

## Esercitazioni Capitolo 5

### Aria umida

1) Si consideri dell'aria umida alla quota di 0 m s.l.m. avente una temperatura di  $t = 25\text{ °C}$  e un'umidità relativa di  $i = 0,6$ .

Si valuti:

- Il valore dell'umidità specifica  $x$ ;
- l'entalpia dell'aria umida  $h$ .
- la pressione parziale del vapore  $P_v$ :

L'umidità specifica  $x$  [ $\text{kg}_{\text{vap}} / \text{kg}_{\text{as}}$ ] può essere espressa con la relazione:

$$x = 0,622 \cdot \frac{i \cdot P_s}{P - i \cdot P_s}$$

La pressione di saturazione risulta dalla tabella:

$$P_s (25\text{ °C}) = 3166 \text{ Pa}$$

Di conseguenza la  $x$  risulta:

$$x = 0,622 \cdot \frac{0,6 \cdot 3166}{101325 - 0,6 \cdot 3166} = 0,0119 \frac{\text{kg}_v}{\text{kg}_{\text{as}}} = 11,9 \frac{\text{g}_v}{\text{kg}_{\text{as}}}$$

L'entalpia è data da:

$$h = 1,005 \cdot t + x \cdot (2501 + 1,87 \cdot t) = 55 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

La pressione del vapore è:

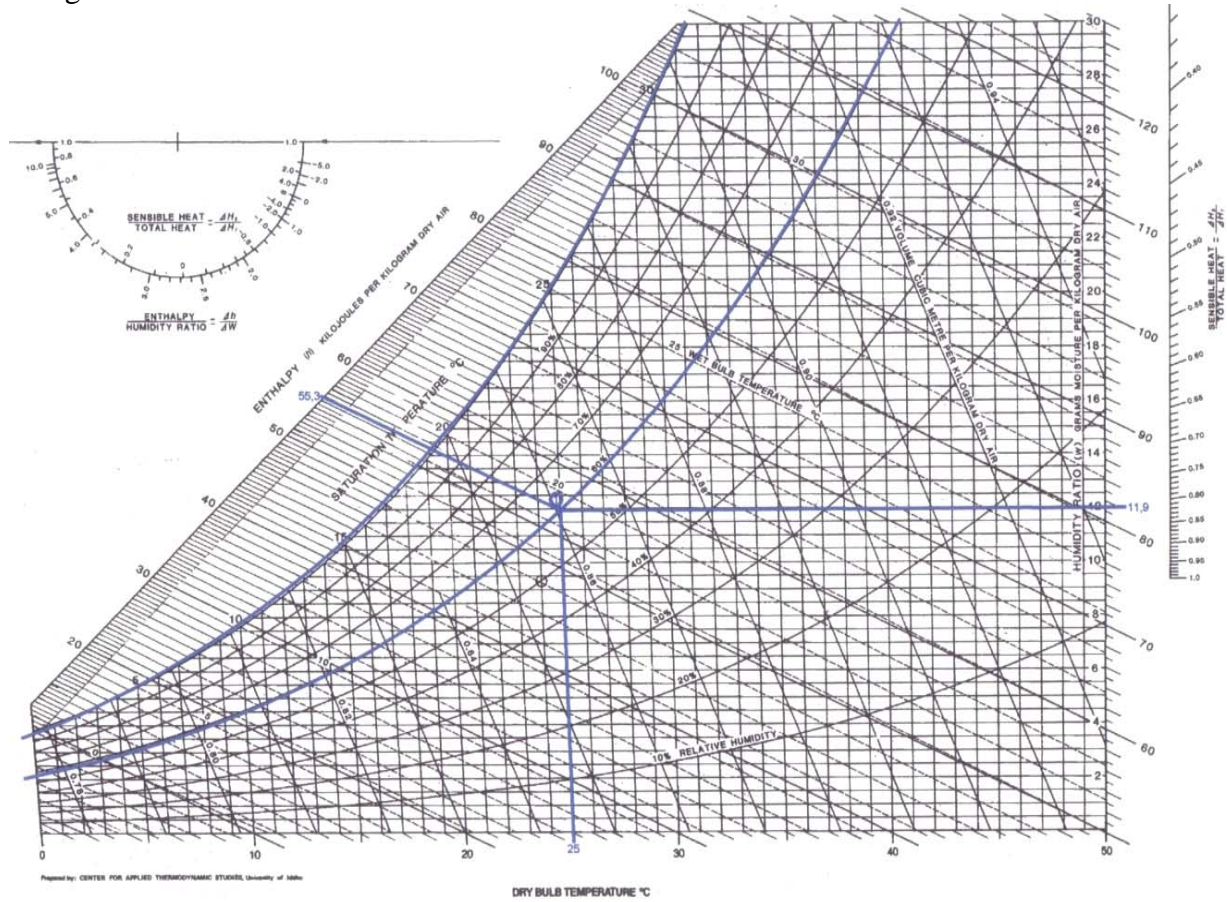
$$i = \frac{P_v}{P_s} \rightarrow P_v = i \cdot P_s$$

$$P_v = 0,6 \cdot 3166 = 2089 \text{ Pa}$$

<b>t [°C]</b>	<b>t + 0.0</b>	<b>t + 0.1</b>	<b>t + 0.2</b>	<b>t + 0.3</b>	<b>t + 0.4</b>	<b>t + 0.5</b>	<b>t + 0.6</b>	<b>t + 0.7</b>	<b>t + 0.8</b>	<b>t + 0.9</b>
24	2991	3009	3028	3046	3065	3083	3102	3121	3140	3159
23	2814	2831	2849	2866	2844	2901	2919	2937	2955	2973
22	2646	2663	2679	2696	2712	2729	2746	2763	2780	2797
21	2488	2503	2519	2534	2550	2566	2582	2598	2614	2630
20	2338	2352	2367	2382	2397	2412	2427	2442	2457	2472
19	2196	2209	2223	2237	2251	2266	2280	2294	2309	2323
18	2061	2074	2087	2101	2114	2127	2111	2154	2168	2182
17	1934	1947	1959	1972	1984	1997	2010	2022	2035	2048
16	1814	1826	1838	1850	1861	1873	1885	1898	1910	1922
15	1701	1712	1723	1734	1746	1757	1768	1780	1791	1803
14	1594	1605	1615	1626	1636	1647	1658	1668	1679	1690
13	1493	1503	1513	1523	1533	1543	1553	1563	1574	1584
12	1398	1408	1417	1426	1436	1445	1455	1464	1474	1484
11	1309	1317	1326	1335	1344	1353	1362	1371	1380	1389
10	1224	1232	1241	1249	1257	1266	1274	1283	1291	1300
9	1145	1152	1160	1168	1176	1184	1192	1200	1208	1216
8	1070	1077	1084	1092	1099	1107	1114	1122	1129	1137
7	999	1006	1013	1020	1027	1034	1041	1048	1055	1062
6	933	939	946	952	959	965	972	979	986	992
5	871	877	883	889	895	901	907	914	920	926
4	812	818	823	829	835	841	847	853	858	864
3	757	762	768	773	779	784	790	795	801	806
2	705	710	715	720	726	731	736	741	746	752
1	657	662	666	671	676	681	686	690	695	700
0	611	616	620	624	629	634	638	643	647	652

Tabella con valori di  $P_s = f(T)$ .

Sul diagramma ASHRAE risulta:



2) Cosa sarebbe cambiato se l'aria umida nelle stesse condizioni fosse stata alla quota di 2500 m s.l.m.? Calcolare la pressione parziale di vapore  $P_v$ .

La pressione totale a 2500 m è minore della pressione atmosferica al livello del mare e risulta pari a:

$$P = 74876 \text{ Pa}$$

Si calcola la nuova umidità specifica:

$$x = 0,622 \cdot \frac{i \cdot P_s}{P - i \cdot P_s}$$

$$x = 0,622 \cdot \frac{0,6 \cdot 3166}{74876 - 0,6 \cdot 3166} = 0,0162 \frac{\text{kg}_v}{\text{kg}_{as}} = 16,2 \frac{\text{g}_v}{\text{kg}_{as}}$$

e la nuova entalpia h:

$$h = 1,005 \cdot t + x \cdot (2501 + 1,87 \cdot t) = 66 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

3) Calcolare la temperatura di rugiada dell'aria umida a  $t = 20 \text{ }^\circ\text{C}$ ,  $i = 0,7$  alla quota di 0 m s.l.m.

La pressione di saturazione a  $20 \text{ }^\circ\text{C}$  è :

$$P_{s1}(t) = 2337 \text{ Pa}$$

e quindi risulta che  $x$  vale:

$$x_1 = 0,622 \cdot \frac{i_1 \cdot P_{s1}}{P - i_1 \cdot P_{s1}}$$

$$x_1 = 0,622 \cdot \frac{0,7 \cdot 2337}{101325 - 0,7 \cdot 2337} = 0,0102 \frac{\text{kg}_v}{\text{kg}_{as}} = 10,2 \frac{\text{g}_v}{\text{kg}_{as}}$$

La temperatura di rugiada  $t_2$  corrisponde a  $i_2 = 1$  e  $x_2 = x_1$  :

$$x_2 = x_1 = 0,0102 = 0,622 \cdot \frac{i_2 \cdot P_{s2}}{P - i_2 \cdot P_{s2}}$$

Da questa ultima espressione si può ricavare  $P_{s2}$ :

$$P_{s2} = \frac{P \cdot x_2}{i_2 \cdot (0,622 + x_2)}$$
$$P_{s2} = \frac{101325 \cdot 0,0102}{1 \cdot (0,622 + 0,0102)} = 1635 \text{ Pa}$$

Usando la tabella si ottiene la corrispondente temperatura di rugiada:

$$t_2 = 14,4^\circ\text{C}$$

Sul diagramma psicrometrico risulta:

