

# Indice

<i>Introduzione</i> .....	pag. 17
---------------------------	---------

## PARTE I

### Nozioni fondamentali

<b>1. Gas medicinali</b> .....	» 21
1.1. Generalità.....	» 21
1.2. Principali caratteristiche dei gas medicali maggiormente utilizzati .....	» 25
1.2.1. Ossigeno (O <sub>2</sub> ) .....	» 25
1.2.2. Protossido d'azoto (N <sub>2</sub> O) .....	» 26
1.2.3. Anidride carbonica (CO <sub>2</sub> ).....	» 27
1.2.4. Monossido d'azoto (NO).....	» 27
1.2.5. Azoto (N) .....	» 28
1.2.6. Aria medica .....	» 29
1.2.7. Elio medicale (He) .....	» 30
<b>2. Legislazione gas medicinali</b> .....	» 31
2.1. Legislazione .....	» 31
2.2. Campo di applicazione.....	» 33
2.3. Obiettivi .....	» 33
<b>3. Requisiti generali</b> .....	» 35
3.1. Generalità.....	» 35
3.2. Criteri di progettazione .....	» 35
3.3. Progettazione del sistema.....	» 36
3.4. Componenti di un impianto .....	» 38
3.5. Centrale di alimentazione .....	» 40
3.6. Centrale di alimentazione con bombole o pacchi bombole .....	» 43
3.7. Centrale di alimentazione con contenitori criogenici o non criogenici fissi o mobili.....	» 47

3.8.	Centrali di alimentazione dell'aria.....	» 48
3.9.	Centrali di alimentazione con gruppi miscelatori.....	» 57
3.10.	Centrale di alimentazione del vuoto.....	» 60
<b>4.</b>	<b>Ubicazione delle centrali gas.....</b>	<b>» 63</b>
4.1.	Centrali a bombole o pacchi bombole.....	» 63
4.2.	Centrali con serbatoi criogenici per ossigeno e azoto in fase liquida.....	» 65
4.3.	Ubicazione delle centrali (collettori).....	» 68
4.4.	Accessi.....	» 68
4.5.	Aerazione.....	» 69
4.6.	Controllo del rumore.....	» 70
4.7.	Impianti elettrici al servizio delle centrali.....	» 70
4.8.	Impianto antincendio.....	» 71
4.9.	Certificato di prevenzione incendi.....	» 72
4.10.	Sistemi di monitoraggio e allarme.....	» 72
4.11.	Rete di distribuzione.....	» 76
	4.11.1. Reti di distribuzione a doppio stadio.....	» 77
4.12.	Valvole di intercettazione.....	» 84
4.13.	Unità terminali.....	» 86
4.14.	Marcatura e colori distintivi.....	» 88
4.15.	Installazione delle tubazioni.....	» 89
4.16.	Messa a terra dell'impianto e dei suoi componenti.....	» 90
4.17.	Ampliamenti e modifiche degli impianti di distribuzione esistenti.....	» 91
4.18.	Collaudo, convalida e certificazione dell'impianto.....	» 93
4.19.	Prova di tenuta e integrità meccanica.....	» 97
	4.19.1. Prova di integrità meccanica degli impianti di distribuzione gas compressi.....	» 97
	4.19.2. Prova di integrità meccanica di tenuta degli impianti del vuoto....	» 97
	4.19.3. Prova di tenuta degli impianti di distribuzione del vuoto.....	» 97
	4.19.4. Prova di tenuta degli impianti di distribuzione dei gas compressi.	» 97
4.20.	Prove combinate di tenuta e integrità.....	» 98
4.21.	Prova di tenuta e chiusura delle valvole di intercettazione di area e controlli per la corretta zonizzazione e corretta identificazione.....	» 98
4.22.	Prova della verifica delle interconnessioni.....	» 99
4.23.	Prova di ostruzione e di portata.....	» 99
4.24.	Controllo delle unità terminali e dei raccordi NIST o DISS per la funzionalità meccanica, la gas specificità e l'identificazione.....	» 99
4.25.	Prove e controllo delle prestazioni del sistema.....	» 100
4.26.	Prove delle valvole di sovrappressione.....	» 100

4.27. Prove di tutte le sorgenti di alimentazione.....	» 100
4.28. Prove dei sistemi di monitoraggio e allarme.....	» 100
4.29. Prove della contaminazione .....	» 100
4.30. Prove della qualità dell'aria medica prodotta da centrali dell'aria con compressori .....	» 103
4.31. Prove della qualità dell'aria per alimentare strumentazione chirurgica prodotta da centrali dell'aria con compressori.....	» 103
4.32. Prove della qualità dell'aria medica prodotta da centrali di alimentazione dell'aria con gruppi miscelatori .....	» 103
4.33. Prove della qualità dell'aria arricchita di ossigeno prodotta da centrali di alimentazione con concentratori di ossigeno .....	» 103
4.34. Riempimento con il gas specifico .....	» 103
4.35. Prove di identificazione dei gas .....	» 103
4.36. Certificazione del sistema .....	» 104
<b>5. Criteri progettuali degli impianti di distribuzione dei gas medicinali .....</b>	<b>» 107</b>
5.1. Principi fondamentali.....	» 107
5.2. Criteri di dimensionamento .....	» 109
5.2.1. Valutazione dei due coefficienti $c^\circ$ e $s^\circ$ .....	» 110
5.3. Valori di progetto delle pressioni .....	» 112
5.4. Selezione dei diametri.....	» 112
5.5. Diametro delle tubazioni per impianti del vuoto .....	» 119
5.6. Selezione e verifica degli spessori delle tubazioni.....	» 119
<b>6. Dimensionamento tubazioni gas medicinali .....</b>	<b>» 121</b>
<b>7. Dimensionamento rete .....</b>	<b>» 127</b>
7.1. Calcolo caduta di pressione nella tubazione .....	» 129
<b>8. Esempi progettuali .....</b>	<b>» 131</b>
8.1. Rete di distribuzione di un blocco operatorio con n. 2 sale operatorie di chirurgia generale + sala preparazione + sala risveglio.....	» 131
8.2. Reparto di degenza n. 10 posti letto di terapia intensiva .....	» 134
<b>9. Programmi di calcolo.....</b>	<b>» 137</b>
<b>10. Aspetti progettuali fondamentali.....</b>	<b>» 145</b>
10.1. Portata (flusso) del gas .....	» 145
10.2. Requisiti delle pressioni.....	» 151

10.3. Requisiti delle portate .....	» 151
10.4. Requisiti di portata e pressione dei gas maggiormente utilizzati.....	» 154
10.4.1. Ossigeno.....	» 154
10.4.2. Protossido d'azoto.....	» 156
10.4.3. Aria medicale .....	» 157
10.4.4. Vuoto .....	» 158
10.5. Sistemi di evacuazione dei gas anestetici .....	» 159
<b>11. Centrali a bombole.....</b>	<b>» 161</b>
11.1. Sistemi ossigeno: scelta dei sistemi di alimentazione.....	» 164
11.2. Configurazione dei sistemi.....	» 165
11.3. Sistemi di rifornimento primari .....	» 166
11.3.1. Sistemi criogenici liquidi (VIE) .....	» 166
11.3.2. Sistemi con bombole di gas liquido.....	» 171
11.3.3. Sistemi con bombole di gas compresso.....	» 173
11.4. Sistemi di sorgenti di ossigeno secondarie .....	» 173
11.5. Sorgente di emergenza .....	» 174
11.6. Approvvigionamento di ossigeno locale (aree di cure critiche) .....	» 174
11.7. Razionale relativo all'utilizzo di centrali con concentratori di ossigeno....	» 174
11.8. Sistemi con installazione di concentratori di ossigeno (PSA) .....	» 175
<b>12. Specifiche per l'ossigeno 93 .....</b>	<b>» 179</b>
12.1. Produzione di ossigeno 93% con impianti on site (PSA/concentratori di ossigeno) .....	» 181
12.2. Raccomandazioni per il dimensionamento e le caratteristiche dell'impianto di produzione di ossigeno 93% .....	» 189
<b>13. Sistemi di produzione dell'aria medicinale.....</b>	<b>» 191</b>
13.1. Impianto produzione aria medicale con compressori .....	» 191
13.2. Sistemi a compressore .....	» 195
13.3. Qualità dell'aria medicale .....	» 195
13.4. Ubicazione della centrale.....	» 195
13.5. Rumore dei compressori .....	» 199
13.6. Presa dell'aria.....	» 199
13.7. Tipi di compressori .....	» 200
13.8. Lubrificazione dei compressori.....	» 200
13.9. Serbatoi .....	» 202
13.10. Trattamento dell'aria e filtrazione.....	» 202

<b>14. Aria sintetica</b> .....	» 209
14.1. Serbatoi di accumulo.....	» 216
14.2. Pressioni richieste e capacità .....	» 216
14.3. Evaporatore.....	» 216
14.4. Requisiti normativi e rischi con l'utilizzo di evaporatori freddi.....	» 217
14.5. Pannello della miscela dell'aria .....	» 219
14.6. Serbatoi tampone .....	» 219
14.7. Unità di allarme di stato.....	» 219
14.8. Utilizzo addizionale dell'aria medica .....	» 219
14.9. Sistemi di aria strumentale.....	» 220
<b>15. Sistemi di produzione del vuoto medicinale</b> .....	» 223
15.1. Espulsione all'esterno dei gas di scarico .....	» 225
15.2. Efficienza .....	» 226
15.3. Pompe del vuoto .....	» 226
15.4. Controllo pressione .....	» 227
15.5. Valvole .....	» 227
15.6. Regolazione della pressione dell'impianto del vuoto .....	» 227
15.7. Indicatori del vuoto.....	» 228
15.8. Sistema di controllo, allarme e monitoraggio .....	» 228
<b>16. Sistemi di evacuazione dei gas anestetici</b> .....	» 231
16.1. Scelta del numero delle pompe.....	» 232
16.2. Portate .....	» 233
16.3. Scarico all'esterno.....	» 233
16.4. Controlli e allarmi .....	» 233
<b>17. Installazione delle tubazioni gas medicinali</b> .....	» 235
17.1. Materiali delle tubazioni e accorgimenti installativi.....	» 238
17.2. Supporti delle tubazioni .....	» 239
17.3. Componenti dell'impianto .....	» 241
17.4. Unità di alimentazione medicali .....	» 241
17.5. Perdita .....	» 246
17.6. Valvole .....	» 246
17.7. Accessi di ingresso di emergenza .....	» 246
<b>18. Inquinamento da gas anestetici in sala operatoria</b> .....	» 249
18.1. Prevenzione.....	» 252
18.2. Monitoraggio ambientale dei gas anestetici.....	» 253
18.3. Valori limiti di riferimento degli inquinanti nell'ambiente.....	» 253

<b>19. Impianti di evacuazione gas anestetici</b> .....	» 255
19.1. Definizioni criteri generali.....	» 257
19.2. Materiali.....	» 257
19.3. Continuità di funzionamento .....	» 258
19.4. Generatore.....	» 258
19.5. Tubazioni, raccordi, tubi di scarico e unità terminali .....	» 261
19.6. Installazione delle tubazioni .....	» 261
19.7. Marcatura e colori distintivi.....	» 263
19.8. Caratteristiche del sistema di scarico.....	» 263
19.9. Metodi di prova per la pressione e la portata.....	» 264
19.10. Collaudo, convalida e certificazione.....	» 268
<b>20. Impianti gas medicinali: la gestione dei rischi</b> .....	» 271
20.1. Procedura di gestione dei rischi.....	» 275
<b>21. Impianti gas medicinali: gestione operativa per la loro sicurezza</b> .....	» 279
21.1. Documento di gestione operativa (DGO) .....	» 282
21.2. Conclusioni .....	» 285
<b>22. Prove, accettazione e certificazione impianti di distribuzione dei gas medicinali</b> .....	» 287
22.1. Prova, accettazione e certificazione .....	» 290
22.2. Prove e procedure dopo il completamento dell'installazione e prima dell'uso dell'impianto.....	» 291

## PARTE II

## Esempi progettuali

<b>23. Progetto impianto gas medicinali in un ospedale</b> .....	» 301
<b>24. Progetto impianto gas medicinali per una casa di cura polispecialistica</b> ..	» 311
<b>25. Impianto gas medicinali in un reparto di degenza</b> .....	» 321
<b>26. Impianto gas medicinali in un reparto di degenza di ostetricia/nido</b> .....	» 325
<b>27. Impianto gas medicinali in un complesso operatorio</b> .....	» 329

<b>28. Impianto gas medicinali in complesso operatorio/parto .....</b>	<b>» 335</b>
<b>29. Impianto gas medicinali in un reparto di rianimazione e terapia intensiva .....</b>	<b>» 339</b>
<b>30. Impianto gas medicinali per un pronto soccorso ospedaliero .....</b>	<b>» 343</b>
<b>31. Impianto gas medicinali in un reparto di radiologia e diagnostica per immagini.....</b>	<b>» 349</b>
<b>32. Impianto gas medicinali per un reparto di emodinamica .....</b>	<b>» 353</b>
<b>33. Impianto gas medicinali per un centro di dialisi.....</b>	<b>» 357</b>
<b>34. Impianto gas medicinali per un day-surgery.....</b>	<b>» 361</b>
<b>Appendice 1</b>	
Dispositivo per il test della caduta di pressione.....	» 367
<b>Appendice 2</b>	
Dati utilizzo ossigeno.....	» 368
<b>Appendice 3</b>	
Tabella di conversione delle pressioni .....	» 369
<b>Appendice 4</b>	
Principio di funzionamento concentratore di ossigeno.....	» 370
<b>Appendice 5</b>	
Metodi di produzione dell'ossigeno.....	» 372
Glossario .....	» 377
Bibliografia .....	» 387