

# Indice

<i>Presentazione di Giovanni Carbonara</i> .....	pag. 11
<i>Prefazione alla 4° edizione</i> .....	» 13

## PARTE PRIMA

### Le cause e la diagnosi

<b>Capitolo 1. Lo Stato dell'Arte</b> .....	» 17
1.1. I due generi di edifici – gli edifici storici .....	» 17
1.2. L'umidità è causa di danni? .....	» 21
1.3. Il mercato e la lacuna culturale .....	» 24
1.4. Risanamento permanente o temporaneo? .....	» 26
<b>Capitolo 2. Origini dell'umidità ambientale e della risalita</b> .....	» 31
2.1. L'umidità ambientale .....	» 31
2.1.1. Da evaporazione da muri in elevazione bagnati .....	» 33
2.1.2. Da evaporazione di infiltrazioni orizzontali. Locali incassati e seminterrati .....	» 34
2.1.3. Da igroscopia di cristalli di sali igroscopici .....	» 36
2.1.4. Da condensa .....	» 37
2.1.5. Le condizioni di vivibilità .....	» 41
2.2. La risalita capillare .....	» 43
2.2.1. La risalita nei vari materiali .....	» 43
2.2.2. Altezza e posizione dell'umidità visibile e della linea bianca .....	» 50
2.2.3. Altezza della risalita negli edifici storici .....	» 54
<b>Capitolo 3. Leggere i sintomi. Tipologie e provenienze dei vari degradi</b> .....	» 57
3.1. Generalità .....	» 57
3.2. Macchie isolate o estese .....	» 57
3.3. Rigonfiamenti e distruzioni .....	» 60
3.3.1. Intonaci distrutti o distaccati .....	» 61
3.4. Materiali uguali ma disuguali .....	» 65
3.5. Materiali uguali in esposizioni diverse .....	» 66
3.6. Danni da ambiente marino .....	» 68
3.7. Degrado da cause chimiche – Ettringite e thaumasite .....	» 71
3.8. Degrado da cause naturali .....	» 72
3.8.1. Il gelo e le tempeste .....	» 73
3.8.2. Idrolisi delle pietre arenarie .....	» 74
3.8.3. Crescita di piante, muschi, licheni, funghi .....	» 76
3.9. Conclusione .....	» 77

<b>Capitolo 4. Natura dei cristalli dei sali generati dall'evaporazione</b> .....	»	79
4.1. I sali in soluzione .....	»	79
4.2. Cristalli di efflorescenze o sub-efflorescenze .....	»	85
4.3. La ri-cristallizzazione dei cristalli idrati .....	»	88
4.4. L'igroscopia e la deliquescenza dei cristalli dei sali .....	»	91
4.5. I sali più comuni nei muri .....	»	92
4.5.1. I carbonati .....	»	92
4.5.2. I cloruri e i loro danni .....	»	95
4.5.3. I solfati e i loro danni .....	»	99
4.5.4. I nitrati e i loro danni .....	»	103
<b>Capitolo 5. Provenienza dei sali nelle acque che penetrano gli edifici</b> .....	»	107
5.1. Rassegna dell'ingresso delle diverse acque .....	»	107
5.2. Sali da decomposizione organica .....	»	113
5.3. Sali da escrementi animali .....	»	115
5.4. Sali da industrie caseifici e salumifici .....	»	117
5.5. Sali dalle strade .....	»	118
5.6. Sali dai materiali da costruzione .....	»	118
5.6.1. Sali dall'acqua d'impasto di malte e calcestruzzi .....	»	118
5.6.2. Sali dai mattoni nuovi .....	»	119
5.6.3. Sali dagli inerti delle malte .....	»	120
5.6.4. Sali dai sottofondi di pavimentazioni lapidee .....	»	121
<b>Capitolo 6. Diagnosi delle fonti dell'umidità e del degrado</b> .....	»	123
6.1. Procedura generale per la diagnosi in situ .....	»	123
6.2. Misura dell'umidità nel muro .....	»	126
6.2.1. Metodi di misura .....	»	127
6.2.2. Misura della risalita .....	»	132
6.2.3. Misura della quantità di sali solubili in cantiere .....	»	136
6.2.4. La termografia .....	»	137
6.3. Misura della quantità di sali solubili in laboratorio – Misure su campioni .....	»	140
6.3.1. Determinazione della percentuale totale di sali solubili in laboratorio .....	»	140
6.3.1.1. Il metodo della conduttività .....	»	141
6.3.1.2. Il metodo della cromatografia ionica .....	»	142
6.3.1.3. La diffrattometria a raggi X .....	»	143
6.3.2. Prelievi dei campioni per l'analisi dei sali contaminanti .....	»	143

## PARTE SECONDA

**Gli interventi per un risanamento completo e permanente**

<b>Capitolo 7. Metodi per far fronte ai cristalli dei sali nelle superfici</b> .....	»	149
7.1. L'umidità e il deterioramento .....	»	149
7.2. Far fronte alle efflorescenze .....	»	151
7.3. Far fronte alle sub-efflorescenze estraendole e rimuovendole .....	»	152
7.3.1. Rimuovere i cristalli con impacchi estrattori .....	»	152
7.3.2. Rimuovere i cristalli con intonaci macroporosi .....	»	158

7.3.3. Rimuovere i cristalli mediante lavaggi.....	» 160
7.3.3.1. Il lavaggio semplice .....	» 160
7.3.3.2. Il lavaggio sotto vuoto o a depressione .....	» 162
7.4. Neutralizzare le sub-efflorescenze con converti-sali chimici.....	» 162
7.5. Prevenire la formazione dei cristalli con l'impermeabilizzazione totale....	» 166
7.6. Prevenire la formazione dei cristalli con l'idro-repellenza o idrofobizzazione	» 169
7.6.1. Conseguenze dell'uso di idro-repellenti.....	» 172
7.7. Applicazione dei metodi nei vari intonaci.....	» 174
7.7.1. Aspetti generali .....	» 174
7.8. Prevenire la formazione dei cristalli con il controllo ambientale.....	» 177

### **Capitolo 8. Rassegna dei modi di prevenire l'ingresso di nuova acqua e di nuovi sali nei muri .....**

8.1. Generalità.....	» 181
8.2. Prevenire l'ingresso di salsedine marina .....	» 182
8.3. Prevenire le acque esterne superficiali .....	» 183
8.4. Prevenire le infiltrazioni orizzontali da muri contro terra .....	» 184
8.5. Prevenire la risalita verticale .....	» 186
8.5.1. Il metodo della aerazione preventiva .....	» 186
8.5.1.1. L'aerazione preventiva con buchi aeranti .....	» 186
8.5.1.2. L'aerazione preventiva con vespai aerati.....	» 188
8.5.1.3. L'aerazione preventiva con scannafossi aeranti.....	» 190
8.5.1.4. L'aerazione con intonaci evaporanti .....	» 192
8.5.2. Il taglio fisico .....	» 194
8.5.3. Le barriere a iniezione.....	» 196
8.5.3.1. La barriera chimica o il taglio chimico .....	» 197
8.5.3.1.1. Metodi di riempimento.....	» 198
8.5.3.2. Il taglio fisico con boiacche intasanti.....	» 200
8.5.3.3. Difficoltà della iniezione.....	» 203
8.5.4. Il taglio elettrostatico o elettrosmosi attiva .....	» 207
8.5.5. Barriere mediante l'emissione di onde o impulsi elettromagnetici	» 210
8.6. Effetti e conseguenze della barriera alla risalita .....	» 212

### **Capitolo 9. Soluzioni per i risanamenti.....**

9.1. Generalità .....	» 215
9.2. Soluzioni per muri faccia a vista .....	» 215
9.2.1. Premessa .....	» 215
9.2.2. Le tipologie di soluzione .....	» 216
9.2.3. Consolidamenti-impregnazioni-protezioni.....	» 219
9.2.4. Il risciacquo .....	» 222
9.2.5. Principali classi di intervento .....	» 223
9.3. Soluzioni per muri intonacati.....	» 225
9.3.1. Con gli intonaci di sacrificio (o sacrificali).....	» 226
9.3.2. Con gli intonaci macroporosi deumidificanti e assorbenti.....	» 226
9.3.3. Con i nuovi intonaci "risananti-deumidificanti" .....	» 228

9.3.4.	Con i sistemi risananti di intonaci secondo la UNI EN 998-1R ....	» 229
9.3.5.	Con gli intonaci di cocchiopesto .....	» 233
9.3.6.	Con gli intonaci pozzolanici e di tufo macinato.....	» 234
9.3.7.	Metodi per intonaci cementizi nuovi.....	» 236
9.4.	La soluzione controparete.....	» 237
9.5.	Soluzioni per risanare i locali interrati e i muri contro terra.....	» 241
9.6.	Soluzioni per sanare i pavimenti.....	» 246
9.7.	Tecniche speciali per i muri a sacco .....	» 251
9.7.1.	I muri a sacco a paramento.....	» 251
9.7.2.	I muri interamente a sacco .....	» 254
9.8.	Tecniche speciali per i muri in blocchi portanti o in forati.....	» 255
9.9.	Prevenire la condensa .....	» 255
9.10.	Calce su calce, cemento su cemento.....	» 259
<b>Capitolo 10. Il restauro architettonico operativo – Il contesto legislativo .....</b>		<b>» 265</b>
10.1.	Restauro “fino” e risanamento “grosso”.....	» 265
10.2.	Previsioni di durata – attese “ad occhio” oppure con cifre?.....	» 268
10.3.	Le cifre nella previsione internazionale.....	» 270

## PARTE TERZA

**Appendice****Nozioni sui fenomeni fisici**

A.1.	La porosità e la permeabilità .....	» 279
A.1.1.	Il coefficiente di imbibizione .....	» 281
A.1.2.	La permeabilità .....	» 283
A.2.	La capillarità .....	» 284
A.2.1.	L’attrazione molecolare – contatto bagnato o non-bagnato .....	» 285
A.2.2.	La tensione superficiale .....	» 287
A.2.3.	La diffusione capillare .....	» 290
A.2.4.	La risalita capillare .....	» 291
A.3.	La traspirabilità .....	» 292
A.4.	I meccanismi di distruzione.....	» 296
A.5.	Le argille .....	» 304
Bibliografia .....		» 307