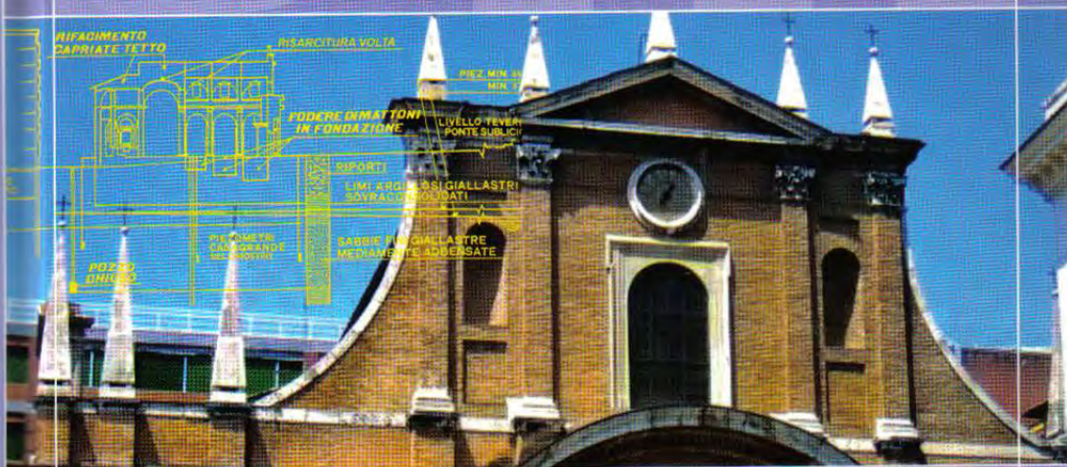


PIERFRANCO VENTURA

Fondazioni

Geotecnica e Geologia - Statica
Scienza e Tecnica delle costruzioni
Sismica - Consolidamento



HOEPLI

Aggiornato alle Norme tecniche per le Costruzioni e agli Eurocodici strutturali

Progettare una struttura di fondazione o di sostegno significa seguire un percorso che va dalla geologia all'architettura attraverso le sei discipline: meccanica classica, scienza delle costruzioni, tecnica delle costruzioni, geotecnica, sismica e consolidamento. Il testo, una *summa* che nasce dall'esperienza di quarant'anni di lavoro e insegnamento, promuove un linguaggio interdisciplinare di base. È dedicato agli studenti universitari, in particolare dei master, e ai professionisti specializzati in questa delicato e creativo lavoro, per il quale sono sempre più necessarie approfondite conoscenze generali.

L'opera analizza le modellazioni costitutive o reologiche sia del terreno, sia della struttura, evidenziandone i vantaggi e i limiti in campo statico e sismico in base a *prove e misure reali*. Approfondisce quindi la modellazione delle azioni statiche e sismiche reali, e l'aleatorietà delle conseguenti sollecitazioni che interferiscono, specie ciclicamente, con la reologia. La sicurezza statica e sismica è valutata con i criteri probabilistici agli stati limite, confrontati con i criteri deterministici caratteristici dei progetti per l'esistente.

Il manuale tratta infine il dimensionamento geotecnico-strutturale delle fondazioni e delle opere di sostegno nuove, tramite applicazioni con la semplice calcolatrice, e i consolidamenti dei terreni e delle strutture esistenti, privilegiando la manutenzione e la prevenzione.

Indice. Prefazione - L'interdisciplinarietà - Modellazione statica e sismica della struttura e del terreno - Modellazione statica e sismica dell'interazione struttura-terreno - Modellazione statica e sismica dei materiali, delle azioni e della sicurezza - Fondazioni e opere di sostegno - Manutenzione e consolidamento di fondazioni e opere di sostegno - Prevenzione dei dissesti e consolidamento di rocce e terreni - Applicazioni. Bibliografia. Indice analitico. Indice degli autori.

Pierfranco Ventura, laureato in Ingegneria Civile Edile strutturale, è stato sia Assistente Ordinario di Tecnica delle Costruzioni presso il Dipartimento d'Ingegneria Strutturale e Geotecnica, sia Professore incaricato prima di Statica e poi di Geotecnica e Fondazioni presso la Facoltà di Architettura all'Università di Roma 1 "La Sapienza". È autore di numerose pubblicazioni, specie su nuovi tipi di prove in sito e sul metodo osservazionale dell'interazione struttura-terreno, e progettista nei campi della Geotecnica e del Consolidamento sia di strutture, sia di terreni e rocce per la conservazione del paesaggio.

www.hoepli.it

Ulrico Hoepli Editore S.p.A.
via Hoepli, 5 - 20121 Milano
e-mail hoepli@hoepli.it

ISBN 978-88-203-3739-1



9 788820 337391 >

€ 80,00

PIERFRANCO VENTURA

FONDAZIONI

Geotecnica e Geologia – Statica
Scienza e Tecnica delle costruzioni
Sismica – Consolidamento



EDITORE ULRICO HOEPLI MILANO

*Ai genitori Antonio e Anna
alla moglie Patrizia
ai figli Paolo e Annamaria
mie donate fondazioni*

Copyright © Ulrico Hoepli Editore S.p.A. 2011
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

ISBN 978-88-203-3739-1

Ristampa:

4 3 2 1 0 2011 2012 2013 2014 2015

Realizzazione editoriale: Andrea Guadagni
Redazione e impaginazione: Cecilia Guadagni
Disegni e grafici: Patrick Venditti

Copertina realizzata da mncg S.r.l., Milano

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

Indice

Prefazione

1	L'interdisciplinarietà	1
1.1	Geotecnica	1
1.1.1	Principi di modellazione	1
1.1.2	Criteri di Progettazione e Tecnologie	8
1.2	Geologia	9
1.2.1	Geologia stratigrafica	9
1.2.2	Sedimentologia	11
1.2.3	Geologia strutturale	16
1.2.4	Geochimica	20
1.2.5	Geomorfologia e Idrogeologia	22
1.2.6	Geodinamica e Geofisica	28
1.3	Ingegneria	33
1.3.1	Edile, Strutturale e Geotecnica	33
1.3.2	Idraulica e Marittima	35
1.3.3	Trasporti, Mineraria e Ambientale	38
1.3.4	Tecnologia e Cantiere	45
1.4	Architettura	45
1.4.1	Rilievo	45
1.4.2	Storia e Archeologia	47
1.4.3	Restauro	52
1.4.4	Composizione	54
1.4.5	Urbanistica	58
1.4.6	Paesaggio ed Ecologia	59
1.5	Giurisprudenza	60
1.5.1	Responsabilità e Sicurezza	60
1.5.2	Appalti	61
1.6	Economia	62
1.6.1	Finanziamenti	62
1.6.2	Computo metrico estimativo	63
1.6.3	Stati di Avanzamento	63
1.7	Etica	65

Parte I – Modellazione statica e sismica

2	Modellazione statica e sismica della struttura	67
2.1	Contributi e limiti del modello rigido.....	67
2.1.1	Statica.....	67
2.1.2	Cinematica.....	77
2.1.3	Dinamica.....	81
2.2	Contributi e limiti del modello elastico.....	87
2.2.1	Statica.....	87
2.2.2	Cinematica.....	97
2.2.3	Dinamica.....	104
2.3	Contributi e limiti del modello plastico.....	125
2.3.1	Statica.....	125
2.3.2	Cinematica.....	130
2.3.3	Dinamica.....	131
2.4	Applicazioni statiche e sismiche (vedi anche capitolo 11).....	139
2.4.1	Calcolo delle sollecitazioni di una trave di fondazione.....	139
3	Modellazione statica e sismica del terreno	147
3.1	Contributi e limiti: modello discontinuo rigido efficace.....	147
3.1.1	Statica “drenata” e “non drenata”.....	147
3.1.2	Cinematica “drenata” e “non drenata”.....	156
3.1.3	Dinamica “drenata” e “non drenata”.....	160
3.2	Contributi e limiti: modello continuo poroso elastico efficace.....	162
3.2.1	Idrostatica: tensioni geostatiche e indotte staticamente.....	162
3.2.2	Idrodinamica quasi-statica: Filtrazione, Drenaggio, Consolidazione.....	186
3.2.3	Cinematica: Spostamenti “non drenati” e “drenati”.....	204
3.2.4	Dinamica “non drenata” e “drenata”.....	222
3.3	Contributi e limiti: modello continuo poroso plastico efficace.....	233
3.3.1	Statica: Spinte, Portanza, Stabilità “U” e “D” ultime; Rifluimento.....	233
3.3.2	Cinematica: Spinte, Portanza, Stabilità “U” e “D” ultime; Sifonamento.....	269
3.3.3	Dinamica: Spinte, Portanza, Stabilità “U” ultime; Liquefazione.....	279
3.4	Applicazioni statiche e sismiche (vedi anche capitolo 12).....	295
3.4.1	Calcolo dei cedimenti e della portanza dei terreni.....	295
4	Modellazione statica e sismica struttura-terreno	305
4.1	Contributi e limiti: modello rigido discontinuo sommerso.....	305
4.1.1	Statica: grafica.....	305
4.1.2	Dinamica: pseudostatica.....	312
4.2	Contributi e limiti: modello elastico continuo.....	315
4.2.1	Statica: Winkler, Boussinesq, Gibson.....	315
4.2.2	Dinamica: Reissner, Richart e Whitman.....	342
4.3	Contributi e limiti: modello elastico continuo poroso saturo.....	369
4.3.1	Statica: Archimede, Skempton e Bjerrum.....	369
4.3.2	Dinamica: Idriss, Kramer, Das.....	377

4.4	Contributi e limiti: modello plastico continuo poroso saturo.....	377
4.4.1	Statica: Coulomb, Froelich, Hansen, Druker e Prager.....	377
4.4.2	Dinamica: Chopra, Seed.....	385
4.5	Dai modelli verso la realtà: stati limite delle normative.....	394
4.6	Applicazioni statiche e sismiche (vedi anche capitolo 13).....	397
4.6.1	Trave di fondazioni di un telaio in c.a. su terreno coerente.....	397
5	Modellazione statica e sismica dei materiali	405
5.1	Contributi e limiti delle prove e delle norme.....	405
5.2	Mezzi d’indagine.....	411
5.2.1	Studi e Rilievi.....	411
5.2.2	Sondaggi.....	412
5.2.3	Campionamento.....	417
5.2.4	Prove in sito e monitoraggio.....	423
5.3	Il terreno.....	424
5.3.1	Prove di laboratorio statiche.....	424
5.3.2	Prove di laboratorio dinamiche.....	463
5.3.3	Prove in sito statiche.....	472
5.3.4	Prove in sito dinamiche.....	497
5.3.5	Prove in vera grandezza e monitoraggio statico.....	502
5.3.6	Prove in vera grandezza e monitoraggio dinamico.....	518
5.4	Murature interagenti.....	522
5.4.1	Prove statiche su elementi muratura-terreno.....	522
5.4.2	Prove dinamiche su elementi muratura-terreno.....	538
5.4.3	Prove in vera grandezza e monitoraggio statico muratura-terreno.....	542
5.4.4	Prove in vera grandezza e monitoraggio dinamico muratura-terreno.....	550
5.5	Cemento armato interigente.....	551
5.5.1	Prove statiche su elementi calcestruzzo-terreno.....	551
5.5.2	Prove dinamiche su elementi calcestruzzo-terreno.....	558
5.5.3	Prove in vera grandezza e monitoraggio statico calcestruzzo-terreno.....	562
5.5.4	Prove in vera grandezza e monitoraggio dinamico c.a.-terreno.....	566
5.6	Analisi retrogressiva delle caratteristiche meccaniche.....	568
5.6.1	Interazione muratura-terreno: statica e sismica.....	568
5.6.2	Interazione cemento armato-terreno: statica e sismica.....	572
5.7	Profili geotecnici del sottosuolo.....	573
6	Modellazione statica e sismica delle azioni	579
6.1	Contributi e limiti delle normative: stati limite.....	579
6.2	Azioni di esercizio permanenti e accidentali quasi-statiche.....	584
6.2.1	Carichi permanenti o propri fissi o diretti statici.....	584
6.2.2	Carichi di esercizio accidentali quasi-statici o sovraccarichi utili.....	586
6.2.3	Azioni per i vari tipi di Costruzioni.....	587
6.3	Azioni di esercizio accidentali ed ambientali frequenti.....	587
6.3.1	Azioni di esercizio da neve e carichi equivalenti a statici.....	588
6.3.2	Azioni di esercizio del vento ed equivalenti a statiche.....	588

6.3.3	Azioni di esercizio indirette: termiche e ritiro, viscosità, degrado, fatica ..	590
6.3.4	Azioni di esercizio sismiche e accidentali variabili frequenti	591
6.3.5	Azioni di esercizio del mare ed equivalenti a statiche.....	592
6.3.6	Azioni per spinte del ghiaccio e fango	595
6.4	Azioni di esercizio indirette: azioni cinematiche geotecniche	596
6.4.1	Spostamenti differenziali e rotazioni del terreno o dei vincoli esterni	596
6.4.2	Spostamenti differenziali e rotazioni dei vincoli interni.....	599
6.5	Azioni di danno accidentali variabili, eccezionali o rare	601
6.5.1	Urti	602
6.5.2	Esposizioni al fuoco	603
6.5.3	Esplosioni	604
6.6	Azioni di danno e ultime sismiche.....	605
6.6.1	Registrazioni sismiche caratteristiche: Strong Ground Motion	606
6.6.2	Spettri di risposta di strutture rigide ed elastiche.....	614
6.6.3	Spettri di risposta di strutture plastiche: vita utile e duttilità assegnata	629
6.6.4	Spettri di risposta dei terreni: tempi di ritorno e probabilità assegnata	643
6.6.5	Spettri di progetto: rigidi, elastici, plastici e artificiali di norma	659
6.6.6	Azioni cinematiche sismiche: spostamenti sperimentati di progetto	677
6.7	Combinazioni delle azioni statiche e sismiche: stati limite.....	681
6.7.1	Stati limite di esercizio (SLE)	683
6.7.2	Stati limite di danno (SLD)	687
6.7.3	Stati limite ultimo (SLU).....	688
7	Modellazione statica e sismica della sicurezza.....	691
7.1	Contributi e limiti delle normative.....	691
7.2	Metodi deterministici	693
7.3	Metodi semiprobabilistici	702
7.4	Metodi stocastici	716
7.5	Metodi sperimentali	725
7.6	Concetto di sicurezza	729

Parte II – Progettazione nuovo ed esistente

8	Fondazioni e opere di sostegno	735
8.1	Criteri statici, idraulici, sismici e tecnologici.....	735
8.2	Stabilità fronti di scavo ed opere provvisionali.....	736
8.2.1	Scelta del tipo di opera provvisoria.....	736
8.2.2	Verifiche geotecniche GEO: idrauliche HYD, UPL e sismiche	740
8.2.3	Progetto strutturale STR: statico e sismico.....	754
8.2.4	Demolizioni e riciclaggio, scavi e rinterrati	755
8.2.5	Prevenzione delle interferenze fra opere e dei crolli	756
8.3	Tipologie delle fondazioni superficiali e profonde	757
8.3.1	Aspetti naturali, sismici e prove	757
8.3.2	Preparazione del piano di posa ed aspetti ecologici	758
8.3.3	Tipologie delle fondazioni aspetti statici e sismici.....	759

8.3.4	Rapporto sicurezza - tecnologia - costi	761
8.4	Plinti isolati	764
8.4.1	Verifiche GEO plinti: SLE, SLU portanza statica terreno	764
8.4.2	Verifiche GEO plinti: SLD, SLU portanza sismica terreno.....	767
8.4.3	Progetto STR: SLE e SLU statici di plinti in muratura.....	769
8.4.4	Progetto STR: SLE e SLU sismici di plinti in muratura.....	770
8.4.5	Progetto STR: SLE e SLU statici di plinti in c. a.....	770
8.4.6	Progetto STR: SLE, SLD ed SLU sismici di plinti in c.a	776
8.5	Travi rovesce.....	779
8.5.1	Verifiche GEO travi: SLE, SLU portanza statica del terreno	779
8.5.2	Verifiche GEO travi: SLE, SLU portanza sismica terreno	781
8.5.3	Progetto STR: SLE, SLU statici di travi in c.a.	782
8.5.4	Progetto STR: SLE, SLD ed SLU sismici di travi in c.a.	784
8.5.5	Masse, rigidità, resistenze, duttilità: M, K, D d'interazione	803
8.5.6	Progetto STR travi: SLE, SLU della muratura.....	808
8.6	Platee nervate	816
8.6.1	Verifiche GEO platee: stati limite del terreno.....	816
8.6.2	Progetto STR platee: stati limite del c. a. e della muratura.....	816
8.7	Scatolari compensati e controllo vibrazioni	818
8.7.1	Verifiche GEO scatolari compensati: stati limite terreno	818
8.7.2	Progetto STR scatolari: stati limite del c. a. e muratura.....	818
8.7.3	Progetto di fondazioni di macchine	823
8.7.4	Progetto di isolatori di base e dei controventi antisismici.....	826
8.7.5	Difesa dalle vibrazioni	830
8.8	Palificate.....	832
8.8.1	Verifiche GEO pali: SLE, SLU portanza statica terreno	832
8.8.2	Verifiche GEO pali: SLD, SLU portanza sismica terreno	857
8.8.3	Progetto STR: SLE, SLU statici dei pali in c.a. o acciaio.....	862
8.8.4	Progetto STR: SLE, SLD, SLU sismici dei pali in c. a. o acciaio.....	869
8.8.5	Rigidità - resistenze d'interazione palificate - terreni.....	872
8.9	Pozzi di fondazione	879
8.9.1	Verifiche GEO pozzi: stati limite portanza statica terreno	879
8.9.2	Verifiche GEO pozzi: stati limite portanza sismica terreno.....	883
8.9.3	Progetto STR pozzi: stati limite statici del cemento armato	883
8.9.4	Progetto STR pozzi: stati limite sismici del c.a.	887
8.10	Bonifiche meccaniche dei terreni	890
8.10.1	Vibroflottazione, vibrointrusione colonnare	890
8.10.2	Jetgrouting, mix-iniezioni	890
8.11	Rilevati e scarpate	891
8.11.1	Rilevati di precarica e dreni verticali	891
8.11.2	Rilevati strutturali tipo stradali, ferroviari, aeroportuali	893
8.11.3	Argini fluviali e scogliere marittime.....	893
8.11.4	Scarpate verdi e terre armate.....	895
8.12	Muri a gravità e spalle di ponti.....	896
8.12.1	Aspetti naturali, idraulici e sismici	896

8.12.2	Tipologie delle opere di sostegno: rigide e flessibili	899
8.12.3	Rapporto sicurezza – tecnologia – costi	899
8.12.4	Verifiche GEO muri: SLE, SLU statici del terreno	900
8.12.5	Verifiche GEO muri: SLD, SLU sismici del terreno	915
8.12.6	Progetto STR muri: SLE, SLU statici della muratura	920
8.12.7	Progetto STR muri: SLE, SLU sismici di muratura	923
8.12.8	Progetto STR muri: SLE, SLU statici del c. a.	924
8.12.9	Progetto STR muri: SLE, SLU sismici del c. a.	935
8.12.10	Spalle di Ponti	937
8.12.11	Rigidezze-resistenze d'interazione e monitoraggio muri	937
8.13	Paratie, palancole, diaframmi, cassoni a sbalzo	938
8.13.1	Verifiche GEO paratie a sbalzo: SLE, SLU statici del terreno	938
8.13.2	Verifiche GEO paratie a sbalzo SLD, SLU sismici del terreno	949
8.13.3	Progetto STR paratie: SLE, SLU statici del c.a., acciaio	953
8.13.4	Progetto STR paratie: SLE, SLD, SLU sismici del c.a., acciaio	954
8.13.5	Rigidezze-Resistenze d'interazione e monitoraggio	956
8.14	Paratie ancorate, puntellate e scatolari	956
8.14.1	Verifiche GEO paratie ancorate: SLE, SLU statici del terreno	956
8.14.2	Verifiche GEO paratie ancorate: SLD, SLU sismici del terreno	961
8.14.3	Progetto STR paratie ancorate: SLE, SLU statici del c.a., acciaio	965
8.14.4	Progetto STR paratie ancorate: SLE, SLD, SLU sismici del c.a., acciaio	970
8.15	Strutture idrauliche e marittime	970
8.15.1	Geotecnica e costruzioni Idrauliche	970
8.15.2	Moli, banchine e marginature: stati limite	970
8.15.3	Briccole e paraurti navali: stati limite	972
8.15.4	Frangiflutti ed energia marina	972
8.15.5	Ponti galleggianti e offshore	976
8.16	Blocchi e piastre di ancoraggio	978
8.16.1	Verifiche geotecniche-strutturali: stati limite statici	978
8.16.2	Verifiche geotecniche-strutturali: stati limite sismici	982
8.17	Ancoraggi	983
8.17.1	Verifiche GEO ancoraggi: stati limite statici del terreno	983
8.17.2	Verifiche GEO ancoraggi: stati limite sismici del terreno	990
8.17.3	Progetto STR ancoraggi: stati limite statici del c.a.	991
8.17.4	Progetto STR ancoraggi: stati limite sismici del c.a.	995
8.17.5	Rigidezze - resistenze d'interazione e monitoraggio degli ancoraggi	996
8.18	Rivestimenti di gallerie	996
8.18.1	Verifiche geotecniche delle gallerie: stati limite statici terreno	996
8.18.2	Verifiche geotecniche delle gallerie: stati limite sismici terreno	1001
8.18.3	Progetto strutturale delle gallerie: stati limite statici del c.a.	1001
8.18.4	Progetto strutturale delle gallerie: stati limite sismici del c.a.	1009
8.18.5	Rigidezze - resistenze d'interazione e monitoraggio	1010
8.19	Applicazioni in c.a. e in murature (vedi anche capitolo 14)	1013
8.19.1	Progetti di fondazioni e opere di sostegno	1013

9	Manutenzione e consolidamento di fondazioni e opere di sostegno	1015
9.1	Criteri di progetto per gli interventi di consolidamento	1015
9.1.1	Progetto preliminare, definitivo, esecutivo: indifferibilità	1015
9.1.2	Modelli di calcolo e sicurezza dei programmi	1017
9.1.3	Indagini e sicurezza sperimentale	1018
9.2	Criteri d'indagine, monitoraggio e manutenzione	1019
9.2.1	Indagini storiche e restauro	1019
9.2.2	Rilievi ed indagini in sito	1020
9.2.3	Monitoraggio e metodo osservazionale	1021
9.2.4	Manutenzione e stima dei costi	1023
9.3	Scelte tecnologiche e prescrizioni delle normative	1023
9.3.1	Scelte tecnologiche	1023
9.3.2	Prescrizioni della normativa e sicurezza semiprobabilistica	1025
9.4	Diagnosi dei dissesti e terapie di consolidamento	1028
9.4.1	Sintomi e diagnosi dei dissesti	1028
9.4.2	Prevenzione dell'interferenza fra opere e scavi	1032
9.4.3	Analisi dei meccanismi locali di collasso sismico	1032
9.4.4	Classificazione delle terapie d'intervento di consolidamento	1036
9.5	Strutture di fondazione consolidate in muratura	1036
9.5.1	Interventi diretti da cedimenti e carenze delle fondazioni	1036
9.5.2	Interventi indiretti da cedimenti del terreno	1068
9.5.3	Dissesti da incrementi dei carichi e da azioni sismiche	1082
9.5.4	Dissesti da subsidenza	1097
9.6	Opere di sostegno consolidate in muratura	1103
9.6.1	Interventi su spostamenti non ammissibili del terreno	1103
9.6.2	Interventi sui danni da azioni sismiche	1107
9.7	Strutture di fondazione consolidate in cemento armato	1107
9.7.1	Interventi diretti da cedimenti e carenze nelle fondazioni	1107
9.7.2	Interventi indiretti da cedimenti del terreno	1130
9.7.3	Interventi sui danni da incrementi dei carichi e da azioni sismiche	1140
9.7.4	Dissesti da subsidenza	1148
9.8	Opere di sostegno consolidate in cemento armato	1150
9.8.1	Interventi su spostamenti non ammissibili del terreno	1150
9.8.2	Interventi sui danni da azioni sismiche	1154
10	Prevenzione dei dissesti e consolidamento di rocce e terreni	1157
10.1	Salvaguardia dell'ambiente: prevenzione	1157
10.2	Dissesti naturali ed artificiali	1159
10.2.1	Definizioni	1159
10.2.2	Valanghe	1160
10.2.3	Frane	1160
10.2.4	Alluvioni	1178
10.2.5	Erosioni costiere	1181
10.2.6	Subsidenza	1181
10.2.7	Desertificazione	1183

10.2.8	Terremoti.....	1183
10.2.9	Vulcanismi.....	1187
10.3	Fattibilità di opere su grandi aree: piani urbanistici.....	1187
10.3.1	Nuovi insediamenti urbani: civili, industriali, militari.....	1187
10.3.2	Grandi impianti: centrali elettriche, impianti chimici.....	1190
10.3.3	Reti dei servizi: idriche, fognarie, gas, elettriche, telefoniche.....	1191
10.4	Fattibilità di opere su grandi aree: infrastrutture.....	1191
10.4.1	Strade, ferrovie ed idrovie: ponti, gallerie e canali.....	1191
10.4.2	Aeroporti e carta ostacoli.....	1196
10.4.3	Opere marittime e difese costiere.....	1196
10.4.4	Bacini idrici artificiali e sistemi di derivazione da corsi d'acqua.....	1197
10.5	Fattibilità di attività estrattive e di discarica.....	1197
10.5.1	Cave e miniere, materiali da costruzione.....	1197
10.5.2	Sistemi d'impianti per l'estrazione di liquidi o gas dal sottosuolo.....	1199
10.5.3	Discariche controllate, depositi d'inerti e impianti di depurazione.....	1199
10.6	Restauro urbano e del paesaggio.....	1201
10.6.1	Ristrutturazione di insediamenti esistenti.....	1201
10.6.2	Bonifiche e sistemazione del territorio.....	1201
10.6.3	Siti industriali dismessi ed archeologia industriale.....	1202
10.6.4	Difesa del suolo e del paesaggio.....	1202

Parte III – Applicazioni

Prefazione.....	1205
11 Applicazioni del capitolo 2.....	1209
11.1 Storia del calcolo delle strutture monodimensionali.....	1209
11.2 Analisi statica grafica.....	1212
11.3 Analisi statica algebrica.....	1215
11.4 Analisi statica differenziale.....	1217
11.5 Analisi statica matriciale.....	1220
11.5.1 Contenuti base dei programmi di calcolo.....	1220
11.5.2 Gradi di vincolo e di libertà: azioni cinematiche.....	1230
11.5.3 Calcolo di una trave di fondazione di 2 campate a livello.....	1235
11.5.4 Calcolo di una trave a 2 campate con vincoli cedevoli.....	1237
11.6 Analisi sismica pseudostatica modale lineare.....	1243
11.7 Analisi statica e sismica agli stati limite ed a rottura.....	1249
12 Applicazioni del capitolo 3.....	1251
12.1 Storia del calcolo dei cedimenti e della portanza dei terreni.....	1251
12.2 Calcolo delle tensioni efficaci geostatiche.....	1252
12.3 Analisi statica: drenaggio e filtrazione.....	1253
12.3.1 Percorso delle tensioni indotte dalla filtrazione nel terreno.....	1253
12.3.2 Drenaggi con tappeti e pozzi drenanti.....	1258
12.3.3 Verifiche a sifonamento (HYD) di uno scavo sostenuto da paratie.....	1259

12.3.4	Verifiche al galleggiamento (<i>uplift</i> UPL) del fondo di uno scavo.....	1264
12.3.5	Cedimenti indotti dalla filtrazione.....	1265
12.3.6	Cedimenti per filtrazione indotti da una galleria.....	1267
12.4	Analisi Statica: consolidazione.....	1267
12.4.1	Calcolo dei cedimenti differenziali di un edificio: Metodo di Terzaghi.....	1267
12.4.2	Calcolo dei cedimenti differenziali: metodo di Skempton e Bjerrum.....	1273
12.4.3	Calcolo dei cedimenti differenziali: metodo di Lambe.....	1274
12.4.4	Calcolo dei cedimenti differenziali: metodo degli Elementi Finiti.....	1275
12.4.5	Decorso dei cedimenti: metodo di Terzaghi.....	1276
12.4.6	Compenso dei carichi e scavi in acqua.....	1278
12.4.7	Percorsi delle tensioni indotte e cedimenti di un rilevato nastriforme.....	1278
12.4.8	Cedimenti e decorsi di un serbatoio circolare precaricato con rilevato.....	1281
12.5	Analisi statica: portanza di esercizio del terreno.....	1283
12.6	Analisi sismica: portanza di esercizio e liquefazione.....	1285
12.7	Analisi sismica: stabilità globale pseudostatica.....	1287
13 Applicazioni del capitolo 4.....	1291	
13.1	Storia del calcolo di una trave di fondazione.....	1291
13.2	Calcolo delle sollecitazioni: telaio c.a.- terreno coerente.....	1298
13.2.1	Analisi statica e pseudostatica lineari: stati limite.....	1298
13.2.2	Analisi delle azioni sul telaio.....	1300
13.2.3	Predimensionamento di esercizio del telaio.....	1303
13.2.4	Calcolo delle sollecitazioni statiche del telaio.....	1307
13.2.5	Calcolo delle sollecitazioni geotecniche del telaio: cedimenti.....	1311
13.2.6	Calcolo sollecitazioni sismiche telaio: $a_g = \pm 0,35g$	1313
13.2.7	Calcolo sollecitazioni sismiche telaio: $a_g = \pm 0,15g$	1329
13.2.8	Analisi delle combinazioni delle azioni.....	1338
13.2.9	Controllo dei drift o rotazioni e spostamenti massimi dei nodi.....	1339
13.3	Trave di fondazione: sollecitazioni (STR) e portanza (GEO).....	1340
13.4	Fondazione compensata "galleggiante con deriva" sismica.....	1349
13.5	Fondazione a blocco in zona sismica: controllo dei drift.....	1351
14 Applicazioni del capitolo 8.....	1359	
14.1	Storia del progetto di nuove fondazioni e nuove opere di sostegno.....	1359
14.2	Fondazioni superficiali: verifiche statiche e sismiche.....	1361
14.2.1	Plinti di fondazione in calcestruzzo armato.....	1361
14.2.2	Travi di fondazione in calcestruzzo armato.....	1367
14.2.3	Platee di fondazione superficiali.....	1372
14.3	Fondazioni profonde: verifiche statiche e sismiche.....	1372
14.3.1	Pali in calcestruzzo armato.....	1372
14.3.2	Pali in gruppo.....	1379
14.3.3	Fondazioni a pozzo od a blocco.....	1381
14.4	Muri a gravità: verifiche statiche e sismiche.....	1384
14.4.1	Muro a sbalzo in calcestruzzo armato.....	1384
14.4.2	Terrapieni e rilevati.....	1393

14.5 Paratie: verifiche statiche e sismiche	1395
14.5.1 Paratie a sbalzo in calcestruzzo armato.....	1395
14.5.2 Paratie in calcestruzzo armato ancorate	1403
14.5.3 Verifiche geotecniche retrogressive.....	1405
14.6 Tiranti di ancoraggio.....	1406
Bibliografia	1407
Indice analitico	1413
Indice degli autori	1443

Prefazione

L'avventura Geotecnica di applicare il linguaggio della Meccanica al Terreno è stata inaugurata in Italia dal prof. Carlo Cestelli Guidi, col testo del 1937 e seguenti, pubblicati dall'Editore Hoepli e, fin dall'inizio, si è incentrata su sviluppi interdisciplinari, sia in campo universitario sia professionale.

Con questo volume si è tentata l'ulteriore avventura di un testo perfettamente attuale, sia teorico, sia applicativo e normativo, ma che avesse la caratteristica di non perdere le radici della cultura acquisita dal passato. I modelli e gli insegnamenti classici unificanti consentono infatti di controllare il ruolo dei dati e gli ordini di grandezza dei parametri di calcolo elaborati su elementi semplici nella fase di apprendimento, alla luce della storia del calcolo, delle norme e delle tecnologie.

Tale preziosa cultura universitaria sintetica, basata su trattazioni unitarie *generali e oggettive*, precede l'innovazione presente, specie dei programmi di calcolo e tecnologica, e consente di evitare trattazioni *frammentarie e soggettive*. Sono pertanto evidenziati i fondamenti riguardanti la statica grafica, i circoli di Mohr o la linea elastica, il continuo di Cauchy e il calcolo a rottura, correlandoli solo successivamente al calcolo matriciale.

La matematica, espressivo linguaggio internazionale con cui parla la fisica, è pertanto usata dapprima nel modo classico, in modo da renderla familiare alla mentalità naturalistica dei geologi, a quella artistica degli architetti, a quella pratica dei geometri o razionalistica degli ingegneri. In questo modo si promuove un comune linguaggio interdisciplinare di base, evitando fondamentalismi o relativismi.

Il testo è dedicato agli studenti universitari, specie dei master, e ai professionisti specializzati in questo delicato e creativo lavoro, che deve essere sempre incastonato in approfondite conoscenze generali, analizzate sistematicamente per l'armonico lavoro di gruppo.

La struttura di fondazione o di sostegno diventa così l'elemento guida del viaggio dalla geologia all'architettura attraverso le seguenti discipline: meccanica classica (statica, cinematica, dinamica), scienza e tecnica delle costruzioni, geotecnica e idraulica, sismica e consolidamento.

Si è cercato di evidenziare i contributi e i limiti delle varie discipline al progetto e soprattutto di favorire un coordinato apprendimento, sforzandosi di puntare all'essenziale, in modo da lasciare la mente libera di ascoltare la realtà, l'ispirazione e l'integrazione dei vari apporti durevoli.

La meccanica e la scienza delle costruzioni illuminano le ragioni del progetto nei capitoli da 2 a 7 in modo da essere di premessa alla tecnica delle costruzioni che mira al dimensionamento delle murature e del calcestruzzo armato. Nei capitoli dall'8 al 10 sono delineati gli apporti della tecnologia e della normativa che incidono strettamente sul progetto e soprattutto l'apporto della geologia per prevenire i dissesti nelle grandi aree.

Si è tentato di contemperare tali discipline con i contenuti scientifici della geotecnica, della sismica e del consolidamento, in modo da ottenere una vera sicurezza che non fosse soltanto basata sulle più recenti tecnologie e programmazioni informatiche, ma che fosse frutto di una visione "umanistica" delle strutture, tenendo conto dell'apporto di ogni competenza e