

## **RELAZIONE TECNICA SUI DATI METEOCLIMATICI<sup>(\*)</sup>**

<sup>(\*)</sup> Il presente documento si basa sul rapporto tecnico che viene integralmente allegato alla Domanda di AIA come Allegato B26\_11

## I N D I C E

<b>1</b>	<b>INTRODUZIONE.....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>CLIMATOLOGIA DELL'AREA.....</b>	<b>4</b>
2.1	CENNI DI CLIMATOLOGIA REGIONALE.....	4
2.2	INQUADRAMENTO METEOCLIMATICO LOCALE.....	7
2.2.1	Andamento termico.....	7
2.2.2	Regime pluviometrico.....	8
2.2.3	Umidità relativa.....	9
2.2.4	Regime anemologico.....	9
2.2.5	Classi di stabilità.....	12
2.2.6	Andamenti in quota.....	14
<b>3</b>	<b>DATI DI INPUT UTILIZZATI NELLE SIMULAZIONI.....</b>	<b>16</b>
<b>4</b>	<b>BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>21</b>

## 1 INTRODUZIONE

La quantificazione degli effetti delle emissioni in atmosfera della Centrale Turbogas di Trapani è stata supportata dall'utilizzo di un modello di tipo short term (US EPA ISCST3), che fornisce le concentrazioni degli inquinanti al suolo su base oraria.

In tale analisi, la disponibilità delle informazioni meteorologiche risulta di fondamentale importanza sia per quanto riguarda la possibilità di esprimere un giudizio sulla correttezza del modello, sia per quanto riguarda l'interpretazione dei risultati.

Nel presente documento si riportano le caratteristiche climatologiche dell'area in studio, sinteticamente a scala regionale e con maggior dettaglio alla scala locale, unitamente alla descrizione del set di dati meteorologici utilizzati in input al modello di calcolo.

Le informazioni per la definizione del carattere climatologico dell'area in studio sono state ricavate dalla raccolte "Il clima di Italia" [1] e "Climatologia della Sicilia" [2] e dall'analisi della serie storica dei dati registrati presso la stazione dell'Aeronautica Militare di Trapani-Birgi [3].

Per quanto riguarda i dati di input al modello, sono stati utilizzati i dati sperimentali della stazione di Trapani Fontanasalsa appartenente alla rete di Rilevazione del Servizio Informativo Agrometeorologico Siciliano [4], opportunamente integrati da alcuni parametri calcolati in base alle informazioni disponibili per il sito e l'impianto in esame.

## 2 CLIMATOLOGIA DELL'AREA

### 2.1 CENNI DI CLIMATOLOGIA REGIONALE

La Centrale turbogas di Trapani (cfr. fig. 2/1) è situata nella parte occidentale della regione Sicilia all'interno del territorio del comune di Trapani, a circa 15 km a Sud-Est del centro abitato. Con riferimento al sistema cartografico nazionale, l'impianto ricade all'interno del Foglio in scala 1:10000 n. 257 "Castelvetrano", Quadrante IV, Tavoletta SE; le coordinate geografiche (Roma40) indicative sono lat. = 37°52' e long. = 12°35' (est da Greenwich).

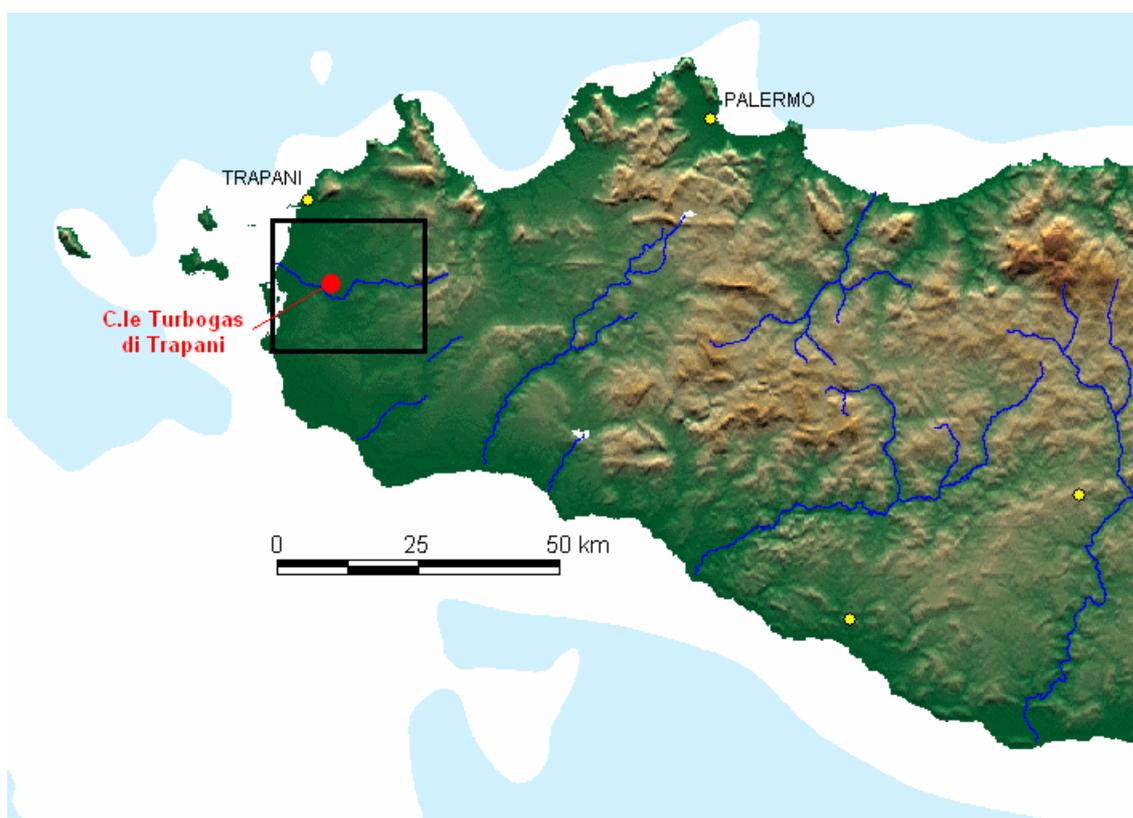


Figura 2/1 Morfologia dell'area in studio

A scala regionale, l'orografia osservata mostra complessivamente dei contrasti netti tra la porzione settentrionale, prevalentemente montuosa, quella centro-meridionale e sud-occidentale, essenzialmente collinare; quella tipica di altopiano, presente nella zona sud-orientale, e quella vulcanica nella Sicilia orientale [2].

In particolare, la zona occidentale dell'isola è caratterizzata da rilievi che non hanno la struttura definita di catena, trattandosi di monti isolati, che si ergono dal mare (isole

Egadi) o da una successione di colline e pianori di altezza intorno ai 500-600 m, come, ad esempio, il M. San Giuliano sulla cui sommità (750 m) sorge Erice [1]. Nel tratto più vicino all'impianto, quello tra Marsala e Trapani, la linea di costa procede in direzione Nord, leggermente ruotata in senso orario. L'entroterra si presenta pianeggiante fino a circa 5 km dalla costa in direzione Est; a distanze superiori, le lievi ondulazioni che caratterizzano questa pianura assumono un aspetto collinare con cime che raggiungono quote massime intorno ai 300 – 350 m ad una distanza di circa 10 km dalla costa.

Nell'ambito della suddivisione dei climi su scala mondiale (macroclimatica) delineata nel 1931 dal meteorologo e geofisico Köppen, considerata come una delle più coerenti e particolareggiate classificazioni climatiche tra quelle finora proposte, il territorio italiano appartiene all'area dei climi temperati indicati come di tipo C. Considerando le condizioni medie dell'intero territorio, la Sicilia, può essere definita una regione a clima temperato-umido con estate asciutta (tipo Csa), cioè il tipico clima mediterraneo, caratterizzato da una temperatura media del mese più caldo superiore ai 22°C e da un regime delle precipitazioni contraddistinto da una concentrazione delle precipitazioni nel periodo freddo (autunno - inverno) [2].

Il geografo M. Pinna allo scopo di adottare una classificazione adatta alle condizioni proprie del territorio italiano, di estensione limitata ma comprendente un'ampia classe di climi temperati, 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 [1].

Nell'ambito nella tipologia dei climi temperati, la Sicilia appartiene al Compartimento Calabro-Siculo e la parte Occidentale risulta caratterizzata da tre regimi termici diversi:

- la zona costiera appartiene al clima definito **temperato sub-tropicale** le cui caratteristiche termiche possono essere sintetizzate nei seguenti punti:
  - temperatura media annua maggiore o uguale a 17°C;
  - temperatura media del mese più freddo superiore a 10°C;
  - cinque mesi con temperatura media uguale o maggiore a 20 °C;
  - escursione annua compresa tra 13°C e 17°C;

- l'**immediato entroterra** evidenzia condizioni termiche meno accentuate, che si rinvergono nella maggior parte della zona litorale dell'Italia; tale clima definito **temperato caldo** ha le seguenti caratteristiche termiche:
  - temperatura media annua compresa tra 14.5°C e 16.9 °C;
  - temperatura media del mese più freddo compresa tra 6°C e 9.9°C;
  - quattro mesi con temperatura media uguale o maggiore a 20°C;
  - escursione annua compresa tra 15°C e 17°C;
- la **fascia collinare** appartiene al **clima temperato sub-litoraneo**, caratterizzato da:
  - temperatura media annua compresa tra 10°C e 14.4°C ;
  - temperatura media del mese più freddo compresa tra 4°C e 5.9°C;
  - tre mesi con temperatura media uguale o maggiore a 20°C;
  - escursione annua compresa tra 16°C e 19°C.

## 2.2 INQUADRAMENTO METEOCLIMATICO LOCALE

Per la descrizione climatica del sito ci si avvale dei dati della stazione meteorologica dell'Aeronautica Militare di Trapani-Birgi (coordinate geografiche Roma40 lat. = 37°55' nord ; long. = 12°30' est da Greenwich, quota 14 m sllm): si tratta della serie storica relativa agli anni dal 1962 al 1991 pubblicati da ENEL/AM [3].

La stazione risulta distante dal sito circa 10 km in direzione NO e pertanto è da ritenersi particolarmente significativa ai fini di un inquadramento climatico a livello locale.

### 2.2.1 Andamento termico

Nella figura 2/2 sono riportati i valori medi mensili delle temperature massima, minima e media, unitamente ai casi estremi, che mostrano valori più elevati nei mesi di luglio ed agosto e più bassi nel mese di dicembre. I valori estremi evidenziano la temperatura massima assoluta in agosto con punte oltre ai 40°C, mentre non sono mai stati registrati valori puntuali inferiori a 0°C. L'escursione termica giornaliera varia nel corso dell'anno e risulta più accentuata nei mesi estivi.

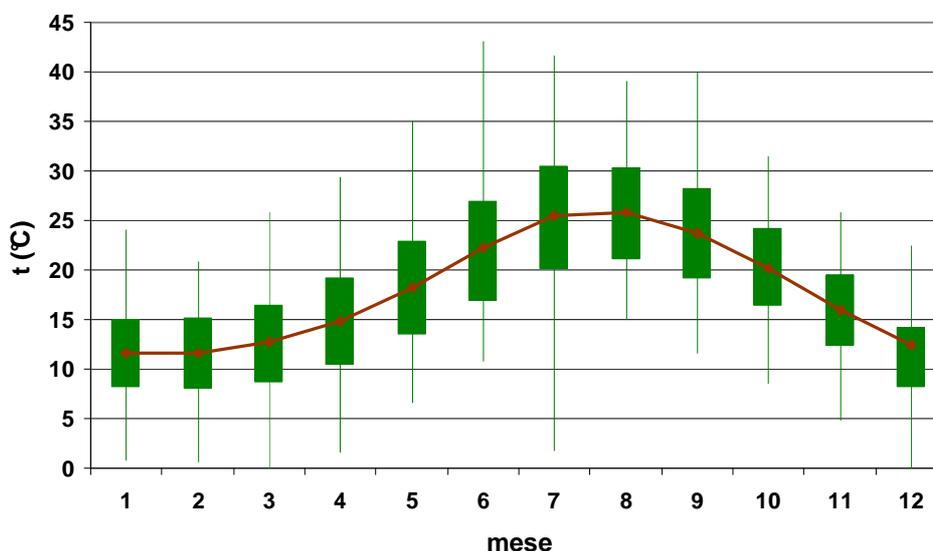


Figura 2/2 Stazione AM di Trapani-Birgi: andamento termico

### 2.2.2 Regime pluviometrico

Presso la stazione di Trapani-Birgi si registra un andamento che si discosta dal quello tipico di Calabria e Sicilia, caratterizzato da un unico massimo nel mese di dicembre. Infatti, come riportato nella figura 2/3, a Trapani sono stati misurati, in media, 486 mm di pioggia distribuiti nell'arco dell'anno (massimo a novembre e aprile, minimo ad agosto). Nella stessa figura si riporta il numero medio di giorni di pioggia in ciascun mese; dal quale si può dedurre che le precipitazioni sono più brevi ma intense ad ottobre ed aprile, mentre hanno una maggiore durata ma inferiore intensità in dicembre.

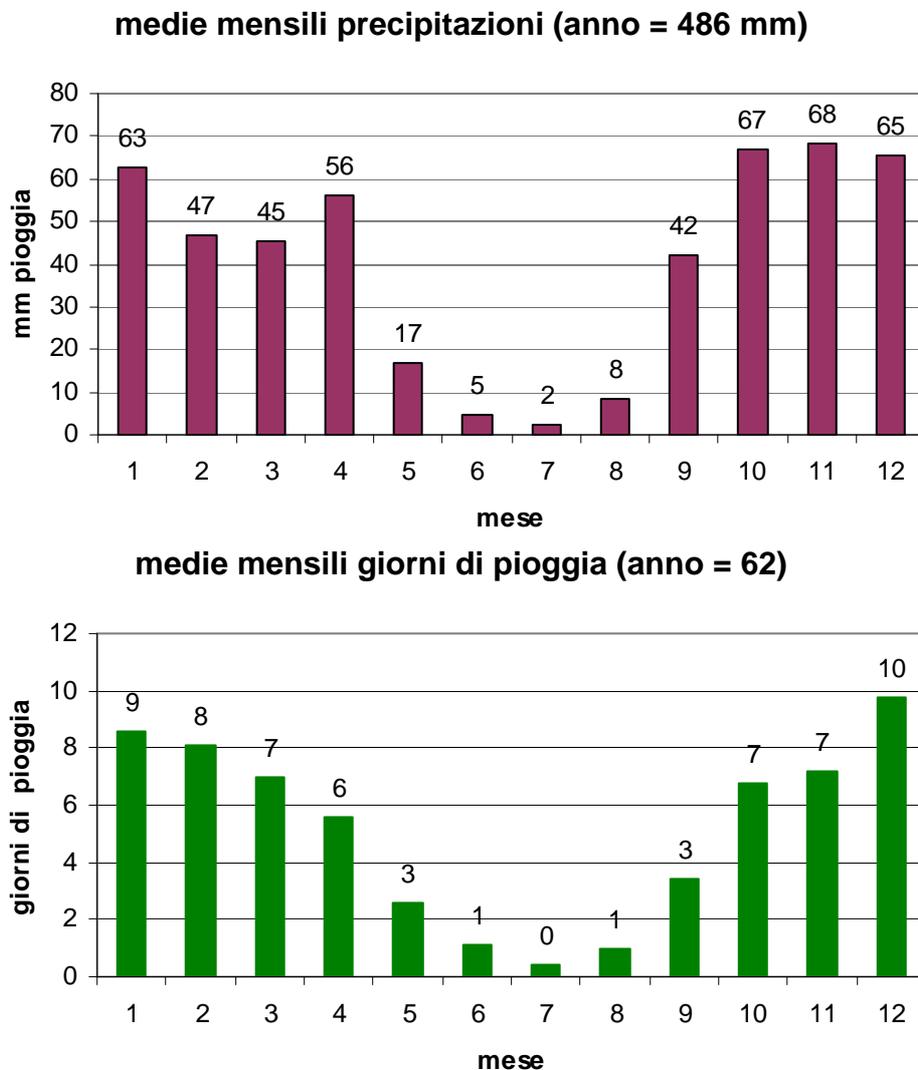


Figura 2/3 Stazione AM di Trapani-Birgi: regime pluviometrico

### 2.2.3 Umidità relativa

Si presenta con valori quasi sempre elevati, passando da un valore medio pari all'80% in inverno al 70-75% in primavera ed estate. Nella figura 2/4 sono riportati i valori medi mensili dell'umidità massima, minima e media, unitamente ai casi estremi, che mostrano una maggiore escursione nei mesi più caldi.

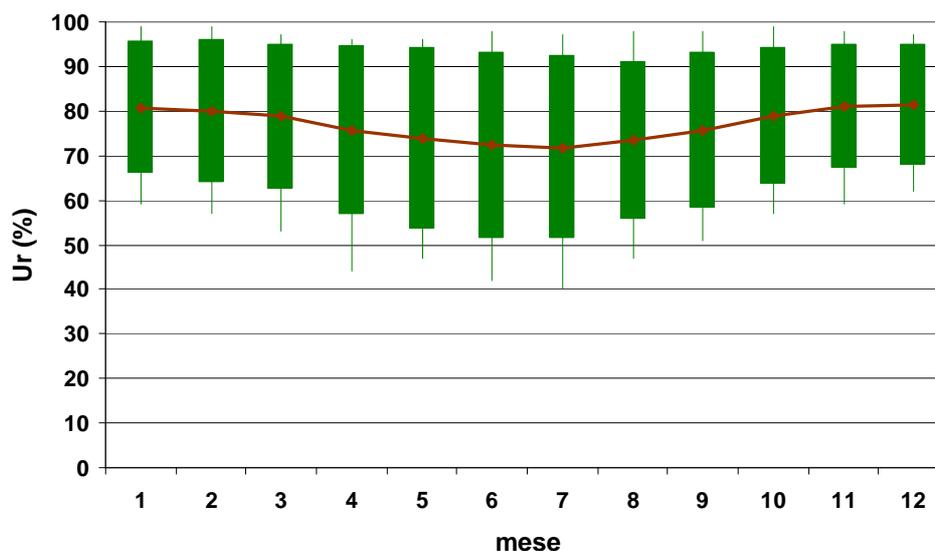


Figura 2/4 Stazione AM di Trapani-Birgi: umidità relativa

### 2.2.4 Regime anemologico

Dall'esame della rosa dei venti annuale riportata in figura 2/5 si vede che i venti prevalenti provengono da SE (circa 20% dei casi) e dai settori nord-occidentali (circa 30% dei casi), con condizioni di calma di vento (< 1 m/s) che si registrano per poco più del 20% delle osservazioni. La ventosità del sito è da ritenersi abbastanza elevata, essendo caratterizzata da eventi con intensità maggiore di 4 m/s, con punte superiori ai 12 m/s, che si verificano anche nelle altre direzioni, oltre a quelle prevalenti.

Nella figura 2/6 si riportano le rose dei venti stagionali: in inverno è confermata l'elevata frequenza di venti intensi, con una percentuale di calme di vento inferiori alla media annuale, e con una attenuazione della frequenza delle direzioni prevalenti; in primavera ed autunno si ha una distribuzione molto simile a quella annuale; in estate predominano i venti da NE con una generale riduzione delle intensità ed una percentuale di calme superiore alla media annuale.

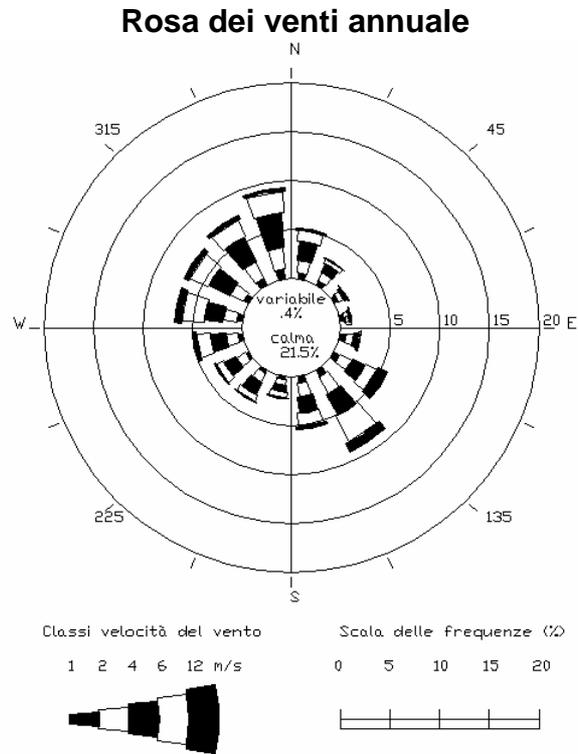


Figura 2/5 Stazione AM di Trapani-Birgi: rosa dei venti annuale

Rose dei venti stagionali

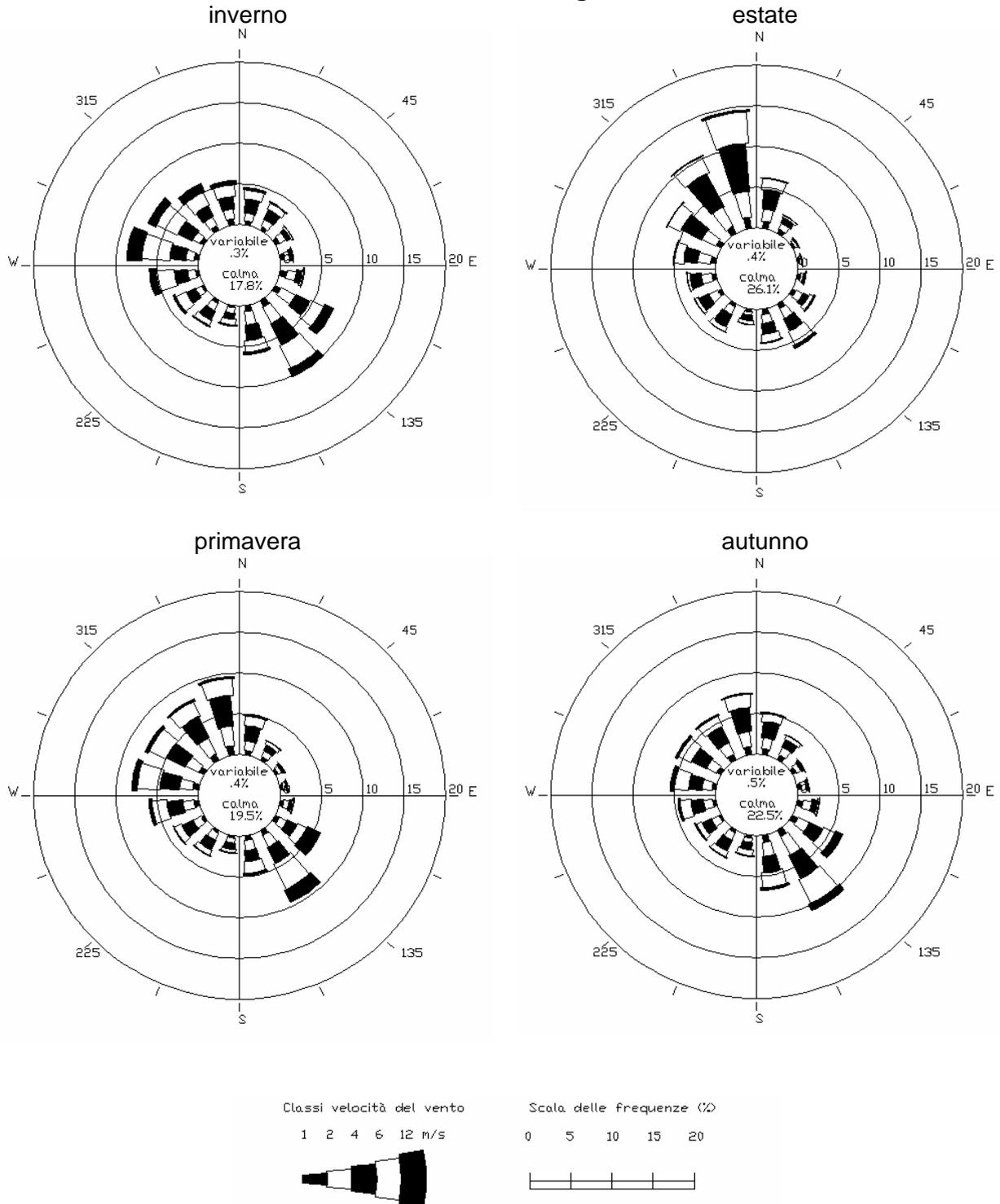


Figura 2/6 Stazione AM di Trapani-Birgi: rose dei venti stagionali

### 2.2.5 Classi di stabilità

La stabilità atmosferica è un indice locale della turbolenza dell'aria, direttamente legato alle condizioni d'insolazione nelle ore diurne e di scambio radiativo in quelle notturne, e, quindi, rappresenta un parametro importante ai fini della valutazione delle modalità di dispersione degli inquinanti rilasciati in atmosfera.

Nella figura 2/7 si riporta la distribuzione delle classi di stabilità valutata sia su base annuale che stagionale.

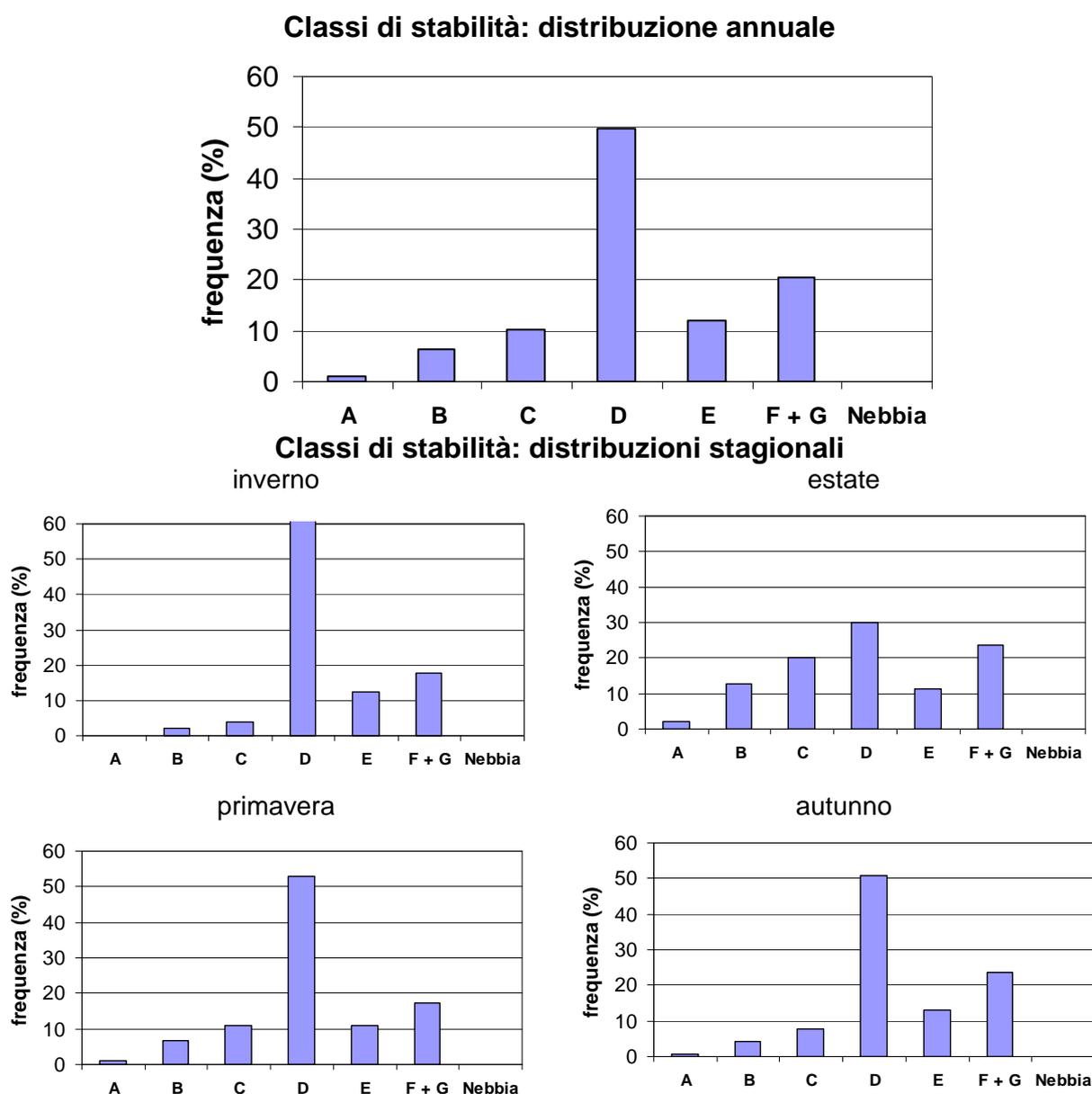


Figura 2/7 Stazione AM di Trapani-Birgi: classi di stabilità atmosferica

L'esame della figura evidenzia una netta prevalenza della classe D, con oltre il 50% di occorrenze nel corso dell'anno, seguita dalla classe F+G. Le stagioni intermedie sono caratterizzate dallo stesso andamento rilevato su base annuale, mentre ci sono degli scostamenti dovuti all'incremento della classe D (inverno) o della classe F+G (in estate).

L'associazione delle condizioni di stabilità con la direzione di provenienza del vento evidenzia le modalità di diffusione degli inquinanti per le diverse direzioni; nella figura 2/8 si riportano le rose dei venti annuali corrispondenti alle classi di stabilità più frequenti nel sito in esame.

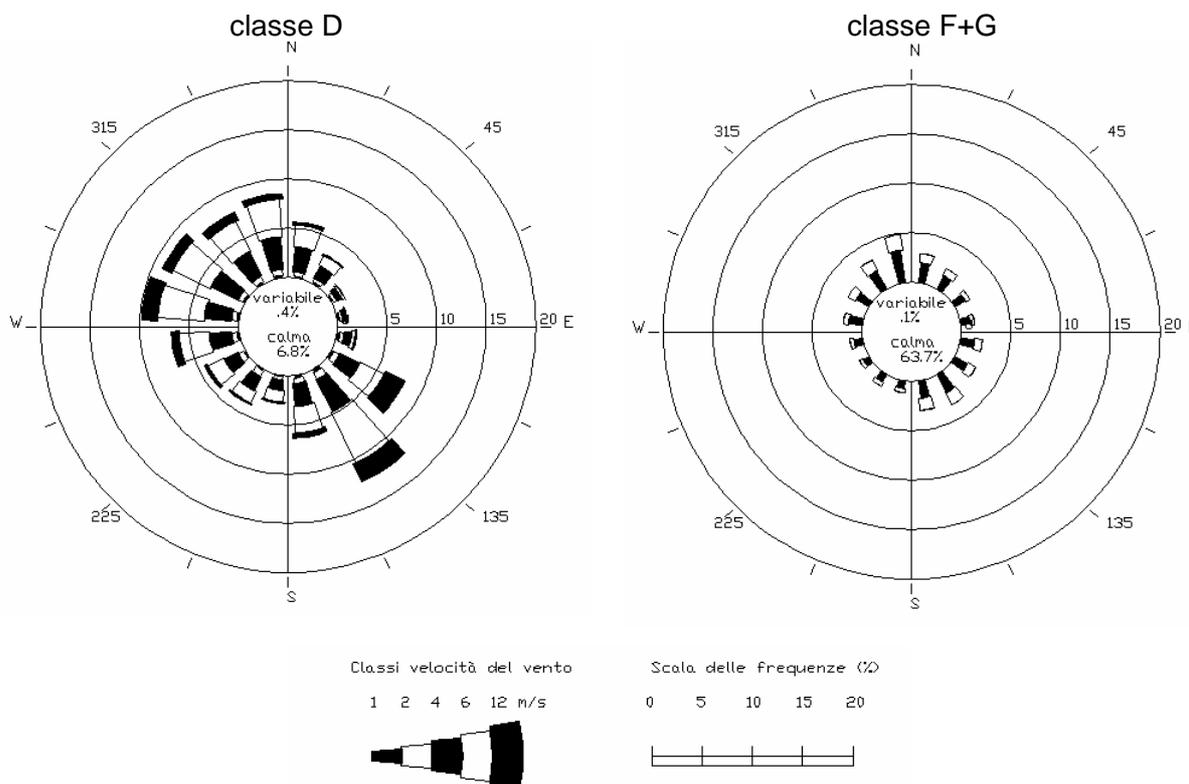
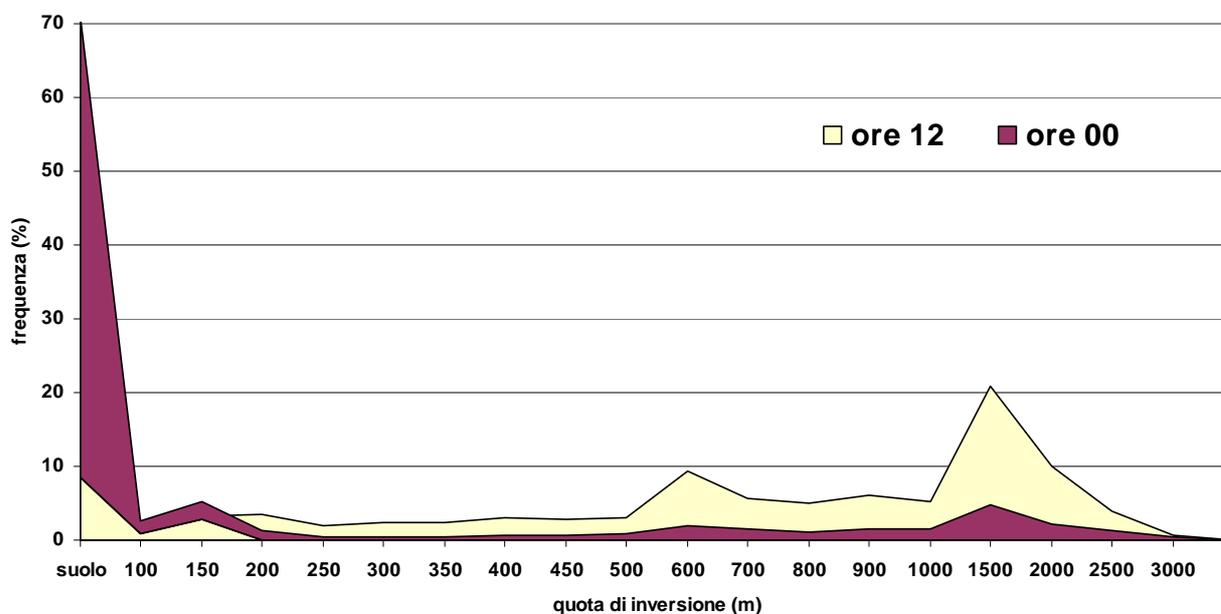


Figura 2/8 Stazione AM di Trapani-Birgi: rose dei venti annuali per classi di stabilità

La rosa relativa alla classe D rispecchia l'andamento annuale generale, data l'elevata frequenza con cui si manifesta tale classe, mentre alla classe F+G sono associati venti molto deboli.

### 2.2.6 Andamenti in quota

Presso la stazione di Trapani Birgi, limitatamente al periodo 01/1976-12/1986 sono disponibili i dati provenienti dai radiosondaggi effettuati due volte al giorno, alle ore 00 e 12 UTC. All'epoca dei suddetti rilievi, il radiosondaggio veniva effettuato per mezzo di una radiosonda trasportata in quota da un pallone, in grado di rilevare ed inviare a terra misure di pressione, temperatura, umidità e posizione (dalla quale si ricavano velocità e direzione del vento) alle varie quote. Nella figura 2/9 si riporta la distribuzione in frequenza delle quote in corrispondenza delle quali si registra la prima inversione termica, unitamente ad una analisi statistica delle osservazioni effettuate.



	n. osservazioni	n. inversioni	% inversioni
ore 00	2145	1842	86
ore 12	2557	1723	67

Figura 2/9 Stazione AM di Trapani-Birgi: inversioni termiche registrate con radiosondaggi

Le inversioni più significative si verificano nel periodo notturno, durante il quale si registra un'inversione termica al suolo per oltre il 70% dei casi ed altre inversioni poco significative a quota 150 e 1500 m. Nel periodo diurno la base della prima inversione si colloca oltre i 600 m di altezza.

Nella figura 2/10 si riportano le rose dei venti stagionali (estate ed inverno) relative alla quota di 250 m dal suolo. Rispetto agli analoghi grafici relativi al suolo, si registra un

generale incremento dell'intensità ed una leggera rotazione in senso orario delle direzioni prevalenti.

**Rose dei venti in quota (250 m)**

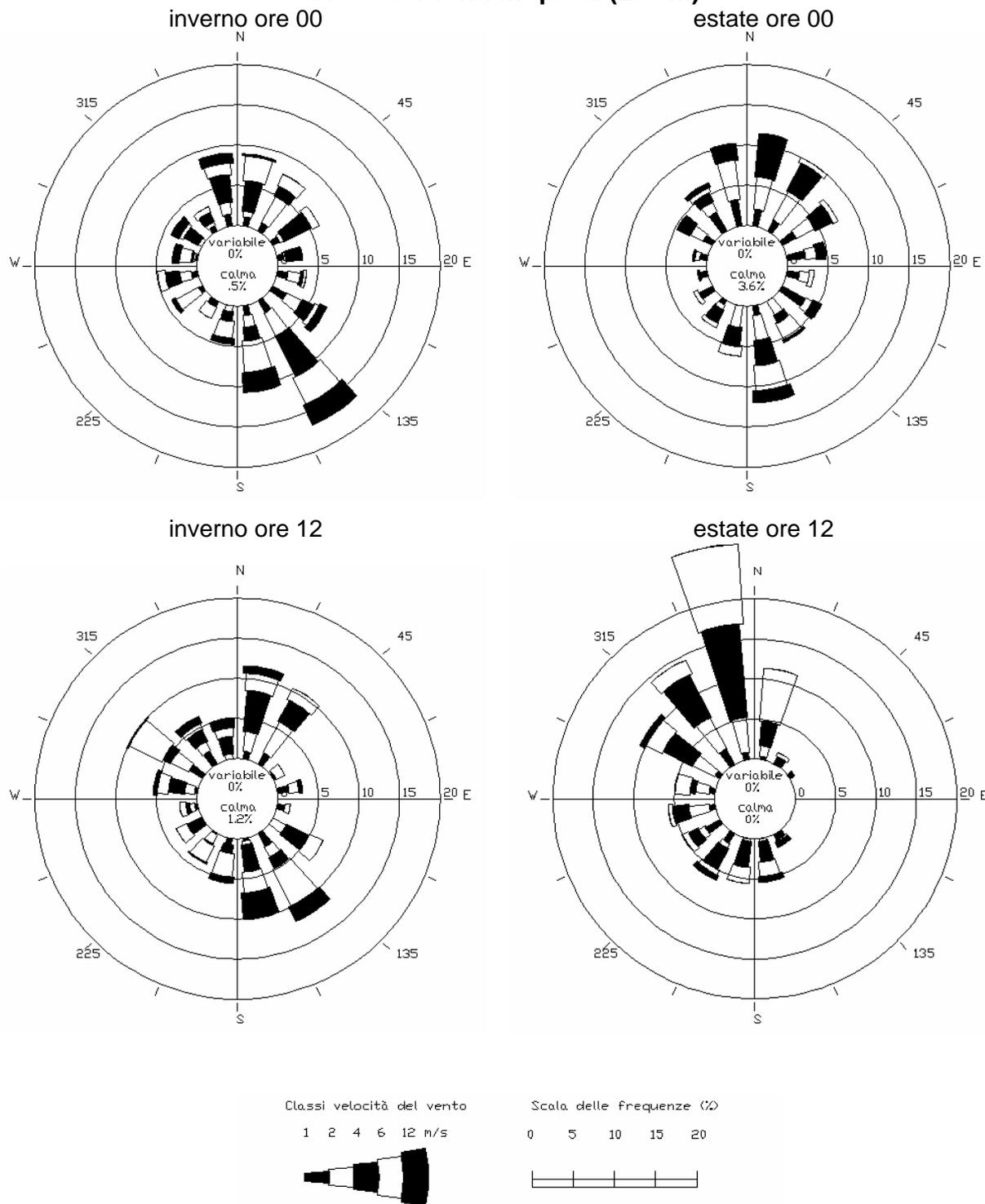


Figura 2/10 Stazione AM di Trapani-Birgi: rose dei venti annuali in quota (250 m)

### **3 DATI DI INPUT UTILIZZATI NELLE SIMULAZIONI**

L'informazione meteorologica necessaria al modello di calcolo ISCST3 è costituita dai dati di velocità e direzione del vento, temperatura ambiente, classe di stabilità atmosferica ed altezza dello strato di rimescolamento. Il calcolo è eseguito con cadenza oraria per un numero di giorni ritenuti mediamente rappresentativi delle condizioni meteorologiche della zona su base annua.

Nel caso in esame sono stati utilizzati i dati della stazione di Trapani Fontanasalsa appartenente alla rete di Rilevazione del Servizio Informativo Agrometeorologico Siciliano, ubicata a circa 8 km in direzione NO dall'impianto (coordinate geografiche Roma40 lat. = 37°56' nord ; long. = 12°33' est da Greenwich quota 50 m sllm), relativi al periodo 01/2003 – 06-2006 [4]. Presso tale stazione, sono registrati con cadenza oraria le seguenti grandezze (in grassetto sono indicate quelle effettivamente utilizzate nel modello):

- bagnatura foliare totale (min);
- **direzione di provenienza del vento a 2 m (°);**
- **velocità del vento a 2 m (m/s);**
- precipitazioni totali (mm);
- **temperatura dell'aria (°C);**
- umidità relativa (%);
- temperatura del terreno istantanea con cadenza trioraria (°C).

I dati relativi all'intero periodo a disposizione sono stati pre-elaborati in modo da eliminare i record incompleti; quindi, in base ai risultati di alcuni test preliminari, dall'intero periodo sono stati estratti 8256 record orari, corrispondenti a 344 completi, giudicati rappresentativi dell'intero set di dati. Per i parametri non misurati (classe di stabilità ed altezza dello strato di rimescolamento) si è fatto riferimento ad ipotesi di lavoro, come di seguito descritto.

La classe di stabilità atmosferica è stata calcolata con un metodo semplificato in funzione della velocità del vento al suolo assumendo una radiazione solare moderata e cielo poco nuvoloso nel periodo notturno (copertura < 4/8), secondo la corrispondenza riportata nella seguente tabella 3/1.

velocità del vento m/s	periodo diurno radiazione solare moderata	periodo notturno cielo poco nuvoloso
< 3	B	F
3 - 5	C	E
> 5	D	D

Tabella 3/1 Calcolo della classe di stabilità con metodo semplificato

L'altezza dello strato rimescolato è stata assunta pari a 9000 m, poiché rappresenta la condizione più conservativa nell'utilizzo dei modelli per questo tipo di sorgente. L'altezza di livellamento del pennacchio calcolata, infatti, si colloca normalmente sopra la base delle inversioni termiche tipiche del sito ed in questi casi il modello, se applicato con altezze di rimescolamento inferiori, non prevedrebbe alcuna ricaduta al suolo delle concentrazioni. Tale ipotesi risulta inoltre coerente con il fatto che l'impianto non è in produzione nelle ore in cui il fenomeno dell'inversione termica ha luogo (periodo notturno e prime ore del mattino).

Nelle figure da 3/1 a 3/4 si riportano gli andamenti statistici, sia su base annuale che stagionale, delle grandezze utilizzate nel modello (allo scopo di rendere i dati confrontabili con quelli della serie storica registrata presso la stazione AM di Trapani-Birgi, la velocità del vento è stata riportata a 10 utilizzando la medesima legge di potenza implementata nel modello ISCST3).

Se si confrontano le rose dei venti con le corrispondenti registrate presso la stazione di Trapani – Birgi si constata una rotazione di circa 30° in senso antiorario e una minore intensità complessiva da imputarsi ad effetti dell'orografia locale. Per quanto riguarda le classi di stabilità si ha una generale sovrastima delle classi stabili (F + G) rispetto a quella neutra (D).

In conclusione, tenendo conto del confronto tra la serie storica registrata presso la stazione AM di Trapani-Birgi, quale input meteorologico si è utilizzato un set di dati cautelativo, in quanto caratterizzato da una minore diffusione e da una interazione del pennacchio con l'orografia più gravosa.

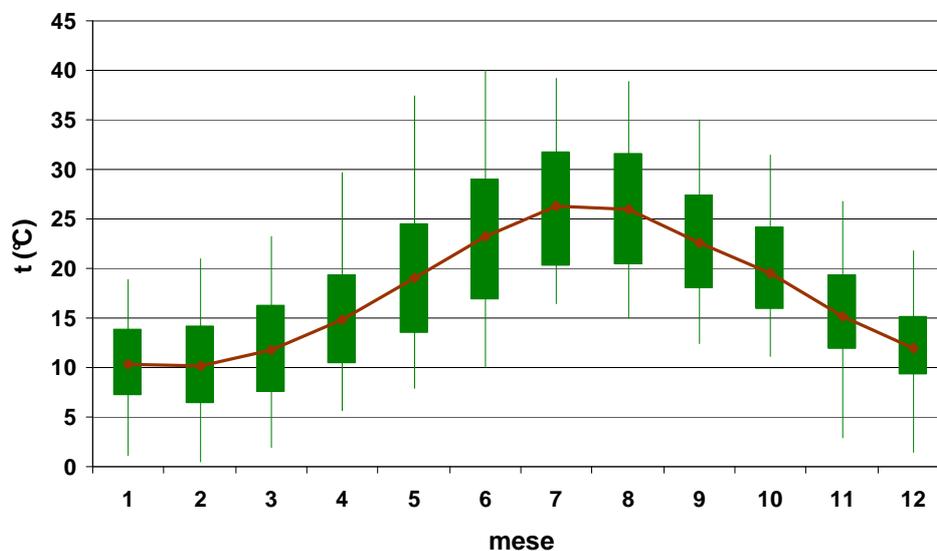


Figura 3/1 Stazione di Trapani-Fontanasalsa: andamento termico

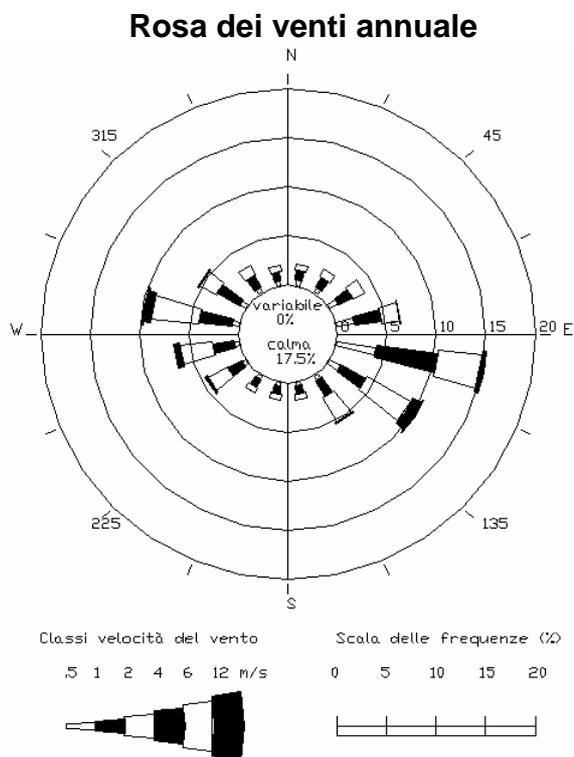


Figura 3/2 Stazione di Trapani-Fontanasalsa: rosa dei venti annuale

Rose dei venti stagionali

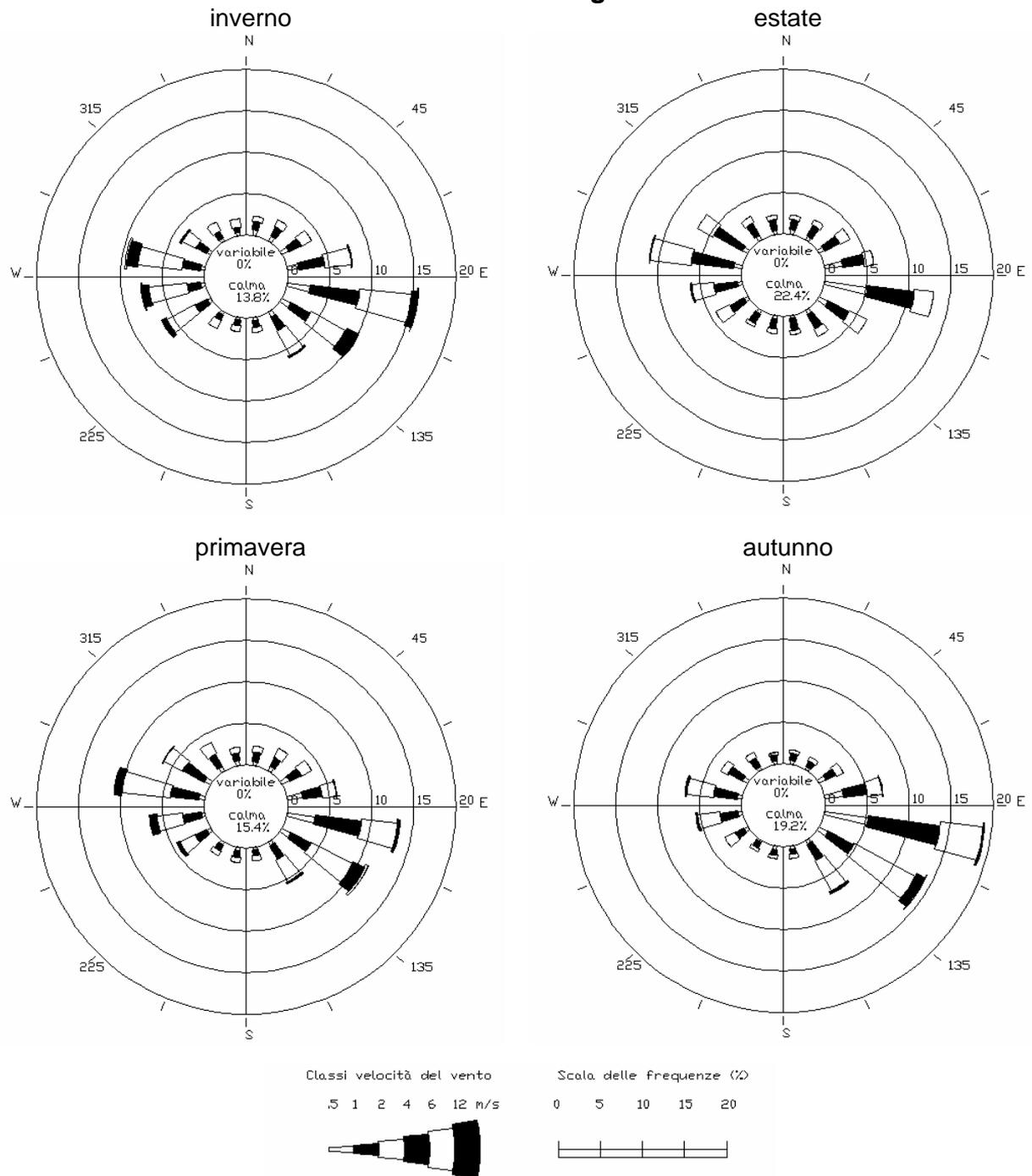
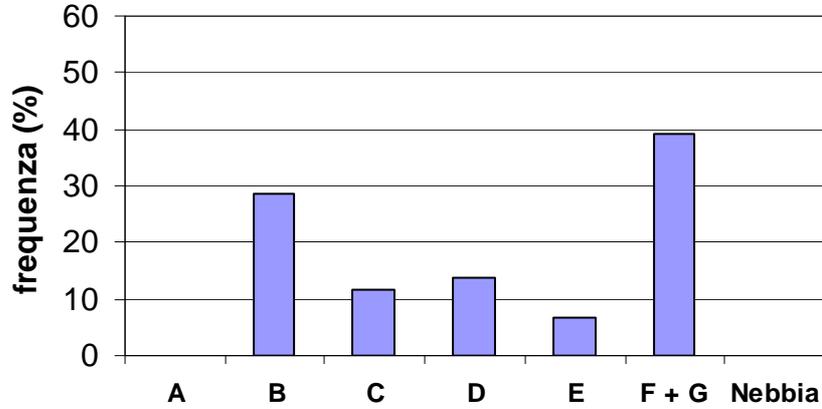


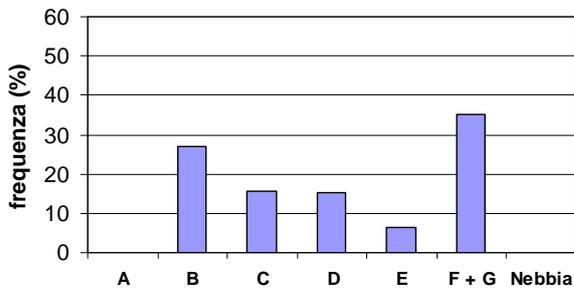
Figura 3/3 Stazione di Trapani-Fontanasalsa: rose dei venti stagionali

**Classi di stabilità: distribuzione annuale**

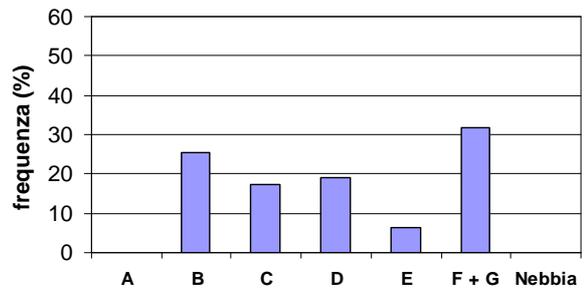


**Classi di stabilità: distribuzioni stagionali**

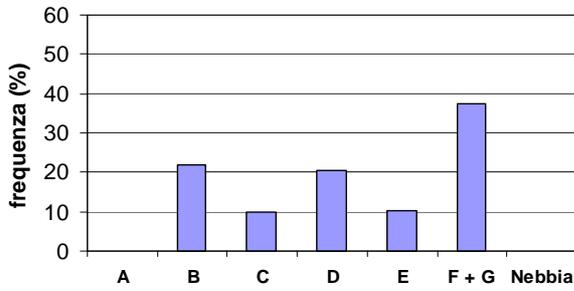
inverno



estate



primavera



autunno

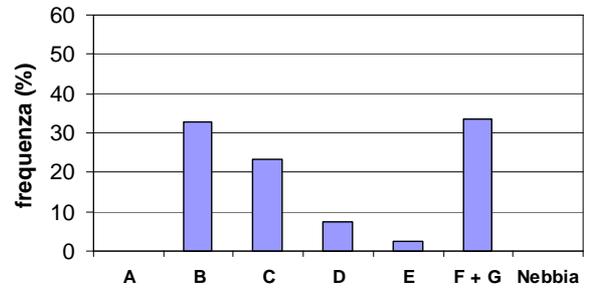


Figura 3/4 Stazione di Trapani-Fontanasalsa: classi di stabilità

#### 4 **BIBLIOGRAFIA**

- [1] Mennella C., Il clima d'Italia, F.lli Conte Editori, Napoli, 1973
  
- [2] Regione Siciliana – Assessorato Agricoltura e Foreste – Gruppo IV Servizi allo Sviluppo – Unità di Agrometeorologia, Climatologia della Sicilia, [http://www.sias.regione.sicilia.it/corpo\\_climatologia\\_sicilia.htm](http://www.sias.regione.sicilia.it/corpo_climatologia_sicilia.htm)
  
- [3] ENEL - AM, Caratteristiche diffusive dell'atmosfera, 1992
  
- [4] Regione Siciliana – Assessorato Agricoltura e Foreste – SIAS Servizio Informativo Agrometeorologico Siciliano – Dati della stazione di Trapani Fontanasalsa riferiti al periodo 01/2003 – 06/2006