

Tabelle tecniche

First for Steam Solutions

EXPERTISE | SOLUTIONS | SUSTAINABILITY

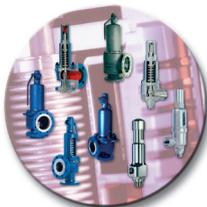
spirax
/sarco

I NOSTRI PRODOTTI



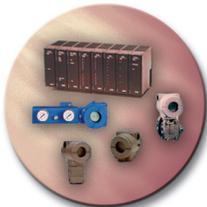
Apparecchiature per vapore e aria compressa

- scaricatori di condensa
- filtri ed accessori per vapore
- pompe per recupero condense
- valvole di sicurezza
- giunti di dilatazione
- regolatori autoazionati di pressione e temperatura
- umidificatori a vapore



Strumentazione e controllo

- trasmettitori pneumatici ed elettronici
- regolatori pneumatici ed elettronici
- sistemi di misura e calcolo portata
- registratori diretti ed elettronici
- quadri di regolazione per processo
- sistemi di controllo e spurgo caldaie
- interruttori di livello
- termostati e pressostati



Valvole di regolazione e on-off

- valvole pneumatiche
- valvole a pistone
- valvole rotative
- valvole a farfalla



Scambiatori di calore

- scambiatori a fascio tubiero: esecuzioni standard, speciali e su progetto
- scambiatori a tubo corrugato
- scambiatori a tubi di calore
- scambiatori a piastre
- generatori indiretti di vapore



Sistemi integrati

- vasta gamma di soluzioni innovative, progettate per soddisfare necessità specifiche



Apparecchiature varie per vapore pulito e puro

Tabelle & Conversioni

Tabella del vapore saturo secco

Pressione		Temperatura °C	Entalpia di tot. del			Volume specifico vapore m³/kg
bar	kPa		dell' acqua (h _f) kJ/kg	evaporaz. (h _g) kJ/kg	vapore (h _g) kJ/kg	
0,30	30,0	69,10	289,23	2336,1	2625,3	5,229
0,50	50,0	81,33	340,49	2305,4	2645,9	3,240
0,75	75,0	91,78	384,39	2278,6	2663,0	2,217
0,95	95,0	98,20	411,43	2261,8	2673,2	1,777
0 relativa	0	100,00	419,04	2257,0	2676,0	1,673
0,10	10,0	102,66	430,2	2250,2	2680,4	1,533
0,20	20,0	105,10	440,8	2243,4	2684,2	1,414
0,30	30,0	107,39	450,4	2237,2	2687,6	1,312
0,40	40,0	109,55	459,7	2231,3	2691,0	1,225
0,50	50,0	111,61	468,3	2225,6	2693,9	1,149
0,70	70,0	115,40	484,1	2215,4	2699,5	1,024
0,90	90,0	118,80	498,9	2205,6	2704,5	0,923
1,10	110,0	121,96	512,2	2197,0	2709,2	0,841
1,30	130,0	124,90	524,6	2188,7	2713,3	0,773
1,50	150,0	127,62	536,1	2181,0	2717,1	0,714
1,70	170,0	130,13	547,1	2173,7	2720,8	0,665
1,90	190,0	132,54	557,3	2166,7	2724,0	0,622
2,20	220,0	135,88	571,7	2156,9	2728,6	0,568
2,60	260,0	140,00	589,2	2144,7	2733,9	0,509
3,00	300,0	143,75	605,3	2133,4	2738,7	0,461
3,40	340,0	147,20	620,0	2122,9	2742,9	0,422
3,80	380,0	150,44	634,0	2112,9	2746,9	0,389
4,50	450,0	155,55	656,3	2096,7	2753,0	0,342
5,50	550,0	162,08	684,6	2075,7	2760,3	0,292
6,50	650,0	167,83	709,7	2056,8	2766,5	0,255
7,50	750,0	173,02	732,5	2039,2	2771,7	0,227
8,50	850,0	177,75	753,3	2022,9	2776,2	0,227
11,00	1100,0	188,00	798,8	1986,0	2784,8	0,163
13,50	1350,0	196,62	837,9	1953,2	2791,1	0,136
16,00	1600,0	204,38	872,3	1923,4	2795,7	0,117
18,50	1850,0	211,25	903,1	1895,8	2799,0	0,102
21,00	2100,0	217,35	931,3	1870,1	2801,4	0,0906
24,00	2004,0	224,02	962,2	1840,9	2803,1	0,0797
27,00	2700,0	230,14	990,7	1813,3	2804,0	0,0714
30,00	3000,0	235,78	1017,0	1787,0	2804,1	0,0645
35,00	3500,0	244,26	1057,7	1745,5	2803,2	0,0554
40,00	4000,0	251,94	1094,6	1706,3	2800,9	0,0485
46,00	4600,0	260,13	1135,3	1661,6	2796,9	0,0421
50,00	5000,0	265,26	1160,8	1632,8	2793,6	0,0386

Guida rapida per il dimensionamento degli scaricatori

Dimensionamento tubazioni per portate di acqua e condensa in kg/h

E' necessario conoscere:

- Pressione del vapore:** cioè pressione di alimentazione all'utenza ed a monte di eventuale valvola di controllo della temperatura;
- Innalzamento** eventuale a valle dello scaricatore sulla tubazione di ritorno: conteggiare una contropressione pari a 0,1 bar per ogni metro di risalita;
- Qualsiasi altra fonte di **contropressione** nella tubazione di ritorno della condensa; per esempio:
 - Ritorno collegato ad un sistema di riavaporazione,
 - Contropressione locale causata da più scaricatori che scaricano contemporaneamente in una tubazione sottodimensionata.
- Portata** di condensa da scaricare determinata mediante:
 - Misurazione diretta,
 - Calcolo termico dei consumi,
 - Dati del costruttore dell'apparecchio.
- Fattore di sicurezza** da utilizzare: questo fattore può variare in relazione al tipo di utilizzo/installazione; alcuni esempi sono sotto tabulati:

Utilizzo da drenare	Fattore di sicurezza
Tubazioni di distribuzione a funzionamento continuo	2
Tubazioni di distribuzione a funzionamento intermittente	3
Scambiatori ad accumulo	2
Scambiatori istantanei	2
Batterie riscaldamento aria	2
Serpentini di riscaldamento vasche (uscita dal basso)	2
Serpentini di riscaldamento vasche (uscita dall'alto: sifone)	3
Cilindri rotanti	3
Linee di tracciamento	2
Presse a piani	2

In linea di massima un fattore di 2 può essere appropriato ad eccezione di funzionamenti intermittenti e discontinuità e nei casi di installazione in cui ci siano elementi di ritardo quali invaso di vapore, sifoni, elevata presenza di aria, ecc.

Nota: particolare cautela e considerazione va dedicata agli utilizzi dotati di regolazione di temperatura che può alterare notevolmente la pressione effettiva di funzionamento; interpellare i nostri tecnici.

Come procedere

La differenza tra la pressione a monte e la contropressione totale della linea di ritorno (innalzamento + pressione statica + perdite di carico) è la pressione differenziale. La portata di condensa dovrà essere moltiplicata per il fattore di sicurezza per determinare la **portata di dimensionamento**. Lo scaricatore deve essere ora scelto con le tabelle del costruttore usando la **pressione differenziale e la portata di dimensionamento**.

Esempio: è richiesto uno scaricatore di condensa per drenare una tubazione di distribuzione vapore isolata, diametro 100 mm, funzionamento intermittente, pressione vapore 7 bar, condensa prodotta per 10 kg/h; a valle è previsto un innalzamento di 6,5 m.

Pressione alimentazione	= 7 bar
Innalzamento	= 6,5 m = 0,65 bar
Pressione differenziale	= 7 - 0,65 = 6,35 bar
Portata di dimensionamento	= 10 x 3 = 30 kg/h

Perdite di carico per attrito in mbar/m

	0,3 (30 Pa)	0,5 (50 Pa)	0,6 (60 Pa)	0,8 (80 Pa)	1,0 (100 Pa)	1,4 (140 Pa)
15 mm	95	130	140	160	180	220
20 mm	220	290	320	370	420	500
25 mm	410	540	600	690	790	940
32 mm	890	1180	1300	1500	1700	2040
40 mm	1360	1790	2000	2290	2590	3100
50 mm	2630	3450	3810	4390	4990	6000
65 mm	5350	6950	7730	8900	10150	12100
80 mm	8320	10900	12000	13800	15650	18700
100 mm	17000	22200	24500	28200	31900	38000

Per il dimensionamento delle tubature per la condensa, utilizzare il carico di avviamento che, nella maggior parte dei casi, risulterà essere il doppio del carico di esercizio. Questo garantirà un margine per il vapore di riavaporazione evitando il formarsi di contropressioni eccessive.

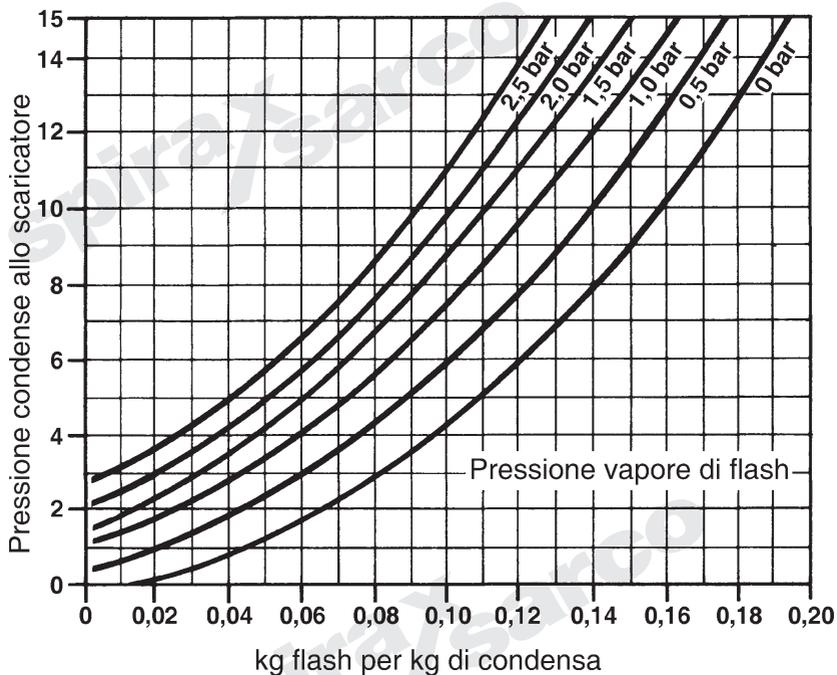
Dimensionare la linea con una perdita di carico di 1,4 mbar/m per pressioni del vapore fino a 4-5 bar.

Per pressioni maggiori, dovrà essere effettuato un calcolo dettagliato tenendo in maggior conto il problema della contropressione generata dallo sviluppo del vapore di riavaporazione.

Dilatazione delle tubazioni in acciaio (da 15°C)

Temperatura finale	Dilatazione per 100 m
65°C	58 mm
95°C	94 mm
120°C	125 mm
150°C	163 mm
175°C	194 mm
200°C	228 mm
230°C	268 mm
260°C	309 mm

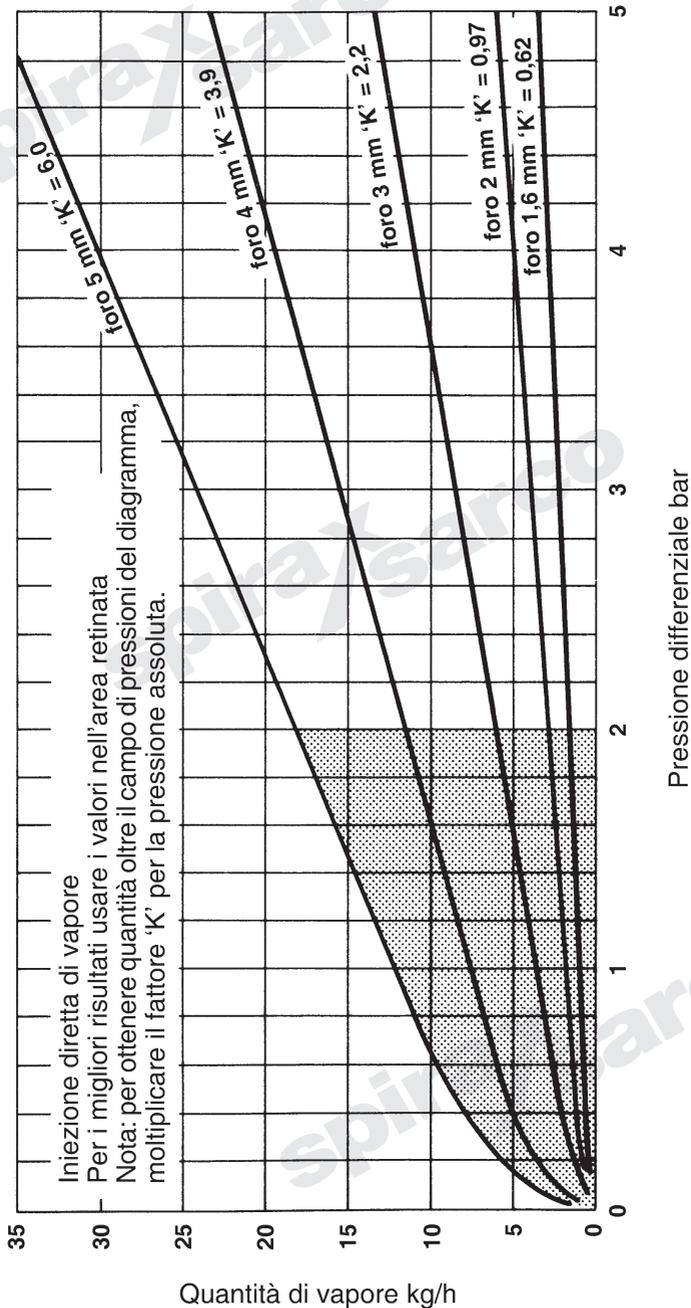
Formazione vapore di flash



Calcolo superficie di dispersione in m² per tubazioni e flange in acciaio, a media pressione

NSP inch	per m di lunghezza tubazione	per coppia di flange	DN mm	per m di lunghezza tubazione	per coppia di flange
1/2"	0,067	0,031	6	0,521	0,168
3/4"	0,085	0,030	7	0,598	0,202
1"	0,107	0,036	8	0,679	0,228
1 1/2"	0,152	0,045	9	0,759	0,277
2"	0,190	0,061	10	0,838	0,295
2 1/2"	0,239	0,071	12	0,997	0,358
3"	0,279	0,086	15	1,277	0,459
4"	0,359	0,105	18	1,518	0,578
5"	0,439	0,152	24	1,996	0,871

Quantità approssimata di vapore iniettato in un liquido a pressione atmosferica attraverso un foro di dato diametro



Potere calorifico di combustibili vari

Carbone

Il potere calorifico del carbone può variare in modo considerevole in relazione al grado, alla qualità ed all'area di estrazione. L'elenco seguente è quindi da considerarsi meramente indicativo.

Antracite	32500 kJ/kg
Carbone bituminoso di buona qualità	30000 kJ/kg
Carbone industriale di qualità medio/alta	28000 kJ/kg
Carbone industriale di bassa qualità	21000 kJ/kg

Oli combustibili

Gradazione	Viscosità	Densità a 15°C	Potere calorifico
Gasolio	5 mm ² /s	0,835	45600 kJ/kg
Nafta leggera	50/55 mm ² /s	0,935	43500 kJ/kg
Nafta media	230 mm ² /s	0,95	43000 kJ/kg
Nafta pesante	900 mm ² /s	0,97	42500 kJ/kg

Combustibili gassosi

Gas metano	38510 kJ/m ³ std
------------	-----------------------------

Quantità approssimativa di vapore prodotto per unità di combustibile

1 kg di carbone	produce circa	8 kg di vapore
1 kg di nafta leggera	produce circa	15 kg di vapore
1 litro di nafta leggera	produce circa	14 kg di vapore
1 m ³ std di metano	produce circa	11 kg di vapore

Perdite per fughe dall'impianto - vapore ed acqua

Diametro del foro mm	Vapore kg/h		Acqua litri/h	
	7,0 bar	20,0 bar	1,5 bar	7,0 bar
1,5	5,5	13,0	81	182
3,0	23,0	54,0	327	900
5,0	63,0	148,0	900	2025
6,5	108,0	252,0	1527	3436

Calcolo della portata media di spurgo richiesta in funzione della portata del vapore

F = TDS (ppm) dell'acqua di alimento = 250 ppm

B = TDS (ppm) richiesto in caldaia = 2500 ppm

S = Produzione vapore caldaia = 10000 kg/h

$$\text{Quantità da spurgare} = \frac{F \times S}{B - F}$$
$$= \frac{250 \times 10000}{2500 - 250} = 1111 \text{ kg/h}$$

Calcolo dello spurgo richiesto espresso come percentuale del vapore generato

Il drenaggio richiesto in funzione percentuale del vapore generato è:

$$\text{Percentuale di spurgo} = \left(\frac{F}{B - F} \right) \times 100\%$$

Risparmio derivante dalla riduzione dello spurgo

Per ogni riduzione dell'1% della portata di spurgo si ottiene un risparmio sui costi di carburante nella seguente proporzione:

Pressione di caldaia bar	Percentuale di risparmio combustibile attraverso la riduzione dell'1% della portata di spurgo
7	0,19%
10	0,21%
17	0,25%
25	0,25%

Esempio:

Condizioni iniziali di gestione: acqua di caldaia TDS 2500 ppm e acqua di alimentazione TDS 300 ppm.

$$\text{Percentuale di drenaggio} = \left(\frac{300}{2500 - 300} \right) \times 100\% = 13,6\%$$

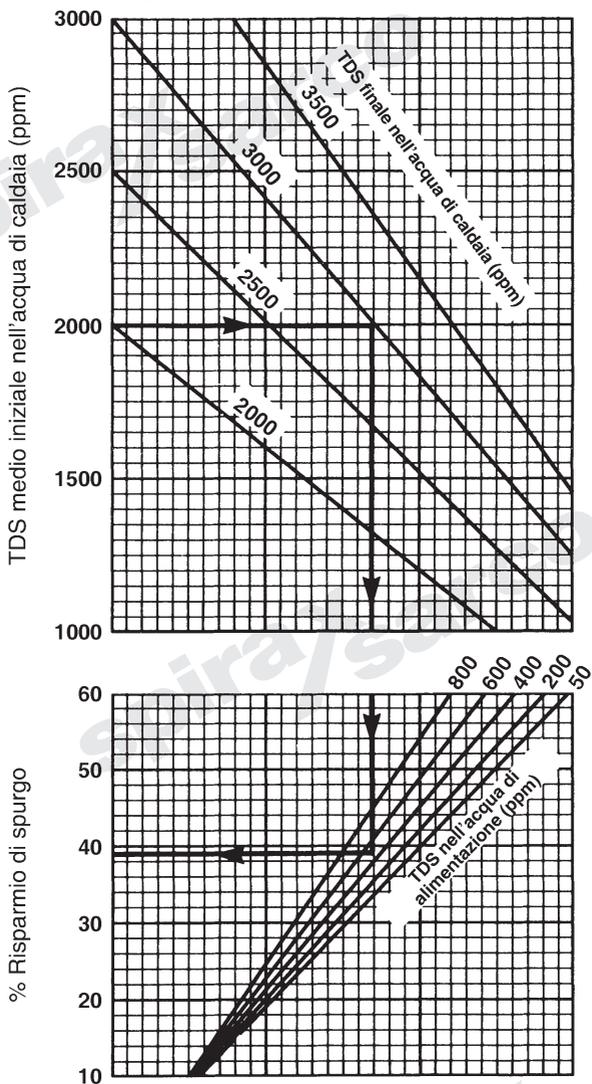
Con condizioni di esercizio perfezionate tramite l'installazione di un sistema di controllo TDS in continuo ed aumento del ritorno di condensa e della qualità dell'acqua di alimento (mediante sistemi di degasazione atmosferici e termofisici), le condizioni finali ottenute potrebbero essere: acqua di caldaia TDS 3000 ppm e acqua di alimentazione TDS di 200 ppm.

$$\text{Percentuale di drenaggio} = \left(\frac{200}{3000 - 200} \right) \times 100\% = 7,1\%$$

Il risparmio di drenaggio è pertanto: $13,6\% - 7,1\% = 6,5\%$.

Per una pressione di caldaia di 10 bar, il risparmio è di $6,5 \times 0,21 = 1,37\%$ del costo annuo per il combustibile.

Risparmio generato dal miglior controllo del TDS nell'acqua di caldaia



Il grafico evidenzia la percentuale di risparmio di spurgo che è possibile ottenere mediante il controllo in automatico del TDS dell'acqua di caldaia. Un sistema di controllo automatico del TDS manterrà la salinità/conducibilità ($\mu\text{S}/\text{cm}$ o ppm) immediatamente al di sotto del livello massimo consentito, a differenza dei sistemi manuali dove il controllo è delegato ad un operatore ed al tipo di attrezzatura impiegata con le tolleranze relative.

- Media iniziale TDS acqua di caldaia utilizzando un controllo manuale: 2000 ppm.
- TDS finale acqua di caldaia utilizzando un controllo automatico: 3000 ppm.
- TDS acqua di alimentazione: 400 ppm.
- Come evidenziato dal grafico, la percentuale di spurgo risparmiata è del 39%.
- Utilizzando un sistema di recupero di calore è possibile recuperare fino all'80% dell'energia contenuta negli scarichi.
- Il nostro tecnico commerciale/agente di zona potrà fornirvi consigli specifici che soddisfino le vostre necessità.

Dimensionamento tubazioni di distribuzione per aria compressa

Velocità m/s	Portata volumica dell'aria in dm ³ /s in tubi d'acciaio, diametro interno minimo											
	15 mm	20 mm	25 mm	32 mm	40 mm	50 mm	65 mm	80 mm	100 mm	125 mm	150 mm	200 mm
3,0	0,6	1,1	1,7	3,0	4,1	6,5	10,9	15,1	25,7	39,2	56,2	98,5
3,5	0,7	1,3	2,0	3,5	4,7	7,6	12,7	17,6	30,0	45,7	65,5	115,0
4,0	0,8	1,4	2,3	4,0	5,4	8,7	14,6	20,1	34,2	52,3	74,9	131,0
4,5	0,9	1,6	2,6	4,5	6,1	9,8	16,4	22,6	38,5	58,8	84,2	147,0
5,0	1,0	1,8	2,8	5,0	6,8	10,8	18,2	25,1	42,8	65,4	93,6	164,0
5,5	1,1	2,0	3,1	5,5	7,4	11,9	20,0	27,6	47,1	71,9	103,0	181,0
6,0	1,2	2,1	3,4	6,0	8,1	13,0	21,8	30,1	51,3	78,5	112,0	197,0
6,5	1,3	2,3	3,7	6,5	8,8	14,1	23,7	32,6	55,6	85,0	122,0	213,0
7,0	1,4	2,5	4,0	7,0	9,5	15,1	25,5	35,1	59,9	91,5	131,0	230,0
7,5	1,5	2,7	4,3	7,5	10,1	16,2	27,3	37,6	64,2	98,0	140,0	246,0
8,0	1,6	2,8	4,5	8,0	10,8	17,3	29,1	40,1	68,5	105,0	150,0	263,0
8,5	1,7	3,0	4,8	8,5	11,5	18,4	31,0	42,6	72,8	111,0	159,0	278,0
9,0	1,8	3,2	5,1	9,0	12,2	19,5	32,8	45,1	77,1	118,0	169,0	296,0

Se le connessioni di alimentazione sono troppo piccole, si verificherà una ingente caduta di pressione che sprecherà energia. Ad esempio, se è richiesta pressione a 7 bar ed il compressore deve erogare a 8 bar per compensare le perdite di carico, l'impiego addizionale di energia può essere pari al 10%.

Dimensionando ad una velocità di 6 - 9 m/s, si eviterà un'eccessiva caduta di pressione nella maggior parte degli impianti e si faciliterà la separazione dell'umidità evitando di reimmetterla nel sistema.

Perdite per fughe dall'impianto - aria compressa (Portate d'aria attraverso un orifizio)

Pressione relativa bar	Portate di aria in Ndm ³ /s per orifizi di vario diametro							
	0,5 mm	1 mm	2 mm	3 mm	5 mm	10 mm	12,5 mm	
0,5	0,06	0,22	0,92	2,1	5,7	22,8	35,5	
1,0	0,08	0,33	1,33	3,0	8,4	33,6	52,5	
2,5	0,14	0,58	2,33	5,5	14,6	58,6	91,4	
5,0	0,25	0,97	3,92	8,8	24,4	97,5	152,0	
7,0	0,33	1,31	5,19	11,6	32,5	129,0	202,0	

Nota: 1 bar = 100 kPa

Per comprimere 1 dm³/s ad una pressione di 700 kPa (7,0 bar), saranno necessari indicativamente 240 W di energia elettrica.

Un aumento di 3°C nella temperatura dell'aria in entrata sprecherà l'1% del consumo energetico.

Consumo d'aria per utensili ed apparecchiature pneumatiche

Utensile	Caratteristiche	Consumo a pieno carico Nm ³ /h	Coeff. di utilizzo
Trapano	Ø 6-8 mm	18	0,3
	Ø 12 mm	30	0,3
	Ø 25 mm	75	0,2
	Ø 50 mm	100	0,1
	Ø 6-10 ang.	30	0,2
Smerigliatrice a disco	Ø 1 mm	25	0,4
	Ø 150 mm	90	0,35
	Ø 180 mm	100	0,3
	Ø 225 mm	125	0,25
Pulitrice	leggera	30	0,3
	pesante	70	0,3
Cacciavite	M 6	20	0,25
	M 10	25	0,25
Avvitatrice ad impulso	M 10	40	0,25
	M 16	50	0,25
	M 25	80	0,20
	M 32	100	0,10
Pistola verniciatura	piccola industriale	12	0,5
		30	0,5
Soffietto pulitore	Ø 1 mm	4	0,15
	Ø 2 mm	15	0,1
Maschiatrice	Ø 6-8 mm	25	0,25
Sabbiatrice a ugello	Ø 5 mm	100	0,9
	Ø 8 mm	250	0,85
Martello demolitore	20 kg	75	0,8
	35 kg	110	0,7
Paranco	1000 kg	120	0,1

Volume equivalente di aria compressa alla pressione normale

Volume aria libera dm ³	Volume equivalente (dm ³) se comparato a pressioni relative di			Volume aria libera dm ³	Volume equivalente (dm ³) se comparato a pressioni relative di		
	4 bar	5 bar	7 bar		4 bar	5 bar	7 bar
5	1,01	0,84	0,63	125	25,25	21,04	15,80
10	2,02	1,68	1,26	150	30,30	25,25	18,96
15	3,03	2,52	1,90	175	35,35	29,46	22,12
20	4,04	3,37	2,53	200	40,40	33,67	25,28
25	5,05	4,21	3,16	225	45,45	37,88	28,44
30	6,06	5,05	3,79	250	50,50	42,09	31,60
35	7,07	5,89	4,42	275	55,55	46,30	34,77
40	8,08	6,73	5,06	300	60,61	50,50	37,93
50	10,10	8,42	6,32	350	70,71	58,92	44,25
60	12,12	10,10	7,58	400	80,81	67,34	50,57
70	14,14	11,78	8,85	500	101,00	84,17	63,21
80	16,16	13,47	10,11	750	151,00	126,00	95,00
90	18,18	15,15	11,38	1000	202,00	168,00	126,00
100	20,20	16,83	12,64	1250	252,00	210,00	158,00

Conversioni di temperatura

Valori di temperatura					
°C		°F	°C		°F
-17,8	0	32,0			
-16,7	2	35,6	16,7	62	143,6
-15,6	4	39,2	17,8	64	147,2
-14,4	6	42,8	18,9	66	150,8
-13,3	8	46,4	20,0	68	154,4
-12,2	10	50,0	21,1	70	158,0
-11,1	12	53,6	22,2	72	161,6
-10,0	14	57,2	23,3	74	165,2
-8,9	16	60,8	24,4	76	168,8
-7,8	18	64,4	25,6	78	172,4
-6,7	20	68,0	26,7	80	176,0
-5,6	22	71,6	27,8	82	179,6
-4,4	24	75,2	28,9	84	183,2
-3,3	26	78,8	30,0	86	186,8
-2,2	28	82,4	31,1	88	190,4
-1,1	30	86,0	32,2	90	194,0
0	32	89,6	33,3	92	197,6
1,1	34	93,2	34,4	94	201,2
2,2	36	96,8	35,6	96	204,8
3,3	38	100,4	36,7	98	208,4
4,4	40	104,0	37,8	100	212,0
5,6	42	107,6	65,6	150	302,0
6,7	44	111,2	93,3	200	392,0
7,8	46	114,8	121,0	250	482,0
8,9	48	118,4	149,0	300	572,0
10,0	50	122,0	177,0	350	662,0
11,1	52	125,6	204,0	400	752,0
12,2	54	129,2	232,0	450	842,0
13,3	56	132,8	260,0	500	932,0
14,4	58	136,4	288,0	550	1022,0
15,6	60	140,0	316,0	600	1112,0

Valori di temperature differenziali					
Grado C		Grado F	Grado C		Grado F
0,56	1	1,8	3,33	6	10,8
1,11	2	3,6	3,89	7	12,6
1,67	3	5,4	4,44	8	14,4
2,22	4	7,2	5,00	9	16,2
2,78	5	9,0	5,56	10	18,0

L'impiego delle tabelle avviene:

dal valore in grassetto verso sinistra °F → °C

verso destra °C → °F

Calori specifici (kJ/kg °C)

Solidi vari

Alluminio	0,92	Magnesio	0,96
Cromo	0,50	Nichel	0,46
Carbone	1,30	Porcellana	1,09
Catrame di carbone	1,47	Gomma vulcanizzata	1,76
Rame	0,40	Acciaio	0,50
Vetro, silicati	0,84	Stagno	0,21
Ghiaccio, 0°C	2,05	Legno dolce	2,10
Ghiaccio -40°	1,80	Legno, quercia	2,39
Ghisa	0,50	Lana	1,38
Piombo	0,13	Zinco	0,38

Liquidi

Alcool etilico 0°C	2,30	Gasolio	2,03
Alcool etilico 40°C	2,72	Cherosene	2,01
Ammoniaca 40°C	4,86	Petrolio	2,14
Creosoto	1,70	Acqua marina	3,94
Nafta	1,80	Acqua	4,19

Gas e vapori a temperatura costante

Aria	1,01	Metano	2,47
Ammoniaca	2,26	Azoto	1,01
Argon	0,50	Ossigeno	0,92
Biossido di carbone	0,84	Vapore 0 bar	1,97
Idrogeno	14,29	Vapore 10 bar	2,26

Generi alimentari a temperatura superiore allo zero

Mele	3,65	Limoni	3,81
Asparagi	3,94	Latte vaccino	3,77
Carne bovina	2,85	Funghi freschi	3,90
More	3,65	Olio d'oliva	3,88
Broccoli	3,85	Cipolle	3,77
Cavoletti di Bruxelles	3,69	Pesche	3,77
Burro	1,26	Piselli	3,45
Cavolo	3,94	Ananas	3,69
Carote	3,81	Maiale, carcassa	2,77
Cavolfiore	3,90	Patate	3,44
Pollo	3,23	Lamponi	3,73
Uova	3,18	Rabarbaro	4,02
Farina	1,59	Fragole	3,98
Uva spina	3,60	Pomodori	3,98
Agnello, carcassa	3,06	Coregono (salmonide)	3,18

GRANDEZZE UTILIZZATE NELLA TRASMISSIONE DEL CALORE

GRANDEZZA	SISTEMA METRICO DECIMALE		SISTEMA ANGLOSASSONE		EQUIVALENZA
	Simboli	Unità di misura	Simboli	Unità di misura	
Quantità di calore	Q	kilocalorie (kcal)	Q	British Thermal Unit (BTU)	1 BTU = 0,252 kcal
Spessore	s	metri (m)	s	inches (in)	1 in = 0,0254 m
Superficie	S	metri quadrati (m ²)	A	square foot (sq ft)	1 sqft = 0,0929 m ²
Differenza di temperatura	Δt	gradi centigradi (°C)	Δt	gradi Fahrenheit (°F)	$^{\circ}\text{F} = -\frac{5}{9} \text{C}$
Calore specifico	c	kcal/kg °C	c	BTU/lb °F	1 BTU/lb °F = 1 kcal/kg °C
Conducibilità termica	λ	kcal/m h °C	k	BTU/ft h °F	1 BTU/ft h °F = 1,49 kcal/m h °C
Coefficiente di trasmissione di una parete	K	kcal/m ² h °C	U	BTU/sq ft h °F	1 BTU/sq ft h °F = 4,88 kcal/m ² h °C
Coefficiente parziale di trasmissione – interno – esterno	α α_i α_e	kcal/m ² h °C	h h_i h_e	BTU/sq ft h °F	1 BTU/sq ft h °F = 4,88 kcal/m ² h °C
Fattore di fouling	f	m ² h °C/kcal	r	sq ft h °F/BTU	1 sq ft h °F/BTU = 0,205 m ² h °C/kcal

FATTORI DI FOULING (m² h °C / kcal)

FLUIDI	T < 50 °C	T > 50 °C
Acqua distillata	0,0001	0,0001
Acqua di mare	0,0001	0,0002
Acqua di torre trattata	0,0002	0,0004
Acqua di torre non trattata	0,0005	0,0008
Acqua di fiume	0,0003	0,0005
Acqua fangosa	0,0006	0,001
Acqua di acquedotto	0,0002	0,0004
Acque dure (> 4 mg/l)	0,0006	0,001
Acqua trattata alimento caldaie	0,0002	0,0004
Acqua di condensa	0,00005	
Olii diatermici	0,0002	
Olii combustibili	0,001	
Olii trasformatori e lubrificanti	0,0002	
Olii tempra	0,0008	
Vapore acqueo	0,00005	
Vapori organici	0,00001	
Aria	0,0004	

SISTEMA INTERNAZIONALE SI E FATTORI DI CONVERSIONE

GRANDEZZA	UNITA' SISTEMA SI	UNITA' DI ALTRI SISTEMI					
		TECNICO	fattori		ANGLOSASSONE	fattori	
			K	1/K		K	1/K
lunghezza	m (metro)	m	1	1	in (inch) ft (foot)	39,370 3,281	0,0254 0,305
area	m ²	m ²	1	1	in ² (sq. in) ft ² (sq. ft)	1550 10,764	0,000645 0,0929
volume	m ³ 10 ⁻³ m ³ = dm ³ = = l (litro)	m ³ dm ³ = l	1 1	1 1	ft ³ (cu. ft) gal US (gallon)	35,315 0,264	0,0283 3,785
tempo	s (secondo)	s h (ora)	1 0,000278	1 3600	sec (second) hr (hour)	1 3600	1 0,000278
velocità di rotazione	giro/s	giro/min	60	0,0167	rpm (rev/min)	60	0,0167
velocità	m/s	m/s	1	1	fpm (ft/min)	196,85	0,0051
frequenza	Hz (hertz)	Hz (periodi/s)	1	1	Hz (cycle/sec)	1	1
massa	kg (kilogrammo) g (grammo)				lb (pound) gr (grain)	2,205 15,432	0,454 0,0648
massa volumica	kg/m ³	(2)			lb/ft ³	0,0624	16,018
portata in massa	kg/s	(2)					
forza, peso (1)	N (newton)	kgf=kp (kg forza)	0,102	9,807	lbf (pound force)	0,225	4,448
peso specifico	(2)	kgf/m ³			lbf/ft ³		
portata in peso	(2)	kgf/s			lbf/sec		
portata in volume	m ³ /s l/h	m ³ /h l/h	3600 1	0,000278 1	cfm (cu. ft/min) gpm (gal/min)	2118,9 0,0044	0,000472 227
momento di una forza, coppia (1)	N . m	kgf . m	0,102	9,807	lbf . ft	0,738	1,356
momento d'inerzia (MR ²) (1)	kg . m ²	kgf . s ² . m (3)	0,102	9,807	lb . ft ² (3)	23,73	0,0421

NOTE:

- (1) I fattori di conversione valgono solo dove l'accelerazione di gravità ha il valore $g = 9,807 \text{ (m/s}^2\text{)}$ equivalente a $32,17 \text{ (ft/sec}^2\text{)}$.
- (2) Il peso specifico e la portata in peso non sono contemplati nel sistema SI; i loro valori numerici nel sistema tecnico corrispondono, rispettivamente a quelli della massa volumica e della portata in massa nel sistema SI.
La massa volumica dell'aria nelle condizioni standard ($t = 20^\circ\text{C}$; $p_a = 100.000 \text{ Pa}$) ha il valore di $1,20 \text{ kg/m}^3$, pari a $0,075 \text{ lb/ft}^3$ nel sistema anglosassone.
- (3) Nel sistema tecnico è usato di preferenza il momento dinamico $PD^2 \text{ (kgf} \cdot \text{m}^2\text{)}$.
Il momento di inerzia nel sistema SI risulta $MR^2 \text{ (kg} \cdot \text{m}^2\text{)} = \frac{PD^2}{4}$. Nel sistema anglosassone è usato il fly wheel effect $WR^2 \text{ (lb} \cdot \text{ft}^2\text{)} = 23,73 \text{ MR}^2$.
- (4) a_t = atmosfera metrica o tecnica = 736 torr.
 a_{tm} = atmosfera normale o fisica = 760 torr.
- (5) $t \text{ (}^\circ\text{C)} = T \text{ (K)} - 273,15$ $t \text{ (}^\circ\text{C)} = 5/9 [t \text{ (}^\circ\text{F)} - 32]$ $t \text{ (}^\circ\text{F)} = 9/5 t \text{ (}^\circ\text{C)} + 32$.

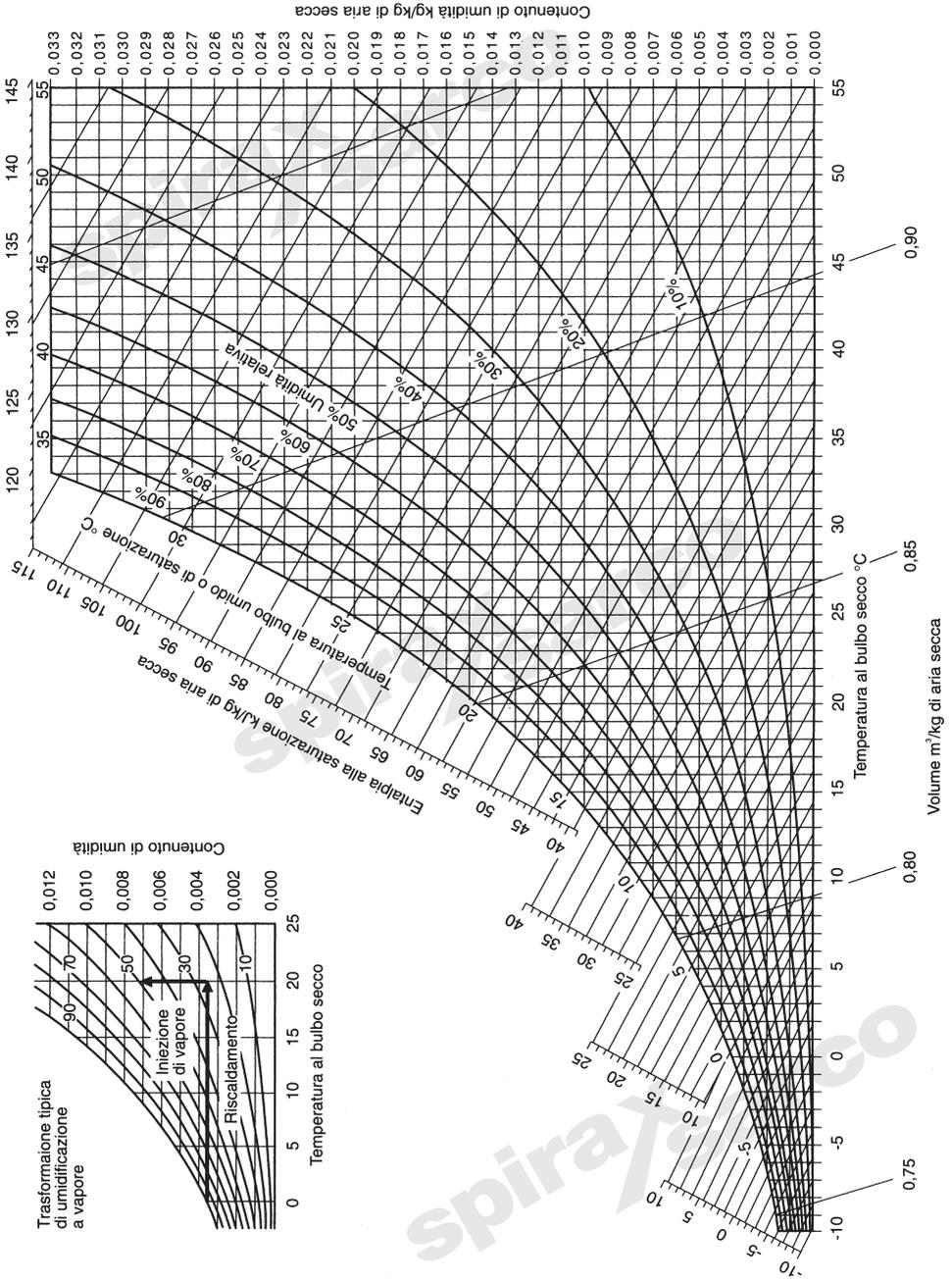
GRANDEZZA	UNITA' SISTEMA SI	UNITA' DI ALTRI SISTEMI					
		TECNICO	fattori		ANGLOSASSONE	fattori	
			K	1/K		K	1/K
pressione (1)	Pa= N/m ² (pascal) 10 ⁵ Pa = bar	kgf/m ² = mmH ₂ O kgf/cm ² = at (4) torr = mmHg	0,102	9,807	in. wg (inch water gauge) psi (lbf/in ²) lbf/ft ²	0,00401	249,09
			0,0000102	98070		0,000145	6895
			0,0075	133,322		0,0209	47,88
Sollecitazione, resistenza dei materiali (1)	N/mm ² = MPa	kgf/mm ²	0,102	9,807	psi (lbf/in ²)	145	0,0069
lavoro, energia calore, entalpia (1)	J (joule)	kgf . m	0,102	9,807	lbf. ft	0,738	1,356
		Wh (wattora)	0,000278	3600			
		Kcal (caloria)	0,000239	4186,7	BTU (British Thermal Unit)	0,000948	1055
potenza meccanica (1)	W (watt)	CV (Cavallo vapore)	0,00136	735,5	BHP (Brake Horse Power)	0,00134	745,7
potenza elettrica	W	W	1	1	W	1	1
potenza termica	W	kcal/h	0,860	1,163	BTU/hr	3,413	0,293
temperatura	K (kelvin) °C (celsius)	K (5)	1	1	°R (Rankine)	1,8	0,555
		°C	1	1	°F (Fahrenheit)	(5)	(5)
entalpia massica potere calorifico (1)	J/kg	kcal/kgf	0,000239	4186,7	BTU/lbf	0,00043	2326
coefficiente di trasmissione termica	W/(m ² .K)	kcal/(m ² . h . °C)	0,860	1,163	BTU/ft ² . hr °F	0,176	5,679
calore specifico (1)	J/(kg . K)	kcal/(kgf . °C)	0,000239	4186,7	BTU/lbf °F	0,000239	4186,7
viscosità dinamica (1)	Pa . s = N . s/m ²	kgf . s/m ²	0,102	9,807	lbf sec/ft ²	0,0209	47,88
		cP (centipoise)	1000	0,001			
viscosità cinematica (1)	m ² /s	m ² /s	1	1	ft ² /sec	10,764	0,0929
		cST (centistoke)	10 ⁶	10 ⁻⁶			
costante dei gas (R) (1)	J/(kg . K)	m/K	0,102	9,807	ft°R	0,602	1,661

Per passare dalle unità del sistema SI a quelle di altri sistemi, moltiplicare per K; inversamente, moltiplicare per 1/K

MULTIPLI E SOTTOMULTIPLI DELLE UNITÀ SI

Fattore di moltiplicazione	10 ¹⁸	10 ¹⁵	10 ¹²	10 ⁹	10 ⁶	10 ³	10 ²	10 ¹	10 ⁰	10 ⁻¹	10 ⁻²	10 ⁻³	10 ⁻⁶	10 ⁻⁹	10 ⁻¹²	10 ⁻¹⁵	10 ⁻¹⁸
Prefisso	esa	peta	tera	giga	mega	kilo	etto	deca	decì	centi	milli	micro	nano	pico	femto	atto	
Simbolo	E	P	T	G	M	k	h	da	d	c	m	µ	n	p	f	a	

DIAGRAMMA PSICROMETRICO DELL'ARIA



Note sul diagramma psicrometrico.

Per tracciare una trasformazione di condizioni sul diagramma psicrometrico devono essere note almeno due delle seguenti variabili riferite all'aria ambiente di inizio processo ed alle condizioni finali da raggiungere.

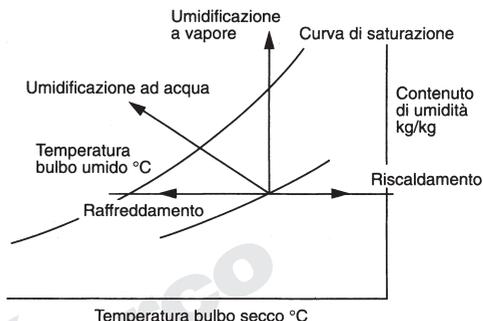
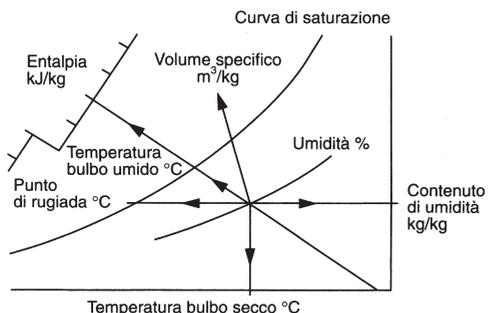
- 1) Temperatura dell'aria al bulbo secco (°C)
- 2) Temperatura dell'aria al bulbo umido (°C)
- 3) Umidità relativa dell'aria (%)

Noti i due valori si può individuare e tracciare sul diagramma il punto rappresentativo; gli schizzi di seguito riportati indicano le linee di percorso che si diramano da questo punto e che permettono di leggere tutte le necessarie informazioni.

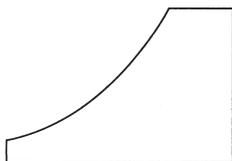
Occorre notare che:

- A) Il riscaldamento ed il raffreddamento a mezzo batteria viene effettuato con trasformazione parallela all'asse delle ascisse ed a contenuto di umidità costante.
- B) L'umidificazione a mezzo vapore può essere considerata, per ragioni pratiche, a temperatura del bulbo secco costante.
- C) L'umidificazione a mezzo acqua, a temperatura ambiente, viene effettuata a temperatura del bulbo umido costante.

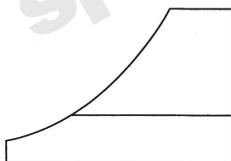
Gli schizzi seguenti forniscono la rappresentazione grafica dei vari processi.



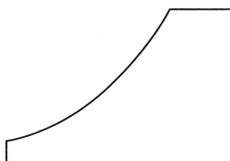
Gli schizzi sotto riportati evidenziano le varie linee di lettura e le scale del diagramma psicrometrico.



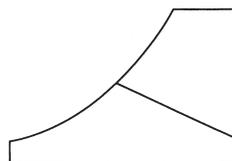
Curva del punto di rugiada (curva del 100% di saturazione)



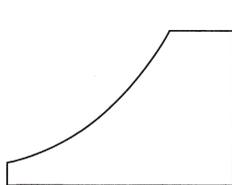
Linea del contenuto di umidità



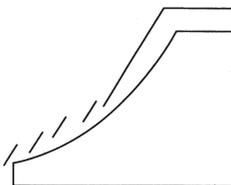
Scala del contenuto di umidità



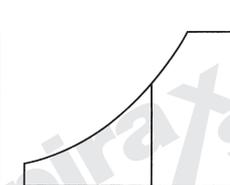
Linea della temperatura al bulbo umido



Linea del volume specifico



Scale dell'entalpia specifica



Linea della temperatura al bulbo secco



Linea della umidità relativa

CARATTERISTICHE FISICHE VAPORE ACQUEO

PRESSIONE				TEMPERATURA		VOLUME SPEC. m ³ /kg	CALORE SENSIBILE ACQUA		CALORE LATENTE		CALORE TOTALE	
relativa		assoluta		K	°C		kJ/kg	kcal/kg	kJ/kg	kcal/kg	kJ/kg	kcal/kg
bar	kg/cm ²	bar	kg/cm ²									
		0,050	0,051	306,0	32,9	28,192	137,8	32,9	2423,7	579,2	2561,5	612,2
		0,100	0,102	318,9	45,8	16,474	191,8	45,8	2392,8	571,9	2584,6	617,7
		0,150	0,153	327,1	54,0	10,022	225,9	54,0	2373,1	567,2	2599,1	621,2
		0,200	0,204	333,2	60,0	7,649	251,4	60,1	2358,3	563,6	2609,7	623,7
		0,250	0,255	338,1	65,0	6,204	271,9	65,0	2346,3	560,7	2618,2	625,7
		0,300	0,306	342,2	69,1	5,229	289,2	69,1	2336,1	558,3	2625,3	627,4
		0,350	0,357	345,8	72,7	4,530	304,3	72,7	2327,2	556,2	2631,5	628,9
		0,400	0,408	349,0	75,9	3,993	317,6	75,9	2319,2	554,3	2636,8	630,2
		0,450	0,459	351,8	78,7	3,580	329,7	78,8	2312,0	552,6	2641,7	631,3
		0,500	0,510	354,5	81,3	3,240	340,5	81,4	2305,4	551,0	2645,9	632,4
		0,600	0,611	359,1	85,9	2,732	359,8	86,0	2293,6	548,2	2653,5	634,2
		0,700	0,713	363,1	89,9	2,365	376,7	90,0	2283,3	545,6	2660,0	635,7
		0,800	0,815	366,6	93,5	2,087	391,6	93,6	2274,1	543,5	2665,8	637,1
		0,900	0,917	359,8	86,7	1,869	405,1	96,8	2265,7	541,5	2670,9	638,3
		1,000	1,019	372,8	99,6	1,964	417,4	99,8	2258,0	539,6	2675,5	639,4
0	0	1,013	1,032	373,1	100,0	1,673	419,0	100,1	2257,0	539,4	2676,0	639,6
0,05	0,051	1,063	1,083	374,5	101,4	1,601	424,9	101,5	2253,3	538,4	2678,2	640,0
0,10	0,102	1,113	1,134	375,8	102,6	1,533	430,2	102,8	2250,2	537,7	2680,4	640,6
0,15	0,153	1,163	1,185	378,2	105,1	1,471	435,6	104,1	2246,7	536,9	2682,3	641,1
0,20	0,204	1,213	1,236	379,4	106,2	1,414	440,8	105,3	2243,4	536,2	2684,2	641,5
0,30	0,306	1,313	1,338	380,5	107,4	1,312	450,4	107,6	2237,2	534,7	2687,6	642,3
0,40	0,408	1,413	1,440	382,7	109,5	1,225	459,7	109,8	2231,3	533,3	2691,0	643,1
0,50	0,510	1,513	1,542	384,7	111,6	1,149	468,3	111,9	2225,6	531,9	2693,9	643,8
0,60	0,611	1,613	1,644	386,7	113,5	1,038	476,4	113,8	2220,4	530,6	2696,8	644,5
0,70	0,713	1,713	1,746	388,5	115,4	1,024	484,1	115,7	2215,4	529,5	2699,5	644,9
0,80	0,815	1,813	1,848	390,3	117,1	0,971	491,6	117,5	2210,5	528,3	2702,1	645,4
0,90	0,917	1,913	1,950	391,9	118,8	0,923	498,9	119,2	2205,6	527,1	2704,5	645,9
1,00	1,019	2,013	2,052	393,6	120,4	0,881	505,6	120,8	2201,1	526,0	2706,7	646,4
1,10	1,121	2,113	2,154	395,1	121,9	0,841	512,2	122,4	2197,0	525,1	2709,2	647,0
1,20	1,223	2,213	2,256	396,6	123,4	0,806	518,7	124,0	2192,8	524,1	2711,5	647,5
1,30	1,325	2,313	2,358	398,0	124,9	0,773	524,7	125,4	2188,7	523,1	2713,3	648,0
1,40	1,427	2,413	2,460	399,4	126,3	0,743	530,5	126,8	2184,8	522,2	2715,3	648,5
1,50	1,529	2,513	2,562	400,8	127,6	0,714	536,1	128,1	2181,0	521,2	2717,1	648,8
1,60	1,631	2,613	2,663	402,0	128,9	0,689	544,6	130,1	2177,3	520,4	2718,9	649,3
1,70	1,733	2,713	2,765	403,3	130,1	0,665	547,1	130,7	2173,7	519,5	2720,8	649,6
1,80	1,835	2,813	2,867	404,5	131,4	0,643	552,3	132,0	2170,1	518,6	2722,4	650,0
1,90	1,937	2,913	2,969	405,7	132,5	0,622	557,3	133,2	2166,7	517,8	2724,0	650,3
2,00	2,039	3,013	3,071	406,8	133,7	0,603	562,2	134,4	2163,3	517,0	2725,5	650,7
2,20	2,242	3,213	3,275	409,0	135,9	0,568	571,7	136,6	2156,9	515,5	2728,6	652,1

PRESSIONE				TEMPERATURA		VOLUME SPEC. m ³ /kg	CALORE SENSIBILE ACQUA		CALORE LATENTE		CALORE TOTALE	
relativa		assoluta		K	°C		kJ/kg	kcal/kg	kJ/kg	kcal/kg	kJ/kg	kcal/kg
bar	kg/cm ²	bar	kg/cm ²									
2,40	2,446	3,413	3,479	411,1	138,0	0,536	580,7	138,8	2150,7	514,0	2731,4	652,8
2,60	2,650	3,613	3,683	413,1	140,0	0,509	589,2	140,8	2144,7	512,6	2733,9	653,4
2,80	2,854	3,813	3,887	415,1	141,9	0,483	597,4	142,8	2139,0	511,2	2736,4	654,0
3,00	3,058	4,013	4,091	416,9	143,7	0,461	605,3	144,7	2133,4	509,9	2738,7	654,6
3,20	3,262	4,213	4,294	418,6	145,4	0,440	612,9	146,5	2128,1	508,6	2741,0	655,1
3,40	3,466	4,413	4,498	420,3	147,2	0,422	620,0	148,2	2122,9	507,4	2742,9	655,6
3,60	3,670	4,613	4,702	422,0	148,8	0,405	627,1	149,9	2117,8	506,1	2744,9	656,0
3,80	3,873	4,813	4,906	423,6	150,4	0,389	634,0	151,5	2112,9	505,0	2746,9	656,5
4,00	4,077	5,013	5,110	425,1	152,0	0,374	640,7	153,1	2108,1	503,8	2748,8	656,9
4,20	4,281	5,213	5,314	426,5	153,4	0,361	647,1	154,6	2103,5	502,7	2750,6	657,4
4,40	4,485	5,413	5,518	428,0	154,8	0,348	653,3	156,1	2098,9	501,6	2752,2	657,8
4,60	4,689	5,613	5,722	429,4	156,2	0,336	659,3	157,6	2094,5	500,6	2753,8	658,1
4,80	4,893	5,813	5,926	430,8	157,6	0,325	665,2	159,0	2090,2	499,5	2755,4	658,5
5,00	5,097	6,013	6,129	432,1	158,9	0,315	670,9	160,3	2086,0	498,5	2756,9	658,9
5,50	5,607	6,513	6,639	435,2	162,1	0,292	684,6	163,6	2075,7	496,1	2760,3	659,7
6,00	6,116	7,013	7,149	438,2	165,0	0,272	697,5	166,7	2066,0	493,8	2763,5	660,5
6,50	6,626	7,513	7,659	441,0	167,8	0,255	709,7	169,6	2056,8	491,6	2766,5	661,2
7,00	7,136	8,013	8,168	443,6	170,5	0,240	721,4	172,4	2047,7	489,4	2769,1	661,8
7,50	7,645	8,513	8,678	446,2	173,0	0,227	732,5	175,1	2039,2	487,4	2771,7	662,5
8,00	8,155	9,013	9,188	448,6	175,4	0,215	743,1	177,6	2030,9	485,4	2774,0	663,0
8,50	8,665	9,513	9,697	450,9	177,7	0,204	753,3	180,0	2022,9	483,5	2776,2	663,5
9,00	9,174	10,013	10,207	453,1	180,0	0,194	763,0	182,3	2015,1	481,6	2778,1	663,9
9,50	9,684	10,513	10,717	455,2	182,1	0,185	772,5	184,6	2007,5	479,8	2780,0	664,4
10,00	10,194	11,013	11,226	457,2	184,1	0,177	781,6	186,8	2000,1	478,0	2781,7	664,8
11,00	11,213	12,013	12,246	461,1	188,0	0,163	798,8	190,9	1986,0	474,6	2784,8	665,6
12,00	12,232	13,013	13,265	464,8	191,7	0,151	815,1	194,8	1972,5	471,4	2787,6	666,2
13,00	13,252	14,013	14,284	468,2	195,1	0,141	830,4	198,5	1959,6	468,3	2790,0	666,8
14,00	14,271	15,013	15,304	471,5	198,3	0,132	845,1	202,0	1947,1	465,3	2792,2	667,3
15,00	15,291	16,013	16,323	474,6	201,4	0,124	859,0	205,3	1935,0	462,5	2794,0	667,8
16,00	16,310	17,013	17,343	477,5	204,4	0,117	872,3	208,5	1923,4	459,7	2795,7	668,2
17,00	17,329	18,013	18,362	480,3	207,2	0,110	885,0	211,5	1912,1	457,0	2797,1	668,5
18,00	18,349	19,013	19,381	483,0	209,9	0,105	897,2	214,4	1901,3	454,4	2798,5	668,8
19,00	19,368	20,013	20,401	485,6	212,5	0,100	909,9	217,2	1890,5	451,8	2799,5	669,5
20,00	20,387	21,013	21,420	488,1	215,0	0,095	920,3	220,0	1880,2	449,4	2800,5	669,4
21,00	21,407	22,013	22,439	490,5	217,3	0,090	931,3	222,6	1870,1	447,0	2801,4	669,6
22,00	22,426	23,013	23,459	492,8	219,6	0,087	941,9	225,1	1860,1	444,6	2802,0	669,7
23,00	23,445	24,013	24,478	495,0	221,8	0,083	952,2	227,6	1850,4	442,2	2802,6	669,8
24,00	24,465	25,013	25,497	497,2	224,0	0,080	962,2	230,0	1840,9	440,0	2803,1	670,0
25,00	25,484	26,013	26,517	499,3	226,1	0,077	972,1	232,3	1831,4	437,7	2803,5	670,0

ENTALPIA DEL VAPORE ACQUEO SURRISCALDATO

PRESSIONE relativa		TEMPERATURA											
		150°C 423,15 K		200°C 473,15 K		250°C 523,15 K		300°C 573,15 K		350°C 623,15 K		400°C 673,15 K	
bar	kg/cm ²	kJ/kg	kcal/kg										
1	1,019	2769,5	661,5	2869,1	685,3	2969,3	709,1	3068,0	732,8	3169,3	757,0	3271,9	781,5
2	2,039	2761,5	659,6	2864,9	684,3	2965,5	708,2	3065,5	732,2	3167,2	756,5	3270,2	781,1
3	3,058	2752,3	657,4	2860,3	683,2	2962,2	707,4	3063,0	731,6	3165,5	756,1	3268,1	780,6
4	4,077			2855,7	682,1	2958,8	706,6	3060,5	731,0	3163,0	755,5	3266,4	780,2
5	5,097			2850,7	680,9	2955,9	705,9	3058,0	730,4	3160,9	755,0	3265,2	779,9
6	6,116			2845,7	679,7	2952,5	705,1	3055,5	729,8	3158,0	754,5	3263,5	779,5
7	7,136			2840,2	678,4	2949,2	704,3	3053,0	729,2	3157,2	754,1	3261,8	779,1
8	8,155			2835,2	677,2	2945,4	703,4	3050,4	728,6	3155,5	753,7	3260,2	778,7
9	9,174			2829,4	675,8	2942,1	702,6	3047,9	728,0	3153,4	753,2	3258,9	778,4
10	10,194			2823,5	674,4	2938,7	701,8	3045,4	727,4	3151,3	752,7	3257,2	778,0
12	12,232			2809,7	671,1	2931,6	700,1	3039,5	726,0	3147,5	751,8	3254,3	777,3
14	14,271			2797,5	668,2	2923,1	698,2	3034,9	724,9	3143,4	750,8	3251,0	776,5
16	16,310					2915,2	696,3	3029,5	723,6	3139,2	749,8	3247,2	775,6
18	18,349					2908,1	694,6	3024,0	722,3	3150,0	748,8	3243,8	774,8
20	20,387					2899,7	692,6	3018,6	721,0	3130,8	747,8	3240,5	774,0
25	25,484					2877,1	687,2	3004,4	717,6	3120,3	745,3	3232,5	772,1
30	30,581					2852,4	681,3	2989,3	714,0	3109,4	742,7	3223,7	770,0
35	35,678							2973,0	710,1	3098,6	740,1	3215,4	768,0
40	40,775							2956,6	706,2	3087,3	737,4	3207,0	766,0
45	45,872							2939,0	702,0	3075,5	734,6	3198,6	764,0
50	50,968							2921,5	697,8	3063,0	731,6	3189,4	761,8

CALORE SPECIFICO DEL VAPORE ACQUEO SURRISCALDATO

PRESSIONE relativa		200°C 473,15 K		250°C 523,15 K		300°C 573,15 K		350°C 623,15 K		400°C 673,15 K	
		kJ/kg K	kcal/kg°C								
bar	kg/cm ²	kJ/kg K	kcal/kg°C								
1	1,019	2,001	0,478	2,001	0,478	2,010	0,480	2,031	0,485	2,060	0,492
2	2,309	2,039	0,487	2,014	0,481	2,018	0,482	2,039	0,487	2,068	0,494
3	3,058	2,072	0,495	2,030	0,485	2,031	0,485	2,051	0,490	2,072	0,495
4	4,077	2,110	0,504	2,047	0,489	2,043	0,488	2,060	0,492	2,081	0,497
5	5,097	2,156	0,515	2,068	0,494	2,051	0,490	2,069	0,494	2,089	0,499
6	6,116	2,206	0,527	2,085	0,498	2,064	0,493	2,077	0,496	2,098	0,501
7	7,136	2,252	0,538	2,114	0,505	2,081	0,497	2,085	0,498	2,106	0,503
8	8,155	2,311	0,552	2,135	0,510	2,098	0,501	2,098	0,501	2,114	0,505
9	9,174	2,386	0,570	2,169	0,518	2,114	0,505	2,110	0,504	2,123	0,507
10	10,194	2,457	0,587	2,198	0,525	2,135	0,510	2,123	0,507	2,127	0,508
12	12,232	2,642	0,631	2,265	0,541	2,177	0,520	2,148	0,513	2,144	0,512
14	14,271	2,889	0,690	2,349	0,561	2,219	0,530	2,169	0,518	2,160	0,516
16	16,310			2,436	0,582	2,257	0,539	2,194	0,524	2,173	0,519
18	18,349			2,537	0,606	2,298	0,549	2,219	0,530	2,190	0,523
20	20,387			2,646	0,632	2,336	0,558	2,240	0,535	2,206	0,527
25	25,484			2,930	0,700	2,428	0,580	2,298	0,549	2,248	0,537
30	30,581			3,232	0,772	2,533	0,605	2,357	0,563	2,290	0,547
35	35,678			3,550	0,848	2,646	0,632	2,416	0,577	2,332	0,557
40	40,775					2,780	0,664	2,478	0,592	2,370	0,566
45	45,872					2,922	0,698	2,537	0,606	2,407	0,575
50	50,968					3,077	0,735	2,596	0,620	2,449	0,585

VOLUME SPECIFICO DEL VAPORE ACQUEO SURRISCALDATO (m³/ kg)

PRESSIONE assoluta bar	100°C	150°C	200°C	250°C	300°C	350°C	400°C	450°C	500°C
1	1,697	1,936	2,173	2,406	2,639	2,871	3,103	3,335	3,566
2	-	0,9604	1,081	1,199	1,316	1,434	1,550	1,666	1,782
3	-	0,6345	0,7177	0,7968	0,8758	0,9541	1,032	1,109	1,187
4	-	0,4715	0,5347	0,5956	0,6554	0,7145	0,7732	0,8316	0,8898
5	-	-	0,4254	0,4749	0,5231	0,5707	0,6179	0,6647	0,7115
6	-	-	0,3526	0,3944	0,4350	0,4749	0,5143	0,5535	0,5925
7	-	-	0,3005	0,3369	0,3720	0,4064	0,4403	0,4740	0,5075
8	-	-	0,2615	0,2938	0,3248	0,3550	0,3849	0,4144	0,4438
9	-	-	0,2309	0,2602	0,2880	0,3151	0,3417	0,3680	0,3943
10	-	-	0,2065	0,2333	0,2586	0,2831	0,3072	0,3310	0,3546
12	-	-	0,1699	0,1931	0,2145	0,2352	0,2555	0,2754	0,2952
14	-	-	0,1436	0,1642	0,1830	0,2009	0,2184	0,2357	0,2527
16	-	-	-	0,1426	0,1593	0,1752	0,1907	0,2058	0,2209
18	-	-	-	0,1257	0,1410	0,1553	0,1691	0,1827	0,1961
20	-	-	-	0,1122	0,1262	0,1394	0,1519	0,1641	0,1763
25	-	-	-	0,0876	0,0997	0,1105	0,1208	0,1308	0,1405
30	-	-	-	0,0711	0,0820	0,0913	0,1005	0,1085	0,1168
35	-	-	-	0,05909	0,06919	0,07758	0,08529	0,09265	0,09976
40	-	-	-	0,04986	0,05957	0,06726	0,07416	0,08704	0,08704
50	-	-	-	-	0,04595	0,05275	0,05860	0,06402	0,06920

DIMENSIONAMENTO LINEE TRASPORTO CONDENSA

Perdite di carico approssimate in mbar per metro di tubazione - Portata in kg/h

DN	0,3 mbar/m	0,5 mbar/m	0,6 mbar/m	0,8 mbar/m	1 mbar/m	1,4 mbar/m
15	95	130	140	160	180	220
20	220	290	320	370	420	500
25	410	540	600	690	790	940
32	890	1180	1300	1500	1700	2040
40	1360	1790	2000	2290	2590	3100
50	2630	3450	3810	4390	4990	6000
65	5350	6950	7730	8900	10150	12100
80	8320	10900	12000	13800	15650	18700
100	17000	22200	24500	28200	31900	38000
125	32600	42600	47000	54100	61200	73000
150	62700	81800	90300	104000	117600	140000

I valori di tabella danno la portata di condensa in kg/h che può essere trasportata in tubazioni di acciaio di dato diametro.

Per tenere conto del fenomeno di ri evaporazione e per evitare alte contropressioni all'avviamento, il diametro dovrebbe essere determinato considerando il carico iniziale che è, in molti casi, circa il doppio del carico d'esercizio. Per gli impieghi più comuni è sufficiente dimensionare la linea per una perdita di carico di 0,8 mbar per metro (circa 8 mm di colonna d'acqua/m) utilizzando la colonna evidenziata.

Esempio: un impianto ha un carico di esercizio di 500 kg/h di vapore; non avendo alcuna altra informazione si può assumere un carico iniziale di 1000 kg/h. Considerando la colonna 0,8 mbar/m, si vede che è adatta una tubazione DN 32.

DIMENSIONAMENTO TUBAZIONI VAPORE ANSI SCHEDULA 80 (portate in kg/h)

Per evitare rumorosità, erosione ed eccessive perdite di carico, dimensionare con una velocità di 15 m/s. Le diramazioni secondarie di breve lunghezza e di diametro oltre il 40 possono accettare velocità fino a 20 - 25 m/s.

Pressione bar	Velocità m/s	Diametro nominale (mm)													
		15	20	25	32	40	50	65	80	100	125	150	200	250	300
0,4	15	7	14	24	37	52	99	145	213	394	648	917	1606	2590	3678
	25	10	25	40	62	92	162	265	384	675	972	1457	2806	4101	5936
	40	17	35	64	102	142	265	403	576	1037	1670	2303	4318	6909	9500
0,7	15	7	16	25	40	59	109	166	250	431	680	1006	1708	2791	3852
	25	12	25	45	72	100	182	287	430	716	1145	1575	2816	4629	6204
	40	18	37	68	106	167	298	428	630	1108	1712	2417	4532	7251	10323
1,0	15	8	17	29	43	65	112	182	260	470	694	1020	1864	2814	4045
	25	12	26	48	72	100	193	300	445	730	1160	1660	3099	4869	6751
	40	19	39	71	112	172	311	465	640	1150	1800	2500	4815	7333	10370
2,0	15	12	25	45	70	100	182	280	410	715	1125	1580	2814	4545	6277
	25	19	43	70	112	162	295	428	656	1215	1755	2520	4815	7425	10575
	40	30	64	115	178	275	475	745	1010	1895	2925	4175	7678	11997	16796
3,0	15	16	37	60	93	127	245	385	535	925	1505	2040	3983	6217	8743
	25	26	56	100	152	225	425	632	910	1580	2480	3440	6779	10269	14316
	40	41	87	157	250	357	595	1025	1460	2540	4050	5940	10476	16470	22950
4,0	15	19	42	70	108	156	281	432	635	1166	1685	2460	4618	7121	10358
	25	30	63	115	180	270	450	742	1080	1980	2925	4225	7866	12225	17304
	40	49	116	197	295	456	796	1247	1825	3120	4940	7050	12661	19663	27816
5,0	15	22	49	87	128	187	352	526	770	1295	2105	2835	5548	8586	11947
	25	36	81	135	211	308	548	885	1265	2110	3540	5150	8865	14268	20051
	40	59	131	225	338	495	855	1350	1890	3510	5400	7870	13761	23205	32244
6,0	15	26	59	105	153	225	425	632	925	1555	2525	3400	6654	10297	14328
	25	43	97	162	253	370	658	1065	1520	2530	4250	6175	10629	17108	24042
	40	71	157	270	405	595	1025	1620	2270	4210	6475	9445	16515	27849	38697
7,0	15	29	63	110	165	260	445	705	952	1815	2765	3990	7390	12015	16096
	25	49	114	190	288	450	785	1205	1750	3025	4815	6900	12288	19377	27080
	40	76	177	303	455	690	1210	1865	2520	4585	7560	10880	19141	30978	43470
8,0	15	32	70	126	190	285	475	800	1125	1990	3025	4540	8042	12625	17728
	25	54	122	205	320	465	810	1260	1870	3240	5220	7120	13140	21600	33210
	40	84	192	327	510	730	1370	2065	3120	5135	8395	12470	21247	33669	46858
10,0	15	41	95	155	250	372	626	1012	1465	2495	3995	5860	9994	16172	22713
	25	66	145	257	405	562	990	1530	2205	3825	6295	8995	15966	25860	35890
	40	104	216	408	615	910	1635	2545	3600	6230	9880	14390	26621	41011	57560
14,0	15	50	121	205	310	465	810	1270	1870	3220	5215	7390	12921	20538	29016
	25	85	195	331	520	740	1375	2080	3120	5200	8500	12560	21720	34139	47218
	40	126	305	555	825	1210	2195	3425	4735	8510	13050	18630	35548	54883	76534

CONDENSAZIONE DI RISCALDAMENTO INIZIALE IN TUBAZIONI TRASPORTO VAPORE

kg di vapore saturo condensato per m 10 di tubazione.

Tempo di messa a regime non superiore a 20 minuti primi (°).

Pressione relativa bar	DN 25 1"	DN 32 1.1/4"	DN 40 1.1/2"	DN 50 2"	DN 65 2.1/2"	DN 80 3"	DN 100 4"	DN 125 5"	DN 150 6"	DN 200 8"	DN 250 10"	DN 300 12"	DN 350 14"	DN 400 16"	DN 450 18"	DN 500 20"	DN 600 24"
0.1	0.53	0.74	0.89	1.18	1.55	2.18	3.51	4.41	6.35	9.53	13.77	16.83	18.87	24.48	30.60	36.72	45.70
0.5	0.61	0.82	0.97	1.36	2.20	2.79	3.98	4.97	7.02	10.51	14.79	18.67	21.93	28.46	35.19	42.02	58.65
1.0	0.67	0.92	1.09	1.46	2.39	3.06	4.43	5.54	7.69	11.53	16.63	20.40	23.36	30.50	38.35	45.39	63.04
1.5	0.73	0.99	1.17	1.57	2.55	3.30	4.75	6.04	8.16	13.06	17.95	21.83	26.21	34.27	43.45	50.90	70.99
2.0	0.79	1.05	1.23	1.65	2.61	3.50	5.08	6.58	8.67	13.26	18.56	22.95	28.05	36.72	46.51	55.49	76.19
3.0	0.87	1.15	1.38	1.76	2.90	3.88	5.51	7.07	9.49	14.79	21.11	25.30	30.60	40.39	50.90	58.70	83.44
4.0	0.93	1.25	1.50	1.94	3.03	4.08	5.94	7.93	10.20	15.61	22.13	27.23	34.73	44.88	56.71	65.40	92.92
5.0	0.99	1.35	1.60	2.04	3.33	4.42	6.34	8.16	10.81	16.63	23.46	28.97	37.13	48.14	61.20	71.81	100.37
7.0	1.07	1.48	1.76	2.28	3.63	4.83	6.80	9.18	12.04	18.16	26.01	31.62	39.78	52.02	65.69	77.32	107.71
10.0	1.21	1.68	1.98	2.46	4.08	5.44	7.65	10.20	13.36	20.09	28.75	34.68	44.37	58.55	73.85	86.90	121.38
12.0	1.28	1.73	2.06	2.62	4.31	5.78	7.96	10.61	14.08	21.22	30.40	37.13	47.33	62.22	78.13	91.80	128.01
14.0	1.35	1.84	2.17	2.78	4.59	5.99	8.51	11.42	14.79	22.24	31.72	39.07	49.57	64.26	81.80	96.39	134.23
16.0	1.40	1.93	2.30	2.92	4.69	6.19	8.82	12.04	15.50	23.26	33.15	40.80	51.41	66.71	85.27	100.88	137.70
18.0	1.47	3.03	2.33	3.06	4.74	6.46	9.18	12.36	16.12	24.07	34.37	41.82	53.55	69.97	88.23	103.94	144.80
21.0	1.73	3.06	2.96	4.51	6.87	9.53	13.42	18.36	25.61	38.95	57.80	79.52	95.36	122.40	153.31	187.58	285.60
28.0	2.57	3.88	4.49	4.92	7.64	10.20	14.93	20.40	28.49	43.26	64.26	88.49	105.88	136.17	174.22	208.69	295.80
35.0	3.60	4.69	5.48	5.71	8.30	11.14	16.24	22.44	30.98	47.03	69.83	96.04	115.16	148.10	185.44	226.64	321.81
42.0	4.08	5.51	5.68	6.12	9.34	12.04	17.57	24.38	33.50	50.90	75.40	103.94	124.44	160.14	200.63	244.70	348.02

I dati di tabella vanno rapportati al tempo moltiplicandoli per il fattore $\frac{60}{n}$ dove n è il tempo per la messa a regime in minuti primi.

* La condensazione per dispersione termica (con efficienza media dell'isolamento) è già compresa, per tempi di messa a regime fino a 20' e temperatura ambiente di circa 10°C; per tempi superiori, come generalmente usati su grosse tubazioni e su reti di grande sviluppo, è prudente sommare questi valori, a quelli relativi alle dispersioni termiche di regime.

CONDENSAZIONE DI REGIME IN TUBAZIONI TRASPORTO VAPORE

kg/h di vapore saturo condensato per m 10 di tubazione isolata (con efficienza media).
In aria tranquilla 10°C.

Pressione relativa bar	DN 25 1"	DN 32 1.1/4"	DN 40 1.1/2"	DN 50 2"	DN 65 2.1/2"	DN 80 3"	DN 100 4"	DN 125 5"	DN 150 6"	DN 200 8"	DN 250 10"	DN 300 12"	DN 350 14"	DN 400 16"	DN 450 18"	DN 500 20"	DN 600 24"
0,1	0,51	0,61	0,71	0,81	0,91	1,22	1,53	1,63	2,14	2,75	3,37	4,08	4,89	5,71	6,32	7,34	7,85
0,5	0,61	0,71	0,81	0,96	1,12	1,42	1,73	1,83	2,55	3,26	3,98	4,89	5,30	6,69	7,14	8,06	8,67
1,0	0,71	0,81	0,96	1,12	1,32	1,63	2,04	2,55	2,85	3,72	4,59	5,61	6,22	7,14	7,65	8,77	10,00
1,5	0,84	0,91	1,02	1,22	1,53	1,83	2,24	2,85	3,16	4,08	5,10	6,22	7,24	7,75	8,67	9,89	12,90
2,0	0,91	1,02	1,12	1,32	1,63	1,93	2,44	3,16	3,46	4,49	5,51	6,73	7,96	8,98	9,69	10,71	13,36
3,0	0,96	1,12	1,32	1,53	1,83	2,24	2,85	3,87	4,08	5,10	6,33	7,65	9,59	10,51	10,81	12,04	14,28
4,0	1,02	1,22	1,42	1,73	2,04	2,55	3,16	4,59	4,48	5,71	7,04	8,47	10,20	11,73	12,65	14,08	16,93
5,0	1,22	1,32	1,63	1,93	2,24	2,65	3,46	4,79	4,99	6,22	7,65	9,18	11,22	13,36	13,87	15,81	19,48
7,0	1,32	1,53	1,83	2,14	2,55	3,16	3,97	5,40	5,71	7,24	8,87	10,51	12,64	14,48	15,81	17,65	21,22
10,0	1,53	1,83	2,04	2,55	3,06	3,67	4,69	5,61	6,73	8,47	10,51	12,75	13,97	16,62	17,85	19,79	23,46
12,0	1,73	2,04	2,34	2,75	3,36	3,97	5,10	6,12	7,34	9,28	11,73	13,87	15,91	18,36	19,69	22,24	26,62
14,0	1,83	2,24	2,55	3,06	3,57	4,28	5,50	6,63	7,99	9,99	12,75	14,99	16,52	19,69	20,40	23,26	29,27
16,0	1,93	2,34	2,75	3,26	3,87	4,59	5,91	7,44	8,46	11,02	13,46	16,22	17,54	20,71	22,34	24,58	29,38
18,0	2,14	2,55	2,85	3,46	4,18	4,89	6,22	8,16	8,97	12,04	13,97	16,83	19,07	21,93	23,66	26,52	32,03
21,0	2,34	3,06	3,36	3,67	4,59	5,61	6,93	8,67	10,20	13,36	16,12	19,07	21,01	23,87	25,81	29,27	34,99
28,0	2,55	3,67	4,28	4,48	5,30	6,32	8,16	9,99	11,93	14,99	18,67	22,44	24,58	28,05	30,70	34,17	40,80
35,0	3,67	4,08	4,89	5,1	6,22	7,34	9,28	11,52	13,77	17,14	21,22	25,50	28,05	32,33	35,09	39,17	46,21
42,0	4,08	4,89	5,20	5,71	6,93	8,16	10,20	12,75	15,30	20,19	24,17	28,76	31,62	36,31	39,47	43,86	52,33

NB: Per efficienza media si è considerata quella che riduce al 25% le perdite termiche rispetto alla tubazione nuda (generalmente gli isolamenti, dal più al meno efficaci, riducono le dispersioni dal 10 al 33%).

DILATAZIONE TERMICA DELLE TUBAZIONI IN mm/10 m

Temperatura °C	Pressione relativa del vapore saturo bar	Acciaio Acc. 2% Mo Acc. 4-6% Cr.	Acciaio 12% Cr.	Acciaio inoss. 18% Cr. 8% Ni	Rame	Alluminio	Monel
-50	-	-7,15	-7,20	-11,20	-10,59	-14,48	-8,71
-40	-	-6,08	-6,11	-9,49	-9,03	-12,46	-7,47
-30	-	-5,00	-5,01	-7,77	-7,42	-10,20	-6,14
-25	-	-4,46	-4,46	-6,90	-6,60	-9,07	-5,48
-20	-	-3,91	-3,91	-6,00	-5,80	-7,95	-4,82
-15	-	-3,36	-3,35	-5,18	-4,97	-6,82	-4,12
-10	-	-2,80	-2,80	-4,31	-4,14	-5,70	-3,43
-5	-	-2,25	-2,24	-3,45	-3,30	-4,58	-2,74
0	-	-1,69	-1,68	-2,59	-2,48	-3,46	-2,05
5	-	-1,13	-1,12	-1,73	-1,65	-2,30	-1,36
10	-	-0,57	-0,56	-0,86	-0,82	-1,15	-0,68
15	-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
20	-	0,57	0,56	0,86	0,82	1,15	0,68
30	-	1,71	1,70	2,59	2,58	3,41	2,07
40	-	2,87	2,83	4,31	4,33	5,66	3,45
50	-	4,03	3,98	6,04	6,03	7,97	4,86
60	-	5,21	5,13	7,76	7,72	10,29	6,27
70	-	6,40	6,28	9,49	9,45	12,61	7,78
80	-	7,59	7,44	11,20	11,18	14,94	9,29
90	-	8,80	8,61	12,90	12,94	17,30	10,69
100	0,00	10,00	9,78	14,70	14,70	19,70	12,10
120	1,00	12,50	12,10	18,10	18,10	24,60	15,00
140	2,60	15,00	14,50	21,60	21,70	29,70	18,00
160	5,17	17,50	16,90	25,00	25,30	34,90	21,00
180	9,00	20,10	19,40	28,40	28,90	40,00	24,10
200	14,55	22,80	21,80	31,90	32,60	45,30	27,40
220	22,16	25,40	24,30	35,30	36,20	50,50	30,50
240	32,43	28,20	26,80	38,80	39,90	55,90	33,90
260	45,95	30,90	29,30	42,20	43,70	61,10	37,00
280	63,21	33,70	31,90	45,70	47,50	66,60	40,50
300	84,96	36,60	34,50	49,40	51,30	72,40	44,00
320	112,01	39,40	37,10	52,60	55,10	-	47,50
340	145,13	42,40	39,70	56,00	59,00	-	51,10
360	186,01	45,30	42,30	59,40	62,80	-	54,30
380	-	48,30	45,00	62,90	66,60	-	58,80
400	-	51,40	47,70	66,30	71,60	-	61,60
420	-	54,50	50,40	69,80	74,70	-	65,20
440	-	57,60	53,10	73,20	78,60	-	69,10
460	-	60,80	55,90	76,60	82,90	-	72,70
480	-	64,00	58,70	80,10	87,00	-	76,50
500	-	67,30	61,50	83,50	91,30	-	80,70

LUNGHEZZE EQUIVALENTI (metri)

DIAMETRO NOMINALE	GOMITO 90°	CURVA 90°	ALLARG. 	STROZZ. 	DERIVAZ. 	DERIVAZ. 	DERIVAZ. 	RACCORDO 
10 (3/8")	0,8	0,5	0,4	0,3	0,6	0,4	0,2	1,2
15 (1/2")	1,0	0,6	0,6	0,4	0,9	0,6	0,3	1,8
20 (3/4")	1,3	0,7	0,8	0,5	1,2	0,8	0,4	2,4
25 (1")	1,4	0,8	1,0	0,7	1,5	1,0	0,5	3,0
32 (1.1/4")	1,7	0,9	1,6	1,0	2,4	1,6	0,8	4,8
40 (1.1/2")	2,0	1,0	2,0	1,3	3,0	2,0	1,0	6,0
50 (51/57)	2,2	1,2	2,5	1,6	3,8	2,5	1,2	7,6
– (64/70)	2,6	1,5	2,8	1,8	4,2	2,8	1,4	8,4
65 (70/76)	3,0	1,7	3,3	2,2	5,0	3,3	1,6	10
80 (82/89)	3,7	2,0	4,2	2,8	6,3	4,2	2,1	13
100 (100/108)	4,5	2,5	5,0	3,3	7,5	5,0	2,5	15
125 (125/133)	6,5	3,5	7,0	4,7	10	7,0	3,5	20
150 (150/159)	9,0	5,0	10	6,7	15	10	5,0	30
200 (204/216)	11	6,0	12	8,0	18	12	6,0	36
250 (257/267)	15	8,0	16	10	24	16	8,0	48

DIAMETRO NOMINALE	CALDAIA RADIATORE	SARACINESCA	VALVOLA A GLOBO	DETTENTORE DIRITTO	DETTENTORE SQUADRA	VALVOLA REG. DIRITTA	VALVOLA REG. SQUADRA	SEPARATORE ARIA
10 (3/8")	1,0	0,5	6,0	0,6	1,6	3,0	2,0	–
15 (1/2")	1,3	0,5	6,5	0,8	2,0	3,3	2,0	–
20 (3/4")	2,0	0,5	8,0	1,0	2,2	5,0	2,0	–
25 (1")	2,5	0,5	10	1,2	2,5	6,0	2,0	4,0
32 (1.1/4")	4,0	0,6	12	2,0	3,3	7,5	3,3	4,5
40 (1.1/2")	5,0	0,6	14	2,4	4,0	10	4,0	5,0
50 (51/57)	6,0	0,8	16	–	–	–	–	5,5
– (64/70)	8,0	1,0	18	–	–	–	–	–
65 (70/76)	9,0	1,0	20	–	–	–	–	8,0
80 (82/89)	10	1,2	25	–	–	–	–	9,5
100 (100/108)	12	1,5	30	–	–	–	–	15
125 (125/133)	16	2,0	42	–	–	–	–	–
150 (150/159)	20	3,0	60	–	–	–	–	22
200 (204/216)	30	4,0	75	–	–	–	–	31
250 (257/267)	40	5,0	100	–	–	–	–	41

PERDITE DI CARICO TUBI ACCIAIO (Acqua 80°C)

DIAMETRO NOMINALE	DIAMETRO INTERNO (mm)	PORTATA DI ACQUA (kg/h) VELOCITÀ ACQUA (m/sec)															
		10(3/8")	15(1/2")	20(3/4")	25(1")	32(1.1/4")	40(1.1/2")	50	60	70	80	90	100	125	150	200	250
3.0	55.0	108	244	469	988	1460	2660	3070	4720	6020	9320	13400	15800	28000	45500	102000	181000
	0.13	0.16	0.20	0.24	0.28	0.30	0.36	0.37	0.42	0.44	0.50	0.53	0.55	0.65	0.75	0.90	1.0
3.3	55.8	114	261	495	1050	1540	2810	3230	4960	6320	9770	14100	16600	29500	47600	107000	190000
	0.14	0.17	0.22	0.24	0.30	0.34	0.38	0.39	0.44	0.46	0.50	0.56	0.60	0.70	0.75	0.95	1.1
3.6	60.8	120	273	519	1100	1620	2940	3390	5200	6610	10300	14800	17400	31000	49800	112000	199000
	0.15	0.18	0.22	0.26	0.32	0.34	0.40	0.41	0.46	0.50	0.55	0.59	0.65	0.70	0.80	1.0	1.1
4.0	64.5	127	289	545	1160	1710	3110	3580	5520	7000	10800	15600	18400	32800	52600	118000	210000
	0.16	0.19	0.24	0.28	0.34	0.36	0.42	0.43	0.50	0.50	0.60	0.62	0.65	0.75	0.85	1.0	1.2
4.5	68.8	136	309	583	1240	1820	3300	3810	5870	7440	11500	16600	19500	34900	55700	125000	223000
	0.17	0.20	0.24	0.30	0.36	0.40	0.46	0.46	0.50	0.55	0.60	0.66	0.70	0.80	0.90	1.1	1.3
5.0	73.1	144	325	615	1310	1930	3490	4020	6210	7870	12200	17500	20600	36800	59000	135000	235000
	0.18	0.22	0.26	0.30	0.38	0.42	0.48	0.49	0.55	0.60	0.65	0.70	0.75	0.85	0.95	1.2	1.3
5.5	77.6	151	344	645	1380	2040	3650	4220	6520	8310	12900	18450	21700	38600	61900	139000	247000
	0.19	0.22	0.28	0.32	0.40	0.44	0.50	0.51	0.60	0.60	0.70	0.74	0.80	0.90	1.0	1.2	1.4
6.0	81.3	159	360	679	1450	2140	3830	4430	6820	8690	13500	19300	22700	40300	65000	146000	259000
	0.20	0.24	0.30	0.34	0.42	0.46	0.55	0.54	0.60	0.65	0.70	0.77	0.80	0.95	1.1	1.3	1.5
6.5	84.6	167	376	707	1510	2240	3990	4610	7120	9070	14100	20150	23700	41900	67800	151000	270000
	0.20	0.24	0.30	0.36	0.44	0.48	0.55	0.55	0.65	0.65	0.75	0.80	0.85	1.0	1.1	1.3	1.5
7.0	87.9	173	391	738	1580	2320	4150	4800	7410	9440	14600	20950	24700	43500	70600	158000	281000
	0.22	0.26	0.32	0.36	0.44	0.50	0.55	0.58	0.65	0.70	0.80	0.84	0.90	1.0	1.1	1.4	1.6
7.5	91.6	180	406	766	1630	2410	4320	5000	7680	9810	15200	21700	25500	45100	73300	164000	292000
	0.22	0.26	0.32	0.38	0.46	0.50	0.60	0.60	0.70	0.75	0.80	0.87	0.90	1.1	1.2	1.4	1.6
8.0	94.9	186	419	798	1690	2490	4470	5160	7950	10100	15700	22450	26400	46700	75800	169000	301000
	0.24	0.28	0.34	0.40	0.48	0.55	0.60	0.62	0.70	0.75	0.85	0.90	0.95	1.1	1.2	1.5	1.7
9.0	101	199	447	850	1800	2650	4770	5500	8460	10800	16800	23850	28100	49600	80400	180000	318000
	0.24	0.30	0.36	0.42	0.50	0.55	0.65	0.67	0.75	0.80	0.90	0.95	1.0	1.2	1.3	1.6	1.8
10	107	211	474	900	1900	2800	5050	5820	8940	11400	17600	25250	29700	52400	84800	190000	336000
	0.26	0.32	0.38	0.44	0.55	0.60	0.70	0.71	0.80	0.85	0.95	1.0	1.1	1.2	1.4	1.7	1.9
11	113	222	500	946	2000	2940	5310	6120	9400	11900	18500	26500	31200	55100	89000	199000	354000
	0.28	0.32	0.40	0.48	0.55	0.65	0.75	0.74	0.85	0.90	1.0	1.0	1.1	1.3	1.4	1.7	2.0
12	118	233	524	992	2090	3080	5550	6400	9830	12500	19300	27750	32700	57600	93400	209000	371000
	0.28	0.34	0.42	0.50	0.60	0.65	0.75	0.77	0.85	0.95	1.0	1.1	1.2	1.3	1.5	1.8	2.0
14	128	252	570	1070	2270	3340	6020	6950	10700	13500	20900	30100	35400	62500	101000	225000	401000
	0.32	0.38	0.46	0.55	0.65	0.70	0.85	0.84	0.95	1.0	1.1	1.2	1.3	1.5	1.6	2.0	2.2

16	137 0,34	271 0,40	611 0,50	1150 0,60	2430 0,70	3580 0,75	6450 0,90	7460 0,90	11500 1,0	14500 1,1	22400 1,2	32250 1,3	37900 1,4	67000 1,6	108000 1,8	241000 2,2	429000 2,4
18	146 0,36	289 0,42	648 0,50	1220 0,60	2600 0,75	3810 0,80	6850 0,95	7920 0,96	12200 1,1	15400 1,1	23800 1,3	34200 1,4	40200 1,4	71100 1,7	115000 1,9	256000 2,2	455000 2,6
20	155 0,38	307 0,46	687 0,55	1290 0,65	2750 0,80	4020 0,85	7240 1,0	8360 1,0	12900 1,1	16300 1,2	25100 1,3	36100 1,4	42400 1,5	74900 1,7	121000 2,0	271000 2,4	487000 2,8
22	163 0,40	322 0,48	723 0,60	1360 0,70	2890 0,80	4260 0,90	7640 1,0	8820 1,1	13500 1,2	17100 1,3	26500 1,4	37950 1,5	44600 1,6	78700 1,8	127000 2,0	284000 2,4	507000 2,8
24	171 0,42	337 0,50	757 0,60	1430 0,70	3030 0,85	4420 0,95	7970 1,1	9185 1,1	14200 1,3	17900 1,3	27700 1,5	39700 1,6	46600 1,7	82300 1,9	133000 2,2	296000 2,6	532000 3,0
26	179 0,44	352 0,50	790 0,65	1490 0,75	3160 0,90	4610 1,0	8310 1,1	9605 1,2	14700 1,3	18700 1,4	28800 1,5	41400 1,6	48600 1,7	85700 2,0	139000 2,2	309000 2,8	
28	186 0,46	367 0,55	822 0,65	1550 0,80	3290 0,95	4800 1,0	8640 1,2	9970 1,2	15300 1,4	19400 1,4	29900 1,6	42950 1,7	50400 1,8	89100 2,0	144000 2,4	322000 2,8	
30	193 0,46	381 0,55	852 0,70	1610 0,80	3410 1,0	4970 1,1	8970 1,2	10335 1,2	15900 1,4	20100 1,5	31000 1,7	44500 1,8	52200 1,9	92300 2,2	150000 2,4	334000 3,0	
35	214 0,50	421 0,60	933 0,75	1770 0,90	3750 1,1	5480 1,2	9860 1,4	11380 1,4	17400 1,5	22100 1,6	34000 1,8	48800 1,9	57300 2,0	101000 2,4	164000 2,6		
40	226 0,55	447 0,65	989 0,80	1870 0,95	3960 1,1	5790 1,2	10400 1,4	12000 1,4	18400 1,6	23300 1,7	35900 1,9	51550 2,0	60500 2,2	107000 2,4	173000 2,8		
45	240 0,60	475 0,70	1050 0,85	1990 1,0	4210 1,2	6140 1,3	11100 1,5	12750 1,5	19600 1,7	24600 1,8	38000 2,0	54750 2,2	64300 2,4	114000 2,6	184000 3,0		
50	254 0,60	502 0,75	1110 0,90	2100 1,0	4450 1,3	6470 1,4	11700 1,6	13450 1,6	20600 1,8	26200 1,9	40200 2,2	57900 2,3	67800 2,4	120000 2,8			
55	267 0,65	527 0,75	1170 0,95	2210 1,1	4680 1,3	6810 1,5	12300 1,7	14150 1,7	21700 1,9	27600 2,0	42200 2,2	60650 2,4	71200 2,6	126000 3,0			
60	280 0,70	552 0,80	1230 0,90	2310 1,2	4900 1,4	7120 1,5	12800 1,8	14750 1,8	22700 2,0	28900 2,2	44200 2,4	63450 2,5	74500 2,6	132000 3,0			
65	292 0,70	574 0,85	1280 1,0	2420 1,2	5100 1,5	7430 1,6	13400 1,8	15400 1,8	23600 2,2	30000 2,2	46100 2,4	66150 2,6	77600 2,8				
70	304 0,75	597 0,90	1330 1,1	2500 1,3	5300 1,5	7710 1,6	13900 1,9	16000 1,9	24500 2,2	31100 2,4	47900 2,6	68700 2,7	80600 3,0				
75	315 0,75	619 0,90	1380 1,1	2590 1,3	5490 1,6	7990 1,7	14400 2,0	16550 2,0	25400 2,2	32200 2,4	49600 2,6	71050 2,8	83300 3,0				
80	326 0,80	640 0,95	1430 1,2	2680 1,3	5670 1,6	8260 1,8	14900 2,0	17150 2,1	26300 2,2	33300 2,4	51400 2,8	74000 2,9					
90	347 0,85	682 1,0	1520 1,2	2860 1,4	6020 1,7	8780 1,9	15800 2,2	18200 2,2	27900 2,4	35400 2,6	54600 3,0	78600 3,1					
100	366 0,90	722 1,1	1600 1,3	3020 1,5	6350 1,8	9260 2,0	16700 2,2	19200 2,3	29500 2,6	37400 2,8	57500 3,0						

spira/sarco

spira/sarco

spira/sarco

Organizzazione di vendita in Italia

Area Nord / Ovest			
Lombardia	Brescia e Mantova	Tel. 030 3366139 - 336 328254 - Fax 030 3367062 fluidotermica@virgilio.it	Agenzia Fluidotermica di Colombi A. & C. s.a.s. Via Tagliamento, 31/A 25123 Brescia
	Bergamo, Como, Cremona, Lecco, Lodi, Milano, Monza e Brianza, Pavia, Sondrio e Varese	Tel. 0362 4917283 - Fax 0362 4917306 nucleo.milano@it.spiraxsarco.com	
Valle d'Aosta	Aosta	Tel. 0362 4917550 - Fax 011 2475774 nucleo.torino@it.spiraxsarco.com	Ufficio vendite Spirax-Sarco s.r.l. Via per Cinisello, 18 20834 Nova Milanese (MB)
	Asti, Biella, Cuneo, Torino e Vercelli	Tel. 0362 4917283 - Fax 0362 4917306 nucleo.milano@it.spiraxsarco.com	
Piemonte	Novara e Verbanò-Cusio-Ossola	Tel. 335 6413698 fulvio.trucco@it.spiraxsarco.com	Agenzia Fulvio Trucco Viale Europa, 207 16015 Casella (GE)
	Alessandria	Tel. 0182 543387 - 337 261891 - Fax 0182 593130 agspirax@tin.it	Agenzia Geom. P. Aldo Bernardi Via Nino Bixio, 18/7 17031 Albenga (SV)
Liguria	Genova e La Spezia		
	Imperia e Savona		



Area Nord / Est			
Veneto Trentino Alto Adige Friuli Venezia Giulia	Tutte le provincie	Tel. 049 760022 r.a. Fax 049 760038 nucleo.padova@it.spiraxsarco.com	Ufficio vendite Spirax-Sarco s.r.l. Via Uruguay, 53 35127 Padova
Settore Navale	Tutto il territorio nazionale	Tel. 040 421166 Fax 040 418700 nucleo.trieste@it.spiraxsarco.com	Ufficio vendite Spirax-Sarco s.r.l. Via Udine, 15 34132 Trieste

Area Centro / Nord			
Emilia Romagna	Bologna, Ferrara, Forlì-Cesena, Modena, Parma, Ravenna, Reggio Emilia e Rimini	Tel. 051 435167 r.a. Fax 051 6142083 nucleo.bologna@it.spiraxsarco.com	Ufficio vendite Spirax-Sarco s.r.l. Via Parini, 1 40033 Casalecchio di Reno (BO)
	Piacenza	Tel. 0362 4917283 Fax 0362 4917306 nucleo.milano@it.spiraxsarco.com	Ufficio vendite Spirax-Sarco s.r.l. Via per Cinisello, 18 20834 Nova Milanese (MB)
Toscana	Lucca	Tel. 055 8964446 - 340 5839590 Fax 055 8964446 s.fratini@alice.it	Agenzia Fratini Sandro Via Pistoiese, 147 50058 Signa (FI)
	Arezzo, Firenze, Grosseto, Livorno, Massa - Carrara, Pisa, Pistoia, Prato e Siena	Tel. 051 435167 r.a. Fax 051 6142083 nucleo.bologna@it.spiraxsarco.com	Ufficio vendite Spirax-Sarco s.r.l. Via Parini, 1 40033 Casalecchio di Reno (BO)
Umbria	Perugia		
Marche	Ancona e Pesaro - Urbino		

Area Centro / Sud			
Umbria	Terni	Tel. 06 79811502 r.a. Fax 06 79811501 nucleo.roma@it.spiraxsarco.com	Ufficio vendite Spirax-Sarco s.r.l. c/o Centro Direzionale 'La Piramide' Via di Grotte Portella, 6/8 00044 Frascati (ROMA)
Marche	Ascoli Piceno, Fermo e Macerata	Tel. 085 74095 - 348 4081015 Fax 085 77977 info@mannucciagente.it	Agenzia Mannucci Agente s.n.c. Via Raffaello, 118 65124 Pescara
Lazio	Tutte le provincie	Tel. 06 79811502 r.a. Fax 06 79811501 nucleo.roma@it.spiraxsarco.com	Ufficio vendite Spirax-Sarco s.r.l. c/o Centro Direzionale 'La Piramide' Via di Grotte Portella, 6/8 00044 Frascati (ROMA)
Abruzzo Molise		Tel. 085 74095 - 348 4081015 Fax 085 77977 info@mannucciagente.it	Agenzia Mannucci Agente s.n.c. Via Raffaello, 118 65124 Pescara
Campania		Tel. 081 7528020 - 349 7533085 Fax 081 7524885 info@fontanellisrl.it	Agenzia Fontanelli s.r.l. Via Ferrante Imperato, 269/C 80146 Napoli
	Puglia	Tel. 080 5303811 - 335 8274449 Fax 080 5303811 info@ccq.it	Agenzia Carlo Quaranta Via De Ferraris, 53/A 70124 Bari
Basilicata	Matera	Tel. 081 7528020 - 349 7533085 Fax 081 7524885 info@fontanellisrl.it	Agenzia Fontanelli s.r.l. Via Ferrante Imperato, 269/C 80146 Napoli
Calabria	Tutte le provincie	Tel. 090 29272251 - 349 6743155 Fax 090 2922373 g.dimauro@euroalfa.it	Agenzia Euroalfa di G. Di Mauro Via Rodano, 26 98124 Messina
	Sicilia	Catania, Enna, Ragusa e Siracusa	Tel. 095 7212453 - 348 3209146 Fax 095 88801138 fabio bartolo@cl.it
Sardegna	Tutte le provincie	Tel. 070 825661 - 333 2524996 Fax 070 825661 faifafa@tiscali.it	Agenzia Alvaui Giommaria Via Portogallo, 11 09045 Quartu S. Elena (CA)

Via per Cinisello, 18 - 20834 Nova Milanese (MB) - Tel.: 0362 49 17.1 - Fax 0362 49 17 307/8

Sito Internet: www.spiraxsarco.com/it - E-mail: marketing@it.spiraxsarco.com

spirax
sarco



spirax sarco

Spirax-Sarco S.r.l.
Via per Cinisello, 18 - 20834 Nova Milanese (MB)
Tel.: 0362 49 17.1
Fax: 0362 49 17 307
www.spiraxsarco.com/it

IT-TAB

© Copyright 2013
Spirax Sarco è un marchio registrato di Spirax-Sarco Limited