

Appendice A

A.1 RICHIAMI DI ALGEBRA

- A.1.1 Proporzioni
- A.1.2 Risoluzione di equazioni
- A.1.3 Sistemi di equazioni
- A.1.4 Equazioni di secondo grado
- A.1.5 Esponenti
- A.1.6 Logaritmi

A.2 RICHIAMI DI GEOMETRIA E TRIGONOMETRIA

- A.2.1 Angoli
- A.2.2 Triangoli
- A.2.3 Triangolo rettangolo
- A.2.4 Triangolo qualunque

Per le *Appendici A.1* e *A.2* si veda il primo volume di questo corso.

A.3 Proprietà termodinamiche dell'acqua

Tabella A.3.1

Proprietà termodinamiche dell'acqua: liquido saturo - vapore saturo in funzione della temperatura di saturazione

Temp. T [°C]	Pressione assoluta p [kPa]	Volume massico [m ³ /kg]		Entalpia [kJ/kg]			Entropia [kJ/(kg·K)]		
		Liquido saturo	Vapore saturo	Liquido saturo	Vaporizz.	Vapore saturo	Liquido saturo	Vaporizz.	Vapore saturo
		v_f	v_g	h_f	h_{fg}	h_g	s_f	s_{fg}	s_g
0,01	0,6113	0,001 000	206,14	0,01	2501,3	2501,4	0,0000	9,1562	9,1562
5	0,8721	0,001 000	147,12	20,98	2489,6	2510,6	0,0761	8,9496	9,0257
10	1,2276	0,001 000	106,38	42,01	2477,7	2519,8	0,1510	8,7498	8,9008
15	1,7051	0,001 001	77,93	62,99	2465,9	2528,9	0,2245	8,5569	8,7814
20	2,339	0,001 002	57,79	83,96	2454,1	2538,1	0,2966	8,3706	8,6672
25	3,169	0,001 003	43,36	104,89	2442,3	2547,2	0,3674	8,1905	8,5580
30	4,246	0,001 004	32,89	125,79	2430,5	2556,3	0,4369	8,0164	8,4533
35	5,628	0,001 006	25,22	146,68	2418,6	2565,3	0,5053	7,8478	8,3531
40	7,384	0,001 008	19,52	167,57	2406,7	2574,3	0,5725	7,6845	8,2570
45	9,593	0,001 010	15,26	188,45	2394,8	2583,2	0,6387	7,5261	8,1648
50	12,349	0,001 012	12,03	209,33	2382,7	2592,1	0,7038	7,3725	8,0763
55	15,758	0,001 015	9,568	230,23	2370,7	2600,9	0,7679	7,2234	7,9913
60	19,940	0,001 017	7,671	251,13	2358,5	2609,6	0,8312	7,0784	7,9096
65	25,03	0,001 020	6,197	272,06	2346,2	2618,3	0,8935	6,9375	7,8310
70	31,19	0,001 023	5,042	292,98	2333,8	2626,8	0,9549	6,8004	7,7553
75	38,58	0,001 026	4,131	313,93	2321,4	2635,3	1,0155	6,6669	7,6824
80	47,39	0,001 029	3,407	334,91	2308,8	2643,7	1,0753	6,5369	7,6122
85	57,83	0,001 033	2,828	355,90	2296,0	2651,9	1,1343	6,4102	7,5445
90	70,14	0,001 036	2,361	376,92	2283,2	2660,1	1,1925	6,2866	7,4791
95	84,55	0,001 040	1,982	397,96	2270,2	2668,1	1,2500	6,1659	7,4159

(continua)

Tabella A.3.1 (segue)

Temp. T [°C]	Pressione assoluta p [MPa]	Volume massico [m ³ /kg]		Entalpia [kJ/kg]			Entropia [kJ/(kg·K)]		
		Liquido saturo v_f	Vapore saturo v_g	Liquido saturo h_f	Vaporizz. h_{fg}	Vapore saturo h_g	Liquido saturo s_f	Vaporizz. s_{fg}	Vapore saturo s_g
100	0,101 35	0,001 044	1,6729	419,04	2257,0	2676,1	1,3069	6,0480	7,3549
105	0,120 82	0,001 048	1,4194	440,15	2243,7	2683,8	1,3630	5,9328	7,2958
110	0,143 27	0,001 052	1,2102	461,30	2230,2	2691,5	1,4185	5,8202	7,2387
115	0,169 06	0,001 056	1,0366	482,48	2216,5	2699,0	1,4734	5,7100	7,1833
120	0,198 53	0,001 060	0,8919	503,71	2202,6	2706,3	1,5276	5,6020	7,1296
125	0,2321	0,001 065	0,7706	524,99	2188,5	2713,5	1,5813	5,4962	7,0775
130	0,2701	0,001 070	0,6685	546,31	2174,2	2720,5	1,6344	5,3925	7,0269
135	0,3130	0,001 075	0,5822	567,69	2159,6	2727,3	1,6870	5,2907	6,9777
140	0,3613	0,001 080	0,5089	589,13	2144,7	2733,9	1,7391	5,1908	6,9299
145	0,4154	0,001 085	0,4463	610,63	2129,6	2740,3	1,7907	5,0926	6,8833
150	0,4758	0,001 091	0,3928	632,20	2114,3	2746,5	1,8418	4,9960	6,8379
155	0,5431	0,001 096	0,3468	653,84	2098,6	2752,4	1,8925	4,9010	6,7935
160	0,6178	0,001 102	0,3071	675,55	2082,6	2758,1	1,9427	4,8075	6,7502
165	0,7005	0,001 108	0,2727	697,34	2066,2	2763,5	1,9925	4,7153	6,7078
170	0,7917	0,001 114	0,2428	719,21	2049,5	2768,7	2,0419	4,6244	6,6663
175	0,8920	0,001 121	0,2168	741,17	2032,4	2773,6	2,0909	4,5347	6,6256
180	1,0021	0,001 127	0,194 05	763,22	2015,0	2778,2	2,1396	4,4461	6,5857
185	1,1227	0,001 134	0,174 09	785,37	1997,1	2782,4	2,1879	4,3586	6,5465
190	1,2544	0,001 141	0,156 54	807,62	1978,8	2786,4	2,2359	4,2720	6,5079
195	1,3978	0,001 149	0,141 05	829,98	1960,0	2790,0	2,2835	4,1863	6,4698
200	1,5538	0,001 157	0,127 36	852,45	1940,7	2793,2	2,3309	4,1014	6,4323
205	1,7230	0,001 164	0,115 21	875,04	1921,0	2796,0	2,3780	4,0172	6,3952
210	1,9062	0,001 173	0,104 41	897,76	1900,7	2798,5	2,4248	3,9337	6,3585
215	2,104	0,001 181	0,094 79	920,62	1879,9	2800,5	2,4714	3,8507	6,3221
220	2,318	0,001 190	0,086 19	943,62	1858,5	2802,1	2,5178	3,7683	6,2861
225	2,548	0,001 199	0,078 49	966,78	1836,5	2803,3	2,5639	3,6863	6,2503
230	2,795	0,001 209	0,071 58	990,12	1813,8	2804,0	2,6099	3,6047	6,2146
235	3,060	0,001 219	0,065 37	1013,62	1790,5	2804,2	2,6558	3,5233	6,1791
240	3,344	0,001 229	0,059 76	1037,32	1766,5	2803,8	2,7015	3,4422	6,1437
245	3,648	0,001 240	0,054 71	1061,23	1741,7	2803,0	2,7472	3,3612	6,1083
250	3,973	0,001 251	0,050 13	1085,36	1716,2	2801,5	2,7927	3,2802	6,0730
255	4,319	0,001 263	0,045 98	1109,73	1689,8	2799,5	2,8383	3,1992	6,0375
260	4,688	0,001 276	0,042 21	1134,37	1662,5	2796,9	2,8838	3,1181	6,0019
265	5,081	0,001 289	0,038 77	1159,28	1634,4	2793,6	2,9294	3,0368	5,9662
270	5,499	0,001 302	0,035 64	1184,51	1605,2	2789,7	2,9751	2,9551	5,9301
275	5,942	0,001 317	0,032 79	1210,07	1574,9	2785,0	3,0208	2,8730	5,8938
280	6,412	0,001 332	0,030 17	1235,99	1543,6	2779,6	3,0668	2,7903	5,8571
285	6,909	0,001 348	0,027 77	1262,31	1511,0	2773,3	3,1130	2,7070	5,8199
290	7,436	0,001 366	0,025 57	1289,07	1477,1	2766,2	3,1594	2,6227	5,7821
295	7,993	0,001 384	0,023 54	1316,3	1441,8	2758,1	3,2062	2,5375	5,7437
300	8,581	0,001 404	0,021 67	1344,0	1404,9	2749,0	3,2534	2,4511	5,7045
305	9,202	0,001 425	0,019 948	1372,4	1366,4	2738,7	3,3010	2,3633	5,6643
310	9,856	0,001 447	0,018 350	1401,3	1326,0	2727,3	3,3493	2,2737	5,6230

(continua)

Tabella A.3.1 (segue)

Temp. T [°C]	Pressione assoluta p [MPa]	Volume massico [m ³ /kg]			Entalpia [kJ/kg]			Entropia [kJ/(kg·K)]		
		Liquido saturo v_f	Vapore saturo v_g	Liquido saturo h_f	Vaporizz. h_{fg}	Vapore saturo h_g	Liquido saturo s_f	Vaporizz. s_{fg}	Vapore saturo s_g	
315	10,547	0,001 472	0,016 867	1431,0	1283,5	2714,5	3,3982	2,1821	5,5804	
320	11,274	0,001 499	0,015 488	1461,5	1238,6	2700,1	3,4480	2,0882	5,5362	
330	12,845	0,001 561	0,012 996	1525,3	1140,6	2665,9	3,5507	1,8909	5,4417	
340	14,586	0,001 638	0,010 797	1594,2	1027,9	2622,0	3,6594	1,6763	5,3357	
350	16,513	0,001 740	0,008 813	1670,6	893,4	2563,9	3,7777	1,4335	5,2112	
360	18,651	0,001 893	0,006 945	1760,5	720,5	2481,0	3,9147	1,1379	5,0526	
370	21,03	0,002 213	0,004 925	1890,5	441,6	2332,1	4,1106	0,6865	4,7971	
374,14	22,09	0,003 155	0,003 155	2099,3	0	2099,3	4,4298	0	4,4298	

Tabella A.3.2

Proprietà termodinamiche dell'acqua: liquido saturo - vapore saturo in funzione della pressione di saturazione

Pressione assoluta p [kPa]	Temp. T [°C]	Volume massico [m ³ /kg]			Entalpia [kJ/kg]			Entropia [kJ/(kg·K)]		
		Liquido saturo v_f	Vapore saturo v_g	Liquido saturo h_f	Vaporizz. h_{fg}	Vapore saturo h_g	Liquido saturo s_f	Vaporizz. s_{fg}	Vapore saturo s_g	
0,6113	0,01	0,001 000	206,14	0,01	2501,3	2501,4	0,0000	9,1562	9,1562	
1,0	6,98	0,001 000	129,21	29,30	2484,9	2514,2	0,1059	8,8697	8,9756	
1,5	13,03	0,001 001	87,98	54,71	2470,6	2525,3	0,1957	8,6322	8,8279	
2,0	17,50	0,001 001	67,00	73,48	2460,0	2533,5	0,2607	8,4629	8,7237	
2,5	21,08	0,001 002	54,25	88,49	2451,6	2540,0	0,3120	8,3311	8,6432	
3,0	24,08	0,001 003	45,67	101,05	2444,5	2545,5	0,3545	8,2231	8,5776	
4,0	28,96	0,001 004	34,80	121,46	2432,9	2554,4	0,4226	8,0520	8,4746	
5,0	32,88	0,001 005	28,19	137,82	2423,7	2561,5	0,4764	7,9187	8,3951	
7,5	40,29	0,001 008	19,24	168,79	2406,0	2574,8	0,5764	7,6750	8,2515	
10	45,81	0,001 010	14,67	191,83	2392,8	2584,7	0,6493	7,5009	8,1502	
15	53,97	0,001 014	10,02	225,94	2373,1	2599,1	0,7549	7,2536	8,0085	
20	60,06	0,001 017	7,649	251,40	2358,3	2609,7	0,8320	7,0766	7,9085	
25	64,97	0,001 020	6,204	271,93	2346,3	2618,2	0,8931	6,9383	7,8314	
30	69,10	0,001 022	5,229	289,23	2336,1	2625,3	0,9439	6,8247	7,7686	
40	75,87	0,001 027	3,993	317,58	2319,2	2636,8	1,0259	6,6441	7,6700	
50	81,33	0,001 030	3,240	340,49	2305,4	2645,9	1,0910	6,5029	7,5939	
75	91,78	0,001 037	2,217	384,39	2278,6	2663,0	1,2130	6,2434	7,4564	
p [MPa]										
0,100	99,63	0,001 043	1,6940	417,46	2258,0	2675,5	1,3026	6,0568	7,3594	
0,125	105,99	0,001 048	1,3749	444,32	2241,0	2685,4	1,3740	5,9104	7,2844	
0,150	111,37	0,001 053	1,1593	467,11	2226,5	2693,6	1,4336	5,7897	7,2233	
0,175	116,06	0,001 057	1,0036	486,99	2213,6	2700,6	1,4849	5,6868	7,1717	
0,200	120,23	0,001 061	0,8857	504,70	2201,9	2706,7	1,5301	5,5970	7,1271	

(continua)

Tabella A.3.2 (segue)

Pressione assoluta p [MPa]	Temp. T [°C]	Volume massico [m ³ /kg]		Entalpia [kJ/kg]			Entropia [kJ/(kg·K)]		
		Liquido saturo v_f	Vapore saturo v_g	Liquido saturo h_f	Vaporizz. h_{fg}	Vapore saturo h_g	Liquido saturo s_f	Vaporizz. s_{fg}	Vapore saturo s_g
0,225	124,00	0,001 064	0,7933	520,72	2191,3	2712,1	1,5706	5,5173	7,0878
0,250	127,44	0,001 067	0,7187	535,37	2181,5	2716,9	1,6072	5,4455	7,0527
0,275	130,60	0,001 070	0,6573	548,89	2172,4	2721,3	1,6408	5,3801	7,0209
0,300	133,55	0,001 073	0,6058	561,47	2163,8	2725,3	1,6718	5,3201	6,9919
0,325	136,30	0,001 076	0,5620	573,25	2155,8	2729,0	1,7006	5,2646	6,9652
0,350	138,88	0,001 079	0,5243	584,33	2148,1	2732,4	1,7275	5,2130	6,9405
0,375	141,32	0,001 081	0,4914	594,81	2140,8	2735,6	1,7528	5,1647	6,9175
0,40	143,63	0,001 084	0,4625	604,74	2133,8	2738,6	1,7766	5,1193	6,8959
0,45	147,93	0,001 088	0,4140	623,25	2120,7	2743,9	1,8207	5,0359	6,8565
0,50	151,86	0,001 093	0,3749	640,23	2108,5	2748,7	1,8607	4,9606	6,8213
0,55	155,48	0,001 097	0,3427	655,93	2097,0	2753,0	1,8973	4,8920	6,7893
0,60	158,85	0,001 101	0,3157	670,56	2086,3	2756,8	1,9312	4,8288	6,7600
0,65	162,01	0,001 104	0,2927	684,28	2076,0	2760,3	1,9627	4,7703	6,7331
0,70	164,97	0,001 108	0,2729	697,22	2066,3	2763,5	1,9922	4,7158	6,7080
0,75	167,78	0,001 112	0,2556	709,47	2057,0	2766,4	2,0200	4,6647	6,6847
0,80	170,43	0,001 115	0,2404	721,11	2048,0	2769,1	2,0462	4,6166	6,6628
0,85	172,96	0,001 118	0,2270	732,22	2039,4	2771,6	2,0710	4,5711	6,6421
0,90	175,38	0,001 121	0,2150	742,83	2031,1	2773,9	2,0946	4,5280	6,6226
0,95	177,69	0,001 124	0,2042	753,02	2023,1	2776,1	2,1172	4,4869	6,6041
1,00	179,91	0,001 127	0,194 44	762,81	2015,3	2778,1	2,1387	4,4478	6,5865
1,10	184,09	0,001 133	0,177 53	781,34	2000,4	2781,7	2,1792	4,3744	6,5536
1,20	187,99	0,001 139	0,163 33	798,65	1986,2	2784,8	2,2166	4,3067	6,5233
1,30	191,64	0,001 144	0,151 25	814,93	1972,7	2787,6	2,2515	4,2438	6,4953
1,40	195,07	0,001 149	0,140 84	830,30	1959,7	2790,0	2,2842	4,1850	6,4693
1,50	198,32	0,001 154	0,131 77	844,89	1947,3	2792,2	2,3150	4,1298	6,4448
1,75	205,76	0,001 166	0,113 49	878,50	1917,9	2796,4	2,3851	4,0044	6,3896
2,00	212,42	0,001 177	0,099 63	908,79	1890,7	2799,5	2,4474	3,8935	6,3409
2,25	218,45	0,001 187	0,088 75	936,49	1865,2	2801,7	2,5035	3,7937	6,2972
2,5	223,99	0,001 197	0,079 98	962,11	1841,0	2803,1	2,5547	3,7028	6,2575
3,0	233,90	0,001 217	0,066 68	1008,42	1795,7	2804,2	2,6457	3,5412	6,1869
3,5	242,60	0,001 235	0,057 07	1049,75	1753,7	2803,4	2,7253	3,4000	6,1 253
4	250,40	0,001 252	0,049 78	1087,31	1714,1	2801,4	2,7964	3,2737	6,0701
5	263,99	0,001 286	0,039 44	1154,23	1640,1	2794,3	2,9202	3,0532	5,9734
6	275,64	0,001 319	0,032 44	1213,35	1571,0	2784,3	3,0267	2,8625	5,8892
7	285,88	0,001 351	0,027 37	1267,00	1505,1	2772,1	3,1211	2,6922	5,8133
8	295,06	0,001 384	0,023 52	1316,64	1441,3	2758,0	3,2068	2,5364	5,7432
9	303,40	0,001 418	0,020 48	1363,26	1378,9	2742,1	3,2858	2,3915	5,6772
10	311,06	0,001 452	0,018 026	1407,56	1317,1	2724,7	3,3596	2,2544	5,6141
11	318,15	0,001 489	0,015 987	1450,1	1255,5	2705,6	3,4295	2,1233	5,5527
12	324,75	0,001 527	0,014 263	1491,3	1193,6	2684,9	3,4962	1,9962	5,4924
13	330,93	0,001 567	0,012 780	1531,5	1130,7	2662,2	3,5606	1,8718	5,4323
14	336,75	0,001 611	0,011 485	1571,1	1066,5	2637,6	3,6232	1,7485	5,3717
15	342,24	0,001 658	0,010 337	1610,5	1000,0	2610,5	3,6848	1,6249	5,3098

(continua)

Tabella A.3.2 (segue)

Pressione assoluta p [MPa]	Temp. T [°C]	Volume massico [m ³ /kg]			Entalpia [kJ/kg]			Entropia [kJ/(kg·K)]		
		Liquido saturo v_f	Vapore saturo v_g	Liquido saturo h_f	Vaporizz. h_{fg}	Vapore saturo h_s	Liquido saturo s_f	Vaporizz. s_{fg}	Vapore saturo s_g	
16	347,44	0,001 711	0,009 306	1650,1	930,6	2580,6	3,7461	1,4994	5,2455	
17	352,37	0,001 770	0,008 364	1690,3	856,9	2547,2	3,8079	1,3698	5,1777	
18	357,06	0,001 840	0,007 489	1732,0	777,1	2509,1	3,8715	1,2329	5,1044	
19	361,54	0,001 924	0,006 657	1776,5	688,0	2464,5	3,9388	1,0839	5,0228	
20	365,81	0,002 036	0,005 834	1826,3	583,4	2409,7	4,0139	0,9130	4,9269	
21	369,89	0,002 207	0,004 952	1884,4	446,2	2334,6	4,1075	0,6938	4,8013	
22	373,80	0,002 742	0,003 568	2022,2	143,4	2165,6	4,3110	0,2216	4,5327	
22,09	374,14	0,003 155	0,003 155	2099,3	0	2099,3	4,4298	0	4,4298	

Tabella A.3.3

Proprietà termodinamiche dell'acqua: vapore surriscaldato*

Unità: T [°C], v [m³/kg], h [kJ/kg], s [kJ/(kg·K)]

(Temperatura di saturazione tra parentesi)

T	$p = 0,010$ MPa (45,81 °C)			$p = 0,050$ MPa (81,33 °C)			$p = 0,10$ MPa (99,63 °C)		
	v	h	s	v	h	s	v	h	s
Sat.	14,674	2584,7	8,1502	3,240	2645,9	7,5939	1,6940	2675,5	7,3594
50	14,869	2592,6	8,1749						
100	17,196	2687,5	8,4479	3,418	2682,5	7,6947	1,6958	2676,2	7,3614
150	19,512	2783,0	8,6882	3,889	2780,1	7,9401	1,9364	2776,4	7,6134
200	21,825	2879,5	8,9038	4,356	2877,7	8,1580	2,172	2875,3	7,8343
250	24,136	2977,3	9,1002	4,820	2976,0	8,3556	2,406	2974,3	8,0333
300	26,445	3076,5	9,2813	5,284	3075,5	8,5373	2,639	3074,3	8,2158
400	31,063	3279,6	9,6077	6,209	3278,9	8,8642	3,103	3278,2	8,5435
500	35,679	3489,1	9,8978	7,134	3488,7	9,1546	3,565	3488,1	8,8342
600	40,295	3705,4	10,1608	8,057	3705,1	9,4178	4,028	3704,7	9,0976
700	44,911	3928,7	10,4028	8,981	3928,5	9,6599	4,490	3928,2	9,3398
800	49,526	4159,0	10,6281	9,904	4158,9	9,8852	4,952	4158,6	9,5652
900	54,141	4396,4	10,8396	10,828	4396,3	10,0967	5,414	4396,1	9,7767
1000	58,757	4640,6	11,0393	11,751	4640,5	10,2964	5,875	4640,3	9,9764
1100	63,372	4891,2	11,2287	12,674	4891,1	10,4859	6,337	4891,0	10,1659
1200	67,987	5147,8	11,4091	13,597	5147,7	10,6662	6,799	5147,6	10,3463
1300	72,602	5409,7	11,5811	14,521	5409,6	10,8382	7,260	5409,5	10,5183

* Il valore dell'energia u si ottiene, per la definizione di entalpia 28-8, da $u = h - pv$.

(continua)

Tabella A.3.3 (segue)

T	$p = 0,20 \text{ MPa (120,23 } ^\circ\text{C)}$			$p = 0,30 \text{ MPa (133,55 } ^\circ\text{C)}$			$p = 0,40 \text{ MPa (143,63 } ^\circ\text{C)}$		
	v	h	s	v	h	s	v	h	s
Sat.	0,8857	2706,7	7,1272	0,6058	2725,3	6,9919	0,4625	2738,6	6,8959
150	0,9596	2768,8	7,2795	0,6339	2761,0	7,0778	0,4708	2752,8	6,9299
200	1,0803	2870,5	7,5066	0,7163	2865,6	7,3115	0,5342	2860,5	7,1706
250	1,1988	2971,0	7,7086	0,7964	2967,6	7,5166	0,5951	2964,2	7,3789
300	1,31 62	3071,8	7,8926	0,8753	3069,3	7,7022	0,6548	3066,8	7,5662
400	1,5493	3276,6	8,2218	1,0315	3275,0	8,0330	0,7726	3273,4	7,8985
500	1,7814	3487,1	8,5133	1,1867	3486,0	8,3251	0,8893	3484,9	8,1913
600	2,01 3	3704,0	8,7770	1,341 4	3703,2	8,5892	1,0055	3702,4	8,4558
700	2,244	3927,6	9,0194	1,4957	3927,1	8,8319	1,1215	3926,5	8,6987
800	2,475	4158,2	9,2449	1,6499	4157,8	9,0576	1,2372	4157,3	8,9244
900	2,706	4395,8	9,4566	1,8041	4395,4	9,2692	1,3529	4395,1	9,1362
1000	2,937	4640,0	9,6563	1,9581	4639,7	9,4690	1,4685	4639,4	9,3360
1100	3,168	4890,7	9,8458	2,1121	4890,4	9,6585	1,5840	4890,2	9,5256
1200	3,399	5147,3	10,0262	2,2661	5147,1	9,8389	1,6996	5146,8	9,7060
1300	3,630	5409,3	10,1982	2,4201	5409,0	10,0110	1,8151	5408,8	9,8780
	$p = 0,50 \text{ MPa (151,86 } ^\circ\text{C)}$			$p = 0,60 \text{ MPa (158,85 } ^\circ\text{C)}$			$p = 0,80 \text{ MPa (170,43 } ^\circ\text{C)}$		
Sat.	0,3749	2748,7	6,8213	0,3157	2756,8	6,7600	0,2404	2769,1	6,6628
200	0,4249	2855,4	7,0592	0,3520	2850,1	6,9665	0,2608	2839,3	6,8158
250	0,4744	2960,7	7,2709	0,3938	2957,2	7,1816	0,2931	2950,0	7,0384
300	0,5226	3064,2	7,4599	0,4344	3061,6	7,3724	0,3241	3056,5	7,2328
350	0,5701	3167,7	7,6329	0,4742	3165,7	7,5464	0,3544	3161,7	7,4089
400	0,6173	3271,9	7,7938	0,5137	3270,3	7,7079	0,3843	3267,1	7,5716
500	0,7109	3483,9	8,0873	0,5920	3482,8	8,0021	0,4433	3480,6	7,8673
600	0,8041	3701,7	8,3522	0,6697	3700,9	8,2674	0,5018	3699,4	8,1333
700	0,8969	3925,9	8,5952	0,7472	3925,3	8,5107	0,5601	3924,2	8,3770
800	0,9896	4156,9	8,8211	0,8245	4156,5	8,7367	0,6181	4155,6	8,6033
900	1,0822	4394,7	9,0329	0,9017	4394,4	8,9486	0,6761	4393,7	8,81 53
1000	1,1747	4639,1	9,2328	0,9788	4638,8	9,1485	0,7340	4638,2	9,0153
1100	1,2672	4889,9	9,4224	1,0559	4889,6	9,3381	0,7919	4889,1	9,2050
1200	1,3596	5146,6	9,6029	1,1330	5146,3	9,5185	0,8497	5145,9	9,3855
1300	1,4521	5408,6	9,7749	1,2101	5408,3	9,6906	0,9076	5407,9	9,5575
	$p = 1,00 \text{ MPa (179,91 } ^\circ\text{C)}$			$p = 1,20 \text{ MPa (187,99 } ^\circ\text{C)}$			$p = 1,40 \text{ MPa (197,07 } ^\circ\text{C)}$		
Sat.	0,194 44	2778,1	6,5865	0,163 33	2784,8	6,5233	0,140 84	2790,0	6,4693
200	0,2060	2827,9	6,6940	0,169 30	2815,9	6,5898	0,143 02	2803,3	6,4975
250	0,2327	2942,6	6,9247	0,192 34	2935,0	6,8294	0,163 50	2927,2	6,7467
300	0,2579	3051,2	7,1229	0,2138	3045,8	7,0317	0,182 28	3040,4	6,9534
350	0,2825	3157,7	7,3011	0,2345	3153,6	7,2121	0,2003	3149,5	7,1360
400	0,3066	3263,9	7,4651	0,2548	3260,7	7,3774	0,2178	3257,5	7,3026
500	0,3541	3478,5	7,7622	0,2946	3476,3	7,6759	0,2521	3474,1	7,6027
600	0,4011	3697,9	8,0290	0,3339	3696,3	7,9435	0,2860	3694,8	7,8710
700	0,4478	3923,1	8,2731	0,3729	3922,0	8,1881	0,3195	3920,8	8,1160
800	0,4943	4154,7	8,4996	0,4118	4153,8	8,4148	0,3528	4153,0	8,3431
900	0,5407	4392,9	8,7118	0,4505	4392,2	8,6272	0,3861	4391,5	8,5556
1000	0,5871	4637,6	8,9119	0,4892	4637,0	8,8274	0,4192	4636,4	8,7559
1100	0,6335	4888,6	9,1017	0,5278	4888,0	9,0172	0,4524	4887,5	8,9457
1200	0,6798	5145,4	9,2822	0,5665	5144,9	9,1977	0,4855	5144,4	9,1262
1300	0,7261	5407,4	9,4543	0,6051	5407,0	9,3698	0,5186	5406,5	9,2984

* Il valore dell'energia u si ottiene, per la definizione di entalpia 28-8, da $u = h - pv$.

(continua)

Tabella A.3.3 (segue)

T	$p = 1,60 \text{ MPa (201,41 } ^\circ\text{C)}$			$p = 1,80 \text{ MPa (207,15 } ^\circ\text{C)}$			$p = 2,00 \text{ MPa (212,42 } ^\circ\text{C)}$		
	v	h	s	v	h	s	v	h	s
Sat.	0,123 80	2794,0	6,4218	0,110 42	2797,1	6,3794	0,099 63	2799,5	6,3409
225	0,132 87	2857,3	6,5518	0,116 73	2846,7	6,4808	0,103 77	2835,8	6,4147
250	0,141 84	2919,2	6,6732	0,124 97	2911,0	6,6066	0,111 44	2902,5	6,5453
300	0,158 62	3034,8	6,8844	0,140 21	3029,2	6,8226	0,125 47	3023,5	6,7664
350	0,174 56	3145,4	7,0694	0,154 57	3141,2	7,0100	0,138 57	3137,0	6,9563
400	0,190 05	3254,2	7,2374	0,168 47	3250,9	7,1794	0,151 20	3247,6	7,1271
500	0,2203	3472,0	7,5390	0,195 50	3469,8	7,4825	0,175 68	3467,6	7,4317
600	0,2500	3693,2	7,8080	0,2220	3691,7	7,7523	0,199 60	3690,1	7,7024
700	0,2794	3919,7	8,0535	0,2482	3918,5	7,9983	0,2232	3917,4	7,9487
800	0,3086	4152,1	8,2808	0,2742	4151,2	8,2258	0,2467	4150,3	8,1765
900	0,3377	4390,8	8,4935	0,3001	4390,1	8,4386	0,2700	4389,4	8,3895
1000	0,3668	4635,8	8,6938	0,3260	4635,2	8,6391	0,2933	4634,6	8,5901
1100	0,3958	4887,0	8,8837	0,3518	4886,4	8,8290	0,3166	4885,9	8,7800
1200	0,4248	5143,9	9,0643	0,3776	5143,4	9,0096	0,3398	5142,9	8,9607
1300	0,4538	5406,0	9,2364	0,4034	5405,6	9,1818	0,3631	5405,1	9,1329
	$p = 2,50 \text{ MPa (223,99 } ^\circ\text{C)}$			$p = 3,00 \text{ MPa (233,90 } ^\circ\text{C)}$			$p = 3,50 \text{ MPa (242,60 } ^\circ\text{C)}$		
Sat.	0,079 98	2803,1	6,2575	0,066 68	2804,2	6,1869	0,057 07	2803,4	6,1253
225	0,080 27	2806,3	6,2639						
250	0,087 00	2880,1	6,4085	0,070 58	2855,8	6,2872	0,058 72	2829,2	6,1749
300	0,098 90	3008,8	6,6438	0,081 14	2993,5	6,5390	0,068 42	2977,5	6,4461
350	0,109 76	3126,3	6,8403	0,090 53	3115,3	6,7428	0,076 78	3104,0	6,6579
400	0,120 10	3239,3	7,0148	0,099 36	3230,9	6,9212	0,084 53	3222,3	6,8405
450	0,130 14	3350,8	7,1746	0,107 87	3344,0	7,0834	0,091 96	3337,2	7,0052
500	0,139 98	3462,1	7,3234	0,116 19	3456,5	7,2338	0,099 18	3450,9	7,1572
600	0,159 30	3686,3	7,5960	0,132 43	3682,3	7,5085	0,113 24	3678,4	7,4339
700	0,178 32	3914,5	7,8435	0,148 38	3911,7	7,7571	0,126 99	3908,8	7,6837
800	0,197 16	4148,2	8,0720	0,164 14	4145,9	7,9862	0,140 56	4143,7	7,9134
900	0,215 90	4387,6	8,2853	0,179 80	4385,9	8,1999	0,154 02	4384,1	8,1276
1000	0,2346	4633,1	8,4861	0,195 41	4631,6	8,4009	0,167 43	4630,1	8,3288
1100	0,2532	4884,6	8,6762	0,210 98	4883,3	8,5912	0,180 80	4881,9	8,5192
1200	0,2718	5141,7	8,8569	0,226 52	5140,5	8,7720	0,194 15	5139,3	8,7000
1300	0,2905	5404,0	9,0291	0,242 06	5402,8	8,9442	0,207 49	5401,7	8,8723
	$p = 4,0 \text{ MPa (250,40 } ^\circ\text{C)}$			$p = 4,5 \text{ MPa (257,49 } ^\circ\text{C)}$			$p = 5,0 \text{ MPa (263,99 } ^\circ\text{C)}$		
Sat.	0,049 78	2801,4	6,0701	0,044 06	2798,3	6,0198	0,039 44	2794,3	5,9734
275	0,054 57	2886,2	6,2285	0,047 30	2863,2	6,1401	0,041 41	2838,2	6,0544
300	0,058 84	2960,7	6,3615	0,051 35	2943,1	6,2828	0,045 32	2924,5	6,2084
350	0,066 45	3092,5	6,5821	0,058 40	3080,6	6,5131	0,051 94	3068,4	6,4493
400	0,073 41	3213,6	6,7690	0,064 75	3204,7	6,7047	0,057 81	3195,7	6,6459
450	0,080 02	3330,3	6,9363	0,070 74	3323,3	6,8746	0,063 30	3316,2	6,8186
500	0,086 43	3445,3	7,0901	0,076 51	3439,6	7,0301	0,068 57	3433,8	6,9759
600	0,098 85	3674,4	7,3688	0,087 65	3670,5	7,3110	0,078 69	3666,5	7,2589
700	0,110 95	3905,9	7,6198	0,098 47	3903,0	7,5631	0,088 49	3900,1	7,5122
800	0,122 87	4141,5	7,8502	0,109 11	4139,3	7,7942	0,098 11	4137,1	7,7440
900	0,134 69	4382,3	8,0647	0,119 65	4380,6	8,0091	0,107 62	4378,8	7,9593
1000	0,146 45	4628,7	8,2662	0,130 13	4627,2	8,2108	0,117 07	4625,7	8,1612
1100	0,158 17	4880,6	8,4567	0,140 56	4879,3	8,4015	0,126 48	4878,0	8,8520
1200	0,169 87	5138,1	8,6376	0,150 98	5136,9	8,5825	0,135 87	5135,7	8,5331
1300	0,181 56	5400,5	8,8100	0,161 39	5399,4	8,7549	0,145 26	5398,2	8,7055

* Il valore dell'energia u si ottiene, per la definizione di entalpia 28-8, da $u = h - pv$.

(continua)

Tabella A.3.3 (segue)

T	v	h	s	v	h	s	v	h	s
	$p = 6,0 \text{ MPa (275,64 } ^\circ\text{C)}$			$p = 7,0 \text{ MPa (285,88 } ^\circ\text{C)}$			$p = 8,0 \text{ MPa (295,06 } ^\circ\text{C)}$		
Sat.	0,032 44	2784,3	5,8892	0,027 37	2772,1	5,8133	0,023 52	2758,0	5,7432
300	0,036 16	2884,2	6,0674	0,029 47	2838,4	5,9305	0,024 26	2785,0	5,7906
350	0,042 23	3043,0	6,3335	0,035 24	3016,0	6,2283	0,029 95	2987,3	6,1301
400	0,047 39	3177,2	6,5408	0,039 93	3158,1	6,4478	0,034 32	3138,3	6,3634
450	0,052 14	3301,8	6,7193	0,044 16	3287,1	6,6827	0,038 17	3272,0	6,5551
500	0,056 65	3422,2	6,8803	0,048 14	3410,3	6,7975	0,041 75	3398,3	6,7240
550	0,061 01	3540,6	7,0288	0,051 95	3530,9	6,9486	0,045 16	3521,0	6,8778
600	0,065 25	3658,4	7,1677	0,055 65	3650,3	7,0894	0,048 45	3642,0	7,0206
700	0,073 52	3894,2	7,4234	0,062 83	3888,3	7,3476	0,054 81	8882,4	7,2812
800	0,081 60	4132,7	7,6566	0,069 81	4128,2	7,5822	0,060 97	4123,8	7,5173
900	0,089 58	4375,3	7,8727	0,076 69	4371,8	7,7991	0,067 02	4368,3	7,7351
1000	0,097 49	4622,7	8,0751	0,083 50	4619,8	8,0020	0,073 01	4616,9	7,9384
1100	0,105 36	4875,4	8,2661	0,090 27	4872,8	8,1933	0,078 96	4870,3	8,1300
1200	0,113 21	5133,3	8,4474	0,097 03	5130,9	8,3747	0,084 89	5128,5	8,3115
1300	0,121 06	5396,0	8,6199	0,103 77	5393,7	8,5473	0,090 80	5391,5	8,4842
	$p = 9,0 \text{ MPa (303,40 } ^\circ\text{C)}$			$p = 10,0 \text{ MPa (311,06 } ^\circ\text{C)}$			$p = 12,5 \text{ MPa (327,89 } ^\circ\text{C)}$		
Sat.	0,020 48	2742,1	5,6772	0,018 026	2724,7	5,6141	0,013 495	2673,8	5,4624
325	0,023 27	2856,0	5,8712	0,019 861	2809,1	5,7568			
350	0,025 80	2956,6	6,0361	0,022 42	2923,4	5,9443	0,016 126	2826,2	5,7118
400	0,029 93	3117,8	6,2854	0,026 41	3096,5	6,2120	0,020 00	3039,3	6,0417
450	0,033 50	3256,6	6,4844	0,029 75	3240,9	6,4190	0,022 99	3199,8	6,2719
500	0,036 77	3386,1	6,6576	0,032 79	3373,7	6,5966	0,025 60	3341,8	6,4618
550	0,039 87	3511,0	6,8142	0,035 64	3500,9	6,7561	0,028 01	3475,2	6,6290
600	0,042 85	3633,7	5,9589	0,038 37	3625,3	6,9029	0,030 29	3604,0	6,7810
650	0,045 74	3755,3	7,0943	0,041 01	3748,2	7,0398	0,032 48	3730,4	6,9218
700	0,048 57	3876,5	7,2221	0,043 58	3870,5	7,1687	0,034 60	3855,3	7,0536
800	0,054 09	4119,3	7,4596	0,048 59	4114,8	7,4077	0,038 69	4103,6	7,2965
900	0,059 50	4364,8	7,6783	0,053 49	4361,2	7,6272	0,042 67	4352,5	7,5182
1000	0,064 85	4614,0	7,8821	0,058 32	4611,0	7,8315	0,046 58	4603,8	7,7237
1100	0,070 16	4867,7	8,0740	0,063 12	4865,1	8,0237	0,050 45	4858,8	7,9165
1200	0,075 44	5126,2	8,2556	0,067 89	5123,8	8,2055	0,054 30	5118,0	8,0987
1300	0,080 72	5389,2	8,4284	0,072 65	5387,0	8,3783	0,058 13	5381,4	8,2717
	$p = 15,0 \text{ MPa (342,24 } ^\circ\text{C)}$			$p = 17,5 \text{ MPa (354,75 } ^\circ\text{C)}$			$p = 20,0 \text{ MPa (365,81 } ^\circ\text{C)}$		
Sat.	0,010 337	2610,5	5,3098	0,007 920	2528,8	5,1419	0,005 834	2409,7	4,9269
350	0,011 470	2692,4	5,4421						
400	0,015 649	2975,5	5,8811	0,012 447	2902,9	5,7213	0,009 942	2818,1	5,5540
450	0,018 445	3156,2	6,1404	0,015 174	3109,7	6,0184	0,012 695	3060,1	5,9017
500	0,020 80	3308,6	6,3443	0,017 358	3274,1	6,2383	0,014 768	3238,2	6,1401
550	0,022 93	3448,6	6,5199	0,019 288	3421,4	6,4230	0,016 555	3393,5	6,3348
600	0,024 91	3582,3	6,6776	0,021 06	3560,1	6,5866	0,018 178	3537,6	6,5048
650	0,026 80	3712,3	6,8224	0,022 74	3693,9	6,7357	0,019 693	3675,3	6,6582
700	0,028 61	3840,1	6,9572	0,024 34	3824,6	6,8736	0,021 13	3809,0	6,7993
800	0,032 10	4092,4	7,2040	0,027 38	4081,1	7,1244	0,023 85	4069,7	7,0544
900	0,035 46	4343,8	7,4279	0,030 31	4335,1	7,3507	0,026 45	4326,4	7,2830
1000	0,038 75	4596,6	7,6348	0,033 16	4589,5	7,5589	0,028 97	4582,5	7,4925
1100	0,042 00	4852,6	7,8283	0,035 97	4846,4	7,7531	0,031 45	4840,2	7,6874
1200	0,045 23	5112,3	8,0108	0,038 76	5106,6	7,9360	0,033 91	5101,0	7,8707
1300	0,048 45	5376,0	8,1840	0,041 54	5370,5	8,1093	0,036 36	5365,1	8,0442

* Il valore dell'energia u si ottiene, per la definizione di entalpia 28-8, da $u = h - pv$.

(continua)

Tabella A.3.3 (segue)

T	$p = 25,0 \text{ MPa}$			$p = 30,0 \text{ MPa}$			$p = 35,0 \text{ MPa}$		
	ν	h	s	ν	h	s	ν	h	s
375	0,001 973	1848,0	4,0320	0,001 789	1791,5	3,9305	0,001 700	1762,4	3,8722
400	0,006 004	2580,2	5,1418	0,002 790	2151,1	4,4728	0,002 100	1987,6	4,2126
425	0,007 881	2806,3	5,4723	0,005 303	2614,2	5,1504	0,003 428	2373,4	4,7747
450	0,009 162	2949,7	5,6744	0,006 735	2821,4	5,4424	0,004 961	2672,4	5,1962
500	0,011 123	3162,4	5,9592	0,008 678	3081,1	5,7905	0,006 927	2994,4	5,6282
550	0,012 724	3335,6	6,1765	0,010 168	3275,4	6,0342	0,008 345	3213,0	5,9026
600	0,014 137	3491,4	6,3602	0,011 446	3443,9	6,2331	0,009 527	3395,5	6,1179
650	0,015 433	3637,4	6,5229	0,012 596	3598,9	6,4058	0,010 575	3559,9	6,3010
700	0,016 646	3777,5	6,6707	0,013 661	3745,6	6,5606	0,011 533	3713,5	6,4631
800	0,018 912	4047,1	6,9345	0,015 623	4024,2	6,8332	0,013 278	4001,5	6,7450
900	0,021 045	4309,1	7,1680	0,017 448	4291,9	7,0718	0,014 883	4274,9	6,9886
1000	0,023 10	4568,5	7,3802	0,019 196	4554,7	7,2867	0,016 410	4541,1	7,2064
1100	0,025 12	4828,2	7,5765	0,020 903	4816,3	7,4845	0,017 895	4804,6	7,4057
1200	0,027 11	5089,9	7,7605	0,022 589	5079,0	7,6692	0,019 360	5068,3	7,5910
1300	0,029 10	5354,4	7,9342	0,024 266	5344,0	7,8432	0,020 815	5333,6	7,7653
	$p = 40,0 \text{ MPa}$			$p = 50,0 \text{ MPa}$			$p = 60,0 \text{ MPa}$		
375	0,001 641	1742,8	3,8290	0,001 559	1716,6	3,7639	0,001 503	1699,5	3,7141
400	0,001 908	1930,9	4,1135	0,001 730	1874,6	4,0031	0,001 634	1843,4	3,9318
425	0,002 532	2198,1	4,5029	0,002 007	2060,0	4,2734	0,001 817	2001,7	4,1626
450	0,003 693	2512,8	4,9459	0,002 486	2284,0	4,5884	0,002 085	2179,0	4,4121
500	0,005 622	2903,3	5,4700	0,003 892	2720,1	5,1726	0,002 956	2567,9	4,9321
550	0,006 984	3149,1	5,7785	0,005 118	3019,5	5,5485	0,003 956	2896,2	5,3441
600	0,008 094	3346,4	6,0114	0,006 112	3247,6	5,8178	0,004 834	3151,2	5,6452
650	0,009 063	3520,6	6,2054	0,006 966	3441,8	6,0342	0,005 595	3364,5	5,8829
700	0,009 941	3681,2	6,3750	0,007 727	3616,8	6,2189	0,006 272	3553,5	6,0824
800	0,011 523	3978,7	6,6662	0,009 076	3933,6	6,5290	0,007 459	3889,1	6,4109
900	0,012 962	4257,9	6,9150	0,010 283	4224,4	6,7882	0,008 508	4191,5	6,6805
1000	0,014 324	4527,6	7,1356	0,011 411	4501,1	7,0146	0,009 480	4475,2	6,9127
1100	0,015 642	4793,1	7,3364	0,012 496	4770,5	7,2184	0,010 409	4748,6	7,1195
1200	0,016 940	5057,7	7,5224	0,013 561	5037,2	7,4058	0,011 317	5017,2	7,3083
1300	0,018 229	5323,5	7,6969	0,014 616	5303,6	7,5808	0,012 215	5284,3	7,4837

* Il valore dell'energia u si ottiene, per la definizione di entalpia 28-8, da $u = h - p\nu$.

Tabella A.3.4

Proprietà termodinamiche dell'acqua: liquido compresso*

Unità: T [°C], ν [m³/kg], h [kJ/kg], s [kJ/(kg·K)]

(Temperatura di saturazione tra parentesi)

T	ν	h	s	ν	h	s	ν	h	s
	$p = 5 \text{ MPa (263,99 °C)}$			$p = 10 \text{ MPa (311,06 °C)}$			$p = 15 \text{ MPa (342,24 °C)}$		
Sat.	0,001 285 9	1154,2	2,9202	0,001 452 4	1407,6	3,3596	0,001 658 1	1610,5	3,6848
0	0,000 997 7	5,04	0,0001	0,000 995 2	10,04	0,0002	0,000 992 8	15,05	0,0004
20	0,000 999 5	88,65	0,2956	0,000 997 2	93,33	0,2945	0,000 995 0	97,99	0,2934
40	0,001 005 6	171,97	0,5705	0,001 003 4	176,38	0,5686	0,001 001 3	180,78	0,5666
60	0,001 014 9	255,30	0,8285	0,001 012 7	259,49	0,8258	0,001 010 5	263,67	0,8232
80	0,001 026 8	338,85	1,0720	0,001 024 5	342,83	1,0688	0,001 022 2	346,81	1,0656
100	0,001 041 0	422,72	1,3030	0,001 038 5	426,50	1,2992	0,001 036 1	430,28	1,2955
120	0,001 057 6	507,09	1,5233	0,001 054 9	510,64	1,5189	0,001 052 2	514,19	1,5145
140	0,001 076 8	592,15	1,7343	0,001 073 7	595,42	1,7292	0,001 070 7	598,72	1,7242
160	0,001 098 8	678,12	1,9375	0,001 095 3	681,08	1,9317	0,001 091 8	684,09	1,9260
180	0,001 124 0	765,25	2,1341	0,001 119 9	767,84	2,1275	0,001 115 9	770,50	2,1210
200	0,001 153 0	853,9	2,3255	0,001 148 0	856,0	2,3178	0,001 143 3	858,2	2,3104
220	0,001 186 6	944,4	2,5128	0,001 180 5	945,9	2,5039	0,001 174 8	947,5	2,4953
240	0,001 226 4	1037,5	2,6979	0,001 218 7	1038,1	2,6872	0,001 211 4	1039,0	2,6771
260	0,001 274 9	1134,3	2,8830	0,001 264 5	1133,7	2,8699	0,001 255 0	1133,4	2,8576
280				0,001 321 6	1234,1	3,0548	0,001 308 4	1232,1	3,0393
300				0,001 397 2	1342,3	3,2469	0,001 377 0	1337,3	3,2260
320							0,001 472 4	1453,2	3,4247
340							0,001 631 1	1591,9	3,6546
	$p = 20 \text{ MPa (365,81 °C)}$			$p = 30 \text{ MPa}$			$p = 50 \text{ MPa}$		
Sat.	0,002 036	1826,3	4,0139						
0	0,000 990 4	20,01	0,0004	0,000 985 6	29,82	0,0001	0,000 976 6	49,03	0,0014
20	0,000 992 8	102,62	0,2923	0,000 988 6	111,84	0,2899	0,000 980 4	130,02	0,2848
40	0,000 999 2	185,16	0,5646	0,000 995 1	193,89	0,5607	0,000 987 2	211,21	0,5527
60	0,001 008 4	267,85	0,8206	0,001 004 2	276,19	0,8154	0,000 996 2	292,79	0,8052
80	0,001 019 9	350,80	1,0624	0,001 015 6	358,77	1,0561	0,001 007 3	374,70	1,0440
100	0,001 033 7	434,06	1,2917	0,001 029 0	441,66	1,2844	0,001 020 1	456,89	1,2703
120	0,001 049 6	517,76	1,5102	0,001 044 5	524,93	1,5018	0,001 034 8	539,39	1,4857
140	0,001 067 8	602,04	1,7193	0,001 062 1	608,75	1,7098	0,001 051 5	622,35	1,6915
160	0,001 088 5	687,12	1,9204	0,001 082 1	693,28	1,9096	0,001 070 3	705,92	1,8891
180	0,001 112 0	773,20	2,1147	0,001 104 7	778,73	2,1024	0,001 091 2	790,25	2,0794
200	0,001 138 8	860,5	2,3031	0,001 130 2	865,3	2,2893	0,001 114 6	875,5	2,2634
220	0,001 169 3	949,3	2,4870	0,001 159 0	953,1	2,4711	0,001 140 8	961,7	2,4419
240	0,001 204 6	1040,0	2,6674	0,001 192 0	1042,6	2,6490	0,001 170 2	1049,2	2,6158
260	0,001 246 2	1133,5	2,8459	0,001 230 3	1134,3	2,8243	0,001 203 4	1138,2	2,7860
280	0,001 296 5	1230,6	3,0248	0,001 275 5	1229,0	2,9986	0,001 241 5	1229,3	2,9537
300	0,001 359 6	1333,3	3,2071	0,001 330 4	1327,8	3,1741	0,001 286 0	1323,0	3,1200
320	0,001 443 7	1444,6	3,3979	0,001 399 7	1432,1	3,3539	0,001 338 8	1420,2	3,2868
340	0,001 568 4	1571,0	3,6075	0,001 492 0	1546,5	3,5426	0,001 403 2	1522,1	3,4557
360	0,001 822 6	1739,3	3,8772	0,001 626 5	1675,4	3,7494	0,001 483 8	1630,2	3,6291
380				0,001 869 1	1837,5	4,0012	0,001 588 4	1746,6	3,8101

* Le proprietà mancanti nella regione del liquido compresso si possono dedurre da quelle del liquido saturo valutate alla stessa temperatura del liquido compresso.

Tabella A.4.1

Proprietà termodinamiche dell'R134a: liquido saturo - vapore saturo in funzione della temperatura di saturazione

Temp. T [°C]	Pressione assoluta p [MPa]	Volume massico [dm ³ /kg]		Entalpia [kJ/kg]		Entropia [kJ/(kg·K)]		
		Liquido saturo v_f	Vapore saturo v_g	Liquido saturo h_f	Vaporizz. h_{fg}	Vapore saturo h_g	Liquido saturo s_f	Vapore saturo s_g
-60	0,0163	0,679	1052,08	126,54	233,31	359,85	0,6984	1,7930
-55	0,0223	0,686	786,61	132,07	231,00	363,07	0,7240	1,7830
-50	0,0299	0,692	596,88	137,72	228,59	366,31	0,7496	1,7740
-45	0,0396	0,699	459,14	143,48	226,07	369,56	0,7751	1,7660
-40	0,0516	0,706	357,66	149,34	223,44	372,77	0,8005	1,7588
-35	0,0666	0,713	281,87	155,31	220,68	375,99	0,8258	1,7524
-30	0,0848	0,720	224,55	161,41	217,78	379,19	0,8511	1,7467
-25	0,1067	0,728	180,67	167,59	214,75	382,35	0,8762	1,7416
-20	0,1330	0,736	146,71	173,88	211,59	385,48	0,9012	1,7370
-15	0,1642	0,744	120,15	180,27	208,29	388,56	0,9261	1,7330
-10	0,2008	0,753	99,17	186,76	204,85	391,62	0,9509	1,7294
-5	0,2435	0,762	82,45	193,34	201,28	394,62	0,9755	1,7261
0	0,2929	0,772	69,01	200,00	197,56	397,56	1,0000	1,7233
5	0,3497	0,782	58,11	206,75	193,69	400,44	1,0243	1,7207
10	0,4146	0,793	49,22	213,56	189,69	403,25	1,0484	1,7184
15	0,4883	0,804	41,89	220,47	185,53	406,00	1,0724	1,7163
20	0,5716	0,816	35,83	227,44	181,22	408,67	1,0961	1,7143
25	0,6651	0,828	30,77	234,48	176,75	411,24	1,1197	1,7125
30	0,7698	0,842	26,52	241,61	172,10	413,71	1,1431	1,7108
35	0,8865	0,856	22,94	248,81	167,28	416,08	1,1664	1,7092
40	1,0160	0,871	19,89	256,11	162,22	418,33	1,1895	1,7075
45	1,1592	0,888	17,29	263,50	156,94	420,44	1,2125	1,7058
50	1,3171	0,907	15,05	271,02	151,38	422,40	1,2355	1,7040
55	1,4907	0,927	13,12	278,69	145,50	424,19	1,2586	1,7020
60	1,6811	0,949	11,44	286,53	139,24	425,76	1,2817	1,6997
65	1,8894	0,974	9,97	294,59	132,50	427,08	1,3052	1,6970
70	2,1170	1,003	8,68	302,95	125,14	428,10	1,3290	1,6937
75	2,3651	1,036	7,53	311,69	117,03	428,71	1,3536	1,6897
80	2,6353	1,076	6,50	320,93	107,88	428,81	1,3791	1,6846
85	2,9292	1,127	5,56	330,91	97,25	428,17	1,4063	1,6778
90	3,2487	1,194	4,68	342,02	84,39	426,40	1,4361	1,6684
95	3,5958	1,298	3,83	355,20	67,36	422,56	1,4709	1,6539
100	3,9728	1,544	2,80	374,97	36,83	411,80	1,5228	1,6215
101,15	4,0640	1,970	1,97	392,27	0,00	392,27	1,5687	1,5687

Tabella A.4.2

Proprietà termodinamiche dell'R134a: liquido saturo - vapore surriscaldato

(Temperatura di saturazione tra parentesi)

T	ν [dm ³ /kg]	h [kJ/kg]	s [kJ/(kg·K)]	ν [dm ³ /kg]	h [kJ/kg]	s [kJ/(kg·K)]	ν [dm ³ /kg]	h [kJ/kg]	s [kJ/(kg·K)]
	0,05 MPa (-40,5 °C)			0,10 MPa (-26,5 °C)			0,15 MPa (-17,5 °C)		
-20,00	404,39	388,12	1,8245	198,01	386,55	1,7634			
-10,00	421,52	396,01	1,8551	207,02	394,60	1,7946	135,45	393,15	1,7575
0,00	438,54	404,09	1,8852	215,92	402,81	1,8253	141,66	401,51	1,7887
10,00	455,46	412,34	1,9149	224,72	411,19	1,8554	147,76	410,01	1,8192
20,00	472,31	420,77	1,9441	233,43	419,73	1,8850	153,78	418,66	1,8493
30,00	489,10	429,39	1,9730	242,08	428,43	1,9142	159,72	427,47	1,8788
40,00	505,82	438,18	2,0016	250,67	437,31	1,9430	165,60	436,43	1,9079
50,00	522,50	447,15	2,0298	259,20	446,36	1,9715	171,42	445,56	1,9366
60,00	539,13	456,30	2,0577	267,70	455,58	1,9996	177,20	454,84	1,9649
70,00	555,73	465,63	2,0852	276,15	464,96	2,0273	182,94	464,29	1,9928
80,00	572,29	475,13	2,1125	284,57	474,51	2,0548	188,65	473,90	2,0204
90,00	588,83	484,80	2,1395	292,96	484,23	2,0819	194,33	483,66	2,0477
	0,2 MPa (-10 °C)			0,25 MPa (-4,2 °C)			0,3 MPa (0,6 °C)		
0,00	104,48	400,17	1,7616	82,13	398,78	1,7396			
10,00	109,25	408,81	1,7926	86,11	407,57	1,7712	70,66	406,30	1,7529
20,00	113,92	417,58	1,8231	89,98	416,47	1,8020	74,01	415,33	1,7843
30,00	118,51	426,49	1,8529	93,78	425,49	1,8323	77,27	424,47	1,8149
40,00	123,04	435,54	1,8823	97,50	434,63	1,8620	80,46	433,71	1,8449
50,00	127,52	444,74	1,9113	101,17	443,92	1,8912	83,59	443,08	1,8744
60,00	131,95	454,10	1,9398	104,78	453,35	1,9199	86,67	452,59	1,9033
70,00	136,33	463,61	1,9679	108,36	462,92	1,9482	89,71	462,23	1,9318
80,00	140,69	473,27	1,9956	111,90	472,64	1,9761	92,71	472,00	1,9599
90,00	145,01	483,09	2,0231	115,41	482,51	2,0037	95,68	481,93	1,9876
100,00	149,31	493,06	2,0501	118,90	492,53	2,0309	98,62	491,99	2,0150
110,00	153,58	503,18	2,0769	122,36	502,69	2,0578	101,54	502,19	2,0419
	0,4 MPa (8,8 °C)			0,5 MPa (15,4 °C)			0,6 MPa (21,7 °C)		
20,00	53,98	412,99	1,7548	41,91	410,52	1,7301			
30,00	56,60	422,37	1,7862	44,15	420,18	1,7625	35,81	417,89	1,7419
40,00	59,13	431,83	1,8169	46,30	429,87	1,7940	37,72	427,84	1,7742
50,00	61,60	441,38	1,8469	48,38	439,62	1,8246	39,54	437,81	1,8055
60,00	64,01	451,04	1,8764	50,39	449,45	1,8546	41,30	447,82	1,8360
70,00	66,38	460,81	1,9053	52,36	459,37	1,8839	43,01	457,90	1,8658
80,00	68,71	470,72	1,9337	54,29	469,40	1,9127	44,67	468,06	1,8950
90,00	71,00	480,74	1,9617	56,19	479,54	1,9411	46,30	478,32	1,9237
100,00	73,27	490,90	1,9893	58,05	489,80	1,9689	47,90	488,69	1,9518
110,00	75,51	501,20	2,0166	59,89	500,18	1,9964	49,47	499,16	1,9795
120,00	77,73	511,62	2,0434	61,71	510,69	2,0235	51,02	509,75	2,0068
130,00	79,93	522,18	2,0699	63,50	521,32	2,0502	52,55	520,45	2,0337

(continua)

Tabella A.4.2 (segue)

T	ν [dm ³ /kg]	h [kJ/kg]	s [kJ/(kg·K)]	ν [dm ³ /kg]	h [kJ/kg]	s [kJ/(kg·K)]	ν [dm ³ /kg]	h [kJ/kg]	s [kJ/(kg·K)]
	0,7 MPa (26,8 °C)			0,8 MPa (31,3 °C)			0,9 MPa (35,5 °C)		
40,00	31,56	425,73	1,7564	26,91	423,52	1,7400	23,26	421,20	1,7246
50,00	33,21	435,93	1,7885	28,44	433,99	1,7730	24,71	431,97	1,7585
60,00	34,79	446,14	1,8196	29,89	444,42	1,8047	26,07	442,63	1,7910
70,00	36,32	456,39	1,8499	31,28	454,84	1,8356	27,36	453,25	1,8224
80,00	37,79	466,70	1,8795	32,63	465,30	1,8656	28,60	463,87	1,8529
90,00	39,24	477,08	1,9085	33,93	475,81	1,8950	29,79	474,53	1,8827
100,00	40,64	487,55	1,9370	35,20	486,40	1,9237	30,95	485,23	1,9117
110,00	42,02	498,12	1,9649	36,43	497,07	1,9520	32,08	496,00	1,9402
120,00	43,38	508,79	1,9924	37,65	507,83	1,9797	33,19	506,85	1,9682
130,00	44,72	519,58	2,0195	38,84	518,69	2,0070	34,27	517,79	1,9957
140,00	46,03	530,47	2,0462	40,01	529,65	2,0338	35,33	528,82	2,0227
150,00	47,33	541,47	2,0725	41,17	540,72	2,0603	36,38	539,95	2,0493
	1,0 MPa (39,4 °C)			1,2 MPa (46,3 °C)			1,4 MPa (52,5 °C)		
50,00	21,70	429,86	1,7448	17,13	425,32	1,7188			
60,00	22,99	440,79	1,7781	18,34	436,88	1,7541	14,96	432,62	1,7313
70,00	24,21	451,62	1,8102	19,45	448,20	1,7875	16,02	444,54	1,7666
80,00	25,37	462,41	1,8412	20,50	459,38	1,8197	17,00	456,18	1,8000
90,00	26,48	473,21	1,8713	21,49	470,50	1,8507	17,91	467,66	1,8321
100,00	27,56	484,04	1,9007	22,45	481,59	1,8808	18,78	479,05	1,8630
110,00	28,60	494,92	1,9295	23,36	492,70	1,9102	19,61	490,41	1,8931
120,00	29,62	505,86	1,9577	24,25	503,84	1,9389	20,41	501,77	1,9223
130,00	30,61	516,88	1,9854	25,11	515,04	1,9671	21,18	513,14	1,9509
140,00	31,58	527,99	2,0126	25,96	526,30	1,9946	21,93	524,56	1,9789
150,00	32,54	539,19	2,0394	26,78	537,63	2,0217	22,67	536,04	2,0063
160,00	33,48	550,48	2,0658	27,59	549,04	2,0484	23,38	547,58	2,0333
	1,6 MPa (57,9 °C)			1,8 MPa (62,9 °C)			2,0 MPa (67,5 °C)		
70,00	13,40	440,58	1,7465	11,31	436,22	1,7266	9,58	431,32	1,7062
80,00	14,34	452,78	1,7815	12,24	449,12	1,7637	10,53	445,16	1,7460
90,00	15,21	464,68	1,8148	13,08	461,53	1,7983	11,36	458,18	1,7824
100,00	16,02	476,41	1,8466	13,86	473,64	1,8312	12,11	470,74	1,8165
110,00	16,79	488,04	1,8774	14,58	485,58	1,8628	12,80	483,03	1,8490
120,00	17,52	499,63	1,9073	15,27	497,42	1,8933	13,46	495,14	1,8802
130,00	18,23	511,20	1,9363	15,92	509,21	1,9229	14,08	507,16	1,9104
140,00	18,91	522,79	1,9647	16,56	520,98	1,9518	14,67	519,13	1,9397
150,00	19,57	534,42	1,9925	17,17	532,76	1,9800	15,24	531,08	1,9683
160,00	20,22	546,09	2,0198	17,76	544,57	2,0075	15,79	543,03	1,9962
170,00	20,85	557,82	2,0466	18,34	556,42	2,0346	16,32	555,01	2,0236
180,00	21,47	569,61	2,0729	18,90	568,32	2,0612	16,84	567,02	2,0504

(continua)

Tabella A.4.2 (segue)

T	ν	h	s	ν	h	s	ν	h	s
	[dm ³ /kg]	[kJ/kg]	[kJ/(kg·K)]	[dm ³ /kg]	[kJ/kg]	[kJ/(kg·K)]	[dm ³ /kg]	[kJ/kg]	[kJ/(kg·K)]
2,5 MPa (77,5 °C)			3,0 MPa (86,6 °C)			4,0 MPa (100,4 °C)			
90,00	8,15	448,60	1,7427	5,79	435,84	1,6980			
100,00	8,90	462,73	1,7811	6,65	453,10	1,7449	2,69	409,94	1,6163
110,00	9,56	476,12	1,8165	7,34	468,23	1,7849	4,26	446,46	1,7132
120,00	10,17	489,08	1,8499	7,93	482,36	1,8214	4,98	465,78	1,7630
130,00	10,73	501,77	1,8818	8,46	495,91	1,8554	5,55	482,24	1,8044
140,00	11,25	514,28	1,9124	8,95	509,09	1,8877	6,03	497,39	1,8415
150,00	11,75	526,69	1,9421	9,41	522,04	1,9187	6,46	511,80	1,8760
160,00	12,23	539,04	1,9710	9,85	534,84	1,9486	6,85	525,74	1,9086
170,00	12,69	551,36	1,9991	10,26	547,54	1,9776	7,21	539,37	1,9397
180,00	13,14	563,67	2,0266	10,66	560,19	2,0058	7,56	552,80	1,9697
190,00	13,57	576,00	2,0535	11,04	572,81	2,0334	7,88	566,07	1,9986
200,00	13,99	588,35	2,0799	11,42	585,42	2,0603	8,20	579,26	2,0268

A.5 Proprietà di alcuni gas perfetti

Tabella A.5

Proprietà di alcuni gas perfetti

La capacità termica massica a pressione costante c_p , la capacità termica massica a volume costante c_v e il loro rapporto γ sono dati alla temperatura di 300 K. Per completare la descrizione delle proprietà dei gas, si è riportata anche la massa molare: massa del gas in kg riferita alla kmol, unità di misura della quantità di sostanza (Tabella 1.1)

Gas	Formula chimica	Massa molare [kg/kmol]	R [kJ/(kg·K)]	c_p [kJ/(kg·K)]	c_v [kJ/(kg·K)]	γ
Aria	—	28,97	0,287 00	1,0035	0,7165	1,400
Argon	Ar	39,948	0,208 13	0,5203	0,3122	1,667
Azoto	N ₂	28,013	0,296 80	1,0416	0,7448	1,400
Biossido di carbonio	CO ₂	44,01	0,188 92	0,8418	0,6529	1,289
Butano	C ₄ H ₁₀	58,124	0,143 04	1,7164	1,5734	1,091
Etano	C ₂ H ₆	30,07	0,276 50	1,7662	1,4897	1,186
Etilene	C ₂ H ₄	28,054	0,296 37	1,5482	1,2518	1,237
Elio	He	4,003	2,077 03	5,1926	3,1156	1,667
Idrogeno	H ₂	2,016	4,12418	14,2091	10,0849	1,409
Metano	CH ₄	16,04	0,518 35	2,2537	1,7354	1,299
Monossido di carbonio	CO	28,01	0,296 83	1,0413	0,7445	1,400
Neon	Ne	20,183	0,411 95	1,0299	0,6179	1,667
Ottano	C ₈ H ₁₈	114,23	0,072 79	1,7113	1,6385	1,044
Ossigeno	O ₂	31,999	0,259 83	0,9216	0,6618	1,393
Propano	C ₃ H ₈	44,097	0,188 55	1,6794	1,4909	1,126
Vapor d'acqua	H ₂ O	18,015	0,461 52	1,8723	1,4108	1,327

A.6 Trasformazioni del gas perfetto

Tabella A.6

Trasformazioni del gas perfetto

Le equazioni che seguono possono essere espresse in altro modo mediante l'equazione di stato del gas perfetto $p\nu = RT$ oppure con le formule che danno le capacità termiche in funzione della costante del gas: $c_V = R/(\gamma - 1)$ e $c_p = \gamma R/(\gamma - 1)$. Così RT può sostituire $p\nu$, dovunque appaia; ad esempio, nelle due formule **A-46** ed **A-47**, che danno il lavoro in una trasformazione isentropica del sistema chiuso, al posto di RT_1 si può mettere $p_1\nu_1$.

Tabella A.6.1

Temperatura costante (isoterma)/Sistema chiuso

$T = T_1 = T_2$	A-1	$h_2 - h_1 = 0$	A-8
$p_2 = p_1 \left(\frac{\nu_1}{\nu_2} \right)$	A-2	$s_2 - s_1 = \frac{{}_1q_2}{T}$	A-9
$\nu_2 = \nu_1 \left(\frac{p_1}{p_2} \right)$	A-3	$= R \ln \left(\frac{\nu_2}{\nu_1} \right)$	A-10
${}_1w_2 = {}_1q_2 =$	A-4	$= R \ln \left(\frac{p_1}{p_2} \right)$	A-11
$= T(s_2 - s_1)$	A-5		
$= RT \ln \left(\frac{\nu_2}{\nu_1} \right)$	A-6		
$= RT \ln \left(\frac{p_1}{p_2} \right)$	A-7		

Tabella A.6.2

Pressione costante (isobara)/Sistema chiuso

$$p = p_1 = p_2 \quad \text{A-12}$$

$$T_2 = T_1 \left(\frac{v_2}{v_1} \right) \quad \text{A-13}$$

$$v_2 = v_1 \left(\frac{T_2}{T_1} \right) \quad \text{A-14}$$

$${}_1w_2 = p(v_2 - v_1) \quad \text{A-15}$$

$$= R(T_2 - T_1) \quad \text{A-16}$$

$${}_1q_2 = h_2 - h_1 = \quad \text{A-17}$$

$$= c_p(T_2 - T_1) \quad \text{A-18}$$

$$= c_v(T_2 - T_1) + p(v_2 - v_1) \quad \text{A-19}$$

$$= \frac{\gamma p(v_2 - v_1)}{\gamma - 1} \quad \text{A-20}$$

$$u_2 - u_1 = c_v(T_2 - T_1) \quad \text{A-21}$$

$$= \frac{p(v_2 - v_1)}{\gamma - 1} \quad \text{A-22}$$

$$s_2 - s_1 = c_p \ln \left(\frac{T_2}{T_1} \right) \quad \text{A-23}$$

$$= c_p \ln \left(\frac{v_2}{v_1} \right) \quad \text{A-24}$$

Tabella A.6.3

Volume costante (isocora)/Sistema chiuso

$$v = v_1 = v_2 \quad \text{A-25}$$

$$p_2 = p_1 \left(\frac{T_2}{T_1} \right) \quad \text{A-26}$$

$$T_2 = T_1 \left(\frac{p_2}{p_1} \right) \quad \text{A-27}$$

$${}_1w_2 = 0 \quad \text{A-28}$$

$${}_1q_2 = u_2 - u_1 \quad \text{A-29}$$

$$= c_v(T_2 - T_1) \quad \text{A-30}$$

$$= \frac{v(p_2 - p_1)}{\gamma - 1} \quad \text{A-31}$$

$$h_2 - h_1 = c_p(T_2 - T_1) \quad \text{A-32}$$

$$= \frac{\gamma}{\gamma - 1} v(p_2 - p_1) \quad \text{A-33}$$

$$s_2 - s_1 = c_v \ln \left(\frac{T_2}{T_1} \right) \quad \text{A-34}$$

$$= c_v \ln \left(\frac{p_2}{p_1} \right) \quad \text{A-35}$$

Tabella A.6.4

Isentropica/Sistema chiuso (Adiabatica reversibile)

$p_2 = p_1 \left(\frac{v_1}{v_2} \right)^\gamma$	A-36	${}_1w_2 = -(u_2 - u_1) = u_1 - u_2$	A-42
		$= c_V(T_2 - T_1)$	A-43
$= p_1 \left(\frac{T_2}{T_1} \right)^{\frac{\gamma}{\gamma-1}}$	A-37	$= \frac{p_1 v_1 - p_2 v_2}{\gamma - 1}$	A-44
$T_2 = T_1 \left(\frac{v_1}{v_2} \right)^{\gamma-1}$	A-38	$= \frac{R(T_1 - T_2)}{\gamma - 1}$	A-45
$= T_1 \left(\frac{p_2}{p_1} \right)^{\frac{\gamma-1}{\gamma}}$	A-39	$= \frac{RT_1}{\gamma - 1} \left[1 - \left(\frac{v_1}{v_2} \right)^{\gamma-1} \right]$	A-46
$v_2 = v_1 \left(\frac{p_1}{p_2} \right)^{\frac{1}{\gamma}}$	A-40	$= \frac{RT_1}{\gamma - 1} \left[1 - \left(\frac{p_2}{p_1} \right)^{\frac{\gamma-1}{\gamma}} \right]$	A-47
$= v_1 \left(\frac{T_1}{T_2} \right)^{\frac{1}{\gamma-1}}$	A-41	${}_1q_2 = 0$	A-48
		$h_2 - h_1 = c_p(T_2 - T_1)$	A-49
		$= \frac{\gamma}{\gamma - 1} (p_2 v_2 - p_1 v_1)$	A-50
		$s_2 - s_1 = 0$	A-51

Tabella A.6.5

Politropica/Sistema chiuso

$p_2 = p_1 \left(\frac{v_1}{v_2} \right)^n$	A-52	${}_1q_2 = \frac{c_V(n-\gamma)(T_2 - T_1)}{n-1}$	A-62
$= p_1 \left(\frac{T_2}{T_1} \right)^{\frac{n}{n-1}}$	A-53	$= (u_2 - u_1) + \frac{R(T_1 - T_2)}{n-1}$	A-63
$T_2 = T_1 \left(\frac{v_1}{v_2} \right)^{n-1}$	A-54	$u_2 - u_1 = c_V(T_2 - T_1)$	A-64
$= T_1 \left(\frac{p_2}{p_1} \right)^{\frac{n-1}{n}}$	A-55	$= \frac{p_2 v_2 - p_1 v_1}{n-1}$	A-65
$v_2 = v_1 \left(\frac{p_1}{p_2} \right)^{\frac{1}{n}}$	A-56	$h_2 - h_1 = c_p(T_2 - T_1)$	A-66
$= v_1 \left(\frac{T_1}{T_2} \right)^{\frac{1}{n-1}}$	A-57	$= \frac{n}{n-1} (p_2 v_2 - p_1 v_1)$	A-67
${}_1w_2 = \frac{R(T_1 - T_2)}{n-1}$	A-58	$s_2 - s_1 = \frac{c_V(n-\gamma)}{n-1} \left[\ln \frac{T_2}{T_1} \right]$	A-68
$= \frac{p_1 v_1 - p_2 v_2}{n-1}$	A-59		
$= \frac{RT_1}{n-1} \left[1 - \left(\frac{v_1}{v_2} \right)^{n-1} \right]$	A-60		
$= \frac{RT_1}{n-1} \left[1 - \left(\frac{p_2}{p_1} \right)^{\frac{n-1}{n}} \right]$	A-61		

Tabella A.6.6

Isentropica/Sistema aperto (p_2 , v_2 e T_2 sono gli stessi dell'isentropica per il sistema chiuso)

$w_i = h_1 - h_2$	A-69	$q = 0$	A-73
$= c_p(T_1 - T_2)$	A-70	$u_2 - u_1 = c_V(T_2 - T_1)$	A-74
$= \frac{\gamma}{\gamma-1}(p_1 v_1 - p_2 v_2) = \frac{\gamma}{\gamma-1} R(T_1 - T_2)$	A-71	$s_2 - s_1 = 0$	A-75
$= \frac{\gamma}{\gamma-1} R T_1 \left[1 - \left(\frac{p_2}{p_1} \right)^{\frac{\gamma-1}{\gamma}} \right]$	A-72		

Tabella A.6.7

Politropica/Sistema aperto (p_2 , v_2 e T_2 sono gli stessi della politropica per il sistema chiuso)

$w_i = h_1 - h_2$	A-76	$q = \frac{c_V(n-\gamma)(T_2 - T_1)}{n-1}$	A-80
$= c_p(T_1 - T_2)$	A-77	$u_2 - u_1 = c_V(T_2 - T_1)$	A-81
$= \frac{n}{n-1} R T_1 \left[1 - \left(\frac{p_2}{p_1} \right)^{\frac{n-1}{n}} \right]$	A-78	$s_2 - s_1 = \frac{c_V(n-\gamma)}{n-1} \left[\ln \left(\frac{T_2}{T_1} \right) \right]$	A-82
$= \frac{n}{n-1}(p_1 v_1 - p_2 v_2) = \frac{n}{n-1} R(T_1 - T_2)$	A-79		

Tabella A.6.8

Laminazione/Sistema aperto

$p_1 v_1 = p_2 v_2$	A-83	$q = 0$	A-88
$p_2 < p_1$	A-84	$u_2 - u_1 = 0$	A-89
$v_2 > v_1$	A-85	$h_2 - h_1 = 0$	A-90
$T_2 = T_1$	A-86	$s_2 - s_1 = \ln \left(\frac{p_1}{p_2} \right)$	A-91
$w_i = 0$	A-87	$= \ln \left(\frac{v_2}{v_1} \right)$	A-92

Tabella A.7

Combustibili solidi

<i>Sostanza</i>	<i>Umidità</i>	<i>Ceneri</i>	<i>Carbonio</i>	<i>Idrogeno</i>	<i>Ossigeno</i>	<i>Azoto</i>	<i>Zolfo</i>	<i>Potere calorifico inferiore</i> [MJ/kg]
	<i>Valori medi [% in massa]</i>							
Legno secco	20	1	39,5	4	35	0,5	–	15,0
Torba secca	30	5	36,0	3,6	23,1	1,6	0,7	13,0
Lignite	10	6	48,9	4,3	27,8	1,7	1,3	22,0
Carboni secchi	8	3	55,7	5,5	25,4	1,1	1,3	24,0
Carboni grassi	2,2	5	76,8	5,3	8,4	1,3	1,0	31,3
Carboni magri	2,1	5,2	80,9	4,7	4,8	1,3	1,0	32,4
Antraciti	1,3	5	83,1	3,9	4,4	1,5	0,8	33,5
Coke metallurgico	0,4	9	87,5	0,7	0,1	1,3	1,0	30,0
Coke di petrolio	1,1	1,2	90,4	3,0	2,8	0,7	0,8	34,2

Tabella A.8
Combustibili liquidi

Sostanza	Massa volumica [kg/litro]	Costituenti principali [% in massa]	Intervallo di distil- lazione [°C]	Calore latente di vaporizza- zione [kJ/kg]	Potere calorifico inferiore [MJ/kg]	Temperatura di accensione [°C]	$\Delta A/F_{st}$ richiesto [kg/kg]	Limiti di accensione inferiore superiore [% in volume di vapori in aria]
Benzina	0,730 ÷ 0,760	86 C, 14 H	25 ÷ 215	-	44	≈ 400	14,7	-
Benzina per aviazione*	0,720	85 C, 15 H	40 ÷ 180	-	44	≈ 500	-	≈ 0,7
Cherosene	0,77 ÷ 0,83	87 C, 13 H	170 ÷ 260	-	43,5	≈ 250	14,5	≈ 0,6
Gasolio	0,815 ÷ 0,855	86 C, 14 H	180 ÷ 360	≈ 250	43,3	≈ 250	14,7	≈ 0,6
Petrolio greggio	0,70 ÷ 1,0	80 ÷ 83 C, 10 ÷ 14 H	25 ÷ 390	222 ÷ 352	39,8 ÷ 46,1	≈ 220	-	≈ 0,6
Oli pesanti di catrame	0,850 ÷ 0,90	84 C, 11 H	200 ÷ 390	-	40,2 ÷ 41,9	-	13,5	-
Olio combustibile	1,0 ÷ 1,10	85 C, 12 H	200 ÷ 390	-	40 ÷ 42	-	-	-
n - Pentano	0,63	83 C, 17 H	36	352	45,4	285	15,4	1,4
n - Esano	0,66	84 C, 16 H	69	331	44,7	240	15,2	1,2
n - Eptano	0,68	84 C, 16 H	98	310	44,4	220	15,2	1,1
n - Esadecano	0,88	85 C, 15 H	-	226	43,5	-	14,96	-
Isottano	0,69	84 C, 16 H	99	297	44,6	410	15,2	1
Benzolo	0,88	92 C, 8 H	80	394	40,2	550	13,3	1,2
Toluolo	0,87	91 C, 9 H	110	364	40,6	530	13,4	1,2
Xilolo	0,88	91 C, 9 H	144	339	44,6	460	13,7	1
Etere	0,72	64 C, 14 H, 22 O	35	377	34,3	170	7,7	1,7
Acetone	0,79	62 C, 10 C, 28 O	56	523	28,5	540	9,4	2,5
Etanolo	0,79	52 C, 13 H, 35 O	78	904	26,8	420	9	3,5
Metanolo	0,79	38 C, 12 H, 50 O	65	1110	19,7	450	6,4	5,5

Viscosità cinematica ν a 20 °C in mm²/s (centistokes): benzina ≈ 0,6; gasolio ≈ 4; etanolo ≈ 1,5; metanolo ≈ 0,75

* Motori ad accensione comandata per aviazione.

Tabella A.9
Combustibili gassosi

Sostanza	Massa volumica a 0 °C e 101,3 kPa [kg/m ³]	Costituenti principali [% in massa]	Punto di ebollizione a 101,3 kPa [°C]	Potere calorifico inferiore riferito a combustibile [MJ/kg]	Potere calorifico miscela aria-combustibile [MJ/m ³]	Temperatura di accensione [°C]	L/F_{st} richiesto [kg/kg]	Limiti di accensione inferiore superiore [% in volume di vapori in aria]
Gas di petrolio liquefatto (GPL)	2,25*	C ₃ H ₈ , C ₄ H ₁₀	-30	46,1	3,39	≈400	15,5	1,5 15
Gas di città	0,56 ÷ 0,61	50 H, 8 CO, 30 CH ₄	-210	≈30	≈3,25	≈560	10	4 40
Gas naturale	≈0,83	76 C, 24 H	-162	47,7	-	-	-	- -
Gas d'acqua	0,71	50 H, 38 CO	-	15,1	3,10	≈600	4,3	6 72
Gas d'altoformo	1,28	28 CO, 59 N, 12 CO ₂	-210	3,20	1,88	≈600	0,75	≈30 ≈75
Biogas**	-	46 CH ₄ , 54 CO ₂	-	27,2**	3,22	-	-	- -
Idrogeno	0,090	100 H	-253	120,0	2,97	560	34	4 77
Monossido di carbonio	1,25	100 CO	-191	10,05	3,48	605	2,5	12,5 75
Metano	0,72	75 C, 25 H	-162	50,0	3,22	650	17,2	5 15
Acetilene	1,17	93 C, 7 H	-81	48,1	4,38	305	13,25	1,5 80
Etano	1,36	80 C, 20 H	-88	47,5	-	515	16,12	3 14
Etilene	1,26	86 C, 14 H	-102	47,1	-	425	14,7	2,75 34
Propano	2,0*	82 C, 18 H	-43	46,3	3,35	470	15,6	1,9 9,5
Propilene	1,92	86 C, 14 H	-47	45,8	-	450	14,7	2 11
Butano	2,7*	83 C, 17 H	-10; +1***	45,6	3,39	365	15,4	1,5 8,5
Butene	2,5	86 C, 14 H	-5; +1***	45,2	-	-	14,8	1,7 9

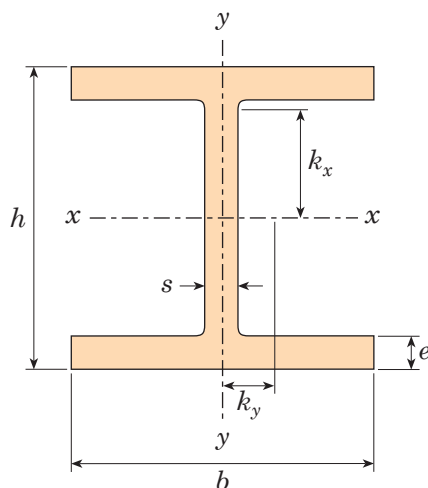
* Massa volumica del GPL allo stato liquido: 0,54 kg/litro; massa volumica del propano liquido: 0,51 kg/litro; massa volumica del butano liquido: 0,58 kg/litro.

** Il biogas purificato contiene il 95% di metano (CH₄) e ha un potere calorifico inferiore $LHV = 37,7$ MJ/kg.

*** Il primo valore si riferisce all'isobutano; il secondo valore al n-butano o al butene.

Appendice B

B.1 Travi HE ad ali larghe parallele – Serie: A leggera, B normale, M rinforzata



Designazione profilo	Dimensioni				Area [mm ²]	Massa lineica [kg/m]	Valori statici relativi agli assi <i>x</i> e <i>y</i>						
	<i>h</i> [mm]	<i>b</i> [mm]	<i>s</i> [mm]	<i>e</i> [mm]			$I_x \times 10^{-4}$ [mm ⁴] ⁽¹⁾	$I_y \times 10^{-4}$ [mm ⁴] ⁽¹⁾	$Z_x \times 10^{-3}$ [mm ³] ⁽²⁾	$Z_y \times 10^{-3}$ [mm ³] ⁽²⁾	k_x [mm]	k_y [mm]	
HE 100	A	96	100	5,0	8,0	2120	16,7	349	134	73	27	40,6	25,1
	B	100	100	6,0	10,0	2600	20,4	450	167	90	33	41,6	25,3
	M	120	106	12,0	20,0	5320	41,8	1143	399	190	75	46,3	27,4
HE 120	A	114	120	5,0	8,0	2530	19,9	606	231	106	38	48,9	30,2
	B	120	120	6,5	11,0	3400	26,7	864	318	144	53	50,4	30,6
	M	140	126	12,5	21,0	6640	52,1	2018	703	288	112	55,1	32,5
HE 140	A	133	140	5,5	8,5	3140	24,7	1033	389	155	56	57,3	35,2
	B	140	140	7,0	12,0	4300	33,7	1509	550	216	79	59,3	35,8
	M	160	146	13,0	22,0	8060	63,2	3291	1144	411	157	63,9	37,7
HE 160	A	152	160	6,0	9,0	3880	30,4	1673	616	220	77	65,7	39,8
	B	160	160	8,0	13,0	5430	42,6	2492	889	311	111	67,8	40,5
	M	180	166	14,0	23,0	9710	76,2	5098	1759	566	212	72,5	42,6
HE 180	A	171	180	6,0	9,5	4530	35,5	2510	925	294	103	74,5	45,2
	B	180	180	8,5	14,0	6530	51,2	3831	1363	426	151	76,6	45,7
	M	200	186	14,5	24,0	11.300	88,9	7483	2580	748	277	81,3	47,7

(1) L'intestazione $I \times 10^{-4}$ significa che ciascun numero che figura nella colonna va moltiplicato per 10^4 in modo da ottenere il valore del momento di inerzia I .

(2) L'intestazione $Z \times 10^{-3}$ significa che ciascun numero che figura nella colonna va moltiplicato per 10^3 in modo da ottenere il valore del modulo di resistenza a flessione Z .

(continua)

(segue)

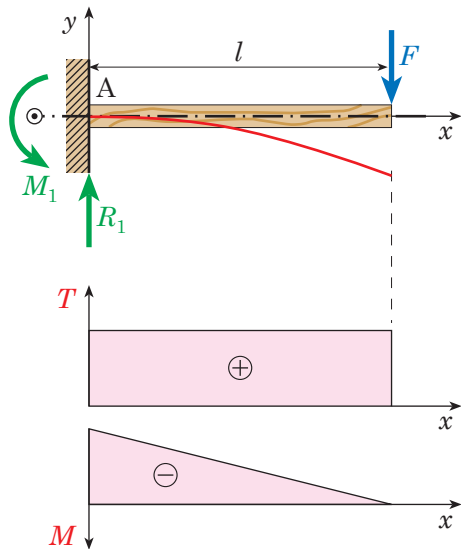
Designazione profilo	Dimensioni				Area [mm ²]	Massa lineica [kg/m]	Valori statici relativi agli assi <i>x</i> e <i>y</i>						
	<i>h</i> [mm]	<i>b</i> [mm]	<i>s</i> [mm]	<i>e</i> [mm]			$I_x \times 10^{-4}$ [mm ⁴] ⁽¹⁾	$I_y \times 10^{-4}$ [mm ⁴] ⁽¹⁾	$Z_x \times 10^{-3}$ [mm ³] ⁽²⁾	$Z_y \times 10^{-3}$ [mm ³] ⁽²⁾	<i>k_x</i> [mm]	<i>k_y</i> [mm]	
HE 200	A	190	200	6,5	10,0	5380	42,3	3692	1336	389	134	82,8	49,8
	B	200	200	9,0	15,0	7810	61,3	5696	2003	570	200	85,4	50,7
	M	220	206	15,0	25,0	13.100	103,0	10642	3651	967	354	90,0	52,7
HE 220	A	210	220	7,0	11,0	6430	50,5	5410	1955	515	178	91,7	55,1
	B	220	220	9,5	16,0	9100	71,5	8091	2843	736	258	94,3	55,9
	M	240	226	15,5	26,0	14.900	117,0	14605	5012	1220	444	98,9	57,9
HE 240	A	230	240	7,5	12,0	7680	60,3	7763	2769	675	231	101,0	60,0
	B	240	240	10,0	17,0	10.600	83,2	11259	3923	938	327	103,0	60,8
	M	270	248	18,0	32,0	20.000	157,0	24289	8153	1800	657	110,0	63,9
HE 260	A	250	260	7,5	12,5	8680	68,2	10455	3668	836	282	110,0	65,0
	B	260	260	10,0	17,5	11.800	93,0	14919	5135	1150	395	112,0	65,8
	M	290	268	18,0	32,5	24.000	172,0	31307	10449	2160	780	119,0	69,0
HE 280	A	270	280	8,0	13,0	9730	76,4	13673	4763	1010	340	119,0	70,0
	B	280	280	10,5	18,0	13.100	103	19270	6595	1380	471	121,0	70,9
	M	310	288	18,5	33,0	24.000	189,0	39547	13163	2550	914	128,0	74,0
HE 300	A	290	300	8,5	14,0	11.200	88,3	18.263	6310	1260	421	127,0	74,9
	B	300	300	11,0	19,0	14.900	117,0	25.166	8563	1680	571	130,0	75,8
	M	340	310	21,0	39,0	30.300	238,0	59.201	19.403	3480	1250	140,0	80,0
HE 320	A	310	300	9,0	15,5	12.400	97,6	22.928	6995	1480	466	136,0	74,9
	B	320	300	11,5	20,5	16.100	127,0	30.823	9239	1930	616	138,0	75,7
	M	359	309	21,0	40,0	31.200	245,0	68.135	19.709	3800	1280	148,0	79,5
HE 340	A	330	300	9,5	16,5	13.300	105,0	27.693	7436	1680	496	144,0	74,6
	B	340	300	12,0	21,5	17.100	134,0	36.656	9690	2160	646	146,0	75,3
	M	377	309	21,0	40,0	31.600	248,0	76.372	19.711	4050	1280	156,0	79,0
HE 360	A	350	300	10,0	17,5	14.300	112,0	33.090	7887	1890	526	152,0	74,3
	B	360	300	12,5	22,5	18.100	142,0	43.193	10.141	2400	676	155,0	74,9
	M	395	308	21,0	40,0	31.900	250,0	84.867	19.522	4300	1270	163,0	78,3
HE 400	A	390	300	11,0	19,0	15.900	125,0	45.069	8564	2310	571	163,0	73,4
	B	400	300	13,5	24,0	19.800	155,0	57.680	10.819	2880	721	171,0	74,0
	M	432	307	21,0	40,0	32.600	256,0	104.119	19.335	4820	1260	179,0	77,0
HE 450	A	440	300	11,5	21,0	17.800	140,0	63.722	9465	2900	631	189,0	72,9
	B	450	300	14,0	26,6	21.800	171,0	79.887	11.721	3550	781	191,0	73,3
	M	478	307	21,0	40,0	33.500	262,0	131.484	19.339	5500	1260	198,0	75,9
HE 500	A	490	300	12,0	23,0	19.700	155,0	86.975	10.367	3550	691	210,0	72,4
	B	500	300	15,0	28,0	23.900	187,0	107.176	12.624	4290	842	212,0	72,7
	M	524	306	21,0	40,0	34.400	270,0	161.929	19.155	6180	1250	217,0	74,6
HE 550	A	540	300	12,5	24,0	21.200	166,0	111.932	10.819	4150	721	230,0	71,5
	B	550	300	16,0	29,0	25.400	199,0	136.691	13.077	4970	872	232,0	71,7
	M	572	306	21,0	40,0	35.400	278,0	197.984	19.158	6920	1250	236,0	73,5
HE 600	A	590	300	13,0	25,0	22.600	178,0	141.203	11.271	4790	751	250,0	70,5
	B	600	300	15,5	30,0	27.000	212,0	171.041	13.530	5700	902	252,0	70,8
	M	620	305	21,0	40,0	36.400	285,0	237.447	18.975	7660	1240	256,0	72,2

(1) L'intestazione $I \times 10^{-4}$ significa che ciascun numero che figura nella colonna va moltiplicato per 10^4 in modo da ottenere il valore del momento di inerzia *I*.

(2) L'intestazione $Z \times 10^{-3}$ significa che ciascun numero che figura nella colonna va moltiplicato per 10^3 in modo da ottenere il valore del modulo di resistenza a flessione *Z*.

B.2 Travi inflesse – Reazioni vincolari, forza tagliante T , momento flettente $M^{B.2.1}$ e freccia y

B.2-1 Incastro – carico di estremità



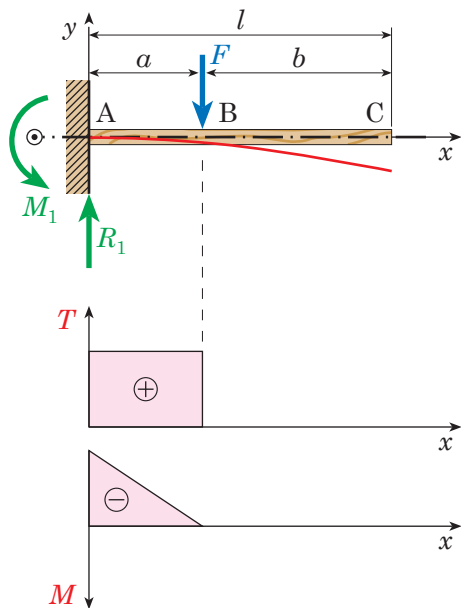
$$R_1 = F \quad M_1 = Fl$$

$$T = +F \quad M = F(x - l) \quad M_{\max} = -Fl$$

$$y = \frac{Fx^2}{6EI}(x - 3l)$$

$$y_{\max} = -\frac{Fl^3}{3EI}$$

B.2-2 Incastro – carico in un punto generico della trave



$$R_1 = F \quad M_1 = Fa$$

$$T_{AB} = +F \quad T_{BC} = 0 \quad M_{AB} = F(x - a) \quad M_{BC} = 0 \quad M_{\max} = -Fa$$

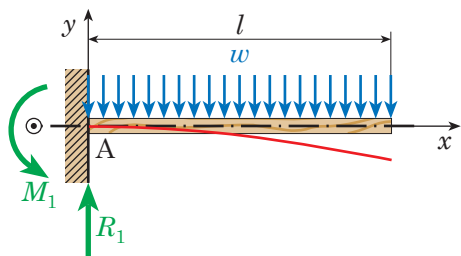
$$y_{AB} = \frac{Fx^2}{6EI}(x - 3a)$$

$$y_{BC} = \frac{Fa^2}{6EI}(a - 3x)$$

$$y_{\max} = \frac{Fa^2}{6EI}(a - 3l)$$

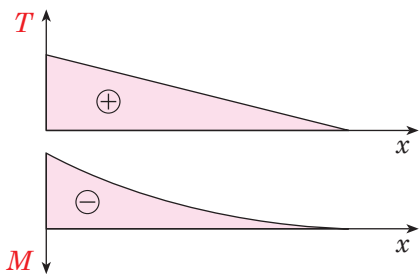
B.2.1 - Come da tradizione italiana il momento flettente viene rappresentato positivo sotto l'asse della trave e negativo sopra (*Unità 22*).

B.2-3 Incastro – carico uniforme w [kN/m]



$$R_1 = wl \quad M_1 = \frac{wl^2}{2}$$

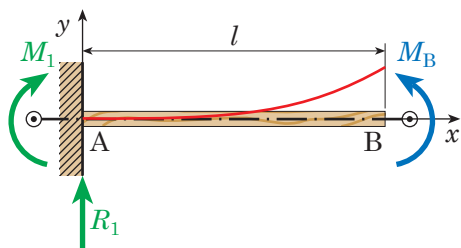
$$T = w(l-x) \quad M = -\frac{w}{2}(l-x)^2 \quad M_{\max} = -\frac{wl^2}{2}$$



$$y = \frac{wx^2}{24EI} (4lx - x^2 - 6l^2)$$

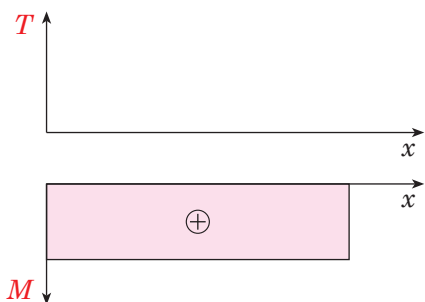
$$y_{\max} = -\frac{wl^4}{8EI}$$

B.2-4 Incastro – coppia di estremità



$$R_1 = 0 \quad M_1 = M_B$$

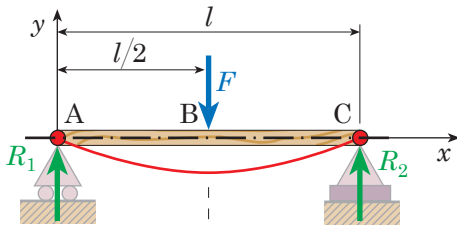
$$T = 0 \quad M = M_{\max} = +M_B$$



$$y = \frac{M_B x^2}{2EI}$$

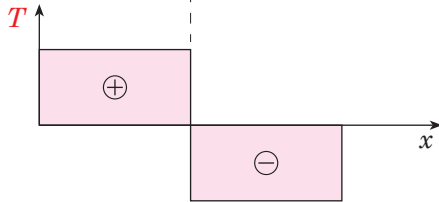
$$y_{\max} = \frac{M_B l^2}{2EI}$$

B.2-5 Trave appoggiata – carico nel mezzo della trave



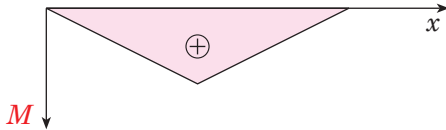
$$R_1 = R_2 = \frac{F}{2}$$

$$T_{AB} = +\frac{F}{2} \quad T_{BC} = -\frac{F}{2} \quad M_{AB} = \frac{Fx}{2} \quad M_{BC} = \frac{F}{2}(l-x) \quad M_{\max} = +\frac{Fl}{4}$$

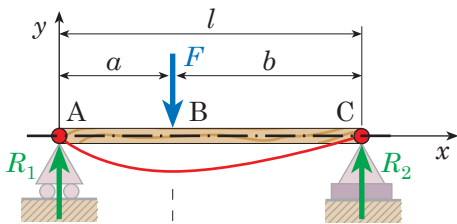


$$y_{AB} = \frac{Fx}{48EI}(4x^2 - 3l^2)$$

$$y_{\max} = -\frac{Fl^3}{48EI}$$

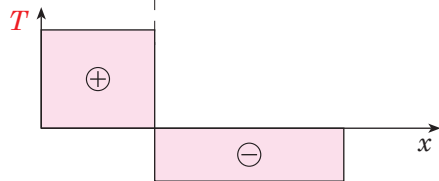


B.2-6 Trave appoggiata – carico in un punto generico della trave



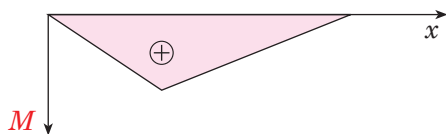
$$R_1 = \frac{Fb}{l} \quad R_2 = \frac{Fa}{l}$$

$$T_{AB} = +\frac{Fb}{l} \quad T_{BC} = -\frac{Fa}{l} \quad M_{AB} = \frac{Fbx}{l} \quad M_{BC} = \frac{Fa}{l}(l-x) \quad M_{\max} = +\frac{Fab}{l}$$

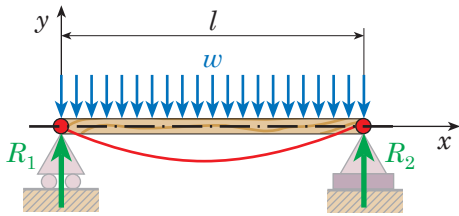


$$y_{AB} = \frac{Fbx}{6EI}(x^2 + b^2 - l^2)$$

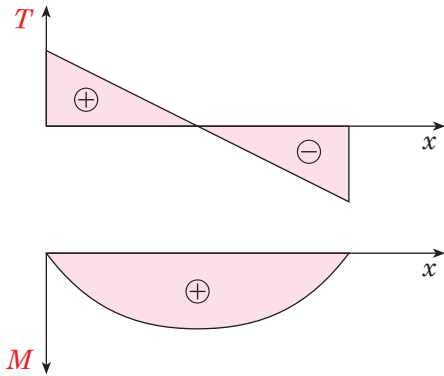
$$y_{BC} = \frac{Fa(l-x)}{6EI}(x^2 + a^2 - 2lx)$$



B.2-7 Trave appoggiata – carico uniforme w [kN/m]



$$R_1 = R_2 = \frac{wl}{2}$$

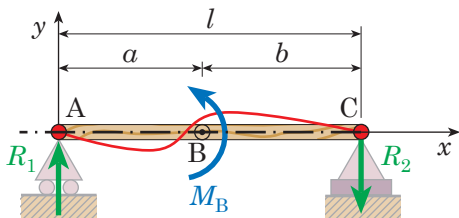


$$T = \frac{wl}{2} - wx \quad M = \frac{wx}{2}(l-x) \quad M_{\max} = +\frac{wl^2}{8}$$

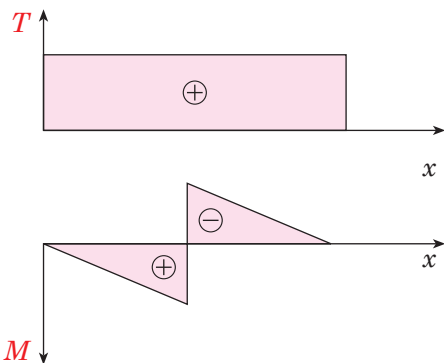
$$y = \frac{wx}{24EI}(2lx^2 - x^3 - l^3)$$

$$y_{\max} = -\frac{5wl^4}{384EI}$$

B.2-8 Trave appoggiata – coppia in un punto generico



$$R_1 = R_2 = \frac{M_B}{l}$$

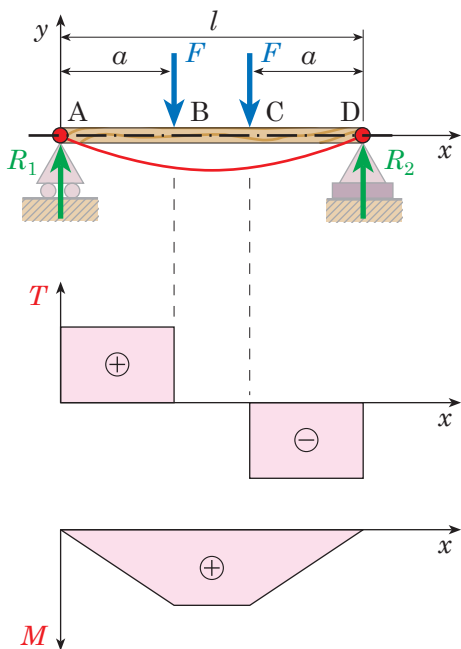


$$T = +\frac{M_B}{l} \quad M_{AB} = \frac{M_B x}{l} \quad M_{BC} = \frac{M_B}{l}(x-l)$$

$$y_{AB} = \frac{M_B x}{6EI}(x^2 + 3a^2 - 6al + 2l^2)$$

$$y_{BC} = \frac{M_B}{6EI}[x^3 - 3lx^2 + x(2l^2 + 3a^2) - 3a^2l]$$

B.2-9 Trave appoggiata – due carichi uguali



$$R_1 = R_2 = F$$

$$T_{AB} = +F \quad T_{BC} = 0 \quad T_{CD} = -F \quad M_{AB} = Fx$$

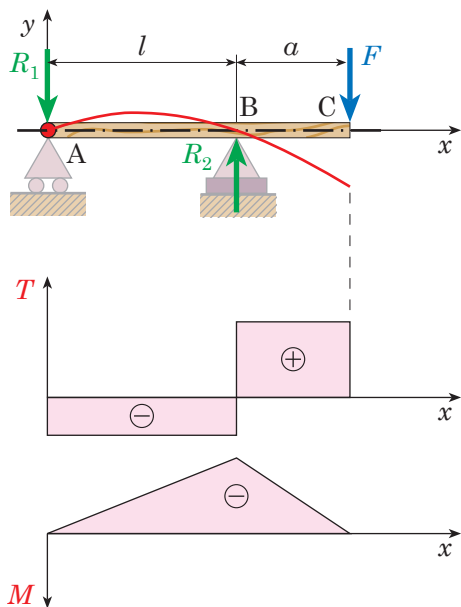
$$M_{BC} = M_{\max} = +Fa \quad M_{CD} = F(l-x)$$

$$y_{AB} = \frac{Fx}{6EI} (x^2 + 3a^2 - 3la)$$

$$y_{BC} = \frac{Fa}{6EI} (3x^2 + a^2 - 3lx)$$

$$y_{\max} = \frac{Fa}{24EI} (4a^2 - 3l^2)$$

B.2-10 Trave appoggiata – carico a sbalzo



$$R_1 = \frac{Fa}{l} \quad R_2 = \frac{F}{l}(l+a)$$

$$T_{AB} = -\frac{Fa}{l} \quad T_{BC} = +F \quad M_{AB} = -\frac{Fax}{l}$$

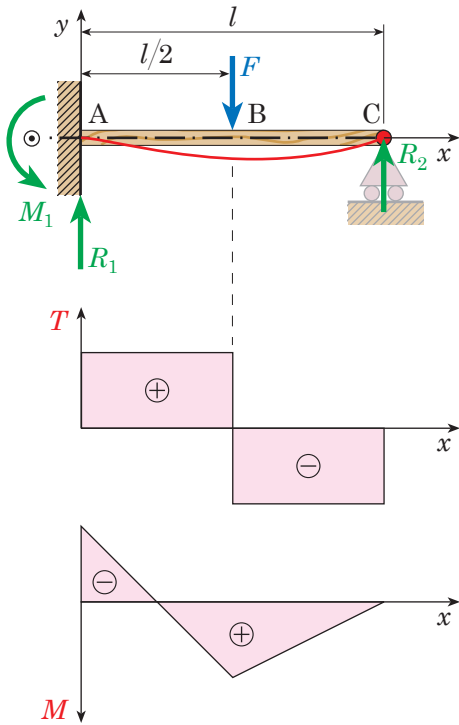
$$M_{BC} = F(x-l-a) \quad M_{\max} = -Fa$$

$$y_{AB} = \frac{Fax}{6EI} (l^2 - x^2)$$

$$y_{BC} = \frac{F(x-l)}{6EI} [(x-l)^2 - a(3x-l)]$$

$$y_c = -\frac{Fa^2}{3EI} (l+a)$$

B.2-11 Trave con incastro e appoggio – carico concentrato a metà trave



$$R_1 = \frac{11F}{16} \quad R_2 = \frac{5F}{16} \quad M_1 = \frac{3Fl}{16}$$

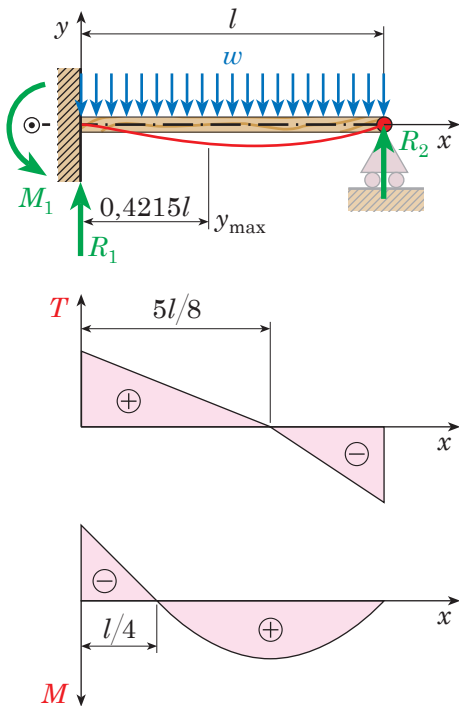
$$T_{AB} = R_1 \quad T_{BC} = -R_2$$

$$M_{AB} = \frac{F}{16}(11x - 3l) \quad M_{BC} = \frac{5F}{16}(l - x)$$

$$y_{AB} = \frac{Fx^2}{96EI}(11x - 9l)$$

$$y_{BC} = \frac{F(l-x)}{96EI}(5x^2 + 2l^2 - 10lx)$$

B.2-12 Trave con incastro e appoggio – carico distribuito



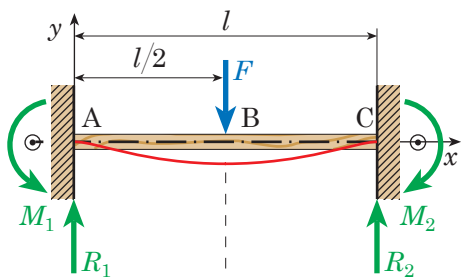
$$R_1 = \frac{5wl}{8} \quad R_2 = \frac{3wl}{8} \quad M_1 = \frac{wl^2}{8}$$

$$T = \frac{5wl}{8} - wx \quad M = \frac{w}{8}(-4x^2 + 5lx - l^2)$$

$$y = \frac{wx^2}{48EI}(l-x)(2x-3l)$$

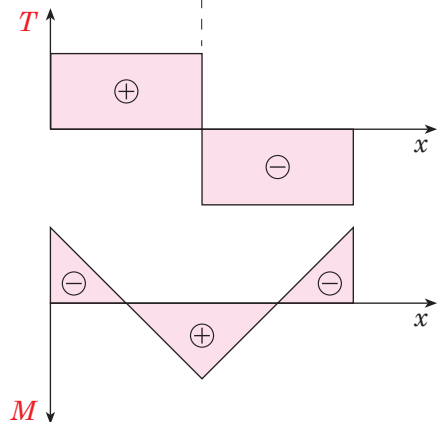
$$y_{\max} = -\frac{wl^4}{185EI}$$

B.2-13 Trave con doppio incastro – carico concentrato in mezzzeria



$$R_1 = R_2 = \frac{F}{2} \quad M_1 = M_2 = \frac{Fl}{8}$$

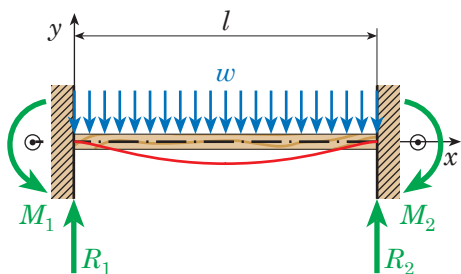
$$T_{AB} = T_{BC} = \frac{F}{2} \quad M_{AB} = \frac{F}{8}(4x - l) \quad M_{BC} = \frac{F}{8}(3l - 4x)$$



$$y_{AB} = \frac{Fx^2}{48EI}(4x - 3l)$$

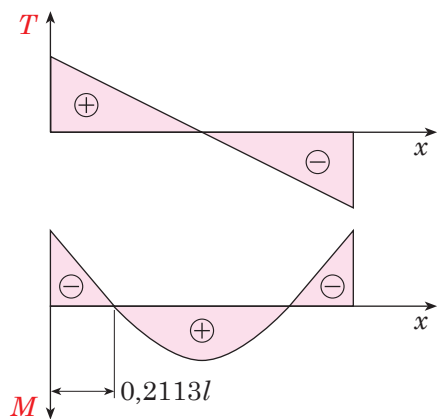
$$y_{\max} = -\frac{Fl^3}{192EI}$$

B.2-14 Trave con doppio incastro – carico distribuito



$$R_1 = R_2 = \frac{wl}{2} \quad M_1 = M_2 = \frac{wl^2}{12}$$

$$T = \frac{w}{2}(l - 2x) \quad M = \frac{w}{12}(6lx - 6x^2 - l^2)$$



$$y = \frac{wx^2}{24EI}(l - x)^2$$

$$y_{\max} = -\frac{wl^4}{384EI}$$