

luppo sul Mediterraneo. I vortici stessi, malgrado la vita relativamente effimera, hanno determinato, specie col loro allineamento e negli strati inferiori dell'atmosfera, quella intensità dei venti che per zone così estese e per i nostri climi deve considerarsi eccezionale.

I venti meridionali intensissimi e la particolare ricchezza di vapore dell'aria, che si sono manifestati dalla Tunisia e dalla Libia prima lungo tutto il nostro Paese e poi sino alle regioni Baltiche, non sono state tuttavia le sole cause meteorologiche dei disastrosi eventi.

Infatti vanno considerati altri due effetti concomitanti e di peculiare importanza per la dinamica del fenomeno sulla Toscana e sul Veneto: il primo è l'effetto di convogliamento sul versante Tirrenico delle masse calde fluenti da Sud tra l'Appennino ad Est ed il blocco delle masse fredde il cui limite, disposto press'a poco secondo i meridiani, procede lentamente da Ovest; questo 'canale' tra Appennini e masse fredde, che si va via via restringendo con l'avanzare di queste ultime, costringe le masse d'aria a procedere sempre più velocemente ed a subire il secondo effetto cioè il sollevamento forzato orografico, dovuto allo sbarramento opposto dall'Appennino centro-settentrionale che, orientato da Sud-Est a Nord-Ovest, si oppone diagonalmente al moto. Le masse calde superano l'ostacolo di preferenza tra il massiccio del Gran Sasso e quello del Monte Cimone convogliandosi con rinforzi dinamici attraverso i passi fra Toscana e Romagna. Esse scaricano in pioggia intensa ed insistente per effetto del raffreddamento prodotto dall'ascesa forzata, gran parte del loro vapore proprio sui versanti Toscani, specie allorché il limite dell'aria fredda giunge a toccare la Versilia bloccando ogni uscita dell'aria calda verso il Golfo Ligure.

Il getto d'aria meridionale così ottenuto, affiancato alle correnti convogliate lungo l'Adriatico, subiva un nuovo e più poderoso effetto orografico sulle Alpi orientali, che investiva frontalmente, soprattutto alla testa della vasta conca, che esse presentano sull'Adige; qui più ancora che sulla Toscana l'effetto di condensazione per ascendenza forzata è stato ingente e duraturo.

Più duraturo in quanto il limite della massa fredda occidentale si è andato portando da Ovest ad Est con la spinta maggiore sulle nostre regioni centrali, procedendo come se essa provenisse da un centro press'a poco a Sud-Ovest della Sardegna; aprendosi cioè a ventaglio e diluendo da questo centro nel settore compreso tra la direzione di Nord-Est e quella di Sud-Est.

Talché mentre la linea di contrasto superava in modo relativamente rapido l'Appennino (soprattutto nel settore centrale) essa tendeva a stazionare sulla regione Veneta. Allo stesso fenomeno può in parte essere imputata la persistenza (fino alle prime ore del 5) del minimo centrato sul Golfo Ligure, di cui più sopra si è fatto cenno.

Una tendenza iniziale alla stazionarietà dei fenomeni, concentrati soprattutto sulla regione Tirrenica e sull'alto Adriatico, può essere attribuita al rapido elevarsi della pressione sulle regioni orientali, ben messa in evidenza al suolo dalle carte delle isallobare, ma forte anche in quota in conseguenza dell'accumularsi delle masse portate dalle correnti meridionali; tale aumento di pressione ha ostacolato in primo tempo il moto verso Est del sistema, moto che il sopraggiungere di nuove masse fredde da Ovest ha poi reso più celere.

4 Evoluzione della circolazione a scala emisferica a 9100 ed a 5500 metri (Tav. 5-26).

Quanto più sopra sommariamente descritto può essere seguito più da vicino attraverso l'esame delle Tav. 5-89, tratte dalla documentazione del Servizio Meteorologico dell'Aeronautica, ma opportunamente selezionata e semplificata. Tale documentazione, riteniamo, può considerarsi sufficiente per le esigenze informative, elle ci siamo proposti di soddisfare, pur non essendo definitiva; ciò in quanto i dati e le analisi su cui essa si basa sono ancora essenzialmente quelli immediatamente disponibili nel lavoro di routine del Servizio al momento

degli eventi; sarà necessario infatti un confronto di detta documentazione con i dati originali e corretti dei singoli Paesi, cosa che potrà essere fatta in un secondo tempo, in singoli studi più approfonditi.

Le tavole 5-12 (' Topografie della superficie isobarica di 300 mb (circa 9000 m) alle ore 01 e 13 locali, dal 2 al 5 novembre 1966 ') mostrano per i giorni 2, 3, 4 e 5 novembre 1966 l'evoluzione delle correnti in quota, quasi ai limiti della troposfera cioè all'altezza media di 9100 metri, correnti che possono dedursi dall'andamento delle linee di livello della superficie isobarica di 300 mb (tracciate a linee continue di 60 in 60 metri: i valori sono indicati soltanto con le due cifre delle centinaia e delle decine).

Risulta evidente, sin dal giorno un flusso violento settentrionale presso le coste europee dell'Atlantico. Tale flusso dalla Groenlandia e dall'Atlantico settentrionale giunge sin verso la penisola Iberica ed il Marocco; indi, costeggiando l'Africa settentrionale, percorre il Mediterraneo occidentale e centrale come vento da Ovest e prosegue, come vento meridionale e sud-occidentale, dal Mediterraneo orientale giungendo, attraverso la penisola Balcanica e l'Asia Minore, sin verso le regioni settentrionali della Russia europea.

La vastissima ansa o 'saccatura ' che dall'Artico attraverso la Scandinavia e l'Europa centrale giunge al Mediterraneo, risulta in prevalenza colma di aria fredda (le isoterme indicate a tratteggio son tracciate di 4 in 4 gradi centigradi), che sull'Artico, alla quota di 8400 metri cui si trova la 301 mb, ha la temperatura di -56°C e sulla nostra regione (in corrispondenza del 40° parallelo), alla quota di 9000 metri della 300 mb, ha una temperatura di -52 (in ottobre la media a Roma a 300 mb è $-44,8^{\circ}\text{C}$ e in novembre $-47,7^{\circ}\text{C}$).

Sulla zona centrale dell'Atlantico tra il 40° ed il 60° parallelo, alla quota di 9420 metri della 300 mb, l'aria è invece relativamente calda, avendo una temperatura di -42°C . Anche sulle regioni orientali, dall'Egitto ai Mari Nero e Caspio, alla quota di 9300 metri della 300 mb, le masse d'aria son relativamente calde, avendo una temperatura di -44°C .

Questa situazione evolve nei giorni successivi, tendendo nelle prime ore del 3 dapprima ad un inizio di distacco ed isolamento della saccatura dalla corrente occidentale principale che fluisce molto più a Nord, tra il 50° e l' 80° parallelo, e ad un principio di una sua trasformazione in vortice chiuso, situato tra la penisola Iberica e l'Europa centrale; ciò anche per un avanzamento della zona di 'alta' atlantica verso Nord-Est, sino alla Scandinavia. Successivamente durante il 3 stesso, una nuova sacca dall'Atlantico settentrionale si spinge verso questo vortice isolato, che a sua volta si va restringendo ed allungando nel senso dei meridiani; all'inizio del 4 la sacca nord atlantica si è già fusa con detto vortice in una unica saccatura stretta e profonda, la quale determina sul suo lato occidentale un flusso settentrionale intensissimo, diretto dalla Groenlandia fino all'interno del Marocco e dell'Algeria, mentre sul suo lato orientale determina un flusso meridionale quasi altrettanto intenso che dalla Tunisia si spinge sino alla Scandinavia. L'Atlantico occidentale è invece in regime di 'alta ' con aria, che per la quota alla quale si trova (9660 m) è caldissima (-32°C); analogamente si muovono masse calde sulla zona dal Mediterraneo centro-orientale sino alla Finlandia ed alla Scandinavia centrale, con temperature che vanno da -40°C (Egitto) a -48°C (Scandinavia), mentre nella saccatura l'aria fredda raggiunge i -56°C (sulla Irlanda) ed i -52°C (sulla penisola Iberica).

Il contrasto tra le due correnti settentrionale e meridionale raggiunge in questo periodo la fase più acuta, che mantiene ancora all'inizio del 5, quando la parte meridionale della saccatura stessa porta progressivamente il suo asse dalle coste mediterranee spagnole (ove si trova all'inizio del 4) prima verso le Baleari, quindi verso la Sardegna e lungo il Tirreno, per lasciare infine a metà del 5 un intenso vortice secondario (che presenta una temperatura di -48°C) sulla Sicilia. La sacca principale si allarga intanto formando un largo vortice a Sud

dell'Irlanda, mentre d'altro canto ad esasperare la situazione si rinforza la zona d'alta che si estende dal Mediterraneo orientale ai paesi Baltici.

Da notare, nella successione di queste carte, la comparsa alle ore 12 del 4 novembre, collegata col minimo presso le isole Britanniche, di una 'bolla' d'aria apparentemente più calda; in realtà si tratta di un abbassamento della regione sovrastante la troposfera, cioè della stratosfera; questa per effetto del raffreddamento e quindi della contrazione verticale della troposfera è scesa al di sotto dei 300 mb, portando al livello di questa superficie isobarica i valori più elevati della sua temperatura, peraltro quasi costante con la quota.

Non molto diverso da quello sopra descritto è il comportamento delle correnti a 5500 metri, che risulta dalle Tav. 13-20 ('Topografie della superficie di 500 mb (circa 5500 m) alle ore 01 e 13 locali, dal 2 al 5 novembre 1966').

5 – Evoluzione della circolazione a scala euro-mediterranea a 3000 ed a 1500 metri (Tav. 21-28).

Le Tav. 21-28 ('Topografie delle superficie isobariche di 700 e 850 mb (rispettivamente 3000 e 1500 m) alle ore 01 e 13, dal 2 al 5 novembre 1966') danno l'andamento della circolazione sulla regione centrale Europea e Mediterranea alle quote di circa 3000 e 1500 metri; **esse** riportano le topografie delle superficie isobariche di 700 e 850 mb, con le relative isoterme.

A 3000 metri, all'inizio del 2, si ha un vortice dal Golfo di Guascogna alla Polonia, isolatosi da una saccatura sulla Scandinavia; questo vortice rapidamente si allunga (a metà del 2 stesso) dal largo del Portogallo sino alla Russia Bianca, e quindi (il 3) è spezzato da 'promontorio' di pressione più alta che dal Mediterraneo centro-orientale si spinge verso il Baltico; la parte occidentale del vortice a metà del 3 è centrato sulla Francia meridionale e si porta, all'inizio del 4, sul Golfo di Lione, intensificandosi e collegandosi ad una saccatura, che da un vasto vortice sull'Islanda si protende attraverso la Francia sino al Mediterraneo. Il centro del vortice stesso, durante il 4, dall'Islanda si porta sull'Irlanda.

E all'inizio del 4 che l'azione di convogliamento delle masse calde dalla regione Libico-Tunisina, verso la nostra Penisola e l'Europa centro-orientale, già iniziata il giorno precedente, raggiunge la massima intensità, accompagnata da un analogo ed opposto convogliamento di masse fredde dal Nord Atlantico, attraverso la penisola Iberica, alle regioni Marocchina ed Algeria.

Tale azione continua durante tutto il 4, pur spostandosi l'asse del sistema lentamente verso levante; mentre il 5, attenuatasi e poi scomparsa la saccatura, il vortice centrato sull'Irlanda finisce con lo spingere la massa d'aria fredda dalla zona mediterranea occidentale sino al di là della nostra Penisola, sulla zona Carpatico-Danubiana, apportando così venti freddi da Sud-Ovest (corrente di ritorno).

Il moto delle masse calde e fredde interessanti gli strati più prossimi al suolo (e dai quali hanno fondamentalmente origine nubi e precipitazioni) può essere seguito ancor meglio dalle topografie di 850 mb, le cui isoterme (salvo un incremento di circa 8 gradi) possono ritenersi significative per la distribuzione a grande scala della temperatura al livello del mare. Infatti le temperature lette in capannina, cioè al suolo, risentono assai degli 'effetti locali' che intervengono negli strati più bassi: si risente in particolare della 'variazione diurna' legata di giorno agli effetti di riscaldamento per la insolazione e di notte agli effetti di raffreddamento per perdita di energia dovuta alla emissione di radiazione verso lo spazio (*radiazione notturna*); questi effetti, pur importanti di per sé e per ogni singola località, mascherano le caratteristiche proprie delle masse d'aria principali.

La 850 mb mostra dunque il giorno 2 un vasto vortice su tutta l'Europa centrale, con un minimo sul Golfo di Guascogna. Esso produce un forte afflusso di masse calde dalla regione