

Università degli Studi di Trieste
Dipartimento di Fisica Teorica

Cattedra di Fisica Terrestre e Climatologia

Franco Stravisi

TARATURA DI DUE ANEMOMETRI A COPPE
(MTX E MICROS)

Rapporto Interno
FTC 90/1

Trieste 1990

INDICE

Introduzione	1
1. Gli anemometri	1
2. Taratura dell'anemometro MTX	2
3. Taratura dell'anemometro Micros	3
Ringraziamenti	3
Riferimenti	3
Tabelle, figure	4

TARATURA DI DUE ANEMOMETRI A COPPE
(MTX E MICROS)

Franco Stravisi

La misura della velocità del vento ha sempre costituito un problema per la meteorologia. L'uso di anemometri di tipo diverso, o comunque aventi caratteristiche dinamiche (velocità di soglia, momento di inerzia) differenti continua a rendere incerti i confronti tra le serie di dati disponibili. L'uso recente di mulinelli a tre coppe di forma appuntita e di peso e dimensioni ridotti ha contribuito, diminuendo l'"overspeeding", a standardizzarne, entro certi limiti, il comportamento dinamico. Resta comunque spesso inaffidabile, per gli usi scientifici, la calibrazione dello strumento fornita dalle case costruttrici.

Nei programmi di lavoro del Laboratorio di Climatologia è prevista la taratura in loco degli anemometri in uso presso le stazioni meteorologiche di Trieste. Si è quindi provveduto a tarare in laboratorio un anemometro di caratteristiche tali da poter essere usato come campione facilmente trasportabile; come prima applicazione, è stato quindi tarato per confronto un secondo tipo di anemometro attualmente abbastanza diffuso per l'impiego continuativo sul campo.

1. Gli anemometri

MTX. Il sensore di velocità MTX mod. VVE010 (n. 016) è costituito da un mulinello a tre coppe. L'uscita del segnale (X) è analogica, in tensione; la velocità (v), secondo la casa costruttrice, è data da:

$$v/(m/s) = 12 X/V .$$

Il segnale in uscita presenta gradini di 0.019 V. A mulinello fermo si misura una tensione residua X_0 che dipende dalla lunghezza del cavo di collegamento.

Per le sue ridotte dimensioni e la facilità di lettura, questo strumento può essere facilmente usato come campione per la taratura in loco di altri anemometri.

MICROS. Il sensore MICROS mod. SVDV (n. 0485) fornisce sia la direzione del vento, tramite una banderuola, che la velocità tramite un mulinello a tre coppe. I segnali sono campionati da una centralina MICROS (UCS/USC16/SD2); la velocità (V_M) in m/s è calcolata con la formula di taratura fornita dalla casa costruttrice, determinata ponendo l'anemometro su di un braccio rotante.

2. Taratura dell'anemometro MTX

La taratura è stata eseguita presso il Dipartimento di Energetica della Facoltà di Ingegneria dell'Università di Trieste. Per la riproduzione di flussi d'aria costanti è stato impiegato un tunnel aerodinamico di forma cilindrica (lunghezza del tubo 11 m, diametro 1.1 m). L'aria, immessa nel tunnel da un'elica a velocità di rotazione regolabile, passa attraverso un raddrizzatore a celle ed esce da un diffusore (una corona circolare montata alla fine del tunnel) con un flusso uniforme su tutta la sezione. Sono stati impiegati successivamente tre diffusori (diametri 0.885, 0.740, 0.660 m) per riprodurre tre diversi intervalli di velocità dell'aria. L'anemometro da tarare è stato fissato esternamente al centro del tunnel; la velocità è stata misurata con un tubo di Pitot e micromanometro ad acqua e con un anemometro a filo caldo DISA, tarato all'inizio di ogni serie di misure.

I dati sono riportati nella Tab. 1. Nella colonna (1) la velocità dell'aria è stata misurata con il tubo di Pitot, in funzione della pressione d'arresto e della densità dell'aria del momento (Stravisi, 1988). I dati sono mediati su un numero ridotto di letture eseguite rispettivamente al micromanometro e con un voltmetro digitale; la variabilità delle singole misure è del 2%. È stato impiegato il diffusore da 66 cm; la velocità minima misurata con il tubo di Pitot (2.84 m/s) corrisponde a 0.49 mm di acqua. I dati della colonna (2) sono le medie ottenute campionando ad alta frequenza, per circa mezzo minuto, i segnali in uscita dell'anemometro a filo caldo e dell'anemometro a coppe MTX, mediante un convertitore analogico-digitale ed un PC. Anche in questo caso la variabilità dei segnali è di 1-2%. Le tre serie di dati si riferiscono ai tre diversi diffusori, di diametro crescente verso il basso.

Vista l'accuratezza degli anemometri campione (circa 1%), funzione dell'accuratezza delle letture del micromanometro ad acqua, le quattro serie di dati della Tab. 1 sono state considerate in un unico insieme (Fig. 1). Trascurando i dati corrispondenti a velocità superiori a 20 m/s, la retta di regressione, indicando le deviazioni standard dei coefficienti, è:

$$v/(m/s) = (12.94 \pm 0.04) (X - X_0)/V + (0.21 \pm 0.03); \quad (1)$$

il coefficiente di correlazione è 0.9997, l'errore probabile della regressione $e = 0.09$ m/s. La tensione residua dell'anemometro MTX era $X_0 = 0.007$ V.

L'anemometro MTX ha dunque un comportamento lineare, con un errore probabile di 0.1 m/s.; la soglia è a 0.4 m/s. La formula di calibrazione fornita dalla casa fornisce valori di velocità circa 8% inferiori a quelli misurati in flussi d'aria costanti.

3. Taratura dell'anemometro MICROS

L'anemometro MICROS è stato confrontato con l'anemometro MTX, precedentemente tarato, in condizioni naturali. Entrambi gli strumenti sono stati montati su un traliccio posto sul tetto dell'edificio "Galileo" del Centro Internazionale di Fisica Teorica di Miramare, Trieste, dove ha sede il Laboratorio di Climatologia. Le misure sono state effettuate durante il mese di luglio 1990. I dati considerati sono medie su intervalli di 10 minuti. I dati dell'anemometro MICROS (V_M) sono stati assunti con le modalità descritte da Stravisi (1989). I corrispondenti dati (X) dell'anemografo MTX sono stati ricavati dalle registrazioni analogiche effettuate con un registratore potenziometrico Linseis (5V fondo scala, scorrimento 6 cm/h). Sono state considerate 207 coppie di valori da 0 a 7 m/s (Fig. 2); la retta di regressione è:

$$(X-X_0)/mV = (76.5 \pm 0.5) V_M/(m/s) + (0.7 \pm 1.6), \quad (2)$$

con un coefficiente di correlazione pari a 0.9963 ed un errore probabile $e = 9.5$ mV. In questo caso era $X_0 = 40$ mV. Considerando la (1), si ha:

$$v/(m/s) = (0.990 \pm 0.006) V_M/(m/s) + (0.22 \pm 0.02), \quad (3)$$

con il medesimo coefficiente di correlazione ed un errore probabile pari a 0.12 m/s.

La (3) praticamente conferma la calibrazione eseguita dalla MICROS, correggendone la sottostima alle basse velocità; la soglia di questo anemometro è a circa 0.6 m/s.

Ringraziamenti. Desidero ringraziare il Direttore e l'ing. Giovanni Mosetti del Dipartimento di Energetica della Facoltà di Ingegneria dell'Università di Trieste per la loro cortese disponibilità e per l'essenziale aiuto.

RIFERIMENTI

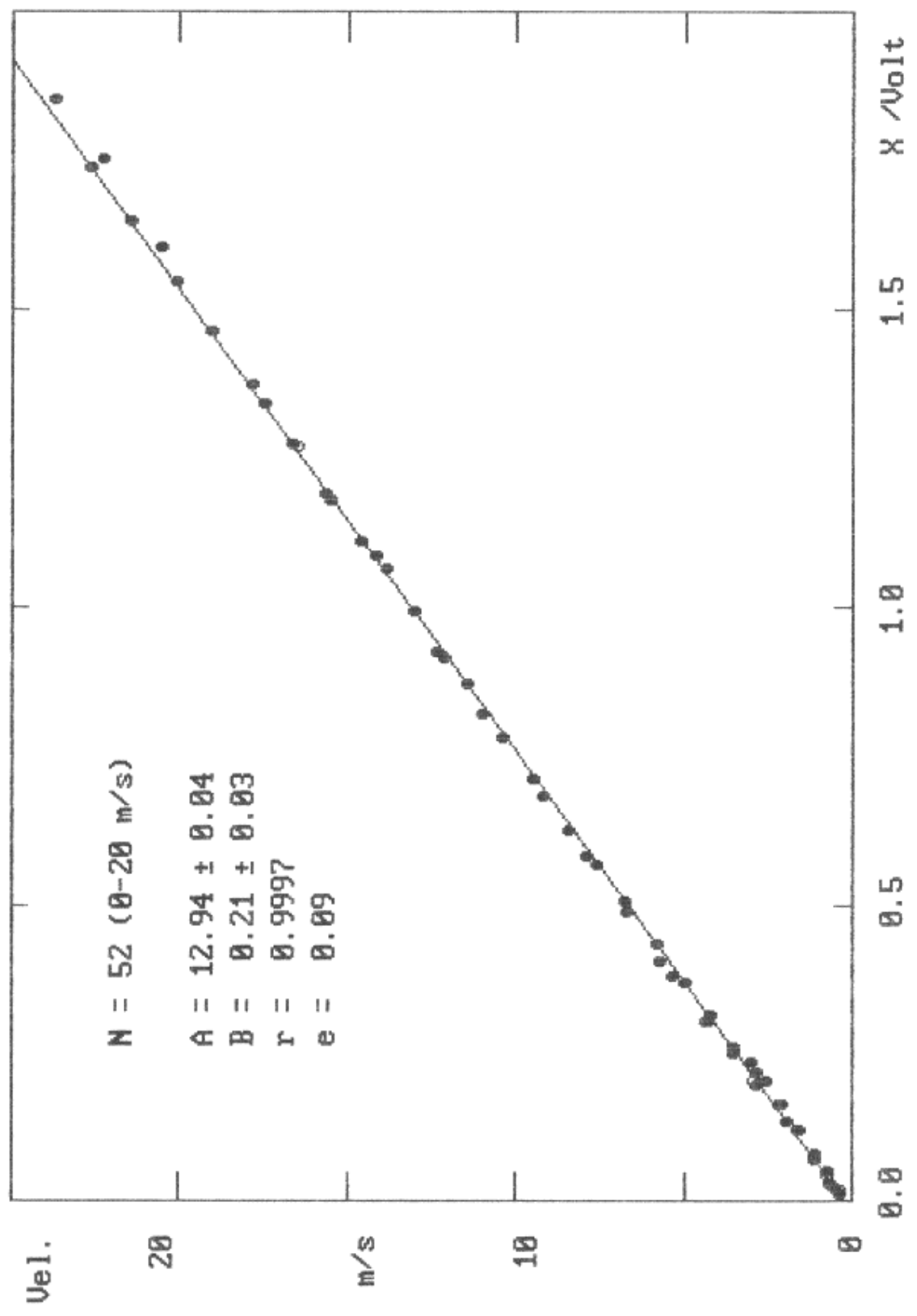
STRAVISI F. (1988): "Fortran programs for the equation of state of moist air", FTC 88/2, 13 pp.

STRAVISI F. (1989): "Computer programs for meteorological data sampling and filing", FTC 89/2, 55 pp.

1		2	
m/s	V	m/s	V
23.67	1.857	22.65	1.745
22.26	1.757	21.43	1.654
20.53	1.609	20.05	1.553
17.81	1.379	19.05	1.469
16.59	1.278	17.43	1.346
15.47	1.185	16.51	1.275
14.15	1.091	15.66	1.197
12.31	0.930	14.61	1.118
10.95	0.824	13.81	1.071
9.21	0.690	12.98	0.999
7.93	0.587	12.09	0.921
6.73	0.494	11.40	0.877
5.37	0.388	10.39	0.785
4.28	0.310	9.48	0.716
2.84	0.204	8.44	0.630
		7.60	0.574
		6.76	0.511
		5.82	0.441
		4.94	0.374
		4.24	0.321
		3.51	0.269
		2.87	0.226
		2.13	0.172
		1.58	0.127
		0.73	0.058
		5.74	0.411
		4.34	0.310
		3.57	0.258
		2.93	0.210
		1.94	0.141
		1.10	0.077
		0.50	0.029
		3.05	0.244
		2.59	0.210
		2.16	0.170
		1.66	0.128
		1.13	0.086
		0.77	0.051
		0.66	0.036
		0.65	0.036
		0.52	0.031
		0.39	0.021
		0.37	0.027
		0.36	0.007

TAB. 1. Taratura anemometro MTX mod. VVE010 n. 016. Velocità dell'aria misurata con un tubo di Pitot (1) e con un anemometro a filo caldo (2) e corrispondente tensione MTX in uscita.

Taratura anemometro MTX mod. VVE010 n. 016 (giugno 1990)



Correlazione anemometri MTX e MICROS, velocità 10 min, luglio 1990

