



# METEOROLOGICA

Bollettino dell'Unione Meteorologica del Friuli Venezia Giulia

## Punto d'incontro

A CURA DI FULVIO STEL

### LE RUBRICHE

**DINAMISMO DEI CAMPI** 3  
Analisi sinottica della stagione

**LINEA DI COSTA** 4  
L'andamento del livello marino a Trieste

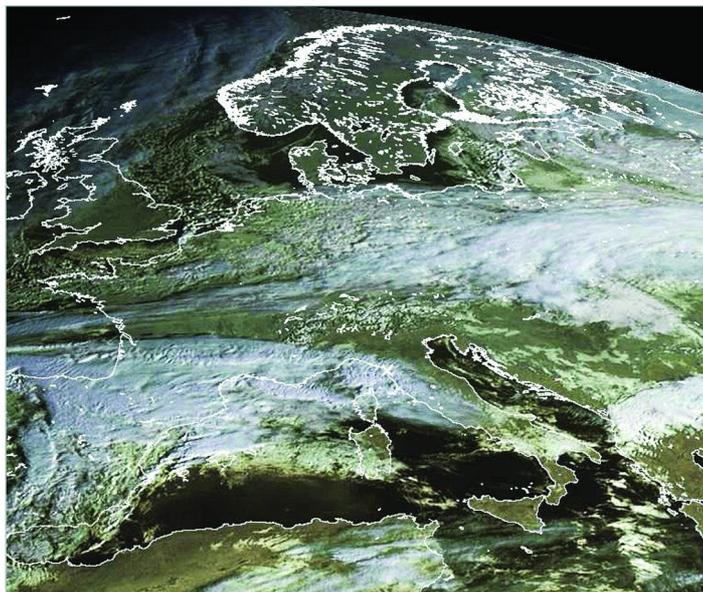
**ALTA QUOTA** 5  
Osservazioni e commenti da Alpi e Prealpi

**LA CAPANNINA** 6/9  
Osservazioni e commenti dalle quattro province

**METEO DIDATTICA** 11  
A scuola di meteorologia con gli esperti

**MAIL BOX** 12  
La posta dei nostri lettori

Anche l'autunno del 2003 è passato e il numero di Meteorologica ad esso dedicato è concluso. In questi tre mesi le attività della nostra Associazione sono state molte e molto importanti; tra queste vanno certamente ricordate il **Terzo Convegno Regionale degli Appassionati di Meteorologia** del 26 ottobre e la **tavola rotonda sui fenomeni meteorologici locali e violenti** del 15 novembre. Quest'anno il convegno si è tenuto nella prestigiosa cornice del Castello di Duino e, nonostante mancasse l'ospite di "grande richiamo", il numero di partecipanti è stato analogo e forse superiore a quello delle passate edizioni, a riprova dell'interesse intrinseco suscitato dagli argomenti proposti. Anche la tavola rotonda tenutasi a Udine con il patrocinio della Provincia ha riscosso in generale un notevole interesse come dimostrato da un telegramma di congratulazioni inviato alla nostra Associazione dal Capo dello Stato. Oltre che per questi importanti appuntamenti, il passato autunno andrà ricordato anche per i significativi riconoscimenti rappresentati dalla convenzione quadro stipulata dall'U.M.FVG con l'Area di



Particolare dell'area europea in una suggestiva immagine ad alta definizione scattata dal satellite MSG1 - Meteosat 8 alle ore 8.45 del 26 ottobre 2003, a pochi minuti dall'inizio del Terzo Convegno Regionale degli Appassionati di Meteorologia. Immagine cortesemente fornita da Alessandro Tesconi (radioamatore IK5EHL e appassionato di ricezione satellitare e di meteorologia, volontario Protezione Civile della Toscana)

Ricerca di Padriciano e per la definitiva iscrizione della nostra Associazione nel registro delle ONLUS. Quest'ultimo riconoscimento, oltre alle significative agevolazioni fiscali, è particolarmente importante in quanto sancisce il ruolo sociale della nostra Associazione in Friuli Venezia Giulia. Tutte queste attività e riconoscimenti non possono che fare piacere ma rappresentano anche un impegno notevole che

ci verrà richiesto per tenere sempre alto il livello delle attività che dovremo intraprendere in futuro. Tutto ciò non deve comunque spaventarci in quanto nei passati anni di attività la nostra Associazione ha consolidato le proprie radici ed è pronta ad affrontare gli impegni e le scadenze che ci aspettano, con questo spirito non possiamo che guardare fiduciosi e sereni all'anno venturo.

### PUNTO D'INCONTRO in prima pagina

Informazioni sull'attività dell'UM-FVG  
Fulvio Stel

### SPECIALE a pagina 2

NEVE E GELICIDIO A TRIESTE, ANNI 1952 - (2003)

Breve studio statistico su due fenomeni ricorrenti nei mesi freddi in provincia di Trieste

Franco Stravisi

### EVENTI E LUOGHI a pagina 10

LA GUTTAZIONE

Un singolare fenomeno di vitale importanza nei vegetali

Elio Polli

### METEOROLOGICA PROPRIETÀ

DIRETTORE RESPONSABILE  
REDAZIONE  
SEGRETERIA  
STAMPA

Bollettino dell'Unione Meteorologica del Friuli Venezia Giulia Reg. Trib. di Udine n. 4 del 26/02/2002  
Unione Meteorologica del Friuli Venezia Giulia (U.M.FVG - O.N.L.U.S.), via Silvio Pellico n. 9, Cividale del Friuli  
Dario Bradassi  
Marco Virgilio, Dario Bradassi  
Dario Gaiotti  
PF/Ideografica di Presello Denis & C., via Enrico Fermi n. 74, TAVAGNACCO

# Neve e gelicidio a Trieste, anni 1951 - (2003)

Breve studio statistico su due fenomeni ricorrenti nei mesi freddi in provincia di Trieste

A CURA DI FRANCO STRAVISI (UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TRIESTE - DIPARTIMENTO DI SCIENZE DELLA TERRA)

## Neve: dati e statistiche

Le precipitazioni a Trieste sono misurate con continuità per mezzo di pluviografi controllati da pluviometri. I dati si riferiscono alla stazione meteorologica dell'Istituto Sperimentale Talassografico di Trieste (viale Romolo Gessi, 2) sino al 1978, alla stazione meteorologica del Dipartimento di Scienze della Terra (DST) dell'Università di Trieste (piazza Attilio Hortis, 1 presso l'Istituto Tecnico Nautico) dal 1979.

Durante il periodo invernale l'imbuto di raccolta dei pluviografi è riscaldato; delle eventuali precipitazioni nevose è misurata la corrispondente altezza in acqua. Un centimetro di neve equivale in media ad un millimetro di acqua. Esistono inoltre le osservazioni a vista, che descrivono i fenomeni meteorologici particolari (neve, nevischio, grandine, gelicidio, ecc.).

In questa nota prendiamo in considerazione le giornate con precipitazioni nevose registrate a Trieste dal 1951 al 20 gennaio 2003. Per ciascuna giornata con neve/nevischio sono considerate inoltre la temperatura minima dell'aria e la massima raffica del vento.

Le raffiche del vento dal 1987 sono quelle registrate presso la stazione meteorologica del DST, mediante anemometri a coppe tarati; i dati precedenti, registrati presso l'Istituto Talassografico, sono stati corretti e ridotti alla scala attuale.

Riassumendo, dal 1951 si sono avuti a Trieste 144 giorni con neve, con un'altezza totale di 320.7 cm. In una giornata nevosa si hanno quindi in media 2.2 cm, con una temperatura minima di -0.7°C ed una massima raffica del vento di 111 km/ora.

La **tabella 1** riporta i dati mensili riassuntivi del periodo 1951-2003, e precisamente: il numero

totale di giorni con neve del periodo, l'altezza totale della neve caduta, il tempo di ritorno in anni, la neve caduta in media per ogni giorno nevoso, il valor medio della temperatura minima e della massima raffica di un giorno nevoso.

## Dati esemplificativi

Mediamente in gennaio vi è un giorno con 2.1 cm di neve ogni anno, con minima probabile di -2.1°C e raffiche di vento a 109 km/ora. In marzo un giorno con 4.4 cm di neve ogni quattro anni, con minime a 0.2°C e raffiche a 101 km/ora, ecc.

La **figura 1** riporta le altezze annuali di neve caduta a Trieste dal 1951; la **figura 2** i corrispondenti valori della massima raffica del vento raggiunta nelle giornate nevose.

## Gelicidio

Il fenomeno del gelicidio avviene quando la precipitazione è costituita da pioggia soprappioggia. Le gocce, di forma sferica, possono restare liquide anche con temperature inferiori allo zero; rompendosi al suolo, gelano immediatamente formando uno strato di ghiaccio.

La **tabella 2** riporta le giornate (anni 1951-2003) nelle quali a Trieste si è verificato il gelicidio: in media un caso ogni 7 anni in periferia, al di sopra dei 150 m di altezza, un caso ogni 10 anni in città.

## Nota redazionale

Per motivi di spazio non è stato possibile pubblicare la tabella generale riassuntiva delle giornate con precipitazioni nevose registrate a Trieste dal 1951 al 20 gennaio 2003. Chi desiderasse avere una copia completa del lavoro del Prof. Stravisi è pregato di richiederlo alla Segreteria di Redazione di Meteorologica nella persona di Dario Giaiotti.

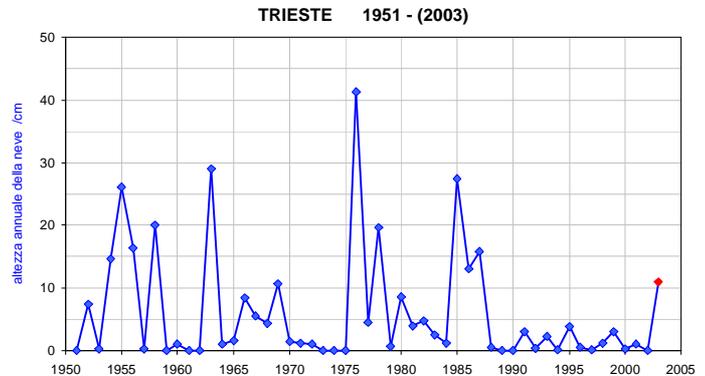


FIG. 1: ALTEZZE ANNUALI TOTALI DELLA NEVE CADUTA A TRIESTE (1/1/1951 - 20/1/2003)

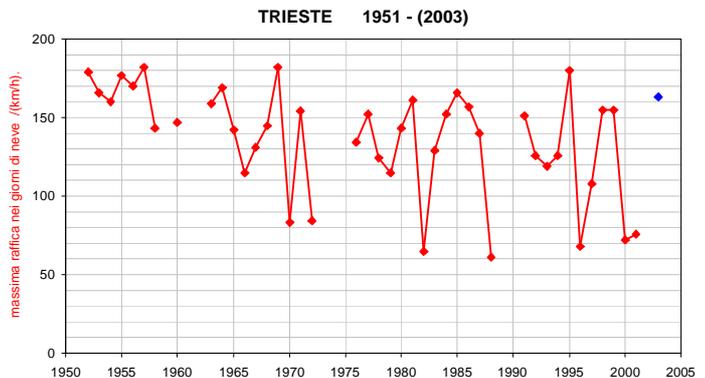


FIG. 2: MASSIMA RAFFICA DEL VENTO NEI GIORNI DI NEVE A TRIESTE (1/1/1951 - 20/1/2003)

1951-(2003)	giorni con neve	altezza totale neve /cm	tempo di ritorno /anni	cm/giorno	media temperatura min /°C	media max raffica /km/ora
gennaio	42	89.8	1	2.1	-2.1	109
febbraio	46	95.3	1	2.1	-1.2	102
marzo	13	57.6	4	4.4	0.2	101
aprile	4	5.0	13	1.3	2.6	149
ottobre	1	0.1	52	0.1	3.5	108
novembre	12	14.0	4	1.2	1.0	127
dicembre	26	58.9	2	2.3	0.4	121

TAB. 1: RIASSUNTO PER MESE (PERIODO 1951-2003): NUMERO DI GIORNI CON NEVE, ALTEZZA TOTALE DELLA NEVE CADUTA, TEMPO DI RITORNO IN ANNI, ALTEZZA DELLA NEVE CADUTA PER GIORNO NEVOSO, VALORI MEDI DELLA TEMPERATURA MINIMA E DELLA MASSIMA RAFFICA

Gelicidio a TRIESTE 1951 - (2003)	
19/12/1978	
16/01/1980	
16/01/1985	
24/02/1986	quote superiori a 150 m
02/03/1986	quote superiori a 300 m
14/01/1987	
15/01/1987	
tempo di ritorno:	7 anni (altipiano) 10 anni (città)

TAB. 2: GIORNATE CON GELICIDIO A TRIESTE (PERIODO 1951-2003)

# DINAMISMO DEI CAMPI

## ANALISI SINOTTICA SU SCALA EUROPEA

*I tratti salienti dell'ultima stagione meteorologica*

A CURA DI MASSIMO ONGARO

Dopo la rovente estate 2003 l'inizio dell'autunno ha visto su vasta scala una discesa di aria piuttosto fresca dal Nordatlantico che in un colpo solo ha determinato la fine della lunga fase calda iniziata con il precedente mese di maggio.

### Rottura dell'estate

L'alta pressione atlantica, rispettando quello che solitamente è il copione stagionale, tra l'ultimo giorno di agosto ed il primo di settembre si espandeva temporaneamente verso le latitudini centrali e settentrionali dell'Oceano Atlantico, consentendo il transito di un fronte freddo dall'Europa centrale all'area balcanica. Tuttavia a questo evento, peraltro di brevissima durata, non seguiranno ulteriori episodi significativi in quanto il flusso atlantico, pur ripropostosi dopo il lungo dominio dell'alta pressione nordafricana, assumerà una componente dominante anticiclonica, consentendo così solo brevi scodate ai fronti freddi oceanici, favorendo solo un regime termico più consono al periodo sugli Stati centrali europei e parzialmente su quelli meridionali.

Infatti proprio tra la seconda e la terza decade del mese l'anti-

clone nordafricano effettuerà la sua ultima e poderosa sortita sullo scenario centrale del vecchio continente.

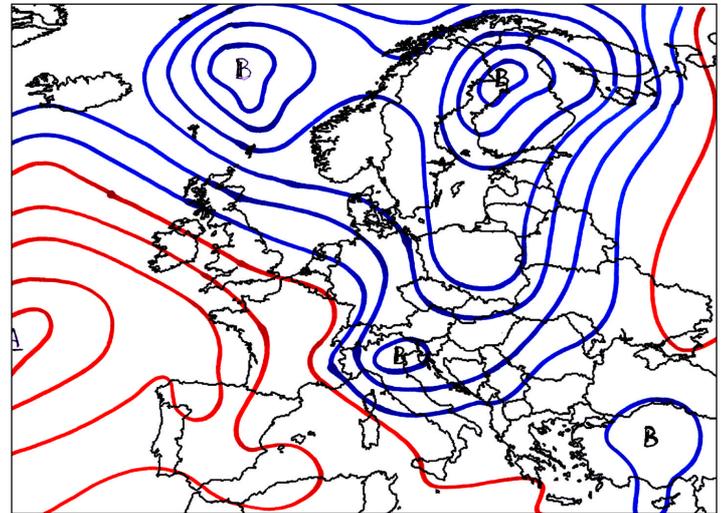
### Variazione decisiva

Successivamente, tra settembre ed ottobre, il fronte polare in Atlantico ondulerà in modo significativo consentendo lo sviluppo di un'energica depressione sull'area iberica che fungerà da richiamo per le altre onde frontali della depressione d'Islanda.

Tutto ciò determinerà, con la prima decade del mese di ottobre, la prima vera variazione meteoroclimatica anche per l'area mediterranea, con fenomenologie di estrema violenza (il giorno 8 ottobre groppi da Nord-Ovest su Medio e Basso Adriatico a 112 km/h). La **carta 1** coglie appieno l'evento descritto.

### Aria fredda

A questo interessante evento seguirà, nel corso della seconda decade, lo sviluppo di una vasto anticiclone di blocco sull'Europa del nord, che avrà il merito di annullare il mite flusso oceanico e di consentire invece il travaso di aria fredda polare continentale dall'Europa nord-orientale verso l'area carpatico-danubiana e, a fasi alterne, anche verso il



CARTA 1: Ondulazione del fronte polare e deciso cambio climatico

Mar Mediterraneo centrale.

Ne conseguirà un periodo con temperature sull'area descritta inferiori alle medie stagionali. Nella successiva fase, compresa tra la seconda e la terza decade del mese, il blocco anticiclonico slitterà in pieno moto retrogrado verso il Nordatlantico, con conseguente flusso freddo diretto dalla Scandinavia al Regno Unito e agli Stati centro-occidentali europei. Ne deriverà una fase instabile e complessivamente fredda per vaste aree del vecchio continente, culminata con l'interessante evento del 24 ottobre che ha visto il Friuli Venezia Giulia interessato da precipitazioni nevose a quote basse, attorno ai 300/500 metri.

### Regno atlantico

A seguito dell'evento descritto l'alta pressione atlantica subirà un'evidente flessione verso l'area subtropicale, con conseguente iniziale attivazione di un flusso zonale diretto verso il centro-nord del continente europeo ed al quale farà seguito l'intrusione di aria più fredda oceanica verso l'area iberica.

Ne conseguirà l'attivazione di una forte corrente ciclonica meridionale in corrispondenza

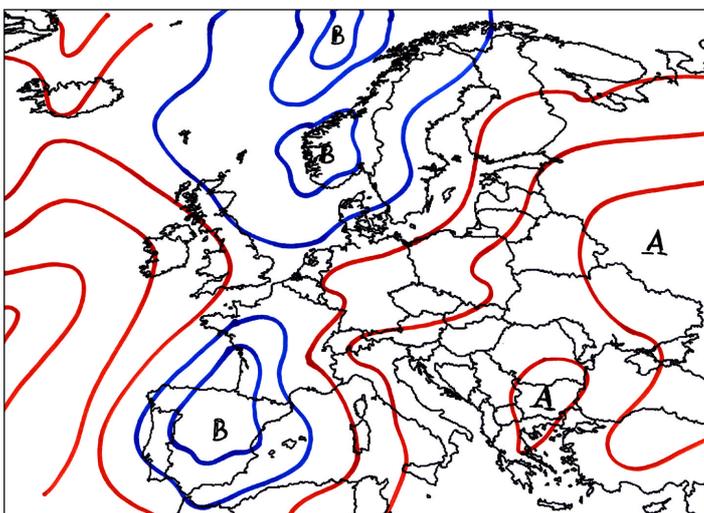
del Mediterraneo con piogge abbondanti che coinvolgeranno proprio il primo giorno di novembre.

Tale situazione, prettamente atlantica, è proseguita per tutta la restante parte del mese, con alternanza di fasi cicloniche a fasi anticicloniche.

### Raffreddamento polare

La causa che ha determinato per tutto l'ultimo mese dell'autunno meteorologico la dominante oceanica è probabilmente riposta in un deciso raffreddamento dell'orbita polare, specie a livello stratosferico, con conseguente innalzamento latitudinale del flusso dei venti occidentali e con conseguente netto dominio della depressione d'Islanda nell'area nordatlantica e delle alte pressioni dinamiche sul continente.

Tuttavia non sono mancate le fasi cicloniche per l'area euro-mediterranea e la **carta 2** rappresenta proprio una di queste. Altresì, data la situazione dominante del mese, le temperature sull'intero scenario europeo si sono mantenute su valori superiori a quelli normali.



CARTA 2: Fase ciclonica sull'area euro-mediterranea

## IL LIVELLO MARINO A TRIESTE

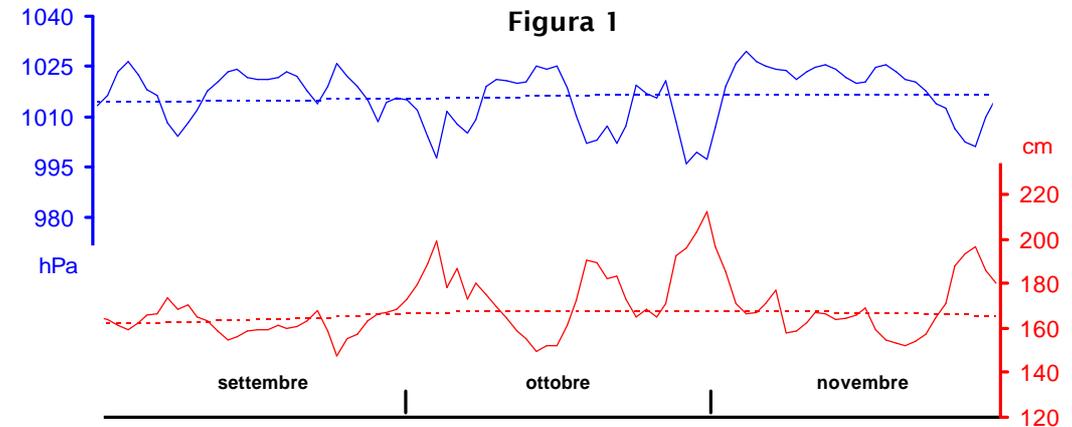
Osservazioni e commenti sull'andamento stagionale

A CURA DI RENATO R. COLUCCI, FULVIO CRISCIANI, FABIO RAICICH

### Autunno 2003

La curva blu continua della **figura 1** riporta la pressione media giornaliera, mentre la curva rossa continua rappresenta il livello medio giornaliero (in centimetri rispetto allo ZIT) nella stagione autunnale. Le rispettive curve tratteggiate rappresentano i valori medi di riferimento.

La caratteristica più evidente dell'evoluzione della pressione è una sequenza di minimi pronunciati così collocati: 9 settembre con 1004.1 hPa (-10.7 hPa rispetto al valore normale), 5 ottobre con 997.8 hPa (-18.0 hPa), 23 ottobre con 1001.9 hPa (-14.9 hPa), 30 ottobre con 995.9 hPa (-21.1 hPa) e 28 novembre con 1001.3 hPa (-15.5 hPa). L'andamento del livello marino si presenta notevolmente correlato con quello della pressione ed in particolare si notano i seguenti picchi, corrispondenti ai minimi di pressione: 8 settembre con 173.8 cm (+10.9 cm rispetto al valore normale), 5 ottobre con 199.2 cm (+31.9 cm), 20 ottobre con 190.8 cm (+22.9 cm), 1 novembre con 212.3 cm (+44.6 cm) e 28 novembre con 196.4 cm (+30.3 cm). La non esatta coincidenza di talune coppie di picchi di livel-



lo marino e pressione è da attribuirsi alla distribuzione dei forzanti meteorologici sull'intero bacino adriatico. Il livello massimo assoluto della stagione è stato raggiunto il 5 ottobre con 253 cm e quindi al di sotto della soglia di tracimazione (278 cm), in accordo con la tendenza al rarefarsi di questi eventi come già rilevato nel numero di Meteorologica di dicembre 2002 - febbraio 2003.

Un aspetto interessante delle medie mensili riguarda il mese di novembre in cui vi è contemporaneamente una deviazione positiva sia del livello sia della pressione relativamente ai corrispondenti valori normali. Questo fatto è spiegato dalla configurazione media del campo di pressione

atmosferica illustrata in **figura 2**, che mostra un anticiclone sulla penisola balcanica e una depressione sul Mediterraneo occidentale. Ciò favorisce i venti meridionali lungo l'Adriatico, i quali comportano un accumulo di acqua sulle coste settentrionali. Allo stesso tempo la pressione osservata sul bacino settentrionale risulta superiore ai valori medi normali. Data la forte deviazione della temperatura del mare dei mesi estivi rispetto alla norma (vedi Meteorologica di giugno-agosto 2003), riteniamo interessante seguire la temperatura del mare anche nel periodo autunnale, rilevata a 2 m di profondità presso il Molo Fratelli Bandiera. La situazione è riassunta nella terza tabella. Da un'analisi più

dettagliata risulta che una deviazione significativamente negativa dai valori normali si è avuta a partire dalla metà di ottobre fino alla terza settimana di novembre, in gran parte a causa delle temperature relativamente basse del mese di ottobre. Lo scarto massimo si è avuto tra la fine di ottobre e l'inizio di novembre con valori fino a 2°C sotto la media.

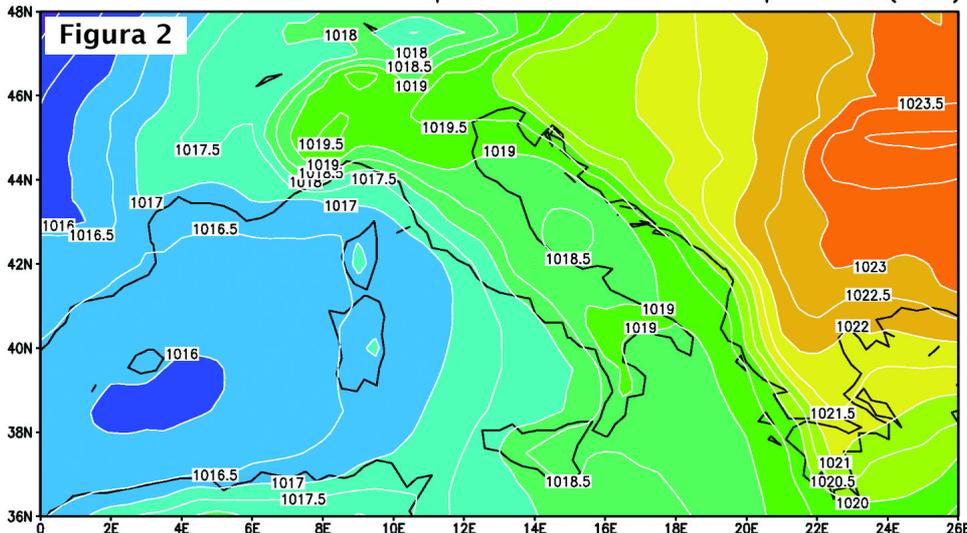
livello del mare (cm)			
	media	norm	diff
set	162.4	163.5	-1.1
ott	175.1	168.3	+6.8
nov	171.3	167.9	+3.4

pressione atm. (hPa)			
	media	norm	diff
set	1018.1	1015.3	+2.8
ott	1012.3	1016.4	-4.1
nov	1018.5	1016.5	+2.0

temperatura mare (°C)			
	media	norm	diff
set	21.6	21.8	-0.2
ott	18.1	18.8	-0.7
nov	13.7	15.0	-1.3

I dati provengono dall'archivio dell'Istituto di Scienze Marine - Sezione di Trieste del Consiglio Nazionale delle Ricerche.

ECMWF novembre 2003 – pressione media in superficie (hPa)



A CURA DI ANGELO TAVOSCHI

**Settembre secco**

A settembre continua la siccità che ci ha accompagnato durante l'estate. Il mese si apre con cielo sereno ma nella seconda settimana si profila un cambiamento del tempo per l'approssimarsi di una perturbazione.

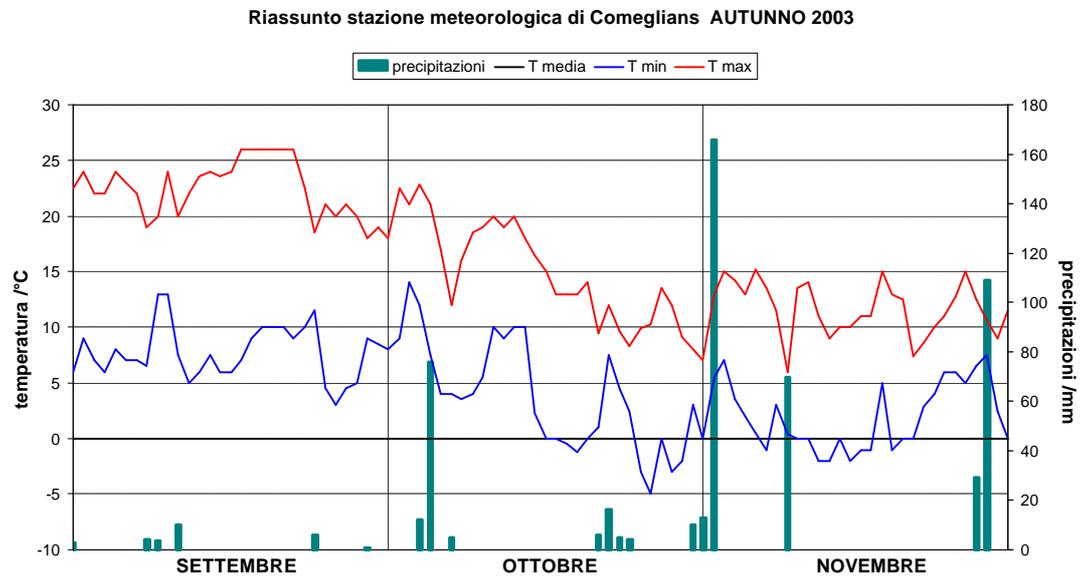
Purtroppo questo episodio regala alla montagna della nostra regione esigui quantitativi di pioggia (attorno ai 20 mm), temporali e rovesci tipici di fine estate, prontamente seguiti da venti di caduta (Föhn) che, oltrepassando la catena alpina, si riversano nelle nostre vallate dando al cielo un aspetto limpido e temperature massime attorno ai 26°C a 600 m di quota per effetto della compressione.

A metà mese l'alta pressione subtropicale ci consente di ammirare un cielo sempre più limpido e stellato durante la notte, quando le temperature cominciano a scendere e l'escursione termica tra il giorno e la notte si fa sempre più evidente.

Verso il 23 s'interrompe il dominio del bel tempo, durato almeno quindici giorni. Ancora una volta si tratta di un peggioramento molto blando con poca pioggia come si nota dal grafico allegato.

**Primo freddo**

Nel tempo di ottobre appaiono più evidenti i caratteri invernali dell'autunno, la vegetazione mostra i suoi magnifici colori tipici della stagione, la neve compare oltre i 1400 m già ad inizio mese e 90 mm di pioggia cadono nei fondovalle. A porre fine a questo episodio di maltempo ci hanno pensato ancora una volta i venti da Nord che hanno portato neve sui versanti austriaci. Le temperature scendono sottozero dopo il 15 e successivamente si è registrato un aumento del tasso di umidità nei bassi strati atmosferici che ha determinato



Dati gentilmente forniti da Angelo Tavoschi

estese nubi basse.

Dopo alcune giornate soleggiate, con temperature minime basse, verso il 22 del mese la situazione muta nuovamente poiché si instaurano correnti sud-occidentali e si approfondisce un minimo di bassa pressione sul Mediterraneo. Nei giorni successivi (il 24 ottobre) compare la neve fino a quota 700 m, imbiancando località come Pesariis. Un miglioramento rapido con temperature minime costantemente sottozero (toccati i -5°C) causa le prime brinate. Sembra che il mese debba concludersi con il cielo sereno ma il richiamo di venti sciroccali fa innalzare le temperature e riporta pioggia e neve, preparando la tipica *montana dai sanz*. Questo appuntamento si ripete quasi ogni anno a ridosso dei giorni dedicati al ricordo dei defunti e di tutti i santi. Quest'anno, per la verità, i fenomeni non sono stati particolarmente violenti, in alcune località sono caduti tuttavia ben 166 mm di pioggia in due giorni. Questo maltempo che si ripete annualmente nelle zone montane della nostra regione, era per i valligiani di alcuni anni

fa, un'ottima occasione per recuperare il legname sradicato e accumulatosi nel greto dei torrenti dopo essere stato trasportato dall'impeto delle acque. Oggi molti paesi di montagna sono raggiunti dal metanodotto o dalle autocisterne di gasolio, ed il legname è utilizzato in maniera più ridotta rispetto al passato perciò le ramaglie e i tronchi giacenti impediscono il deflusso normale delle acque verso la pianura e il mare. Dopo alcuni giorni di bel tempo, una goccia fredda in moto retrogrado si dirige verso la Francia e procura un breve ma intenso episodio di maltempo

con piogge e nevicate che sfiorano Tolmezzo, (a Ravascletto ben 20 cm).

**L'estate di San Martino**

Si avvicina l'estate di San Martino (11 Novembre), il cielo si fa sereno grazie all'alta pressione africana che si salda con quella scandinava favorendo temperature molto miti durante il giorno.

Dal 20 Novembre tempo autunnale (*timp da mùfa*, tradotto suona "tempo di muffa"), a causa delle correnti umide da sud-ovest. Il mese si conclude con il bel tempo.

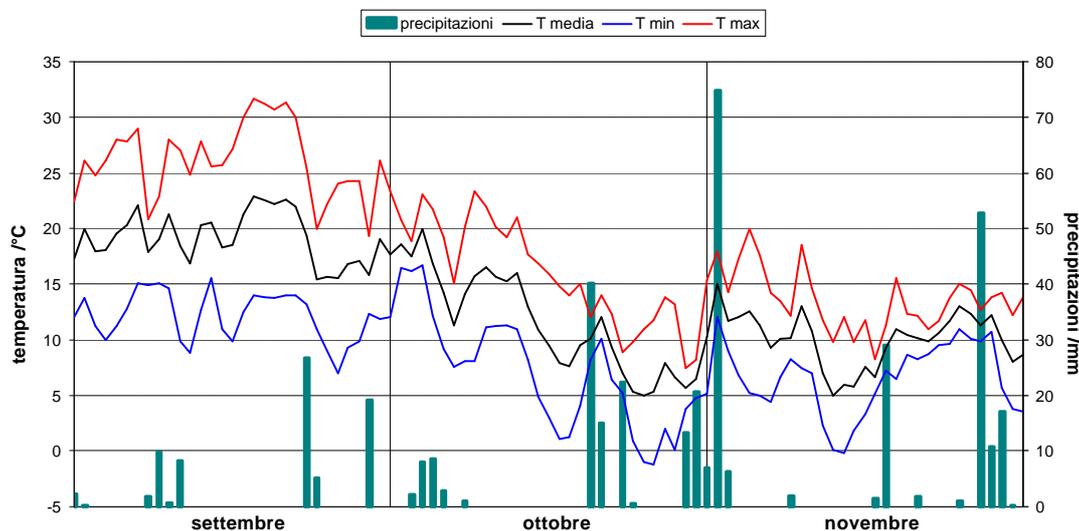


## PROVINCIA DI GORIZIA

## Osservazioni e commenti sull'andamento stagionale

A CURA DI RUDY GRATTON, SERGIO VIVODA

Riassunto stazione meteorologica di Gorizia: AUTUNNO 2003



Dati gentilmente forniti da Rudy Gratton

Dopo l'estate dei record, il mese di settembre ha visto anche nella nostra provincia il ritorno alla normalità delle temperature che, grazie al deciso cambio di circolazione atmosferica proprio a cavallo tra agosto e settembre, sono rientrate nelle medie normali del periodo. I primi giorni del mese sono stati caratterizzati da una certa variabilità con alternanza di giornate belle ad alcune con nuvole e pioggia in un contesto di temperature molto gradevoli anche grazie alle correnti provenienti generalmente dal settore settentrionale con fresco al mattino e relativamente caldo al pomeriggio.

A metà mese però l'anticiclone africano si è rimpadronito del bacino del Mediterraneo e per una settimana ci ha regalato l'ennesimo periodo estivo con le temperature che hanno raggiunto in pianura i 30°C con punte di 31°C a Gorizia e Monfalcone. Il passaggio da NW di una perturbazione atlantica ha spezzato questo predominio anticiclonico ed il 23 sera, con un temporale, si è chiusa definitivamente questa parentesi estiva.

Se le temperature sono rimaste nella media del periodo non possiamo dire altrettanto per quanto riguarda le precipitazioni. Infatti a Gorizia questo mese non abbiamo superato i 75 mm contro una media di quasi 200 mm. I giorni di pioggia non sono mancati, sette in totale, ma non si sono verificati rovesci intensi, caratteristica questa che ha portato settembre ad essere il mese più piovoso dell'anno. Anche nel resto della provincia gli apporti sono stati bassi e tutti comunque inferiori alle medie del periodo.

**Ottobre freddo**

Il mese di ottobre, che storicamente segna il passaggio al semestre invernale, è stato caratterizzato da una progressiva

e forte diminuzione della temperatura, specialmente nell'ultima decade, risultando così l'ottobre più freddo dal 1974, con temperature che in tutta la provincia sono scese più volte sotto lo zero. Il mese è iniziato con un tempo piuttosto perturbato anche se le piogge, per lo più deboli, non hanno portato accumuli importanti: 23 mm nel goriziano e 17 mm nel monfalconese. Successivamente l'influenza dell'anticiclone delle Azzorre ha dato il via a delle belle giornate con temperature gradevoli che durante il giorno si sono attestate vicino ai 20°C.

Decisamente più dinamica ed interessante la seconda parte del mese con l'anticiclone che, migrando sulla Scandinavia, ha favorito così la prima vera irruzione di aria fredda. La discesa di aria polare ha portato con sé oltre a buoni quantitativi di pioggia, anche le prime nevicate a quote relativamente basse ed, evento ormai raro per il mese di ottobre, anche la prima neve sopra i 1000 metri sulla Selva di Tarnova, il gruppo di montagne alle spalle di Gorizia. Notevole la

minima registrata a Gradisca il giorno 25 con -3.0°C. Gli ultimi giorni del mese hanno visto su scala europea un massiccio afflusso di aria fredda verso la Spagna ed un richiamo di aria più mite verso il bacino del Mediterraneo innescando correnti da SW e giornate con cielo coperto e piogge non intense. Le temperature piano piano sono aumentate mantenendosi però al di sotto delle medie.

**Tornano le piogge**

Dopo 11 mesi in cui le precipitazioni sono sempre state inferiori alla norma, novembre ha finalmente rotto questa serie negativa riducendo, almeno in parte, il forte deficit idrico dell'anno. Il mese si è aperto con il passaggio di un'intensa perturbazione atlantica che ha portato abbondanti precipitazioni, mediamente sono caduti in tutta la provincia 60-70 millimetri con una punta di 81.4 mm a Gradisca. Questo evento risulta l'accumulo più alto registrato in una sola giornata quest'anno. Dopo il passaggio di questo fronte il tempo è lentamente migliorato alternando gior-

nate belle a passaggi nuvolosi che però non hanno prodotto significative precipitazioni. Dopo la prima decade un'alta pressione centrata sul Baltico ha convogliato aria fredda sulla nostra regione e con tale influenza si sono registrati gli unici giorni in cui le temperature sono state di poco inferiori alle medie, anche con qualche gelata in pianura nei giorni 12 e 13. La seconda parte del mese ha visto l'affermarsi del classico tempo autunnale tipico delle nostre zone caratterizzato da una lunga serie di giornate umide con cielo prevalentemente coperto, ma con scarsi fenomeni.

Proprio negli ultimi giorni, finalmente, la pioggia è tornata a cadere abbondante con punte di 80 mm in 3 giorni a Gorizia, la quale è stata anche colpita da un forte temporale la sera del 26 con caratteristiche d'intensità pari a quelli che si verificano solo nel periodo estivo; per tutta l'ultima decade le temperature hanno continuato a mantenersi alte tanto che novembre è risultato un mese complessivamente caldo e decisamente al di sopra delle medie storiche.

A CURA DI MASSIMILIANO LOCA

Le speranze di un contributo piovoso abbondante nel mese di settembre non si sono realizzate e quindi è proseguito uno stato di siccità perdurante dall'inizio dell'anno. In verità, la somma dei giorni piovosi durante la mensilità è ammontato a 8, ma i quantitativi misurati sono risultati irrisori con un massimo di 9.6 mm caduti il giorno 9 a Pordenone.

Infatti, nei giorni a cavallo tra l'8 e l'11, si è verificato l'unico episodio di instabilità causato da una depressione che si è mossa dal Mare del Nord verso le Alpi.

In questa moderata fase di maltempo si sono misurati 21.4 mm a Pordenone - S. Valentino, 22.8 mm a Vivaro, 26 mm a San Vito al Tagliamento e 20.4 mm a Brugnera (dati OSMER).

In seguito, l'instaurarsi di un robusto anticiclone sull'Europa Centrale, ha favorito la stabilità atmosferica sulla nostra provincia e l'afflusso di correnti da Nordest in quota, calde e secche. Questa situazione, che si è prolungata per alcuni giorni, ha consentito anche un certo innalzamento dei valori termici massimi che sono arrivati a toccare i 29°C nei giorni 20 e 21 in alcune

zone della bassa pianura pordenonese. Una pausa delle condizioni anticicloniche stazionarie si è avuta il giorno 24 con il passaggio di un fronte freddo proveniente dal nord Europa che ha apportato precipitazioni cospicue anche se non uniformemente distribuite (5.8 mm a Pordenone - San Valentino, 34.8 mm a Vivaro, 29.4 mm a San Vito e 19.6 mm a Brugnera) ed un sensibile calo termico. Alla fine del mese si sono misurati a Pordenone solo 32.2 mm, contro una media storica di ben 150 mm e molto vicino al record negativo degli ultimi 50 anni verificatosi nel 1985 con appena 10.6 mm.

#### Freddo di ottobre

Fin dalla prima decade del mese, ottobre si è rivelato un mese piuttosto fresco con una temperatura media mensile rilevata a Pordenone di 11.8°C, valore ben al di sotto delle medie abituali che, nel pordenonese, sfiorano i 14°C. Tale risultato è da imputarsi alla prevalente azione di blocco anticiclonico continentale nei confronti di aria atlantica più umida, che ha cau-

sato la discesa di aria molto fredda dai quadranti orientali in due fasi ben distinte a partire dal giorno 15. Nel dettaglio, soprattutto le temperature minime hanno risentito di questo stato di cose, scendendo sotto lo zero in quasi tutte le zone della pianura pordenonese nei giorni 25 e 26 (-2.7°C a Brugnera, la minima del giorno 26).

Ottobre è stato un mese piuttosto dinamico dal punto di vista meteorologico: infatti, a Pordenone, la piovosità totale (100.2 mm), è risultata ben distribuita nell'arco di 9 giorni, anche se il valore cumulato risulta essere al di sotto delle medie di riferimento (178.1 mm).

Le più intense precipitazioni si sono registrate nei giorni 4 e 5, quando, l'arrivo di una intensa saccatura, preceduta da correnti sud-occidentali progressivamente più umide, ha apportato piogge consistenti (42.4 mm a Pordenone - S. Valentino, 43.4 mm a Vivaro, 27 mm a San Vito al Tagliamento).

#### Novembre caldo e piovoso

La caratteristica climatica più

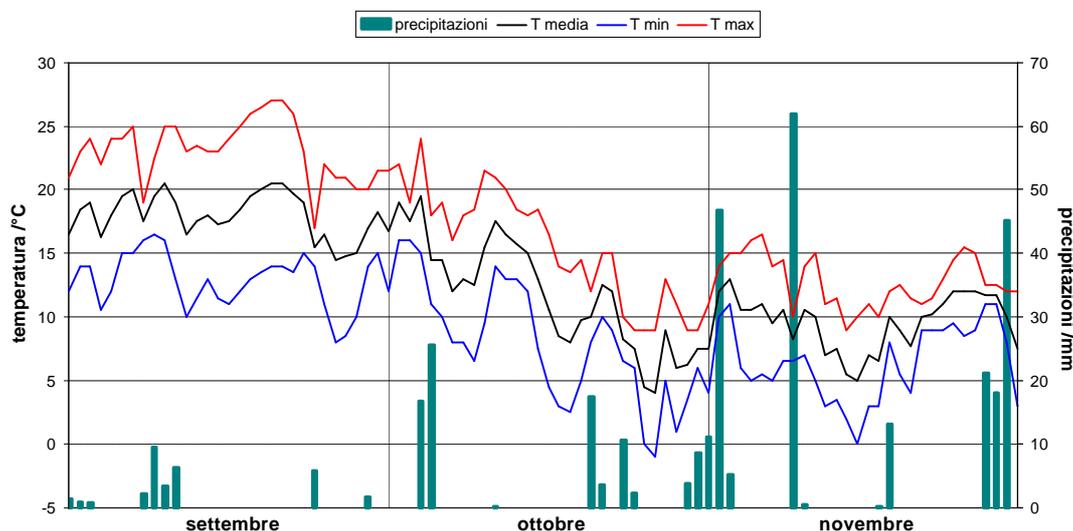
interessante da considerare in questo ultimo mese dell'autunno meteorologico è stata l'abbondanza di precipitazioni che ha relativamente migliorato la situazione di carenza idrica venutasi più volte a manifestare durante quest'anno 2003.

Le piogge, distribuitesi nell'arco di soli sette giorni, sono state causate essenzialmente da due eventi perturbanti prodotti da flussi di correnti meridionali molto umide nei bassi strati i quali hanno apportato precipitazioni molto consistenti soprattutto nelle zone delle prealpi esposte al vento.

Infatti, in molte località della Valcellina e della Valtramontina, si sono superati i 200 mm di acqua caduta nelle 24 ore il giorno 8, quando siamo stati investiti da una massa d'aria fredda a tutte le quote che ha richiamato forti correnti sciroccali al suolo.

Anche in pianura sono caduti cospicui quantitativi d'acqua come i 62.4 mm di Pordenone - S. Valentino, i 72.6 mm di Vivaro e i 51.2 mm di Brugnera. Si tratta di valori comunque lontani rispetto ai dati dello scorso anno quando si verificò la nota e drammatica alluvione che interessò molti comuni della pianura pordenonese, in particolare il capoluogo. Verso la fine del mese, una depressione mediterranea ha favorito nuovamente abbondanti precipitazioni nei giorni 26, 27, 28: sono caduti infatti ben 84.4 mm a Pordenone - S. Valentino che hanno fatto salire il dato cumulato mensile a 212.2 mm, 50 mm al di sopra delle medie di riferimento. Per tali motivi, anche il valore della temperatura media mensile ha risentito della prevalenza di correnti meridionali caldo-umide risultando piuttosto elevato per quanto riguarda Pordenone: 9.6°C, cioè 1°C esatto superiore alle medie del periodo.

Riassunto Stazione Meteo PN-S.Valentino: AUTUNNO 2003



Dati gentilmente forniti dalla stazione meteorologica di PORDENONE - S. VALENTINO

PROVINCIA DI TRIESTE

Osservazioni e commenti sull'andamento stagionale

A CURA DI FRANCO STRAVISI

**Autunno relativamente normale**

Vediamo alcuni dati riferiti all'autunno 2003, registrati presso la stazione meteorologica di Trieste del Dipartimento di Scienze della Terra. La tabella riporta i valori mensili medi ed estremi della temperatura dell'aria, le differenze dalla temperatura media dell'ultimo decennio normale (1991-2000), i totali delle precipitazioni ed i rapporti percentuali con i corrispondenti totali 1991-2000, la velocità media e le massime raffiche del vento con la relativa direzione di provenienza.

L'autunno 2003 ha avuto una temperatura media di 15.2°C: è stato relativamente fresco (-0.4°C) rispetto al decennio 1991-2000, normale se confrontato con la media del secolo scorso (1901-2000: 15.1°C).

Particolarmente fresco il mese di ottobre, come non si verificava da quasi trent'anni (11.0°C la temperatura media del mese di ottobre 1974); una minima inferiore si è verificata però nell'ottobre 1997 (3.4°C il giorno 28).

Abbastanza normale anche il totale stagionale delle precipi-

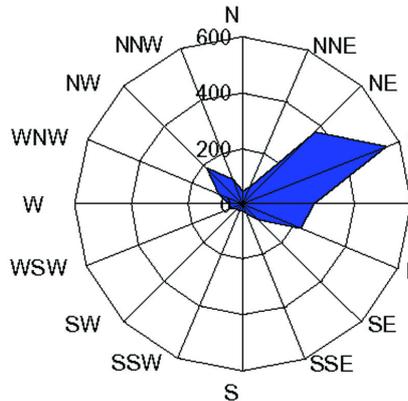
zioni (339.8 mm), che possiamo confrontare con il totale autunnale medio 1841-2000 (345.1 mm), 1901-2000 (320.9 mm) e 1991-2000 (387.7 mm). Precipitazioni forti sono state registrate il 1° novembre (49.7 mm), il 26 novembre (48.2 mm), il 17 novembre (33.5 mm) ed il

20 ottobre (31.6 mm).

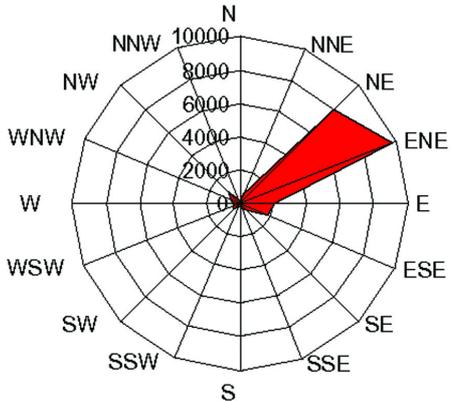
I due grafici polari riportano le distribuzioni della durata in ore e del percorso in chilometri del vento in funzione della direzione di provenienza. Presenti le brezze di mare e di terra e la Bora, che ha raggiunto la massima raffica di 32 m/s il 7 novembre.

Nella tabellina seguente riportiamo anche i dati relativi all'eliofania.

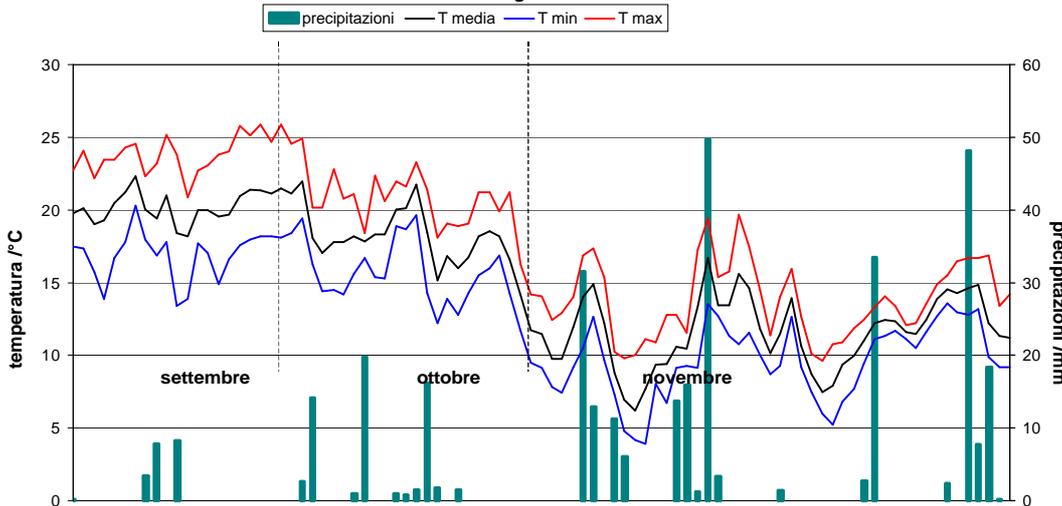
Trieste: AUTUNNO 2003  
durata del vento in ore



Trieste: AUTUNNO 2003  
percorso del vento in chilometri



Riassunto stazione meteorologica di TRIESTE: AUTUNNO 2003



Trieste DST 2003	eliofania (ore)	ore di luce	% eliofania
SET	236.7	372.04	64%
OTT	134.4	334.63	40%
NOV	99.0	280.46	35%
autunno	470.1	987.13	48%

Il grafico finale, che illustra l'andamento stagionale dei valori giornalieri della temperatura (media, minima e massima) e delle precipitazioni permette un facile confronto con le altre stazioni regionali.

Informazioni relative alla stazione meteorologica di Trieste e agli strumenti in uso, dati e grafici mensili si trovano nella pagina web:

[http://www.dst.units.it/OM/OM\\_TS.html](http://www.dst.units.it/OM/OM_TS.html)

Trieste DST 2003	TEMPERATURA						PRECIPITAZIONI		VENTO		
	media °C	diff. °C	min °C	data	max °C	data	totali mm	rapp. %	media m/s	max m/s	data
SET	19.8	-0.5	13.4	11	25.9	19	57.0	50	3.21	30 NE	24
OTT	13.8	-1.9	3.9	26	23.3	4	115.4	78	3.80	28 ENE	15
NOV	12.2	+1.2	5.2	13	19.7	4	167.4	132	2.96	32 NE	7
autunno	15.2	-0.4	3.9		25.9		339.8	88	3.33	32 NE	

A CURA DI PIERO CICUTTINI, MARCO VIRGLIO

Dopo l'estate dei record era lecito attendersi una compensazione del deficit pluviometrico nella stagione autunnale.

Molto si è elucubrato sul riscaldamento del mare e sui possibili forti contrasti termici che si sarebbero potuti realizzare sul bacino mediterraneo. In qualche caso ci si è lanciati in funeste profezie alluvionali. Alla fine della fiera la freddezza contabilità statistica riporta considerazioni molto più "normali".

L'autunno 2003 è stato infatti lievemente più freddo e lievemente meno piovoso della media storica. Il mese di settembre, ed in particolare il mese di ottobre, sono stati freddi e relativamente secchi, mentre novembre è stato mite e piovoso.

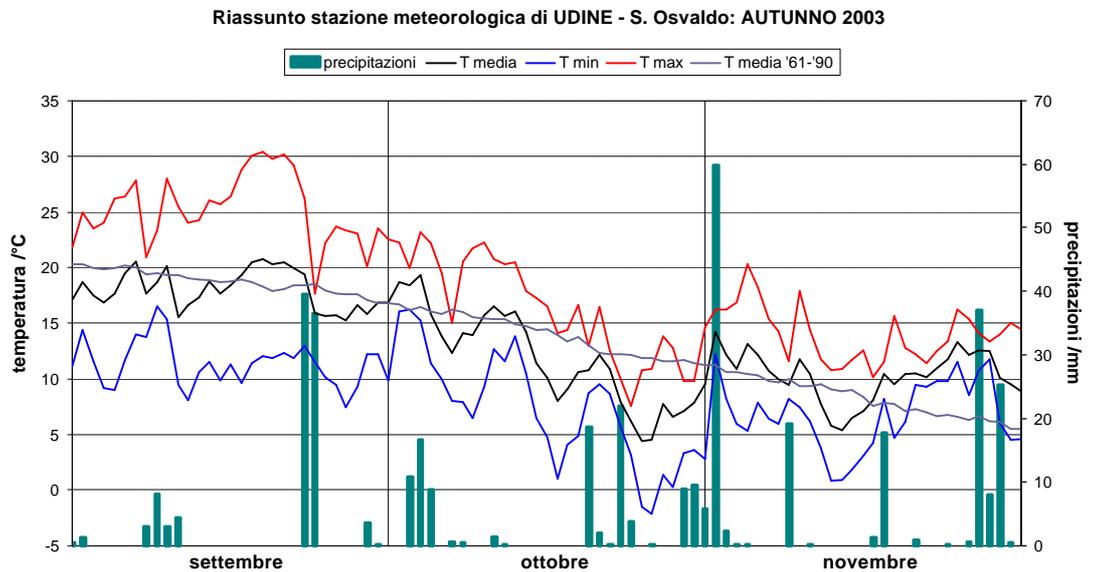
L'unica fase realmente interessante di questa stagione autunnale l'abbiamo vissuta nell'ultima decade di ottobre e ha riguardato principalmente il fattore termico. Il grafico è eloquente in questo senso e mostra, nella fase acuta dell'evento, una temperatura media di ben 7.4°C inferiore alla media trentennale.

Un bel dato, non c'è che dire, soprattutto in considerazione del fatto che è stato registrato il giorno 26 ottobre, poche ore prima che si aprissero i lavori del Terzo Convegno regionale degli Appassionati di Meteorologia. Un segno del destino?

Sulla base di quanto riassunto, andiamo rapidamente a conoscere quali sono stati i tratti salienti che hanno contraddistinto quest'autunno 2003. Lo facciamo con le consuete puntuali note del nostro Piero Cicuttini.

#### Settembre fresco e secco

Il mese di settembre 2003 è stato fresco e relativamente secco. Le correnti in quota, fin dai primi giorni del mese, si sono disposte da Nordovest facendo



Dati gentilmente forniti da ARPA-FVG OSMER (Osservatorio Meteorologico Regionale)

Udine 2003	TEMPERATURE MEDIE						PRECIPITAZIONI	
	min °C	diff. 61/90 °C	max °C	diff. 61/90 °C	media °C	diff. 61/90 °C	totali mm	diff. 61/90 mm
<b>SET</b>	11.4	-2.0	25.2	+1.0	18.0	-0.8	100.2	-26.8
<b>OTT</b>	7.2	-1.7	16.4	-2.7	11.8	-2.2	110.0	-21.1
<b>NOV</b>	6.8	+2.6	14.1	+1.8	10.3	+2.1	173.4	+30.0
<b>autunno</b>	8.4	-0.5	18.6	+0.1	13.4	-0.3	383.6	-17.9

Raffronto parametri medi autunno 2003 - media anni 1961-1990 (dati Idrografico)

affluire sulla nostra regione masse d'aria relativamente fredde e stabili. Il cielo, sereno o poco nuvoloso per gran parte del mese, ha generato una notevole escursione termica giornaliera ed un forte irraggiamento notturno (la temperatura media minima è stata nettamente inferiore alla media).

L'unico evento perturbato, intenso ma breve, si è verificato tra i giorni 23 e 24, preceduto da un temporaneo promontorio anticiclonico di matrice africana che ha fatto aumentare notevolmente le temperature massime (tra i giorni 15 e 22).

#### Ottobre da brividi

Il mese di ottobre 2003 è stato freddo e relativamente secco. La prima parte del mese ha fatto registrare una temperatura in

linea con la media del periodo e scarse precipitazioni.

A partire dal giorno 13 le correnti si sono disposte dai quadranti orientali divenendo via via più fredde. Sul Mediterraneo si è formata una vasta area depressionaria che in più occasioni ha sospinto verso la nostra regione impulsi perturbati.

Nei giorni 23 e 24 il contrasto tra l'aria fredda continentale presente al suolo ed il richiamo caldo in quota ha provocato copiose nevicate fino a quote basse (550-600 metri).

Il ristagno dell'aria fredda nei bassi strati ed il temporaneo miglioramento del tempo hanno consentito alla temperatura minima di scendere sotto lo zero nei giorni 25 e 26 (negli ultimi 25 anni l'evento si era verificato solo nel 1991, nel 1994 e nel 1997).

#### Novembre mite e piovoso

Il mese di novembre 2003 è stato mite e piovoso. La prima parte del mese ha fatto registrare una temperatura in linea (o di poco superiore) con la media del periodo e scarse precipitazioni, se si esclude il giorno 1.

La seconda parte invece è stata molto calda e decisamente umida, in gran parte dominata dalle correnti sud-occidentali che hanno pilotato sulla nostra regione diverse perturbazioni. La più intensa di queste ha interessato pesantemente il cividalese nei giorni 26-28 provocando intense piogge (dalle ore 7 del 26/11 alle ore 17 del 28/11 sono caduti 119.4 mm dei quali 56.8 mm tra le ore 16 e le 24 del 26 a causa di ben 3 temporali consecutivi).

## LA GUTTAZIONE

*Un singolare fenomeno di vitale importanza per i vegetali*

A CURA DI ELIO POLLI

Nel corso di salutari escursioni effettuate nell'ambiente montano o sull'altipiano carsico triestino, soprattutto se affrontate in giornate con mattinate fresche in cui l'umidità relativa dell'aria risulta molto elevata, all'attento occhio indagatore del naturalista non saranno sfuggite le goccioline d'acqua che sogliono depositarsi sui margini delle lamine fogliari di varie piante dello strato erbaceo. Si tratta del singolare fenomeno della guttazione (dal latino *gutta*=goccia) che consiste nell'emissione, da parte delle piante, dell'eccesso di acqua sotto forma liquida.

Si ricorda che l'acqua della superficie terrestre evapora continuamente, diffondendosi nell'atmosfera sotto forma di vapore acqueo. La quantità di questo gas contenuto nell'aria varia in media dall'1 al 5% del volume totale, in rapporto alle condizioni termiche dell'ambiente considerato. Inoltre la quantità d'acqua che evapora nell'atmosfera aumenta con la temperatura ma, per una data temperatura, non può oltrepassare un certo massimo, in quanto il vapore acqueo in eccesso si condenserebbe in acqua. Quando l'aria contiene questa massima quantità di vapore si dice che è saturata.

Ed in effetti la guttazione ha luogo quando le condizioni ambientali sono tali per cui l'eliminazione dell'acqua in sovrabbondanza non può avvenire, come di norma, allo stato di vapore per mezzo della traspirazione.

Il fenomeno della traspirazione è veramente imponente. Nella stagione estiva, una pianta di mais (*Zea mays*, dal greco *zeià*, termine con il quale i Greci indicavano una specie di frumento ed altre *Graminaceae* a frutti commestibili) ad esempio, è in grado di traspirare 200 l di acqua; un albero, una quantità

50 volte maggiore. E' di conseguenza ben comprensibile come un bosco di ampie dimensioni possa modificare il clima locale, dando origine ad ambienti differenziati per umidità relativa, oltre che per temperatura e ventilazione. Ogni organo della pianta traspira ma sono in particolare le foglie, organi laminari per eccellenza, ad emettere vapore. I fattori che assecondano l'evaporazione sono l'ampiezza della superficie, la temperatura elevata, l'aria secca e la ventilazione. Un sistema radicale per diminuire la traspirazione è quello di sopprimere le foglie: lo hanno realizzato, ad esempio, il Citiso raggiante e l'Efedra; infatti i loro steli verdi compiono la funzione delle foglie.

Ma l'eliminazione dell'acqua può anche essere ostacolata dalla bassa temperatura che le impedisce di evaporare. L'acqua portata nei vasi passa così all'esterno attraverso particolari organi escretori, gli stomi acquiferi. Più in particolare, l'acqua invade l'epitima, un tessuto costituito da piccole cellule a pareti sottili in cui gli spazi intercellulari si riempiono di liquido, e si riversa all'esterno attraverso specifiche ghiandole situate al termine dei tessuti vascolari, dette idatodi o stomi acquiferi.

La quantità d'acqua così emessa non è notevole, ed è trascurabile se rapportata a quella prodotta dalla traspirazione, eccetto che in alcune piante tropicali.

Normalmente il liquido emesso per guttazione è acqua pura; ma, nelle piante che si sviluppano in ambienti fortemente salini o anche su rupi a carattere calcareo, assieme all'acqua vengono escreti anche sali minerali. In questo caso, con l'evaporazione dell'acqua emessa per guttazione, le foglie appaiono più o meno abbondantemente incrostate. Nelle specie proprie di luoghi



FIGURA 1: Il fenomeno della guttazione

salsi marini le incrostazioni sono normalmente di cloruro di sodio, in quelle di siti rocciosi, come ad esempio nelle *Sassifragaceae*, esse sono di calcare (carbonato di calcio). A volte l'acqua di guttazione può contenere zuccheri o sali diversi (nitrati) ed anche amminoacidi oltre ad altri soluti. Con la guttazione possono, a volte, venire emesse delle secrezioni di sostanze tossiche.

Nelle regioni temperate, questo trasudamento d'acqua è agevolmente osservabile nelle foglie di piante erbacee, nel corso della stagione primaverile, quando a notti relativamente fredde succedono giornate calde.

Talvolta le goccioline di guttazione possono essere scambiate per depositi di rugiada: solo la loro posizione sulle foglie consente di decidere con certezza la natura del fenomeno. Inoltre, le goccioline di guttazione si succedono ad intervalli regolari se il fenomeno è al massimo dell'intensità. Con il prosciugarsi della goccia rimane a volte un residuo salino che determina un incrostamento sullo stoma acquifero.

La guttazione si nota molto bene sui margini fogliari del genere *Alchemilla* (Ventagliana,

Piede di leone o Erba stella), complessa entità appartenente alla famiglia delle *Rosaceae*, il cui nome deriva dall'arabo *alkemelych*=alchimia.

Il fenomeno della guttazione può pure presentarsi nei Funghi. Ad esempio nel genere *Pilolobus* si nota l'emissione di sostanze zuccherine ed acidi organici (acido ossalico). In *Penicillium* il feltro miceliare appare talora cosparso di abbondanti goccioline che, all'analisi, mettono in evidenza la presenza di sostanze cataboliche che inibiscono lo sviluppo del micelio, e che possono essere tossiche in varia misura. La guttazione, in questo caso, sembra essere legata al processo di eliminazione, quasi come un emuntorio, con capacità di escrezione dei prodotti di rifiuto. Il meccanismo della guttazione nei Funghi e nelle Piante superiori non avviene con le stesse modalità. Infatti, mentre nei primi si ammette una secrezione diretta da parte delle ife per via osmotica, nelle seconde esiste una stretta dipendenza delle vie acquifere con l'emissione di acqua sotto forma di minute goccioline.

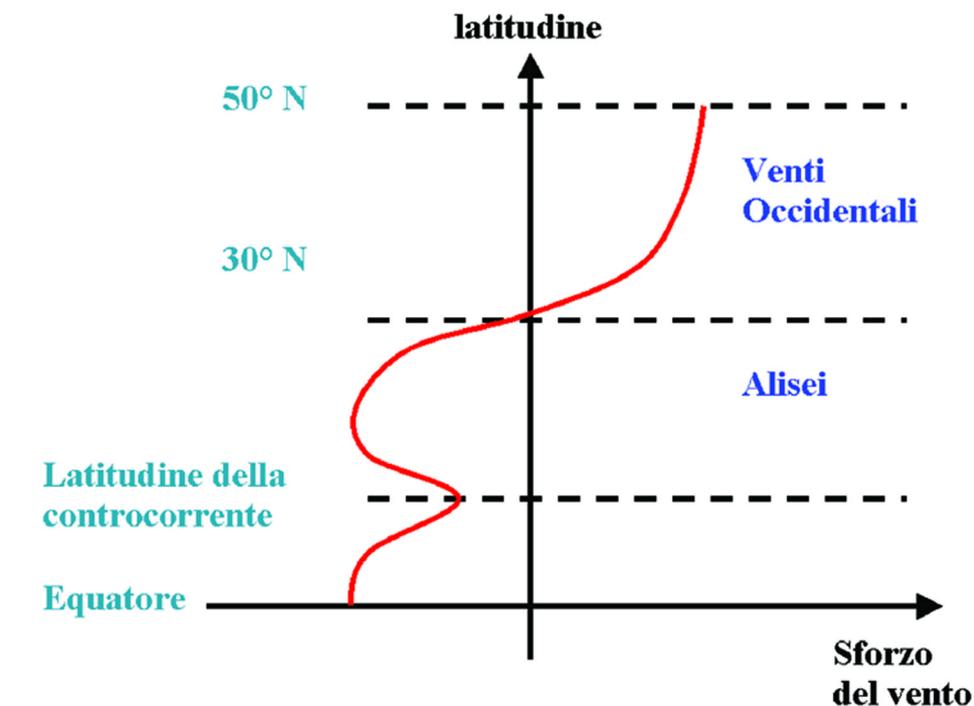
A CURA DI DI FULVIO CRISCIANI (ISMAR-CNR, SEZIONE DI TRIESTE)

Accolgo volentieri l'invito della Redazione di Meteorologica a scrivere due articoli divulgativi sull'Oceanografia fisica.

L'Oceanografia fisica è una scienza sorprendentemente giovane se confrontata sia con la Navigazione che con la Fisica dei fluidi. Non sono esperto della prima, ma credo che essa risalga a millenni addietro; la seconda stabili fondamenti scientifici moderni già nella prima metà dell'Ottocento eppure il loro incontro ebbe luogo solamente all'inizio del secolo scorso: come mai questo ritardo? L'uomo è, in realtà, un osservatore assai poco privilegiato per cogliere molti aspetti essenziali della dinamica marina. Ad esempio, durante la navigazione è facile constatare (o almeno immaginare) l'interazione vento-onde ma sfugge l'effetto dell'accelerazione di Coriolis sulle correnti.

Analogamente, il galleggiamento di un'imbarcazione coinvolge in modo preferenziale la direzione "verticale" rispetto a quella "orizzontale". E' meno spontaneo tenere conto della variazione orizzontale in fase di navigazione di superficie piuttosto che del galleggiamento.

Sull'altro versante, la Fluidodinamica prestò interesse ai moti di corpi solidi nei fluidi, ad esempio nella progettazione di scafi o di ali, e dei fluidi nelle condutture, ad esempio nei problemi idraulici e fluviali, ma lo studio dell'evoluzione spaziotemporale di un esteso e sottile strato di fluido (il corpo d'acqua oceanico) trattenuto per gravità su di un corpo sferico e rotante (la Terra) non apparve particolarmente urgente, o forse interessante, fino allo scorso secolo. Ciò che di solito vince la distrazione o il disinteresse è la presenza di fenomeni contro-intuitivi che invece stimolano il desiderio di comprendere: fortunatamente,



In Oceanografia, per sforzo del vento, detto più comunemente *wind-stress* si intende la pressione che il moto orizzontale della bassa atmosfera esercita tangenzialmente sulla superficie marina (la pressione che l'atmosfera esercita invece perpendicolarmente alla superficie marina è quella barometrica, di origine idrostatica). Lo sforzo è quadratico nella velocità del vento, rilevato convenzionalmente alla quota di 10 m dalla superficie marina. Alla scala di bacino, e cioè su distanze dell'ordine di 1000 Km, tale velocità risulta variabile prevalentemente in latitudine: è positiva se il vento spira da W verso E; è negativa nel caso opposto. L'andamento qualitativo del *wind-stress* alle basse e medie latitudini dell'emisfero Nord è rappresentato dalla figura allegata.

questa situazione si verificò in più circostanze anche nel settore oceanografico. Vediamo alcuni casi che hanno fatto la storia dell'Oceanografia fisica, prescindendo naturalmente da tutto l'armamentario teorico-matematico e strumentale che sarebbe necessario per una discussione più dettagliata. Il caso probabilmente più famoso riguarda un'osservazione fatta dall'esploratore norvegese, e grande esperto di sci (vi meravigliate?) Fridtjof Nansen negli anni dal 1893-1896. Egli, inaspettatamente, constatò *de visu*, a bordo della nave da ricerca Fram, come le traiettorie degli *icebergs* dell'Oceano Artico non fossero allineate con la direzione

del vento bensì deviassero verso destra rispetto al vento di un angolo compreso fra 20 e 40 gradi. Su suggerimento di Nansen, il fisico svedese Vagn Walfrid Ekman studiò teoricamente il problema già nella sua tesi di dottorato, nel 1902, gettando le basi di uno dei più importanti aspetti della dinamica dell'oceano. Il modello di Ekman consiste in un bilancio fra attrito, sforzo del vento e accelerazione di Coriolis che permette di ricavare la struttura spaziale della corrente marina fino alla profondità di una cinquantina di metri. In particolare, l'orientazione della corrente marina superficiale prevista dal modello, e che nella realtà è responsabile

del moto degli *icebergs*, si presenta in accordo qualitativo con le osservazioni eseguite da Nansen. Se dal modello fosse eliminata l'accelerazione di Coriolis non sarebbe più possibile riprodurre, cioè ottenere matematicamente, la deviazione osservata e ciò illustra il ruolo fondamentale di questa accelerazione, poco rilevabile alla scala umana, nella comprensione della fenomenologia. Per finire desidero sottolineare che, dal punto di vista formale, il modello è alquanto semplice anche per la Dinamica dei fluidi del tempo. Un altro fatto contro-intuitivo è che, entro una stretta

Segue a pag. 12 >>

## Didattica dell'Oceanografia fisica

*Segue da pagina 11*

A CURA DI DI FULVIO CRISCIANI (ISMAR-CNR, SEZIONE DI TRIESTE)

banda latitudinale compresa fra 2 e 15 gradi Nord, si osserva, sia nel Pacifico che nell'Atlantico, la presenza di una corrente marina verso Est al di sopra della quale spira un vento antiparallelo alla corrente.

Fu proprio lo studio di questo apparente paradosso che portò, nel 1947, il meteorologo ed oceanografo norvegese Harald Ulrik Sverdrup a formulare il bilancio dinamico che porta il suo nome. Il punto chiave del bilancio di Sverdrup è che, sulla scala del migliaio di chilometri, la causa meccanica del trasporto non è lo sforzo del vento (Occidentali ed Alisei, a seconda della latitudine) direttamente applicato alla superficie marina (come invece accade, ad esempio, nel fenomeno dell'acqua alta a Venezia) bensì il profilo spaziale dello sforzo al variare della latitudine, fatto del tutto inaspettato fino ai tempi di Sverdrup. Solo fra 2 e 15 gradi Nord, non altrove sul Globo, l'andamento dello sforzo del vento con la latitudine è appunto tale da invertire il verso del vento rispetto a quello della corrente marina sottostante.

Nato per rendere ragione di un fenomeno alquanto localizzato (in latitudine), il bilancio di Sverdrup ben presto si rivelò adatto ad essere applicato all'intero oceano planetario, a prescindere dalla corrente circumpolare antartica, fornendo le traiettorie del trasporto a grande scala, a sufficiente distanza dalle coste occidentali (vedi seguito).

E' storicamente curioso il fatto che Sverdrup abbia ignorato il modello di Ekman nella deduzione originale dell'omonimo bilancio. In termini molto schematici, accade che il ramo del trasporto non governato dal bilancio di Sverdrup sia invece sede della corrente intensificata, e diretta verso Nord nel nostro

emisfero, che è presente sul versante occidentale di ogni bacino oceanico (la Corrente del Golfo è senz'altro l'esempio più noto).

Questa vistosa ed apparentemente ingiustificata asimmetria di tutti i grandi "vortici" che formano la circolazione superficiale e subsuperficiale di ogni bacino oceanico era nota da secoli ma priva di spiegazione fino al 1948. In quell'anno il più grande oceanografo di tutti i tempi, l'americano di origine tedesca Henry Stommel, mai laureato ma con tre PhD ad honorem, professore al MIT e teologo mancato (continue a meravigliarvi?) propose un geniale completamento dinamico del bilancio di Sverdrup, bilancio che in realtà egli ignorava (!), tale da renderlo valido in qualunque regione dell'oceano. Il modello di Stommel contiene tre termini, diciamo  $A+B+C=0$ , ed è tale che lontano dalla costa occidentale esso si semplifica in  $A+B=0$ , riproducendo proprio il bilancio di Sverdrup mentre in prossimità della costa occidentale prende la forma  $A+C=0$ , riproducendo invece la corrente intensificata di non più misteriosa origine. Il restante caso  $B+C=0$  sarebbe fisicamente realizzabile solamente su una Terra piatta, benchè rotante. Oltre ai due termini di Sverdrup, è presente anche un terzo termine, di tipo dissipativo, che ha l'importante funzione di produrre delle traiettorie chiuse e quindi sede di una circolazione stazionaria.

Il modello di Stommel è il prototipo di tutti i modelli di circolazione generale dell'oceano che si sono succeduti nel corso di ben cinquantacinque anni...

*Arrivederci alla prossima puntata!*

## MAIL BOX



Scrivi a

**Segreteria di Redazione  
METEOROLOGICA**  
Bollettino dell'UM-FVG  
Unione Meteorologica del Friuli Venezia Giulia  
Via Tavieles n. 6/2  
33047 Remanzacco (UD)  
E-mail: dario.giaiotti@osmer.fvg.it

### A CURA DELLA SEGRETERIA DI REDAZIONE

In questo numero pubblichiamo 3 fotografie inviate dai soci dell'UM-FVG alla mailing list, immagini che sono testimonianza di un mese di ottobre 2003 decisamente freddo.



5 Ottobre 2003, prima neve vista da località Braida di Comeglians (UD), Angelo Tavoschi



Mattina del 25 ottobre 2003 in Val Saisera presso Tarvisio (UD), Rudy Gratton



25 ottobre 2003, effetti di un temporale di neve tra Trieste e Rijeka (SLO), Stefano Zeraushek