

POLITECNICO DI TORINO

ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI INGEGNERE

II SESSIONE – ANNO 1999

Ramo MECCANICA

TEMA N. 2

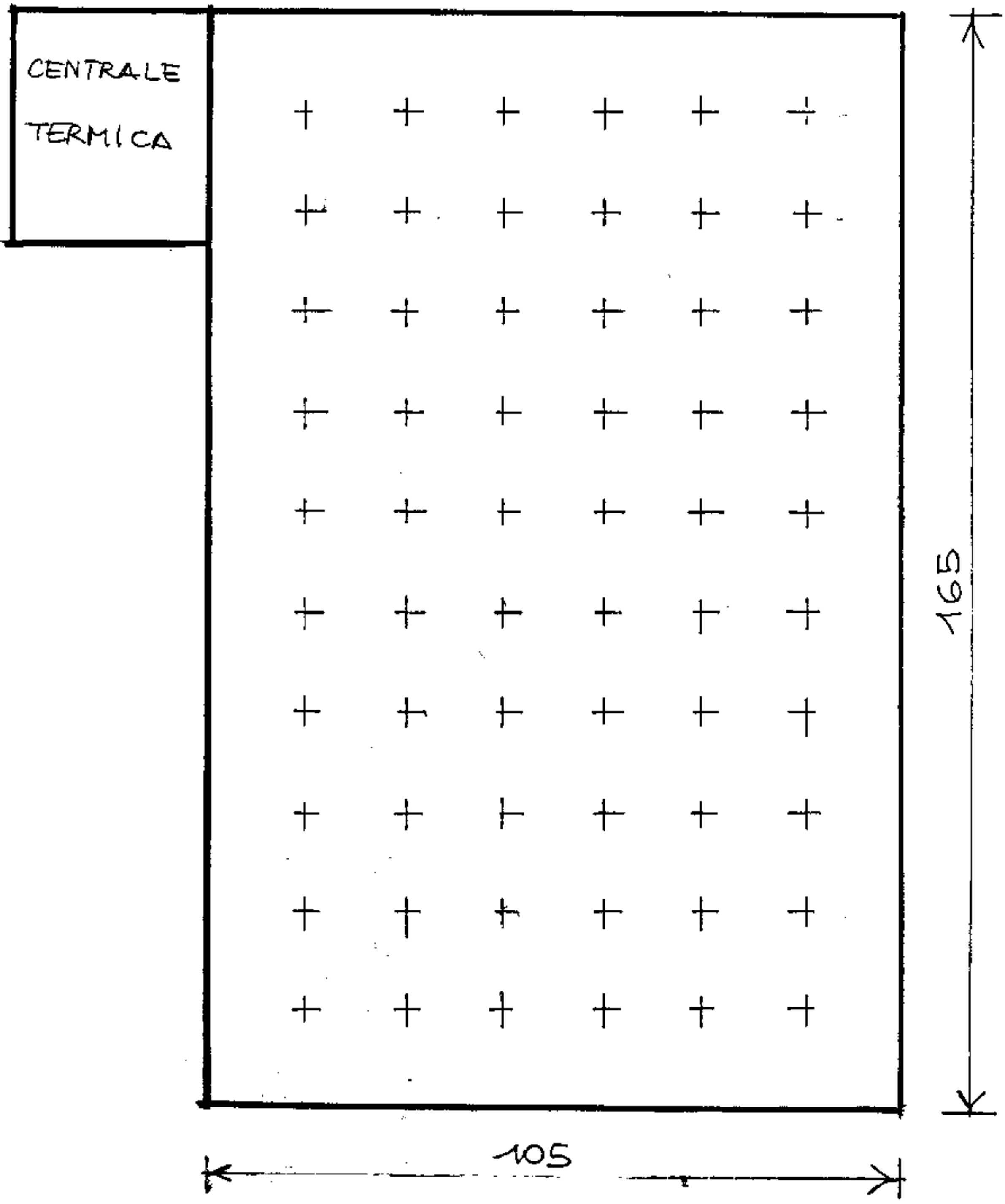
Si chiede di sviluppare un progetto preliminare dell'impianto di riscaldamento del capannone industriale schematicamente rappresentato in figura. Il capannone ha pianta rettangolare, con dimensioni indicative in pianta di m 105 x 165 ed altezza netta interna 6 m.

Per il riscaldamento si utilizzano aerotermi alimentati a vapore con pressione minima di 1 bar relativo.

Si assumano i valori di temperatura di progetto invernale 15°C (interno) e -8°C (esterno).

1. Calcolare il carico termico per dispersione e ventilazione, assumendo un coefficiente volumico di dispersione $C_d = 0,65 \text{ W/m}^3\text{°C}$ ed un ricambio d'aria (non trattata) pari a 1 volume/ora; i dati suddetti sono riferiti al volume interno.
2. Scegliere e posizionare gli aerotermi (uno per modulo in pianta di 15 x 15 m, con installazione a soffitto).
3. Disegnare la rete di mandata vapore e ritorno condensa, tenendo conto della posizione della centrale termica e degli aerotermi.
4. Dimensionare (con riferimento all'aerotermino più sfavorito) la rete di mandata del vapore, assumendo una perdita di carico uniforme di 1 kPa/m (valore comprensivo di perdite distribuite e concentrate) e temperatura minima 120°C.
5. Calcolare la pressione minima che deve avere il vapore nel collettore che alimenta la rete.
6. Indicare la posizione degli ancoraggi (fissi e mobili) delle tubazioni e verificare la stabilità della rete alla dilatazione.
7. Verificare il livello di pressione sonora a 4 m dall'aerotermino, nell'ipotesi di emissione omnidirezionale e propagazione in campo libero, sapendo che il livello della potenza sonora emessa da ciascun aerotermino è pari a 70 dB.
8. Discutere possibili soluzioni impiantistiche alternative per il riscaldamento invernale (ed eventualmente per la climatizzazione estiva) del capannone.

N. 8 ALLEGATI



Caratteristiche

3

| MODELLO | VELOCITÀ DI ROTAZIONE giri/min | PORTATA ARIA m³/h | POTENZA MOTORE W (1) | ALIMENTAZIONE | COMPATIBILE CON AMBIENTE A LIVELLO SONORO dB(A) (2) | ESECUZIONE | CONTENUTO ACQUA litri |
|--------------|-----------------------------------|----------------------|----------------------------|-----------------------------------|---|--|-----------------------------|
| J 301 | 1400 | 1110 | 81 | vapore e acqua fino a 180°C | 47/55 | standard standard a richiesta a richiesta standard | 1,5 |
| | 950 | 755 | 48 | | 42/50 | | |
| | 700 | 555 | 18 | | 38/45 | | |
| | 1400/950 | 1110/755 | 185 | | — | | |
| | 1400/700 | 1110/555 | 185 | | — | | |
| J 302 | 1400 | 850 | 81 | vapore e acqua fino a 180°C | 47/55 | standard standard a richiesta a richiesta standard | 3,0 |
| | 950 | 575 | 48 | | 42/50 | | |
| | 700 | 425 | 18 | | 38/45 | | |
| | 1400/950 | 850/575 | 185 | | — | | |
| | 1400/700 | 850/425 | 185 | | — | | |
| J 312 | 1400 | 1150 | 81 | acqua fino a 180°C | 47/55 | standard standard a richiesta a richiesta standard | 0,9 |
| | 950 | 780 | 48 | | 42/50 | | |
| | 700 | 575 | 18 | | 38/45 | | |
| | 1400/950 | 1150/780 | 185 | | — | | |
| | 1400/700 | 1150/575 | 185 | | — | | |
| J 313 | 1400 | 930 | 81 | acqua fino a 180°C | 47/55 | standard standard a richiesta a richiesta standard | 1,2 |
| | 950 | 630 | 48 | | 42/50 | | |
| | 700 | 465 | 18 | | 42/50 | | |
| | 1400/950 | 930/630 | 185 | | — | | |
| | 1400/700 | 930/465 | 185 | | — | | |
| J 314 | 1400 | 830 | 81 | acqua fino a 180°C | 47/55 | standard standard a richiesta a richiesta standard | 1,5 |
| | 950 | 565 | 48 | | 42/50 | | |
| | 700 | 415 | 18 | | 42/50 | | |
| | 1400/950 | 830/565 | 185 | | — | | |
| | 1400/700 | 830/415 | 185 | | — | | |
| J 401 | 1400 | 2080 | 81 | vapore e acqua fino a 180°C | 47/55 | standard standard a richiesta a richiesta standard | 2,3 |
| | 950 | 1410 | 48 | | 42/50 | | |
| | 700 | 1040 | 18 | | 42/50 | | |
| | 1400/950 | 2080/1410 | 185 | | — | | |
| | 1400/700 | 2080/1040 | 185 | | — | | |
| J 402 | 1400 | 1920 | 81 | vapore e acqua fino a 180°C | 47/55 | standard standard a richiesta a richiesta standard | 4,6 |
| | 950 | 1300 | 48 | | 42/50 | | |
| | 700 | 960 | 18 | | 42/50 | | |
| | 1400/950 | 1920/1300 | 185 | | — | | |
| | 1400/700 | 1920/960 | 185 | | — | | |
| J 412 | 1400 | 2095 | 81 | acqua fino a 180°C | 47/55 | standard standard a richiesta a richiesta standard | 1,7 |
| | 950 | 1420 | 48 | | 42/50 | | |
| | 700 | 1045 | 18 | | 42/50 | | |
| | 1400/950 | 2095/1420 | 185 | | — | | |
| | 1400/700 | 2095/1045 | 185 | | — | | |
| J 413 | 1400 | 1910 | 81 | acqua fino a 180°C | 47/55 | standard standard a richiesta a richiesta standard | 2,2 |
| | 950 | 1295 | 48 | | 42/50 | | |
| | 700 | 955 | 18 | | 42/50 | | |
| | 1400/950 | 1910/1295 | 185 | | — | | |
| | 1400/700 | 1910/955 | 185 | | — | | |
| J 414 | 1400 | 1730 | 81 | acqua fino a 180°C | 47/55 | standard standard a richiesta a richiesta standard | 2,7 |
| | 950 | 1175 | 48 | | 42/50 | | |
| | 700 | 865 | 18 | | 42/50 | | |
| | 1400/950 | 1730/1175 | 185 | | — | | |
| | 1400/700 | 1730/865 | 185 | | — | | |

1) Le potenze dei motori sono indicative

2) Per l'interpretazione dei livelli sonori vedere a pag. 51.

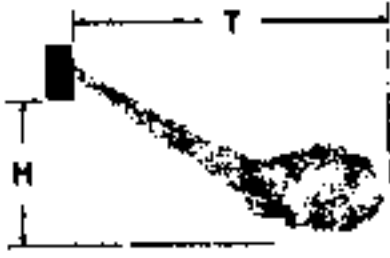

Caratteristiche

| MODELLO | VELOCITÀ DI ROTAZIONE giri/min | PORTATA ARIA m ³ /h | POTENZA MOTORE W (1) | ALIMENTAZIONE | COMPATIBILE CON AMBIENTE A LIVELLO SONORO dB(A) (2) | ESECUZIONE | CONTENUTO ACQUA litri |
|--------------|-----------------------------------|-----------------------------------|----------------------------|-----------------------------------|---|-------------|-----------------------------|
| J 501 | 1400 | 3620 | 185 | vapore e acqua fino a 180°C | 52/60 | standard | 3,3 |
| | 950 | 2455 | 48 | | 52/60 | standard | |
| | 700 | 1810 | 18 | | 47/55 | a richiesta | |
| | 1400/950 | 3620/2455 | 185 | | — | a richiesta | |
| | 1400/700 | 3620/1810 | 185 | | — | standard | |
| J 502 | 1400 | 3120 | 185 | vapore e acqua fino a 180°C | 52/60 | standard | 6,6 |
| | 950 | 2115 | 48 | | 47/55 | standard | |
| | 700 | 1560 | 18 | | 47/55 | a richiesta | |
| | 1400/950 | 3120/2115 | 185 | | — | a richiesta | |
| | 1400/700 | 3120/1560 | 185 | | — | standard | |
| J 512 | 1400 | 3450 | 185 | acqua fino a 180°C | 52/60 | standard | 2,5 |
| | 950 | 2340 | 48 | | 52/60 | standard | |
| | 700 | 1725 | 18 | | 47/55 | a richiesta | |
| | 1400/950 | 3450/2340 | 185 | | — | a richiesta | |
| | 1400/700 | 3450/1725 | 185 | | — | standard | |
| J 513 | 1400 | 3280 | 185 | acqua fino a 180°C | 52/60 | standard | 3,2 |
| | 950 | 2225 | 48 | | 45/55 | standard | |
| | 700 | 1640 | 18 | | 47/55 | a richiesta | |
| | 1400/950 | 3280/2225 | 185 | | — | a richiesta | |
| | 1400/700 | 3280/1640 | 185 | | — | standard | |
| J 514 | 1400 | 3160 | 185 | acqua fino a 180°C | 52/60 | standard | 4,0 |
| | 950 | 2145 | 48 | | 47/55 | standard | |
| | 700 | 1580 | 18 | | 47/55 | a richiesta | |
| | 1400/950 | 3160/2145 | 185 | | — | a richiesta | |
| | 1400/700 | 3160/1580 | 185 | | — | standard | |
| J 601 | 930 | 6330 | 309 | vapore e acqua fino a 180°C | 58/68 | standard | 5,2 |
| | 730 | 4665 | 309 | | 52/60 | standard | |
| | 930/730 | 6330/4665 | 309 | | — | standard | |
| J 602 | 930 | 4780 | 309 | vapore e acqua fino a 180°C | 58/68 | standard | 10,3 |
| | 730 | 3520 | 309 | | 52/60 | standard | |
| | 930/730 | 4780/3520 | 309 | | — | standard | |
| J 612 | 930 | 6050 | 185 | acqua fino a 180°C | 58/68 | standard | 3,2 |
| | 730 | 4450 | 185 | | 52/60 | standard | |
| | 930/730 | 6050/4450 | 185 | | — | standard | |
| J 613 | 930 | 4740 | 185 | acqua fino a 180°C | 58/68 | standard | 4,3 |
| | 730 | 3490 | 185 | | 58/68 | standard | |
| | 930/730 | 4740/3490 | 185 | | — | standard | |
| J 614 | 930 | 4320 | 309 | acqua fino a 180°C | 58/68 | standard | 5,4 |
| | 730 | 3185 | 309 | | 52/60 | standard | |
| | 930/730 | 4320/3185 | 309 | | — | standard | |

1) Le potenze dei motori sono indicative

2) Per l'interpretazione dei livelli sonori vedere a pag. 51.

Pressione vapore saturo: 1 bar (120°C) - Temperatura aria aspirata: 15°C

| MODELLO | VELOCITÀ DI ROTAZIONE | PORTATA ARIA |  | |  | |
|---------|-----------------------|--------------|---|-------|---|-------|
| | giri/min | m³/h | A PARETE | | A SOFFITTO | |
| | | | H m | T m | H m | S m |
| J 301 | 1400 | 1110 | 2,65 | 7,90 | 2,75 | 6,90 |
| | 950 | 755 | 2,45 | 5,60 | — | — |
| | 700 | 555 | — | — | — | — |
| J 302 | 1400 | 850 | 1,95 | 4,60 | — | — |
| | 950 | 575 | — | — | — | — |
| | 700 | 425 | — | — | — | — |
| J 401 | 1400 | 2080 | 3,30 | 12,10 | 3,40 | 8,50 |
| | 950 | 1410 | 3,05 | 8,30 | 2,15 | 5,60 |
| | 700 | 1040 | 2,75 | 6,30 | — | — |
| J 402 | 1400 | 1920 | 2,70 | 9,20 | 2,55 | 6,40 |
| | 950 | 1300 | 2,45 | 6,20 | — | — |
| | 700 | 960 | — | — | — | — |
| J 501 | 1400 | 3620 | 3,90 | 15,20 | 4,40 | 11,00 |
| | 950 | 2455 | 3,50 | 10,70 | 2,80 | 7,40 |
| | 700 | 1810 | 3,15 | 8,00 | — | — |
| J 502 | 1400 | 3120 | 2,90 | 10,60 | 3,00 | 7,30 |
| | 950 | 2115 | 2,65 | 7,50 | — | — |
| | 700 | 1560 | — | — | — | — |
| J 601 | 930 | 6330 | 4,05 | 20,20 | 5,75 | 12,00 |
| | 730 | 4665 | 3,65 | 15,20 | 4,00 | 8,80 |
| J 602 | 930 | 4780 | 3,05 | 12,90 | 3,40 | 7,10 |
| | 730 | 3520 | 2,85 | 9,80 | — | — |

POTENZE TERMICHE IN FUNZIONE DELL'ALTITUDINE

Le potenze termiche indicate sul presente manuale sono determinate con aria a 1013 mbar cioè a quota 0 sul livello del mare. In realtà le potenze termiche degli aerotermi sono legate alle caratteristiche fisiche dell'aria, e quindi sono funzione della pressione barometrica.

Per altitudini comprese tra il livello del mare e poche

centinaia di metri non viene normalmente applicata alcuna correzione trattandosi di pochi %.

La tavola riporta i coefficienti correttivi delle potenze termiche riportate sul manuale per varie altitudini sul livello del mare.

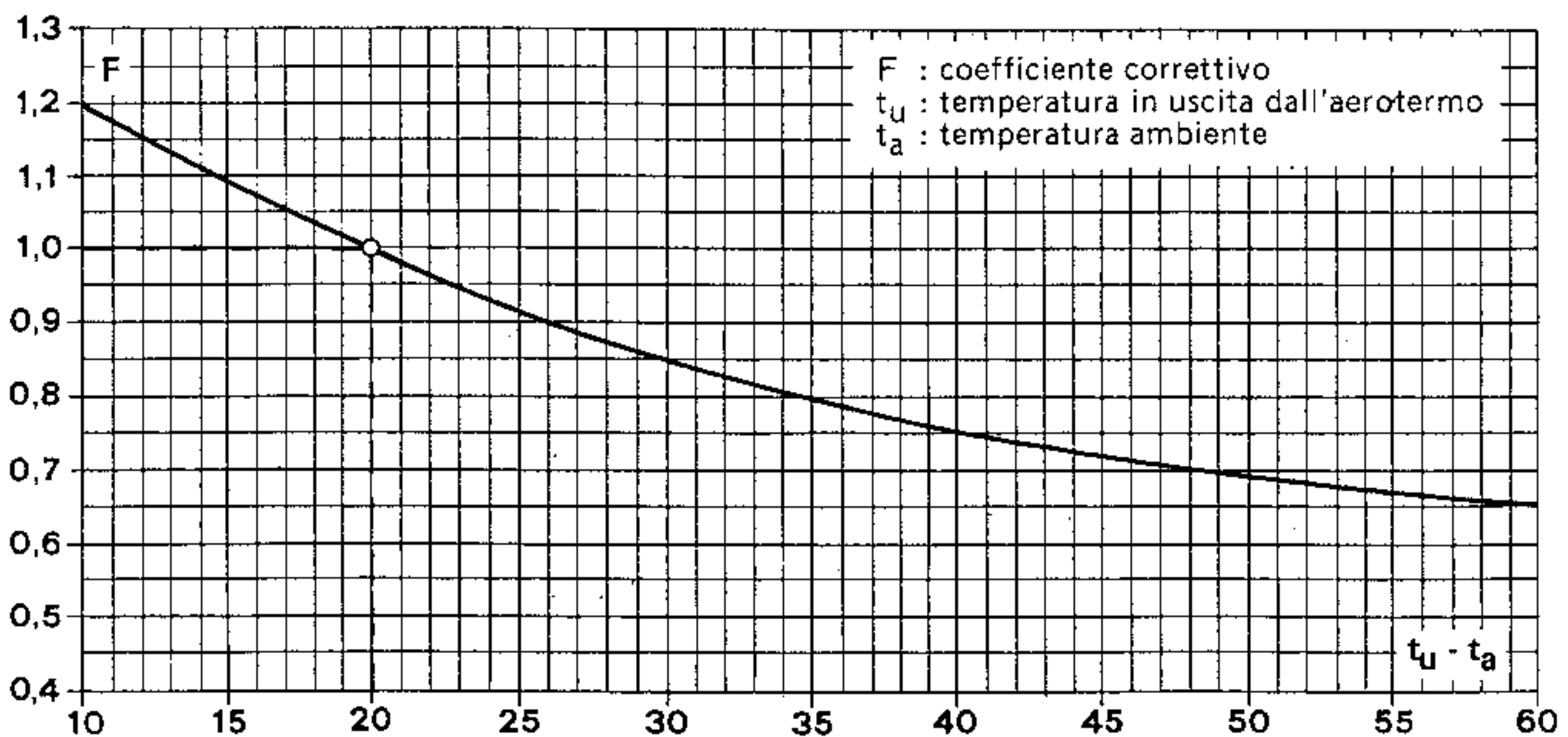
La portata volumetrica degli aerotermi rimane invariata.

| Altitudine s.l.m. | m | 0 | 500 | 1000 | 1500 | 2000 |
|-------------------|------|-------|------|------|------|------|
| Pressione | kPa | 101,3 | 95,7 | 90,1 | 84,5 | 78,9 |
| | mbar | 1013 | 957 | 901 | 845 | 789 |
| Coefficiente | | 1 | 0,97 | 0,94 | 0,91 | 0,88 |

Altezze massime di montaggio (H) e raggi d'azione (T o S) riferiti ad una differenza di 20°C tra la temperatura dell'aria all'uscita dall'aerotermo e la temperatura ambiente ($t_u - t_a = 20^\circ\text{C}$).
Alimentazione con vapore saturo.

| MODELLO | | J 301 | J 302 | J 401 | J 402 | J 501 | J 502 | J 601 | J 602 | |
|------------|---|---------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| A parete | H | 1400 giri/min | 3,10 | 3,00 | 3,80 | 3,80 | 4,30 | 4,10 | — | — |
| | | 950 giri/min | 3,00 | 2,90 | 3,80 | 3,70 | 4,10 | 3,90 | 4,30 | 4,20 |
| | | 700 giri/min | 2,90 | 2,80 | 3,60 | 3,50 | 3,90 | 3,70 | 4,10 | 4,00 |
| | T | 1400 giri/min | 9,20 | 7,60 | 13,90 | 13,00 | 16,70 | 14,90 | — | — |
| | | 950 giri/min | 6,90 | 5,60 | 10,30 | 9,30 | 12,40 | 11,10 | 21,50 | 17,40 |
| | | 700 giri/min | 5,50 | 4,50 | 8,20 | 7,80 | 9,90 | 8,90 | 17,10 | 13,80 |
| A soffitto | H | 1400 giri/min | 3,20 | 2,45 | 3,90 | 3,60 | 4,85 | 4,15 | — | — |
| | | 950 giri/min | 2,20 | — | 2,65 | 2,45 | 3,30 | 2,85 | 6,10 | 4,60 |
| | | 700 giri/min | — | — | — | — | 2,45 | — | 4,50 | 3,40 |
| | S | 1400 giri/min | 8,00 | 6,10 | 9,75 | 9,00 | 12,10 | 10,35 | — | — |
| | | 950 giri/min | 5,70 | — | 6,90 | 6,35 | 8,60 | 7,40 | 12,80 | 9,65 |
| | | 700 giri/min | — | — | — | — | 6,35 | — | 9,90 | 7,50 |

Coefficienti correttivi F delle altezze massime di montaggio (H) e dei raggi d'azione (T o S) con valori di $t_u - t_a$ diversi da 20°C.



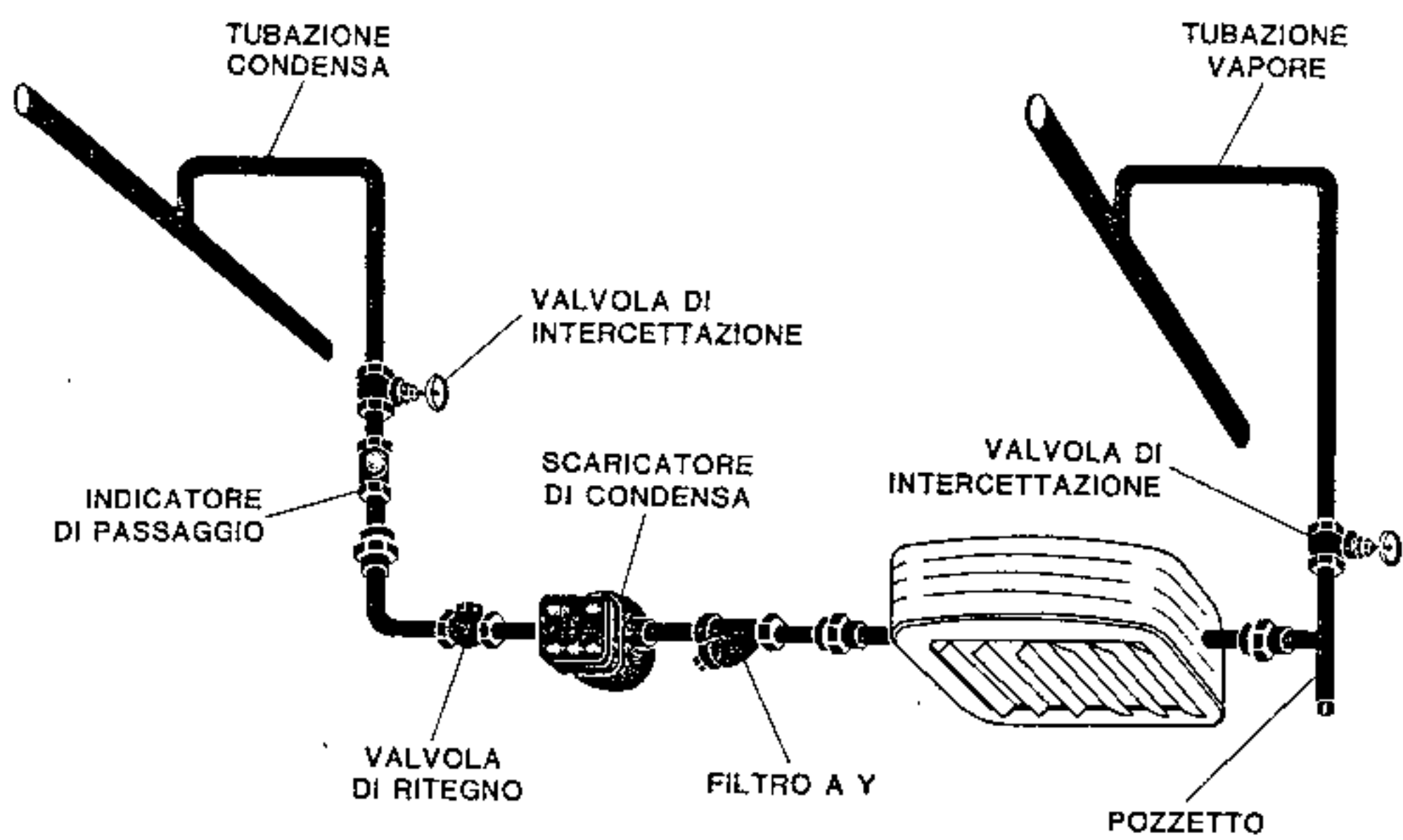


Fig. 5 - Schema d'installazione per aerotermo alimentato a vapore. Installazione a soffitto.



Figura 2 - Dimensionamento delle linee di vapore (diametro-perdita di carico).

Fonte: MEMOTECNICO Jucker (1992).