

E. N. Bromhead

Stabilità dei pendii

 DARIO
FLACCOVID
EDITORE



Indice

1	Introduzione all'instabilità dei pendii	1
1.1	Instabilità dei pendii e frane	1
1.2	Classificazione dei movimenti di massa: frane di crollo	2
1.3	Classificazione dei movimenti di massa: frane di scivolamento	7
1.4	Classificazione dei movimenti di massa: colamenti	16
1.5	Costo e frequenza nel tempo: cedimento di pendii naturali e artificiali	19
1.6	Alcune catastrofi e loro influenza sulla conoscenza	22
1.7	Storia delle conoscenze sulla stabilità dei pendii	23
1.8	Lavori precedenti	29
2	Pendii naturali	30
2.1	Pendii che mostrano una risposta alle condizioni attuali	30
2.2	Esempi di pendii che conservano la testimonianza evidente di condizioni precedenti	35
2.3	Influenza delle condizioni del Pleistocene sullo sviluppo dei pendii	36
2.4	Tipi di cedimenti e importanza della struttura geologica	39
2.5	Degradazione libera, pendii colluviali e pendii di detriti: i dirupi abbandonati	51
2.6	Cedimenti con ribaltamento e loro verificarsi	57
2.7	Frane di scivolamento, valanghe ed altri movimenti rapidi di massa	57
2.8	Identificazione e localizzazione dei pendii instabili	62
2.9	Datazione dei movimenti di massa	63
3	Proprietà fondamentale del terreno e delle rocce	67
3.1	Relazione sforzo-deformazione in terreni e rocce	67
3.2	Influenza della pressione effettiva sulla resistenza al taglio	69
3.3	Effetti dell'andamento nel tempo degli sforzi: sovraconsolidazione	70
3.4	Effetto del drenaggio durante la prova di taglio	72
3.5	Cedimento progressivo	74
3.6	Sviluppo delle superfici di scorrimento: allineamento delle particelle	76
3.7	Resistenza residua	80
3.8	Terreni ad alta sensibilità	82
3.9	Effetti della discontinuità sulla resistenza al taglio: terreni	83
3.10	Effetti della discontinuità: rocce	84
3.11	Altri fattori che influiscono sulla resistenza al taglio	85

4	Misura della resistenza al taglio	87
4.1	Misura della resistenza di picco di terreni e rocce	87
4.2	Resistenze misurate in laboratorio	88
4.3	Prove in sito	92
4.4	Misura della resistenza residua	92
4.5	Tecniche per ottenere la resistenza residua	93
4.6	Campioni con superfici di scorrimento naturali	94
4.7	Superfici di scorrimento create in laboratorio	96
4.8	Procedure sperimentali per la prova di taglio circolare	97
4.9	Scelta della velocità di applicazione del carico	102
4.10	Raggiungimento della deformazione totale vera	103
4.11	Influenza della velocità di deformazione sulla resistenza residua	104
4.12	Scelta del tipo di prova	106
4.13	Analisi sull'applicabilità delle resistenze misurate in laboratorio	107
5	Principi di analisi di stabilità	109
5.1	Verifica di stabilità	109
5.2	Il metodo del $\phi_u = 0$ e metodi convenzionali di analisi	110
5.3	Metodo di Bishop	114
5.4	Applicazione ai computers	116
5.5	Metodo di Spencer	118
5.6	Metodo grafico del cono	119
5.7	Il metodo di Jambu	122
5.8	Procedimento di Morgenstem e Price	124
5.9	Il metodo di Maksimovic	129
5.10	Il metodo di Sarma	132
5.11	Miscellanea di altri metodi	135
5.12	Procedimento del pendio indefinito	136
5.13	Cedimento per ribaltamento	138
5.14	Mobilizzazione dei parametri di scorrimento	140
5.15	Correzioni per gli effetti di estremità e gli involucri curvi della resistenza al taglio	141
6	Tecniche usate nell'analisi di stabilità	143
6.1	Ricerca della superficie di scorrimento più critica	143
6.2	Fratture di trazione	146
6.3	Pendii parzialmente sommersi	149
6.4	Retroanalisi e distribuzione interna delle forze	151
6.5	Analisi di stabilità sismica del pendio	154
6.6	Ampiezza e velocità dei movimenti del pendio	157
6.7	Carte di stabilità e loro uso nelle analisi non drenate	160
6.8	Carte di stabilità: effetto delle pressioni neutre	163
6.9	Tecniche supplementari da usare con le carte di stabilità	174
6.10	Programma al computer per il calcolo della stabilità del pendio con il metodo di Bishop	176
6.11	Programma al computer per il calcolo della stabilità del pendio col metodo di Jambu	182

7	Pressioni dell'acqua nei pendii	187
7.1	Introduzione	187
7.2	Infiltrazione stazionaria	188
7.3	Condizioni al contorno	191
7.4	Il metodo degli elementi finiti nei problemi relativi all'infiltrazione	193
7.5	Influenza della permeabilità variabile	196
7.6	Pressioni neutre in condizioni non denate	197
7.7	Variazione nelle condizioni idrauliche al contorno	199
7.8	Infiltrazione variabile nel tempo	200
7.9	Abbassamento rapido del livello dell'acqua	204
7.10	Analisi sistematica delle condizioni di infiltrazione	207
7.11	Studi in sito	207
7.12	Rappresentazione dei dati relativi alle pressioni neutre	209
7.13	Uso delle pressioni neutre nella progettazione	211
7.14	Carta di progetto per la valutazione di r_u	213
7.15	Casistica sull'infiltrazione nei pendii	217
8	Interventi per la stabilizzazione dei pendii	226
8.1	Introduzione	226
8.2	Possibili soluzioni: taglio e riempimento	227
8.3	La teoria della linea neutra	229
8.4	Casistica delle modifiche relative al profilo del pendio	232
8.5	Ancoraggi per terreni e rocce	237
8.6	Fattori aggiuntivi nella progettazione di ancoraggio del terreno	241
8.7	Casi di ancoraggio di pendii di terra	245
8.8	Drenaggio	249
8.9	Drenaggi superficiali	249
8.10	Drenaggi profondi	251
8.11	Drenaggi a trincea	255
8.12	Drenaggi per eliminare le pressioni neutre nelle opere non drenate	261
8.13	Canali di drenaggio nelle dighe	266
8.14	Muri di sostegno	267
8.15	Uso delle geogriglie	269
8.16	Trattamenti basati sulla temperatura e sulle colate	271
8.17	Scelta del metodo di stabilizzazione	273
8.18	Pendii rocciosi	276
9	Studi sulle frane	277
9.1	Morfologia del terreno: metodi di rappresentazione cartografica	277
9.2	Localizzazione delle superfici di scorrimento ricavate da misurazioni ed interpretazioni della superficie del terreno	281
9.3	Esame diretto di superfici di scorrimento e di nuclei	284
9.4	Risultati dei LOG e dei fori di trivellazione	287
9.5	Strumentazione	289
9.6	Piezometri: tipi e risposta	293

9.7	Ricerca storica	298
9.8	Segni premonitori della instabilità dei pendii	299
9.9	Pericolo di frana e valutazione del rischio	300
9.10	Metodo di azione	302
10	Casistica	305
10.1	Smottamenti di riporti e discariche: il cedimento del riempimento di Aberfan nel 1966	305
10.2	Cedimenti di pendii di riempimento in terra avvenuti durante la costruzione: la diga di Carsington e la diga di Acu	309
10.3	Cedimento di un pendio di un serbatoio con conseguente traboccamento: la diga del Vaiont	318
10.4	Problemi di costruzione nei pendii naturali: costruzione della strada di Sevenoaks e scarpata nelle Arenarie Verdi Inferiori nel Kent	322
10.5	Cedimenti in pendii ad alta fragilità sottoposti a taglio: il Canale di Panama	328
10.6	Complessi di frane costiere attive: Folkestone Warren, Ventnor e l'Undercliff	330
10.7	Valanghe montane: "Sturzstroms" andini e dighe formatesi a causa di frane	344
11	Sulla progettazione di pendii artificiali	346
11.1	Terrapieni e tagli nei pendii	346
11.2	Controlli sull'acqua	348
11.3	Riporti e discariche	349
11.4	Controllo della costruzione mediante strumentazione	350
11.5	Considerazioni generali sulla scelta del fattore di sicurezza	351
11.6	Scelta di un fattore di sicurezza per la stabilizzazione di frane già esistenti	354
11.7	Scelta del fattore di sicurezza per le opere in terra	356
11.8	Controllo e convalida (specialmente delle analisi al computer)	356
11.9	Conclusione	362