m
$1080 \leq L_a < 1500m$	DI ATTERRAGGIO	$d < 300m$	0	
	"	$d = 300m$	10m	
	"	$300 < d \leq 3000m$	$(10m) + 1m\sqrt{30ml}$	45m
$L_a \geq 1500m$	DI ATTERRAGGIO	$d < 300m$	0	
	"	$d = 300m$	7m	
	"	$300 < d \leq 3000m$	$(7m) + 1m\sqrt{40ml}$	45m
	ALTRE DIREZIONI	$d < 300m$	$(0m) + 1m\sqrt{7ml}$	
		$300 < d \leq 3000m$	45m	
		$d > 5000$	QUALSIASI	
$L_a < 1080m$	"	$d > 3000$	QUALSIASI	
$1080 \leq L_a \leq 1500m$	"	$3000 < d \leq 4000m$	$(45m) + 1m\sqrt{20ml}$	
$L_a \geq 1500m$	"	$3000 < d \leq 5000m$	$(45m) + 1m\sqrt{20ml}$	
	"	$d > 5000$	QUALSIASI	
VOLO STRUMENTALE E NOTTURNO				
	DI ATTERRAGGIO	$d < 300m$	0	
	"	$d = 300m$	$\leq 6m$	
	"	$300 < d \leq 3000m$	$(6m) + 1m\sqrt{50ml}$	45m
	"	$3000 < d \leq 15000m$	$(45m) + 1m\sqrt{40ml}$	
	"	$d > 15000$	QUALSIASI	

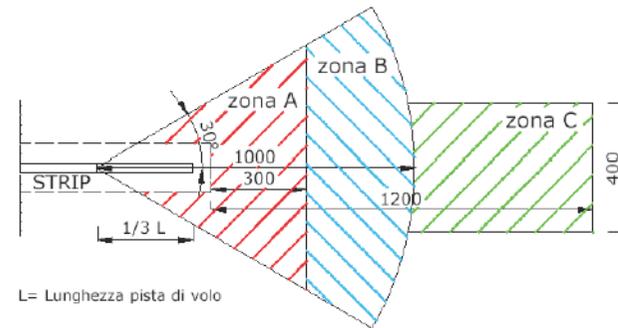
Normativa italiana (4)

Tabella 4.2 - Dimensioni e pendenze delle superfici di separazione dagli ostacoli

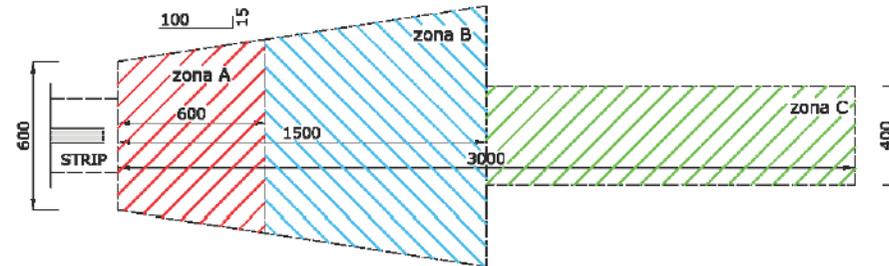
Superficie e dimensioni ^a (1)	CLASSIFICAZIONE DELLE PISTE								Avvicinamenti di precisione di categoria	
	Non strumentali Numero di codice				Avvicinamenti non di precisione Numero di codice				I N° di codice	II o III N° di codice
	1 (2)	2 (3)	3 (4)	4 (5)	1,2 (6)	3 (7)	4 (8)	1,2 (9)	3,4 (10)	3,4 (11)
Conica										
Pendenza	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%
Altezza	35 m	55 m	75 m	100 m	60 m	75 m	100 m	60 m	100 m	100 m
Orizzontale										
interna										
Altezza	45 m	45 m	45 m	45 m	45 m	45 m	45 m	45 m	45 m	45 m
Raggio	2000 m	2500 m	4000 m	4000 m	3500 m	4000 m	4000 m	3500 m	4000 m	4000 m
Interna										
Avvicinamento										
Larghezza	---	---	---	---	---	---	---	90 m	120 m*	120 m*
Distanza dalla soglia	---	---	---	---	---	---	---	60 m	60 m	60 m
Lunghezza	---	---	---	---	---	---	---	900 m	900 m	900 m
Pendenza	---	---	---	---	---	---	---	2.5%	2%	2%
Avvicinamento										
Lunghezza bordo interno	60 m	80 m	150 m	150 m	150 m	300 m	300 m	150 m	300 m	300 m
Distanza dalla soglia	30 m	60 m	60 m	60 m	60 m	60 m	60 m	60 m	60 m	60 m
Divergenza (su entrambi i lati)	10%	10%	10%	10%	15%	15%	15%	15%	15%	15%
Prima sezione										
Lunghezza	1600 m	2500 m	3000 m	3000 m	2500 m	3000 m	3000 m	3000 m	3000 m	3000 m
Pendenza	5%	4%	3.33%	2.5%	3.33%	2%	2%	2.5%	2%	2%
Seconda sezione										
Lunghezza	---	---	---	---	---	3600 m ^b	3600 m ^b	12000 m	3600 m ^b	3600 m ^b
Pendenza	---	---	---	---	---	2.5%	2.5%	3%	2.5%	2.5%
Sezione orizzontale										
Lunghezza	---	---	---	---	---	8400 m ^b	8400 m ^b	---	8400 m ^b	8400 m ^b
Lunghezza totale	---	---	---	---	---	15000 m	15000 m	15000 m	15000 m	15000 m
Transizione										
Pendenza	20%	20%	14.3%	14.3%	20%	14.3%	14.3%	14.3%	14.3%	14.3%
Transizione interna										
Pendenza	---	---	---	---	---	---	---	40%	33.3%	33.3%
Atterraggio interrotto										
Lunghezza bordo interno	---	---	---	---	---	---	---	90 m	120 m*	120 m*
Distanza dalla soglia	---	---	---	---	---	---	---	°	1800 m ^d	1800 m ^d
Divergenza (su entrambi i lati)	---	---	---	---	---	---	---	10%	10%	10%
Pendenza	---	---	---	---	---	---	---	4%	3.33%	3.33%

(a) Tutte le dimensioni sono misurate in orizzontale, ove non sia specificato altrimenti
 (b) Lunghezza variabile
 (c) Distanza fino alle fine della striscia di sicurezza
 (d) O fine della pista, quale fra le due risulti inferiore
 (e) Per piste di codice F la larghezza è aumentata a 155 m

Per piste di volo di codice 1 e piste di volo di codice 2:

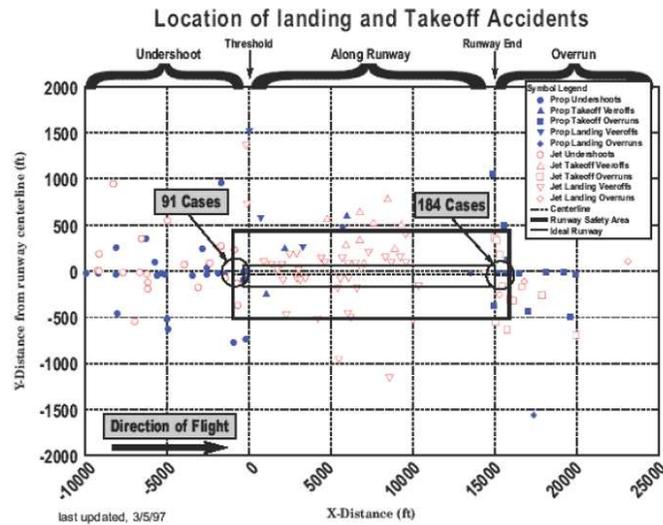


Per piste di volo di codice 3 e piste di volo di codice 4:

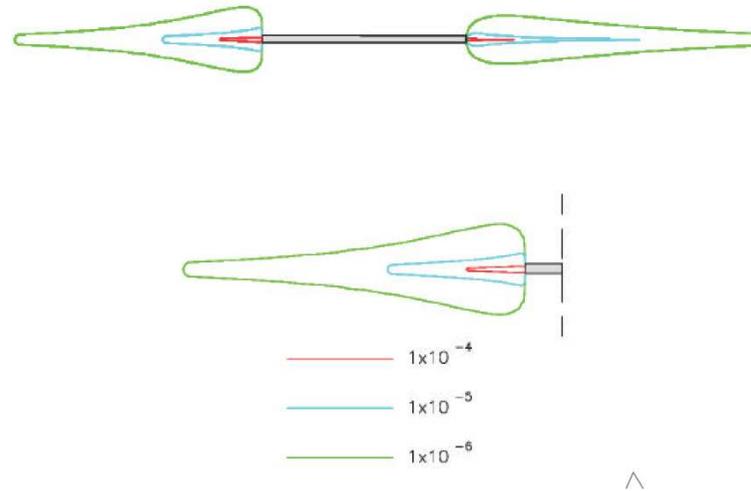


Zone di tutela (PSZ Public Safety Zones)

Normativa italiana (5)



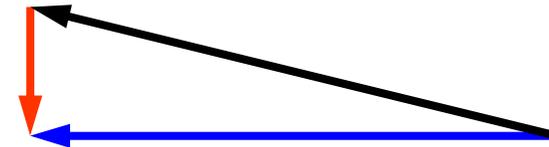
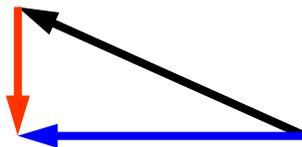
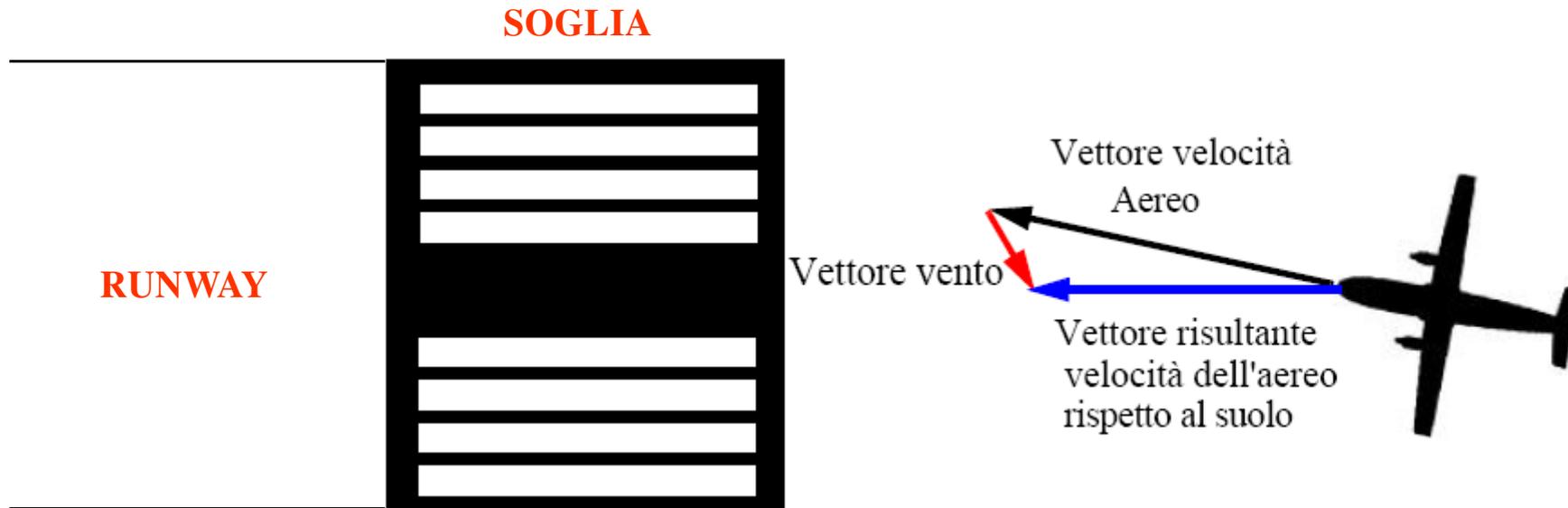
Normativa italiana (6)



Gestione delle opere esistenti sul territorio						
	Inner PSZ ($IR < 1.E-05$)			Outer PSZ ($1.E-05 < IR < 1.E-06$)		
	Industrie	Abitazioni	Vulnerabili	Industrie	Abitazioni	Vulnerabile
IRLANDA	Rimangono	Rimangono	Rimangono	Rimangono	Rimangono	Rimangono
OLANDA	Rimangono	Rimossi	Rimossi	Rimangono	Rimangono	Rimangono
UK	Rimangono	Rimangono	Rimangono	Rimangono	Rimangono	Rimangono

Sviluppi consentiti (per nuove strutture)						
	Inner PSZ ($IR < 1.E-05$)			Outer PSZ ($1.E-05 < IR < 1.E-06$)		
	Industrie	Abitazioni	Vulnerabili	Industrie	Abitazioni	Vulnerabile
IRLANDA	NO	NO	NO	SI	SI	NO
OLANDA	NO	NO	NO	SI	NO	NO
UK	NO	NO	NO	SI	SI	SI

Orientamento delle piste e regime dei venti



Norme ICAO e FAA

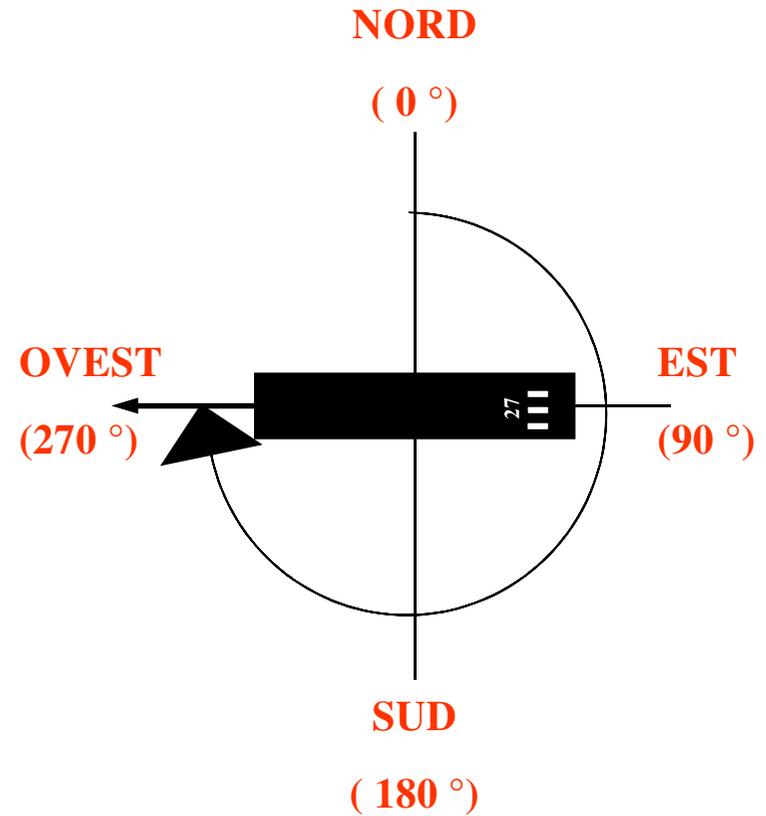
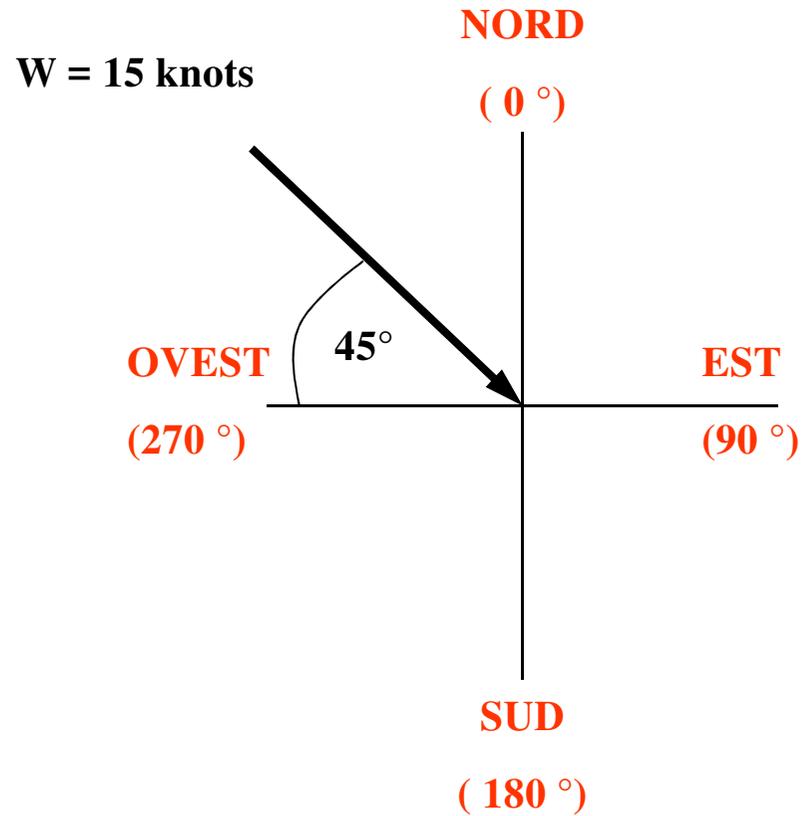
Lunghezza di campo Aereo [m]	Vento trasversale max [km/h (nodi)]
< 1200	19 (10)
1200 - 1500	24 (13)
> 1500	37 (20)

NORMA ICAO

Codice Aeroporto	Vento trasversale max [km/h (nodi)]
AI - BI	10,5
AII - BII	13,0
AIII, BIII e da CI a DIII	16,0
Da AIV a DIV	20,0

NORMA FAA

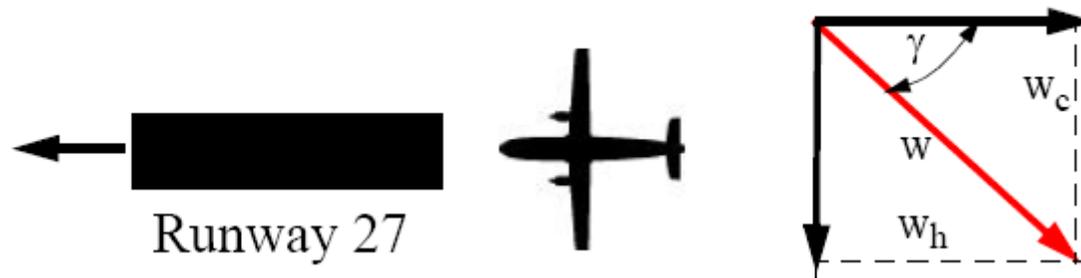
Regime dei venti (1)



VENTO DA 315 ° A 15 KNOTS

PISTA 27

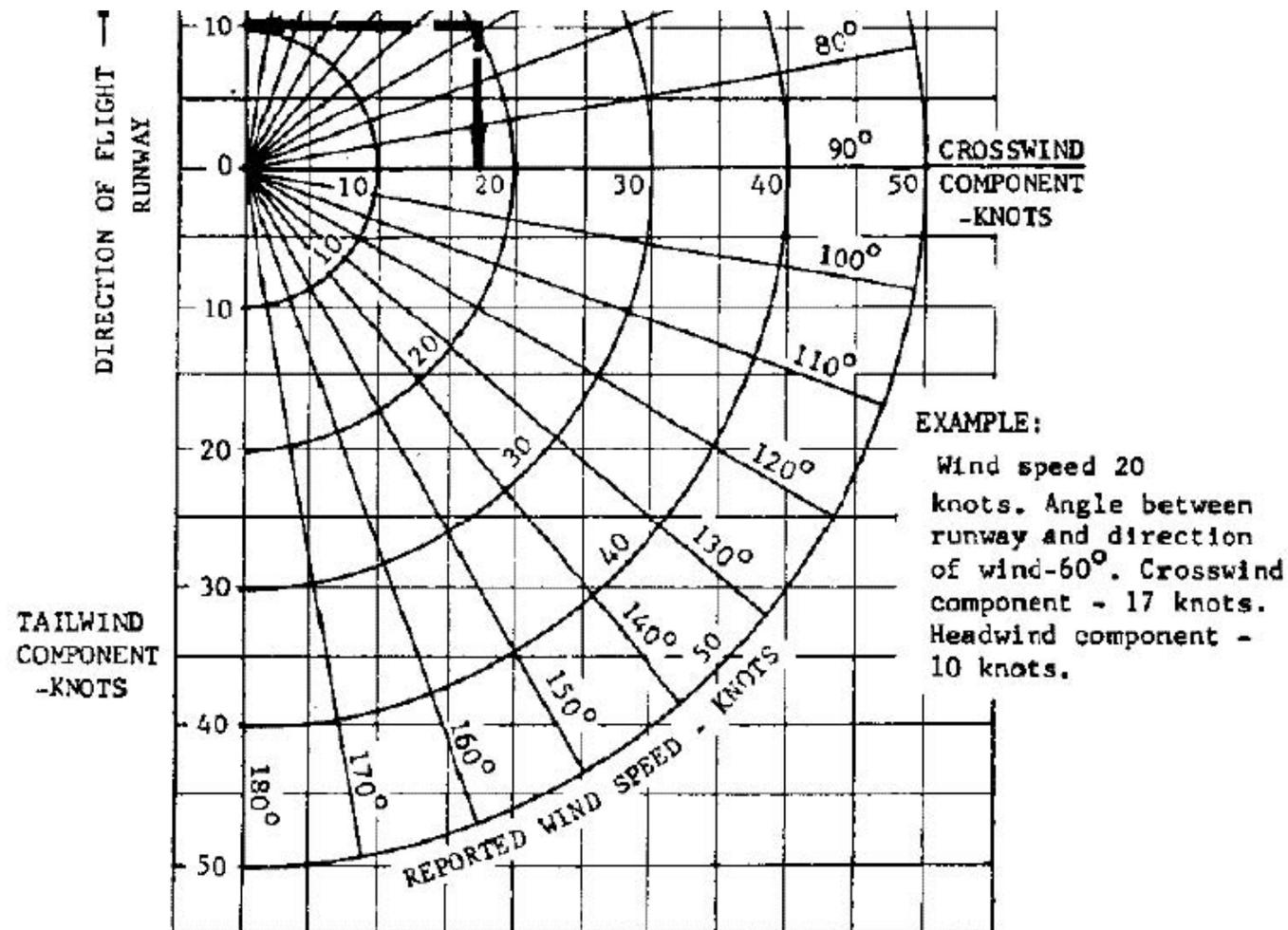
Regime dei venti (2)



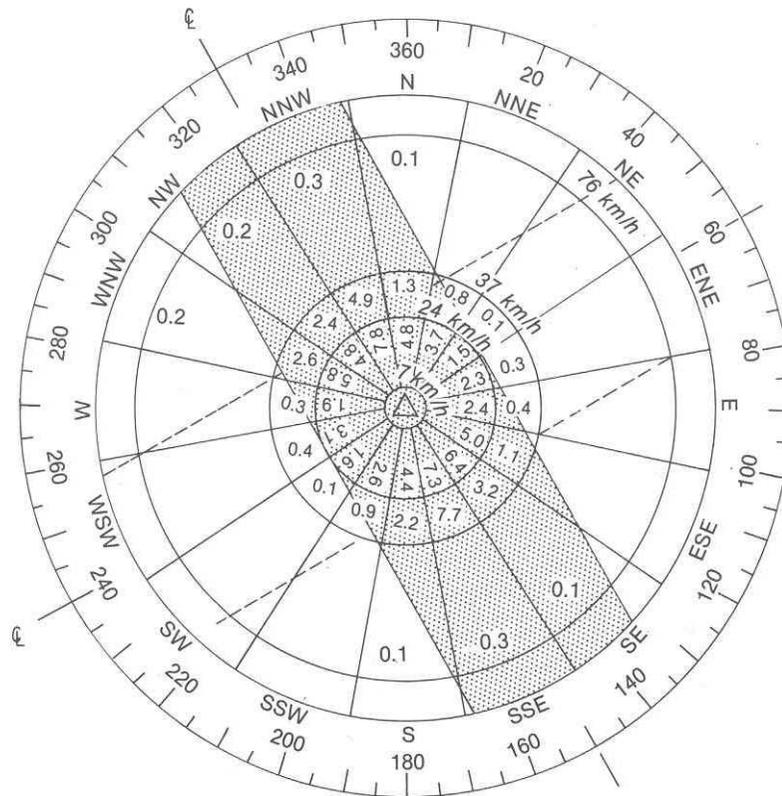
$$W_c = W * \sin (\gamma)$$

$$W_h = W * \cos (\gamma)$$

Regime dei venti (3)



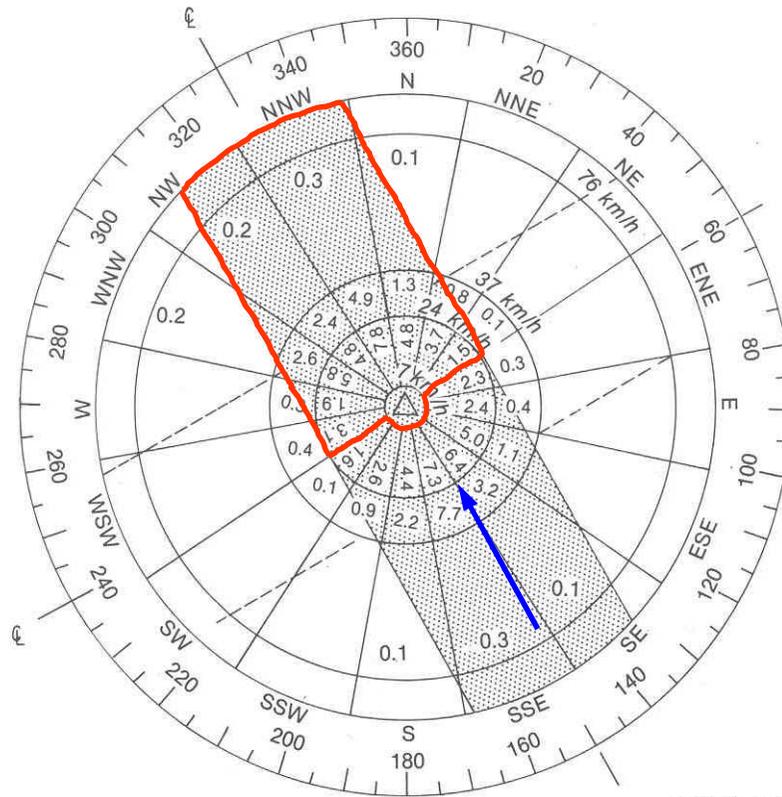
Calcolo del coefficiente anemometrico (1)



△ 4.6% calms, 0~6 km/h

Wind direction	Percentage of winds			Total
	7~24 km/h (4~13 kt)	26~37 km/h (14~20 kt)	39~76 km/h (21~41 kt)	
N	4.8	1.3	0.1	6.2
NNE	3.7	0.8	---	4.5
NE	1.5	0.1	---	1.6
ENE	2.3	0.3	---	2.6
E	2.4	0.4	---	2.8
ESE	5.0	1.1	---	6.1
SE	6.4	3.2	0.1	9.7
SSE	7.3	7.7	0.3	15.3
S	4.4	2.2	0.1	6.7
SSW	2.6	0.9	---	3.5
SW	1.6	0.1	---	1.7
WSW	3.1	0.4	---	3.5
W	1.9	0.3	---	2.2
WNW	5.8	2.6	0.2	8.6
NW	4.8	2.4	0.2	7.4
NNW	7.8	4.9	0.3	13.0
Calms — (0~6 km/hr (0~3 kt))				4.6
Total				100.0

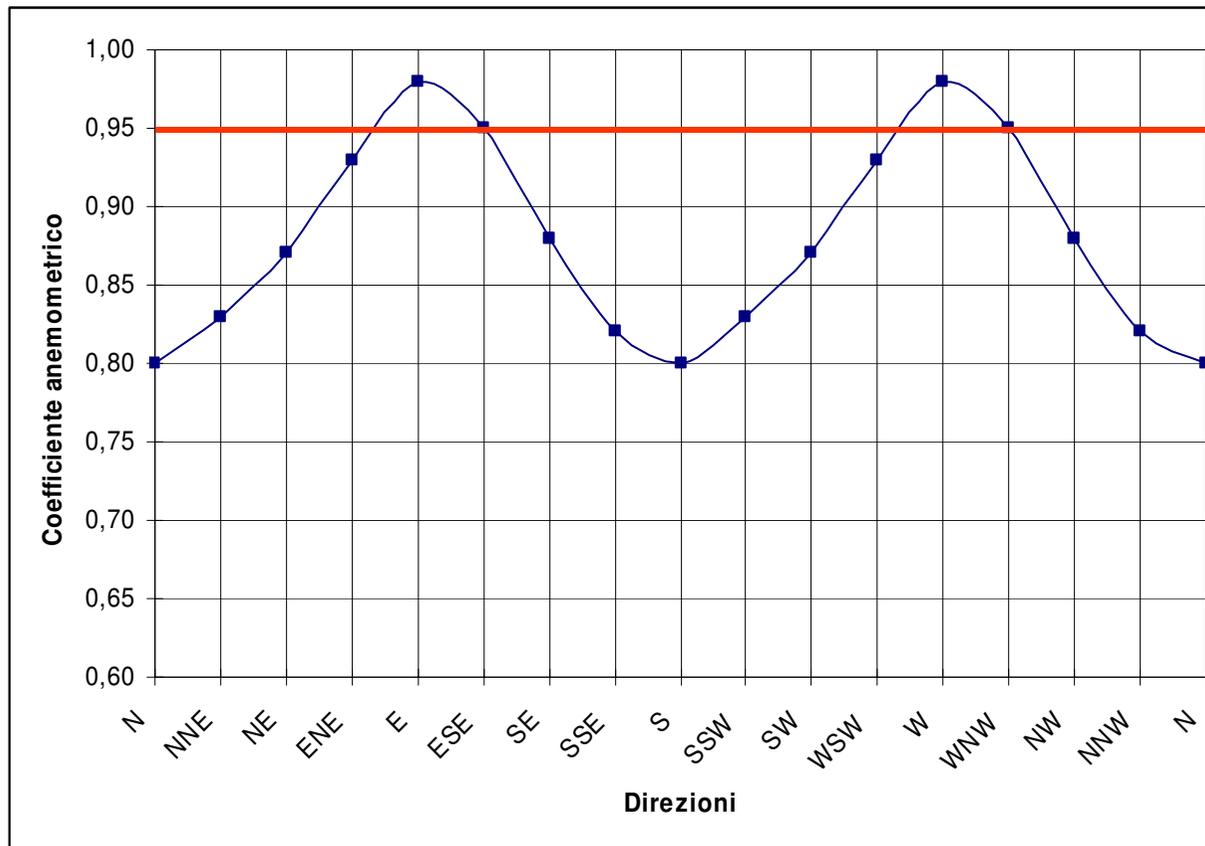
Calcolo del coefficiente anemometrico (2)



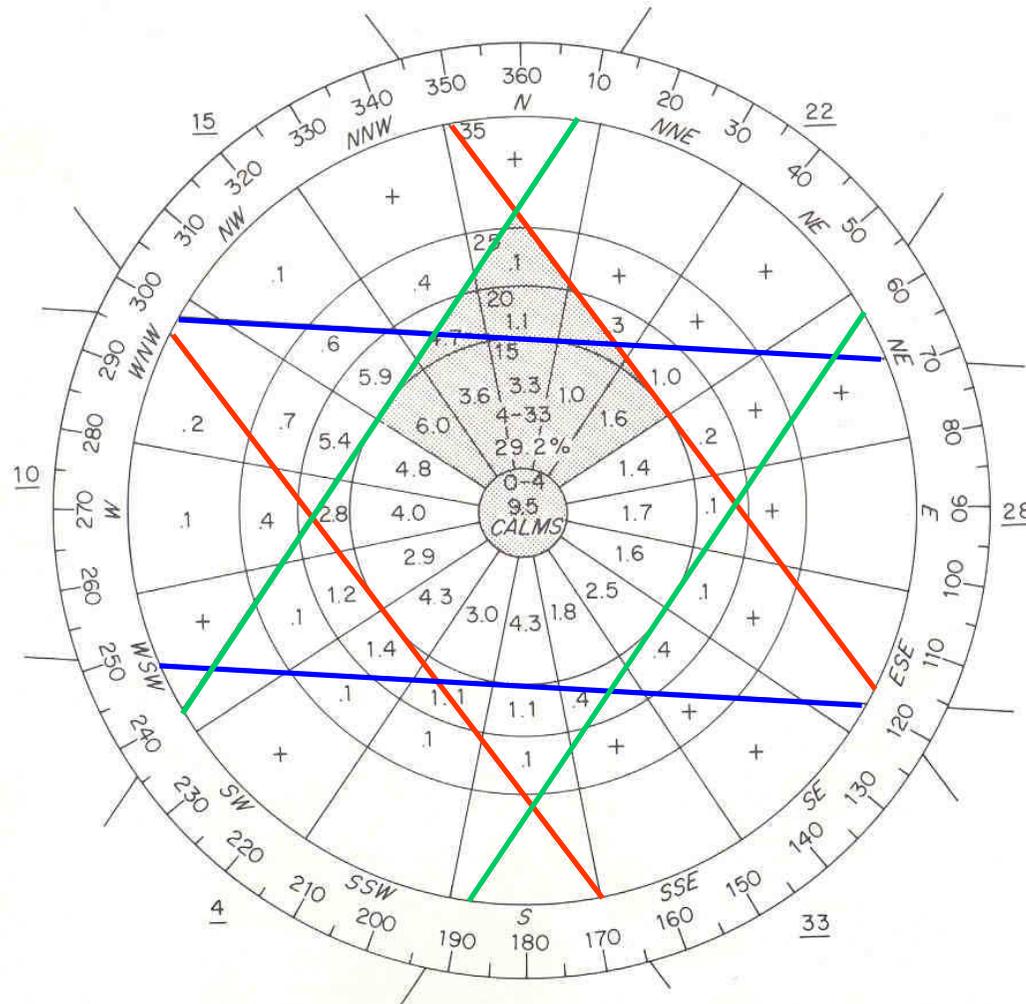
△ 4.6% calms, 0~6 km/h

Wind direction	Percentage of winds			Total
	7~24 km/h (4~13 kt)	26~37 km/h (14~20 kt)	39~76 km/h (21~41 kt)	
N	4.8	1.3	0.1	6.2
NNE	3.7	0.8	---	4.5
NE	1.5	0.1	---	1.6
ENE	2.3	0.3	---	2.6
E	2.4	0.4	---	2.8
ESE	5.0	1.1	---	6.1
SE	6.4	3.2	0.1	9.7
SSE	7.3	7.7	0.3	15.3
S	4.4	2.2	0.1	6.7
SSW	2.6	0.9	---	3.5
SW	1.6	0.1	---	1.7
WSW	3.1	0.4	---	3.5
W	1.9	0.3	---	2.2
WNW	5.8	2.6	0.2	8.6
NW	4.8	2.4	0.2	7.4
NNW	7.8	4.9	0.3	13.0
Calms — (0~6 km/hr (0~3 kt))				4.6
Total				100.0

Calcolo del coefficiente anemometrico (3)

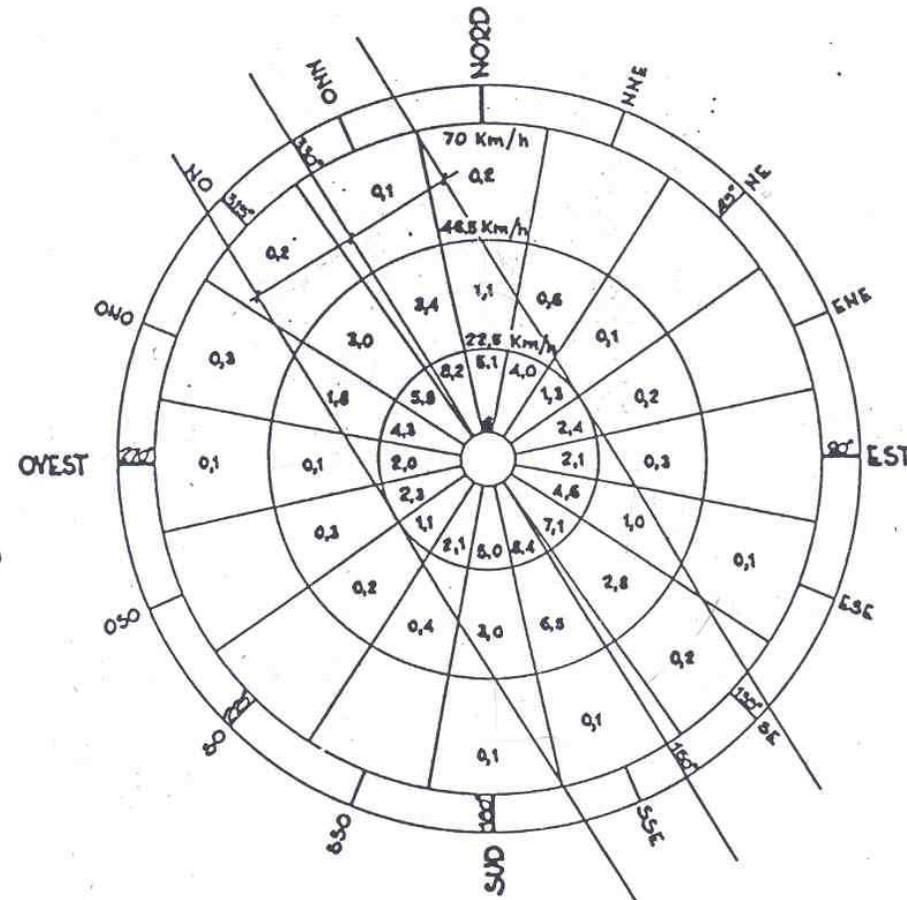


Coefficiente per più piste



Esempio di calcolo

Direzione del vento	Frequenza			Totale
	Da 6 a 22,5 km/h	Da 22,5 a 46,5 km/h	Da 46,5 a 70 km/h	
N	5,1	1,1 6/8	0,2 1/4	6,4
NNE	4,0	0,6 1/4	-	4,6
NE	1,3	0,1	-	1,4
ENE	2,4	0,2	-	2,6
E	2,1	0,3 1/4	-	2,4
ESE	4,6	1,0 2/3	0,1	5,7
SE	7,1	2,8	0,2 7/8	10,1
SSE	8,4	6,5	0,1	15,0
S	5,0	3,0 6/8	0,1 1/4	8,1
SSO	2,1	0,4 1/4	-	2,5
SO	1,1	0,2	-	1,3
OSO	2,3	0,3	-	2,6
O	2,0	0,1 1/4	0,1	2,2
ONO	4,3	1,8 2/3	0,3	6,4
NO	5,9	3,0	0,2 7/8	9,1
NNO	8,2	3,4	0,1	11,7
Calma	Da 0 a 6 km/h			7,9
Totale				100,0%

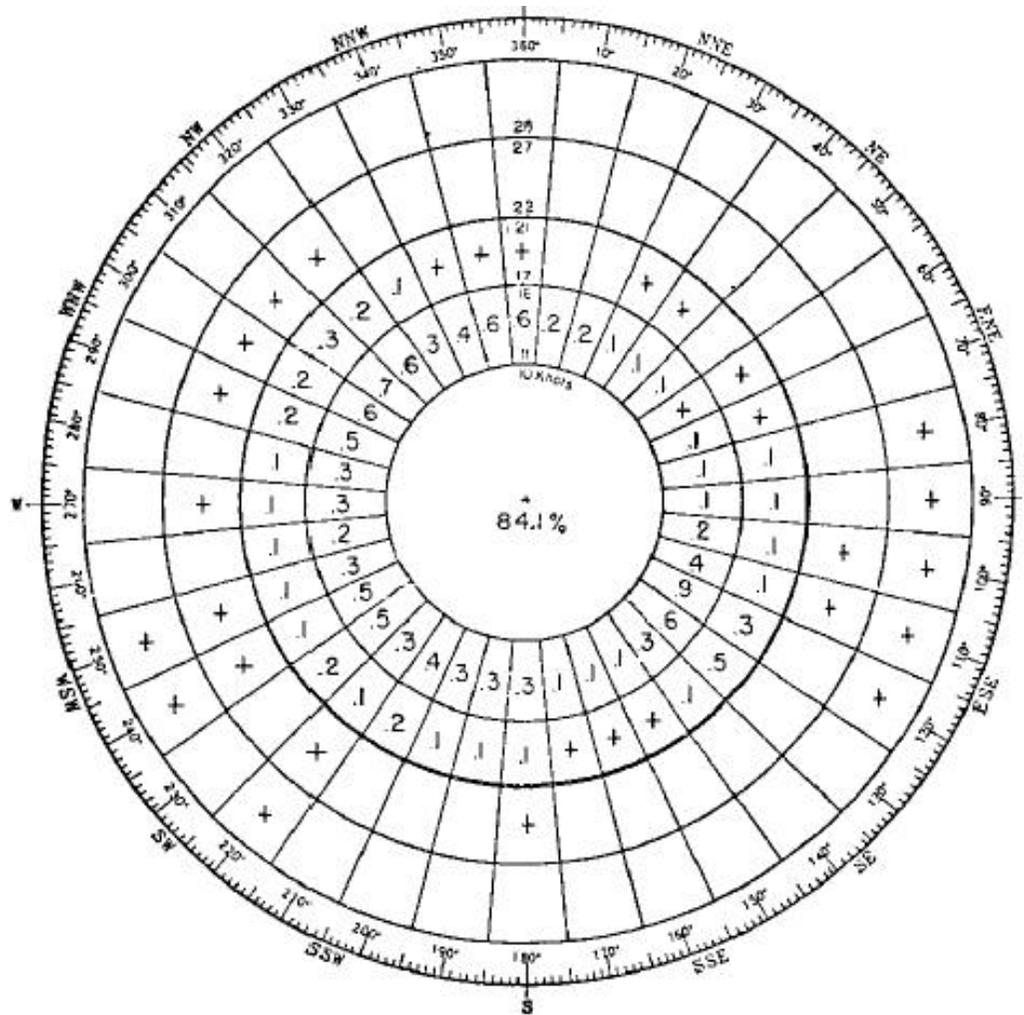


Condizioni di scarsa visibilità

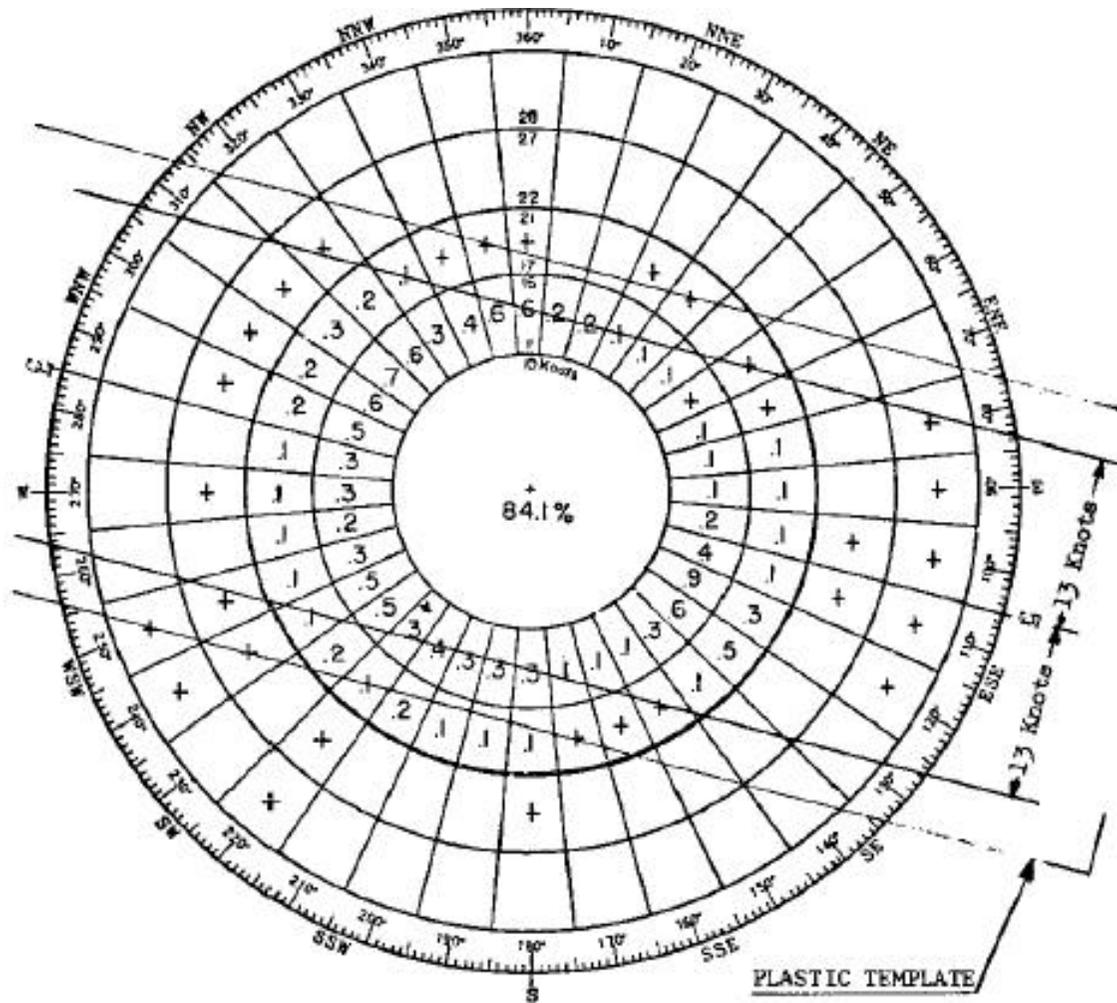
NE wind		Total observations: 24 081							
Ceiling groups in metres	Velocity groups in km	Visibility — metres						Total obs.	
		0~400	400~800	800~1 200	1 200~1 600	1 600~2 400	2 400~4 800		4 800+
300	1~7	4		1	2	4	14	202	227
	8~15	1	5	7	3	6	17	383	416
	16~23	2		1	1		5	277	285
	24~47							114	114
	48+								
	Total	7	5	2	6	10	36	976	1 042
180 thru 270	1~7		1			1	1	3	3
	8~15			1	1	1	1	8	12
	16~23				1		3	4	8
	24~47								
	48+								
	Total		1	1	2	2	4	13	23
150	1~7			1				1	2
	8~15						2	1	2
	16~23								
	24~47								
	48+								
	Total			1			2	1	4
120	1~7			1					1
	8~15				1	1	2		4
	16~23						1		1
	24~47								
	48+								
	Total			1	1	1	3		6
90	1~7	1	1		1	1	1		5
	8~15	1						1	2
	16~23						1	1	2
	24~47								
	48+								
	Total	2	1		1	1	2	2	9
60	1~7					1			1
	8~15	1	1	1			1	1	5
	16~23						1		1
	24~47				1				1
	48+								
	Total	1	1	1	1	1	2	1	8
30	1~7	3							3
	8~15	⑦	1						8
	16~23		3						3
	24~47								
	48+								
	Total	10	4						14
	% by velocity groups		1.6~7 km 10	8~15 km 19	16~23 km 12	24~47 km 5	48 km 5		

 Observations to be considered because of ceiling conditions
 Observations to be considered because of visibility conditions
 Observations to be considered because of ceiling and visibility conditions

Metodo di calcolo FAA (1)



Metodo di calcolo FAA (2)



Metodo di calcolo FAA (3)

WIND OBSERVATIONS

STATION: ANYWHERE, USA
 RUNWAY ORIENTATION: 105.00 195.00 DEGREE
 CROSSWIND COMPONENT: 10.50 10.50 KNOTS
 TAILWIND COMPONENT: 60.00 60.00 KNOTS

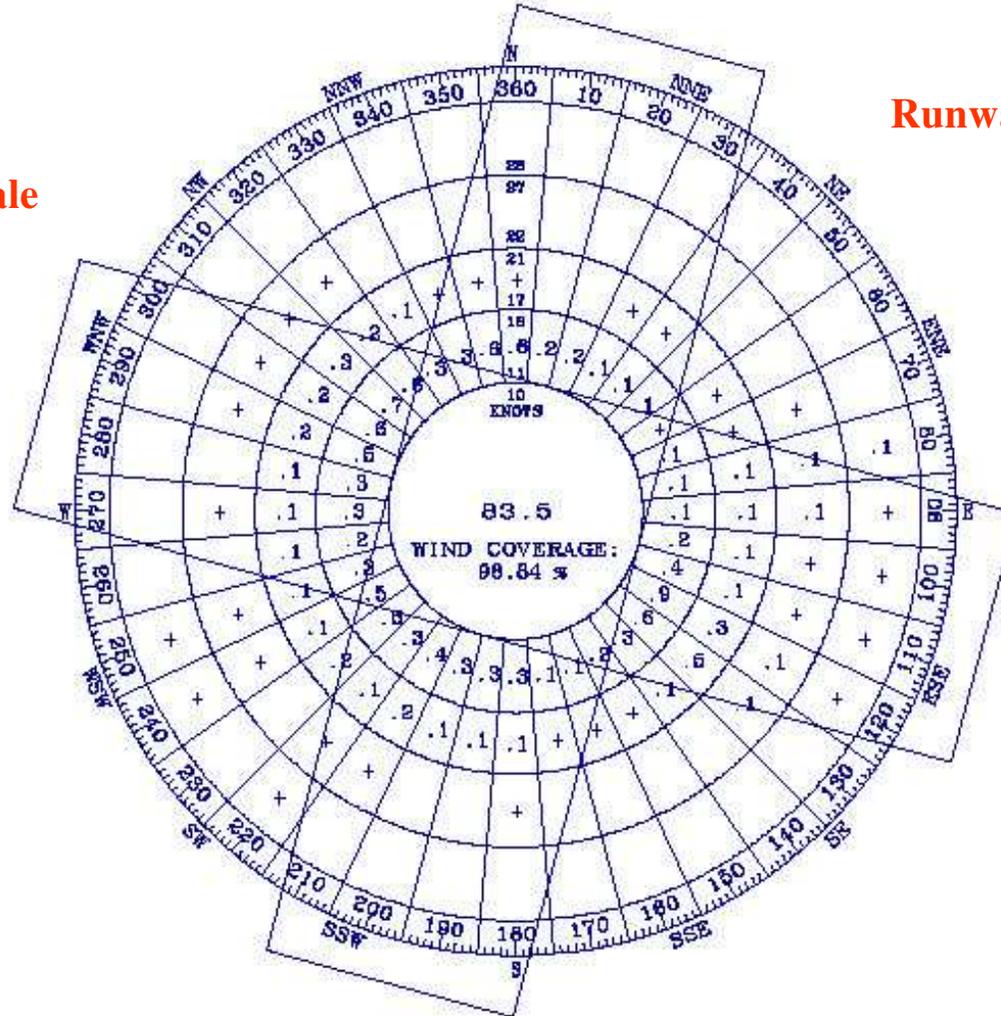
WIND COVERAGE: 98.84 %

Velocità vento	HOURLY OBSERVATIONS OF WIND SPEED (KNOTS)								41 OVE
	0-3	4-6	7-10	11-16	17-21	22-27	28-33	34-40	
Azimuth x 10	DIRECTION								
1	469	842	568	212	0	0	0	0	
2	568	1263	820	169	0	0	0	0	
3	294	775	519	73	9	0	0	0	
4	317	872	509	62	11	0	0	0	
5	268	861	437	106	0	0	0	0	
6	357	534	151	42	8	0	0	0	
7	369	403	273	84	36	10	0	0	
8	158	261	138	69	73	52	41	22	
9	167	352	176	128	68	59	21	0	
10	119	303	127	180	98	41	9	0	
11	323	586	268	312	111	23	28	0	
12	618	1397	624	779	271	69	21	0	
13	472	1375	674	531	452	67	0	0	
14	647	1377	574	281	129	0	0	0	
15	338	1093	348	135	27	0	0	0	
16	560	1399	523	121	19	0	0	0	
17	587	883	469	128	12	0	0	0	

Metodo di calcolo FAA (4)

Runway principale

Runway secondaria



Metodo di calcolo FAA (5)

WIND OBSERVATIONS

STATION: ANYWHERE, USA
 RUNWAY ORIENTATION: 105.00 DEGREE
 CROSSWIND COMPONENT: 13.00 KNOTS
 TAILWIND COMPONENT: 5.00 KNOTS

WIND COVERAGE: 80.41 %

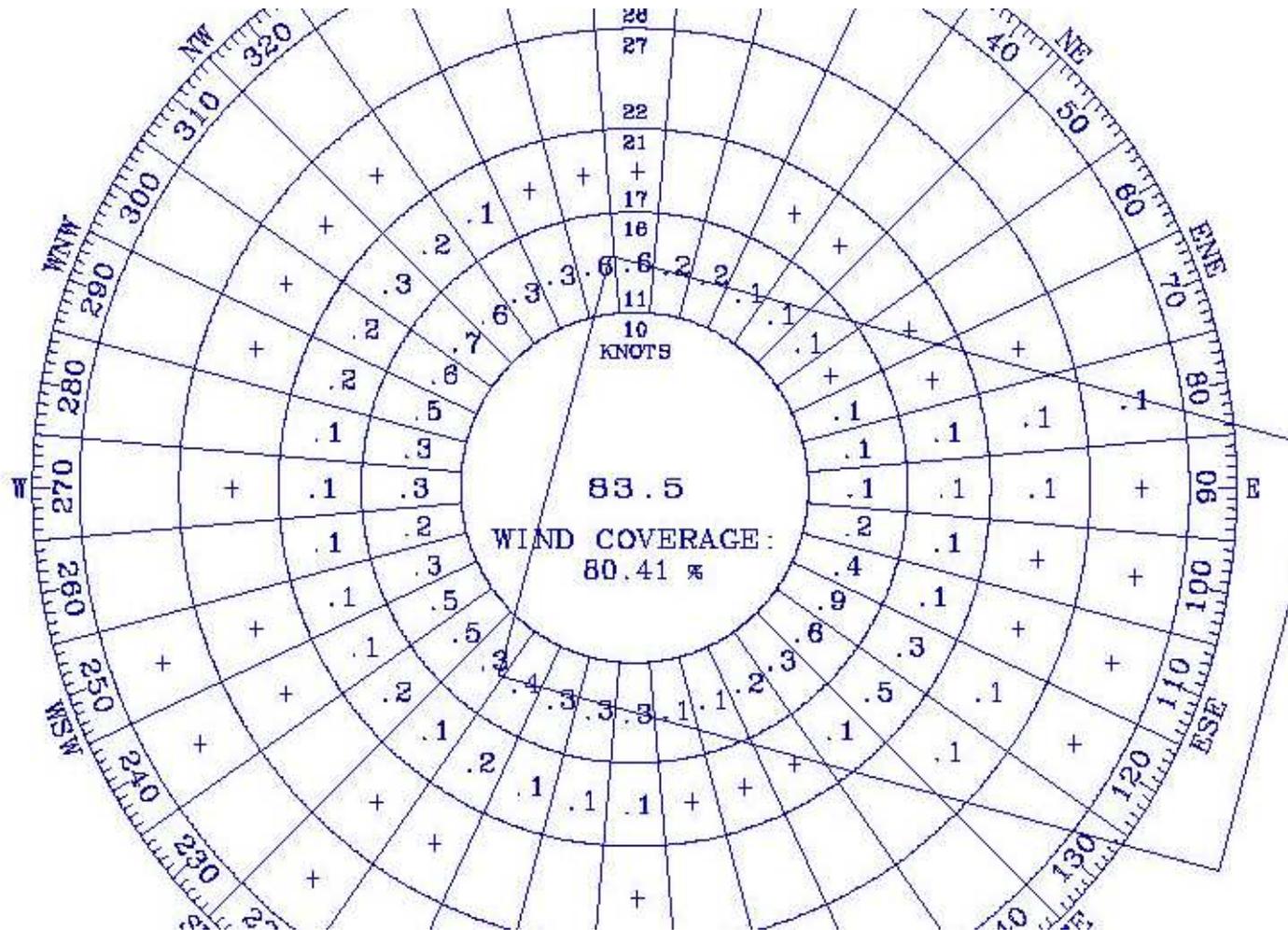
	HOURLY OBSERVATIONS OF WIND SPEED (KNOTS)								41 OVER
	0-3	4-6	7-10	11-16	17-21	22-27	28-33	34-40	
	DIRECTION								
1	469	842	568	212	0	0	0	0	0
2	568	1263	820	169	0	0	0	0	0
3	294	775	519	73	9	0	0	0	0
4	317	872	509	62	11	0	0	0	0
5	268	861	437	106	0	0	0	0	0
6	357	534	151	42	8	0	0	0	0
7	369	403	273	84	36	10	0	0	0

www.faa.gov/airports/engineering/design_software/

Airport design for microcomputer

Circular AC 150/5300-13; appendici 1 e 11

Metodo di calcolo FAA (6)



Dati aeroporto di Ronchi

direzione	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW
Intensità Vento																
0 - 4 nodi	81,768															
4 - 10	0,787	0,513	1,267	1,917	4,863	1,095	1,232	0,924	0,958	0	0	0	0	0	0	0
10 - 13	0	0,102	0,376	0,41	1,13	0,102	0,205	0	0	0,136	0	0	0	0	0	0
13 - 20	0,068	0,102	0,136	0,205	1,061	0,064	0,034	0,068	0,068	0	0	0	0	0	0	0
> 20	0	0	0	0,136	0,171	0,034	0,034	0	0,034	0	0	0	0	0	0	0