

# CONFRONTO

## TRA ANEMOMETRI A COPPE E UN ANEMOMETRO SONICO

**UN ANEMOMETRO A COPPE NESA ANS-VV1-N IN DOTAZIONE ALLA STAZIONE METEOROLOGICA DI TRIESTE DEL DIPARTIMENTO DI MATEMATICA E GEOSCIENZE DELLA LOCALE UNIVERSITÀ, PREVENTIVAMENTE TARATO IN LABORATORIO, È STATO CONFRONTATO IN CONDIZIONI NATURALI CON UN ANEMOMETRO SONICO THIES E CON UN ANEMOMETRO A COPPE THIES "FIRST CLASS". I RISULTATI OTTENUTI DIMOSTRANO LA VALIDITÀ DELLO STRUMENTO NESA AI FINI METEOROLOGICI SCIENTIFICI, PER QUANTO RIGUARDA ROBUSTEZZA, ACCURATEZZA E LIMITATO OVERSPEEDING**

La stazione meteorologica del Dipartimento di Matematica e Geoscienze dell'Università degli Studi di Trieste è collocata nel sito storico tradizionale, in uso sin dal 1819, attualmente sul tetto dell'Istituto Statale di Istruzione Superiore Nautico, sito in piazza Hortis a Trieste (45°38'50.66" N, 13°45'52.42" E, WGS84) (fig.1, fig.2). Gli anemometri sono collocati su un palo a 37 m di altezza sul livello del mare ed a 6 m sul colmo del tetto.

Il "piano di campagna" è costituito dai tetti degli edifici circostanti, più bassi: l'orizzonte è libero in tutte le direzioni (Stravisi, 2006; Stravisi e Cirilli, 2011). Alla fine del 2010 la stazione è stata dotata di nuovi strumenti acquistati dal produttore Nesa Srl. I sensori meteorologici sono collegati ad un'unità di acquisizione TMF500 che memorizza i dati e li trasferisce via internet ad un server dedicato sul quale è installato un database Sunflower operante

in ambiente MySql. In particolare sono in uso un anemometro a coppe Nesa ANS-VV1-N ed un sensore di direzione a banderuola Nesa ANS-DV-N. Il sensore di velocità usa magneti radiali ed ha l'uscita in frequenza. Gli strumenti precedenti sono stati mantenuti in funzione accanto ai nuovi per un periodo sufficiente ad effettuare tutti i confronti necessari al fine di garantire l'omogeneità delle serie climatiche.



Fig. 1.- Localizzazione della stazione.



Fig. 2.- Vista dalla base della stazione.

## L'ANEMOMETRO A COPPE NESA ANS-VV1-N

L'anemometro a coppe ANS-VV1-N (individuato nel seguito con "N") è prodotto in serie dalla Nesa e commercializzato con le loro stazioni anche con certificazione Measnet (normative IEC61400-12-1 e ISO 3966). Nel marzo 2012 un lotto di 21 strumenti è stato inviato alla Deutsche WindGuard, Wind Tunnel Services GmbH, Varel, per la relativa calibrazione. Questa è stata eseguita nell'intervallo di velocità tra 4 e 16 m/s, intervallo standard ai fini degli impianti eolici. Le formule di calibrazione tra la frequenza in uscita dallo strumento  $f$  e la velocità  $w$  imposta nel tunnel sono risultate lineari:

$$w = af + b \pm e \quad (1)$$

Il coefficiente di proporzionalità ed il valore di soglia medi:

$$\begin{aligned} a &= 0.300 \pm 0.001 \text{ (m/s)/Hz} \\ b &= 0.28 \pm 0.01 \text{ m/s} \\ e &= 0.02 \text{ m/s} \end{aligned} \quad (2)$$

sono risultati praticamente costanti per questo gruppo di strumenti. Pertanto per il sensore di velocità Nesa ANS-VV1-N si assume come formula standard:

$$w = 0.30 f/\text{Hz} + 0.3 \text{ m/s} \quad (3)$$

La fig. 3 mostra l'andamento del vento dal 1 gennaio al 18 luglio 2012. Normalmente prevalgono le direzioni di brezza (di mare da NW e di terra da ESE). Nel mese di febbraio si è avuto un lungo episodio di bora intensa (da ENE), con raffiche che hanno superato i 150 km/h, causando ingenti danni in città; lo strumento non ne ha risentito, dimostrando così di essere sufficientemente robusto per le condizioni locali.

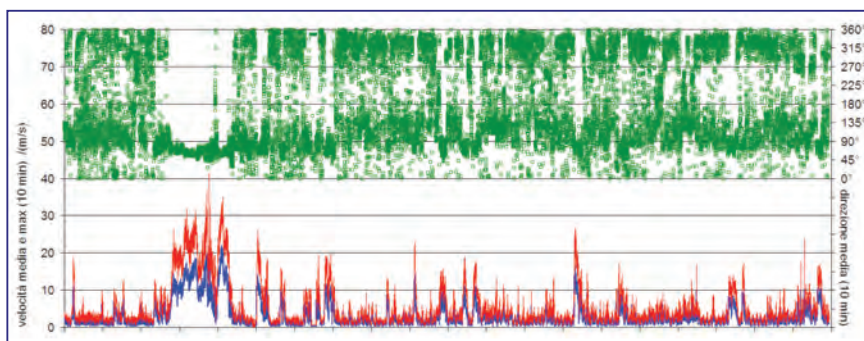


Fig. 3.- Andamento del vento a Trieste (1/1 – 18/7/2012): velocità medie e massime e direzioni medie di provenienza su intervalli di 10 minuti. La divisione dell'asse orizzontale del tempo è di 10 giorni.

## ANEMOMETRI DI CONFRONTO

Il 14 marzo 2012 è stato messo in opera un anemometro sonico 2D Thies mod. 4.3800.00 n. 1100056 (indicato nel seguito con "Ts"), con uscita in loop di corrente, e infine, il 29 giugno, un sensore di velocità a coppe Thies di "prima classe" No. 4.3351 (indicato nel seguito con "T1") con uscita in frequenza. Tutti gli anemometri sono stati montati sul medesimo palo di sostegno (fig. 4). I dati di vento sono acquisiti con continuità e memorizzati come valori medi e massimi su intervalli consecutivi di 10 minuti; lo stesso avviene per gli altri parametri meteorologici.

La Thies riporta per l'anemometro sonico  $Ts$  un'accuratezza del 2%; il sensore di velocità  $T1$ , definito di "prima classe", presenta, secondo la casa costruttrice e la letteratura, ottime caratteristiche di accuratezza (*measuring instability*: 0.3-50 m/s <2%) ed *overspeeding* ridotto.

## RISULTATI

La fig. 5 riporta la correlazione tra le velocità medie (sopra) e massime (sotto), in intervalli di 10 min, registrate dal 14 marzo al 18 luglio 2012 degli anemometri  $N$  (Nesa) e  $Ts$  (sonico). L'anemometro a coppe  $N$ , rispetto a quello sonico, sottostima leggermente le velocità inferiori a 5 m/s e recupera alle velocità maggiori. La retta di regressione propone una correzione di 1.03 rispetto a  $Ts$ , che, ricordiamo, è garantito accurato al 2%.

Per quanto riguarda le raffiche,  $Ts$  fornisce valori superiori del 7%; bisogna comunque ricordare che l'anemometro sonico misura valori "istantanei", mentre il sensore a coppe  $N$  media su una base di 3 s.

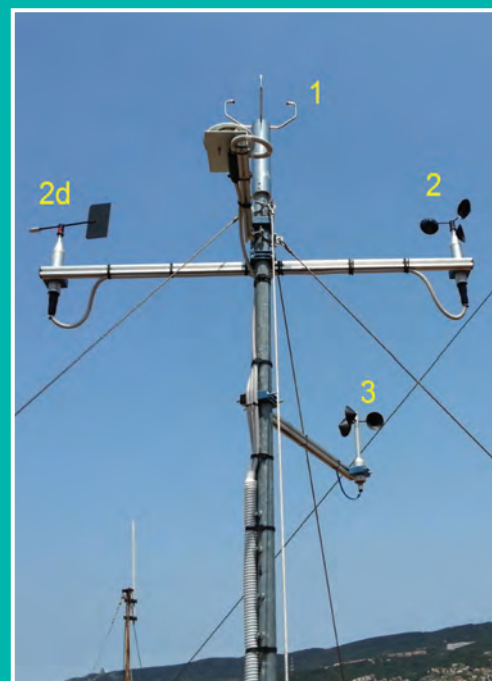


Fig. 4.- Stazione meteorologica di Trieste: (1) anemometro sonico Thies ( $Ts$ ), (2) anemometro Nesa ( $N$ ), (2d) sensore di direzione Nesa, (3) anemometro Thies "first class" ( $T1$ ).

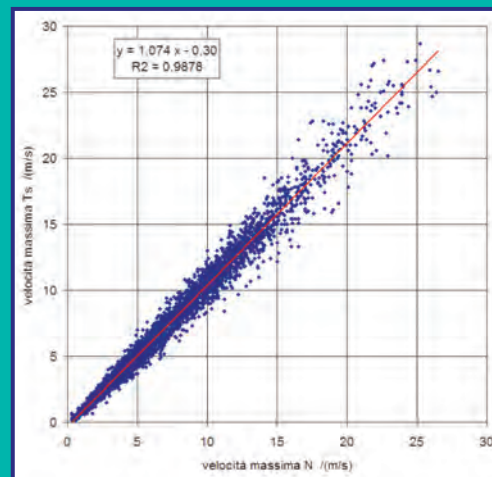
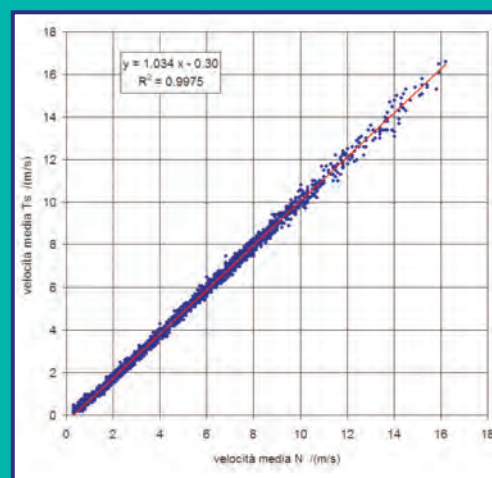


Fig. 5.- Correlazione tra le velocità medie e massime (10 min) degli anemometri  $N$  e  $Ts$  (14 marzo – 18 luglio 2012).



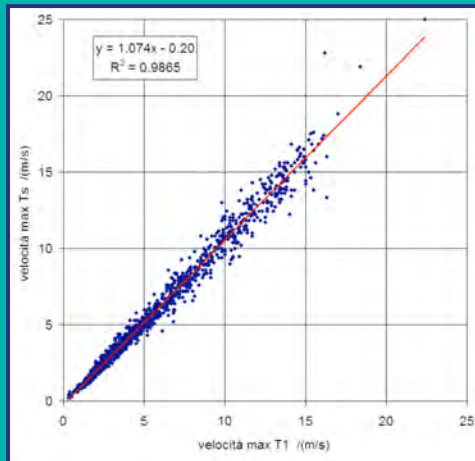
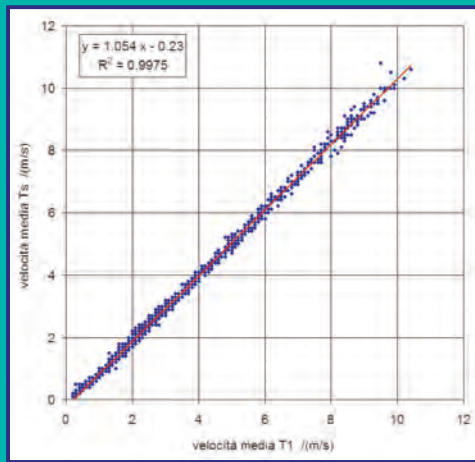


Fig. 6.- Correlazione tra le velocità medie e massime (10 min) degli anemometri T1 e Ts (26 giugno – 18 luglio 2012).

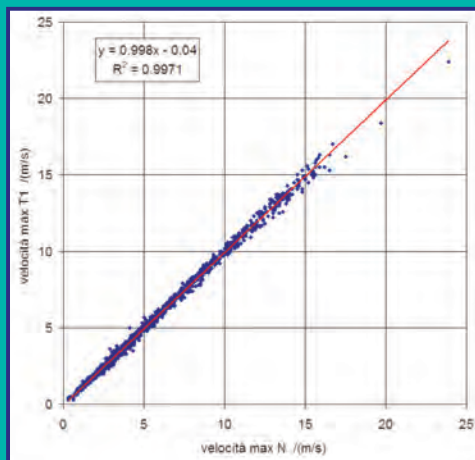
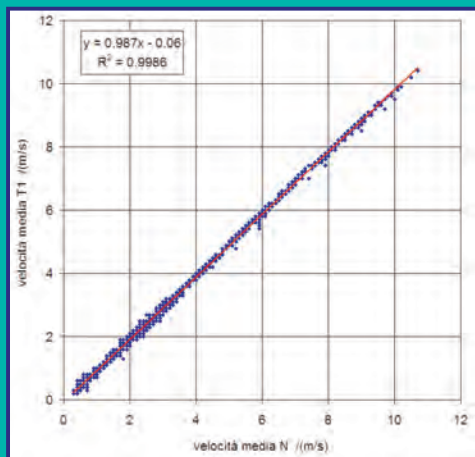


Fig. 7.- Correlazione tra le velocità medie e massime (10 min) degli anemometri T1 e N (26 giugno – 18 luglio 2012).

La fig. 6 (qui a sinistra) riporta le analoghe correlazioni tra gli anemometri Thies T1 e Ts; vediamo che T1 ha una correzione, rispetto a Ts, del 5% per la velocità media (confrontato con il 3% dell'anemometro N), e del 7% per le raffiche (come per il sensore N). Confrontando infine i due anemometri a coppe (fig. 7, in basso a sinistra), risulta che N e T1 si comportano in modo pressoché identico, sia per quanto riguarda le velocità medie che le massime raffiche. Non essendo state ancora registrate medie superiori a 11 m/s nel periodo di confronto tra questi due sensori, gli strumenti sono attualmente ancora operativi.

Infine, per avere un'idea del grado di *overspeeding* dell'anemometro N, si è esaminata la dipendenza del rapporto di velocità Ts/N dal fattore di raffica (*gust factor*). Il fattore di raffica (rapporto tra la velocità massima e quella media) è quello calcolato con i dati dell'anemometro sonico; rende l'idea del grado di variabilità della velocità nell'intervallo dato di 10 min. L'anemometro sonico è esente da *overspeeding*, mentre la velocità media di N dovrebbe aumentare con il *gust factor*, e quindi Ts/N di conseguenza diminuire. In effetti ciò avviene (fig. 8): comunque il rapporto Ts/N si mantiene prossimo a 1 sino a fattori di 1.6, poi diminuisce sino a 0.9 per un fattore di 2.4 e tende a 0.8 per un fattore di raffica di circa 4. Ciò significa che l'*overspeeding* dell'anemometro N può essere stimato pari a zero sino a raffiche 1.5 volte la media, 10% per raffiche 2.4 volte la media, 20% per raffiche 4 volte la media. Normalmente quindi l'*overspeeding* è contenuto al di sotto del 5%.

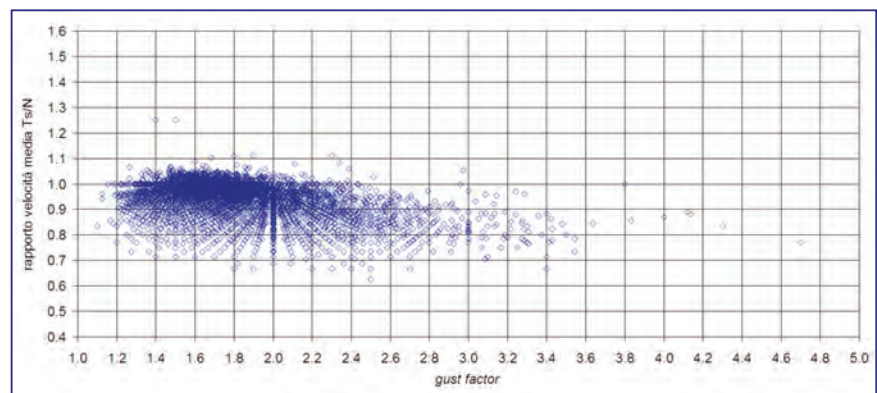


Fig. 8.- Rapporto tra le velocità medie Ts/N (sonico/Nesa) in funzione del fattore di raffica.

## RIFERIMENTI

- STRAVISI F. (2001): *La meteorologia a Trieste*, in: "La variabilità del clima locale relazionata ai fenomeni di cambiamento climatico globale", G.C.Cortemiglia, Pàtron ed. Bologna, 245-288.
- STRAVISI F., CIRILLI S. (2011): *Dati meteorologici di Trieste - Anno 2010*, Univ. Trieste, Dip. Geoscienze, Rapporti OM, n. 143, 49 pag.
- Rapporto di taratura e collaudo n.3579 dd 30/09/2010: *Datalogger Nesa TMF500* s.n. 1002790.
- Rapporto di taratura e collaudo n.4593 dd 21/06/2011: *Sensore di velocità vento ad impulsi Nesa ANS-VV-N*, s.n. 1003609.
- Rapporto di taratura e collaudo n.4592 dd 21/06/2011: *Sensore di direzione vento Nesa*, s.n. 1003608.
- Certificato di calibrazione Deutsche WindGuard n. 09/4729 DKD-K-3681 dd 08/2009: *Sensore di velocità vento a coppe Thies "First Class"*.
- Certificati di calibrazione Deutsche WindGuard n. 21714-21734: lotto di *Sensori di velocità vento ad impulsi Nesa ANS-VV-N*.

## CONCLUSIONI

I confronti effettuati presso la stazione meteorologica di Trieste in condizioni naturali di operatività hanno dimostrato che il sensore di velocità del vento abitualmente impiegato, del tipo commerciale standard, si comporta esattamente come un anemometro di prima classe ed è confrontabile con un anemometro sonico. Presenta un *overspeeding* piuttosto limitato relativamente a un anemometro a coppe ed ha inoltre la robustezza necessaria a resistere alle forti raffiche di bora caratteristiche del luogo. I risultati comparativi ottenuti hanno evidenziato che l'anemometro a coppe N in dotazione alla stazione può essere usato, oltre che nelle normali misure anemologiche, anche in campo eolico-scientifico. ■