

Copyright © Ulrico Hoepli Editore S.p.A. 2013
via Hoepli 5, 20121 Milano (Italy)
tel. +39 02 864871 - fax +39 02 8052886
e-mail hoepli@hoepli.it

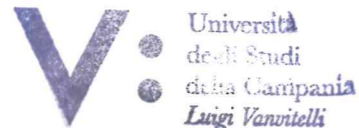
www.hoepli.it

Tutti i diritti sono riservati a norma di legge
e a norma delle convenzioni internazionali

Le fotocopie per uso personale del lettore possono essere effettuate nei limiti del 15% di ciascun volume/fascicolo di periodico dietro pagamento alla SIAE del compenso previsto dall'art. 68, commi 4 e 5, della legge 22 aprile 1941 n. 633.

Le fotocopie effettuate per finalità di carattere professionale, economico o commerciale o comunque per uso diverso da quello personale possono essere effettuate a seguito di specifica autorizzazione rilasciata da CLEARedi, Centro Licenze e Autorizzazioni per le Riproduzioni Editoriali, Corso di Porta Romana 108, 20122 Milano, e-mail autorizzazioni@clearedi.org e sito web www.clearedi.org.

ISBN 978-88-203-5257-8



Ristampa:

4 3 2 1 0 2013 2014 2015 2016 2017

Realizzazione editoriale: Andrea Guadagni
Redazione e impaginazione: Margherita Guadagni

Copertina realizzata da: Sara Taglialegne

Stampato da L.E.G.O. S.p.A., stabilimento di Lavis (Trento)

Printed in Italy

Indice

Prefazione

Teoria di calcolo

1	Introduzione	1
1.1	Dalle tensioni ammissibili agli stati limite	1
1.2	Metodi di verifica della sicurezza	3
1.2.1	Metodo delle tensioni ammissibili	4
1.2.2	Metodo a rottura	5
1.2.3	Metodo agli stati limite	5
1.3	Nuova concezione della sicurezza strutturale	6
1.3.1	Sicurezza e prestazioni attese	6
1.3.2	Classi d'uso e vita nominale	7
2	Verifiche agli stati limite	11
2.1	Generalità	11
2.2	Stati limite di esercizio	13
2.2.1	Stati limite di esercizio in presenza di sisma	16
2.3	Stati limite ultimi	17
2.3.1	Stati limite ultimi in presenza di sisma	19
2.4	Combinazione delle azioni sismiche con altre azioni	20
2.5	Stati limite per le opere geotecniche	21
2.5.1	Stati limite ultimi	22
2.5.2	Stati limite di esercizio	27
3	Nuovo approccio al calcolo geotecnico	29
3.1	Generalità	29
3.2	Articolazione del progetto	31
3.3	Metodi di analisi	33
4	Opere di sostegno	35
4.1	Generalità	35
4.2	Criteri generali di progetto	35
4.3	Tipologie di muri di sostegno	37
4.3.1	Muri a mensola in c.a.	37
4.3.2	Muri in c.a. con fondazioni su pali	39
4.3.3	Muri in c.a. con contrafforti	40

4.3.4	Muri in c.a. con tiranti	41
4.3.5	Spalle da ponte in c.a.	41
4.3.6	Muri di cantina in c.a.	41
4.3.7	Muri di serbatoi per liquidi	42
4.3.8	Muri a gravità e semigravità	42
4.3.9	Muri in pietrame a gabbioni.....	44
4.3.10	Muri in terra rinforzata	46
4.3.11	Muri cellulari (<i>crib wall</i>)	47
4.4	Accorgimenti costruttivi.....	47
4.4.1	Drenaggio dei muri	47
4.4.2	Giunti verticali nei muri.....	50
5	Calcolo delle spinte.....	53
5.1	Generalità	53
5.1.1	Metodi dell'analisi limite per le opere di sostegno	53
5.2	Effetto del terreno.....	56
5.3	Effetto della coesione	63
5.4	Effetto dell'acqua	64
5.5	Effetto del sovraccarico.....	65
5.5.1	Sovraccarico uniforme.....	66
5.5.2	Sovraccarico lineare.....	66
5.5.3	Sovraccarico puntuale.....	67
5.5.4	Sovraccarico nastriforme	68
6	Opere in zona sismica	71
6.1	Generalità	71
6.2	Classificazione del terreno di fondazione.....	71
6.3	Effetto del sisma.....	73
6.4	Calcolo delle spinte in zona sismica.....	76
6.4.1	Effetto del terreno.....	76
6.4.2	Effetto dell'acqua.....	78
6.4.3	Effetto del sovraccarico	79
7	Verifiche di stabilità	81
7.1	Generalità	81
7.2	Condizioni di stato limite per opere di sostegno	82
7.3	Verifica allo scorrimento.....	84
7.4	Verifica al ribaltamento.....	86
7.5	Verifica a collasso per carico limite	89
7.5.1	Calcolo delle tensioni sul terreno.....	90
7.6	Verifica di stabilità globale	93
8	Esempio applicativo	95
8.1	Generalità	95
8.2	Descrizione del sito e dell'opera di sostegno	95
8.2.1	Dati geotecnici del terreno	95
8.2.2	Geometria e caratteristiche del muro	96
8.2.3	Dati sismici	96
8.3	Azioni e combinazioni di carico.....	98

8.4	Verifiche di stabilità geotecniche allo SLU	103
8.4.1	Generalità	103
8.4.2	Verifica allo scorrimento.....	104
8.4.3	Verifica al collasso per carico limite	106
8.4.4	Verifica al ribaltamento.....	110
8.4.5	Verifica stabilità globale.....	113
8.4.6	Conclusioni e considerazioni.....	114

Manuale software

9	Installazione e registrazione del programma.....	117
9.1	Generalità.....	117
9.2	Termini di fornitura.....	117
9.3	Requisiti hardware e software.....	117
9.4	Codice utente	117
9.5	Installazione del software.....	118
9.6	Primo avvio e registrazione del software	119
9.7	Disinstallazione del software	120
9.8	Aggiornamenti e assistenza.....	121
10	Introduzione al programma.....	123
10.1	Caratteristiche del programma Walls.....	123
10.1.1	Differenze fra la versione Walls e la versione Book	124
10.2	Ambiente di lavoro	125
10.3	Avvio del programma	127
10.4	Gestione dei menù.....	129
10.4.1	La barra dei menù.....	129
10.4.2	Selezione di una voce dal menù	130
10.5	La barra dei comandi frequenti	130
10.6	Le componenti standard	131
10.7	Configurazione delle stampanti	133
10.8	Help in linea.....	133
11	Descrizione sintetica delle fasi principali del programma.....	137
11.1	Fasi operative.....	137
11.2	Gestione degli archivi	137
11.3	Input di progetto.....	139
11.4	Analisi del progetto.....	140
11.5	Visualizzazione dei risultati	140
11.6	Output del progetto	140
11.7	Guida rapida dei comandi	144
12	Esempio dei tabulati di calcolo e dei disegni.....	147
12.1	Generalità.....	147
13	Validazione e affidabilità software	159
13.1	Generalità.....	159

Appendici

A	Metodo semiprobabilistico agli stati limite	201
A.1	Generalità	201
A.2	Cenni sulla teoria delle probabilità	201
A.3	Approccio probabilistico	203
A.4	Approccio semiprobabilistico	203
B	Calcolo del carico limite	207
B.1	Generalità	207
B.2	Metodo di Brinch-Hansen	207
B.3	Carico limite in condizioni non drenate	211
B.4	Valutazione del carico limite in zona sismica	213
C	Metodi con superfici curvilinee	215
C.1	Generalità	215
C.2	Soluzione analitica per superfici curvilinee	217
C.3	Metodo del doppio cuneo	219
D	Verifiche di resistenza strutturale agli stati limite ultimi	223
D.1	Generalità	223
D.2	Resistenze di calcolo dei materiali	224
D.2.1	Resistenze di calcolo a compressione del calcestruzzo	224
D.2.2	Resistenze di calcolo a trazione del calcestruzzo	224
D.2.3	Tensione di snervamento di calcolo dell'acciaio	225
D.2.4	Tensioni tangenziali d'aderenza acciaio calcestruzzo	225
D.3	Diagrammi di calcolo costitutivi dei materiali	226
D.3.1	Diagrammi di calcolo per il calcestruzzo	226
D.3.2	Diagramma di calcolo per l'acciaio	230
D.4	Criteri di verifica di resistenza agli stati limite ultimi	231
D.4.1	Verifica a flessione composta	232
D.4.2	Verifica a taglio	233
E	Verifiche agli stati limite di esercizio	237
E.1	Generalità	237
E.2	Verifiche di deformazione	238
E.3	Verifiche di fessurazione	238
E.3.1	Definizione degli stati limite di fessurazione	239
E.3.3	Controllo della fessurazione senza calcolo diretto	242
E.4	Verifica delle tensioni di esercizio	242

Prefazione

A quattro anni dalla pubblicazione della prima edizione del volume "Muri di sostegno agli Stati limite" e visto oltre il positivo riscontro conseguito, anche l'attualità del tema trattato, si pone all'attenzione dei lettori la nuova edizione del volume, rivista ed arricchita di nuovi contenuti, sia teorici che relativi al software allegato. Questa nuova edizione pur trattando, dal punto di vista teorico, i criteri di progettazione dei muri di sostegno, secondo i metodi agli Stati Limite, contenuti delle "Norme Tecniche per le Costruzioni" (Decreto Ministeriale del 14 gennaio 2008) integra le prescrizioni esplicitate nella successiva e più recente Circolare n. 617 del 2 febbraio 2009, per questa particolare tipologia strutturale.

Ricordiamo che negli ultimi venti anni, si è avuta una svolta significativa nell'ambito della progettazione strutturale, incentivata prima di tutto da una innovativa normativa tecnica nel settore delle costruzioni, che è cambiata radicalmente. Difatti, tanto l'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri del 20 marzo 2003, n. 3274, specifica per le costruzioni in zona sismica, quanto le nuove "Norme Tecniche per le Costruzioni", rendono ormai obbligatorio il metodo semiprobabilistico agli stati limite, per l'analisi e la verifica delle strutture, basando i criteri di sicurezza di una qualunque opera sui nuovi concetti di resistenza ultima e prestazioni attese.

Questo particolare contesto normativo nazionale ha fatto seguito alla pubblicazione degli Eurocodici, concepiti per essere norme all'avanguardia nel settore dell'ingegneria strutturale. Infatti, è proprio con gli Eurocodici e con il successivo Documento di Applicazione Nazionale (NAD), che sono state introdotte, per la prima volta in Italia, le nuove modalità di verifica e analisi strutturale col metodo degli stati limite. Dunque, i nuovi metodi di calcolo, imposti recentemente dalle norme tecniche nazionali, secondo una impostazione coerente con gli Eurocodici, sono proprio un'opportunità per guardare verso l'Europa e agli sviluppi professionali che questa offre.

Questi radicali mutamenti delle normative obbligano il progettista ad aggiornare le proprie conoscenze. Ma è evidente che, seguire l'evoluzione del calcolo strutturale, adeguandosi alle nuove disposizioni di legge e aggiornare "in tempo reale" le proprie conoscenze tecniche, non è sempre un percorso facile. Si pensi, ad esempio, a tutti quei professionisti, con alle spalle una consolidata esperienza di progettazione, basata esclusivamente sul metodo di verifica alle tensioni ammissibili, di tipo deterministico, nato con le prime norme tecniche, promulgate agli inizi del XX secolo, ed utilizzato, ancora oggi, da moltissimi tecnici.