



UNIVERSITA' DEGLI STUDI "MEDITERRANEA" DI REGGIO CALABRIA
FACOLTA' DI INGEGNERIA

LAUREA MAGISTRALE
INGEGNERIA CIVILE

CORSO DI
INFRASTRUTTURE AEROPORTUALI ED ELIPORTUALI

LECTURE 06
CARATTERISTICHE FISICHE DELLE PISTE DI VOLO E DELLE VIE DI RULLAGGIO

Docente: Ing. Marinella GIUNTA

PISTA DI VOLO

DEFINIZIONE

La pista di volo è un'area rettangolare all'interno dell'aeroporto idonea all'atterraggio e al decollo dei velivoli. A seconda che la pista sia strumentale o a vista sono applicabili caratteristiche specifiche.

LARGHEZZA (WIDHT)

<i>Numero di codice</i>	<i>Lettera di codice</i>					
	A	B	C	D	E	F
1	18 m	18 m	23 m	-	-	-
2	23 m	23 m	30 m	-	-	-
3	30 m	30 m	30 m	45 m	-	-
4	-	-	45 m	45 m	45 m	60 m

- Le combinazioni di numeri e lettere sono determinate sulla base delle dimensioni tipiche degli aeromobili.
- La larghezza di piste strumentali di codice 1 e 2 per avvicinamento di precisione deve essere non inferiore a 30 m.

PISTA DI VOLO

PENDENZA LONGITUDINALE (SLOPE)

La pendenza longitudinale complessiva, calcolata dividendo la differenza di quota tra le due testate della pista, misurata lungo l'asse, per la lunghezza della pista, non deve essere superiore a:

- 1% (1:100) per le piste con numero di codice pari a 3 o 4;
- 2% (1:50) per le piste con numero di codice pari a 1 o 2.

La pendenza longitudinale non può superare in nessun punto i limiti sottoindicati:

- (a) 1,25% per piste con numero di codice pari a 4;
- (b) 1,50% per piste con numero di codice pari a 3;
- (c) 2,00% per piste con numero di codice pari a 1 o 2.

La pendenza del primo e ultimo quarto di una pista di codice 3 o 4 non può essere superiore allo 0.8%.

Qualora non possano essere evitate variazioni di pendenza, la differenza tra due pendenze consecutive non può superare i limiti sottoindicati:

- (a) 1.5% per piste di codice pari a 3 o 4; (b) 2.0% per piste di codice pari a 1 o 2.

La transizione tra una pendenza e un'altra deve essere effettuata tramite una superficie curva con un gradiente non superiore a:

- (a) 0.1% per 30 m (raggio di curvatura minimo di 30.000 m) per codice pari a 4;
- (b) 0.2% per 30 m (raggio di curvatura minimo di 15.000 m) per codice pari a 3;
- (c) 0.4% per 30 m (raggio di curvatura minimo di 7.500 m) per codice pari a 1 o 2.

PISTA DI VOLO

DISTANZA TRA VARIAZIONI DI PENDENZA

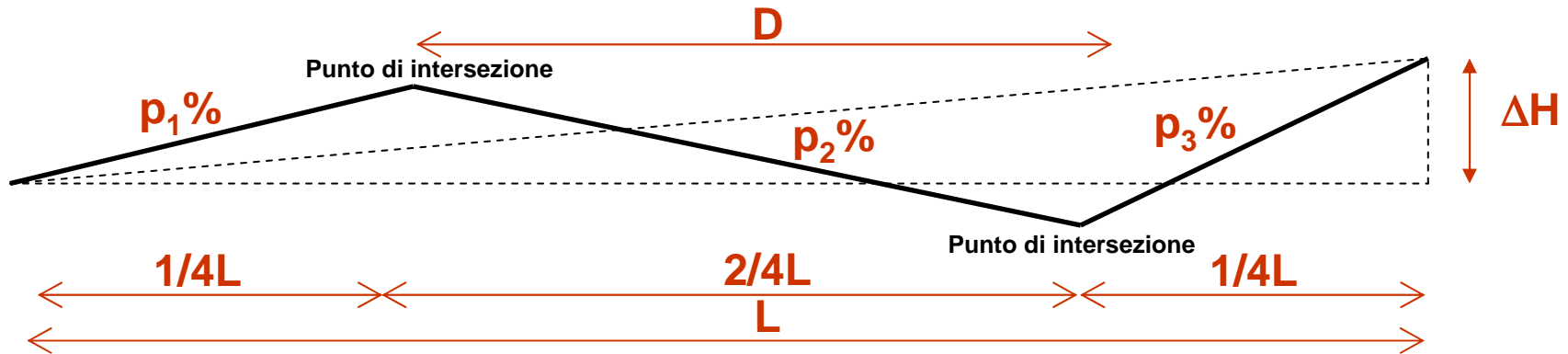
In pista si devono evitare ondulazioni o cambiamenti apprezzabili tra le pendenze di porzioni di pista contigue. La distanza in metri tra i punti di intersezione di due successive variazioni di pendenza non deve essere inferiore alla somma (espressa in termini assoluti) delle due variazioni di pendenza moltiplicata per:

- (a) 300 con numero di codice pari a 4;**
- (b) 150 con numero di codice pari a 3;**
- (c) 50 con numero di codice pari a 1 o 2.**

La distanza minima tra due successive variazioni di pendenza non deve essere inferiore a 45 m.

PISTA DI VOLO

PENDENZA LONGITUDINALE (SLOPE)



Pendenza longitudinale complessiva = $\Delta H/L$

- < 1% cod. 3 e 4
- < 2% cod. 1 e 2

$P_1\%, P_2\%, P_3\%$

- < 1,25% cod. 4
- < 1,50% cod. 3
- < 2,00% cod. 1 e 2

$P_1\%, P_3\% < 0,8\%$ cod. 3 e 4

$\Delta P_i\%$

- < 1,5% cod. 3 e 4
- < 2,0% cod. 1 e 2

$R_v [m]$

- > 30.000 cod. 4
- > 15.000 cod. 3
- > 7500 cod. 1 e 2

$D [m] \geq K[|p_2\% - p_1\%| + |p_3\% - p_2\%|]$

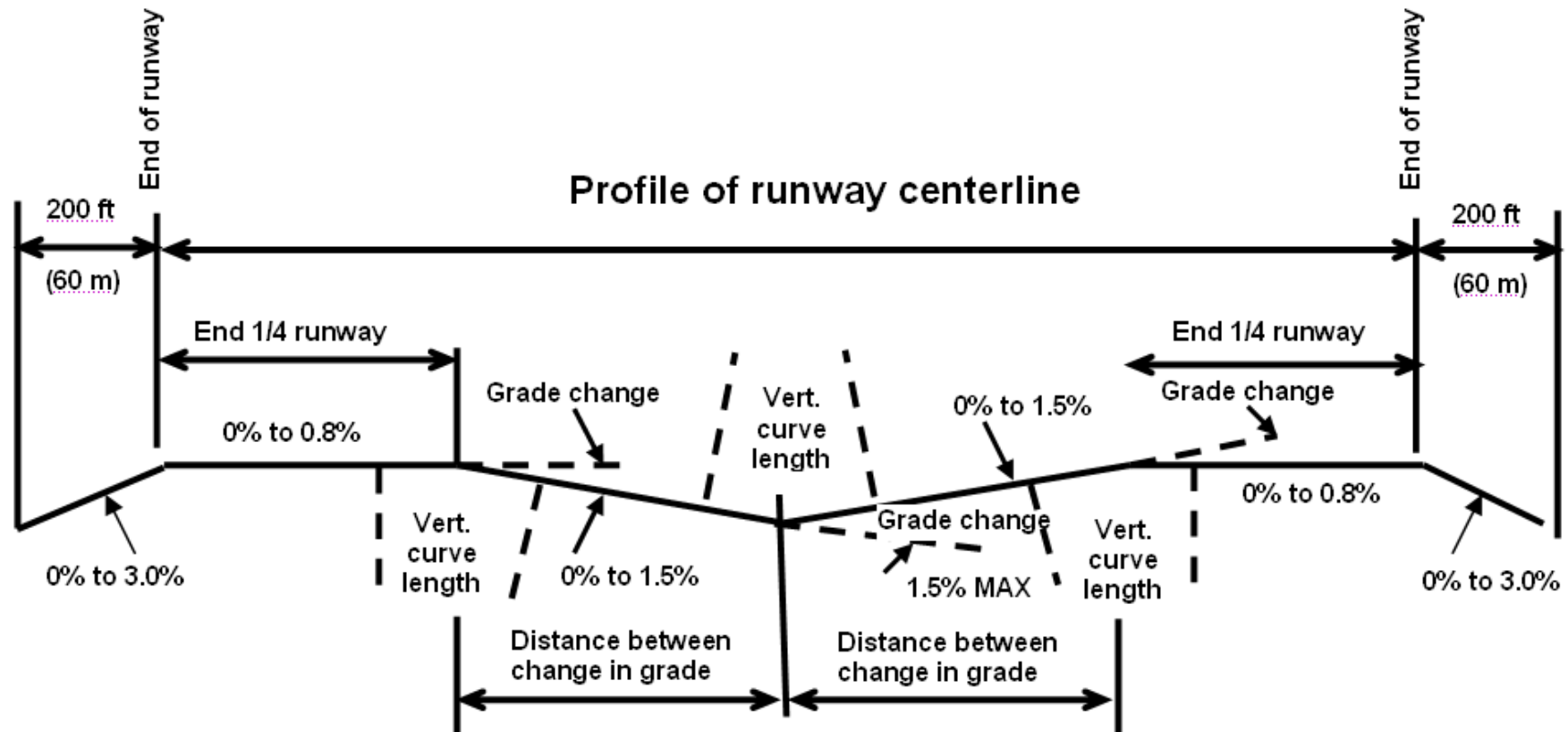
K

- > 300 cod. 4
- > 150 cod. 3
- > 50 cod. 1 e 2

PISTA DI VOLO

PENDENZA LONGITUDINALE (SLOPE)

Pista codice 3



PISTA DI VOLO

PORTATA VISIVA (SIGHT DISTANCE)

Laddove la variazione delle pendenze non può essere evitata, le pendenze devono essere tali da garantire comunque una visuale libera che, a partire da:

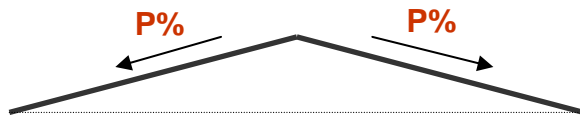
- a) qualsiasi punto posto 3 m sopra la pista, comprenda tutti gli altri punti posti 3 m sopra la medesima entro una distanza di almeno metà lunghezza della pista stessa o 1200 m, quale delle due è minore, per piste con lettera di codice pari a C, D, E o F;
- b) qualsiasi punto posto 2 m sopra la pista, comprenda tutti gli altri punti posti 2 m sopra la medesima entro una distanza di almeno metà lunghezza della pista stessa, in presenza di piste identificate con lettera di codice pari a B;
- c) qualsiasi punto posto 1,5 m sopra la pista , comprenda tutti gli altri punti posti 1,5 m sopra la medesima entro una distanza di almeno metà lunghezza della pista stessa, in presenza di piste identificate con lettera di codice pari ad A.

PISTA DI VOLO

PENDENZA TRASVERSALE

Il rapido drenaggio dell'acqua da una pista pavimentata è facilitato da una sua configurazione a schiena d'asino, è accettabile una pendenza trasversale a falda unica dall'alto al basso nella direzione del flusso del vento più frequentemente associato con la pioggia.

Sezione a schiena d'asino

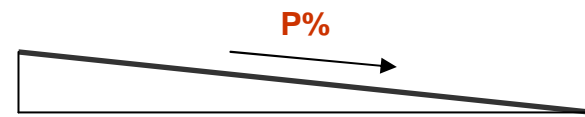


$P_{\max} \% = 1,5 \%$ per piste C, D, E e F
 $= 2,0 \%$ per piste A e B

$P_{\min} \% = 1,0 \%$

Per piste esistenti è ammessa la pendenza dell'1% purché il drenaggio delle acque sia assicurato da una pavimentazione con strato superficiale drenante o scanalato.

Sezione a falda unica



$P \% = 1,0\% - 1,5\%$

PISTA DI VOLO

BANCHINE (SHOULDERS)

Per risolvere potenziali problemi legati a:

- DEVIAZIONE DELL'AEREO DALL'ASSE PISTA PER FORTI VENTI;
- SPORGENZA DI MOTORI DI GRANDI AEREI;
- EROSIONE BORDO PISTA;
- INGESTIONE DI DETRITI (che possono danneggiare i motori)

devono essere realizzate delle banchine simmetriche rispetto all'asse per piste con lettera di codice D, E o F.

LARGHEZZA COMPLESSIVA PISTA + BANCHINA

- (a) m 60 per piste di codice D ed E;
- (b) m 75 per piste di codice F.

La superficie della banchina attigua alla pista deve essere a livello della superficie della pista e la sua pendenza trasversale non deve superare il 2.5% (1:40).

Per piste esistenti possono essere ammessi dislivelli inferiori a 4 cm tra pista e banchina, da eliminare in occasione del primo rifacimento della pista.

PISTA DI VOLO

STRISCIA DI SICUREZZA (RUNWAY STRIP)

La striscia di sicurezza della pista è una superficie che comprende la pista stessa e le stopway associate. Il suo scopo è quello di:

- (a) ridurre il rischio di danni ad un aeromobile che esce di pista mediante la rispondenza a specifici requisiti relativi alle pendenze longitudinali e *trasversali* e alla portanza;
- (b) proteggere gli aeromobili in volo sopra essa durante atterraggi, decolli, atterraggi e decolli abortiti, fornendo loro un'area priva di ostacoli, ad eccezione di alcuni aiuti necessari alla navigazione aerea e debitamente autorizzati.

LUNGHEZZA

Si estende oltre i fine pista e relative zone di arresto per una distanza di almeno 60m. Per piste non strumentali di codice 1 tale distanza è di almeno 30 m.

Piste strumentali	150 m cod. 3 e 4
	75 m cod. 1 e 2

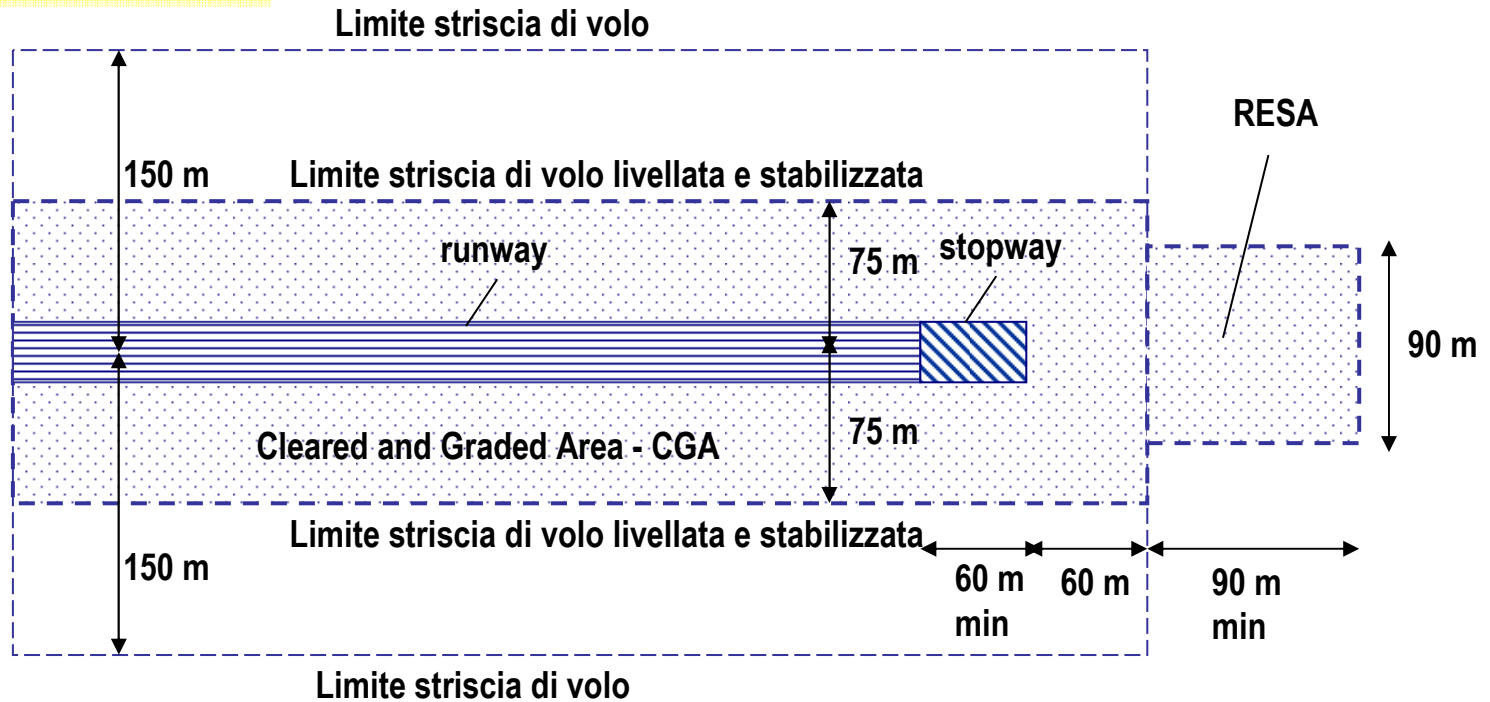
LARGHEZZA

(simmetrica rispetto all'asse)

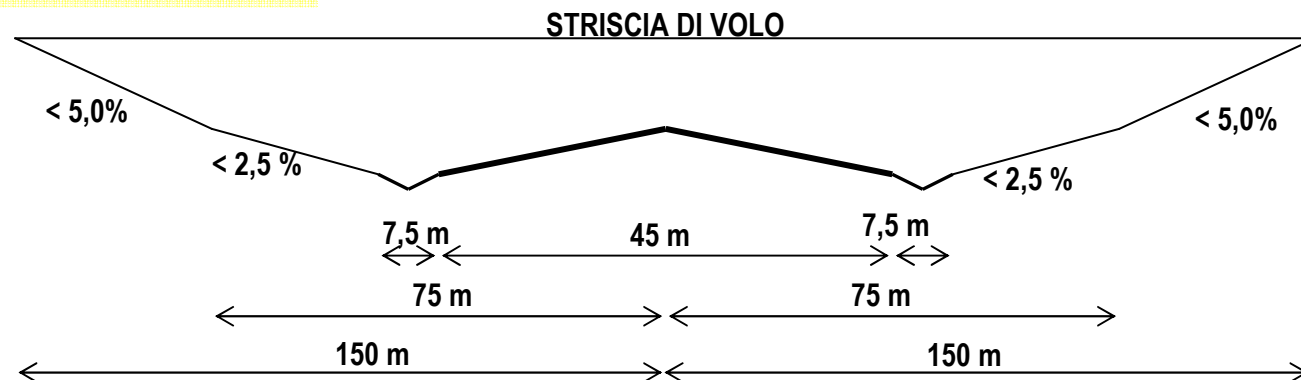
Piste non strumentali	75 m cod. 3 e 4
	40 m cod. 2
	30 m cod. 1

PISTA DI VOLO

PIANTA



SEZIONE TRASVERSALE



PISTA DI VOLO

RESA (Runway End Safety Area)

La RESA ha lo scopo di ridurre il rischio di danni agli aeromobili che dovessero arrivare troppo corti in atterraggio o uscire di pista in decollo o in atterraggio. Tale area deve essere presente presso entrambe le estremità della strip.

La RESA è simmetrica rispetto all'asse pista, con una larghezza minima pari al doppio della larghezza della pista. Ove realizzabile la larghezza della RESA è pari alla larghezza della CGA.

Per le piste di nuova realizzazione, o in occasione di prolungamento della pista, la larghezza della resa è pari alla larghezza della CGA.

Per piste già realizzate su aeroporti esistenti la lunghezza della RESA deve essere di almeno 90 metri. Negli altri casi occorre predisporre una RESA di almeno 240 metri per piste di codice 3 e 4, e almeno 120 metri per piste di codice 1 e 2.

VIE DI RULLAGGIO (TAXIWAY)

DEFINIZIONE

Le vie di rullaggio (altrimenti denominate raccordi o bretelle), sono necessarie per il movimento ordinato e in sicurezza degli aeromobili a terra o quando è necessario che gli aeromobili seguano un certo percorso senza entrare in aree o superfici protette. Quando una pista non è larga abbastanza per consentire ad un aeromobile di invertire la marcia, la pista deve essere dotata di vie di rullaggio che consentano tale inversione.

LARGHEZZA (WIDHT)

La larghezza di una taxiway deve essere tale che, con la cabina di pilotaggio del velivolo più critico consentito posta sopra la mezzeria, la distanza minima tra il bordo esterno delle ruote principali del velivolo e il bordo della pavimentazione è pari a:

- (a) 4.5 m per codice F, E, D o C (per taxiway usate da velivoli con interasse uguale o superiore a 18 m);
- (b) 3,00 m per codice C e taxiway usate da velivoli con interasse inferiore a 18 m;
- (c) 2,25 m per codice B;
- (d) 1,50 m per codice A.

Per interasse s'intende la distanza tra il ruotino anteriore e il centro geometrico del carrello principale.

VIE DI RULLAGGIO (TAXIWAY)

LARGHEZZA (WIDHT)

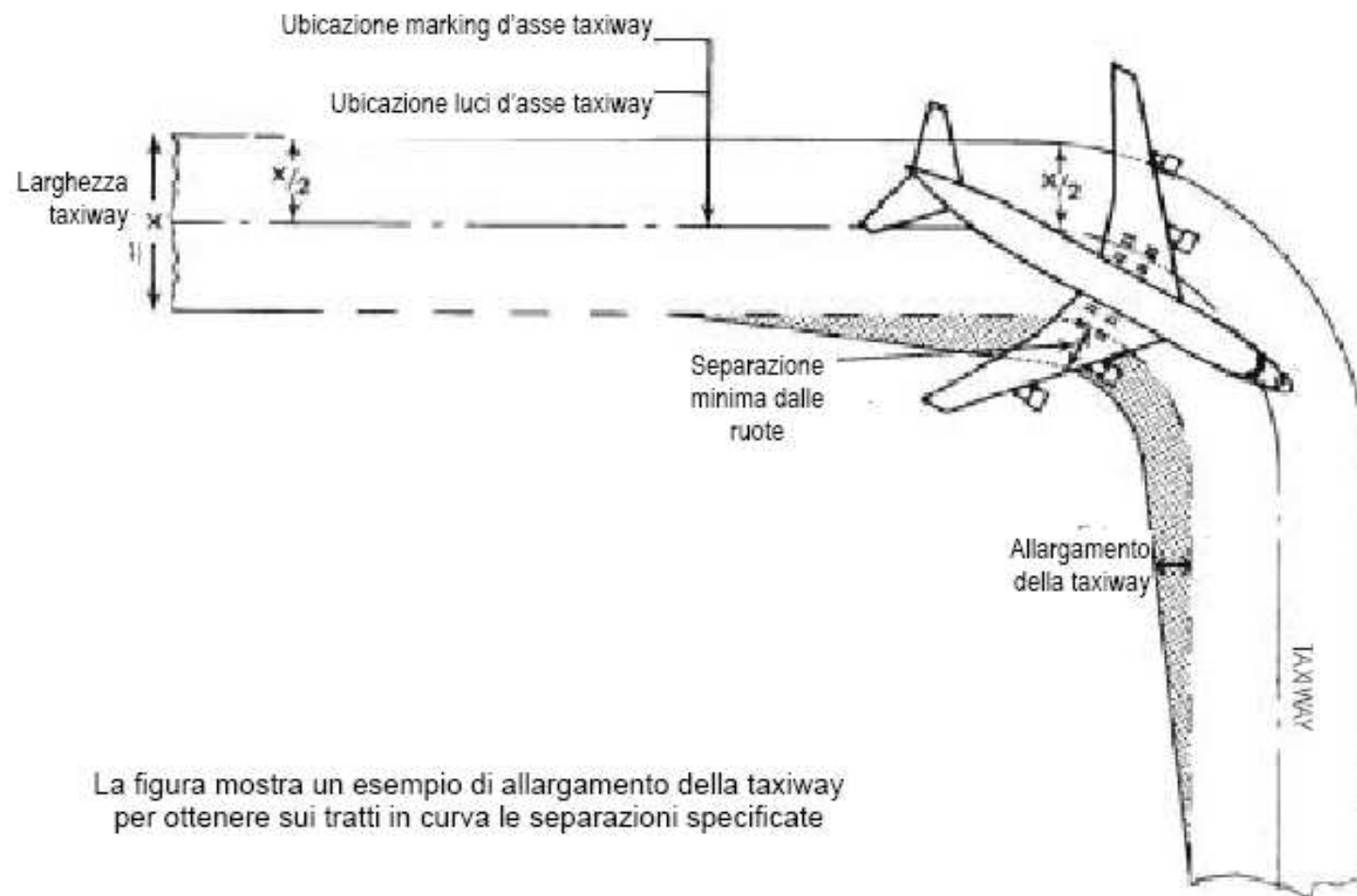
I cambi di direzione sulle taxiway devono essere limitati al massimo e le curve devono essere compatibili con la capacità di manovra del velivolo critico di progetto alla normale velocità di rullaggio.

Per garantire le distanze di rispetto può essere necessario allargare la taxiway nella parte interna della curva; la dimensione dell'allargamento dipenderà dall'interasse e dal percorso del velivolo critico di progetto, nonché dal raggio di curvatura dell'asse della taxiway.

Il profilo della curva deve essere tale da soddisfare i franchi tra ruote del carrello ed estremità della taxiway in tutti punti della curva stessa.

VIE DI RULLAGGIO (TAXIWAY)

LARGHEZZA (WIDHT)



La figura mostra un esempio di allargamento della taxiway per ottenere sui tratti in curva le separazioni specificate

Allargamento taxiway in curva

VIE DI RULLAGGIO (TAXIWAY)

LARGHEZZA (WIDHT)

Le parti rettilinee di una taxiway devono avere larghezza non inferiore a:

- (a) 25 m per lettera di codice F;**
- (b) 23 m per lettera di codice E, e D per taxiway usate da velivoli con larghezza esterna del carrello principale uguale o superiore a di 9 m;**
- (c) 18 m per lettera di codice D e taxiway usata da velivoli con larghezza esterno del carrello principale inferiore a 9 m;**
- (d) 18 m per lettera di codice C e taxiway usata da velivoli con interasse non inferiore a 18 m;**
- (e) 15 m per lettera di codice C e taxiway usata da velivoli con a interasse inferiore a 18 m;**
- (f) 10,5 m per lettera di codice B;**
- (g) 7,5 m per lettera di codice A.**

VIE DI RULLAGGIO (TAXIWAY)

PENDENZA LONGITUDINALE E SUA VARIAZIONE

Le pendenze longitudinali delle taxiway devono essere ridotte al minimo e non devono essere superiori a:

- (a) 1.5% per lettera di codice C, D , E, F;**
- (b) 3.0% per lettera di codice A o B.**

Laddove non sia possibile evitare variazioni di pendenza longitudinale su una taxiway, la transizione da una all'altra pendenza è effettuata da una superficie curva di raccordo con gradiente non superiore a:

- (a) 1% per 30 m per lettera di codice C, D, E, F;**
- (b) 1% per 25 m per lettera di codice A o B.**

VIE DI RULLAGGIO (TAXIWAY)

DISTANZA VISIVA

Laddove non sia possibile evitare variazioni di pendenza lungo una taxiway, tale variazione deve consentire che da qualsiasi punto, posto a:

- (a) 3 m sopra la taxiway, sia possibile vedere la stessa per una distanza di almeno 300 m per aeroporti con codice C, D, E o F;
- (b) 2 m sopra la taxiway, sia possibile vedere la stessa per una distanza di almeno 200 m per aeroporti con codice B;
- (c) 1,5 m sopra la taxiway, sia possibile vedere la stessa per una distanza di almeno 150 m per aeroporti con codice A.

PENDENZA TRASVERSALE

La pendenza trasversale di una taxiway deve essere sufficiente per impedire l'accumulo dell'acqua, ma non superiore a:

- (a) 1.5% (1:66) per codice C, D, E, F;
- (b) 2.0% (1:50) per codice A o B.

VIE DI RULLAGGIO (TAXIWAY)

STRIP DELLA TAXIWAY

Una taxiway, ad eccezione delle vie di accesso alle piazzole, deve essere contenuta in una strip. Tale superficie deve estendersi simmetricamente rispetto all'asse della taxiway e per tutta la sua lunghezza.

LARGHEZZA STRIP

- (a) 57.50 m per codice F;
- (b) 47.50 m per codice E;
- (c) 40.50 m per codice D;
- (d) 26.00 m per codice C;
- (e) 21,50 m per codice B;
- (f) 16,25 m per codice A.

LARGHEZZA AREA LIVELLATA

- (a) 30 m per codice F;
- (b) 22 m per codice E;
- (c) 19 m per codice D;
- (d) 12.5 m per codice B e C;
- (e) 11 m per codice A.

PENDENZA TRASVERSALE STRIP

AREA LIVELLATA

- (a) 2.5% cod. C, D, E, F;
- (b) 3.0% cod. A e B.

5% cod. tutti

verso l'alto

verso il basso

AREA NON LIVELLATA

5% cod. tutti

VIE DI RULLAGGIO (TAXIWAY)

DISTANZA DI SEPARAZIONE DELLE TAXIWAY

La distanza minima (espressa in metri) tra taxiway e altre infrastrutture dell'aeroporto è indicata nella seguente tabella:

Lettera di codice	Distanze tra asse pista e asse delle taxiway								Distanza interasse taxiway	Distanza tra asse taxiway e manufatti, escluse vie d'accesso alle piazzole	Distanza tra manufatti e asse vie di accesso alle piazzole
	Piste strumentali				Piste non strumentali						
	Numero di codice				Numero di codice						
	1	2	3	4	1	2	3	4			
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)
A	82,5	82,5			37,5	47,5			23,75	16,25	12
B	87	87			42	52			33,5	21,5	16,5
C			168				93		44	26	24,5
D			176	176			101	101	66,5	40,5	36
E				182,5				107,5	80	47,5	42,5
F				190				115	97,5	57,5	50,5

TAXIWAY DI USCITA RAPIDA

Qualora ricorrano condizioni che richiedono di liberare rapidamente la pista da aeromobili in rullaggio, occorre prevedere la realizzazione di taxiway di uscita rapida.

SONO DISPOSTE ALLA DISTANZA $L/2$ O $2/3L$ DA CIASCUNA TESTATA E SONO INCLINATE RISPETTO ALL'ASSE DELLA PISTA DI UN ANGOLO COMPRESO TRA 25° E 30°

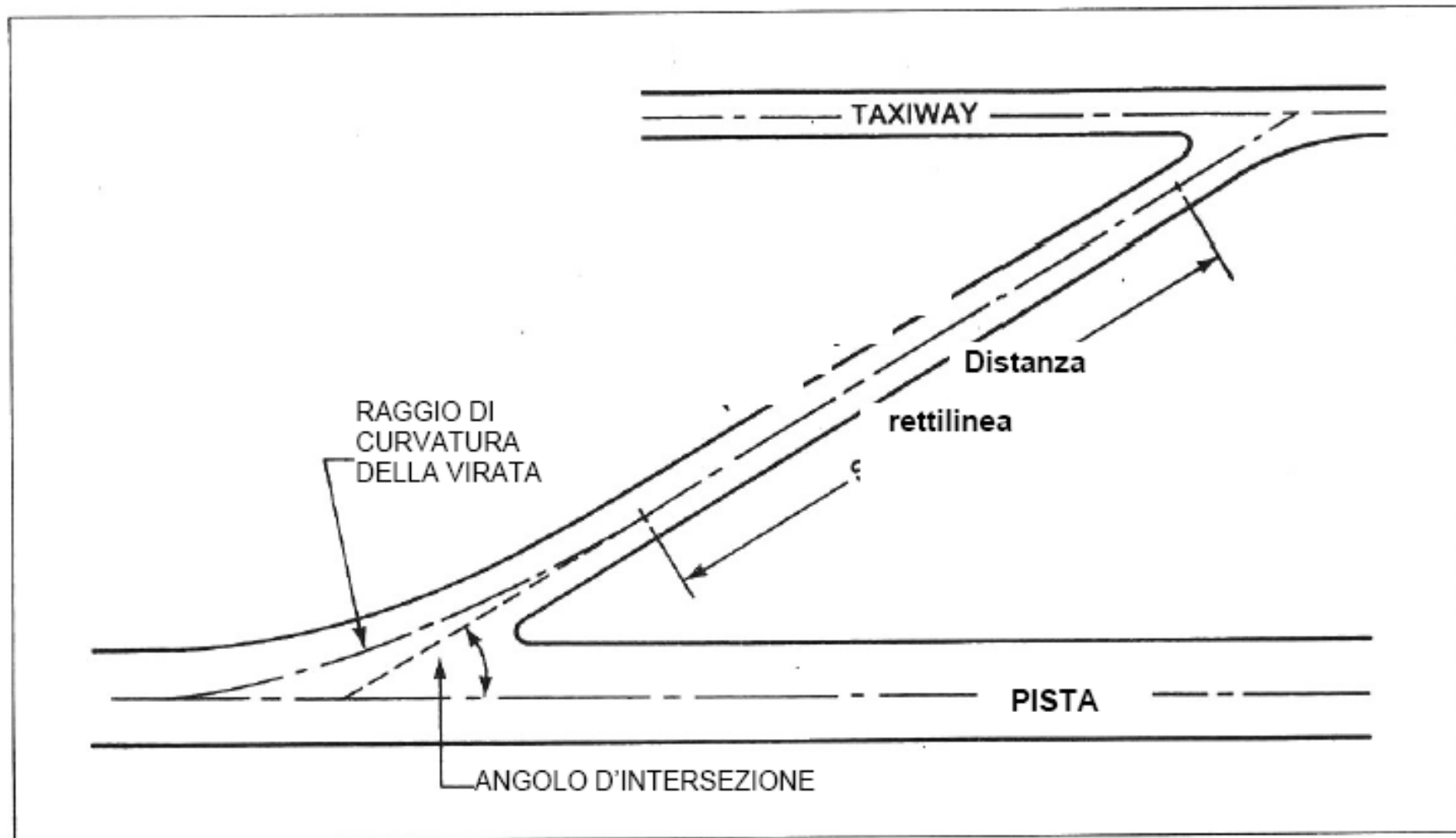
Esse devono prevedere un raggio di curvatura per la virata in uscita non inferiore a:

- (a) 550 m per piste con numero di codice 3 o 4;**
- (b) 275 m per piste con numero di codice 1 o 2;**

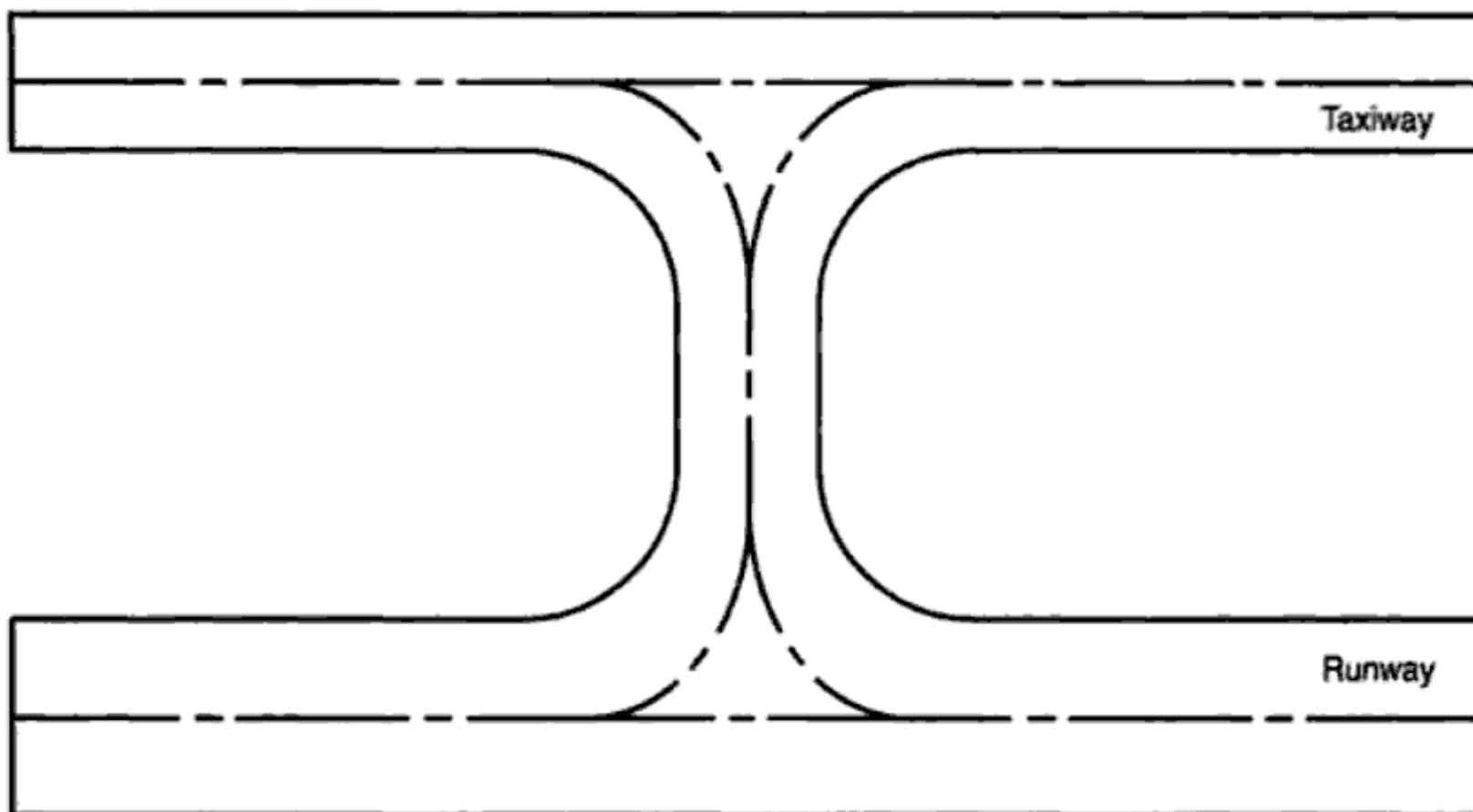
così da consentire in condizioni di pista bagnata velocità di uscita pari a:

- (a) 93 km/h per piste con numero di codice 3 o 4;**
- (b) 65 km/h per piste con numero di codice 1 o 2.**

TAXIWAY DI USCITA RAPIDA

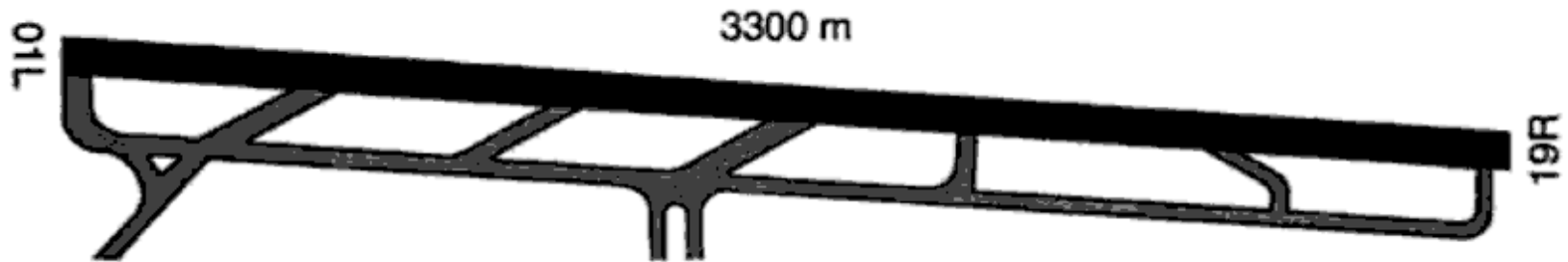


TAXIWAY DI USCITA CONVENZIONALI



Conventional, right-angle exit taxiway. (Source: FAA, 1989.)

TAXIWAY DI USCITA



Runway 01L-19R and exit taxiways at Amsterdam/Schiphol.

TESTATA 19R USATA PREVALENTEMENTE PER L'ATTERRAGGIO

TESTATA 01L USATA PREVALENTEMENTE PER IL DECOLLO