

INDICE

Introduzione	7
Bibliografia.....	10
Capitolo 1.....	13
MODELLAZIONE STRUTTURALE DI EDIFICI STORICI: STATO DELL'ARTE	13
1. Incertezza dei parametri meccanici.....	15
2. Necessità di modelli globali	16
3. Importanza dei particolari costruttivi e dello stato di conservazione della struttura	16
4. Classificazione dei metodi di modellazione e di analisi	17
5. Metodo agli elementi finiti non lineari	18
5.1. Modelli continui.....	20
5.2. Modelli discontinui.....	23
5.3. Legami costitutivi	25
5.3.1. Cenni su alcuni legami di tipo <i>no tension</i>	26
5.3.2. Legame costitutivo a piani di danneggiamento di Gambarotta e Lagomarsino.....	27
5.3.3. Il modello di plasticità con softening di Lourenço et al.	36
5.3.4. Modello agli elementi finiti con funzioni di danneggiamento	39
6. Metodo agli elementi di contorno	42
7. Metodo agli elementi discreti/distinti	42
7.1. I Rigid Body Spring Models	46
8. Analisi limite	49

8.1.	Analisi limite per macro-blocchi.....	52
8.2.	Analisi limite di dettaglio	59
8.3.	Modello di Milani et al. per superfici curve	60
9.	Analisi per macro-elementi.....	66
10.	Approcci semplificati	67
10.1.	Metodo POR.....	69
10.2.	Metodo SAM	72
10.3.	Modello a ventaglio multiplo	75
10.4.	Macromodello a geometria variabile	77
10.5.	Macromodello di Brencich e Lagomarsino	81
10.6.	Macro-elemento di Calì et al.	89
10.6.1.	Modello piano	90
10.6.2.	La modellazione tridimensionale mediante assemblaggio di pareti ‘piane’	100
10.6.3.	Modello spaziale	104
11.	Studio del comportamento non lineare di edifici storici.....	112
	Bibliografia.....	115
	Capitolo 2.....	131
	UN APPROCCIO PER MACRO-ELEMENTI NELLA MODELLAZIONE DELLE STRUTTURE A GEOMETRIA CURVA.....	131
1.	Dal modello fisico alla sua rappresentazione per macro-conci	132
2.	Dalla rappresentazione per macro-conci alla modellazione per macro- elementi	138
2.1.	Descrizione del comportamento meccanico della muratura ...	141
3.	Analisi geometrica del quadrilatero articolato	147
3.1.	Individuazione dei quadrilateri articolati	147
3.2.	Individuazione dei lati rigidi delle interfacce	150
3.3.	Determinazione del centro di massa di un elemento	156
4.	Analisi cinematica	161
4.1.	Analisi del moto deformativo nel piano dell’elemento	162
4.2.	Moto rigido del quadrilatero.....	164
4.3.	Sovrapposizione dei moti rigido e deformativo del quadrilatero	165
5.	Elementi speciali triangolari	166
	Bibliografia.....	170

Capitolo 3.....	171
LA CARATTERIZZAZIONE COSTITUTIVA DEL MACRO-ELEMENTO	171
1. La strategia di calibrazione del modello	172
2. La calibrazione dei links d'interfaccia.....	174
2.1. La calibrazione dei links ortogonali d'interfaccia associata ad un legame costitutivo elastico lineare.....	175
2.2. La calibrazione dei links ortogonali d'interfaccia associata ad un legame costitutivo elasto-plastico non incrudente	191
2.3. La calibrazione dei links paralleli al piano dell'interfaccia	192
3. La calibrazione del link diagonale appartenente al piano dell'elemento	198
3.1. La calibrazione del link diagonale nella fase a comportamento elastico lineare	199
3.2. La calibrazione del link diagonale nella fase non lineare.....	209
4. Calcolo delle forze nodali equivalenti.....	213
Bibliografia.....	222
Capitolo 4.....	223
APPLICAZIONI	223
1. Validazione della modellazione proposta in regime elastico lineare	224
1.1. Cupola sferica.....	225
1.2. Volta a botte	232
1.3. Volta cilindrica parabolica.....	240
1.4. Volta a botte a spessore variabile	251
2. Validazione della modellazione proposta in campo non lineare	258
2.1. Cupola sferica.....	258
2.2. Volta a crociera.....	262
3. Applicazione dell'approccio proposto allo studio di una volta crollata a seguito dell'evento sismico Aquilano del 6 Aprile 2009	268
4. Applicazione dell'approccio proposto ad un ipotetico edificio di culto	272
Bibliografia.....	281
Conclusioni	283
Appendice	287

1. Determinazione dell'espressione del lavoro virtuale interno di una lastra a spessore variabile.....	287
2. Determinazione del lavoro virtuale esterno in una lastra a spessore variabile.....	290
3. Matrice di rigidezza di una lastra a spessore variabile	293
4. Integrazione gaussiana della matrice di rigidezza di una lastra a spessore variabile.....	296