



*Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca*

**M430 – ESAME DI STATO DI ISTITUTO TECNICO INDUSTRIALE**

CORSO DI ORDINAMENTO

**Indirizzo:** TERMOTECNICA

**Tema di:** IMPIANTI TERMOTECNICI E DISEGNO

Si deve dimensionare, in regime estivo ed invernale, la centrale di trattamento aria di un impianto di condizionamento a tutta aria di tipo convenzionale, di un piano uffici costituito da un unico ambiente situato in una località del centro Italia.

L'affollamento previsto è di 100 persone sedute in lavoro moderato.

- Il carico termico estivo sensibile per differenza di temperatura e per irraggiamento sia di 15.000 W;
- le dispersioni di calore invernali siano di 44.000 W;
- gli apporti di calore sensibile all'ambiente, in regime di massimo affollamento, per illuminazione e macchine, siano di 10.000 W.

Determinare, in maniera analitica e grafica:

- le condizioni termoigrometriche dell'aria di immissione;
- la portata di aria di immissione;
- la portata dell'aria esterna e di ricircolo;
- la potenzialità delle batterie di riscaldamento e raffreddamento;
- la portata dell'acqua di umidificazione.

Utilizzando il diagramma psicrometrico allegato, si traccino le linee di trasformazione dell'aria nell'unità di trattamento e si disegni, inoltre, lo schema dell'unità di trattamento aria.

Il candidato assuma liberamente ogni altro dato necessario alla soluzione giustificando tali scelte.

Durata massima della prova: 6 ore.

È consentito l'uso di manuali tecnici e di calcolatrici non programmabili.

È consentito l'uso del dizionario bilingue (italiano-lingua del paese di provenienza) per i candidati di madrelingua non italiana.

Non è consentito lasciare l'Istituto prima che siano trascorse 3 ore dalla dettatura del tema.

## Soluzione

### Regime estivo

#### Punto 1 – Calcolo condizioni aria d'immissione

A tale scopo bisogna determinare la retta di lavoro tramite il calcolo del fattore termico R, cioè

$$R = Q_s / Q_T$$

Dove  $Q_s$  rappresenta il calore sensibile da smaltire, mentre  $Q_T$  rappresenta il calore totale somma del calore sensibile e del calore latente  $Q_L$ .

Il calore  $Q_s$  si ricava dalla somma del calore sensibile  $Q_p$  emesso dalle persone più il carico termico sensibile  $Q_D$  e gli apporti di calore  $Q_I$  per l'illuminazione e macchine, quindi:

$$Q_p = 60 \times 100 = 6000 \text{ W}$$

$$Q_D + Q_I = 15.000 \text{ W}$$

$$\text{quindi } Q_s = 21.000 \text{ W.}$$

$$\text{Il calore latente è } Q_L = 100 \times 75 = 7.500 \text{ W.}$$

$$\text{Il calore totale quindi } Q_T = Q_s + Q_L = 28.500 \text{ W}$$

$$\text{Quindi } R = 0,73$$

Per calcolare le condizioni d'immissione s'ipotizza di realizzare l'impianto a Roma con i seguenti dati termoigrometrici esterni e cioè:

$$t_E = 33^\circ\text{C} \text{ e u.r.} = 50\%$$

Condizioni termoigrometriche interne:

$$t_A = 26^\circ\text{C} \text{ e u.r.} = 50\% \text{ (la temperatura } t_A \text{ per } t_E = 33^\circ\text{C} \text{ oscilla tra } 25 \text{ e } 27^\circ\text{C)}$$

Per la temperatura d'immissione  $t_I$  essendo di massimo  $10^\circ\text{C}$  al di sotto della temperatura  $t_A$  si ipotizza uguale a  $20^\circ\text{C}$ .

In conclusione di quanto detto e con l'ausilio del diagramma psicrometrico si rilevano le condizioni dell'aria d'immissione:

$$t_I = 20^\circ\text{C}, \text{ u.r. } 66\%, X_I = 9,6 \text{ g/kg}$$

#### Punto 2 – Calcolo della portata d'aria d'immissione

$$\text{Dalla relazione } Q_s = G_T c_{sm} (t_A - t_I) \text{ si ricava } G_T = 10.448 \text{ m}^3/\text{h.}$$

#### Punto 3 – Calcolo della aria esterna di ricircolo.

Si passa al calcolo dell'aria di ventilazione, avendo stabilito in  $40 \text{ m}^3/\text{h}$ , per questo tipo d'utenza, il ricambio d'aria. Quindi la portata totale di ventilazione è:

$$G_V = 100 \times 40 = 4.000 \text{ m}^3/\text{h.}$$

La portata totale dell'aria di ricircolo è:

$$G_R = G_T - G_V = 6.448 \text{ m}^3/\text{h.}$$

#### Punto 4 – Calcolo delle potenzialità delle batterie.

Inizialmente si passa al calcolo della temperatura dell'aria di miscela ( $G_R + G_V$ ) e cioè  $t_M$ :

$$t_M = (G_R \times t_A + G_V \times t_E) / G_T = 28,67^\circ\text{C c.a..}$$

Con questa temperatura s'individua sul diagramma il punto M d'inizio del trattamento in centrale della portata  $G_T$ .



Dopo l'operazione di filtraggio la portata d'aria viene raffreddata alle condizioni di saturazione (punto S) e successivamente deumidificata fino al punto K in cui l'umidità assoluta coincide con quella d'immissione,

Successivamente l'aria viene post-riscaldata fino alla temperatura  $t_I$  d'immissione.

Calcolo della potenzialità delle batterie.

- Batteria di raffreddamento e deumidificazione, potenzialità  $Q_1$ :

$Q_1 = G_T \times \gamma \times (J_M - J_K) = 74.412 \text{ W}$  dove le J rappresentano le entalpie dei rispettivi punti i cui valori si rilevano dal diagramma psicrometrico.

- Batteria di post-riscaldamento, potenzialità  $Q_2$ :

$Q_2 = G_T \times \gamma \times (J_I - J_K) = 31.891 \text{ W}$  dove le J rappresentano le entalpie dei rispettivi punti i cui valori si rilevano dal diagramma psicrometrico.

Ciclo estivo di trattamento dell'aria (v. allegato 1)

### Regime invernale

Nel dimensionamento del regime invernale è generalmente conveniente utilizzare la stessa portata  $G_T$  del regime estivo e cioè nel nostro caso pari a  $10.448 \text{ m}^3/\text{h}$ , quindi la temperatura d'immissione si calcola con la formula

$t_I = t_A + \Delta t$ , quindi bisogna calcolare le condizioni termoigrometriche di immissione.

Punto 1

Per Roma si ha :

$t_E = 0^\circ\text{C}$  e u.r. = 45%

$t_A = 20^\circ\text{C}$  e u.r. = 50% .

Quindi  $\Delta t = Q_S / \gamma \times G_T = 9,71 \text{ }^\circ\text{C}$  dove  $Q_S = Q_D - Q_p = 34.000 \text{ W}$  e quindi  $t_I = 29,71 \text{ }^\circ\text{C}$  e quindi  $R = Q_S / Q_T = 1,156$  dove  $Q_T = Q_S - Q_L$  dove  $Q_L = 46 \times 100 = 4.600 \text{ W}$ .

La temperatura d'immissione risulta pari a  $t_A + Q_S / G_T = 23,25^\circ\text{C}$  con u.r. = 40% e  $X_I = 7,1 \text{ gr/Kg}$

Punto 2

$G_I = 10.448 \text{ m}^3/\text{h}$

Punto 3

$G_R = G_T - G_V = 6.448 \text{ m}^3/\text{h}$

Punto 4

Calcolo di  $t_M = (G_R \times 20 + G_V \times 0) / G_I = 12,34 \text{ }^\circ\text{C}$

Punto 5

Potenzialità delle batterie di riscaldamento  $Q_1$  e  $Q_2$

$Q_1 = \gamma G_T (J_R - J_M) = 30.372 \text{ W}$

$Q_2 = \gamma G_T (J_I - J_S) = 30.372 \text{ W}$

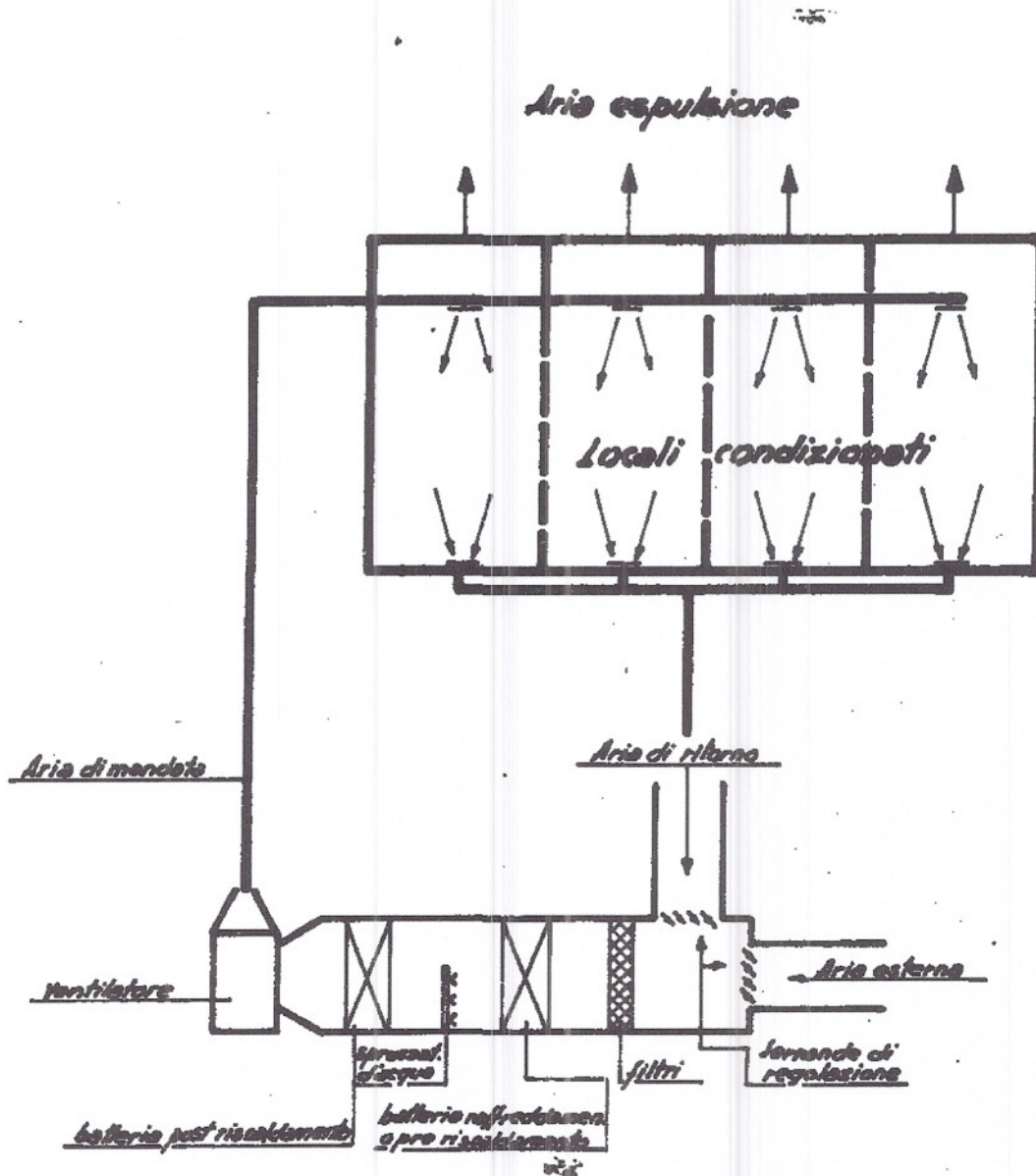
Punto 6

Portata acqua d'umidificazione

$G_{H_2O} = G_T (X_S - X_I) = 22 \text{ Kg/h}$

Ciclo invernale di trattamento dell'aria (v. allegato 2)

Schema dell'unità di trattamento dell'aria:



Schema d'impianto a tutta aria a bassa velocità  
con condizionatore centrale

I docenti dell'ITIS Feltrinelli:  
prof. Giuseppe Panico  
prof. Vito Franco Rametta





Ministero dell' Istruzione, dell' Università e della Ricerca

DIAGRAMMA PSICROMETRICO  
(p = 101,325 kPa)

ALLESANDRO  
CICLO ESTIVO

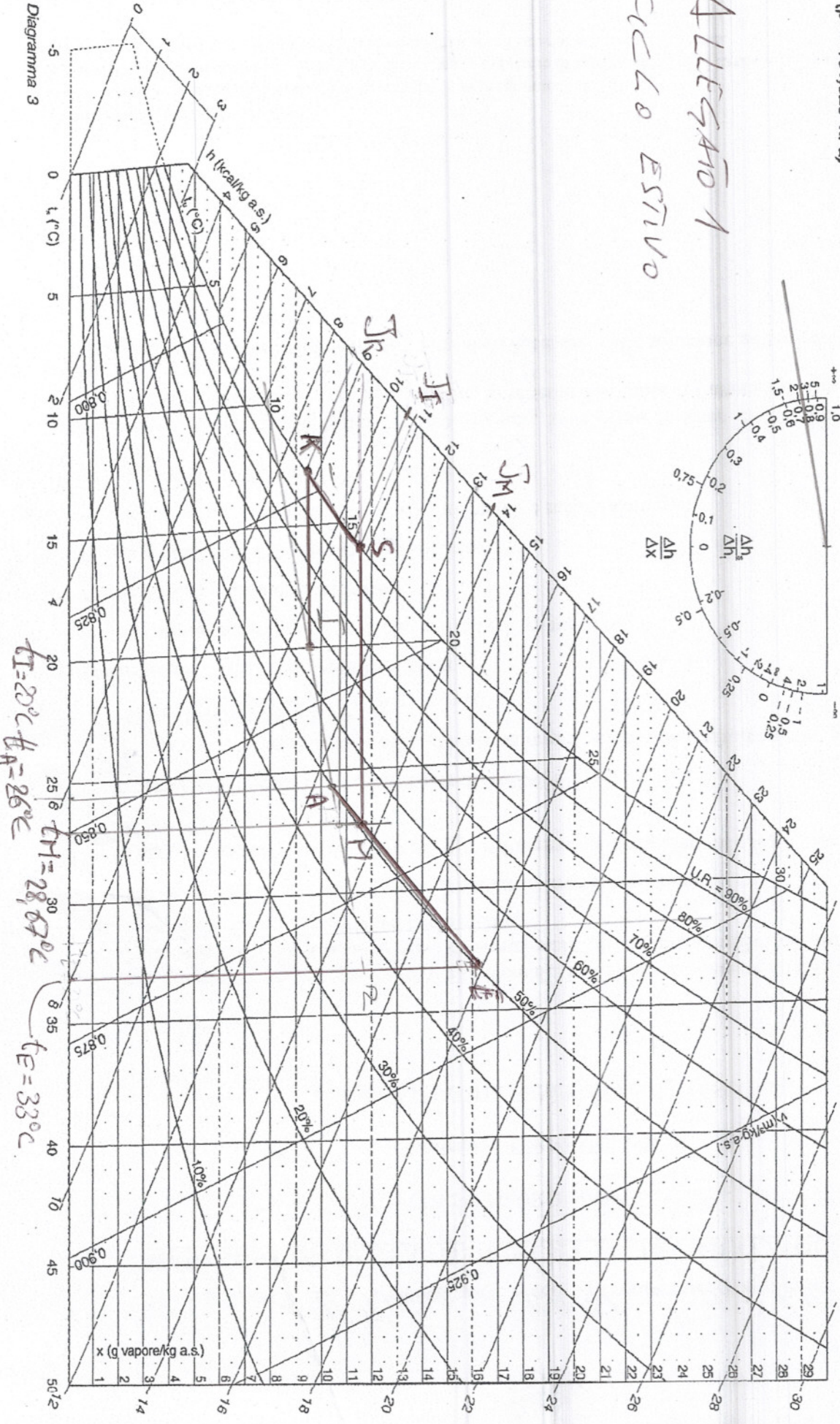
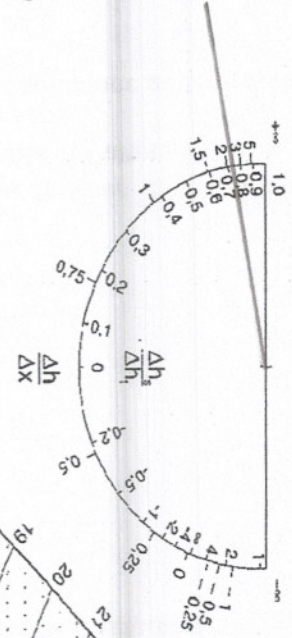


Diagramma 3







Ministero dell' Istruzione, dell' Università e della Ricerca

DIAGRAMMA PSICROMETRICO  
(p = 101,325 kPa)

ALESSANDRO 2  
CICCO INVERNACE

