



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DELLA BASILICATA

FACOLTA' DI AGRARIA

**CORSO DI LAUREA SPECIALISTICA IN SCIENZE E TECNOLOGIE
DELLE PRODUZIONI ANIMALI**

ESAME DI EDILIZIA ZOOTECNICA

ESERCIZIO SULLA CLIMATIZZAZIONE

a.a. 2007-2008

Docente:

Prof. Pietro Picuno

Studenti:

Luciano Guglielmi

Mariangela Ricci

Lucia Santamaria

ESERCIZIO SULLA CLIMATIZZAZIONE

- CONSIDERIAMO COME SISTEMA DI RAFFRESCAMENTO IL COOLING SYSTEM

DATI:

TEMPERATURA ESTERNA DI 35°C CON ϕ DEL 50%

TEMPERATURA INTERNA DI 27,5 °C CON ϕ DEL 90%

SCOPO:

DIMENSIONARE I VENTILATORI ED I PANNELLI EVAPORATIVI IN UNA PORCILAIA DI 3000 CAPI

DIMENSIONE STRUTTURA: BASE 20 m

LUNGHEZZA 150 m

ALTEZZA 3 m (A TOMPAGNATURA)

ALTEZZA 2 m (DA TOMPAGNATURA AD APICE)

$$J_{xt} = C_a * t + X (r + c_v * t)$$

J_{xt} = ENTALPIA (E' L'ENERGIA CONTENUTA IN UN SISTEMA)

C_a = CALORE SPECIFICO DELL'ARIA (1Kj/Kg °K)

t = TEMPERATURA DELL'ARIA

X = UMIDITA' SPECIFICA

r = CALORE LATENTE (2450 Kj/Kg aria secca)

c_v = CALORE SPECIFICO DELL' ACQUA A PRESSIONE COSTANTE (1,86 Kj/Kg °K)

t = TEMPERATURA DELL'ACQUA

$C_a * t$ = CALORE SENSIBILE

$X (r + c_v * t)$ = CALORE LATENTE

FORMULA BILANCIO ENERGETICO (ESTATE)

$$Q_s + Q_r + Q_{resp} = Q_c + Q_i + Q_v$$



$$Q_v = Q_{resp} - Q_c$$

NON CONSIDERIAMO: Q_s = CALORE SOLARE

Q_r = CALORE RILASCIATO DA UN IMPIANTO DI RISCALDAMENTO

Q_i = CALORE DISPERSO PER IRRAGGIAMENTO

CONSIDERIAMO: Q_c = CALORE SCAMBIATO PER CONDUZIONE E CONVEZIONE ATTRAVERSO LE
PARETI

Q_v = CALORE PERSO PER VENTILAZIONE

Q_{resp} = CALORE PRODOTTO DALLA RESPIRAZIONE
degli ANIMALI

CALCOLO:

$$Q_{RESP} = 70 \text{ W} * 3000 = 210000 \text{ W} / 1000 = \mathbf{210 \text{ KW}}$$

(70 E' IL CALORE EMESSO DA OGNI SINGOLO ANIMALE IN ESTATE; 3000 E' IL NUMERO DEI CAPI CONSIDERATI)

$$Q_c = K * A * (t_{ai} - t_{ae})$$

$$K = 2 \text{ W/m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$A = 2 * (150 \text{ m} * 3 \text{ m}) * 2 (10,2 \text{ m} * 150 \text{ m}) + 2 (20 \text{ m} * 3) + 2 * (20 \text{ m} * 2 \text{ m} / 2) = 900 \text{ m}^2 + 360 \text{ m}^2 + 120 \text{ m}^2 + 40 \text{ m}^2 = \mathbf{4120 \text{ m}^2}$$

$$(t_{ai} - t_{ae}) = 27,5 \text{ } ^\circ\text{C} - 35 \text{ } ^\circ\text{C} = \mathbf{-7,5 \text{ } ^\circ\text{C}}$$

$$Q_c = 2 \text{ W/m}^2 \text{ } ^\circ\text{C} * 4120 \text{ m}^2 * (-7,5 \text{ } ^\circ\text{C}) = -61800 \text{ W} = \mathbf{-61,8 \text{ KW}}$$

(K E' IL COEFFICIENTE DI TRASMITTANZA TERMICA INTERNA DEL MATERIALE ED E' UN VALORE TABELLATO; A E' LA SUPERFICIE TRASVERSALE AL SENSO IN CUI VIENE TRASMESSO IL CALORE; t_{ai} E' LA TEMPERATURA DELL'ARIA INTERNA; t_{ae} E' LA TEMPERATURA DELL'ARIA ESTERNA)

$$Q_v = Q_{RESP} - Q_c$$

$$Q_v = 210 \text{ kw} - (-61,8 \text{ kw}) = \mathbf{272 \text{ Kw}}$$

(potenza termica che l'impianto deve allontanare dal fabbricato attraverso il passaggio da calore sensibile a latente)

CALCOLO DELL' UMIDITA' SPECIFICA (X) ATTRAVERSO IL DIAGRAMMA DI MOLLIER

$$X_i \text{ (INTERNO)} = 21 \text{ g/kg aria}$$

$$X_e \text{ (ESTERNO)} = 17,8 \text{ g/kg aria}$$

$$\Delta X = X_i - X_e = 21 \text{ g/Kg} - 17,8 \text{ g/Kg} = 3,2 \text{ g/Kg d'aria}$$

SAPENDO CHE LA DENSITA' DELL'ARIA E' PARI AD $1,293 \text{ Kg/m}^3$, OTTENIAMO I GRAMMI CHE EVAPORANO PER OGNI m^3 D'ARIA:

$$3,2 \text{ g/kg d'aria} * 1,293 \text{ d} = 4,138 \text{ gH}_2\text{O/m}^3$$

TALE VALORE ANDRA' MOLTIPLICATO PER LA QUANTITA' DI CALORE CHE EVAPORA IN UN Kg DI H_2O

$$4,138 \text{ g di H}_2\text{O/m}^3 * 2,450 \text{ Kj/g} = 10,138 \text{ KJ/m}^3$$

(QUANTITA' DI ENERGIA CHE L'ACQUA ASSORBE PER EVAPORARE)

CALCOLO DELLA PORTATA DEL VENTILATORE (P)

TALE VALORE E' DATO DAL RAPPORTO TRA Q_v E L'ENERGIA ASSORBITA DELL'ACQUA PER FARE EVAPORARE IL ΔX

$$P = 272 \text{ Kw}/10,138\text{Kj}/\text{m}^3 = 272\text{Kj}/\text{s} * 1\text{m}^3/10,138\text{Kj} = 272/\text{s} * 1\text{m}^3/10,138 = \mathbf{26,83 \text{ m}^3/\text{s}}$$

IL RISULTATO OTTENUTO INDICA CHE OGNI SECONDO DEVONO USCIRE E CONTEMPORANEAMENTE ENTRARE $26,83 \text{ m}^3$ D'ARIA AL FINE DI AVERE ALL'INTERNO $27,5 \text{ }^\circ\text{C}$.

TRASFORMIAMO LA P ESPRESSA IN SECONDI IN ORE: $26,83 \text{ m}^3/\text{s} * 3600\text{s} = 96587 \text{ m}^3/\text{h}$
(circa $\mathbf{10000\text{m}^3/\text{h}}$)

DA CIO' SI EVINCE CHE IL NUMERO DI VENTILATORI DA INSTALLARE E' PARI A 10, OGNUNO DEI QUALI ALLONTANERA' $10000 \text{ m}^3/\text{h}$ di aria.

PORTATA TOTALE: $10 * 10000 = 100000 \text{ m}^3/\text{h}$

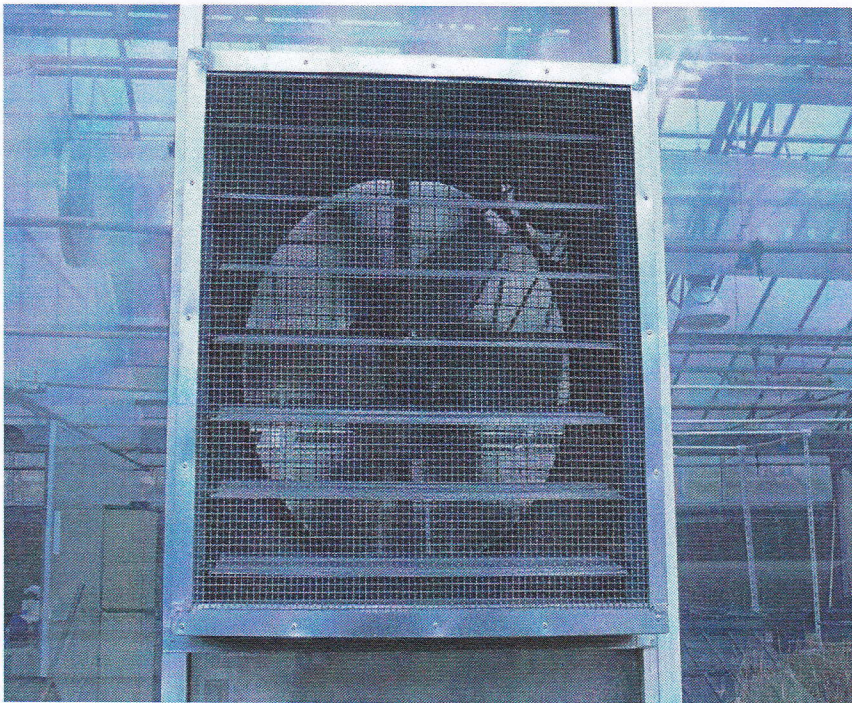


IMMAGINE 1

Ventilatore disposto sul lato opposto a quello del pannello evaporativo

DIMENSIONAMENTO DEI PANNELLI EVAPORATIVI

$$P = A_p * V$$

$A_p = 100000 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1} / 3600 \text{ s h}^{-1} * 1,5 \text{ m/s} = 18,5 \text{ m}^2$ (quindi possiamo prendere 10 pannelli da 2 m^2 ciascuno)

A_p = AREA DEL PANNELLO

V = VELOCITA' DI ATTRAVERSAMENTO, SE E' ELEVATA NON VALE LA TEORIA DI MOLLIER (NON DEVE ESSERE $> 2 \text{ m/s}$ MA $1 < X < 2 \text{ m/s}$).

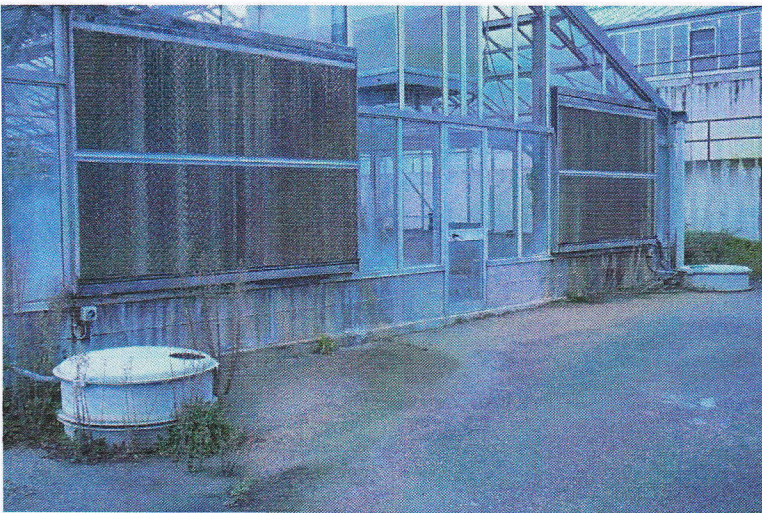


IMMAGINE 2
Pannelli evaporativi disposti sul lato minore della struttura in quanto questa è di ridotte dimensioni



IMMAGINE 3
Pannelli evaporativi disposti sul lato maggiore della struttura in quanto questa è di elevate dimensioni

QUANTITA' DI H₂O CHE DEVE PERCOLARE NEI PANNELLI

$$4,138 \text{ g H}_2\text{O/m}^3 * 100000 \text{ m}^3\text{h}^{-1} = 413800 \text{ g H}_2\text{O h}^{-1} = 413,8 \text{ kg/h} = \mathbf{413,8 \text{ l/h}}$$

$$413,8 \text{ l h}^{-1} / 3600 \text{ s} = \mathbf{0,11 \text{ l/s}}$$

SE L'EVAPORAZIONE INTERESSA IL 10% DELLA PORTATA DI H₂O AI PANNELLI LA PORTATA TOTALE PER IL DIMENSIONAMENTO DI POMPA E TUBI E' $0,11 \text{ l/s} * 10 = 1,1 \text{ l/s}$ DI H₂O CHE DEVE SCORRERE PER TUTTA LA SUPERFICIE DEI PANNELLI.

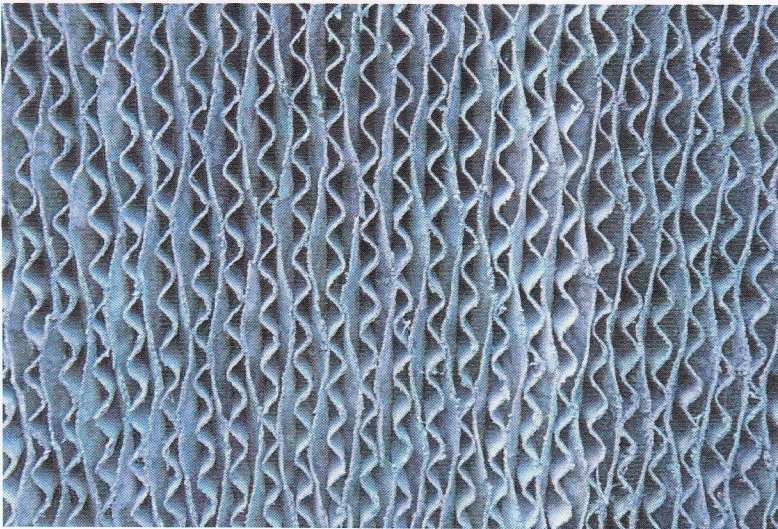


IMMAGINE 4
*Particolare del pannello
evaporativo in cellulosa
nel quale percòla
l'acqua*

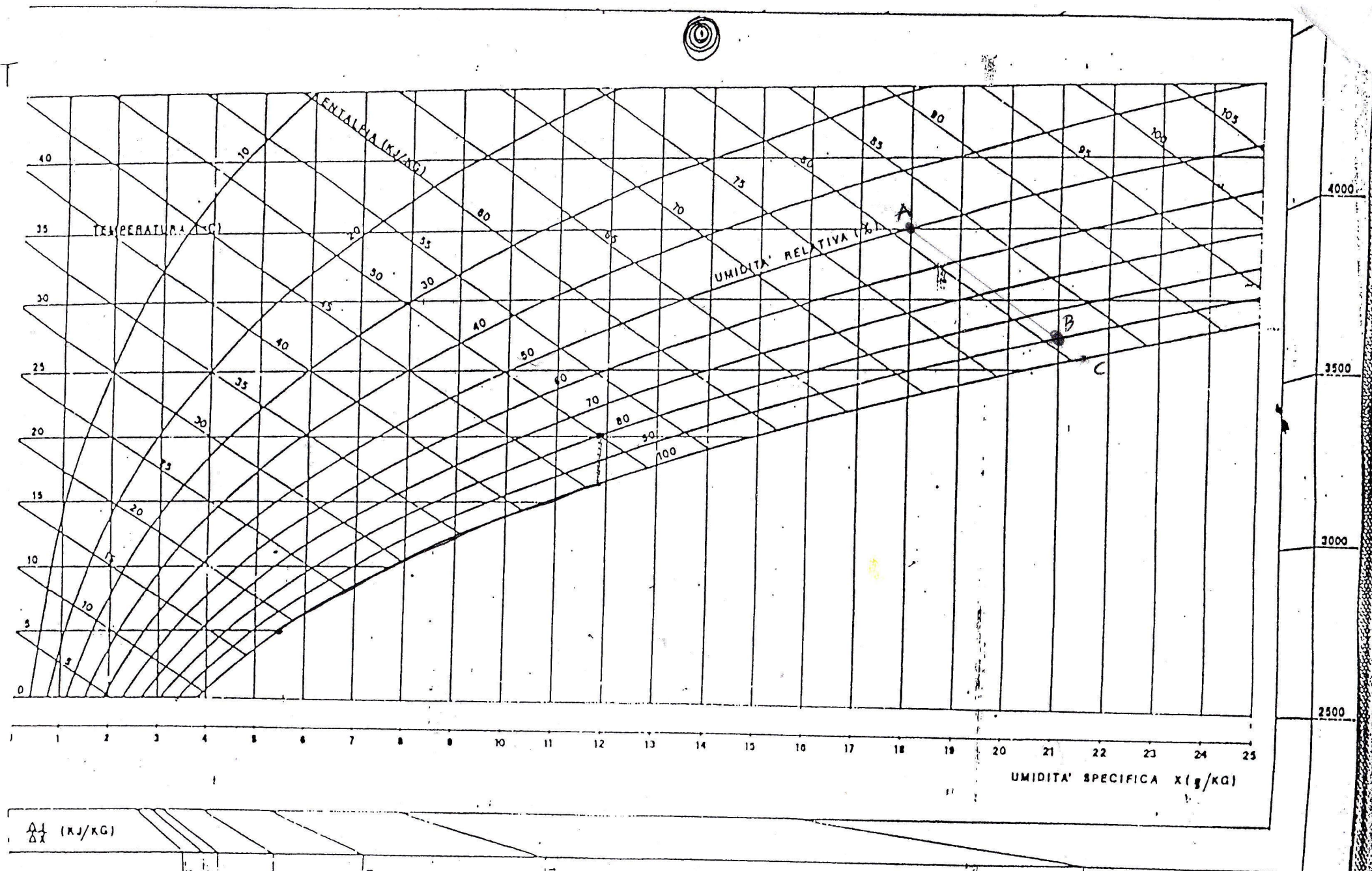


FIG. 6.3

$$I_{xt} = c_p \cdot t + x \left(r + c_v \cdot t \right) = \frac{1 \text{ KJ}}{\text{kg}} \cdot t + x \left(\frac{2500 \text{ KJ}}{\text{kg}} + \frac{1,86 \text{ KJ}}{\text{kg} \cdot \text{K}} \cdot t \right)$$