

RELAZIONE DESCRITTIVA ⁽¹⁾

1 - Generalità sui fenomeni meteorologici.

La situazione della grande alluvione del novembre 1966 durante la quale rimasero più duramente colpiti il Veneto, la Toscana e parte dell'Emilia, ha avuto le sue origini remote in alcune persistenti anomalie della circolazione generale dell'atmosfera, le cui cause prime non è facile stabilire; tuttavia si può senz'altro affermare che queste anomalie hanno finito col determinare un attenuarsi di quello attivo scambio di energia normalmente in atto tra regioni artiche e regioni tropicali; tale scambio è necessario ad impedire l'eccesso di riscaldamento che la radiazione solare tenderebbe a produrre sulle zone tropicali e l'eccesso di raffreddamento che la radiazione emessa dalla terra verso lo spazio tenderebbe a produrre sulle calotte polari. Lo scambio di energia fra le due regioni sopra ricordate avviene in parte attraverso le correnti marine ma soprattutto mediante le invasioni di aria calda verso Nord e le invasioni di aria fredda verso il Sud. Questi fenomeni di scambio di energia a grande scala conseguono allo sviluppo di grandi onde trasversali (cioè con lento moto oscillatorio e quasi orizzontale delle masse d'aria, che si verifica secondo i meridiani) le quali, con dimensioni di uno o più continenti, caratterizzano le cosiddette ' *correnti occidentali* '. Queste ultime sono costituite da quella vastissima fascia di venti, che fluiscono in ' media ' secondo i paralleli nel senso da Ovest verso Est, tra i 30 ed i 60 gradi di latitudine, in uno spessore di atmosfera, che dal suolo può giungere in certi periodi dell'anno ad oltre 15 000 metri; queste correnti presentano dei massimi di intensità stretti ed allungati, detti perciò ' *correnti a getto* ', prevalentemente intorno la quota di 10 000 metri.

Le correnti occidentali variano da situazioni nelle quali esse fluiscono quasi esattamente secondo i paralleli, senza onde o con onde di piccola ampiezza, e perciò con scambio fra artico e tropici estremamente limitato (Fig. 1-a e 1-b), a situazioni con onde di ampiezza grandissima, talché il moto, pur conservando (come accennato) una componente ' media ' secondo i paralleli, risulta prevalentemente secondo i meridiani (Fig. 1-c); queste onde ampie consentono uno scambio di energia assai intenso. Normalmente si passa progressivamente dalla prima situazione alla seconda attraverso stadi, che si concludono con la 'rottura' delle onde ed irruzione di aria fredda polare talvolta sino verso l'equatore ed invasioni di aria calda tropicale anche sin verso le calotte polari e con il ripristino della circolazione prevalentemente secondo i paralleli (Fig. 1-a).

Ciò perché le correnti con onde a piccola ampiezza e perciò con scarso scambio fanno accentuare progressivamente il contrasto termico tra zone polari e tropicali; le correnti stesse

⁽¹⁾ Si è cercato di svolgere questa relazione nella forma meno tecnica possibile e premettendole in forma descrittiva e sommaria una sintesi dei fenomeni meteorologici fondamentali e particolarmente dei grandi processi della circolazione generale. Ciò affinché la documentazione, che si presenta, possa essere di ausilio anche a coloro che, pur non esperti in materia, sono tuttavia interessati ai problemi concernenti i fenomeni alluvionali.

vanno quindi intensificandosi rendendo via via più instabili ed ampie le onde trasversali che le caratterizzano.

Lungo i margini di contatto e di scorrimento delle masse (l'aria calda, prevalentemente da Sud, e fredde, da Nord, si formano negli strati inferiori dell'atmosfera onde minori (Fig. 2),

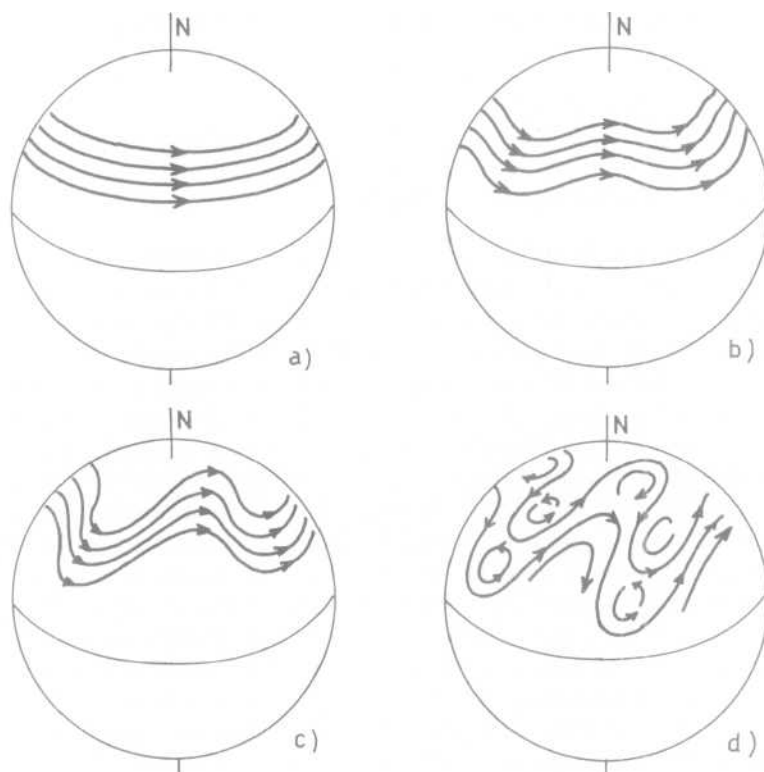


FIG. 1 - Onde nelle grandi correnti occidentali.

che generano vortici ad asse verticale costituenti i ' *cicloni extratropicali* ', caratteristici delle medie latitudini. Essi sono di intensità generalmente assai inferiore a quella ben nota dei cicloni tropicali (uragani e tifoni, del diametro massimo di poche centinaia di chilometri), ma sono invece assai più estesi di questi, avendo spesso diametri superiori al migliaio di chilometri. L'energia (li questi cicloni è legata sia alla energia di moto (o cinetica) delle correnti fredde e calde dal cui contrasto traggono origine, sia alla energia (li posizione (o potenziale), che scaturisce dalla differenza di temperatura e perciò di densità delle masse adiacenti; anche questa energia di posizione si traduce in energia (li moto quando le masse calde (più leggere) si sollevano per dar luogo alle masse fredde (più pesanti) che si abbassano.

Nelle varie fasi di sviluppo di queste onde minori si può spesso individuare un ' *fronte caldo* ' cioè la linea (contrassegnata in Fig. 3-a con piccoli semicerchi), che al suolo delimita l'avanzata dell'aria calda; questa avanza scivolando sulla fredda, preesistente (Fig. 3-b), dando luogo a nubi prevalentemente stratificate (le principali sono i nembrostrati) con precipitazioni a carattere continuo, mentre la pressione nella zona che precede il fronte va diminuendo (Fig. 3-c).

Più agevolmente, in genere, si può individuare anche un '*fronte freddo*', cioè la linea (contrassegnata in Fig. 3-a con piccole cuspidi) che al suolo delimita l'avanzata dell'aria fredda: questa avanza incuneandosi sotto l'aria calda e la solleva (Fig. 3-b) dando luogo prevalentemente a nubi a forte sviluppo verticale (le principali sono i cumulonembi) con formazione di precipitazioni intermittenti, rovesci, temporali, mentre la pressione, nella zona che segue il fronte, va aumentando rapidamente ed irregolarmente (Fig. 3-c). Quando il fronte caldo, che precede il fronte freddo e che generalmente avanza più lentamente di questo, è raggiunto dal fronte freddo si forma una specie di sistema misto detto '*occlusione*' (che nelle carte meteorologiche si indica con una linea contrassegnata da semicerchi alternati a cuspidi). La zona press a poco triangolare, che si trova tra fronte caldo e fronte freddo e che si chiama settore caldo, ha, al proprio vertice, il centro del ciclone, corrispondente al minimo di pressione (indicato con una B in Fig. 3-a).



Fin. -- Grande irruzione di aria fredda.

Il moto della '*onda ciclonica*' (come indicano le grandi frecce della Fig. 3 in a ed in b) è prevalentemente secondo il moto delle masse calde. Questo moto può essere seguito abbastanza agevolmente tramite le carte di variazione della pressione (o carte delle *isallobare*), nelle quali l'avanzare dei fronti caldi può essere seguito mediante il moto delle aree con pressione in diminuzione (nuclei negativi, che in generale precedono i fronti caldi (Fig. 4-a) ed indicano comunque invasioni di aria calda, più leggera o l'approssimarsi di vortici ciclonici) o mediante il moto delle aree con pressione in aumento (nuclei positivi, che seguono i fronti freddi (Fig. 4-b) o comunque pongono in evidenza zone di invasione di aria fredda, più pesante o l'allontanarsi dei vortici).

I *cicloni* costituiscono zone di pressione relativamente bassa, nelle quali la circolazione delle masse (l'aria si svolge nel senso opposto a quello delle lancette dell'orologio (moto antiorario) e collegate in generale, come abbiamo sommariamente descritto, con tempo cattivo, dovuto soprattutto ai moti ascendenti delle masse d'aria calda.

In contrapposto si hanno gli *anticicloni*, zone di pressione relativamente alta, nelle quali la circolazione delle masse si svolge nello stesso senso delle lancette dell'orologio (moto orario) e collegate a condizioni di tempo buono, dovuto a lenti moti discendenti (e perciò con riscaldamento per passaggio da pressione bassa a pressione alta) delle masse, spesso fredde, che li costituiscono. I moti orari ed antiorari si riferiscono al nostro emisfero.

Il moto delle masse d'aria negli strati inferiori può essere immediatamente dedotto (a meno di effetti di deviazione legati alla orografia o di attrito che interviene all'incirca nei primi 500 metri) da quelle carte meteorologiche sulle quali sono riportate le linee di egual

pressione ridotta al livello del mare (o isobare). Infatti tale moto si svolge, a causa della rotazione terrestre, con grande approssimazione parallelamente a queste linee (Fig. 5-a). Per la quota si ricorre a carte che danno, ciascuna, con le linee di livello, la forma di una determinata superficie isobarica; tali carte son dette, per analogia con le carte geografiche rap-

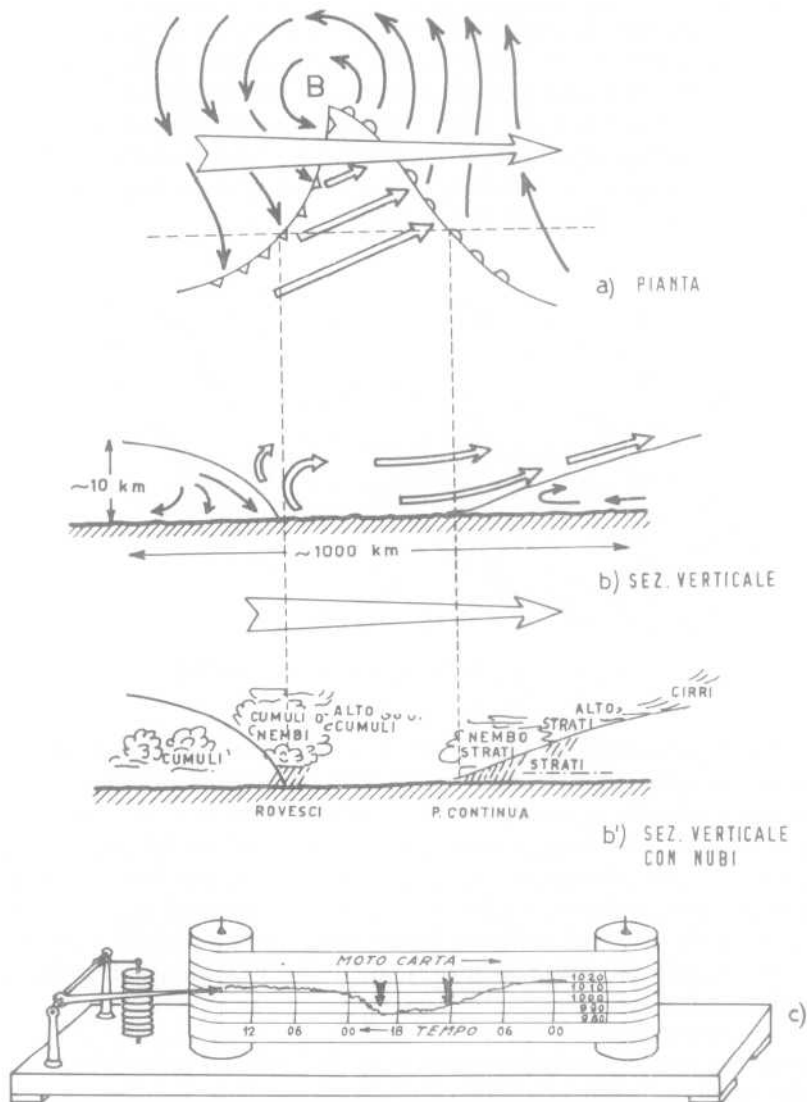


Fig. 3 - Schema di onda ciclonica extratropicale e sua registrazione barografica.

presentanti l'orografia, carte di topografia assoluta: orbene il vento fluisce parallelamente alle linee di livello di ogni superficie isobarica (Fig. 5-b). Le isobare, nelle carte isobariche, o le linee di livello, nelle carte di topografia, rappresentano dunque in prima approssimazione le linee di flusso delle masse d'aria.

Nel nostro emisfero il vento fluisce lasciando alla sua destra la pressione più alta (o le quote più alte, nelle carte di topografia) ed alla sua sinistra la pressione più bassa (o le quote

più basse, nelle carte di topografia). Ad ogni latitudine l'intensità del vento è direttamente proporzionale alla fittezza delle linee, cioè al cosiddetto ' *gradiente barico* ' o, rispettivamente, ' *topografico* '.

Come sopra accennato, è soltanto nello strato più vicino al suolo od al mare (per uno spessore di circa 500 metri) che la resistenza determinata dalla natura del suolo stesso può ridurre il valore della velocità anche fino alla metà di quel valore teorico detto ' *geostrofico* ' cui si avvicina invece nella ' *libera atmosfera* '; l'effetto del suolo o del mare può anche far variare la direzione del vento che da quella parallela alle isobare può risultare deviata, rispetto a queste, di una trentina di gradi verso le zone di bassa pressione.

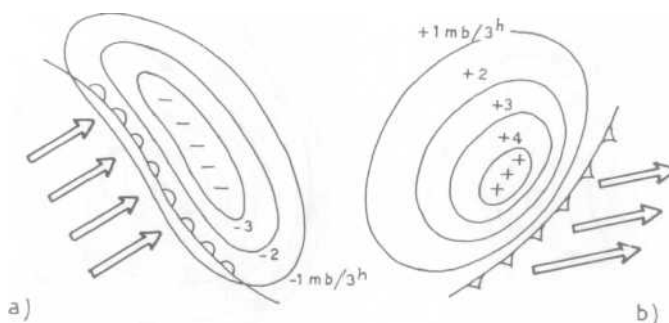


Fig. 4 - Nuclei isobarici di 3 ore associati: a) ad un fronte caldo; b) ad un fronte freddo.

I moti di sollevamento delle masse calde, che scivolano al di sopra di quelle fredde nei fronti caldi, o sono incalzate e forzate a salire dalle masse fredde nei fronti freddi (si veda ancora la Fig. 3-b), fanno subire alle masse calde stesse una espansione conseguente al sollevamento (la pressione infatti diminuisce col crescere della quota, dimezzandosi all'incirca ogni cinque chilometri e mezzo); questa espansione determina un raffreddamento, cui conseguono i processi di condensazione, che danno luogo ai sistemi più cospicui di nubi e di precipitazione. Fenomeni analoghi si producono, peraltro, anche in presenza dei grandi sistemi orografici, quando le masse d'aria son costrette dal loro stesso moto a sollevarsi al di sopra delle montagne (Fig. 6-a); in talune circostanze, come quando l'aria calda è incalzata da aria fredda (Fig. 6-b), il processo assume intensità particolarissime.

Formazioni di nubi a grande sviluppo verticale con temporali e rovesci possono aversi inoltre senza contrasti fra due masse d'aria, cioè in masse d'aria omogenea, se queste sono instabilizzate per riscaldamento ed umidificazione dal basso, come quando l'aria fredda viene a muoversi su un mare caldo, quale è il Mediterraneo specie nel periodo autunnale; oppure, ed ancor più quando in quota si hanno invasioni di aria particolarmente fredda.

Le condizioni di instabilità, tanto maggiori quanto più rapidamente scende, con il crescere della quota, la temperatura osservata (in media nel primo grande strato atmosferico, la troposfera che va dal suolo a 11 chilometri, la temperatura decresce di 6,5 gradi per chilometro), possono essere rilevate su ogni singola stazione dai sondaggi verticali di pressione, temperatura ed umidità effettuati a mezzo di ' *radiosonde* ' portate da palloni dal suolo fino a circa 30 000 metri di quota. I dati ricavati da questi sondaggi, riportati su opportuni nomogrammi aerologici, permettono appunto di valutare, dall'andamento della temperatura e del contenuto di vapore in funzione della pressione e quindi della quota, se si svilupperanno o meno moti verticali e se questi daranno luogo, ed in che entità, a formazioni nuvolose ed a precipitazioni.

Su grandi superficie il fenomeno può essere studiato effettuando dapprima l'esame della distribuzione (che è quasi orizzontale) della temperatura, quale risulta da ciascuna delle carte di topografia (li una opportuna serie di superficie isobariche; le carte normalmente prescelte sono: quella di 850 mb, che in media corrisponde a 1500 metri; quella di 700 mb che corrisponde a 3000 metri; quella di 500 mb che corrisponde a 5500 metri; quella di 300 mb che corrisponde a 9100 metri; quella di 200 mb che corrisponde a 12000 metri e quella di 100 mb che corrisponde a 16 000 metri. Si confrontano poi fra loro queste distribuzioni di temperatura osservate simultaneamente a vari livelli (o più esattamente, come detto, a varie pressioni).

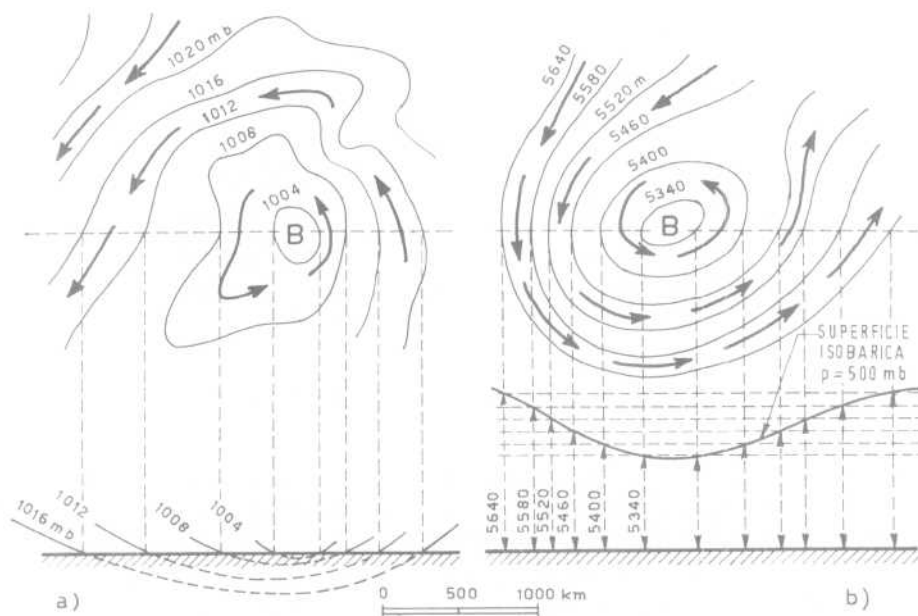


Fig. 5 — a) Isobare e venti; b) topografie o venti.

Tutto l'insieme degli elementi osservati o misurati presso le singole stazioni (che effettuano in tutto il globo le loro osservazioni alle stesse ore dette ' *sinottiche* ', internazionalmente stabilite) viene riportato con opportuno simbolismo sulle ' *carte generali* ' sulle quali oltre alle isobare son tracciati anche i fronti. I dati di temperatura, umidità, visibilità, il tipo e le quantità di nubi ed i tipi e le quantità delle precipitazioni, insieme alle caratteristiche dei venti (tutti elementi riportati con un simbolismo internazionale) permettono all'analista di rendersi conto della natura e della entità dei fenomeni in atto; ed inoltre, con l'ausilio delle altre documentazioni già sommariamente accennate, gli consentono di definire appunto ed in particolare i fronti, sia in posizione, sia in intensità.

2 -- Anomalie climatologiche predisponenti le condizioni alluvionali (Tav. 1-4).

Tornando alle condizioni stagionali anomale, che hanno determinato nel nostro Paese i disastrosi eventi del 3, 4 e 5 novembre, esse son poste in evidenza nel loro evolvere dalla serie di 6 cartine delle prime tre tavole (' *Variazioni della temperatura media mensile dei mesi di giugno, luglio, agosto, settembre, ottobre e novembre 1966 dalla media trentennale* '), tratte dal bollettino del Servizio Meteorologico tedesco (' *Die Grosswetterlagen Mitteleuropa* ').