



**UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI CAGLIARI
FACOLTA' DI INGEGNERIA**

**ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE
ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE DI INGEGNERE**

ANNO 2016 – I SESSIONE

I PROVA SCRITTA - INGEGNERIA INDUSTRIALE – Sez. A

Il candidato, tenuto conto che l'acqua, nelle sue diverse forme, ha molteplici impieghi in impianti industriali e residenziali, sia come fluido di processo sia come fluido di servizio, illustri e discuta gli aspetti principali relativi a un'applicazione specifica.



**UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI CAGLIARI
FACOLTA' DI INGEGNERIA**

**ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE
ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE DI INGEGNERE**

ANNO 2016 – I SESSIONE

II PROVA SCRITTA - INGEGNERIA CHIMICA – Sez. A

Il candidato illustri e discuta le diverse tipologie di apparecchiatura di scambio termico impiegate nell'industria di processo.



**UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI CAGLIARI
FACOLTA' DI INGEGNERIA E ARCHITETTURA**

**ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE
ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE DI INGEGNERE
ANNO 2016 - I SESSIONE**

II PROVA SCRITTA – INGEGNERIA ELETTRICA/ENERGETICA - SEZ. A

Il candidato, con riferimento al diagramma di carico della richiesta di potenza sulla rete di trasmissione nazionale nell'arco delle 24 ore, descriva i principali sistemi di produzione dell'energia elettrica atti a coprire il carico di base e di punta, considerando l'utilizzo di sistemi energetici a fonte rinnovabile non programmabile e sistemi di accumulo.



**UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI CAGLIARI
FACOLTA' DI INGEGNERIA**

**ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE
ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE DI INGEGNERE**

ANNO 2016 – I SESSIONE

II PROVA SCRITTA - INGEGNERIA MECCANICA – Sez. A

Il Candidato illustri i criteri di dimensionamento e verifica delle ruote dentate a denti elicoidali.



**UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI CAGLIARI
FACOLTÀ DI INGEGNERIA E ARCHITETTURA**

**ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE
ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE DI INGEGNERE
ANNO 2016 - I SESSIONE**

III PROVA SCRITTA – INGEGNERIA ENERGETICA - SEZ. A

Una sala riunioni della Fiera di Cagliari, larga 10,0 m, profonda 20,0 m, e alta 4,0 m, contiene 200 posti a sedere compresi i conferenzieri.

La sala, posata a terra tramite un vespaio, è completamente circondata da altri ambienti condizionati in modo indipendente.

Il Candidato deve:

- a) Valutare il carico termico della sala, in inverno e in estate, ipotizzando le informazioni non fornite espressamente;
- b) Progettare l'impianto di condizionamento a tutt'aria costituito da:
 - ↳ Pompa di calore aria-acqua reversibile;
 - ↳ UTA con recupero;
 - ↳ Rete di canali che alimenta i diffusori interni;
 - ↳ Distribuzione idrica che alimenta le batterie di scambio termico dell'UTA completa di tutti gli accessori di esercizio, controllo, e sicurezza prescritti dalla Raccolta R ISPEL;
- c) Definire i trattamenti psicrometrici da applicare all'aria nell'UTA.

Dati di calcolo:

- ↳ Contributo fornito dalle persone:
 - ⇒ Estate:
 - ✓ Sensibile: 65,0 W
 - ✓ Latente: 50,0 W
 - ✓ Vapore acqueo: 72,2 g/h
 - ⇒ Inverno:
 - ✓ Sensibile: 80,0 W
 - ✓ Latente: 35,0 W
 - ✓ Vapore acqueo: 43,3 g/h



ASHRAE PSYCHROMETRIC CHART NO. 1

NORMAL TEMPERATURE
BAROMETRIC PRESSURE 101.325 kPa

Copyright 1992

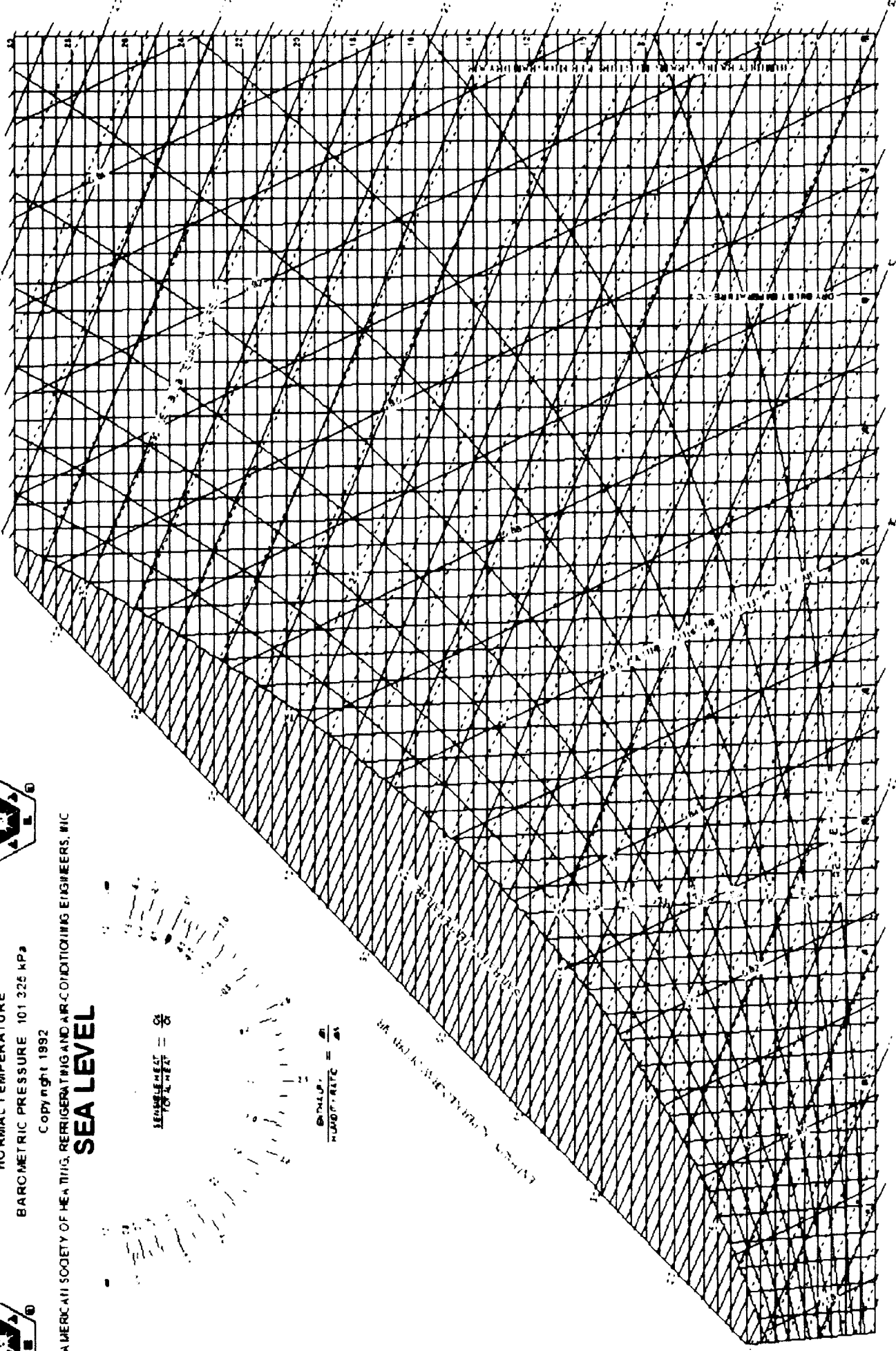
A MERICAN SOCIETY OF HEATING, REFRIGERATING AND AIR-CONDITIONING ENGINEERS, INC.

SEA LEVEL

$$\text{Sensible Heat} = \frac{Q_s}{T_s - T_r}$$

$$\text{Latent Heat} = \frac{Q_l}{h_{fg}}$$

WET-BULB TEMPERATURE





ASHRAE PSYCHROMETRIC CHART NO. 1



NORMAL TEMPERATURE
BAROMETRIC PRESSURE 101.325 kPa

Copyright 1992

A MERICAN SOCIETY OF HEATING, REFRIGERATING AND AIR-CONDITIONING ENGINEERS, INC.

SEA LEVEL

$$\frac{\text{SENSIBLE HEAT}}{\text{TOTAL HEAT}} = \frac{Q_s}{Q_t}$$

$$\frac{\text{SENSIBLE HEAT}}{\text{HUMID RATIO}} = \frac{Q_s}{W}$$

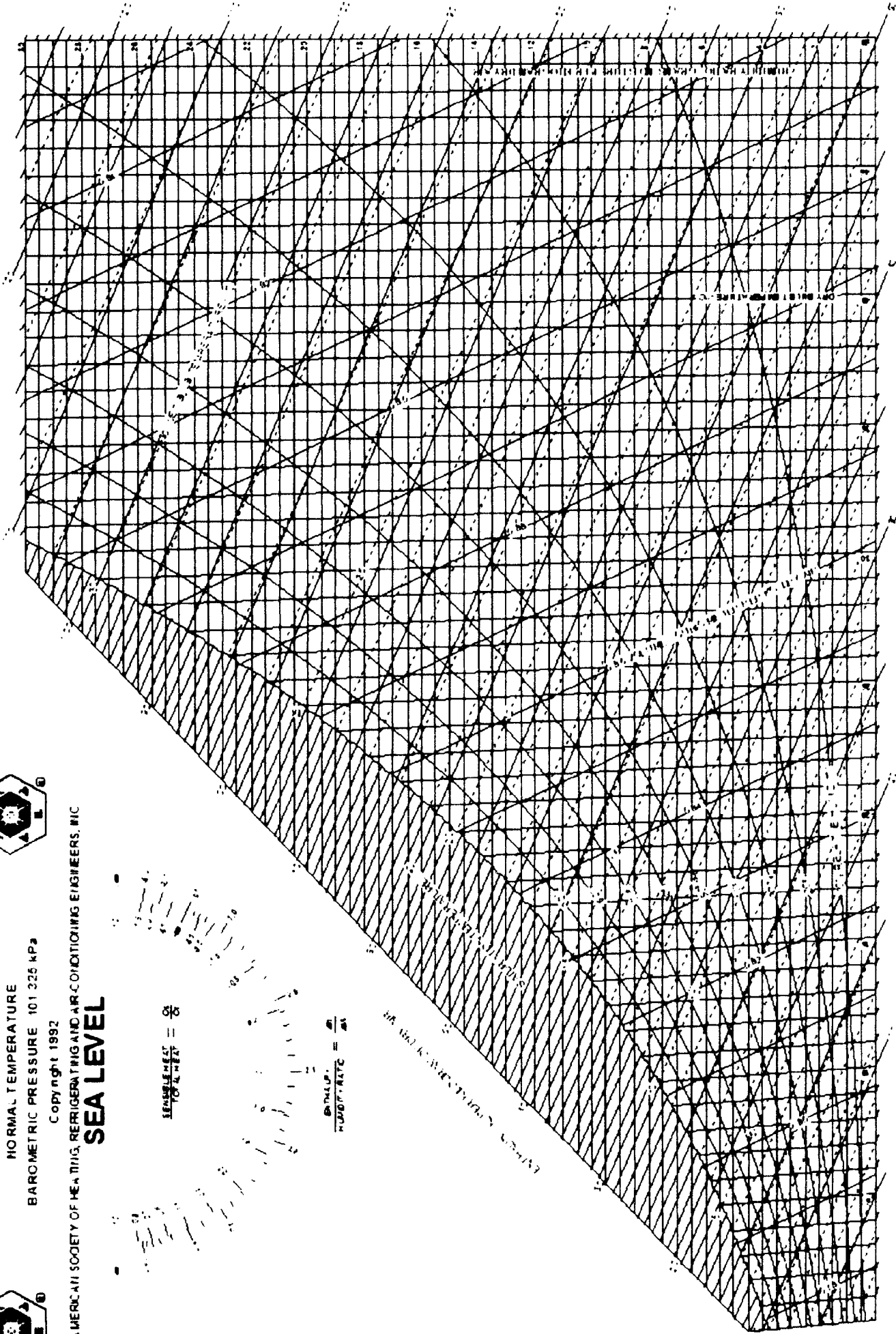


Diagramma di calcolo delle canalizzazioni
Perdita di carico in mmH₂O

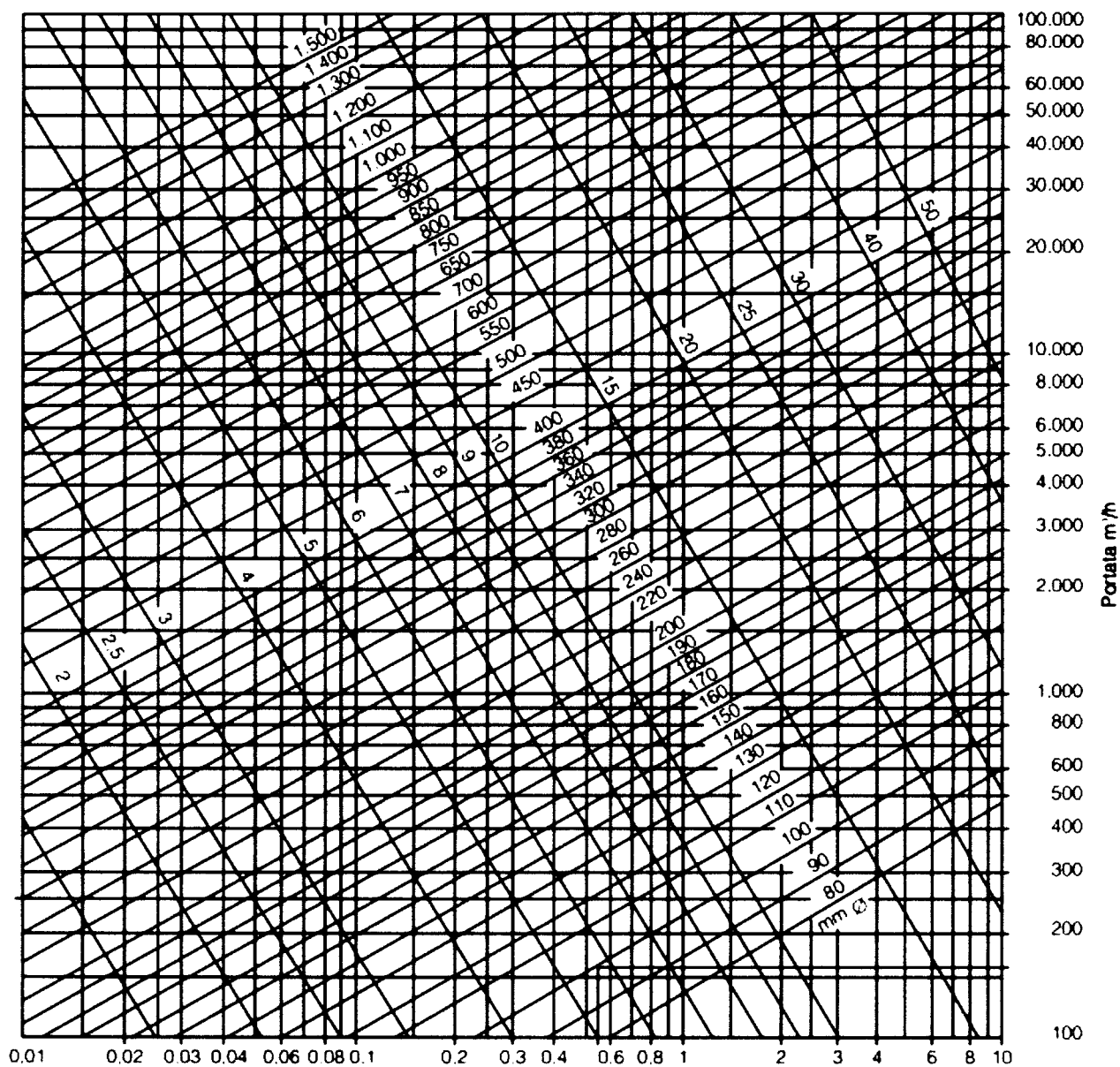


Diagramma di calcolo delle tubazioni

Perdite di carico continue TUBI IN ACCIAIO (mm) - Temperatura acqua = 10 °C

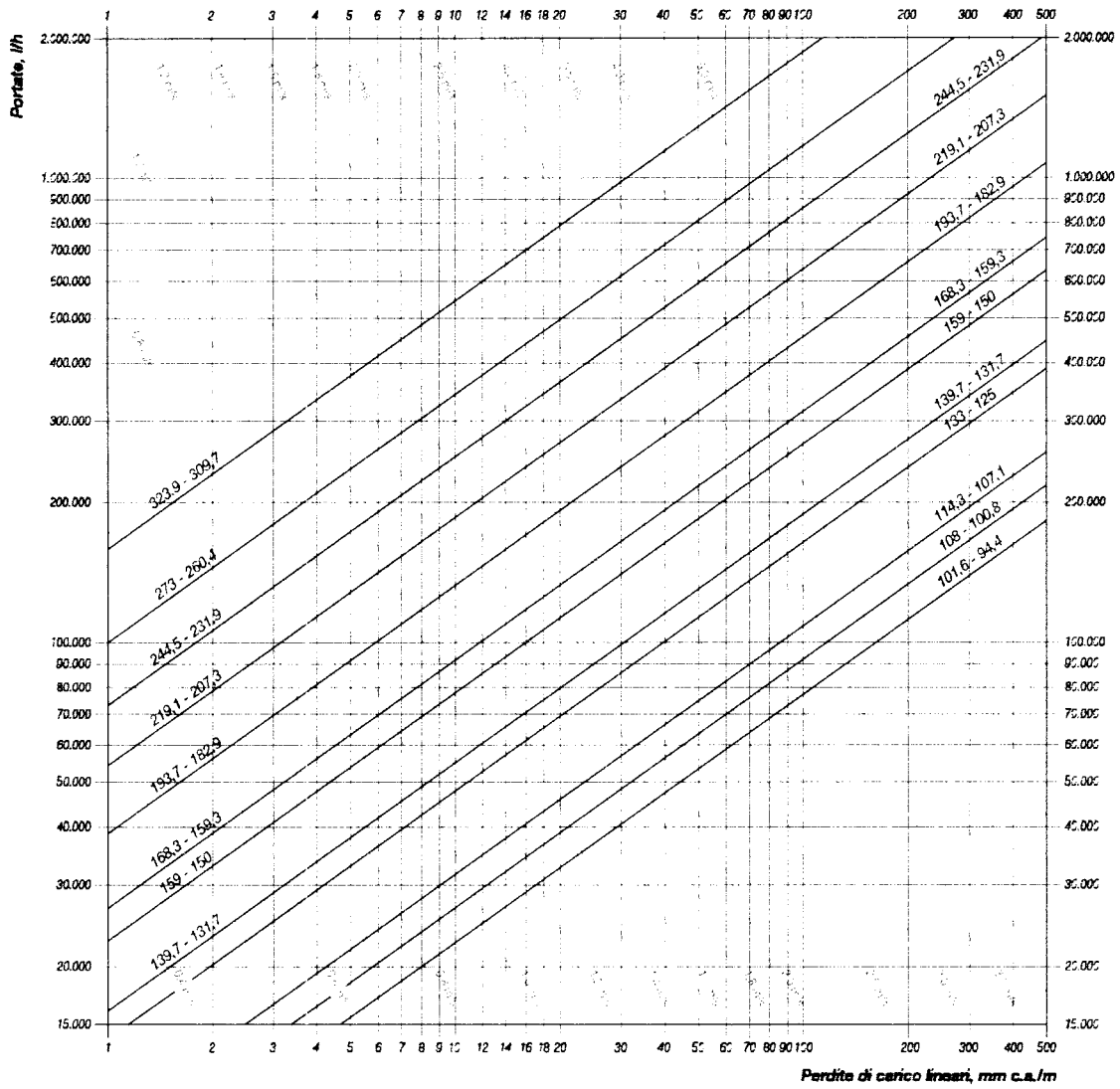
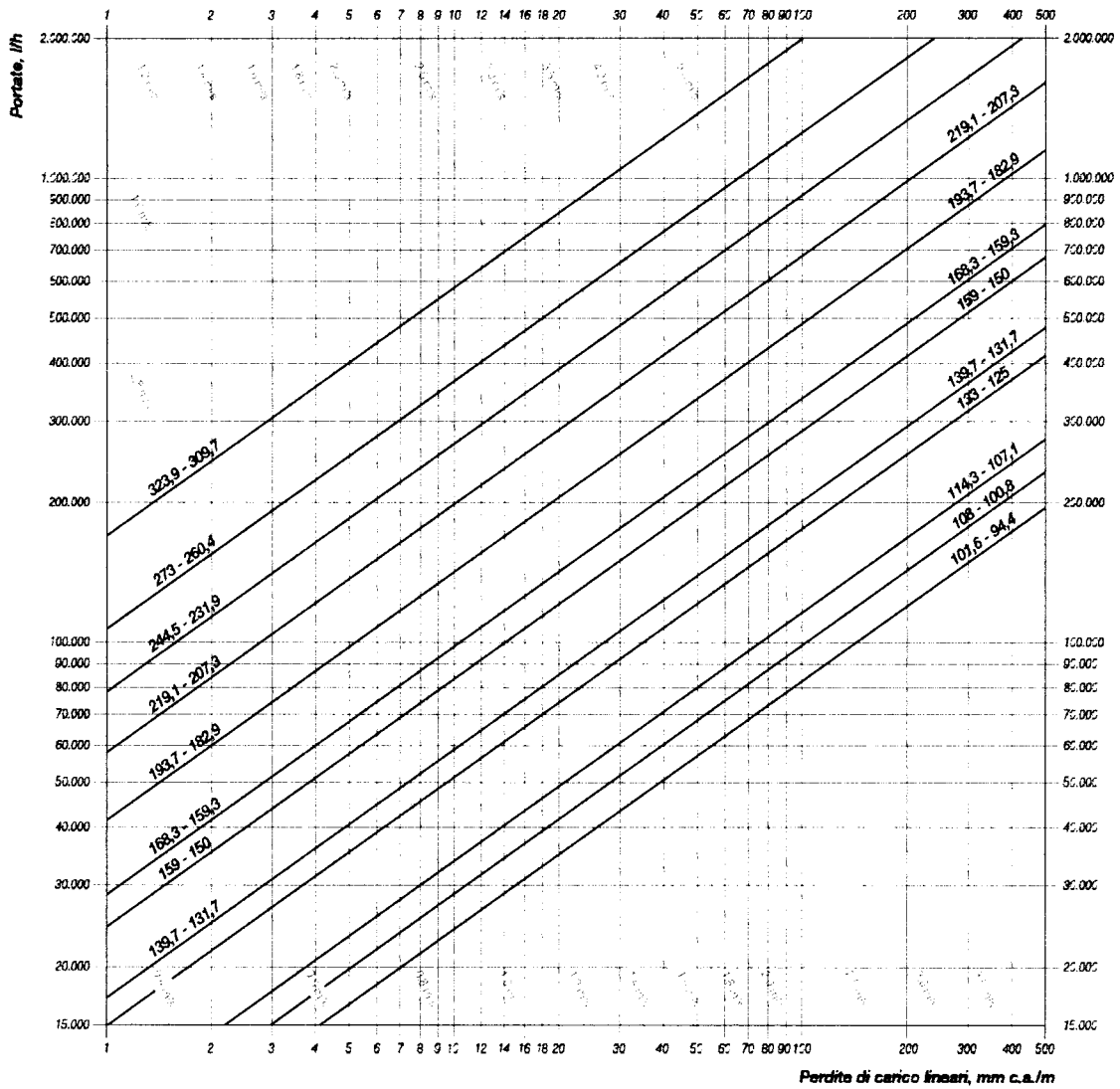


Diagramma di calcolo delle tubazioni

Perdite di carico continue TUBI IN ACCIAIO (mm) - Temperatura acqua = 50°C



Caratteristiche idrauliche: Il coefficiente volumico di portata Kv

Le caratteristiche idrauliche (Portata-Perdite di carico) di ogni valvola sono definite dal "Coefficiente volumico di portata" Kv che esprime la portata di flusso in m³/h che attraversa la valvola generando una caduta di pressione tra monte e valle pari a 1 bar (100 kPa). Il coefficiente in completa apertura della valvola viene denominato Kvs.

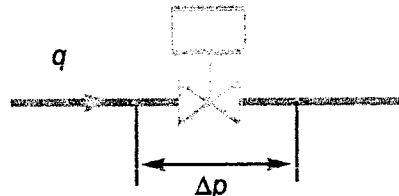
Questo coefficiente, proprio di ogni prodotto, viene rilevato con accurate prove di laboratorio e verificato poi nelle serie prodotte, in modo da garantire l'effettivo valore su ogni esemplare, con le normali tolleranze.

La relazione che lega la portata, perdita di carico e Kv è indicata a lato. L'uso opportuno della formula permette, noti due elementi, di calcolare quello mancante.

In alternativa si può utilizzare il grafico riportato in calce.

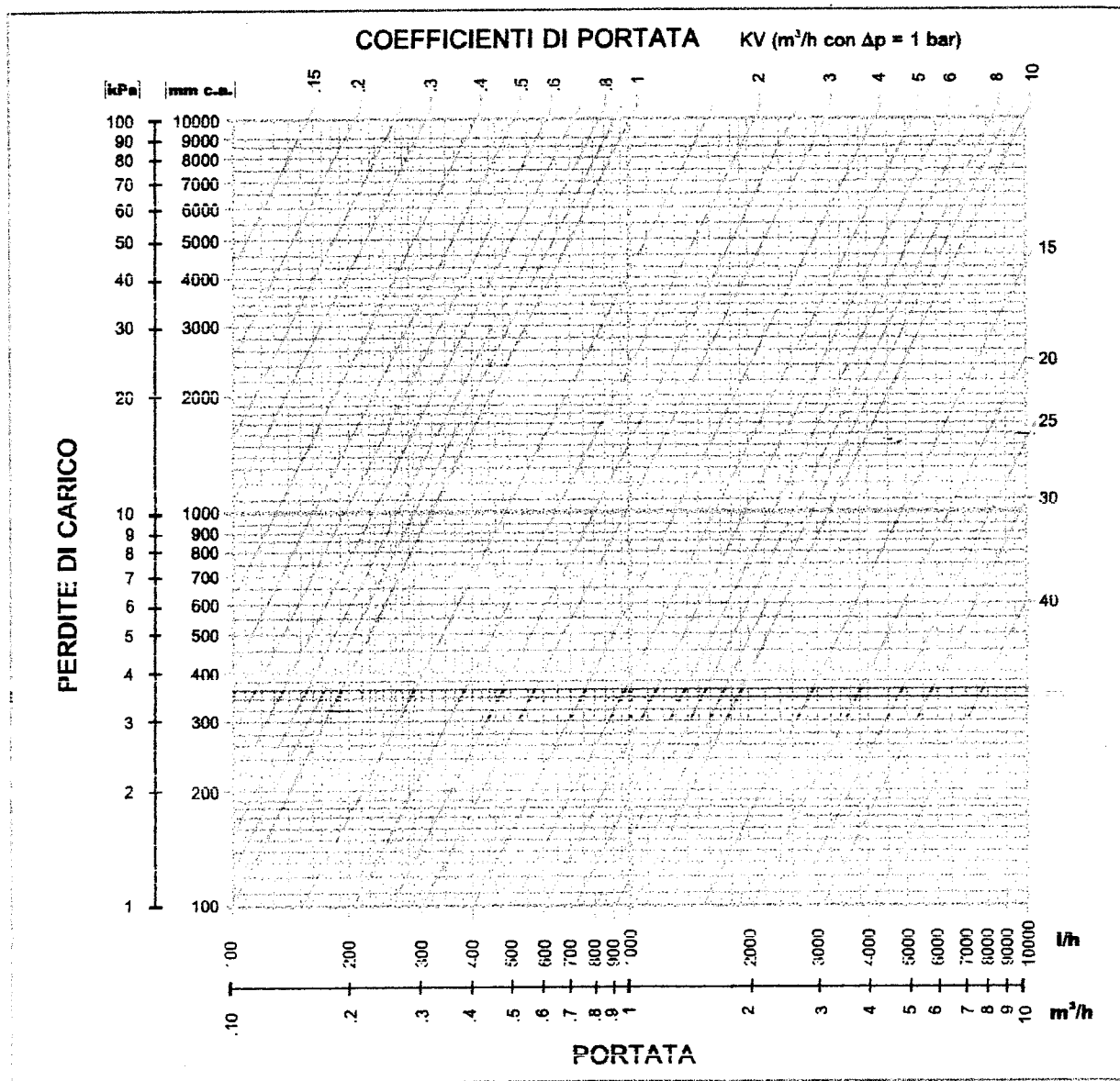
Relazione principale
ed unità di misura

$$Kv = \frac{q}{\sqrt{\Delta p}} \left[\frac{m^3}{bar} \right]$$

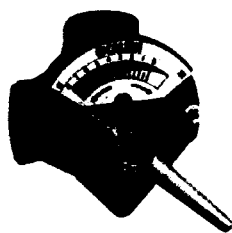



Relazioni derivate

$$\Delta p = \left(\frac{q}{Kv} \right)^2 \quad q = Kv \sqrt{\Delta p}$$




VALVOLE MISCELATRICI



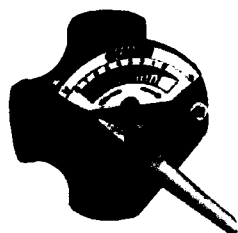
610 .  depl. 01169
Valvola miscelatrice tre vie,
filettata, a farfalla.
Pmax di esercizio: 6 bar.
Campo di temperatura: 2÷110°C.
Serie pesante.




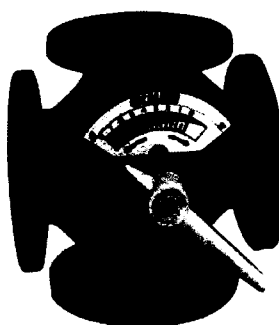
610 .  depl. 01169
Valvola miscelatrice tre vie,
flangiata, a farfalla,
Corpo PN 6.
Attacchi flangiati.
Accoppiamento con controflangia
EN 1092-1.
Pmax di esercizio: 6 bar.
Campo di temperatura: 2÷110°C.
Serie pesante.


Codice		Kv (m³/h)	Conf.	Imballo
610005	3/4"	7,5	1	-
610006	1"	11,9	1	-
610007	1 1/4"	16,8	1	-
610008	1 1/2"	30	1	-
610009	2"	45	1	-
610020	2 1/2"	72	1	-

Codice		Kv (m³/h)	Conf.	Imballo
610050	DN 50 (2")	45	1	-
610060	DN 65 (2 1/2")	72	1	-
610080	DN 80 (3")	140	1	-
610100	DN 100 (4")	183	1	-
610120	DN 125 (5")	340	1	-



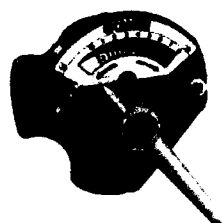
611 .  depl. 01169
Valvola miscelatrice quattro vie,
filettata, a farfalla.
Pmax di esercizio: 6 bar.
Campo di temperatura: 2÷110°C.
Serie pesante.




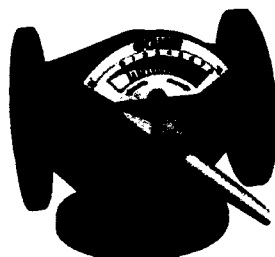
611 .  depl. 01169
Valvola miscelatrice quattro vie,
flangiata, a farfalla.
Corpo PN 6.
Attacchi flangiati.
Accoppiamento con controflangia
EN 1092-1.
Pmax di esercizio: 6 bar.
Campo di temperatura: 2÷110°C.
Serie pesante.


Codice		Kv (m³/h)	Conf.	Imballo
611005	3/4"	7,8	1	-
611006	1"	12,3	1	-
611007	1 1/4"	18,5	1	-
611008	1 1/2"	30	1	-
611009	2"	53	1	-
611020	2 1/2"	80	1	-

Codice		Kv (m³/h)	Conf.	Imballo
611050	DN 50 (2")	53	1	-
611060	DN 65 (2 1/2")	80	1	-
611080	DN 80 (3")	140	1	-
611100	DN 100 (4")	230	1	-
611120	DN 125 (5")	410	1	-



612 .  depl. 01169
Valvola miscelatrice tre vie,
filettata, a settore.
Pmax di esercizio: 6 bar.
Campo di temperatura: 2÷110°C.
Serie pesante.



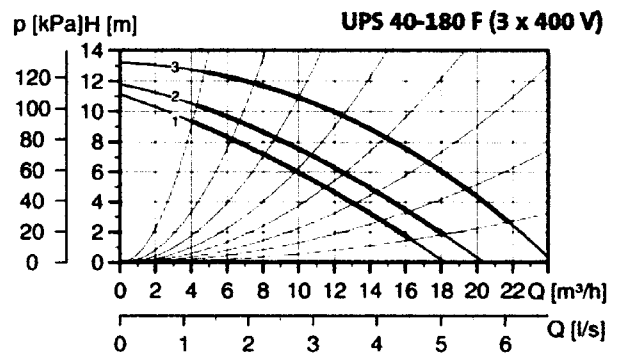
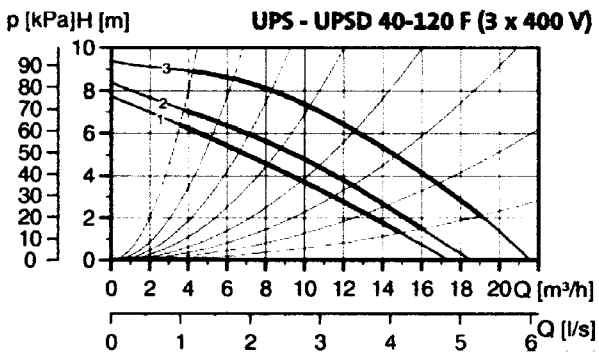
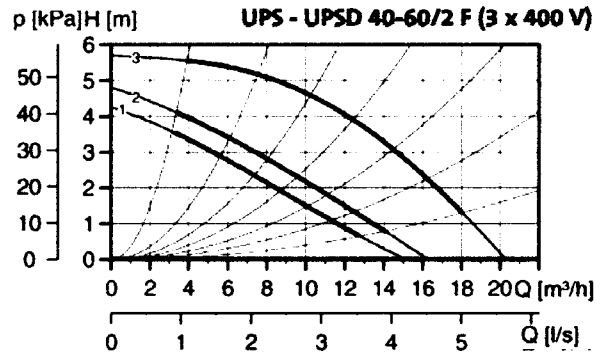
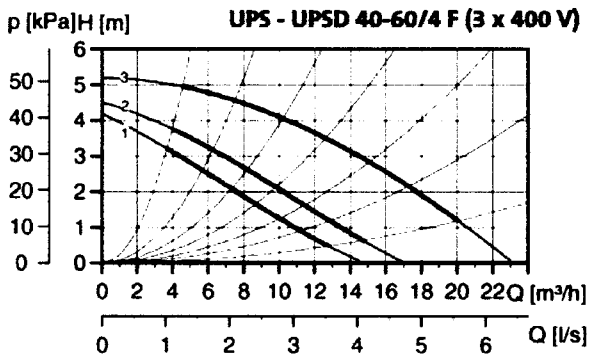
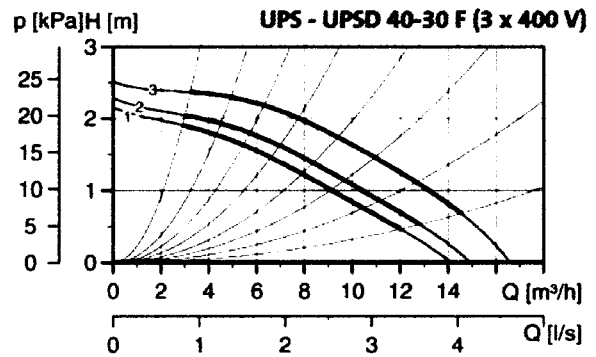
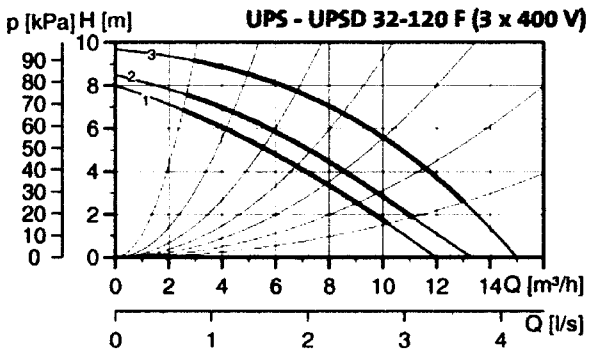
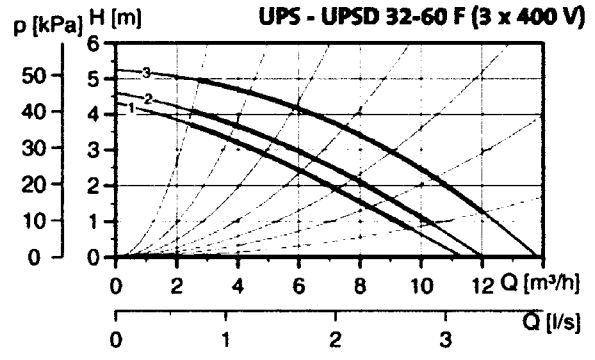
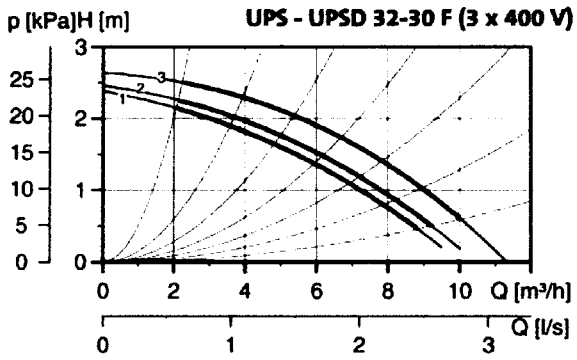
612 .  depl. 01169
Valvola miscelatrice tre vie,
flangiata, a settore.
Corpo PN 6.
Attacchi flangiati.
Accoppiamento con controflangia
EN 1092-1.
Pmax di esercizio: 6 bar.
Campo di temperatura: 2÷110°C.
Serie pesante.

Codice		Kv (m³/h)	Conf.	Imballo
612005	3/4"	7,2	1	-
612006	1"	11,9	1	-
612007	1 1/4"	16,5	1	-
612008	1 1/2"	30	1	-
612009	2"	42	1	-
612020	2 1/2"	62	1	-

Codice		Kv (m³/h)	Conf.	Imballo
612050	DN 50 (2")	42	1	-
612060	DN 65 (2 1/2")	62	1	-
612080	DN 80 (3")	123	1	-
612100	DN 100 (4")	172	1	-
612120	DN 125 (5")	340	1	-

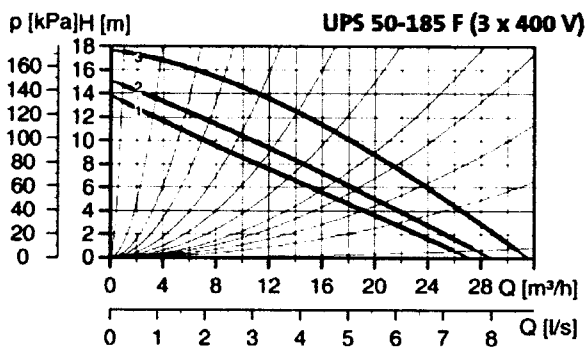
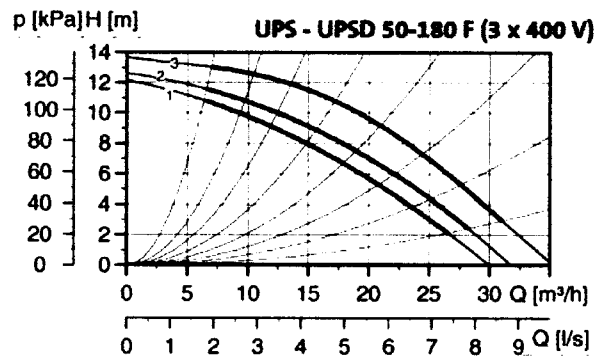
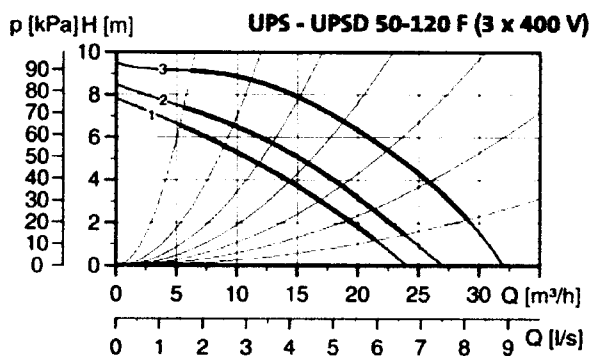
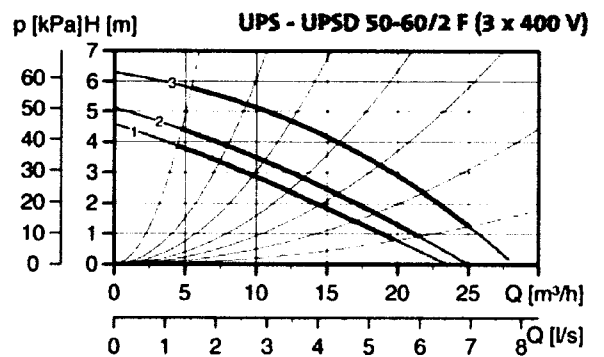
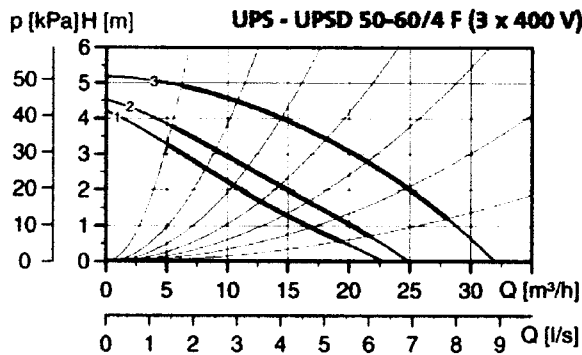
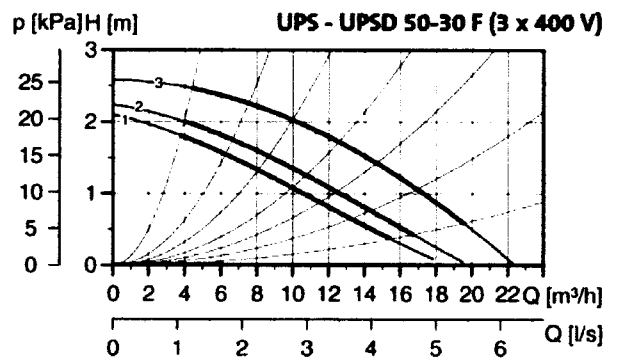
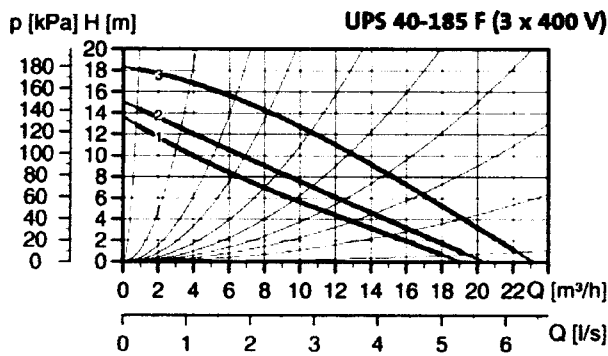
Curve prestazionali 3X400 V

DN 32 / 40



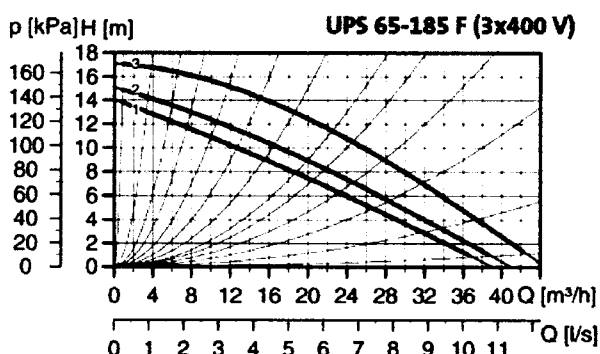
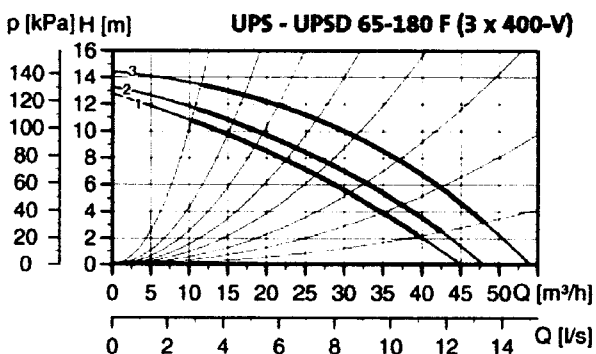
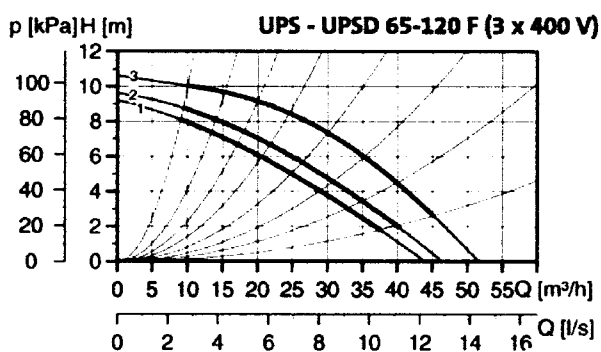
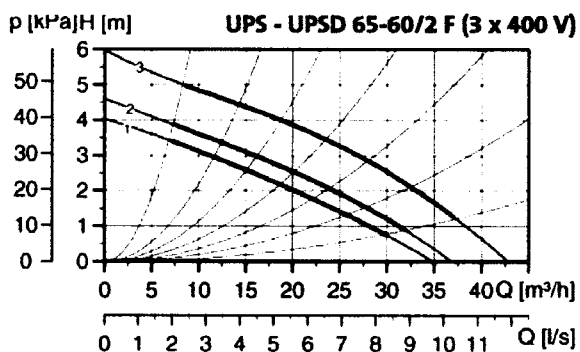
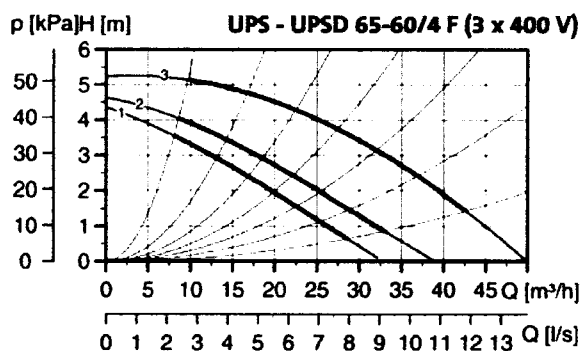
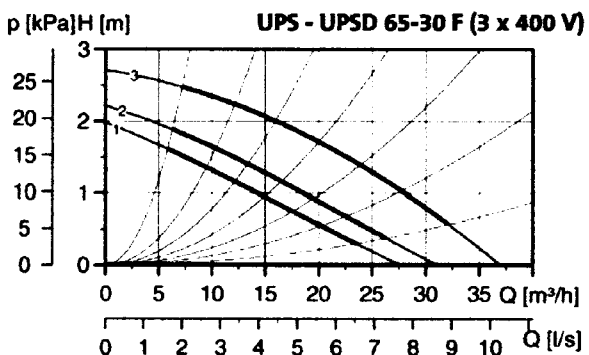
Curve prestazionali 3X400 V

DN 40 / 50



Curve prestazionali 3X400 V

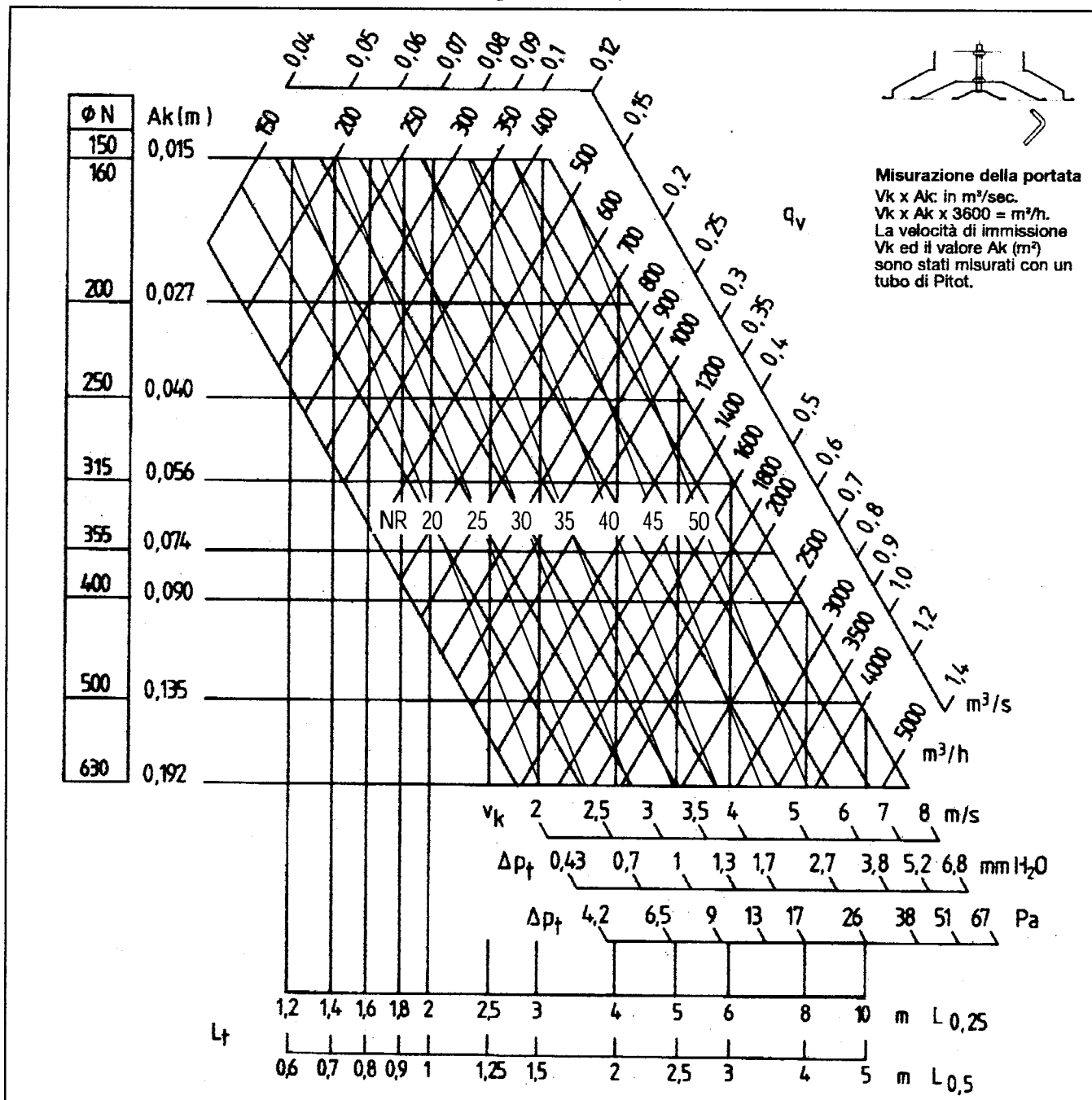
DN 65



Diffusori circolari regolabili

Serie 842

Immissione ad effetto soffitto - serranda di regolazione aperta al 100%



Diffusione Aria

I valori L_w (NR) non tengono conto dell'attenuazione acustica del locale.

Correzioni per altre V_t

V_t (m/sec.)	0,25	0,375	0,5	0,625
L_t	x 1	x 0,67	x 0,5	x 0,4

Correzioni per serranda di regolazione

Nessuna serr. di reg.	Serr. di reg. 100 % aperta	Serr. di reg. 50 % aperta	Serr. di reg. 25 % aperta
$\Delta P_t \times 1,00$	$\Delta P_t \times 1,00$	$\Delta P_t \times 2,25$	$\Delta P_t \times 5,90$
$L_w + 0$	$L_w + 0$	$L_w + 10$	$L_w + 20$

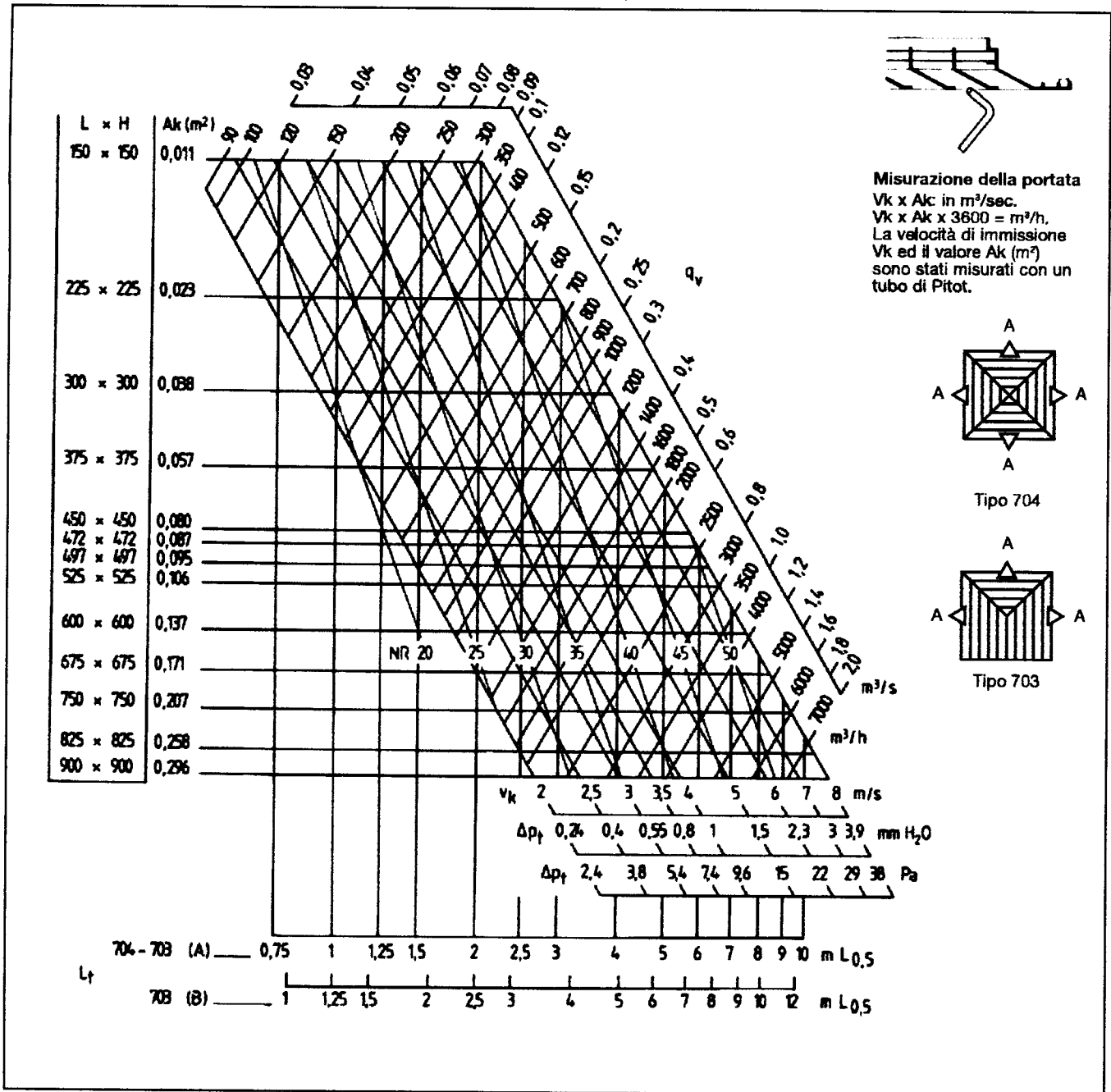
Correzioni per immissione verticale

V_d^* (m/sec.)	L_t (m)				ΔP_t	L_w
	$\Delta t -10^\circ$	$\Delta t 0^\circ$	$\Delta t +10^\circ$	$\Delta t +20^\circ$		
x 1,15	x 2	x 1,15	x 0,8	x 0,5	x 1,3	+ 4

Diffusori quadrati con corpo centrale rimovibile

Serie 703 - 704

Immissione ad effetto soffitto - serranda di regolazione aperta al 100%



I valori L_w (NR) non tengono conto dell'attenuazione acustica del locale.

Correzioni per altre V_t

V_t (m/sec.)	0,25	0,375	0,5	0,625	0,75
L_t	x 2	x 1,33	x 1	x 0,8	x 0,67

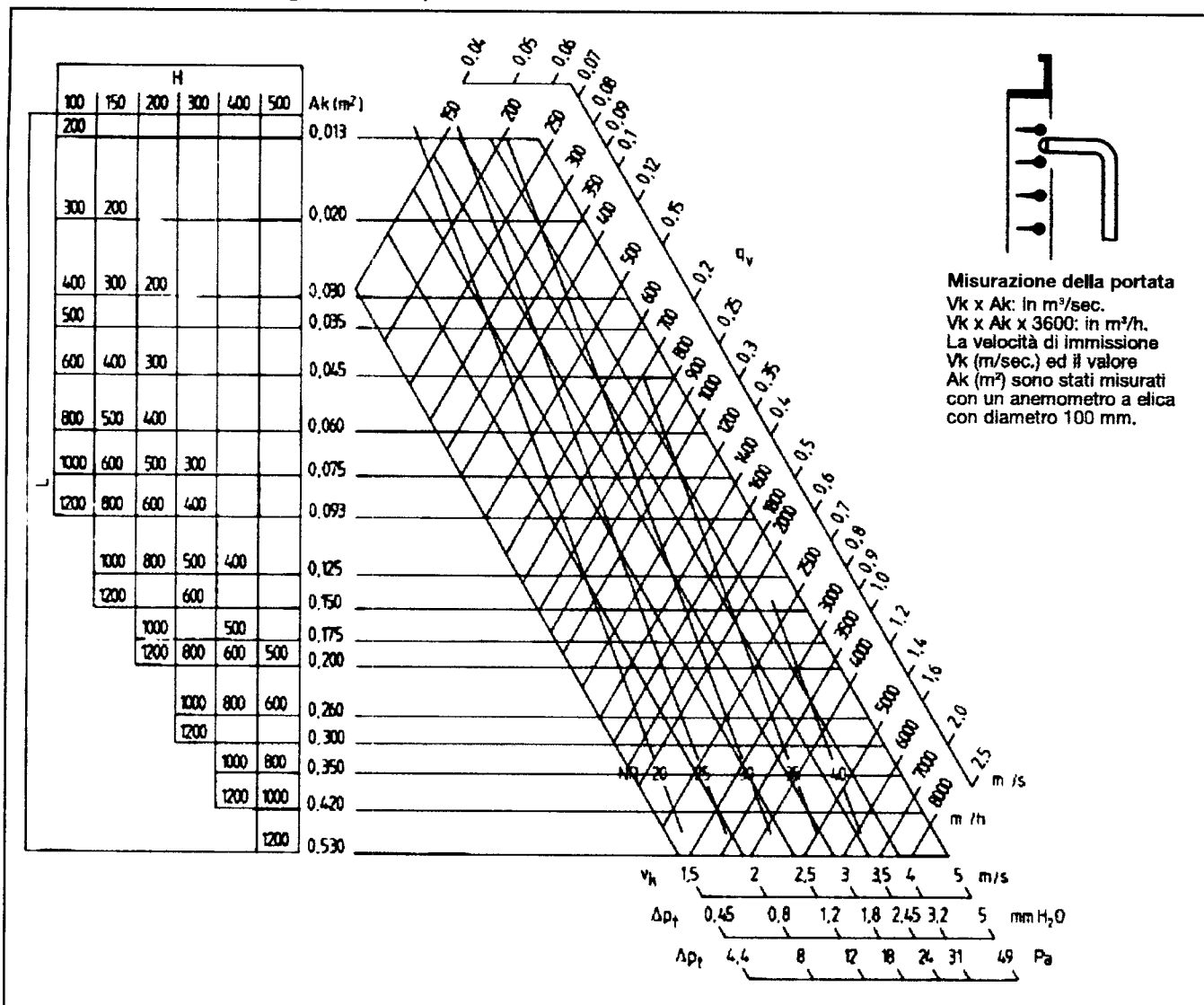
Correzioni per serranda di regolazione

Nessuna serr. di reg.	Serr. di reg. 100 % aperta	Serr. di reg. 50 % aperta	Serr. di reg. 25 % aperta
$\Delta P_t \times 1,00$	$\Delta P_t \times 1,00$	$\Delta P_t \times 2,25$	$\Delta P_t \times 5,90$
$L_w + 0$	$L_w + 0$	$L_w + 10$	$L_w + 20$

Griglie di ripresa portafiltro

Serie 121 - 122 - 161 - 162

Ripresa - serranda di regolazione aperta al 100 %



I valori L_w (NR) non tengono conto dell'attenuazione acustica del locale.

Correzioni per serranda di regolazione

Nessuna serr. di reg.	Serr. di reg. 100 % aperta	Serr. di reg. 50 % aperta	Serr. di reg. 25 % aperta
$\Delta Pt \times 1,00$	$\Delta Pt \times 1,00$	$\Delta Pt \times 2,25$	$\Delta Pt \times 5,90$
$Lw + 0$	$Lw + 0$	$Lw + 10$	$Lw + 20$

Correzioni per filtro W (serie 161 e 162)

Senza filtro	Con filtro
$\Delta Pt \times 1,00$	$\Delta Pt \times 1,70$
$Lw + 0$	$Lw + 0$

Serie 125 - ripresa - serranda di regolazione aperta al 100 %

Correzioni

Coefficienti da applicare alla tabella grafica (v. sopra).	
ΔPt	Lw
$\times 1,20$	$+ 1$

Correzioni per serranda di regolazione

Nessuna serr. di reg.	Serr. di reg. 100 % aperta	Serr. di reg. 50 % aperta	Serr. di reg. 25 % aperta
$\Delta Pt \times 1,20$	$\Delta Pt \times 1,20$	$\Delta Pt \times 2,70$	$\Delta Pt \times 7,1$
$Lw + 1$	$Lw + 1$	$Lw + 11$	$Lw + 21$



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI CAGLIARI
FACOLTA' DI INGEGNERIA

ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE
ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE DI INGEGNERE
ANNO 2016 - I SESSIONE

III PROVA SCRITTA – INGEGNERIA ELETTRICA/ENERGETICA - SEZ. A

Si deve progettare l'efficientemente energetico di un impianto elettrico per illuminazione pubblica a servizio di n. 3 strade rispettivamente della lunghezza di 250m, 750m e 2000m, alimentate da un quadro elettrico generale, ubicato nell'incrocio di diramazione delle 3 strade.

Nelle 3 strade sono presenti i punti luce con le seguenti caratteristiche tecniche:

Strada	Interasse [m]	Altezza pali [m]	Tipo Lampada	Tensione/Potenza/ cosΦ	Efficienza alimentatore	Efficienza luminosa	Durata lampade (h)
S1	10	4	Vapori Mercurio	230V/125 W/0,9	85%	55 Lm/W	8.000
S2	20	6	Vapori Mercurio	230V/250 W/0,9	95%	56 Lm/W	8.000
S3	20	6	Vapori Sodio AP (SAP)	230V/150 W/0,9	90%	120 Lm/W	10.000

Dopo aver valutato il tipo di alimentazione utilizzata (Monofase/Trifase), e determinato la sezione dei cavi ipotizzandola costante lungo tutta la linea, nell'ipotesi che l'impianto funzioni per 4000 ore annue, e che il costo dell'energia elettrica sia pari a 0,20€/kWh al candidato si richiede di:

- Valutare i consumi annuali dell'impianto di illuminazione ivi compresi quelli delle perdite in alimentatori e **trascuando** quelle dei cavi, e i costi per l'energia nella configurazione attuale;
- Valutare i benefici economici e ambientali (in termini di Tonnellate Equivalenti di Petrolio (TEP)) del sostituire le lampade a vapori di mercurio con lampade ai vapori di Sodio ad Alta Pressione (SAP) garantendo lo stesso flusso luminoso;
- Valutare i benefici economici e ambientali (in termini di TEP) del sostituire tutte le armature presenti con armature LED, scegliendo la potenza della lampada LED in grado di garantire lo stesso flusso luminoso;
- Valutare il tempo di ritorno dell'investimento nei vari casi, ipotizzando un tasso di interesse del 5% con riferimento alle ipotesi assunte relativamente al tempo di vita delle apparecchiature.

Si assumano i seguenti dati tecnici e costi di sostituzione delle apparecchiature:

- lampada SAP 230V/70W- Costo 3€/lampada/anno, Efficienza 120 Lm/W, durata 10.000 ore
- lampada SAP 230V/150W - Costo 4€/lampada/anno, Efficienza 120 Lm/W, durata 10.000 ore

- armatura LED - Costo 400€/punto luce - Efficienza 80 Lm/W, durata 50.000 ore
- armatura LED - Costo 600€/punto luce - Efficienza 120 Lm/W, durata 50.000 ore
- armatura LED - Costo 800€/punto luce - Efficienza 160 Lm/W, durata 50.000 ore

Disegnare infine lo schema elettrico unifilare/multifilare del quadro elettrico generale e illustrare i criteri da seguire per il calcolo delle caratteristiche delle apparecchiature presenti nel quadro.

Al candidato è richiesto di corredare l'elaborato con una descrizione delle scelte tecniche progettuali adottate, eventuali dati tecnici necessari per lo svolgimento dovranno essere ipotizzati dal candidato.



**UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI CAGLIARI
FACOLTA' DI INGEGNERIA**

**ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE
ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE DI INGEGNERE**

ANNO 2016 – I SESSIONE

III PROVA SCRITTA - INGEGNERIA CHIMICA – Sez. A

Una colonna di distillazione a piatti forati è impiegata per separare una miscela acido acetico-acetone.

L'alimentazione è liquido saturo contenente il 50% mol di acetone con una portata pari a $0.5 \text{ m}^3/\text{h}$. La composizione desiderata del distillato è 95% mol di acetone, e quella del residuo è 2% mol di acetone.

Ipotizzando di utilizzare una colonna operante ad una pressione pari a 1 atm, un condensatore totale ed un ribollitore parziale, si richiede di:

- ✓ • determinare portate di distillato e residuo;
- ✓ • determinare temperature di alimentazione, di testa e di fondo;
- ✓ • determinare il numero minimo di piatti e il rapporto di riflusso minimo;
- ✓ • determinare numero di piatti teorici e reali (efficienza complessiva pari al 70%) da installare nella sezione di arricchimento e in quella di esaurimento quando si sceglie un rapporto di riflusso pari a 2;
- ✓ • determinare il piatto di alimentazione;
- ✓ • commentare la scelta del rapporto di riflusso sulla base di considerazioni economiche;
- ✓ • determinare carichi termici del ribollitore e del condensatore;
 - determinare diametro colonna;
- ✓ • ipotizzare uno schema di controllo della composizione in colonna.

Dati:

Curva di equilibrio

$x_{(\text{CH}_3)_2\text{CO}}$	0.0274	0.0616	0.1	0.1370	0.1781	0.2260	0.2877	0.3657	0.4863	0.7
$y_{(\text{CH}_3)_2\text{CO}}$	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	0.96

Componente	ΔH_v [kJ/mol]	$C_{p,L}$ [kJ/mol °C]	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5
CH ₃ COOH	23.804	0.1368	53.27	-6304.5	-4.2985	$8.8865 \cdot 10^{-18}$	6
(CH ₃) ₂ CO	28.469	0.1374	69.006	-5599.6	-7.0985	$6.2237 \cdot 10^{-6}$	2

ACETONE

$$\ln(P_s[\text{Pa}]) = C_1 + \frac{C_2}{T[\text{K}]} + C_3 \cdot \ln(T[\text{K}]) + C_4 \cdot (T[\text{K}])^{C_5}$$

$$\sigma = 18.3 \cdot 10^{-3} [\text{N/m}] \quad \rho_L = 539.41 [\text{kg/m}^3] \quad \rho_V = 2.0673 [\text{kg/m}^3] \quad \mu_L = 6.9 \cdot 10^{-4} [\text{N s/m}]$$



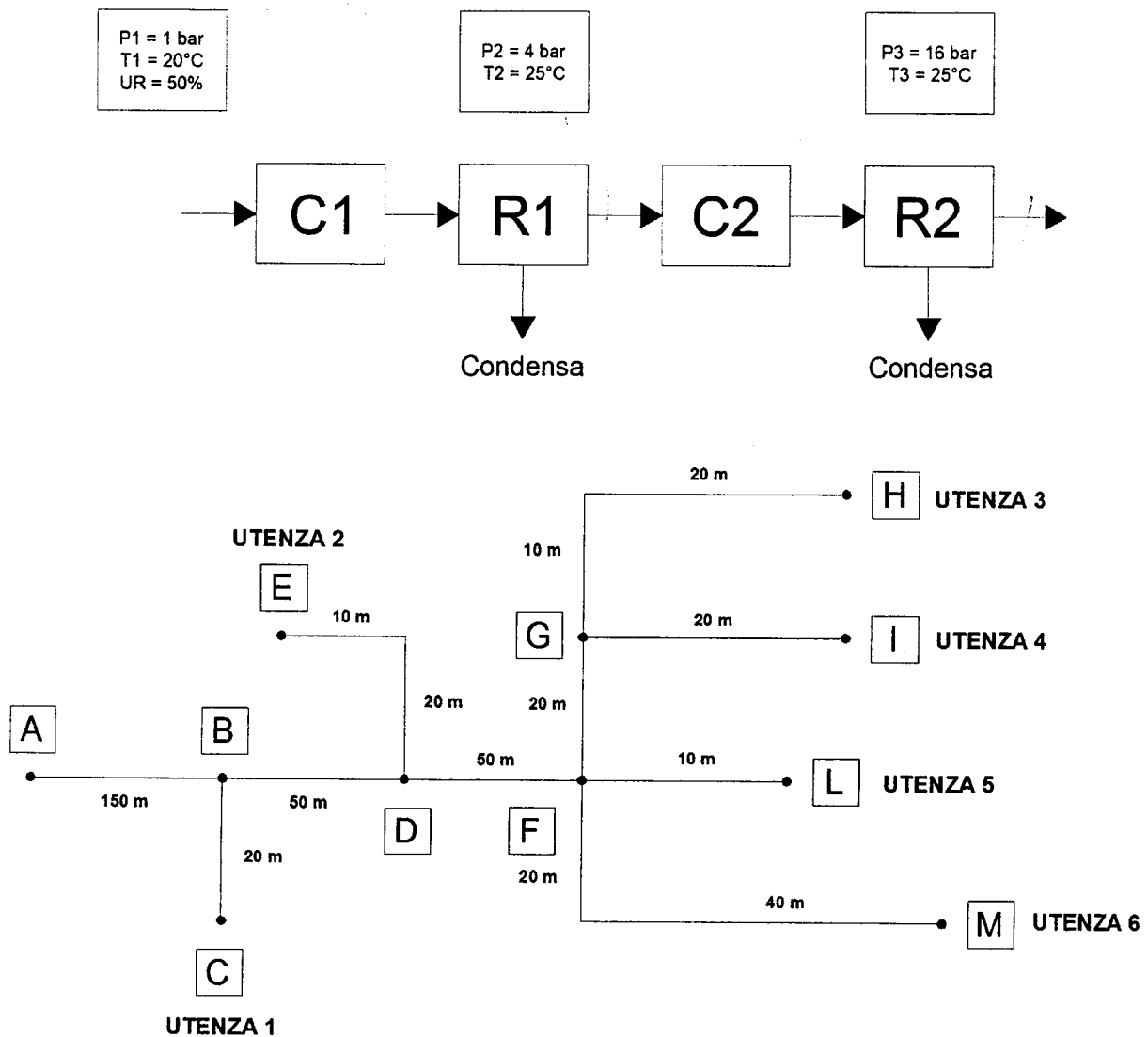
**UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI CAGLIARI
FACOLTA' DI INGEGNERIA**

**ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE
ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE DI INGEGNERE**

ANNO 2016 – I SESSIONE

III PROVA SCRITTA - INGEGNERIA MECCANICA – Sez. A

Si consideri il seguente layout di un impianto di produzione e distribuzione di aria compressa a doppio stadio dotato di refrigeratori ad acqua.



Le caratteristiche tecniche di funzionamento dell'impianto sono le seguenti:

- Temperatura acqua ingresso refrigeratori R1 ed R2: 7°C;
- Temperatura acqua uscita dai refrigeratori R1 ed R2: 12°C;
- Rendimento isoentropico di compressione: 0,85.

Le portate, assegnate relativamente alle condizioni di aspirazione, sono riportate nel prospetto di seguito riportato.

Utenza	Portata [l/min]
1	2000
2	1500
3	1000
4	2000
5	1000
6	2000

Il candidato risolva i seguenti quesiti:

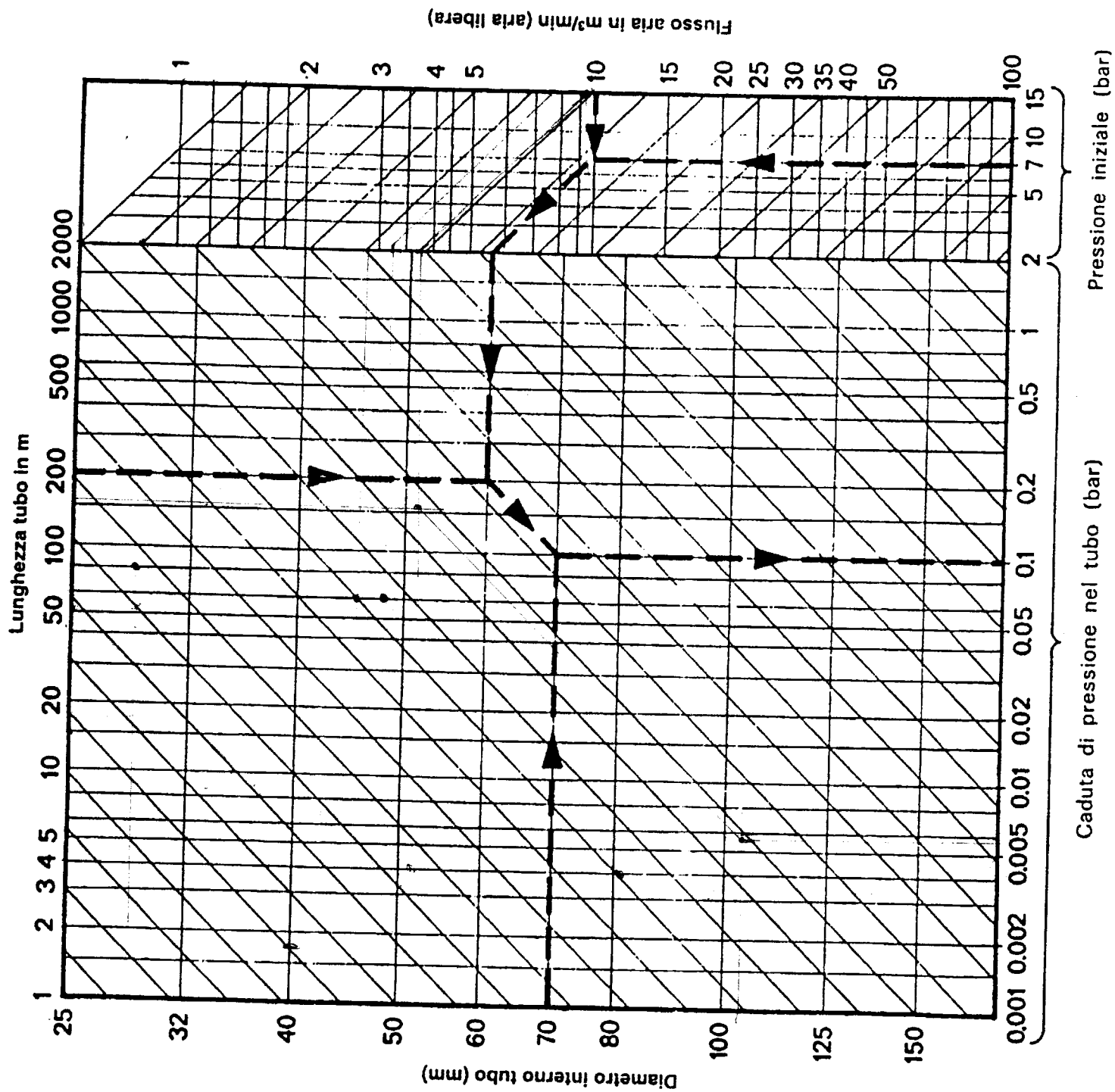
- Tracciare uno schema dettagliato dell'impianto ed della rete di distribuzione delle utenze; ✓.
- Calcolare portata e temperatura dell'aria a monte dei refrigeratori R1 ed R2; ✓.
- Determinare la potenza dei refrigeratori; ✓.
- Determinare la portata di condensa evacuata dai refrigeratori; ✓.
- Effettuare il dimensionamento della rete di distribuzione; ✓.
- Riportare un elenco materiali dell'impianto; ✓.
- Determinare i costi orari dell'energia elettrica per il funzionamento dell'impianto. ✓.

Per i dati mancanti il candidato faccia riferimento ai criteri di buon progetto, giustificando opportunamente le scelte effettuate.

TUBAZIONI USUALI IN ACCIAIO NON LEGATO														
Diametro nominale	TUBI GAS UNI 8863 SERIE				TUBI LISCI UNI 7287		Contenuto acqua [L/m]	Super. est. lin. [m ² /m]	Rivestimenti termici lineici [m ² /m]					
	LEGGERA		MEDIA		Diametro int./est. [mm]	Massa lin. [kg/m]			spessore isolante [mm]					
	Diametro int./est. [mm]	Massa lin. [kg/m]	Diametro int./est. [mm]	Massa lin. [kg/m]					10	20	30	40	50	60
3/8"(DN10)	13,2/17,2	0,742	12,6/17,2	0,839			0,13*	0,054	0,116	0,179	0,240	0,300	0,367	0,484
1/2"(DN15)	16,7/21,3	1,08	16,1/21,3	1,21			0,22*	0,067	0,130	0,191	0,254	0,317	0,381	0,444
3/4"(DN20)	22,3/26,9	1,39	21,7/26,9	1,56			0,38*	0,084	0,147	0,205	0,273	0,336	0,398	0,460
					29,1/33,7	1,78	0,67	0,106	0,168	0,231	0,300	0,360	0,420	0,482
1"(DN25)	27,9/33,7	2,2	27,3/33,7	2,41			0,61*	0,106	0,168	0,229	0,292	0,355	0,419	0,482
					37,2/42,4	2,55	1,09	0,133	0,195	0,257	0,320	0,383	0,447	0,509
1 1/4"(DN32)	36,6/42,4	2,82	36/42,4	3,1			1,05*	0,133	0,195	0,257	0,320	0,383	0,446	0,509
					42,7/48,3	2,93	1,46	0,152	0,214	0,276	0,339	0,392	0,465	0,528
1 1/2"(DN40)	42,5/48,3	3,24	41,9/48,3	3,56			1,41*	0,152	0,214	0,276	0,339	0,402	0,465	0,528
					54,5/60,3	4,11	2,33	0,189	0,252	0,314	0,377	0,440	0,503	0,566
2"(DN50)	53,9/60,3	4,49	53,1/60,3	5,03			2,26*	0,189	0,252	0,314	0,377	0,440	0,503	0,566
					(64,2/70)	4,83	3,24	0,219	0,282	0,345	0,408	0,471	0,533	0,596
					70,3/76,1	5,24	3,88	0,239	0,301	0,364	0,427	0,490	0,552	0,61

TUBAZIONI USUALI IN ACCIAIO NON LEGATO														
Diametro nominale	TUBI GAS UNI 8863 SERIE				TUBI LISCI UNI 7287		Contenuto acqua [L/m]	Super. est. lin. [m ² /m]	Rivestimenti termici lineici [m ² /m]					
	LEGGERA		MEDIA		Diametro int./est. [mm]	Massa lin. [kg/m]			spessore isolante [mm]					
	Diametro int./est. [mm]	Massa lin. [kg/m]	Diametro int./est. [mm]	Massa lin. [kg/m]					10	20	30	40	50	60
2 1/2"(DN65)	69,7/76,1	5,73	68,9/76,1	6,42			3,77*	0,239	0,301	0,364	0,427	0,490	0,552	0,615
					82,5/88,9	6,76	5,27	0,280	0,342	0,405	0,468	0,531	0,593	0,656
3"(DN80)	81,7/88,9	7,55	80,9/88,9	8,36			5,20*	0,280	0,342	0,405	0,468	0,531	0,592	0,655
					94,4/101,6	8,70	7,00	0,319	0,381	0,446	0,509	0,572	0,634	0,695
					(100,8/108)	9,33	7,98	0,339	0,402	0,465	0,528	0,591	0,653	0,715
					107,1/114,3	9,83	9,01	0,360	0,421	0,484	0,546	0,609	0,672	0,735
4"(DN100)	106,3/114,3	10,8	105,3/114,3	12,2			8,81*	0,360	0,421	0,484	0,546	0,609	0,672	0,734
					(125/133)	12,8	12,27	0,417			0,606	0,669	0,731	0,794
					131,7/139,7	13,4	13,62	0,440			0,628	0,691	0,752	0,815
					150/159	17,0	17,67	0,499			0,691	0,754	0,813	0,876
					159,3/168,3	18,2	19,84	0,530			0,726	0,788	0,841	0,905
					(182,9/193,7)	25,0	26,27	0,608			0,791	0,860	0,923	0,985
					207,3/219,1	33,1	33,75	0,690			0,850	0,905	1,001	1,064
					(231,9/244,5)	37,1	42,24	0,767			0,970	1,028	1,080	1,144
					260,4/273	41,4	53,26	0,860			1,052	1,115	1,171	1,234

Tipo di resistenza	Lunghezza equivalente in metri di tubo						
	25	40	50	80	100	125	150
Valvola a flusso avviato	3-6	5-10	7-15	10-25	15-30	20-50	25-60
Valvola a diaframma	1,2	2,0	3,0	4,5	6	8	10
Saracinesca	0,3	0,5	0,7	1,0	1,5	2,0	2,5
Gomito	1,5	2,5	3,5	5	7	10	15
Curva $R = d$	0,3	0,5	0,6	1,0	1,5	2,0	2,5
Curva $R = 2d$	0,15	0,25	0,3	0,5	0,8	1,0	1,5
T_1	2	3	4	7	10	15	20
Riduzione	0,5	0,7	1,0	2,0	2,5	3,5	4,0





**UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI CAGLIARI
FACOLTA' DI INGEGNERIA E ARCHITETTURA**

**ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE
ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE DI INGEGNERE
ANNO 2016 - I SESSIONE**

I PROVA SCRITTA – INGEGNERIA INDUSTRIALE - SEZ. B

Il candidato, in base al suo curriculum formativo, descriva un sistema di accumulo della energia elettrica o termica e i suoi campi di applicazione, oltre alle implicazioni in termini di sicurezza e impatto sull'ambiente.



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI CAGLIARI
FACOLTA' DI INGEGNERIA E ARCHITETTURA

ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE
ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE DI INGEGNERE
ANNO 2016 - I SESSIONE

II PROVA SCRITTA – INGEGNERIA ELETTRICA - SEZ. B

Il candidato descriva gli aspetti tecnici legati al rifasamento degli impianti elettrici in media e bassa tensione, con riferimento alla modifica del profilo di tensione e al risparmio energetico.



**UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI CAGLIARI
FACOLTA' DI INGEGNERIA**

**ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE
ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE DI INGEGNERE**

ANNO 2016 – I SESSIONE

II PROVA SCRITTA - INGEGNERIA MECCANICA – Sez. B

Il Candidato individui le principali problematiche energetiche ed impiantistiche nella progettazione degli impianti di aria compressa. Descriva le procedure per la progettazione e l'ottimizzazione delle prestazioni. Esamini, inoltre, uno o più componenti di suo interesse, discutendone gli aspetti progettuali e quelli relativi alla loro corretta gestione.



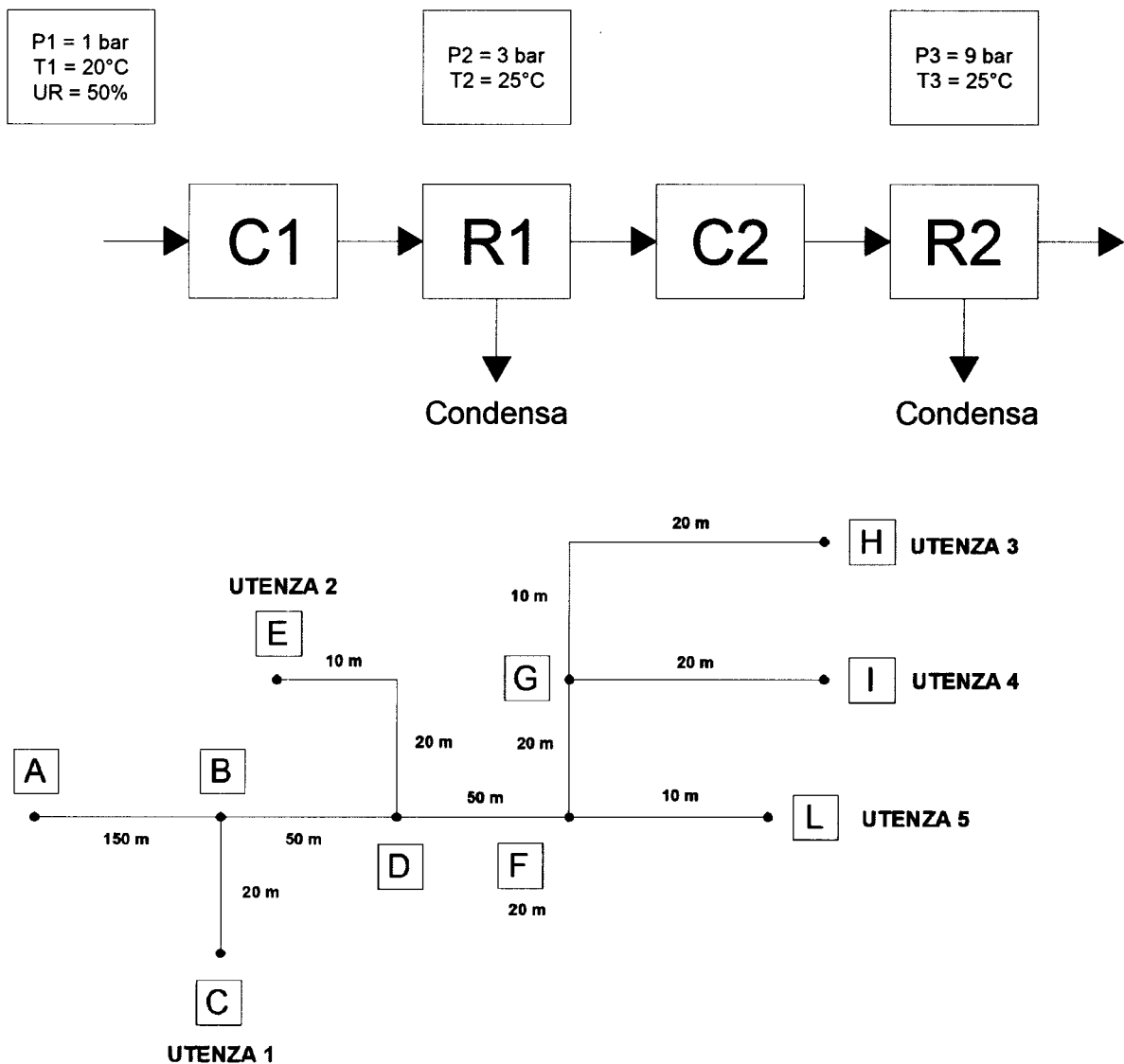
UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI CAGLIARI
FACOLTA' DI INGEGNERIA

ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE
ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE DI INGEGNERE

ANNO 2016 – I SESSIONE

III PROVA SCRITTA - INGEGNERIA MECCANICA – Sez. B

Si consideri il seguente layout di un impianto di produzione e distribuzione di aria compressa a doppio stadio dotato di refrigeratori ad acqua.



Le caratteristiche tecniche di funzionamento dell'impianto sono le seguenti:

- Temperatura acqua ingresso refrigeratori R1 ed R2: 7°C;
- Temperatura acqua uscita dai refrigeratori R1 ed R2: 12°C;
- Rendimento isoentropico di compressione: 0,85.

Le portate, assegnate relativamente alle condizioni di aspirazione, sono riportate nel prospetto di seguito riportato.

Utenza	Portata [l/min]
1	1500
2	1500
3	2000
4	1000
5	2000

Il candidato risolva i seguenti quesiti:

- Tracciare uno schema dettagliato dell'impianto ed della rete di distribuzione delle utenze;
- Calcolare portata e temperatura dell'aria a monte dei refrigeratori R1 ed R2;
- Determinare la potenza dei refrigeratori;
- Effettuare il dimensionamento della rete di distribuzione;
- Riportare un elenco materiali dell'impianto.

Per i dati mancanti il candidato faccia riferimento ai criteri di buon progetto, giustificando opportunamente le scelte effettuate.



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI CAGLIARI FACOLTA' DI INGEGNERIA

ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE DI INGEGNERE ANNO 2016 - I SESSIONE

III PROVA SCRITTA – INGEGNERIA ELETTRICA - SEZ. B

Si deve dimensionare la cabina di trasformazione di un'industria meccanica. La cabina è alimentata da una linea in cavo alla tensione nominale primaria di 15 kV.

La cabina deve alimentare in BT, alla tensione 400/230V:

- n. 3 linee trifasi di alimentazione quadri generali che richiedono una potenza di 100 kW ciascuna, distanza quadri rispettivamente 40, 70 e 100m dalla cabina MT/BT;
- n. 3 linee trifasi di alimentazione quadri generali (Sezione Emergenza) che richiedono una potenza di 10 kW ciascuna (distanza come sopra);
- n. 2 linee monofasi per l'illuminazione che richiedono una potenza di 10 kW ciascuna;
- n. 1 linea trifase uffici – 3 uffici per 2.5kW;
- n. 1 linea UPS uffici 10kW.

Tenendo conto che il valore della potenza di corto circuito, fornito dall'Ente distributore, è pari a 600 MVA e che è previsto un impianto di rifasamento, il candidato, fatte le ipotesi aggiuntive che ritiene necessarie, stabilite le caratteristiche generali del progetto e individuate le lunghezze delle varie linee, proponga una soluzione progettuale e rappresenti lo schema unifilare dell'impianto, ipotizzando la presenza di gruppo elettrogeno in grado di fornire almeno l'80% della potenza complessivamente richiesta dall'impianto.

Il candidato determini inoltre:

- la potenza del trasformatore da installare;
- disegni un possibile schema unifilare della cabina MT;
- Disegni un possibile schema unifilare della distribuzione elettrica BT che preveda la suddivisione in linee normali e di emergenza alimentate da GE;
- definisca le caratteristiche elettriche delle apparecchiature di manovra e di protezione lato MT e lato BT;
- dimensioni le sezioni dei conduttori lato MT e lato BT;
- calcoli il valore della corrente di cto-cto sul lato MT del trasformatore, sul lato sbarre BT, e in corrispondenza di uno dei quadri generali;
- descriva le modalità realizzative e i criteri di dimensionamento dell'impianto di terra.



**UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI CAGLIARI
FACOLTA' DI INGEGNERIA E ARCHITETTURA**

**ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE
ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE DI INGEGNERE
ANNO 2016 - I SESSIONE**

III PROVA SCRITTA – INGEGNERIA ELETTRICA - SEZ. B

Si deve dimensionare la cabina di trasformazione di un'industria meccanica. La cabina è alimentata da una linea in cavo alla tensione nominale primaria di 15 kV.

La cabina deve alimentare in BT, alla tensione 400/230V:

- n. 3 linee trifasi di alimentazione quadri generali che richiedono una potenza di 100 kW ciascuna, distanza quadri rispettivamente 40, 70 e 100m dalla cabina MT/BT;
- n. 3 linee trifasi di alimentazione quadri generali (Sezione Emergenza) che richiedono una potenza di 10 kW ciascuna (distanza come sopra);
- n. 2 linee monofasi per l'illuminazione che richiedono una potenza di 10 kW ciascuna;
- n. 1 linea trifase uffici – 3 uffici per 2.5kW;
- n. 1 linea UPS uffici 10kW.

Tenendo conto che il valore della potenza di corto circuito, fornito dall'Ente distributore, è pari a 600 MVA e che è previsto un impianto di rifasamento, il candidato, fatte le ipotesi aggiuntive che ritiene necessarie, stabilite le caratteristiche generali del progetto e individuate le lunghezze delle varie linee, proponga una soluzione progettuale e rappresenti lo schema unifilare dell'impianto, ipotizzando la presenza di gruppo elettrogeno in grado di fornire almeno l'80% della potenza complessivamente richiesta dall'impianto.

Il candidato determini inoltre:

- la potenza del trasformatore da installare;
- disegni un possibile schema unifilare della cabina MT;
- Disegni un possibile schema unifilare della distribuzione elettrica BT che preveda la suddivisione in linee normali e di emergenza alimentate da GE;
- definisca le caratteristiche elettriche delle apparecchiature di manovra e di protezione lato MT e lato BT;
- dimensioni le sezioni dei conduttori lato MT e lato BT;
- calcoli il valore della corrente di cto-cto sul lato MT del trasformatore, sul lato sbarre BT, e in corrispondenza di uno dei quadri generali;
- descriva le modalità realizzative e i criteri di dimensionamento dell'impianto di terra.