



L'ENERGIA CHE TI ASCOLTA.

*Divisione Generazione ed  
Energy Management  
Area di Business Termoelettrica  
PCA/U.B. Fusina*

*D.5*

## **RELAZIONE TECNICA SU DATI METEO CLIMATICI**

**Estratto Rapporto CESI A5025876  
relativo alla caratterizzazione meteo climatica  
per la Centrale ad Idrogeno di Fusina  
(maggio 2005)**

**e**

**Presentazione rilevamenti anno 2005  
RRQA dell'Ente Zona Industriale di Venezia  
(febbraio 2006)**

**(presentazione allegata in cartella D6)**

### Indice

#### 4.2 Atmosfera

##### 4.2.1 Caratterizzazione meteorologica

#### Indice delle tabelle

Tabella 4.2.1—1: Temperature medie mensili ed annue (Mennella)

Tabella 4.2.1—2: Temperature medie mensili ed annue (dati rete locale di Centrale)

Tabella 4.2.1—3: Distribuzione stagionale delle piogge per le diverse sezioni del Compartimento Climatico dell'Adriatico Settentrionale (Mennella)

Tabella 4.2.1—4: Distribuzione stagionale delle piogge (dati rete locale di Centrale)

Tabella 4.2.1—5: Medie mensili ed annuali delle piogge (dati rete locale di Centrale)

Tabella 4.2.1—6: Medie mensili ed annuali dell'umidità relativa (dati rete locale di Centrale)

Tabella 4.2.1—7: Distribuzione mensile e annua delle Classi di stabilità atmosferica (dati rete locale di Centrale)

#### Indice delle figure

Figura 4.2.1-1: Condizioni termoigrometriche critiche (dati rete locale di Centrale)

Figura 4.2.1-2: Rosa del vento annuale - Stazioni al suolo Aeronautica Militare – SMAM

Figura 4.2.1-3: Rosa del vento annuale - Centrale di Fusina

Figura 4.2.1-4: Rosa del vento stagionale (primavera – estate – autunno – inverno) - Centrale di Fusina

## **4.2 Atmosfera**

.....

### **4.2.1 Caratterizzazione meteoclimatica**

Al fine di una corretta interpretazione della distribuzione spaziale e dell'andamento temporale delle concentrazioni rilevate sul territorio in esame, è necessario effettuare a monte una descrizione delle caratteristiche climatiche dell'area, considerando sia la circolazione a scala sinottica sia l'evoluzione a scala locale delle principali grandezze meteorologiche nel corso dei diversi periodi dell'anno.

L'analisi climatologica di un sito generalmente viene condotta prendendo in esame le caratteristiche orografiche e morfologiche dell'area e le statistiche di lungo periodo ricavate dalle stazioni presenti sul territorio, sia a scala regionale che locale. Il periodo di riferimento deve essere scelto in funzione degli obiettivi dello studio; l'Organizzazione Meteorologica Mondiale per le analisi climatiche, consiglia di utilizzare il periodo normale riferito all'ultimo trentennio di osservazioni, comunque serie storiche a partire da tre – cinque anni di osservazioni meteorologiche possono già fornire indicazioni rappresentative del sito.

La classificazione delle strutture circolatorie a scala sinottica, che possono interessare una certa area, e il loro legame con la configurazione meteorologica rilevata, a scala locale, negli strati prossimi al suolo, ha un duplice scopo:

- permette di definire i lineamenti dei parametri che costituiscono la base descrittiva generale per la tipologia territoriale includente anche l'area specifica;
- permette di individuare i regimi micrometeorologici prevalenti che caratterizzano la distribuzione delle concentrazioni in aria degli inquinanti.

Nel presente studio le informazioni per la definizione del carattere climatologico vengono ricavate dalla raccolta "Il clima di Italia" (Mennella, 1973) viene presentata la climatologia dinamica dei diversi compartimenti climatici con i quali viene suddivisa la penisola italiana. Le serie storiche dei dati presi in esame in tale lavoro hanno diverse fonti: l'Istituto di fisica dell'Atmosfera del C.N.R., il Servizio Meteorologico dell'Aeronautica, il Servizio Idrografico del Ministero dei Lavori Pubblici e quello della Marina, ecc.

Nel panorama nazionale un sicuro ulteriore riferimento è costituito dalle osservazioni effettuate ogni tre ore (SYNOP) dal Servizio Meteorologico dell'Aeronautica Militare (SMAM). La sintesi delle elaborazioni statistiche, frutto di un lavoro congiunto ENEL-SMAM (1991), è stata pubblicata nella raccolta "Caratteristiche diffuse dei bassi strati dell'atmosfera".

La classificazione delle strutture circolatorie che determinano le condizioni meteorologiche locali dell'area in esame è ricavata da uno studio (Borghi S., 1986) inerente l'influenza della circolazione atmosferica alla scala nord – europea e nord italiana sulle condizioni meteorologiche osservate sul Veneto.

La caratterizzazione locale della meteorologia infine è resa possibile mediante l'utilizzo dei dati registrati dal sistema integrato della Rete di Monitoraggio Meteorologica della Centrale di Fusina, per il periodo 2000 – 2004.

#### **4.2.1.1 Caratteri generali**

L'Italia, compresa tra i 37° e 47° di latitudine Nord, rientra nell'area dei suddetti climi temperati indicati

come di tipo C nell'ambito della suddivisione dei climi su scala mondiale delineata nel 1931 dal meteorologo e geofisico Köppen (Pinna, 1978), considerata come una delle più coerenti e particolareggiate classificazioni climatiche tra quelle finora proposte.

Il geografo M. Pinna (Mennella, 1973) allo scopo di adottare una classificazione sufficientemente corretta e adatta alle condizioni proprie del territorio italiano, di estensione limitata ma comprendente un'ampia classe di climi temperati, in occasione della rassegna dei dati termici relativi al trentennio 1926-1955, curata dal 1966 al 1969 dal Servizio Idrografico, ha proceduto all'inquadramento dei climi italiani in una suddivisione più significativa e basata sull'analisi del regime termico dell'Italia, cioè sull'analisi della temperatura media annua, sulla temperatura dei mesi estremi e sui valori dell'escursione.

L'orografia e l'altitudine risultano essere tra i parametri climatici più efficienti che giustificano la frequenza dei fenomeni nelle diverse località e i limiti del loro campo di variazione entro congrui periodi di tempo. La climatologia dinamica, basata sull'analisi di questi fattori, considerando il tipo e la frequenza delle masse d'aria, integra quella statica o classica e, con dati concreti e utilizzabili, riesce a rendere l'aspetto fondamentale delle principali manifestazioni meteorologiche in ciascuna zona.

Sulla base di tali fattori climatici l'integrazione della classificazione delineata da Pinna ha permesso al Mennella di prospettare una più completa classificazione dei climi italiani (Mennella, 1973). Tale classificazione dinamica suddivide il territorio della Penisola Italiana in 15 Compartimenti che individuano insiemi di territori, più o meno vasti o circoscritti, caratterizzati da un complesso di caratteristiche climatiche sostanzialmente omogenee e, comunque, abbastanza ben definite.

L'area oggetto dello studio è situato all'interno del sito dell'impianto termoelettrico di Fusina, a sud della Zona Industriale di Porto Marghera e ad est di Venezia, nella sezione centrale della gronda lagunare. La varietà degli aspetti fisici che caratterizzano la Regione Veneto ne conferiscono la singolare prerogativa di annoverare tutte le varietà dei climi italiani, da quelli temperati caldi (tipici della fascia costiera) a quelli freddi (per le aree montane, collinari e di pianura) e sino ai rigidi (per alcune aree montane settentrionali), e ciò soprattutto per l'effetto combinato del mare e dell'altitudine.

Secondo lo schema quantitativo di classificazione climatica a livello mondiale delineata dal Köppen (1936 – Pinna, 1978) e applicato dal Pinna per il territorio italiano, che si basa esclusivamente sullo studio statistico del regime termico, emerge che nella fascia costiera veneta prevale il clima temperato sub-continentale le cui caratteristiche termiche possono essere sintetizzate nei seguenti punti:

- temperatura media annua compresa tra 10°C e 14.4 °C;
- temperatura media del mese più freddo compresa tra -1 °C e 3.9 °C;
- da uno a tre mesi con temperatura media maggiore dei 20 °C;
- escursione annua superiore a 19 °C.

Tra i fattori che influiscono la caratterizzazione del tipo o sottotipo di clima figurano, oltre all'altitudine e all'orografia, anche l'esposizione e l'ubicazione delle località rispetto al complesso del rilievo circostante. A scala geografica relativamente ampia infatti, la collocazione a ridosso del versante interno delle Alpi Orientali fa sì che il clima del Veneto sia generalmente più freddo delle altre regioni italiane, a parte il Friuli Venezia Giulia. Tale caratteristica è imputabile soprattutto al fatto che il settore orientale dell'arco alpino è il

più basso di tutta la catena montuosa, e offre quindi minore protezione rispetto al resto delle Alpi nei confronti degli afflussi da nord-ovest di aria polare marittima di origine atlantica, frequenti durante la stagione fredda; ciò si verifica in circa il 20% delle situazioni a grande scala (Borghi, 1986). Il Veneto inoltre, in quanto sprovvisto di barriere sul lato orientale e aperto sull'Alto Adriatico, è scarsamente protetto anche dagli afflussi di aria polare o artica proveniente da est o nord-est.

Nella più particolareggiata classificazione dei climi italiani, condotta dal Mennella, le caratteristiche climatiche del sito oggetto dello studio, specie per gli effetti termici, appartiene al Compartimento Climatico dell'Adriatico Settentrionale, tipico della vasta fascia costiera adriatica che si estende da Trieste a Rimini.

Da un punto di vista dinamico, il territorio veneto, rappresenta una importante area di convergenza e smistamento delle masse d'aria che provengono da varie direzioni, come dall'Atlantico, dal Mediterraneo, dall'Europa settentrionale a da quella centro-orientale (Borghi S., 1986). Gli scambi tra queste masse d'aria, di origine marittima o continentale, secche o umide, fredde o temperate, si verificano per lo più nel senso dei meridiani determinando perciò una continua alternanza di tipi di tempo più o meno differenti. Le circolazioni delle masse d'aria a scala sinottica che coinvolgono in maniera diretta gli strati atmosferici sovrastanti la regione in esame, possono venire sintetizzate nei seguenti tipi fondamentali:

- espansione dell'anticiclone nord-atlantico delle Azzorre che, nell'area in esame, si manifesta con afflusso da nord di aria piuttosto fresca o temperata, che può persistere anche per alcuni giorni, e induce situazioni estive di tempo buono;
- irruzioni di masse d'aria continentali dell'anticiclone dell'Europa centro-orientale; tali perturbazioni, che abbassano notevolmente le temperature, inducono situazioni invernali di tempo buono;
- flussi di aria calda e umida associati al ciclone del Centro Atlantico frequenti durante l'intero semestre invernale e che portano tempo perturbato;
- afflusso di masse d'aria fredda di origine atlantica che, verso la fine dell'inverno e durante la primavera, determinano le così dette depressioni sottovento dovute all'effetto di barriera esercitato dalle Alpi.

In generale la pianura veneta è esposta a venti da est e da nord-est (bora) e a quelli del II quadrante (tra cui lo scirocco). Tali venti costituiscono un fattore climatico importante, infatti le zone esposte ai venti freddi e asciutti di nord-est, dominanti nell'inverno, presentano un clima rigido, con frequenti e accentuati sbalzi di temperatura ed elevate escursioni annue. Viceversa le zone riparate dalle componenti di nord-est hanno temperature invernali più miti, come i rilievi di Conegliano, i rilievi Vicentini e Veronesi.

Nelle regioni montane i venti del I e II quadrante mancano del tutto o assumono caratteristiche diverse. La catena alpina esplica la sua azione di schermo causando variazioni verticali o laterali delle correnti aeree. In determinate situazioni il vento scende caldo (causa la compressione adiabatica) e asciutto sul versante meridionale, originando il föhn, che si fa sentire in tutta la pianura padana, fino a Venezia. Nelle regioni montane è frequente il fenomeno dell'inversione termica invernale specie nei giorni sereni, dovuto essenzialmente a situazioni morfologiche e d'insolazione di carattere locale o comunque circoscritte.

Le Prealpi (abbastanza elevate e compatte), costituiscono una zona di trapasso tra le Alpi e la pianura. Caratteristiche della zona Prealpina sono le brezze di valle, che si osservano in quasi tutti le vallate.

Le brezze di monte sono più frequenti nei mesi invernali e nelle ore della mattina; esse portano sereno lungo

le pendici montane. Le brezze di pianura sono più frequenti nella stagione calda durante le prime ore pomeridiane, portano annuvolamenti e temporali orografici.

#### 4.2.1.2 Caratteristiche dei parametri meteorologici

##### 4.2.1.2.1 Andamento termico

Il Compartimento Climatico dell'Adriatico Settentrionale in generale comprende la parte orientale della Pianura Padana, la Pianura Veneta (che si estende tra le Prealpi e appunto il Mare Adriatico), e si estende quindi da Rimini a Trieste, fino alle coste occidentali dell'Istria.

Tale fascia costiera non ha una netta individualità geografica; essa si estende nell'interno, per una cinquantina di chilometri sia verso occidente, nella direzione della zona assiale della Pianura Padana, sia verso nord, nella direzione delle Prealpi Venete. Viceversa annovera una individualità climatica che deve i suoi caratteri essenziali alla vicinanza al Mar Adriatico che, in questa sua parte più settentrionale, si presenta in un golfo incassato, interno e poco profondo che svolge una azione termoregolatrice, anche se limitata, inducendo modifiche locali sul clima del territorio limitrofo.

La stazione di Venezia – Lido (Mennella, 1973), unitamente a quella di Trieste e di Grado, è presa come riferimento per delineare i tratti del clima di tipo temperato marittimo che caratterizza la fascia costiera settentrionale del compartimento. Nella seguente Tabella 4.2.1—1 sono riportate le medie mensili e annue e il valore dell'escursione media annua dei valori registrati nella stazione di Venezia e, per i soli mesi caratterizzatori delle varie stagioni, i valori riassuntivi per tutte le stazioni appartenenti alla fascia costiera veneta:

TEMPERATURE MEDIE MENSILI E ANNUE - ALTO ADRIATICO															
Coste venete		G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D	ANNO	ESC
Venezia Lido (3 m. s.l.m.)	Massima	6.4			16			27.9			18.6			17.1	
	Media	3.8	4.1	8.2	12.6	17.1	21.2	23.6	23.3	20.4	15.1	10.5	5	13.7	19.8
	Minima	1.2			9.2			19.2			11.6			10.3	
	Escursione	5.2			6.8			8.7			7.0			6.8	
Valori di riferimento per le stazioni con clima Tipo temperato marittimo	Massima	4.8			17.3			29.6			18.3			17.4	
	Media	4.5			12.5			23.6			15.0			13.9	19.0
	Minima	2.3			9.3			19.7			11.9			10.8	
	Escursione	4.5			6.4			7.8			6.3			6.2	

Tabella 4.2.1—1: Temperature medie mensili ed annue (Mennella)

I dati termici della stazione della Centrale di Fusina (Tabella 4.2.1—2), disponibili a livello orario per gli anni 2000 – 2004, evidenziano un regime termico in linea con le stazioni ubicate nelle aree della fascia costiera veneta (Tabella 4.2.1—1):

- la temperatura media annuale è pari a 14.4 °C;
- il mese più freddo è gennaio al quale corrisponde una temperatura media di 3.6 °C;
- le temperature minime invernali raggiungono i -6.0 °C a gennaio; gli estremi termici invernali sono negativi da dicembre fino a febbraio;

- il mese più caldo è agosto con una temperatura media di 24.9 °C; giugno, luglio ed agosto evidenziano temperature medie maggiori a 20°C;
- le temperature massime estive raggiungono i 35.9 °C ad agosto; gli estremi termici estivi superano i 30°C da giugno ad agosto;
- l'escursione media annua è pari a 21.3 °C.

TEMPERATURE MEDIE MENSILI E ANNUE – Rete di Monitoraggio Meteorologica della Centrale di Fusina															
		G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D	ANNO	ESC
Stazione di Centrale - Fusina	Massima	14.3	18.1	23.8	26.1	29.1	34.5	32.8	35.0	29.6	28.2	24.5	17.3	35.0	
	Media delle massime	13.1	15.0	20.1	23.2	26.5	31.5	31.8	32.4	28.0	25.1	20.0	15.6	33.2	
	Media	3.6	5.2	9.6	13.0	18.7	22.9	23.9	<b>24.9</b>	19.1	15.3	10.3	5.9	14.4	21.3
	Media delle minime	-4.2	-1.3	1.2	4.3	10.4	14.1	15.0	15.7	10.6	6.7	2.4	-3.2	-4.8	
	Minima	-6.0	-2.5	-0.4	0.4	7.9	9.1	12.3	15.0	9.4	1.0	0.7	-4.1	-6.0	
	Escursione	17.3	16.3	18.8	18.9	16.1	17.4	16.9	16.7	17.4	18.4	17.6	18.9	38.0	

Tabella 4.2.1—2: Temperature medie mensili ed annue (dati rete locale di Centrale)

#### 4.2.1.2.2 Andamento pluviometrico

La differenziazione dei regimi pluviometrici a livello territoriale per il Compartimento Climatico dell'Adriatico Settentrionale è dovuta alla differente protezione orografica a ridosso del territorio. Nella sezione romagnola l'Appennino è ubicato a qualche decina di chilometri e anche meno dalla costa e si allunga da NW a SE; nella bassa emiliana manca la protezione orografica e quindi una vera delimitazione verso l'interno; in corrispondenza della Pianura Veneta esiste il baluardo delle Prealpi e delle Alpi Orientali, orientato per parallelo, discontinuo e inciso da profondi valli per lo più trasversali.

Nell'ambito della Pianura Veneta va inoltre differenziato il regime della parte interna, considerata come un'appendice della Pianura Padana avente con regime pluviometrico affine a quello delle Alpi Orientali che inducono l'influenza orografica, e della parte costiera (larga circa una ventina di chilometri) con caratteristiche decisamente subcostiere.

Le stazioni costiere e subcostiere del Veneto vengono ancora suddivise nel settore occidentale, a quantità di pioggia più limitata, e in quello orientale (Friuli) con precipitazioni più elevate per effetto del rilievo che risulta molto più vicino alla costa.

Nella seguente Tabella 4.2.1—3 sono riportati i valori medi delle distribuzioni stagionali per le diverse sezioni pluviometriche del territorio appartenente al compartimento in esame:

<b>DISTRIBUZIONE DELLA PIOGGIA A LIVELLO STAGIONALE E ANNUA</b>							
	<b>autunno SON</b>	<b>inverno DGF</b>	<b>semestre invernale</b>	<b>primavera MAM</b>	<b>estate GLA</b>	<b>semestre estivo</b>	<b>anno</b>
<b>Romagna e Bassa emiliana</b>							
Zona Subcostiera	241	179	420 57.8%	178	129	307 42.2%	727
Cesena, Forlì, Imola, Ferrara							
Zona Costiera	248	180	428 59.6%	162	128	290 40.4%	718
Pesaro, Rimini, Cesenatico, Ravenna							
<b>Pianura Veneta subcostiera</b>							
Sezione Occidentale	232	156	388 48.6%	219	191	410 51.4%	798
Este, Padova, San Donà							
Sezione Orientale	391	225	616 49.7%	310	313	623 50.3%	1239
Portogruaro, Palmanova							
<b>Pianura Veneta costiera</b>							
Sezione Occidentale	247	148	395 51.0%	199	181	380 49.0%	775
Chioggia, Venezia, Cortellazzo							
Sezione Orientale	353	198	551 52.4%	248	252	500 47.6%	1051
Caorle, Aquileia, Monfalcone, Trieste							

**Tabella 4.2.1—3: Distribuzione stagionale delle piogge per le diverse sezioni del Compartimento Climatico dell'Adriatico Settentrionale (Mennella)**

Per la Romagna e la Bassa emiliana è evidenziabile una netta prevalenza del semestre invernale (57.8 e 59.6%) su quello estivo sia per la zona costiera che subcostiera (42.2 e 40.4%); il regime pluviometrico ha una spiccata caratteristica sublitoranea, tendente al tipo appenninico.

Il regime pluviometrico di Tipo sublitoraneo appenninico in generale è caratterizzato da:

- due massimi nelle stagioni intermedie (primavera e autunno), con il massimo autunnale nettamente più alto;
- due minimi, uno estivo ed uno invernale, di cui quello di estivo risulta più basso di quelle invernale.

Per la Pianura Veneta subcostiera si ha un lieve predominio del semestre estivo (51.4 e 50.3%) e per quella costiera un altrettanto lieve predominio del semestre invernale (51 e 52.4%); il quasi pareggio tra i due semestri evidenzia una caratteristica tipicamente padana con regime tendente ad uno più continentale.

Il regime pluviometrico continentale è in generale caratterizzato da un massimo estivo ed un minimo invernale.

L'analisi dei dati rilevati nella stazione della Centrale di Fusina, per il periodo 2000 – 2004, riportati nella seguente Tabella 4.2.1—4, a livello stagionale, evidenzia un regime pluviometrico tipico della zona costiera veneta, con la media associata al semestre invernale equivalente a quella del semestre estivo, caratteristica tipica del regime pluviometrico di Tipo sublitoraneo appenninico.

<b>DISTRIBUZIONE DELLA PIOGGIA A LIVELLO STAGIONALE E ANNUA</b>							
<b>Rete di Monitoraggio Meteorologica della Centrale di Fusina</b>							
	<b>autunno SON</b>	<b>inverno DGF</b>	<b>semestre invernale</b>	<b>primavera MAM</b>	<b>estate GLA</b>	<b>semestre estivo</b>	<b>anno</b>
<b>Centrale di Fusina</b>	254	138	392 50.2%	196	193	390 49.8%	782

**Tabella 4.2.1—4: Distribuzione stagionale delle piogge (dati rete locale di Centrale)**

L'analisi dei dati di Centrale a livello mensile (Tabella 4.2.1—5) evidenzia due massimi e due minimi



annuali. Il massimo principale è associato al mese di ottobre ed è nettamente più alto di quello secondario primaverile di maggio; le due stagioni intermedie evidenziano il maggior numero di giorni di pioggia. Il minimo invernale (associato a gennaio) è inferiore a quello secondario estivo (associato al mese di giugno) che peraltro risulta il periodo caratterizzato da meno giorni di pioggia.

<b>MEDIE MENSILI E ANNUE E GIORNI DI PIOGGIA</b>													
<b>Rete di Monitoraggio Meteorologica della Centrale di Fusina</b>													
mesi	G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D	Media annuale
mm	37	53	54	67	75	59	62	73	76	97	81	48	782
giorni	11	8	9	10	10	9	9	7	10	12	13	12	121

**Tabella 4.2.1—5: Medie mensili ed annuali delle piogge (dati rete locale di Centrale)**

#### 4.2.1.2.3 Andamento dell'umidità relativa

Anche l'andamento dell'umidità relativa è influenzato dalla distanza dal mare delle varie sezioni territoriali e dall'influenza orografica; la differenziazione dei regimi di umidità relativa a livello territoriale per il Compartimento Climatico dell'Adriatico Settentrionale individua pertanto un gruppo di stazioni costiere e di stazioni dell'interno e un gruppo di stazioni romagnole e di stazioni centro meridionali.

Nell'ambito delle stazioni costiere, quelle nella parte più orientale della Pianura Veneta (dal Brenta al confine orientale) evidenzia una umidità relativa complessivamente moderata, con medie invernali quasi sempre inferiori al 76-77% (presumibilmente per il predominio dei venti di Bora, notoriamente secchi); l'umidità relativa dei mesi estivi si aggira sui 60-62%; solo per alcune stazioni è evidenziabile una lieve traccia di massimo secondario primaverile. Nella parte più occidentale della Pianura Veneta le medie dei mesi invernali salgono agli 80-81% mentre quelle dei mesi estivi si aggirano intorno al 60%.

Nelle stazioni più meridionali, quelle appartenenti alla zona deltizia del Po, evidenziano medie dei mesi invernali ben più elevate, dal 85 al 87%, mentre le medie dei mesi estivi, più varie, oscillano tra il 58 e il 66%.

Nelle stazioni romagnole le medie dei mesi invernali si aggirano sull'85%, mentre quelle dei mesi estivi oscillano intorno al 66-68%. In questa zona fa eccezione Cesena con medie molto basse (media annuale 61%). Anche in queste stazioni sussiste solo una traccia di un limitato massimo secondario primaverile.

In generale le escursioni annue dei valori di umidità relativa più elevate, che denotano i regimi più differenziati, sono associate alle stazioni dell'interno mentre quelle meno elevate, che quindi denotano i regimi uniformi, sono associate alle stazioni costiere.

Per le stazioni del Compartimento in esame la differenziazione tra regime marittimo e regime continentale è evidenziabile osservando i valori del regime diurno, cioè dell'umidità media annuale delle ore 7 e delle ore 13. In generale le medie delle ore 13 hanno un massimo stagionale nell'inverno seguito a notevole distanza dall'autunno e il minimo cade ovunque nell'estate.

Le stazioni che presentano un minimo estivo dell'umidità relativa delle ore 13 intorno al 60-62% (quindi elevato) evidenziano un carattere spiccatamente marittimo. Tale carattere è generale per le stazioni costiere,

come Trieste per quanto riguarda le stazioni del gruppo orientale, Venezia del gruppo occidentale e Porto Corsini del gruppo romagnolo.

Viceversa le stazioni per le quali il minimo estivo delle ore 13 assume valori intorno al 45-50 % evidenziano un carattere spiccatamente continentale. Tale carattere è generale per le stazioni dell'interno, come Gorizia e Udine tra le stazioni orientali della Pianura Veneta e Padova tra le stazioni interne.

I dati rilevati nella stazione della Centrale di Fusina, per il periodo 2000 – 2004, sono riportati a livello mensile nella seguente Tabella 4.2.1—6.

Il massimo annuale dei valori medi di umidità relativa, pari a 87%, è associato ai mesi di ottobre e gennaio mentre il minimo annuale cade nel mese di luglio ed è pari a 76%.

L'andamento della media mensile delle ore 13 evidenzia un regime spiccatamente marittimo con un minimo estivo (nel mese di agosto) non inferiore al 62%.

L'escursione della media di umidità relativa, pari a 11%, è tipico delle stazioni costiere e denota un regime uniforme. L'andamento annuale delle ore 7, pari a 6%, presenta un andamento meno differenziato della media diurna e ancora di più di quella delle ore 13, pari a 17%.

MEDIE MENSILI DELL'UMIDITA' RELATIVA														
Rete di Monitoraggio Meteorologica della Centrale di Fusina														
	G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D	ANNO	Esc
Centrale di Fusina														
Media ore 7	91	90	91	90	89	88	88	90	91	94	92	89	90	6
Media	87	84	82	79	78	77	76	77	80	87	87	84	81	11
Media ore 13	78	75	70	68	65	64	63	62	65	76	79	76	70	17
Gg con umidità > 95% alle ore 7	9.85%	8.68%	11.62%	7.65%	6.03%	3.97%	3.38%	5.74%	9.12%	12.65%	12.35%	8.97%		
Gg con umidità < 30% alle ore 13	0.00%	0.15%	0.15%	0.15%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.15%	0.15%	0.00%		

Tabella 4.2.1—6: Medie mensili ed annuali dell'umidità relativa (dati rete locale di Centrale)

#### 4.2.1.3 Condizioni termoigrometriche critiche

A livello fisiologico la situazione di caldo – umido, a partire da un certo valore limite, diventa opprimente per l'organismo umano, fino al punto da determinare disagio, indolenza e vere e proprie sensazioni di malessere. A questo proposito è stata ricavata sperimentalmente dallo Scharlau (Mennella, 1973) una scala ben definita (curva limite) dei valori di caldo – umido, compendiata nel seguente prospetto, in cui per ogni singolo valore dell'umidità relativa è indicata la temperatura limite oltre la quale cessa lo stato di benessere, a causa dell'instaurarsi delle condizioni di caldo afoso.

<b>U. R. (%)</b>	<b>100</b>	<b>95</b>	<b>90</b>	<b>85</b>	<b>80</b>	<b>75</b>	<b>70</b>	<b>65</b>	<b>60</b>	<b>55</b>	<b>50</b>
<b>T. (°C)</b>	<b>16.5</b>	<b>17.3</b>	<b>18.2</b>	<b>19.1</b>	<b>20.1</b>	<b>21.1</b>	<b>22.2</b>	<b>23.4</b>	<b>24.8</b>	<b>26.2</b>	<b>27.7</b>

Nella Figura 4.2.1-1 per la stazione della Centrale di Fusina viene riportato in forma grafica il diagramma che mostra le condizioni critiche dal punto di vista delle situazioni di caldo – umido. Dalla figura risulta evidente che le condizioni termoigrometriche più critiche si verificano principalmente nei mesi di giugno, luglio e agosto quando è sufficiente il transito di una massa

d'aria più calda e più ricca di umidità di quella che vi predomina affinché si instaurino le condizioni di caldo afoso e quindi di disagio fisico.

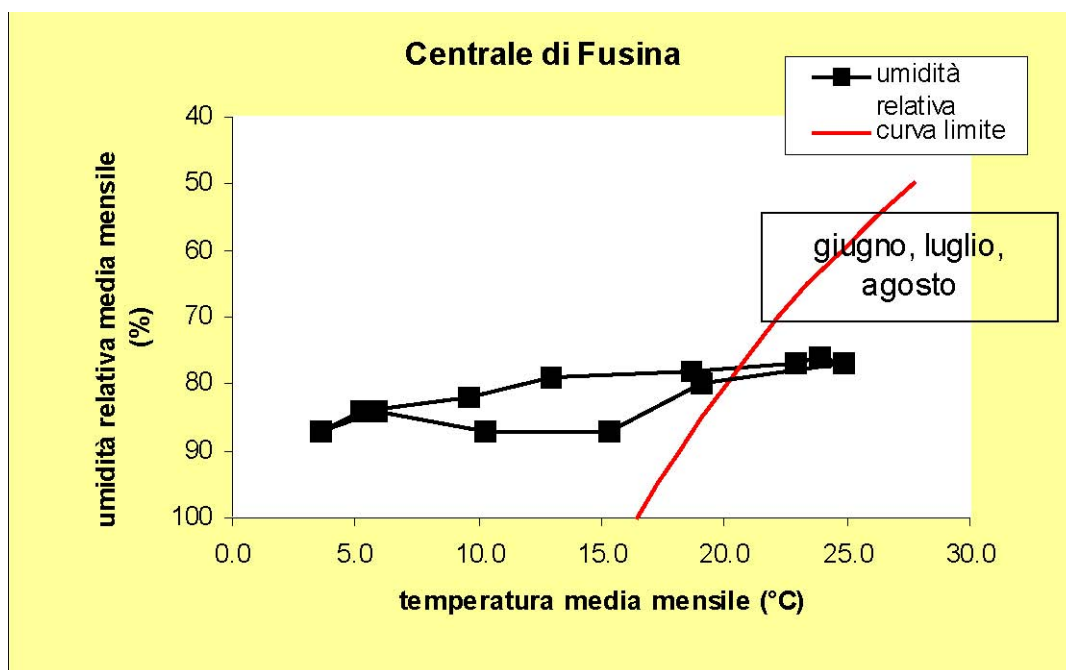


Figura 4.2.1-1: Condizioni termigrometriche critiche (dati rete locale di Centrale)

#### 4.2.1.3.1 Andamento anemologico

Il Regime dei venti sul Compartimento Climatico dell'Adriatico Settentrionale, corrispondente al Golfo dell'Alto Adriatico, è molto attivo e piuttosto complesso.

In inverno prevalgono i venti da NE, ma sulla parte più occidentale (sulle coste del Golfo di Venezia, della Bassa emiliana e della Romagna) i venti settentrionali in genere e anche nord-occidentali.

Il vento più caratteristico è la bora, vento secco e per lo più molto freddo. Esso raggiunge velocità di 5060 km orari e con raffiche anche superiori ai 130. Procedendo dal golfo di Trieste a quello di Venezia la sua velocità diminuisce tanto che sulle coste della seconda zona si riduce della metà e sempre nel golfo di Venezia risulta meno freddo per aver attraversato il mare la cui temperatura media d'inverno s'aggira sui 7 – 8 °C. La bora non è una esclusiva dell'inverno anche se in questa stagione ha una netta prevalenza.

La primavera risulta una stagione di transizione tra il regime anemologico invernale e quello estivo; in tale stagione diminuisce sensibilmente la frequenza dei venti settentrionali.

In estate l'attività anemologica è piuttosto limitata in quanto i gradienti di pressione di tale stagione sono molto deboli. Non sono evidenti venti prevalenti, si hanno le brezze di terra e di mare. Le brezze di mare (dette borine, cioè venti orientali di velocità moderata) spirano durante il giorno ma in questo Compartimento sono frequenti anche la notte in quanto la depressione che si origina sulla Valle Padana non si colma completamente.

In autunno i venti sono vari nei diversi settori del Compartimento: nell'Istria prevalgono i venti orientali, nella sezione centrale quelli settentrionali e nella sezione occidentale (Bassa emiliana) i venti da NW.

Nella seguente Figura 4.2.1-2, rappresentate sotto forma di rose del vento annuali, è possibile osservare le direzioni di provenienza del vento per alcune stazioni meteorologiche limitrofe l'area in esame appartenenti

alla rete SMAM, Servizio Meteorologico dell'Aeronautica Militare. La stazione di Verona Villafranca evidenzia le caratteristiche anemologiche della zona interna occidentale, Treviso Istrana evidenzia i caratteri della zona interna orientale e Venezia Tessera le componenti tipiche della zona centro-occidentale della costa veneta.

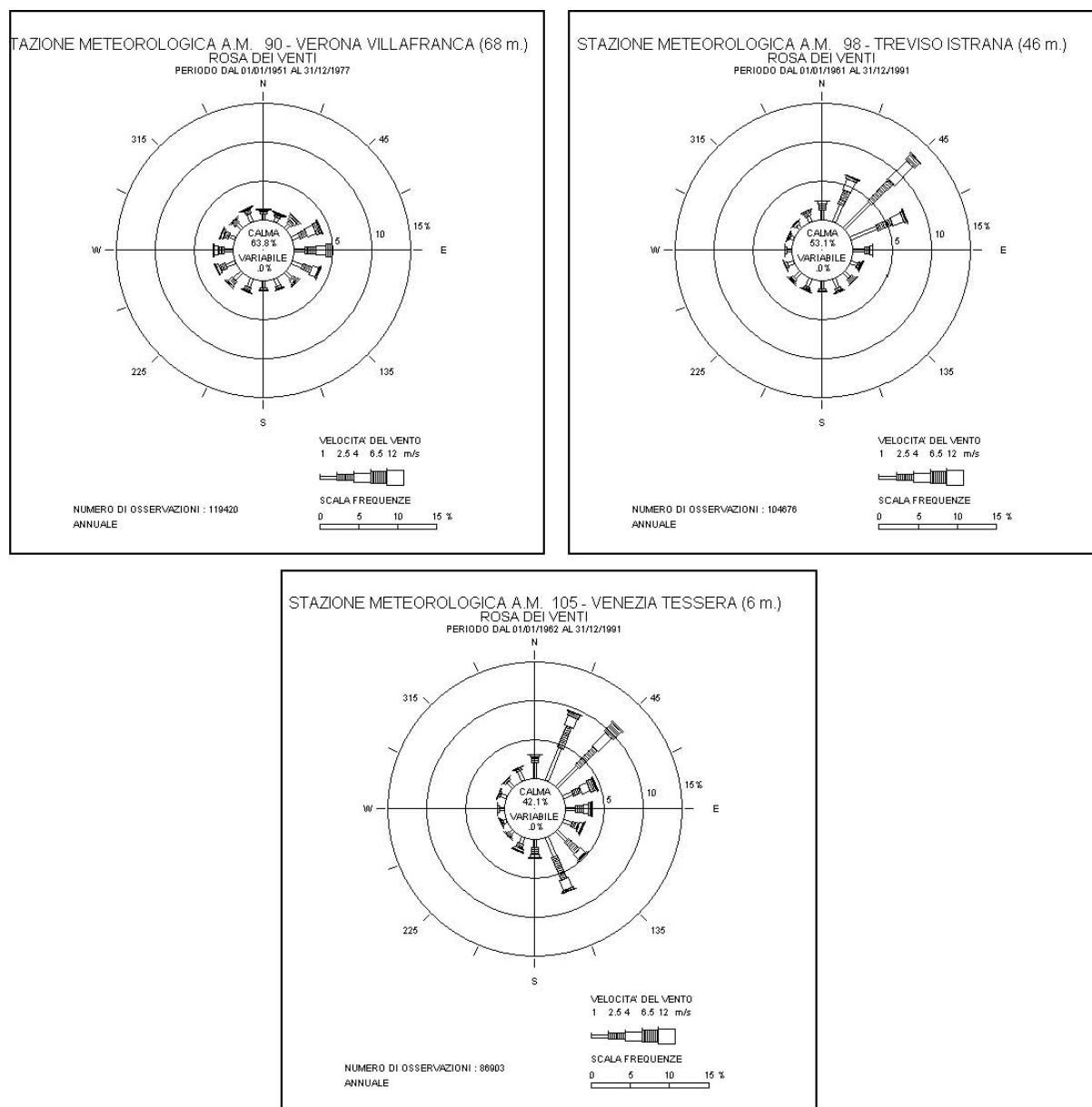


Figura 4.2.1-2: Rosa del vento annuale - Stazioni al suolo Aeronautica Militare - SMAM

Per la stazione di Verona Villafranca, a quota di 68 metri sul livello del mare, sono disponibili le statistiche della distribuzione dei venti per il periodo gennaio 1951 – dicembre 1991. I venti predominanti in tale stazione provengono dai settori ENE – E – ESE per circa il 13 % dei casi e dai settori SSW – WNW per circa l'11%. Solamente circa il 3% di tali situazioni evidenziano componenti anemologiche con intensità maggiore dei 6.5 m/s e principalmente dai settori orientali (NE – ESE). Sono frequenti le situazioni di calma (circa il 64 % degli eventi esaminati).

Per la stazione di Treviso Istrana, a quota di 46 metri sul livello del mare, sono disponibili le statistiche della distribuzione dei venti per il periodo gennaio 1961 – dicembre 1991. I venti predominanti in tale stazione

provengono dai settori NNE – NE - ENE per circa il 27 % dei casi. Solamente circa il 2% di tali situazioni evidenziano componenti anemologiche con intensità maggiore dei 6.5 m/s e principalmente dai settori orientali (NNE – ENE). Sono frequenti le situazioni di calma (circa il 53 % degli eventi esaminati).

Per la stazione di Venezia Tessera, a quota di 6 metri sul livello del mare, sono disponibili le statistiche della distribuzione dei venti per il periodo gennaio 1962 – dicembre 1991. I venti predominanti (per circa il 44% dei casi) in tale stazione provengono dai settori orientali, in particolare le componenti settentrionali (NNE – NE) rappresentano quelle più frequenti, seguite da quelle meridionali (SSE – SE) e da quelle prettamente da est (ENE – E – ESE). Solamente circa il 5% di tali situazioni evidenziano componenti anemologiche con intensità maggiore dei 6.5 m/s e principalmente dai settori orientali (NNE – NE). Sono frequenti le situazioni di calma (circa il 42 % degli eventi esaminati).

L'analisi dei dati anemologici misurati nelle stazioni fisse della Rete Meteorologica di Monitoraggio della Centrale di Fusina, disponibili nel periodo dal 2000 al 2004 (Figura 4.2.1-3), evidenzia la prevalenza delle componenti dal I e dal II quadrante.

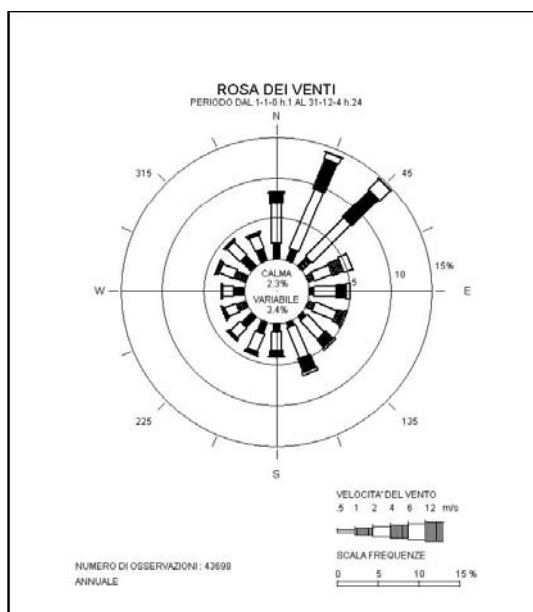


Figura 4.2.1-3: Rosa del vento annuale - Centrale di Fusina

Le componenti settentrionali provenienti dai settori N, NNE e NE, sono presenti in tutte le stagioni (Figura 4.2.1-4): in autunno e inverno rappresentano rispettivamente il 42 e 45% degli eventi anemologici, in primavera ed estate rappresentano il 31 e 32%.

Le componenti orientali, provenienti dai settori ENE, E ed ESE, sono meno frequenti in inverno (con il 9% degli eventi) mentre evidenziano la frequenza massima nella stagione primaverile ed estiva (rispettivamente con il 23% e il 17% degli eventi) seguite dall'autunno (con il 13%).

Le componenti meridionali, provenienti dai settori SE, SSE e S, sono frequenti nelle stagioni calde (in estate rappresentano il 27% degli eventi e in primavera il 21%) e nell'autunno (con circa il 12%) mentre sono secondarie in inverno (3%).

I casi di calma rappresentano circa il 3% degli eventi in tutte le stagioni.

I venti con intensità inferiori ai 2 m/s rappresentano almeno il 20% degli eventi nelle stagioni fredde (in particolare in inverno rappresentano circa il 26%) mentre in quelle calde sono leggermente inferiori (rispettivamente il 15% in primavera e circa il 16% in estate). Tali eventi non hanno provenienze preferenziali.

In tutte le stagioni circa il 50% degli eventi anemologici hanno intensità compresa tra 2 e 4 m/s e almeno la metà degli eventi proviene dai settori del I quadrante; l'altra metà in inverno è ripartita tra il III e IV quadrante mentre nelle stagioni calde prevalgono i venti del II quadrante.

I venti con intensità fino ai 6 m/s rappresentano almeno il 20% degli eventi nelle stagioni calde (rispettivamente il 21% in primavera e circa il 10% in estate) e sono leggermente inferiori in quelle fredde (rispettivamente il 19% in autunno e circa il 16% in inverno). Nelle stagioni calde provengono principalmente dai settori del I e II quadrante mentre in quelle fredde provengono essenzialmente dai settori del I quadrante.

Solo in estate circa il 4% dei venti evidenzia velocità fino a 12 m/s mentre nelle altre stagioni tale percentuale è leggermente superiore (circa il 7% in primavera e in inverno, il 5% in autunno). Tali venti provengono generalmente dai settori del I quadrante in ogni stagione mentre in primavera sono evidenti componenti anche dai settori SE e SSE ed in estate e a autunno soprattutto da SE.

I venti con intensità maggiore ai 12 m/s nelle stagioni fredde e in primavera provengono dai settori nord orientali (precisamente da NNE – NE – ENE in autunno e in inverno e solo da NNE in primavera). Le componenti intense che a primavera risultano provenire anche da ESE diventano dichiaratamente orientali (E) in estate mentre in autunno provengono sia da ESE che da SSE.

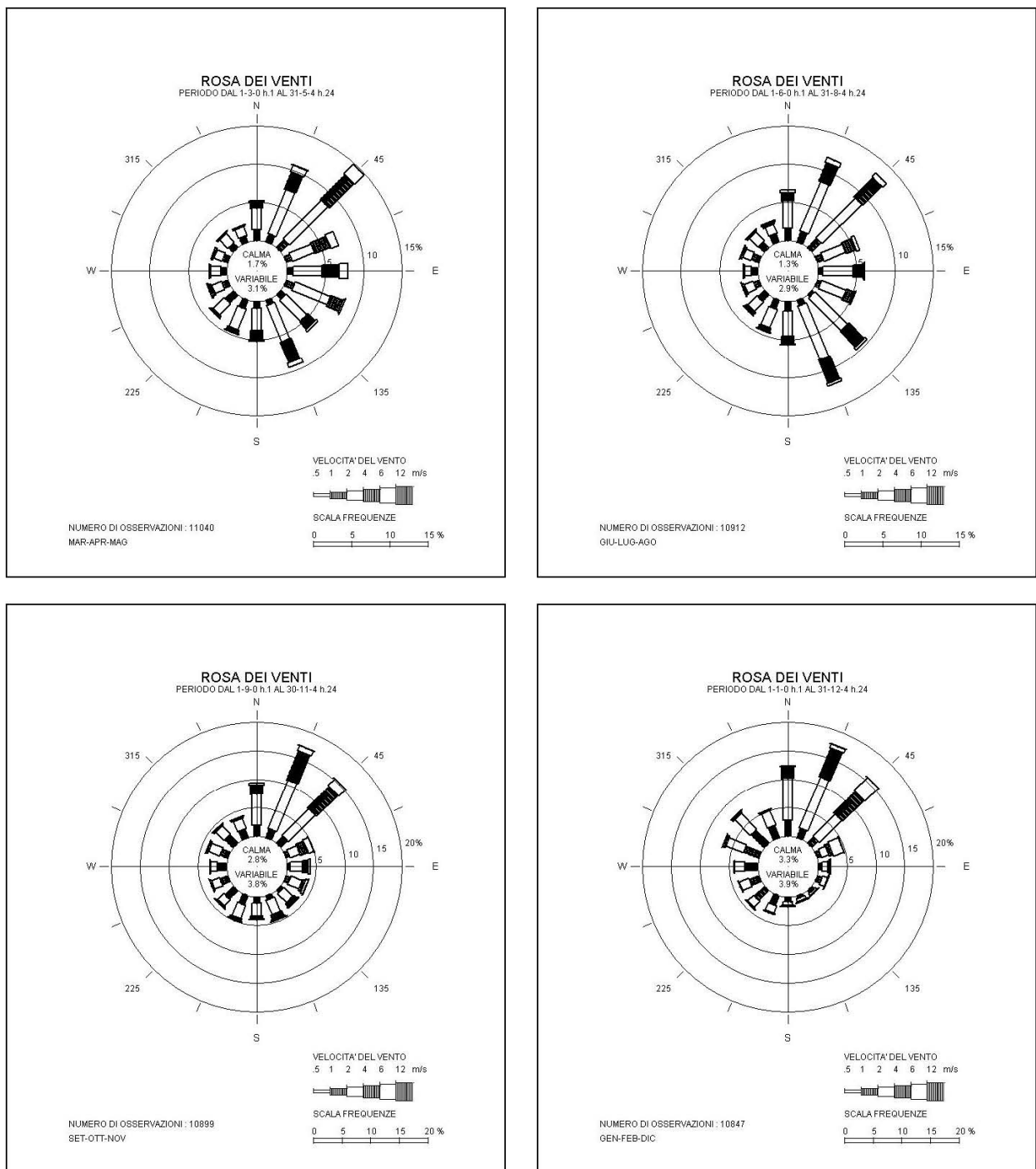


Figura 4.2.1-4: Rosa del vento stagionale (primavera – estate – autunno – inverno) - Centrale di Fusina

#### 4.2.1.3.2 Stabilità atmosferica

Nel seguente capitolo sono descritte le distribuzioni annuali delle categorie di stabilità atmosferica calcolate a partire dai dati di velocità del vento e radiazione solare globale misurati nella stazione della Centrale di Fusina utilizzando i dati orari disponibili nel periodo 2000 – 2004.

Il parametro di stabilità atmosferica è qui introdotto come caratteristica locale dell’atmosfera, influenzante la dispersione degli inquinanti, direttamente legata alle condizioni d’insolazione, nelle ore diurne, e di scambio radiativo, in quelle notturne.

Nella stazione di Centrale l’andamento annuale della distribuzione in frequenze delle categorie di stabilità

atmosferica (Tabella 4.2.1—7) mostra il massimo per la categoria neutra D (circa 40% dei casi esaminati), seguita dalla categoria stabile E (per il 20 % dei casi), dalla categoria stabile F e da quelle instabili B e C (circa per il 12% dei casi) ed infine dalla categoria A (circa per il 3% dei casi esaminati).

A livello mensile le categorie instabili (A, B, C) evidenziano le frequenze maggiori nei periodi caldi quando prevalgono le componenti anemologiche provenienti dai settori del I e II quadrante. La categoria neutra D è quella più frequente in tutti i mesi mentre le categorie stabili E, e soprattutto la F, evidenziano una leggera flessione dal mese di aprile a luglio.

<b>DISTRIBUZIONE DELLE CLASSI DI STABILITA' ATMOSFERICA</b>													
<b>Rete di Monitoraggio Meteorologica della Centrale di Fusina</b>													
	G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D	ANNO
A	0.0	0.0	1.7	4.3	5.9	6.1	5.6	7.3	2.5	0.0	0.0	0.0	2.8
B	7.9	11.5	13.0	11.9	14.6	16.9	17.4	17.5	12.9	12.2	6.7	5.6	12.3
C	5.2	7.5	12.9	15.5	19.4	20.0	19.9	16.5	16.0	8.6	5.3	4.8	12.6
D	42.9	41.7	38.2	43.7	38.1	35.9	34.9	31.2	39.3	42.1	48.0	48.7	40.4
E	26.2	22.5	21.6	18.0	15.2	14.4	14.3	16.9	19.9	22.5	25.6	26.8	20.3
F	17.8	16.8	12.7	6.6	6.9	6.8	7.9	10.6	9.4	14.6	14.5	14.1	11.6
<b>N° DATI</b>	<b>3718</b>	<b>3408</b>	<b>3720</b>	<b>3600</b>	<b>3720</b>	<b>3493</b>	<b>3693</b>	<b>3717</b>	<b>3579</b>	<b>3719</b>	<b>3600</b>	<b>3719</b>	<b>43686</b>

**Tabella 4.2.1—7: Distribuzione mensile e annua delle Classi di stabilità atmosferica (dati rete locale di Centrale)**



## **Dati Ente Zona Industriale di Venezia**

### **Dati meteorologici anno 2005**

(Le relazioni sono disponibili sul sito <http://www.entezona.it/relazione.html>)

#### *Vedi:*

- pag. 18÷28 “Presentazione dei rilevamenti nell’anno 2005\_RRQA\_Ente Zona.pdf “ (allegato cartella D6)
- pag. 33÷41 “Presentazione dei rilevamenti nell’anno 2005\_RRQA\_Ente Zona.pdf “ (allegato cartella D6)