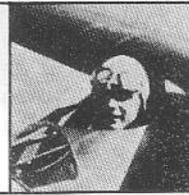


Meteorologia applicata al volo delta

di Plinio Rovesti



LE MASSE D'ARIA E LE SUPERFICI DI DISCONTINUITÀ



La diversa distribuzione dell'energia termica emana dal sole conferisce alle masse atmosferiche distribuite sul globo un distinto grado di temperatura ed un vario contenuto di vapore acqueo. Sono questi due elementi infatti che caratterizzano le masse d'aria, la cui classificazione è fatta in base ad un criterio essenzialmente geografico, tenendo conto cioè della regione dove la massa d'aria acquista le sue caratteristiche originali.

Risulta chiaro però che, prendendo parte alla circolazione generale atmosferica, queste masse vengono influenzate dalle diverse condizioni che incontrano nelle regioni che attraversano, e subiscono pertanto graduali modificazioni nelle loro proprietà fisiche originali.

In base a tali fatti, Bergeron, celebre meteorologo norvegese, introdusse nella letteratura meteorologica il concetto delle masse d'aria, stabilendone una doppia classificazione: la prima fatta in base ad un criterio geografico, cioè dipendente dalle regioni d'origine della massa; la seconda fatta con criterio termodinamico, tenendo conto delle diverse influenze alle quali è sottoposta una massa d'aria dal momento in cui inizia il suo trasferimento dalla regione d'origine.

Nella tabella che riportiamo a continuazione trascriviamo la classificazione delle masse d'aria dal punto di vista geografico, con le denominazioni oggi usate per l'emisfero Nord.

Denominazione del tipo principale	Sottotipi	Zone di origine
ARIA ARTICA A	ARTICA MARITTIMA	Groenlandia, Spitzberg, Mare di Barents.
	ARTICA CONTINENTALE	Russia settentrionale.
ARIA TEMPERATA o INTERMEDIA I	TEMPERATA O INTERMEDIA FREDDA (marittima o continentale)	Atlantico settentrionale, Canada, Russia continentale, Penisola Balcanica.
	TEMPERATA O INTERMEDIA CALDA (marittima o continentale)	Atlantico settentrionale o latitudine inferiore ai 45°. Russia meridionale.
ARIA TROPICALE T	TROPICALE MARITTIMA	Zone delle Isole Azzorre.
	TROPICALE CONTINENTALE	Africa settentrionale, Asia Minore.
ARIA EQUATORIALE E		Fascia equatoriale.

Per mettere in risalto le caratteristiche accessorie che acquistano le masse d'aria durante il loro cammino si usano i termini: "marittimizzata"; "continentalizzata"; di "foehn" o "fonizzata" (riscaldata per compressione adiabatica in seguito a movimento discendente sottovento a catene montane); di ascensione forzata ("Stau") per sollevamento su ostacoli orografici e conseguente raffreddamento per espansione adiabatica; di inversione termica (per raffreddamento dovuto al suolo); di surriscaldamento (per contatto con la superficie calda).

Dal punto di vista termodinamico le masse d'aria vanno distinte in fredde e calde.

Si definisce "massa d'aria fredda" quella che nei suoi strati inferiori è più fredda della superficie terrestre (o marittima) sulla quale si muove. Ciò significa che quando la superficie terrestre cede calore all'atmosfera, questa si riscalda dal basso verso l'alto, provocandone la labilizzazione termica. Una massa d'aria fredda, infatti, è caratterizzata da un gradiente termico verticale instabile, generalmente quasi adiabatico secco, nonché dalla frequente formazione di nubi cumuliformi, spesso di notevole sviluppo verticale. Per effetto del trasferimento di calore dal basso verso l'alto, dovuto ai movimenti convettivi, le proprietà originali di una massa d'aria fredda vengono pertanto gradatamente modificate.

Si definisce "massa d'aria calda" quella che nei suoi strati inferiori è più calda della superficie sulla quale si muove. In essa, pertanto, si riscontra un raffreddamento dal basso verso l'alto, raffreddamento che impedisce la formazione di movimenti convettivi e crea nell'atmosfera uno stato di equilibrio stabile. Le masse d'aria calda tendono a mantenere le loro proprietà originali e si modificano solo negli strati inferiori. Esse sono generalmente associate alla formazione di nubi basse e stratiformi.

Passeremo ora in rapido esame i vari tipi di aria che interessano, in tutte le stagioni, l'Italia, avendo cura di segnalare, di volta in volta, quelli che possono creare condizioni favorevoli al volo veleggiato.

Cominceremo da quelle masse d'aria artica, tipicamente invernali, affluenti dal Nord, che si formano entro il circolo polare artico e che, specie d'inverno, giungono talvolta fino alle coste africane, apportando in tutto il bacino del Mediterraneo le temperature più basse dell'anno. Quando si tratta di masse di "aria artica marittima" giungono generalmente come corrente da NW attraverso la Francia e, qualche volta, dall'Europa Centrale, attraverso il Golfo di Trieste. Queste masse freddissime hanno uno spessore che varia da 3 a 6 km e durante la loro affluenza generano un vento forte e turbolento, accompagnato

da rovesci di neve nell'alta Italia e da rovesci di pioggia con manifestazioni temporalesche isolate nel meridione.

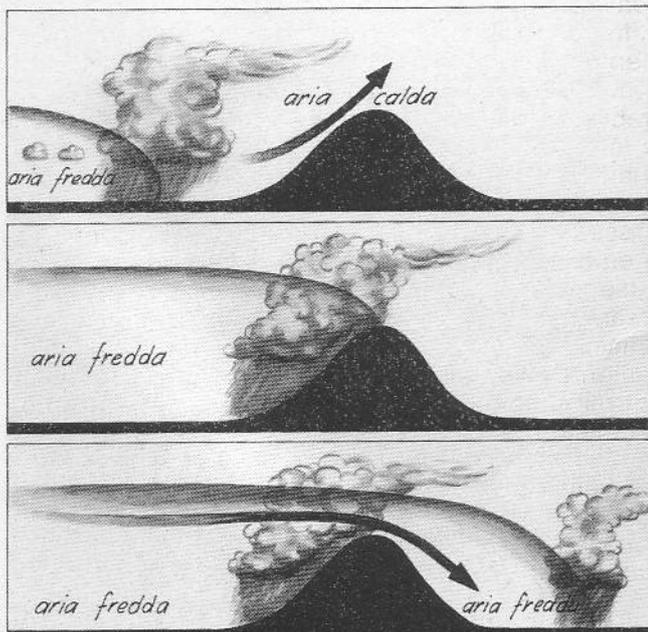
L'"aria artica continentale", invece, giunge sempre sulle regioni mediterranee attraverso la "porta della bora" tra le Alpi ed i Carpazi, dando origine a quel forte vento da NE conosciuto col nome di "Tramontana". Lo spessore di queste masse artiche continentali è inferiore a quello delle masse artiche marittime, tanto che difficilmente raggiunge i 3 km. Le nubi che accompagnano queste masse sono del tipo stratocumuliforme e cumuliforme; la quantità di precipitazioni è piccola. I venti di tramontana possono soffiare ininterrottamente anche vari giorni e si producono quando una zona anticiclonica staziona su gran parte del territorio russo.

Come vedremo in seguito, queste invasioni invernali di aria artica danno luogo alla formazione di persistenti movimenti ondulatori di sottovento (spesso di grande interesse volovelistico) in tutte le regioni montane d'Italia, dove esistano catene orientate trasversalmente alla direzione del vento.

Sull'Italia Centrale con venti di tramontana si hanno le condizioni più favorevoli alla formazione di potenti movimenti ondulatori stazionari nella zona del Lazio, e particolarmente nella valle di Rieti.

Verremo ora a parlare con alquanto larghezza delle masse d'"aria temperata (o intermedia)", essendo queste quelle che maggiormente interessano l'Italia in tutte le stagioni dell'anno. Esse affluiscono dal Nord sul territorio italiano; dove giungono notevolmente modificate nelle loro proprietà originali. Quando il loro spessore è inferiore a quello della barriera alpina, arrivano sui nostri mari attraverso le aperture esistenti all'Est tra le Alpi ed i Carpazi ed all'Ovest tra le Alpi ed i Pirenei.

L'"aria temperata (intermedia) fredda marittima" proviene dall'Atlantico; per il suo notevole spessore (da 3 a 5 Km) supera spesso facilmente la catena alpina, provocando quelle improvvise manifestazioni temporalesche che, specialmente d'estate, caratterizzano la Valpadana (Fig. 1).



L'arrivo di questo tipo di aria, preceduto di forti venti maestrali, produce una serie successiva di rovesci e di schiarite, le quali costituiscono quel tempo oltremodo variabile che in alta Italia viene comunemente definito come "tempo di marzo" e che i milanesi chiamano "tempo di fiera". Durante la primavera, l'afflusso sulle regioni settentrionali della Penisola di queste masse fredde marittime, è dovuto allo spostamento della bassa pressione semipermanente dell'Islanda.

Queste masse d'aria sono notevolmente instabili e durante la primavera presentano buone condizioni per il volo termico in tutta la Valpadana. Sono caratterizzate dalla formazione di notevoli nubi cumuliformi spesso accompagnate però da manifestazioni temporalesche.

In questo periodo (aprile-giugno) sono possibili in Valpadana voli di distanza di una certa importanza in direzione Ovest-Est. In estate, invece, queste situazioni sono associate ad una maggiore nuvolosità e producono pertanto piogge abbondanti, non certo favorevoli al volo veleggiato.

L'"aria temperata (o intermedia) fredda continentale", di origine nordica, che nel periodo invernale arriva nel mar Adriatico attraverso la via esistente tra le Alpi ed i Carpazi, precipitando poi dall'altopiano Carsico con un forte grecale (bora) tra N e NE, a causa della ristrettezza di questo mare, non subisce in esso grandi modificazioni. Il suo spessore è assai piccolo (a volte inferiore a 1.000 metri) e l'umidità piuttosto scarsa. Queste invasioni sono pertanto caratterizzate da scarsa nebulosità e sono favorevoli soltanto alla formazione di correnti dinamiche di pendio, non permettendo il loro modesto spessore la formazione di efficaci movimenti ondulatori di sottovento. Le precipitazioni che sovente le accompagnano consistono per lo più in leggere neviccate.

L'"aria temperata (o intermedia) calda marittima" giunge nel bacino del Mediterraneo da Ovest, cioè attraverso la Spagna o la Francia ed arriva sulla penisola notevolmente modificata rispetto alle sue caratteristiche originali.

Questo tipo di aria apporta frequentemente formazioni nebbiose, oppure piogge leggere e continue, ed è nettamente sfavorevole al volo veleggiato. L'"aria temperata (o intermedia) calda continentale" che giunge sulla penisola dai Balcani o dalla Turchia (con venti da NE o da E) è un'aria tipicamente estiva, che apporta un aumento sensibile di temperatura e spesso presenta buone condizioni per il volo termico. Essa, infatti, è quasi sempre accompagnata da quelle caratteristiche nubi convettive chiamate "cumuli di bel tempo", talvolta associate ad altocumuli e a cirri. Generalmente, con questo tipo di aria, le piogge sono scarsissime, e quando si producono sono quasi sempre generate da manifestazioni temporalesche locali.

Ci resta ora da dire dell'"aria tropicale", nelle sue varietà "marittima" e "continentale", che durante l'estate può invadere non solo il bacino del Mediterraneo, ma risalire anche fino all'Europa settentrionale, mentre in inverno raggiunge raramente le coste meridionali della Penisola.

L'"aria tropicale marittima" giunge spesso con grande rapidità sul Mediterraneo dall'Atlantico, at-

traverso la Spagna od il Marocco. Quando è accompagnata da venti occidentali forti, il suo spessore comprende quasi tutta la troposfera ed arriva sulla penisola conservando le proprie caratteristiche termiche ed igrometriche. Quando, invece, queste masse non hanno grande spessore verticale, non riescono ad invadere rapidamente la penisola e durante il loro passaggio sul Mediterraneo si arricchiscono di umidità raggiungendo poi il territorio italiano sotto forma di venti sciroccali caldi e umidi, con direzioni predominanti da SW a SSW. Queste situazioni non presentano nessun interesse per il volo veleggiato. Infatti le nubi caratteristiche di tali masse d'aria tropicale marittima sono del tipo stratiforme che produce pioggerelle leggere.

Maggior interesse volovelistico presentano invece le masse "d'aria tropicale continentale" provenienti dal Nord Africa con forte vento. Questo tipo d'aria, quando è accompagnato dalle condizioni che abbiamo indicate negli articoli anteriori, può dar luogo alla formazione di vortici in banda associati a strade di nubi cumuliformi di grande interesse per i voli veleggiati di distanza.

Quando, invece, l'aria tropicale continentale invade lentamente il Mediterraneo, spostandosi debolmente nell'ambito delle disposizioni barometriche anticicloniche alle quali è associata, si sofferma sul mar Jonio, e vi acquista caratteri che dipendono dalla stagione dell'anno; marittimizzata, fredda e poco umida d'estate; marittimizzata, calda e ricca d'umidità d'inverno.

La direzione predominante dei venti associati a questa aria tropicale marittimizzata è tra S e SE; essa non offre situazioni apprezzabili al volo veleggiato.

LE SUPERFICI DI DISCONTINUITÀ

Lo studio delle "superfici di discontinuità", come le definisce la meteorologia, ha un'importanza grandissima per i piloti di deltaplano, poiché appunto queste superfici (che spesso, meno esattamente, vengono chiamate "fronti") danno origine ad un complesso di fenomeni atmosferici che ora favoriscono ed ora ostacolano il volo veleggiato.

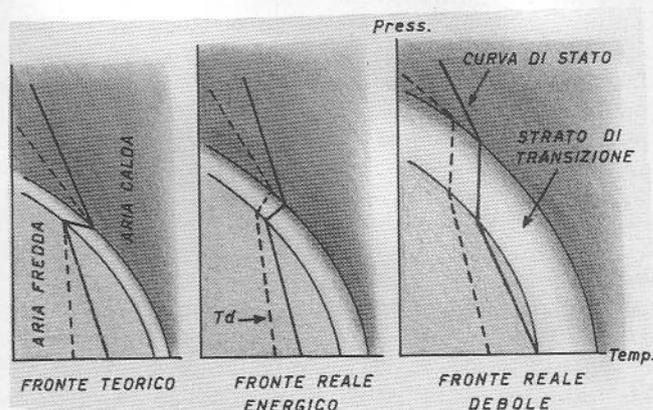
Orbene, in che cosa consistono le superfici di discontinuità?

Ecco. Una brusca variazione di temperatura o di densità o di velocità delle masse aeree suole determinare su due località contigue delle condizioni meteorologiche notevolmente diverse: la zona attraverso cui avviene il passaggio dall'uno all'altro stato dell'atmosfera e nella quale gli elementi meteorologici variano con grande rapidità, viene chiamata "superficie di discontinuità".

Tali superfici sono inclinate sull'orizzonte e si spostano nell'aria con velocità di parecchio minore di quella assunta dalle masse atmosferiche contigue. Orbene, si supponga ciò che nell'atmosfera avviene continuamente e cioè che due masse d'aria, una tropicale (calda e leggera) e l'altra polare (fredda e densa) abbiano ad incontrarsi: le due masse non possono rimanere in equilibrio e nemmeno confondersi o mescolarsi a caso. Si crea invece una "superficie" definita di discontinuità; ed avverrà che la massa d'aria fredda, per conseguenza della sua maggiore densità e del suo maggior peso, tenderà ad incunarsi sotto la massa calda, così che

la "superficie di discontinuità" esistente tra l'una e l'altra, se non fosse influenzata dalla rotazione terrestre, assumerebbe una posizione perfettamente orizzontale. Ciò non si riscontra, anche per l'influenza esercitata su tali "superfici" dalla distribuzione dei venti e dalla discontinuità della densità: fattori questi che, congiuntamente fanno assumere alle "superfici di discontinuità" una posizione più o meno inclinata sull'orizzonte.

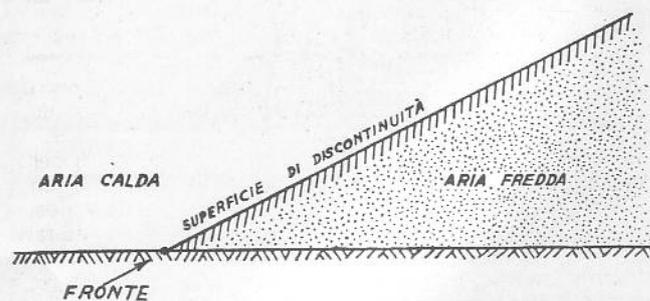
Per quanto riguarda lo spessore dello strato di transizione esistente tra una massa e l'altra, diremo che esso è assai variabile; poiché, se la superficie è ben sviluppata, tale spessore può essere di soli 200 metri, mentre, se si tratta di una superficie frontale diffusa, lo spessore dello strato di transizione può raggiungere anche un migliaio di metri (Fig. 2).



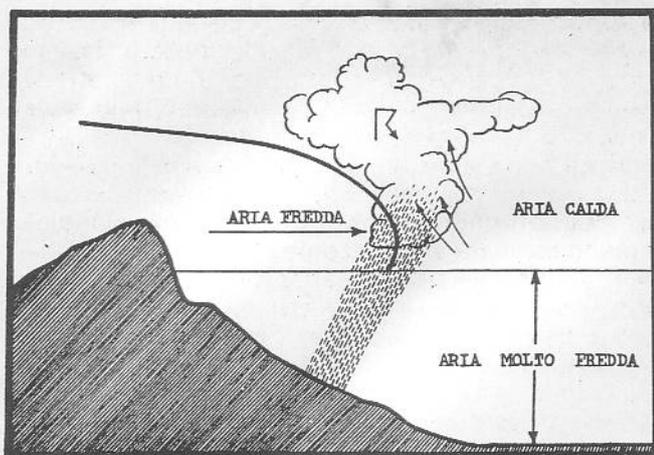
Accade, quando si verificano certe condizioni ben note ai meteorologi, che tale superficie di discontinuità possa raggiungere e conservare per parecchio tempo l'assetto sopra descritto, mantenendosi sul medesimo luogo; come accade anche frequentemente che essa si sposti, quando si spostano le masse tra cui si è determinata.

Non sempre le superfici di discontinuità si estendono sino al suolo, e la zona interessata può essere anche molto ristretta.

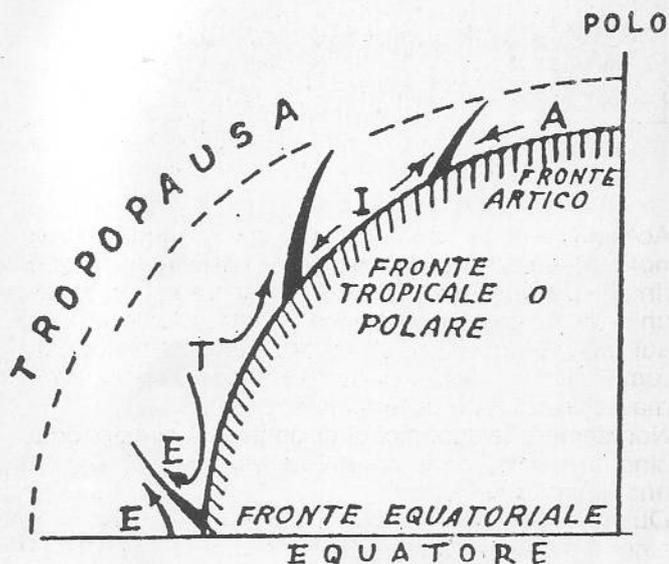
Quando una superficie di discontinuità si estende sino al suolo, la linea secondo la quale la superficie interseca la terra prende il nome di "fronte" (fig. 3).



Se esiste uno strato d'aria molto freddo vicino al suolo e nelle masse d'aria sovrastanti, meno fredde, ha luogo la formazione di una superficie frontale in quota; la linea dove la superficie stessa interseca il piano costituito dall'aria fredda sottostante, prende il nome di "fronte superiore". Queste situazioni atmosferiche si producono quando un fronte freddo, superando una catena montuosa, incontra nel versante sottovento aria più fredda (fig. 4).



Le quattro principali masse atmosferiche (A,I,T,E) di cui abbiamo parlato all'inizio dell'articolo, sono, naturalmente, divise da tre grandi superfici frontali: la "superficie frontale artica", che separa l'aria artica da quella temperata; la "superficie frontale tropicale", che separa l'aria temperata dalla tropicale; la "superficie frontale equatoriale" che separa l'aria tropicale dall'aria equatoriale (fig. 5).



Nella pratica invece di "superfici frontali" si dice più brevemente "fronti".

I tre fronti suddetti per la loro importanza dinamica, sono chiamati "principali", perché separano masse d'aria profondamente diverse l'una dall'altra. I fronti che invece si formano temporaneamente nell'interno delle masse d'aria sono chiamati "secondari".

Il "fronte tropicale" è denominato anche "fronte temperato", oppure "fronte polare", come fa la Scuola Norvegese capitanata da Bjerknes.

Questo fronte si verifica intorno al 55° parallelo, dove l'incontro tra l'aria polare fredda ed i venti caldi provenienti dall'opposta direzione, genera una forte discontinuità fra le due correnti. Tale discontinuità, inclinata verso il Polo Nord, salendo in quota, determina sulla superficie terrestre una linea d'intersezione, sulla quale si verificano rapide variazioni del vento e della temperatura, e che, come abbiamo detto, la Scuola Meteorologica Norvegese distingue col nome di "Fronte Polare".

Il processo che conduce alla formazione di una superficie frontale discontinuità si chiama "frontogenesi", mentre il processo inverso, quello cioè che, in determinate circostanze, porta alla dissoluzione di un fronte si chiama "frontolisi".

Oltre al fronte polare anche quello artico interessa direttamente le nostre regioni, dati i notevoli spostamenti in latitudine che pure esso subisce specialmente durante la stagione invernale. Il fronte artico, infatti, nella stagione fredda può scendere ad influenzare l'Italia, anche per lungo tempo.

Normalmente, i due fronti, artico e polare, distano tra loro circa 2.000 Km ed ognuno agisce indipendentemente dall'altro. Quando però si avvicinano, la concomitanza delle loro azioni dà luogo a fenomeni che hanno una notevole influenza sulle condizioni del tempo.

Le caratteristiche dei fronti finora descritte sono valide per tutti i tipi; sia cioè che una massa di aria fredda invada una zona precedentemente occupata da aria calda; sia, nel caso contrario, che una massa d'aria calda invada una zona precedentemente occupata da aria fredda; od, infine, sia nel caso che i fronti rimangano stazionari.

PLINIO ROVESTI