

INDICE

VOLUME 1

Prefazione	V
-------------------------	----------

PARTE 1 - INTRODUZIONE TEORICA

Capitolo 1 - Studio dei principi che regolano i fenomeni termici e idraulici

1.1	La termometria.....	1-1
1.1.1	Temperatura e calore	1-1
1.1.2	Il calore specifico.....	1-2
1.1.3	Il calorimetro	1-2
1.1.4	Calore, lavoro, potenza.....	1-4
1.1.5	La dilatazione termica	1-5
1.1.6	L'anomalia dell'acqua	1-6
1.2	Cambiamenti di stato	1-6
1.2.1	Il calore di fusione e di solidificazione.....	1-6
1.2.2	La temperatura di fusione	1-7
1.2.3	Il calore di soluzione.....	1-7
1.2.4	La tensione di vapore.....	1-7
1.2.5	La temperatura di ebollizione	1-8
1.2.6	Il ciclo dell'acqua	1-8
1.3	La termodinamica	1-9
1.3.1	L'esperienza di Joule	1-9
1.3.2	La definizione di gas perfetto	1-10
1.3.3	La legge di Dalton o delle pressioni parziali	1-10
1.3.4	La legge di Boyle e Mariotte	1-11
1.3.5	Trasformazioni a volume o pressione costante.....	1-11
1.3.6	L'equazione generale dei gas perfetti.....	1-11
1.3.7	Il sistema termodinamico.....	1-14
1.3.8	La trasformazione termodinamica	1-15
1.3.9	Il lavoro di un fluido	1-15

1.3.10	Il primo principio della termodinamica	1-16
1.3.11	Principali trasformazioni	1-17
1.3.12	Il secondo principio della termodinamica	1-19
1.3.13	L'entropia	1-20
1.4	Il diagramma di Mollier	1-25
1.4.1	Generalità.....	1-25
1.4.2	Calcolo della potenza generata da una turbina a vapore.....	1-31
1.5	La struttura della materia	1-33
1.5.1	Generalità.....	1-33
1.5.2	Atomi e molecole.....	1-33
1.5.3	Forze intermolecolari.....	1-34
1.5.4	La cristallizzazione	1-34
1.5.5	La viscosità	1-35
1.5.6	La tensione superficiale	1-35
1.5.7	La capillarità	1-35
1.6	La fisica dell'aria	1-36
1.6.1	Generalità.....	1-36
1.6.2	L'aria umida	1-36
1.6.3	L'aria satura.....	1-38
1.6.4	L'umidità assoluta	1-39
1.6.5	L'umidità relativa	1-40
1.6.6	La misura dell'umidità relativa.....	1-40
1.6.7	Nozioni di fisiologia legate alle condizioni termo-igrometriche dell'aria	1-42
1.6.8	Condizioni di benessere.....	1-42
1.6.9	La purezza dell'aria	1-43
1.7	Il diagramma di stato dell'aria umida	1-44
1.7.1	Descrizione e importanza del diagramma	1-44
1.7.2	L'applicazione pratica del diagramma di stato dell'aria umida.....	1-46
1.7.3	La miscela di due correnti d'aria	1-48
1.7.4	Raffreddamento e condensazione	1-49
1.7.5	Lavatori.....	1-49
1.7.6	La distribuzione dell'aria negli ambienti.....	1-49
1.8	Il moto dei fluidi	1-53
1.8.1	Generalità.....	1-53
1.8.2	Il fabbisogno di fluidi	1-54
1.8.3	Il tracciato delle linee	1-55
1.8.4	Esigenze strutturali	1-55
1.8.5	Il dimensionamento delle tubazioni.....	1-56
1.8.6	Determinazioni del diametro delle tubazioni in funzione della velocità. Il teorema di Bernoulli.....	1-61
1.8.7	La verifica del diametro con il calcolo delle perdite di carico	1-64
1.8.8	Il numero di Reynolds	1-65
1.8.9	Correnti laminari.....	1-66
1.8.10	Correnti turbolente.....	1-66
1.8.11	Abachi per la determinazione delle perdite di carico	1-68
1.8.12	Calcolo dei canali e delle fognature.....	1-69

1.8.13 La perdita di carico localizzata.....	1-71
1.8.14 Flussi bifasi.....	1-72
1.9 La combustione.....	1-73
1.9.1 La reazione di combustione dell'idrogeno	1-73
1.9.2 La reazione di combustione del carbonio	1-74
1.9.3 La reazione di combustione dello zolfo.....	1-75
1.9.4 La reazione di combustione degli idrocarburi	1-75
1.9.5 Calcolo dell'aria di combustione.....	1-75
1.10 Combustibili.....	1-78
1.10.1 Il potere calorico superiore e inferiore.....	1-78
1.10.2 Combustibili solidi	1-78
1.10.3 Combustibili gassosi.....	1-79
1.10.4 Combustibili liquidi.....	1-80
1.10.5 Il petrolio grezzo.....	1-81
1.10.6 Principali caratteristiche chimico-fisiche dei combustibili liquidi	1-82
1.11 Bruciatori	1-83
1.11.1 Generalità.....	1-83
1.11.2 Ugelli bruciatori per prodotti liquidi	1-84
1.11.3 Ugelli bruciatori per gas	1-86
1.11.4 Bruciatori veri e propri	1-89
1.11.5 L'accensione dei bruciatori.....	1-94
1.11.6 La pompa nafta	1-96
1.12 La trasmissione del calore.....	1-97
1.12.1 Forme di trasmissione del calore. Materiali conduttori e isolanti. La conducibilità termica	1-97
1.12.2 La trasmissione del calore per conduzione fra due pareti piane.....	1-98
1.12.3 Pareti composte da materiali diversi.....	1-101
1.12.4 Pareti cilindriche.....	1-102
1.12.5 La convezione e il coefficiente totale di trasmissione termica.....	1-103
1.12.6 La trasmissione termica in regime transitorio	1-106
1.13 Calcolo del coefficiente di scambio termico.....	1-108
1.13.1 Generalità.....	1-108
1.13.2 Il metodo classico	1-108
1.13.3 Fattori di incrostazione o di insudiciamento.....	1-111
1.13.4 Il coefficiente di scambio per liquidi bollenti.....	1-112
1.13.5 Esempio di calcolo di uno scambiatore di calore	1-114
1.14 L'irraggiamento	1-116
1.14.1 Generalità.....	1-116
1.14.2 Emissione e assorbimento	1-116
1.14.3 La legge di Stefan-Boltzman	1-117
1.14.4 Il fattore di forma	1-118
1.14.5 L'irraggiamento dei gas.....	1-119
1.14.6 Irraggiamento e combustione	1-119
1.15 La produzione del freddo	1-121
1.15.1 Generalità.....	1-121
1.15.2 Il ciclo frigorifero	1-121

Capitolo 2 - Chimica dell'acqua. Fenomeni incrostanti e corrosivi

2.1	Introduzione	2-1
2.1.1	Elementi chimici e composti chimici	2-1
2.1.2	Reazioni caratteristiche dei metalli e dei metalloidi	2-2
2.1.3	Soluzioni acquose e dissociazione elettrolitica	2-3
2.1.4	Reazioni di ossidoriduzione	2-5
2.2	Parametri chimici che caratterizzano l'acqua	2-5
2.2.1	La torbidità	2-6
2.2.2	Sali totali disciolti	2-6
2.2.3	Conduttività o conducibilità elettrica	2-7
2.2.4	Conduttività o conducibilità acida	2-8
2.2.5	Il pH	2-8
2.2.6	La durezza	2-8
2.2.7	L'alcalinità	2-9
2.2.8	Bicarbonati, carbonati e idrati	2-9
2.2.9	Cloruri, solfati e nitrati	2-10
2.2.10	L'acidità minerale libera	2-10
2.2.11	Sali di sodio e potassio	2-11
2.2.12	La silice	2-11
2.2.13	Ferro e rame	2-11
2.2.14	Sostanze organiche	2-12
2.2.15	L'ossigeno	2-12
2.2.16	Oli e idrocarburi	2-12
2.2.17	L'anidride carbonica	2-12
2.2.18	L'ammoniaca	2-13
2.3	Problematiche relative all'uso dell'acqua nei circuiti termici	2-13
2.3.1	Processi incrostanti	2-13
2.3.2	Processi corrosivi	2-17
2.3.3	Schiume e trascinamenti	2-28
2.4	Circuiti di raffreddamento e umidificazione.	
	Tipologie e problematiche principali	2-30
2.4.1	Depositi	2-32
2.4.2	Processi corrosivi	2-39

Capitolo 3 - Note di elettrotecnica generale e di elettromagnetismo

3.1	Generalità sui fenomeni elettromagnetici	3-2
3.1.1	L'elettrostatica	3-2
3.1.2	Il condensatore	3-6
3.2	Circuiti elettrici	3-8
3.2.1	La corrente elettrica	3-8
3.2.2	La legge di Ohm	3-9
3.2.3	Il bipolo elettrico e la potenza elettrica	3-12
3.2.4	La legge delle correnti	3-15

3.2.5	La legge delle tensioni	3-15
3.2.6	La risoluzione dei circuiti in corrente continua	3-16
3.2.7	Il teorema di Thevenin	3-18
3.3	Il campo magnetico	3-21
3.3.1	Proprietà del campo magnetico e vettore $\vec{H}$	3-24
3.3.2	Ferromagnetismo e circuiti magnetici	3-26
3.3.3	Forze tra correnti.....	3-29
3.3.4	Circuiti elettrici e campi magnetici: l'induzione elettromagnetica.....	3-30
3.4	Circuiti elettrici in regime variabile	3-34
3.4.1	Generalità.....	3-34
3.4.2	La legge di Joule in regime variabile e il valore I^2t	3-37
3.5	Circuiti elettrici in regime alternato sinusoidale.....	3-38
3.5.1	Grandezze elettriche sinusoidali	3-39
3.5.2	Bipoli elementari in regime alternato sinusoidale	3-43
3.5.3	L'impedenza	3-45
3.5.4	Analisi energetica dell'impedenza induttiva.....	3-48
3.5.5	Esempio applicativo.....	3-49
3.5.6	Cenni sul rifasamento	3-51
3.6	Circuiti trifase	3-52
3.6.1	Generalità.....	3-52
3.6.2	Generatori e carichi di tipo trifase	3-52
3.6.3	Circuiti trifase simmetrici ed equilibrati	3-54
3.6.4	Circuiti trifase generici	3-56
3.6.5	Circuiti trifase a 4 fili.....	3-56
3.7	Circuiti in regime deformato.....	3-57
3.7.1	Generalità.....	3-57
3.7.2	Grandezze periodiche come sovrapposizione di sinusoidi	3-59
3.7.3	Il comportamento dei circuiti elettrici in regime deformato.....	3-59
3.8	Macchine elettriche.....	3-61
3.8.1	Generalità.....	3-61
3.8.2	Il trasformatore: principio di funzionamento.....	3-62
3.8.3	Il trasformatore reale.....	3-64
3.8.4	Il trasformatore trifase.....	3-66
3.8.5	Prove e dati tecnici di targa dei trasformatori.....	3-69
3.8.6	Il campo magnetico rotante	3-72
3.8.7	Il motore asincrono trifase	3-77
3.9	Misure elettriche	3-79
3.9.1	Generalità.....	3-79
3.9.2	Grandezze e strumenti.....	3-80
3.9.3	Metodi di misura.....	3-82
3.10	L'elettronica	3-84
3.10.1	Generalità.....	3-84
3.10.2	Componenti a semiconduttore	3-85
3.10.3	Elettronica analogica ed elettronica digitale	3-89
3.10.4	Elettronica di potenza	3-92
3.10.5	Il controllo di velocità nei motori	3-95

Capitolo 4 - Materiali metallici e polimerici

4.1	La produzione dei materiali metallici	4-1
4.1.1	La produzione della ghisa e dell'acciaio.....	4-1
4.1.2	La produzione dell'alluminio.....	4-2
4.1.3	La produzione del rame	4-2
4.2	Trattamenti termici dei metalli.....	4-2
4.2.1	La ricottura	4-2
4.2.2	La tempra	4-3
4.2.3	Il rinvenimento.....	4-3
4.2.4	La cementazione	4-3
4.2.5	La nitrurazione	4-4
4.3	Caratteristiche meccaniche dei materiali	4-4
4.3.1	Il carico di rottura e di snervamento	4-4
4.3.2	Deformazione assiale unitaria (ϵ) e modulo di Young	4-5
4.3.3	La durezza Brinnell.....	4-5
4.3.4	La resilienza.....	4-5
4.3.5	La prova di piegamento	4-5
4.3.6	La classificazione degli acciai	4-6
4.3.7	Il rame e le sue leghe	4-6
4.3.8	L'alluminio e le sue leghe.....	4-9
4.4	La lavorazione dei metalli.....	4-9
4.4.1	Fusioni.....	4-9
4.4.2	Lavorazioni a freddo	4-9
4.4.3	Lavorazioni a caldo.....	4-10
4.4.4	La saldatura dell'acciaio	4-10
4.4.5	La saldatura del rame e dell'alluminio.....	4-10
4.5	Materie plastiche.....	4-11
4.5.1	Generalità.....	4-11
4.5.2	Resine fenoliche	4-12
4.5.3	Il polietilene	4-12
4.5.4	Il polipropilene.....	4-12
4.5.5	Resine poliestere e resine epossidiche	4-13
4.5.6	Il cloruro di polivinile (PVC).....	4-13
4.6	Materiali per tubazioni.....	4-14
4.6.1	Materiali metallici.....	4-14
4.6.1.1	La ghisa.....	4-14
4.6.1.2	L'acciaio	4-14
4.6.1.3	L'acciaio inossidabile	4-14
4.6.1.4	Il rame	4-15
4.6.2	Materie plastiche.....	4-19
4.6.2.1	Il polietilene	4-19
4.6.2.2	Il polipropilene.....	4-19
4.6.2.3	Il PVC (cloruro di polivinile).....	4-20
4.6.3	Materiali vari.....	4-21

PARTE 2 - APPARECCHIATURE E STRUMENTAZIONE

Capitolo 5 - Generatori termici

5.1	Classificazione funzionale dei generatori	5-1
5.2	Generatori ad acqua calda	5-3
5.2.1	Il campo di temperatura	5-3
5.2.2	La costruzione delle caldaie ad acqua calda	5-4
5.2.3	Cenni normativi	5-9
5.2.4	Dati caratteristici	5-10
5.2.5	Gruppi termici domestici	5-13
5.2.6	Generatori a combustibili solidi e policombustibili	5-16
5.2.7	Il problema dell'acqua calda sanitaria	5-17
5.3	Generatori a vapore	5-25
5.3.1	Preriscaldatori dell'acqua di alimentazione	5-31
5.3.2	Economizzatori e preriscaldatori/ricuperatori	5-31
5.3.3	Surriscaldatori	5-31
5.3.4	Accumulatori	5-32
5.4	Generatori ad acqua surriscaldata	5-34
5.4.1	Il campo delle temperature dell'acqua surriscaldata	5-35
5.4.2	La produzione dell'acqua surriscaldata	5-36
5.5	Generatori a olio diatermico	5-37
5.6	Generatori ad aria calda	5-40
5.7	La sicurezza dei generatori	5-42
5.7.1	Fenomeni da controllare negli impianti ad acqua calda	5-42
5.7.2	Impianti a vapore	5-64
5.7.3	Impianti ad acqua surriscaldata	5-69
5.7.4	Impianti a olio diatermico	5-70
5.8	Espulsione dei prodotti della combustione	5-71
5.8.1	Adduzione del comburente e condizioni ambientali interne	5-78
5.8.2	A ogni focolare il suo camino	5-79
5.8.3	L'analisi dei prodotti della combustione	5-80
	Bibliografia	5-81

Capitolo 6 - Principali apparecchiature

6.1	Scambiatori di calore	6-1
6.1.1	Generalità	6-1
6.1.2	Scambiatori a piastre fisse in controcorrente	6-1
6.1.3	Scambiatori a piastre fisse a due passaggi	6-4
6.1.4	Scambiatori a tubi a U	6-5
6.1.5	Scambiatori di calore a testa flottante	6-6
6.1.6	Evaporatori	6-6
6.1.7	Scambiatori a piastre	6-7

6.2	Pompe	6-9
6.2.1	Generalità	6-9
6.2.2	Tipi di pompe	6-9
6.2.3	Portata e prevalenza	6-10
6.2.4	Potenza e rendimento di una pompa	6-10
6.2.5	La scelta del tipo di pompa	6-11
6.2.6	La variazione della portata	6-12
6.2.7	Pompe centrifughe	6-13
6.2.8	Curve caratteristiche	6-14
6.2.9	Pompe di circolazione per acqua calda impiegate in impianti di riscaldamento	6-16
6.2.10	Pompe per pozzi	6-16
6.2.11	Pompe a pistone	6-17
6.2.12	Pompe a capsulismi	6-19
6.2.13	Massima altezza e minimo battente di aspirazione	6-19
6.2.14	Pompe autoadescenti	6-21
6.2.15	Accessori da installare in un impianto di pompaggio	6-22
6.3	Impianti di ventilazione e ventilatori centrifughi	6-22
6.3.1	Generalità	6-22
6.3.2	La determinazione della quantità d'aria da asportare in funzione del bilancio termico	6-22
6.3.3	Aspirazioni localizzate di fumi, gas o vapori	6-23
6.3.4	Immissioni dell'aria nei fabbricati	6-24
6.3.5	Impianti industriali	6-24
6.3.6	Ventilatori	6-24
6.3.7	Il punto di funzionamento di un impianto	6-29
6.3.8	Leggi dei ventilatori e famiglie di curve	6-30
6.3.9	Tipi di giranti	6-30
6.3.10	Costruzioni speciali	6-33
6.4	Ventilatori assiali	6-34
6.4.1	Generalità	6-34
6.4.2	Il funzionamento dei ventilatori elicoidali	6-34
6.4.3	Pale a profilo alare	6-35
6.4.4	Ventilatori a passo variabile	6-35
6.4.5	Curve caratteristiche e rendimenti	6-37
6.4.6	Torrini di ventilazione	6-38
6.5	Il rumore negli impianti di ventilazione	6-40
6.5.1	Generalità	6-40
6.5.2	Misure del rumore	6-40
6.5.3	Il riverbero sonoro	6-41
6.5.4	Il rumore generato dai ventilatori	6-42
6.5.5	Lo studio dei condotti di distribuzione in funzione della propagazione dei rumori	6-42
6.5.6	Bocchette di immissione dell'aria negli ambienti	6-42
6.5.7	Apparecchi silenziatori	6-45
6.5.8	Conclusioni	6-45

Capitolo 7 - Valvole manuali e valvole automatiche ON/OFF

7.1 Generalità	7-1
7.2 Saracinesche a cuneo e saracinesche a sedi parallele	7-4
7.3 Valvole a farfalla.....	7-5
7.4 Valvole a flusso avviato.....	7-6
7.5 Valvole a pistone.....	7-7
7.6 Valvole a sfera. Filtri per tubazioni. Indicatori di livello visivi	7-7

Capitolo 8 - Regolatori autoazionati

8.1 Generalità	8-1
8.2 Valvole di sicurezza	8-1
8.3 Valvole di ritegno	8-2
8.4 Scaricatori di condensa	8-2
8.5 Riduttori di pressione	8-12
8.6 Regolatori di portata	8-14
8.7 Regolatori di temperatura	8-14
8.8 Miscelatori d'acqua.....	8-15
8.9 Valvole di espansione termostatica.....	8-17

Capitolo 9 - Aria compressa e strumentazione pneumatica

9.1 L'aria compressa	9-1
9.1.1 Generalità.....	9-1
9.1.2 Caratteristiche chimico-fisiche dell'aria.....	9-1
9.1.3 Trasformazioni termodinamiche dell'aria.....	9-2
9.1.4 Compressori alternativi (a pistone).....	9-6
9.1.5 Rendimenti dei compressori	9-7
9.1.6 La regolazione della portata.....	9-8
9.1.7 Compressori rotativi a palette	9-11
9.1.8 Motocompressori	9-13
9.1.9 Compressori e rumore.....	9-14
9.1.10 Compressori a vite	9-14
9.1.11 Compressori a secco	9-15
9.1.12 Compressori turbosoffianti	9-16
9.2 Azionamenti ad aria compressa	9-16
9.2.1 Generalità.....	9-16
9.2.2 Cilindri pneumatici	9-16
9.2.3 Forze generabili con cilindri pneumatici	9-17
9.2.4 Corse e frenature	9-18
9.2.5 Il fissaggio dei cilindri	9-19
9.2.6 Il consumo	9-19
9.2.7 Cilindri oleopneumatici	9-20

9.2.8	Valvole e distributori a due vie.....	9-20
9.2.9	Distributori a tre vie.....	9-21
9.2.10	Distributori a quattro vie.....	9-22
9.2.11	L'azionamento dei distributori.....	9-23
9.2.12	Schemi e simbologia.....	9-24
9.2.13	Accessori.....	9-25
9.3	La regolazione pneumatica.....	9-28
9.3.1	Generalità.....	9-28
9.3.2	La catena di regolazione.....	9-29
9.3.3	La teoria dei regolatori.....	9-30
9.3.4	La taratura dei regolatori.....	9-33
9.3.5	L'unificazione degli strumenti.....	9-33
9.4	La catena di regolazione pneumatica.....	9-33
9.4.1	Il modulatore pneumatico.....	9-33
9.4.2	La retroazione.....	9-34
9.4.3	Strumenti proporzionali, più integrali, più derivativi.....	9-35
9.4.4	Trasmettitori pneumatici.....	9-37
9.4.5	Trasmettitori elettropneumatici.....	9-37
9.5	Valvole di regolazione pneumatiche.....	9-37
9.5.1	Generalità.....	9-37
9.5.2	L'azione delle valvole di regolazione.....	9-40
9.5.3	Caratteristiche di regolazione delle valvole.....	9-41
9.5.4	Valvole a seggio doppio. Differenza massima di salto di pressione ammissibile.....	9-42
9.5.5	Valvole a tre vie.....	9-44
9.5.6	Il premistoppa.....	9-44
9.5.7	Posizionatori.....	9-45
9.5.8	Il filtro riduttore.....	9-46
9.5.9	L'aria strumenti.....	9-47
9.6	Il dimensionamento delle valvole di regolazione.....	9-47
9.6.1	Generalità.....	9-47
9.6.2	Il coefficiente di efflusso (C_v).....	9-48

Capitolo 10 - Quadri elettrici

10.1	Definizione e classificazione dei quadri elettrici.....	10-1
10.1.1	Il quadro come apparecchiatura elettrica.....	10-1
10.1.2	Classificazione dei quadri: norme e usanze.....	10-3
10.1.3	Quadri per impianti termici e idrici.....	10-6
10.2	Caratterizzazione dei quadri elettrici: funzioni tipiche e componenti.....	10-8
10.2.1	Generalità.....	10-8
10.2.2	Circuiti di potenza.....	10-9
10.2.3	Tipici apparecchi di potenza.....	10-10
10.2.4	Circuiti di comando: funzione e strutture tipiche.....	10-19
10.2.5	I più importanti apparecchi per circuiti di comando.....	10-24
10.2.6	Circuiti di misura: funzione e strutture tipiche.....	10-28

10.3 La costruzione dei quadri.....	10-30
10.3.1 Generalità.....	10-30
10.3.2 Montaggio.....	10-30
10.3.3 Cablaggio.....	10-32
10.4 Verifiche e prove.....	10-42
10.4.1 Generalità.....	10-42
10.4.2 Criteri di esecuzione delle verifiche di progetto.....	10-43
10.4.3 Le verifiche di progetto più importanti.....	10-44
10.5 La documentazione di accompagnamento dei quadri.....	10-53
10.5.1 Generalità.....	10-53
10.5.2 La targa.....	10-54
10.5.3 Lo schema elettrico.....	10-55
10.5.4 L'elenco dei materiali.....	10-57
10.5.5 Morsettiere.....	10-59
10.5.6 Istruzioni d'uso.....	10-59
10.5.7 Verbal di collaudo e certificazioni.....	10-59
10.6 Esempi.....	10-62
10.6.1 Quadro a servizio di una centrale termica.....	10-62
10.6.2 Quadro a servizio di macchine automatiche semplici.....	10-64
10.6.3 Quadro a servizio di un sistema di controllo e supervisione di un grande impianto industriale.....	10-66

Capitolo 11 - La strumentazione elettronica

11.1 Introduzione e generalità.....	11-1
11.2 Bus di campo.....	11-2
11.2.1 Introduzione.....	11-2
11.2.2 L'origine dei bus di campo.....	11-2
11.2.3 Cos'è un bus di campo e quali vantaggi offre.....	11-3
11.2.4 Chi è interessato ai bus di campo?.....	11-4
11.2.5 Reti proprietarie.....	11-5
11.2.6 I bus di campo più diffusi.....	11-5
11.2.7 Evoluzioni future.....	11-11
11.2.8 Esempi applicativi di reti di campo.....	11-12
11.2.9 Conclusioni.....	11-14
11.3 La strumentazione per gli impianti termici e idrici.....	11-14
11.3.1 Misure di temperatura.....	11-14
11.3.2 Misure di pressione.....	11-22
11.3.3 Misure di portata.....	11-26
11.3.4 Misure di livello.....	11-37
11.3.5 Misure di umidità.....	11-40
11.3.6 Misure di conducibilità.....	11-41
11.3.7 Rilevatori e analizzatori di gas.....	11-45
11.3.8 Dispositivi di misura e controllo speciali.....	11-46

11.4 La regolazione: teoria e pratica	11-50
11.4.1 Principi di regolazione ad anello chiuso	11-50
11.4.2 Definizioni fondamentali	11-52
11.4.3 Regolatori PID	11-52
11.4.4 Attuatori	11-54
11.4.5 Regolatori elettronici digitali	11-54
11.4.6 Regolatori elettronici per attuatori a passi	11-56
11.4.7 Strutture di regolazione	11-57
11.4.8 L'affinamento del regolatore	11-58
11.4.9 L'autotuning del regolatore.....	11-59
11.5 Controllori a logica programmabile.....	11-60
11.5.1 La nascita del PLC	11-60
11.5.2 Il PLC sotto la lente di ingrandimento.....	11-60
11.5.3 Vantaggi.....	11-61
11.5.4 Presente e futuro del PLC	11-61
11.5.5 La struttura tipica di un PLC.....	11-62
11.6 Particolarità dei sistemi ridondanti e fail safe.....	11-78
11.6.1 Concetti base di affidabilità, ridondanza, sicurezza.....	11-78
11.6.2 Campi di applicazione e classificazioni	11-79
11.6.3 Configurazioni di PLC ridondanti e fail safe (sicurezza intrinseca).....	11-83
11.6.4 Campi di applicazione nell'impiantistica industriale.....	11-86
11.6.5 Sistemi di gestione della combustione: l'esempio di un BMS	11-87
11.7 Software di controllo e gestione degli impianti	11-110
11.7.1 Concetti generali di supervisione, controllo e gestione degli impianti..	11-110
11.7.2 Software di controllo: moduli funzionali standard	11-111
11.7.3 Software di interfaccia operatore: i sistemi SCADA.....	11-112
11.7.4 Sistemi di gestione e di ottimizzazione.....	11-113
11.8 Sistemi di programmazione	11-114
11.8.1 Programmare un PLC	11-114
11.8.2 Sistemi di programmazione	11-115
11.8.3 Esempi di programmazione PLC.....	11-117
11.9 La gestione remota. Il telecontrollo	11-118
11.10 Sistemi per il teleservice	11-124

VOLUME 2

PARTE 3 - L'IMPIANTISTICA

Capitolo 12 - Impianti di riscaldamento

12.1 Comfort termico	12-1
12.1.1 Il riscaldamento radiante a pavimento	12-11
12.1.2 Il riscaldamento radiante a soffitto e a parete	12-30
12.1.3 Radiatori	12-44
12.1.4 Termoconvettori	12-52
12.1.5 Termoventilazione e ventilconvettori	12-53
12.1.6 Aerotermi	12-60
12.1.7 Termostrisce a gas	12-65
12.2 Impianti termici	12-68
12.2.1 Sistemi ad acqua calda e calcolo di equilibratura	12-69
12.2.2 Sistemi a vapore	12-101
12.2.3 Sistemi ad acqua surriscaldata	12-115
12.2.4 Sistemi a olio diatermico	12-117
12.2.5 Scambiatori di calore	12-118
12.2.6 Regolazioni automatiche	12-120
12.3 Componenti impiantistiche	12-126
12.3.1 Scelta dei circolatori	12-126
12.3.2 Disaerazione	12-130
12.3.3 Tutele dal colpo d'ariete	12-135
Bibliografia	12-139

Capitolo 13 - Impianti idrici

13.1 Adduzione idrica	13-1
13.1.1 Calcolo della portata massima	13-6
13.1.2 Il rischio di inquinamento degli acquedotti	13-7
13.1.3 Stazioni idriche	13-12
13.1.4 La misurazione dei consumi	13-24
13.2 Distribuzione idrica	13-32
13.2.1 Le reti	13-32
13.2.2 Dimensionamento delle reti di distribuzione	13-36
13.3 Produzione e distribuzione dell'acqua calda sanitaria	13-41
13.3.1 Preparazione dell'acqua calda	13-41
13.3.2 Controllo sulla durezza dell'acqua di adduzione	13-48
13.3.3 Tutela dalla legionellosi	13-49
13.3.4 Espansione e sicurezza degli scaldacqua	13-50
Bibliografia	13-52

Capitolo 14 - Utilizzo termico dell'energia solare

14.1 Radiazione e captazione.....	14-1
14.1.1 Il collettore solare piano	14-2
14.1.2 Collettori solari sottovuoto	14-5
14.2 Ambientamento delle superfici di raccolta	14-6
14.2.1 Accorgimenti architettonici e integrazione edilizia	14-7
14.2.2 Tipologia e modularità dei collettori solari.....	14-13
14.3 Altri componenti	14-18
14.3.1 Scambiatori di calore, accumulatori e terminali	14-18
14.3.2 Compatibilità di metalli e liquidi	14-19
14.3.3 Difesa dagli eventi esterni.....	14-20
14.4 Progettazione del solare termico	14-20
14.4.1 Il progetto eliotecnico	14-21
14.4.2 Irradiazione e irradianza solare	14-21
14.4.3 Riscaldamento invernale diretto	14-26
14.4.4 Postriscaldamento estivo.....	14-29
14.4.5 Calcolo dell'economia	14-31
14.5 Raffreddamento con energia solare.....	14-33
Bibliografia	14-37

Capitolo 15 - Tutela antisismica

15.1 Regole generali di tutela	15-1
15.2 Componenti non strutturali	15-3
15.2.1 Difesa dalle fughe di gas.....	15-7
15.2.2 Staffaggio e ancoraggio delle tubazioni.....	15-9
15.2.3 Staffaggio e ancoraggio delle apparecchiature	15-16
Bibliografia	15-23

Capitolo 16 - Impianti elettrici

16.1 Caratteristiche generali	16-1
16.1.1 Premessa	16-1
16.1.2 Norme CEI.....	16-2
16.1.3 Classificazione dei sistemi.....	16-3
16.1.4 Classificazione delle sollecitazioni ambientali	16-5
16.1.5 Gradi IP.....	16-5
16.1.6 Gradi IK	16-8
16.1.7 Condizioni ordinarie di esercizio	16-9
16.1.8 Impianti ordinari e impianti speciali	16-10
16.2 Condutture	16-11
16.2.1 Tipi e caratteristiche delle condutture.....	16-11
16.2.2 Cavi	16-13

16.2.3 Tubi, canali protettivi e scatole.....	16-16
16.2.4 Cenni sulle condutture e i cavi speciali	16-20
16.2.5 Portata delle condutture	16-21
16.3 Apparecchi	16-22
16.3.1 Generalità	16-22
16.3.2 Caratteristiche e uso degli interruttori.....	16-23
16.3.3 Prese a spina.....	16-27
16.3.4 Apparecchi di comando e segnalazione	16-33
16.3.5 Apparecchi automatici di protezione	16-40
16.4 Correnti e sovracorrenti	16-48
16.4.1 I regimi di funzionamento.....	16-48
16.4.2 Sovraccarico.....	16-49
16.4.3 Cortocircuito	16-50
16.4.4 Correnti di guasto a terra.....	16-55
16.5 Protezione contro la scossa	16-57
16.5.1 Effetti della corrente sul corpo umano.....	16-57
16.5.2 Protezione contro i contatti diretti.....	16-60
16.5.3 Protezione contro i contatti indiretti	16-61
16.5.4 Impianto di terra e collegamenti equipotenziali.....	16-65
16.6 Protezione contro le sovratensioni	16-69
16.6.1 Origine ed effetti delle sovratensioni	16-69
16.6.2 Categorie di tenuta agli impulsi	16-70
16.6.3 Tecniche e livelli di protezione.....	16-72
16.6.4 Dispositivi di protezione	16-76
16.7 Criteri di scelta, dimensionamento e coordinamento	16-78
16.7.1 Scelta dei componenti	16-78
16.7.2 Categorie di utilizzazione	16-80
16.7.3 La selettività di intervento	16-85
16.7.4 Azionamento e protezione dei motori	16-87
16.8 Ambienti e applicazioni particolari	16-97
16.8.1 Generalità.....	16-97
16.8.2 Luoghi conduttori ristretti	16-98
16.8.3 Luoghi a maggior rischio in caso di incendio.....	16-100
16.8.4 Ambienti con pericolo di esplosione.....	16-105
16.8.5 Impianti di sicurezza e di riserva	16-106
16.9 Esempi di impianti per locali tecnici	16-113
16.9.1 Dimensionamento del circuito di potenza di una centrale di sollevamento acqua.....	16-113
16.9.2 Dimensionamento, schemi e criteri di installazione di una centrale termica classificata come ambiente a maggior rischio di incendio.....	16-119
16.10 Appendice. Raccolta dei principali dati elettrici	16-120
16.10.1 Elenco delle principali norme CEI riguardanti gli argomenti trattati	16-120
16.10.2 Elenco delle principali Guide CEI riguardanti gli argomenti trattati	16-121
16.10.3 Tabelle riguardanti il dimensionamento dei conduttori	16-121
16.10.4 Impedenze di cortocircuito.....	16-124
16.10.5 Apparecchi automatici di protezione.....	16-126

16.10.6 Protezione contro la scossa.....	16-127
16.10.7 Avviamento e protezione dei motori asincroni trifase	16-128
16.10.8 Significati di alcune lettere e simboli usati nei capitoli 10 e 14.....	16-129

Capitolo 17 - Impianti antincendio

17.1 Premessa	17-1
17.2 La normativa	17-1
17.3 La rilevazione dell'incendio.....	17-3
17.3.1 Tipologie.....	17-3
17.3.2 Rilevatori di temperatura	17-5
17.3.3 Rilevatori di fiamma	17-5
17.3.4 Rilevatori di fumo	17-6
17.3.5 Sistemi di rilevazione: approccio.....	17-7
17.3.6 Il progetto del sistema di rilevamento incendi.....	17-8
17.3.7 La copertura degli spazi	17-8
17.3.8 La segnalazione.....	17-10
17.3.9 L'installazione dei sistemi di rilevazione incendi.....	17-10
17.3.10 Rilevazione e sistemi automatici antincendio.....	17-10
17.4 Sistemi a gas	17-11
17.4.1 Mezzi estinguenti	17-12
17.4.2 Caratteristiche dei sistemi antincendio gassosi.....	17-12
17.4.3 Tipologie di impianto.....	17-13
17.4.4 Il progetto	17-14
17.5 Idranti.....	17-15
17.5.1 Classi di fuoco	17-15
17.5.2 Idranti.....	17-16
17.5.3 Normativa di riferimento e progetto	17-19
17.5.4 Il carico di incendio	17-22
17.5.5 Il progetto idraulico.....	17-24
17.5.6 Tubazioni	17-25
17.6 Impianti a pioggia o sprinkler	27-27
17.6.1 L'installazione degli erogatori	27-28
17.6.2 Erogatori	17-29
17.6.3 Sprinkler a goccia larga e a soppressione veloce.....	17-32
17.6.4 Sprinkler residenziali, a parete e particolari	17-32
17.6.5 La normativa di riferimento	17-32
17.6.6 La progettazione	17-33
17.7 L'alimentazione idrica	17-42
17.7.1 L'alimentazione da rete pubblica.....	17-43
17.7.2 L'alimentazione privata	17-44
17.7.3 La capacità della vasca.....	17-45
17.7.4 Il gruppo di pompaggio.....	17-45
17.7.5 L'alimentazione tramite acquedotto, con pompe di rilancio	17-46
17.7.6 L'alimentazione tramite vasca e gruppo di pompaggio.....	17-47

17.8 Impianti a nebbia o water mist	17-50
17.8.1 Tipologia degli impianti water mist.....	17-51
17.8.2 Utilizzi principali	17-51

Capitolo 18 - L'isolamento termico

18.1 Materiali isolanti	18-1
18.1.1 La conducibilità termica	18-1
18.1.2 La resistenza alla temperatura di lavoro	18-1
18.1.3 Caratteristiche meccaniche	18-2
18.1.4 Caratteristiche chimiche.....	18-3
18.1.5 La resistenza all'acqua.....	18-3
18.1.6 Infiammabilità e pericolosità	18-3
18.1.7 Peso specifico e calore specifico.....	18-3
18.1.8 Confezione e forma.....	18-4
18.1.9 Materiali refrattari utilizzati nei forni e nelle caldaie	18-5
18.1.10 Fibre ceramiche e materiali isolanti per alte temperature	18-7
18.1.11 La lana di roccia.....	18-10
18.1.12 La lana di vetro	18-13
18.1.13 L'isolamento esterno degli edifici	18-15
18.1.14 Materiali espansi	18-17
18.1.15 Materiali di rivestimento e finitura	18-20
18.1.16 L'isolamento delle tubazioni interrate	18-22
18.2 La posa in opera dei materiali isolanti	18-23
18.2.1 Regole pratiche per la posa in opera dei materiali isolanti	18-23
18.2.2 La posa in opera dei materiali refrattari, pigiature.....	18-23
18.2.3 L'isolamento delle tubazioni	18-25
18.2.4 L'isolamento di apparecchiature che lavorano a bassa temperatura.	
La barriera al vapore	18-26
18.2.5 L'isolamento di valvole e pezzi speciali	18-27
18.2.6 L'eliminazione dei ponti termici.....	18-27
18.3 La valutazione economica dell'isolamento civile e industriale	18-28
18.3.1 Preventivazione e valutazione dei costi unitari.	
Metodi di misura delle opere di isolamento.....	18-28
18.3.2 Risparmi energetici	18-29

Capitolo 19 - L'acqua

19.1 Il reperimento delle fonti idriche	19-1
19.1.1 Sorgenti.....	19-1
19.1.2 Fontanili	19-2
19.1.3 Opere di presa da fiumi o torrenti	19-2
19.1.4 Pozzi.....	19-3
19.1.5 Acque di mare e acque salmastre.....	19-6
19.1.6 La ricerca dell'acqua.....	19-6

19.2	Pretrattamenti delle acque.....	19-7
19.2.1	Generalità.....	19-7
19.2.2	La grigliatura.....	19-7
19.2.3	Eliminazione della sabbia.....	19-8
19.2.4	Filtri automatici a tamburo rotante.....	19-8
19.2.5	Filtri a sabbia.....	19-8
19.2.6	Filtri a cartuccia e a pannello.....	19-11
19.2.7	La flottazione.....	19-11
19.2.8	La sedimentazione.....	19-12
19.2.9	Coagulazione e flocculazione.....	19-15
19.2.10	L'eliminazione del ferro e del manganese.....	19-18
19.2.11	La filtrazione sui carboni attivi. L'eliminazione del cloro.....	19-19
19.2.12	L'osmosi inversa.....	19-19
19.3	La sterilizzazione delle acque.....	19-21
19.3.1	Generalità.....	19-21
19.3.2	La clorazione.....	19-21
19.3.3	La sterilizzazione con ipoclorito di sodio.....	19-22
19.3.4	Altri prodotti e metodi di sterilizzazione.....	19-22
19.3.5	Impianti completi per rendere potabile l'acqua.....	19-23
19.4	L'acqua potabile.....	19-24
19.4.1	Generalità.....	19-24
19.4.2	Acqua potabile e legislazione.....	19-24
19.4.3	Acqua e salute.....	19-25
19.4.4	Acque minerali.....	19-26
19.4.5	Impianti di depurazione domestici.....	19-27
19.4.6	Caraffe filtranti.....	19-30
19.5	Impianti di addolcimento e demineralizzazione.....	19-30
19.5.1	Resine scambiatrici di ioni.....	19-30
19.5.2	Resine cationiche.....	19-31
19.5.3	Resine anioniche.....	19-31
19.5.4	Caratteristiche principali di funzionamento.....	19-33
19.5.5	Addolcitori.....	19-35
19.5.6	Demineralizzatori.....	19-37
19.5.7	La demineralizzazione con torre per la decarbonatazione.....	19-39
19.5.8	Letti misti.....	19-39
19.5.9	Caratteristiche di purezza dell'acqua demineralizzata e conducibilità elettrica.....	19-40
19.5.10	Degasatori.....	19-41
19.6	La produzione di acqua refrigerata.....	19-42
19.6.1	Generalità.....	19-42
19.6.2	Radiatori.....	19-43
19.6.3	Il raffreddamento adiabatico.....	19-44
19.6.4	Chiller.....	19-47
19.7	La biologia dell'acqua.....	19-52
19.7.1	Generalità.....	19-52
19.7.2	Fenomeni di autodepurazione aerobica.....	19-53

19.7.3 Processi aerobici	19-53
19.7.4 Fenomeni anaerobici	19-54
19.7.5 L'inquinamento termico.....	19-54
19.7.6 L'inquinamento da oli e grassi.....	19-55
19.7.7 L'inquinamento da metalli pesanti e sostanze tossiche	19-55
19.7.8 BOD e COD.....	19-55
19.7.9 Detersivi.....	19-56
19.7.10 Acidità e alcalinità	19-56
19.7.11 Corpi idrici riceventi	19-56
19.7.12 La valutazione chimica dell'inquinamento	19-58
19.7.13 La valutazione dell'inquinamento con test ittici	19-59
19.7.14 La valutazione biologica dell'inquinamento.....	19-59
19.8 La depurazione delle acque di scarico civili e industriali.	
Il dimensionamento dei sedimentatori, degli impianti di depurazione biologica e di trattamento dei fanghi	19-60
19.8.1 Generalità.....	19-60
19.8.2 La sedimentazione chimico-fisica (trattamento primario).....	19-60
19.8.3 Impianti a fanghi attivi. Filtri percolatori e vasche di ossidazione biologica.....	19-63
19.8.4 Filtri percolatori	19-65
19.8.5 Stagni e bacini di ossidazione	19-67
19.8.6 Impianti di depurazione a fanghi attivi	19-67
19.8.7 Calcolo del volume di aria di ossigenazione.....	19-71
19.8.8 Impianti di trattamento chimico-fisico (trattamento terziario)	19-73
19.8.9 Trattamenti speciali.....	19-76
19.9 Trattamento e smaltimento dei fanghi	19-76
19.10 La filtrazione meccanica del fango	19-79
19.11 La separazione degli oli e dei grassi. L'ultrafiltrazione.....	19-80
19.12 Impianti di depurazione speciali	19-82
19.13 Metalli tossici.....	19-83
19.13.1 Generalità	19-83
19.13.2 Precipitazione e solubilità.....	19-84
19.13.3 L'eliminazione del cromo esavalente	19-85
19.13.4 Il trattamento delle acque contenenti cianuri.....	19-86
19.13.5 Il trattamento delle acque contenenti metalli pesanti con resine scambiatrici di ioni	19-86

Capitolo 20 - Esempi applicativi

20.1 Ristrutturazione di una centrale termica	20-1
20.1.1 Il calcolo di potenza	20-4
20.1.2 La cogenerazione: esigenze di spazio fisico e di sistema	20-5
20.1.3 Bonifiche da amianto	20-8
20.1.4 Risanamento dei depositi di gasolio	20-9
20.1.5 Sicurezza antincendio della centrale	20-11

20.1.6 Monitoraggio.....	20-13
20.1.7 Risparmio di energia e tutela ambientale	20-15
20.2 Luoghi di culto: riscaldamento radiante e termoventilazione	20-14
20.2.1 Costo di esercizio.....	20-19
20.3 Impianti termici di abitazioni in condominio.....	20-20
20.3.1 Contabilizzazione del consumo nell'impianto centralizzato	20-23
20.3.2 Confronto tra riscaldamento autonomo e centralizzato	20-25
20.3.3 Le due vie del riscaldamento domestico.....	20-27
20.4 Utilizzo dell'energia solare in un istituto scolastico	20-28
20.4.1 Il complesso impianto-edificio	20-28
20.4.2 Utilizzo dell'energia solare	20-31
20.5 L'acquedotto interno di un complesso residenziale e terziario.....	20-33
20.5.1 Considerazioni sulla pressione.....	20-35
20.5.2 Fabbisogni idrici	20-37
20.5.3 Richieste idriche totali giornaliere.....	20-38
20.5.4 Andamento delle erogazioni	20-39
20.5.5 Depositi idrici sotto pressione.....	20-41
20.5.6 Principali dati degli impianti di sopraelevazione.....	20-46
Bibliografia	20-47

Capitolo 21 - Impianti industriali

21.1 Reti di distribuzione dei principali fluidi	21-1
21.1.1 Vapore, condensa, acqua.....	21-1
21.1.2 Lo staffaggio delle tubazioni	21-4
21.1.3 La rete dell'aria compressa	21-7
21.2 Impianti di ventilazione industriale	21-15
21.2.1 Generalità.....	21-15
21.2.2 Sistemi di raffreddamento	21-15
21.2.3 Componenti delle centrali di trattamento	21-17
21.2.4 Lavatori.....	21-25
21.2.5 Il separatore di gocce	21-25
21.2.6 Impianti di semplice umidificazione.....	21-25
21.2.7 Locali di installazione.....	21-26
21.2.8 La regolazione degli impianti di trattamento dell'aria.....	21-26
21.2.9 Unità di trattamento dell'aria.....	21-27
21.2.10 Esempi di schemi di unità di trattamento dell'aria	21-28
21.3 L'essiccamento dei materiali	21-30
21.4 L'essiccamento delle bacche di cacao	21-31
21.5 Il dimensionamento delle cappe di aspirazione	21-36
21.5.1 Generalità.....	21-36
21.6 Impianti di purificazione dell'aria.....	21-38
21.6.1 Depolveratori	21-38
21.6.2 Cicloni.....	21-38
21.6.3 Filtri a maniche	21-39

21.6.4	Abbattitori a umido	21-39
21.6.5	Precipitatori elettrostatici	21-40
21.6.6	Depuratori di aria inquinata da gas	21-40
21.7	La produzione di tubi flessibili in gomma per alte pressioni.....	21-42
21.7.1	Generalità.....	21-42
21.7.2	Valori delle grandezze fisiche in gioco.....	21-43
21.7.3	Calcolo dell'energia termica che occorre per riscaldare l'autoclave, il prodotto e l'isolante	21-43
21.7.4	La valutazione delle dispersioni.....	21-44
21.7.5	Calcolo del fabbisogno di vapore e della sua portata nelle diverse fasi del processo.....	21-44
21.7.6	Calcolo del C_v delle valvole automatiche e di regolazione per il vapore e l'acqua di raffreddamento.....	21-46
21.7.7	Il dimensionamento delle tubazioni.....	21-49
21.7.8	Elenco dei materiali dell'impianto dell'autoclave	21-50
21.8	L'impianto di termoregolazione dei cilindri di una calandra per gomma.....	21-55
21.8.1	Generalità.....	21-55
21.8.2	Dati di progetto	21-56
21.8.3	Il calore assorbito dalla gomma	21-56
21.8.4	Il calore da asportare durante la lavorazione	21-57
21.8.5	Il calore di riscaldamento iniziale	21-57
21.8.6	La determinazione della portata della pompa di circolazione dell'acqua surriscaldata.....	21-58
21.8.7	Il dimensionamento della tubazione dell'acqua surriscaldata	21-58
21.8.8	Il collettore generale del vapore.....	21-59
21.8.9	La tubazione vapore agli scambiatori	21-60
21.8.10	Il collettore dell'acqua di raffreddamento.....	21-60
21.8.11	Calcolo della valvola di regolazione dell'acqua di raffreddamento degli scambiatori (refrigeranti).....	21-60
21.8.12	La valvola di regolazione del vapore a servizio degli scambiatori (riscaldatori).....	21-61
21.8.13	La valvola riduttrice generale del vapore.....	21-61
21.8.14	Regolazione e risparmio energetico.....	21-61

PARTE 4 - LA GESTIONE DEGLI IMPIANTI

Capitolo 22 - La manutenzione

22.1	Introduzione	22-1
22.1.1	Brevi cenni sulla manutenzione industriale	22-1
22.1.2	Evoluzione della manutenzione	22-2
22.2	Concetti generali	22-2
22.2.1	Scopi della manutenzione	22-2
22.2.2	Guasto	22-3
22.2.3	Manutenibilità.....	22-3

22.2.4 Affidabilità.....	22-3
22.2.5 Efficienza.....	22-4
22.2.6 Sicurezza.....	22-4
22.2.7 Ecologia.....	22-4
22.2.8 Ergonomia.....	22-5
22.3 Tipi di manutenzione.....	22-5
22.3.1 Manutenzione di primo livello.....	22-5
22.3.2 Manutenzione ordinaria.....	22-6
22.3.3 Manutenzione preventiva.....	22-7
22.3.4 Manutenzione predittiva o secondo condizione.....	22-9
22.3.5 Manutenzione autonoma (TPM).....	22-15
22.4 Organizzazione della manutenzione.....	22-16
22.4.1 Programmi di manutenzione.....	22-16
22.4.2 Unificazione dei componenti.....	22-22
22.4.3 Gestione del magazzino ricambi.....	22-24
22.4.4 Controlli e correzioni (dei programmi di manutenzione preventiva) ...	22-25
22.4.5 Gestione del personale.....	22-25
22.5 Sicurezza.....	22-27

Capitolo 23 - Trattamenti chimici a carattere antincrostante. La disincrostazione delle apparecchiature

23.1 Il condizionamento dei circuiti termici.....	23-1
23.1.1 Il condizionamento chimico antincrostante.....	23-2
23.1.2 Il condizionamento anticorrosivo.....	23-6
23.1.3 Il dosaggio dei condizionanti.....	23-15
23.2 Trattamenti chimici delle acque dei circuiti di raffreddamento e umidificazione.....	23-16
23.2.1 Il trattamento antincrostante.....	23-16
23.2.2 Il trattamento antisporcamento (o antifouling).....	23-21
23.2.3 Il trattamento biocida e antisporcamento biologico.....	23-23
23.2.4 Il trattamento anticorrosivo.....	23-28
23.3 Controlli analitici sui circuiti termici.....	23-32
23.3.2 La metodologia di prelievo dei campioni.....	23-33
23.3.3 Analisi da effettuare e periodicità dei controlli.....	23-35
23.4 Normative e controlli per la valutazione di un corretto esercizio dei circuiti di raffreddamento e di umidificazione.....	23-42
23.4.1 Normative.....	23-42
23.4.2 Controlli per la valutazione dei fenomeni incrostanti.....	23-46
23.4.3 Controlli per la valutazione dell'inquinamento biologico.....	23-49
23.4.4 Controlli per la valutazione della corrosione.....	23-49
23.5 La conservazione degli impianti durante i periodi di inattività.....	23-52
23.5.1 Metodi di conservazione a secco.....	23-52
23.5.2 Metodi di conservazione a umido.....	23-53

23.6 Lavaggi chimici e procedure di pulizia.....	23-53
23.6.1 Lavaggi di caldaie nuove	23-54
23.6.2 Lavaggi e decapaggi di caldaie non nuove	23-54
23.6.3 Lavaggi chimici dei circuiti di raffreddamento e umidificazione.....	23-56

Capitolo 24 - Energia. Risparmio energetico. Fonti energetiche. Inquinamento atmosferico

24.1 L'energia	24-1
24.2 L'organizzazione del risparmio energetico.....	24-1
24.2.1 La necessità del risparmio energetico	24-1
24.2.2 Il controllo e la misura dei consumi	24-2
24.2.3 Risultati diretti delle misure di consumo	24-2
24.2.4 Risultati indiretti delle misure di consumo	24-3
24.3 Fonti energetiche.....	24-3
24.3.1 Energia termica e sua utilizzazione.....	24-3
24.3.2 L'energia nucleare	24-6
24.3.3 L'energia idraulica	24-8
24.3.4 L'energia geotermica	24-9
24.3.5 Energie alternative	24-9
24.4 L'accumulo dell'energia elettrica	24-9
24.4.1 Generalità	24-9
24.4.2 La trasformazione dell'energia elettrica in energia potenziale.....	24-10
24.4.3 La trasformazione dell'energia elettrica in idrogeno	24-10
24.5 La cogenerazione	24-10
24.6 Misure dei consumi energetici	24-12
24.6.1 Generalità.....	24-12
24.6.2 Centrali termiche per la produzione di vapore e relativo impianto di distribuzione.....	24-13
24.6.3 Centrali pneumatiche	24-15
24.6.4 Reti di distribuzione dell'aria compressa.....	24-16
24.6.5 Misure di consumo dell'aria compressa	24-17
24.6.6 La valutazione teorica dei consumi di aria compressa.....	24-17
24.6.7 Il dimensionamento dei serbatoi di accumulo	24-18
24.6.8 Il recupero del calore che si sviluppa durante la compressione	24-20
24.7 Centrali idrauliche.....	24-20
24.7.1 La scelta delle pompe.....	24-20
24.7.2 La misura della portata.....	24-22
24.7.3 Contatori	24-22
24.7.4 Perdite d'acqua e spreco energetico.....	24-23
24.7.5 Perdite di carico e consumo energetico	24-24
24.8 Bilanci di materia e di energia	24-25
24.8.1 Impostazione e soluzione del problema.....	24-25
24.8.2 L'accumulatore di vapore	24-29

24.9 Impianti di ventilazione e di riscaldamento	24-29
24.9.1 Generalità	24-29
24.10 Il risparmio energetico negli impianti elettrici	24-31
24.10.1 Considerazioni su come limitare le perdite di energia per effetto Joule. Fattore di potenza	24-31
24.10.2 Trasformatori	24-33
24.11 L'illuminazione	24-34
24.11.1 Generalità	24-34
24.12 Motori elettrici	24-37
24.13 Controllo e gestione dell'energia	24-39
24.13.1 Generalità	24-39
24.13.2 Controllo e gestione degli impianti termici	24-40
24.13.3 Controllo e gestione degli impianti elettrici	24-41
24.13.4 Controllo e gestione degli impianti e del macchinario	24-41
24.14 Pompe di calore	24-42
24.14.1 L'uso economico dell'energia elettrica per la produzione di calore ..	24-42
24.14.2 Il principio di funzionamento della pompa di calore	24-42
24.14.3 Efficienza. COP delle pompe di calore	24-44
24.14.4 L'economicità delle pompe di calore	24-44
24.14.5 Pompa di calore e ricupero delle energie di scarto	24-46
24.14.6 Pompa di calore e pannelli solari	24-47
24.14.7 Limiti tecnici della pompa di calore	24-47
24.15 Energie alternative	24-48
24.15.1 Generalità	24-48
24.15.2 L'energia idraulica	24-48
24.15.3 L'energia solare	24-50
24.15.4 L'energia solare per produzione di energia elettrica	24-51
24.15.5 Incentivi economici per favorire l'installazione degli impianti solari.	24-54
24.15.6 Il conto energia (D.M. 19/2/2007)	24-54
24.15.7 L'energia eolica	24-55
24.16 L'inquinamento atmosferico	24-58
24.16.1 Note di carattere generale	24-58
24.16.2 Il protocollo di Kyoto	24-59
24.16.3 Conferenza di Copenaghen	24-59

Capitolo 25 - La direttiva 97/23/CE in materia di attrezzature a pressione (PED)

25.1 Termini di applicazione	25-1
25.2 Campo di applicazione	25-1
25.3 Classificazione	25-2
25.4 Procedure di certificazione	25-4
25.5 Enti che intervengono nella valutazione di conformità delle attrezzature a pressione	25-6
25.6 Approvazione europea dei materiali	25-7
25.7 Come arrivare alla marcatura CE	25-7

Capitolo 26 - La sicurezza

26.1 Sicurezza	26-1
26.2 Leggi e normative	26-1
26.3 Enti di controllo	26-2
26.4 Persone coinvolte	26-2
26.5 La documentazione	26-7
26.6 La sicurezza delle attrezzature di lavoro.....	26-8
26.6.1 Campo di applicazione.....	26-8
26.6.2 Requisiti essenziali.....	26-9
26.6.3 Marcatura CE e procedure di valutazione della conformità	26-9
26.7 La sicurezza degli impianti	26-10
26.7.1 Campo di applicazione.....	26-10
26.7.2 Requisiti essenziali.....	26-10
26.7.3 Documentazione	26-11

Capitolo 27 - La qualità

27.1 Breve storia del controllo qualità.....	27-1
27.2 Termini e definizioni.....	27-2
27.3 Le norme	27-3
27.3.1 Norme tecniche	27-3
27.3.2 Norme per la certificazione dell'azienda	27-4
27.4 Enti di controllo	27-5
27.4.1 Enti di normazione.....	27-5
27.4.2 Enti di certificazione	27-5
27.4.3 Enti di accreditamento	27-7
27.5 La documentazione	27-8
27.6 L'iter di certificazione.....	27-9
27.6.1 Certificazione di prodotto	27-9
27.6.2 Certificazione aziendale.....	27-9
27.7 Costi della qualità	27-10
27.7.1 Costo della qualità.....	27-11
27.7.2 Valutazione degli impegni, dei costi e dei possibili benefici.....	27-12
27.7.3 Valutazione economica dei costi	27-13
27.7.4 Valutazione economica dei benefici	27-14
27.7.5 Esempio.....	27-15

Capitolo 28 - La certificazione energetica

28.1 Premessa	28-1
28.2 Origine della certificazione energetica	28-1
28.3 Normativa italiana	28-2
28.3.1 Nuovi impianti termici	28-3
28.3.2 Sostituzione di generatore di calore	28-4

28.4 I parametri di calcolo della certificazione energetica	28-5
28.4.1 Diversi tipi di certificazione	28-5
28.4.2 Le norme UNI TS 11300	28-5
28.4.3 Norme UNI TS 11300 parte 1	28-6
28.4.4 Norme UNI TS 11300 parte 2	28-7
28.4.5 Sintesi delle linee guida nazionali	28-8
28.5 Conseguenze della certificazione energetica	28-11
28.5.1 Edilizia	28-11
28.5.2 Impianti	28-11
28.5.3 Separatore idraulico	28-12
28.5.4 Il satellite di utenza	28-14