



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

**LAUREA MAGISTRALE
INGEGNERIA CIVILE**

**CORSO DI
INFRASTRUTTURE AEROPORTUALI ED ELIPORTUALI**

**LECTURE 08
METEOROLOGIA NELLA PROGETTAZIONE DEGLI
AEROPORTI E ORIENTAMENTO DELLE PISTE DI VOLO**

Docente: Ing. Marinella GIUNTA

LA METEOROLOGIA PROGETTAZIONE DEGLI AEROPORTI

METEOROLOGIA DELL' ATMOSFERA

Si definisce **ATMOSFERA** lo strato gassoso che circonda la terra fino ad un' altezza di 1000 Km.

Lo strato più vicino al suolo per un' altezza di circa 8 Km ai poli e 18 Km all'equatore si chiama **TROPOSFERA** ed è lo strato in cui avvengono tutti i fenomeni atmosferici.

La causa principale delle variazioni meteorologiche è il sole che riscalda la terra e gli strati di aria sovrastanti in modo non uniforme a causa della non uniforme distribuzione dei continenti e delle masse di acqua circostanti.

La diversa temperatura delle masse d' aria sovrastanti la terra è alla base dello scorrimento di una massa calda (più leggera) sopra una fredda o del sollevamento di una calda da parte di una fredda (più pesante); tali movimenti sono nell'ordine: vento, formazione di strati nuvolosi di varia densità ed infine pioggia o neve a seconda che la temperatura esterna sia maggiore o minore di 0°C.

LA METEOROLOGIA PROGETTAZIONE DEGLI AEROPORTI

GRANDEZZE METEOROLOGICHE

TEMPERATURA è la misura diretta della quantità di calore contenuta in una massa d'aria; essa diminuisce di circa $0,6^{\circ}\text{C}$ ogni cento metri di quota e subisce una forte variazione al suolo in funzione delle caratteristiche di quest'ultimo. Un terreno arido è fortemente assorbente ed ha un forte potere emissivo, a differenza della superficie marina che assorbe ed emette lentamente il calore incamerato. Da ciò consegue l'escursione termica tra giorno e notte che è alta nel primo caso (10° - 20°C) a differenza del secondo (3° - 7°C).

UMIDITA' è la quantità di vapore acqueo contenuto nell'atmosfera e si forma per evaporazione delle superfici liquide; essa varia in funzione della temperatura esterna aumentando proporzionalmente con questa. Ciò spiega l'adozione più frequente della misura dell'**umidità relativa** come rapporto fra umidità presente e quella massima di saturazione alla stessa temperatura; un valore prossimo all'unità indica la possibilità di formazioni nuvolose o nebbiose.

LA METEOROLOGIA PROGETTAZIONE DEGLI AEROPORTI

GRANDEZZE METEOROLOGICHE

PRESSIONE ATMOSFERICA misura il peso degli strati di aria gravanti sul suolo. Lo studio della variazione della pressione atmosferica al suolo è basilare per lo studio delle previsioni meteorologiche in quanto porta a definire la direzione ed il tipo delle perturbazioni possibili. Le carte su cui sono riportate le congiungenti zone ad eguale pressione (isobare) si chiamano isobariche.

LA METEOROLOGIA PROGETTAZIONE DEGLI AEROPORTI

FENOMENI METEOROLOGICI

L'abbassamento della temperatura al di sotto della temperatura di saturazione è la causa principale della formazione di nubi e nebbie (nubi al suolo).

La **nube** è costituita da condensazione del vapore acqueo in minuscole goccioline di acqua e ghiaccio; questa viene agevolata dalla presenza di elementi di aggregazione (pulviscolo atmosferico, sali marini, frammenti di sabbia, smog, ecc..).

Le nubi possono essere di varia forma e dimensione

CIRRI: bianchi filamentosi, sono costituiti da piccoli aghi di ghiaccio;

ALTOCUMULI O ALTOSTRATI: opachi e di aspetto granulare

CUMULI: nubi isolate a contorni netti e bianchi

STRATOCUMULI: nubi associate e grigie

CUMULONEMBI: nubi con notevole sviluppo verticale

LA METEOROLOGIA PROGETTAZIONE DEGLI AEROPORTI

FENOMENI METEOROLOGICI

La **nebbia** si può generare o per raffreddamento di masse d'aria più calda trasportate su una superficie più fredda, o per raffreddamento provocato dall'ascesa dell'aria sul versante di una montagna o per rimescolamento orizzontale e verticale di masse d'aria con differenti temperature interne o ancora per presenza di fumi e polveri incorporate nelle goccioline d'acqua (smog).

La **pioggia** si verifica quando queste sospensioni colloidali di acqua nell'aria raggiungono uno stato di instabilità perché ingrossando raggiungono un peso eccessivo e quindi precipitano a terra, sotto forma di neve, se la temperatura è minore di 0°C. La pioggia, anche se intensa, è un fenomeno non pericoloso per l'aviazione, a parte l'eventuale riduzione del coefficiente di aderenza della pista a terra. La neve e le gelate sono i fenomeni più temuti, perché rendono impossibile o pericoloso l'utilizzo delle piste ed in casi estremi ghiacciano flap, timoni di coda e alettoni.

LA METEOROLOGIA PROGETTAZIONE DEGLI AEROPORTI

FENOMENI METEOROLOGICI

Durante la rotta, fermo restando che le rotte sono sempre al di sopra della maggior parte delle precipitazioni, si cerca di evitare soprattutto i cumulonembi, entro cui soffiano correnti di 40-50 Km/h e dentro cui esistono campi magnetici interferenti con la strumentazione di bordo, creati dalla straordinaria quantità di energia elettrica creatasi per l'attrito delle particelle costituenti la nube.

ORIENTAMENTO E DISPOSIZIONE DELLE PISTE DI VOLO

Le operazioni di un aeromobile su un aeroporto sono legate alle condizioni meteorologiche che si hanno nell'area di pertinenza e principalmente al **VENTO**.

Si definisce VENTO qualunque movimento, prevalentemente orizzontale, di una massa d'aria rispetto alla terra

Il vento è caratterizzato dalla direzione nella quale soffia e dalla sua velocità o intensità, misurata in Km/h o *nodi all'ora* kts (1 kts = 1,853 Km/h).

In funzione dell'intensità si distingue tra:

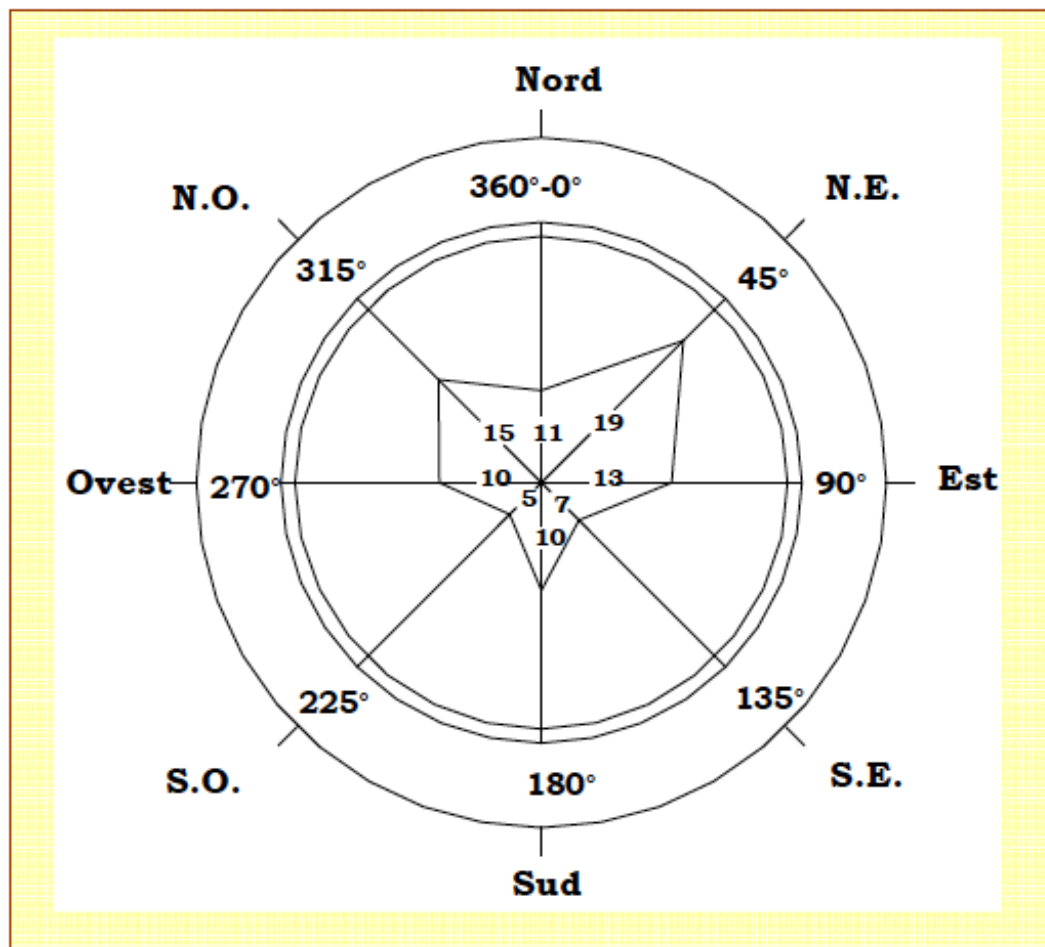
- Vento forte 50 – 60 Km/h (27 – 32 kts)
- Tempesta 90 – 100 Km/h (45 – 54 kts)
- Uragano > 150 Km/h (80 kts)

PRINCIPI GENERALI SULL'ORIENTAMENTO DELLE PISTE

- Le piste di volo (*runway*) sono orientate nella direzione dei venti prevalenti
- Occorre effettuare un'analisi accurata dei venti (*wind analysis*) per definire direzione e numero delle piste
- I dati sui venti (intensità e frequenza) è opportuno che si riferiscano ad un intervallo temporale di 10 anni
- E' necessario che la direzione della pista o delle piste copra il 95% dei venti (*wind coverage*)
- Il vento trasversale (*crosswind*) è la componente del vento che agisce a 90° rispetto alla direzione della runway. Il suo valore si determina come $V \cdot \sin \alpha$, dove α è l'angolo che la direzione del vento forma con la direzione della pista
- L'orientamento ottimale della pista è quello che prevede la massima copertura dei venti e la minima componente di venti trasversali

ANALISI DEI VENTI (WIND ANALYSIS) DIAGRAMMA POLARE DELLE FREQUENZE

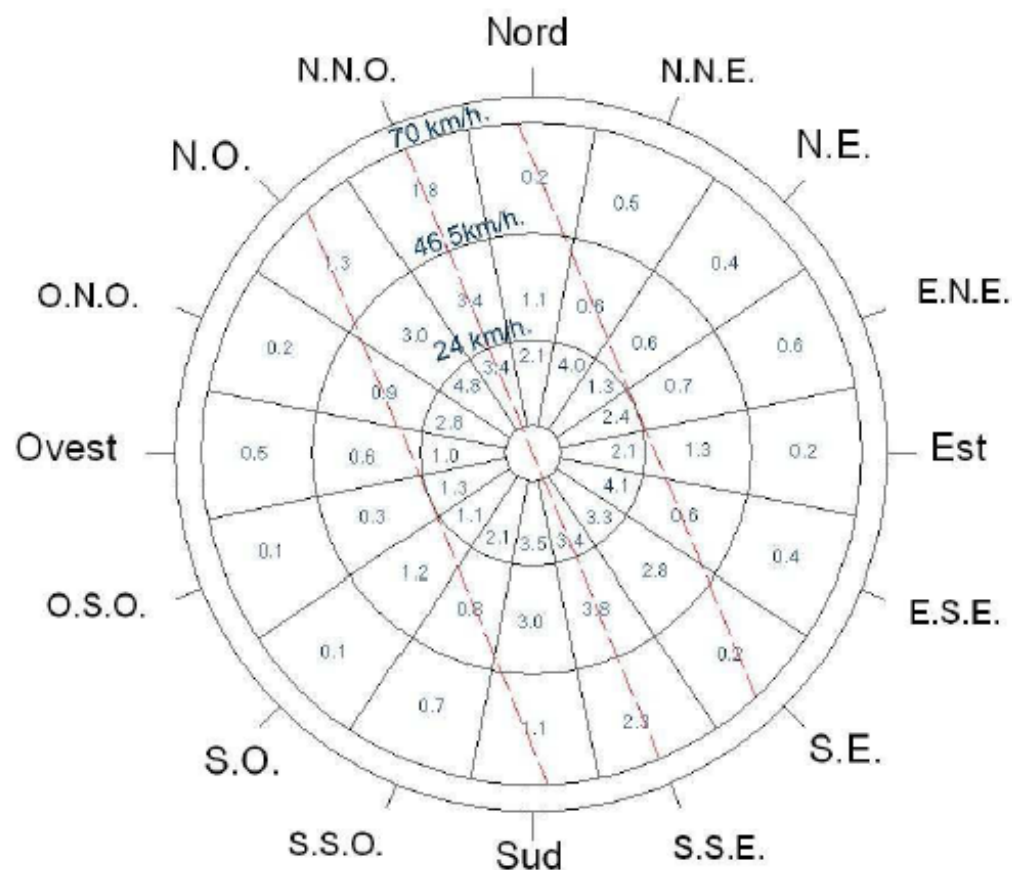
Il **diagramma polare delle frequenze**, orientato secondo i punti cardinali, indica direzione e percentuale di tempo, rispetto al periodo di riferimento, durante il quale il vento spira in quella direzione con velocità superiore a 6 Km/h.



Direzione	% tempo
Nord	11%
Nord Est	19%
Est	13%
Sud Est	7%
Sud	10%
Sud Ovest	5%
Ovest	10%
Nord Ovest	15%

ANALISI DEI VENTI (WIND ANALISYS)

DIAGRAMMA INTENSITA' – FREQUENZA (WINDROSE)



La direzione ottimale di una pista di volo è quella che consente di ottenere la maggiore somma delle percentuali di frequenza (WIND COVERAGE).

Tale somma costituisce il **coefficiente di utilizzazione (usability factor)** che deve essere **superiore a 95%**

<i>Direzione del vento</i>	<i>Frequenza in %</i>			
	<i>da 6 a 24Km/h</i>	<i>da 24 a 46,5Km/h</i>	<i>da 46,5 a 70Km/h</i>	<i>Totali %</i>
N	2,1	1,1	0,2	3,4
NNE	4,0	0,6	0,5	5,1
NE	1,3	0,6	0,4	2,3
ENE	2,4	0,7	0,6	3,7
E	2,1	1,3	0,2	3,6
ESE	4,1	0,6	0,4	5,1
SE	3,3	2,8	0,2	6,3
SSE	3,4	3,8	2,3	9,5
S	3,5	3,0	1,1	7,6
SSO	2,1	0,8	0,7	3,6
SO	1,1	1,2	0,1	2,4
OSO	1,3	0,3	0,1	1,7
O	1,0	0,6	0,5	2,1
ONO	2,8	0,9	0,2	3,9
NO	4,8	3,0	1,3	9,1
NNO	3,4	3,4	1,8	8,6
Calma	da 0 a 6 km/h	-	-	22.0

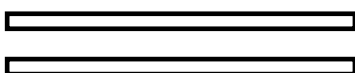
DISPOSIZIONE DELLE PISTE DI VOLO

Gli schemi di disposizione delle piste di volo sono i seguenti

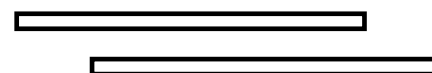
Una sola pista



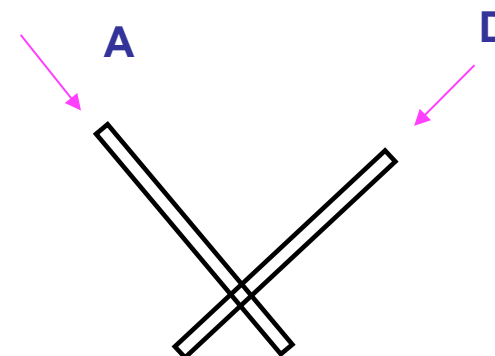
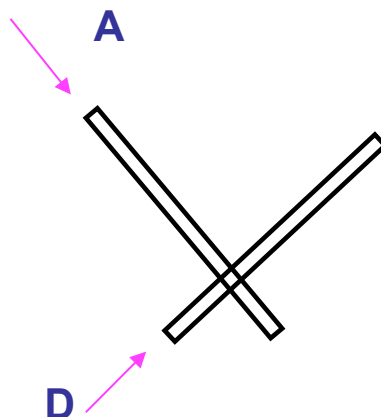
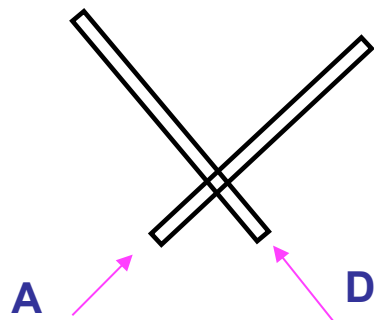
Due piste parallele adiacenti



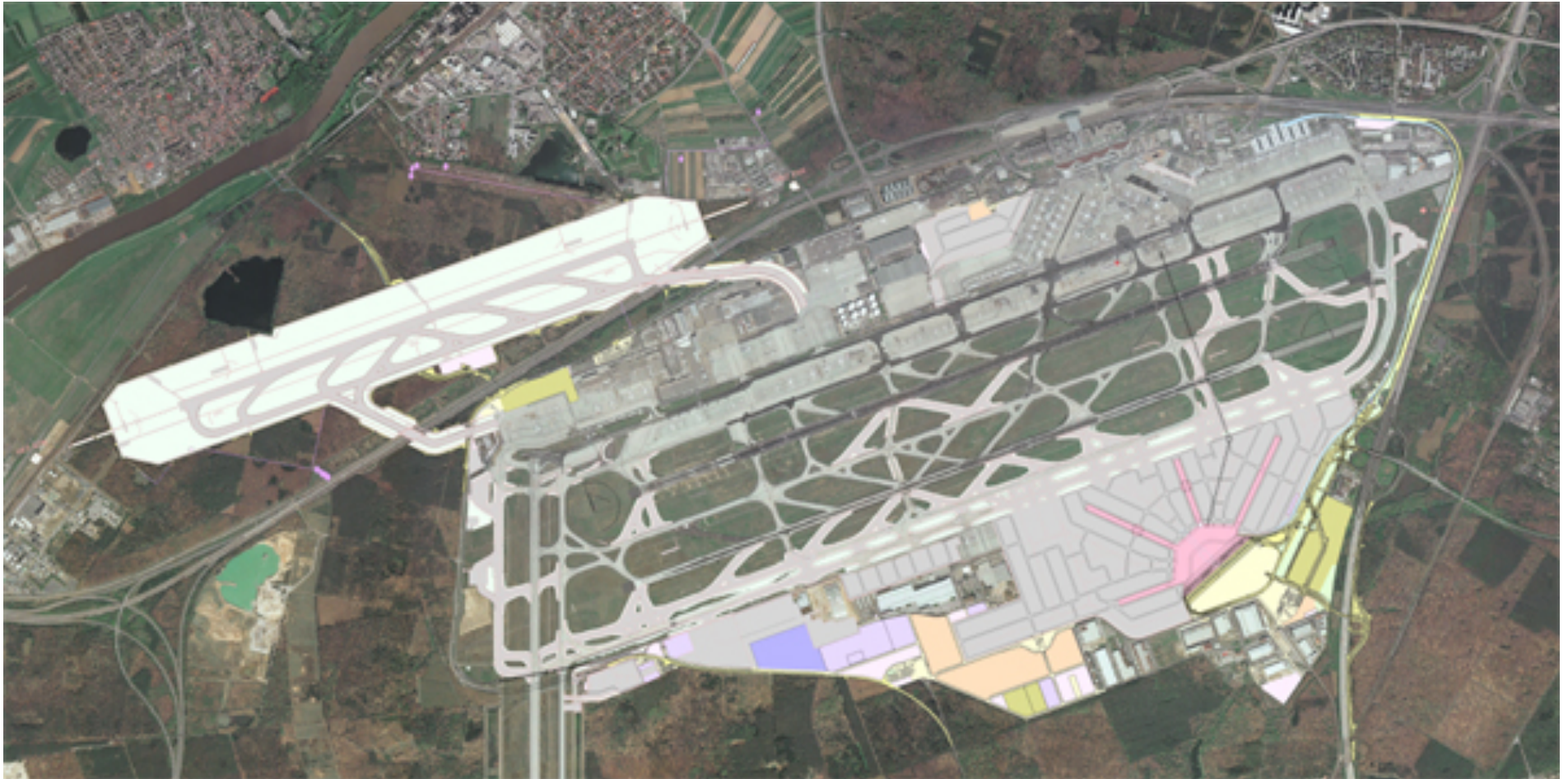
Due piste parallele sfalsate



Piste intersecantesi con diversa disposizione per il decollo e l'atterraggio



AEROPORTO DI FRANCOFORTE



AEROPORTO DI FIUMICINO

