



© Copyright 2001 by Maggioli Editore
Azienda con sistema qualità certificato in conformità alla normativa ISO 9001

Sede operativa
47822 Santarcangelo di Romagna (RN) • Via del Carpino, 8
Tel. 0541/626777 • Fax 0541/622020
Internet: <http://www.maggioli.it/editore>
E-mail: servizio.clienti@maggioli.it

Sede legale
47900 Rimini • Viale Vespucci, 12/N • Casella postale 290

Diritti di traduzione, di memorizzazione elettronica, di riproduzione
e di adattamento, totale o parziale con qualsiasi mezzo sono riservati per tutti i paesi.

Finito di stampare nel mese di ottobre 2001
dalla Litografia Titanlito s.a.
Dogana (Repubblica di San Marino)

Indice

Premessa	Pag. 9
----------------	--------

Parte prima – Riferimenti edilizi

1.1	Il percorso operativo in ordine alla verifica e alla messa in sicurezza degli edifici	» 15
1.2	Il "Fascicolo con le caratteristiche dell'opera" - Documento UE del 26/5/93	» 19
1.2.1	I contenuti del Documento UE del 26/5/93 ..	» 21
1.2.2	Linee guida per la redazione del fascicolo ...	» 24
1.2.3	Documentazione riferita alle parti strutturali dell'opera	» 26
	– Informazioni di tipo identificativo	» 27
	– Informazioni di tipo progettuale	» 28
1.2.4	Informazioni di tipo statico-funzionale a seguito di ammaloramenti visibili	» 29

Parte seconda – I rilevamenti a vista degli ammaloramenti delle strutture

2.1	Cenni riguardanti i rilevamenti a vista di ammaloramenti delle strutture; le cause generali o specifiche; considerazioni e interpretazioni tecniche	» 37
2.1.1	Le tipologie edilizie	» 39
2.1.2	Valutazioni del grado dell'ammaloramento ..	» 41
2.2	Per gli edifici con struttura in cemento armato	» 52
2.3	Per gli edifici con struttura in muratura	» 54
2.3.1	Volumetrie e conformazioni planivolumetriche	» 86
2.3.2	Il modello strutturale e le sue eventuali proprietà	» 88
2.3.3	Deficienze edilizie e costruttive	» 91
2.3.4	Pressione	» 91
2.3.5	La flessione e la pressoflessione	» 94
2.3.6.1	Nel caso di solai di copertura	» 98
2.3.6.2	Edifici realizzati con muri aventi moduli di	

	elasticità diversi e/o con muri caratterizzati da cali costruttivi diversi	Pag.	102
2.3.7	Abbassamenti dei solai di piano	»	104
2.3.8	Solai in laterocemento ad armatura monodirezionale	»	105
2.3.9	Solai ad armatura incrociata	»	106
2.3.10	La freccia differita nei solai in calcestruzzo armato	»	107
2.3.11	Fessurazioni dovute a variazioni delle temperature	»	108
2.3.12	Tipi di fessurazioni nelle coperture piane ...	»	110
2.3.13	I tamponamenti nelle strutture murarie	»	118
2.3.14	Orientamenti sulle dilatazioni per soli effetti termici	»	119
2.3.15	Un esempio di massima sulle azioni della dilatazione termica di un muro confinato	»	123
2.3.16	Interventi di modifica strutturale	»	125
2.3.17	La variazione di posizione o d'entità dei carichi	»	127
2.4	Degradi	»	128
2.4.1	I laterizi	»	130
2.5	Cenni sulle principali cause del degrado delle murature	»	132
2.5.1	I processi fisici di degrado dovuti all'azione meccanica dell'acqua e dei sali solubili	»	133
2.5.2	I processi di degrado dovuti a reazioni chimiche	»	134
2.5.3	Le malte. Cenni sulle loro caratteristiche ..	»	134
2.6	Degradi degli intonaci	»	136
2.7	I degradi dei cementi armati	»	138
2.8	Il degrado del calcestruzzo	»	140
2.8.1	La corrosione dell'acciaio: suo meccanismo ..	»	141
2.8.2	Il rilevamento dello stato di degradazione del calcestruzzo	»	144
2.8.3	Improprietà esecutive e tecnologiche	»	146
2.8.4	La previsione di vita utile delle strutture in cemento armato	»	148
2.9	I danni dovuti all'attività sismica	»	152
2.10	I solai	»	154
	<i>Bibliografia</i>	»	155

Parte terza – I rilevamenti strumentali degli ammaloramenti delle strutture

3.1	Cenni riguardanti i rilevamenti strumentali di ammaloramenti delle strutture; conseguenti deduzioni tecniche. Rilevamenti non distruttivi.....	Pag.	159
3.1.1	Le metodologie sperimentali non distruttive di indagine strumentale	»	162
3.1.2	Considerazioni sui quadri fessurativi	»	163
3.1.3	Le metodologie dei monitoraggi	»	168
3.2	Indagini ottiche e fotografiche	»	170
	– Endoscopia	»	172
	– Indagini Laser	»	173
	– Olografia	»	174
	– Indagini meccaniche	»	175
	– Indagini con Vibrodine	»	176
	– Indagini chimiche	»	177
	– Indagini igrometriche	»	179
	– Indagini idrologiche	»	180
	– Indagini soniche e ultrasoniche	»	181
	– Radiografia e diffrazione ai raggi X o radiografia neutronica, gammagrafia	»	182
	– Termografia	»	182
	– Magnetografia	»	182
	– Indagini elettriche	»	184
	– Riflessografia; fluorescenza ultravioletta, infrarosso bianco e nero oppure a colori	»	185
3.3	Per gli edifici con struttura in cemento armato	»	185
3.3.1	Principali metodi di prova, del loro campo applicativo e relativa strumentazione	»	185
	– Calcestruzzo armato	»	185
3.3.2	Calcestruzzo	»	199
3.3.3	Valutazione della resistenza	»	210
3.3.4	Qualità e integrità del calcestruzzo. Metodi non distruttivi per valutare omogeneità e integrità del calcestruzzo	»	226
3.4	Per gli edifici con struttura in muratura	»	243

Parte quarta – Principali modalità d'intervento proponibili

4.1	La normativa	»	275
-----	--------------------	---	-----

4.1.1	Gli edifici a struttura in calcestruzzo armato ...	Pag.	275
	- La normativa per il collaudo statico	»	275
4.1.2	Gli edifici a struttura muraria	»	277
	- La normativa per il collaudo statico	»	277
4.2	Interventi per gli edifici con struttura muraria	»	282
4.2.1	Fondazioni	»	284
	- Sottomurazione	»	284
	- Rinforzo fondazioni	»	286
	- Travature addossate	»	287
	- Palificazioni	»	291
	- Micropalificazioni	»	292
	- Iniezioni cementizie	»	293
	- Iniezioni di resina espansiva	»	296
4.2.2	Strutture murarie fuori terra	»	298
	- Sistemi tradizionali	»	299
	- Ripresa delle lesioni con malte speciali	»	301
	- Ristilatura dei giunti	»	302
	- Sostituzione di zone murarie	»	304
	- Ammaloramenti dovuti a cedimenti in fondazio-		
	ne	»	312
	- Ammaloramenti dovuti a schiacciamenti	»	312
	- Ammaloramenti dovuti a pressoflessione	»	318
	- Immissioni di miscele leganti con impregnazioni		
	o iniezioni	»	319
	- Impregnazione	»	319
	- Impregnazione sottovuoto	»	321
	- Colatura	»	322
	- Iniezioni a pressione	»	324
	- Cementazione armata	»	326
	- Cerchiature	»	327
	- Tirantini	»	329
	- Cuciture	»	330
	- Pareti o lastre armate	»	332
	- Reticolo cementato	»	337
	- Cavi tesi; tiranti metallici	»	338
	- Nota con riferimenti storici sugli intonaci a gras-		
	sello di calce	»	343
	- I placcaggi	»	346
4.3	Indicazioni sugli interventi di adeguamento o mi-		
	glioramento sismico	»	347
4.3.1	La normativa per gli interventi di adeguamen-		
	to o di miglioramento sismico	»	347
	- Il testo del d.m. del 16 gennaio 1996 "Norme tec-		

	niche per le costruzioni in zone sismiche" relati-		
	vamente alle prescrizioni per l'adeguamento o il		
	miglioramento sismico degli edifici esistenti	Pag.	348
	- Il testo della Circolare del Ministero dei lavori		
	pubblici 10 aprile 1997, n. 65/1997 "Istruzioni		
	per l'applicazione delle 'Norme tecniche per le		
	costruzioni in zone sismiche' del 16 gennaio		
	1996" relativamente alle prescrizioni per l'ade-		
	guamento o il miglioramento sismico degli edi-		
	fici esistenti	»	358
4.4	Interventi su edifici esistenti in zone sismiche	»	375
	- Riparazione di edificio danneggiato	»	376
	- Rinforzo di edificio danneggiato	»	376
	- Adeguamento di edificio non danneggiato	»	377
	- Miglioramento di edificio non danneggiato	»	377
	- Gli interventi eseguiti negli edifici danneggiati ...	»	377
	- Gli interventi eseguiti negli edifici non danneg-		
	giati	»	377
	- L'adeguamento sismico	»	377
	- Rinforzo e/o sostituzione dei solai	»	381
	- Rinforzo e/o sostituzione delle coperture	»	389
	- Rinforzo e/o collegamento delle fondazioni	»	390
	- Rinforzo e/o tirantatura delle strutture spingenti ..	»	392
	- Modifiche della pianta e delle sezioni murarie		
	(orizzontali) dell'edificio	»	397
	- Rinforzo dei collegamenti fra murature	»	398
	- Rinforzo dei muri e riparazione delle lesioni	»	400
4.5	Interventi per gli edifici con struttura in calcestruz-		
	zo normale e in cemento armato	»	412
	- I ripristini dei manufatti in calcestruzzo	»	412
	- Il materiale per il ripristino del calcestruzzo	»	413
	- Le malte, i betoncini e i calcestruzzi da impiega-		
	re	»	415
	- Le malte cementizie a ritiro compensato	»	415
	- I polimeri	»	417
	- Le resine epossidiche	»	419
	- Le resine silconiche	»	421
	- Le resine acriliche	»	421
4.6	I prodotti di protezione superficiale	»	422
4.7	Le modalità d'intervento sull'opera	»	423
	- Le attività preliminari di carattere generale	»	423
	• Operazioni e metodologie	»	425
	- Metodologia dei controlli	»	432

- Manutenzione	Pag.	433
- La passivazione e la protezione delle armature ..	»	434
- L'integrazione o la sostituzione delle armature, i placcaggi	»	437
• I placcaggi	»	438
- La tecnica del beton plaqué	»	441
- La tecnica dell'incollaggio strutturale con lastre di fibra di carbonio (CFRP)	»	442
• L'intervento a cazzuola, con macchina intonatrice o a spruzzo	»	443
• L'intervento per iniezione	»	445
• L'intervento per colo	»	446
• Verifica statica a struttura ripristinata	»	447
• I rivestimenti protettivi per calcestruzzo	»	451
- I primer	»	451
- I rivestimenti protettivi trasparenti	»	451
- I rivestimenti protettivi con effetto decorativo	»	452
- I rivestimenti protettivi ad alta efficacia	»	452
• Prove di collaudo o verifica dell'intervento	»	453
• Produttori di materiali e imprese per interventi di recupero	»	453
Riferimenti normativi	»	457
Riferimenti bibliografici	»	459
Riferimenti iconografici	»	463

PREMESSA

Con questa pubblicazione di carattere semplificato si intende esaminare un panorama della casistica di difettosità degli edifici esistenti per fornire alcune linee operative per il rilevamento dello stato e delle cause di sofferenza e per il ripristino.

Si segnala che, benché le ragioni di ammaloramento e di messa in sicurezza degli edifici interessino la totalità dei sistemi e sottosistemi in opera, nella presente pubblicazione si intende fornire indicazioni in ordine ai soli aspetti che originano direttamente nella statica dell'edificio e che richiedono interventi su questa.

Per operare in tale direzione, si ritiene in ogni caso pratica doverosa riferirsi in modi il più possibile omogenei e organici alle normative esistenti.

Appare così necessario esplorare e collegarsi, quando ammissibile, con quegli elementi normativi e tecnici, che possano costituire fattori di premessa, conseguenza o contorno.

Fra questi sono di particolare vicinanza i dettati relativi alle prescrizioni dei decreti ministeriali:

- per la realizzazione di edifici in cemento armato ed in muratura in zone non sismiche e in zone sismiche;
- per i collaudi;
- per la sicurezza.

Decreti che oltretutto possono rappresentare in qualche modo i fattori essenziali per le linee che qui si accennano.

Tutta la normativa relativa ai dimensionamenti (statici, termici, acustici, impiantistici, ecc.), ai collaudi e alle manutenzioni è comunque e logicamente alla base delle competenze ed esperienze che devono essere radunate.

La normativa - sia quella cogente, sia quella suscettibile d'interesse fra le parti - si presenta molto folta: pertanto verranno riportate solamente le indicazioni principali rimandando gli approfondimenti, che si rendono necessari negli interventi complessi, alla consul-

