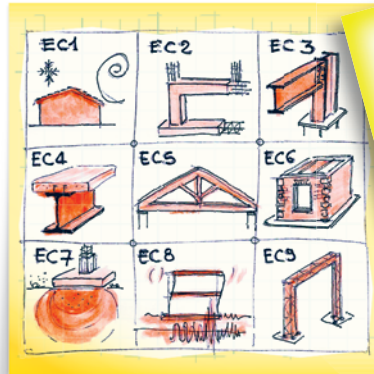


Antonio Cirillo

GLI EUROCODICI PER LE NTC 2018

INTRODUZIONI EUROPEE AI CAPITOLI DELLE
NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI
DI CUI AL DECRETO MINISTERIALE 17 GENNAIO 2018
E INDICAZIONI DI CALCOLO



**PRONTO
GRAFILL**
Clicca e richiedi di essere contattato
per informazioni e promozioni

SOFTWARE INCLUSO

FOGLI IN EXCEL PER LA VERIFICA DI SEZIONI IN C.A., IN ACCIAIO E IN LEGNO
NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI 2018 IN VERSIONE DIGITALE
BANCA DATI RELATIVA ALLE NORME TECNICHE DAL 1971 AD OGGI
PROGRAMMA "SPETTRI DI RISPOSTA"



GRAFILL

Antonio Cirillo

GLI EUROCODICI PER LE NTC 2018

Ed. I (6-2018)

ISBN 13 978-88-277-0025-9

EAN 9 788827 700259

Collana **Manuali** (234), versione eBook

© **GRAFILL S.r.l.** Via Principe di Palagonia, 87/91 – 90145 Palermo

Telefono 091/6823069 – Fax 091/6823313

Internet <http://www.grafill.it> – E-Mail grafill@grafill.it

Tutti i diritti di traduzione, di memorizzazione elettronica e di riproduzione sono riservati. Nessuna parte di questa pubblicazione può essere riprodotta in alcuna forma, compresi i microfilm e le copie fotostatiche, né memorizzata tramite alcun mezzo, senza il permesso scritto dell'Editore. Ogni riproduzione non autorizzata sarà perseguita a norma di legge. Nomi e marchi citati sono generalmente depositati o registrati dalle rispettive case produttrici.



SOMMARIO

PREFAZIONE	p.	13
1. L'EVOLUZIONE DELLA NORMATIVA		
D.M. 17 gennaio 2018 (NTC2018)	"	15
1.1. Introduzione	"	15
1.1.1. Normativa di riferimento	"	15
1.1.1.1. Storia delle norme tecniche italiane	"	15
1.2. Le strutture con le nuove norme del 2018 e gli Eurocodici	"	16
1.2.1. Eurocodice come norma comune	"	16
1.2.2. Finalmente Eurocodici	"	17
1.2.3. Gli Eurocodici	"	19
1.2.3.1. Presentazione logica in blocchi	"	19
1.2.3.2. Presentazione di stampa dell'Eurocodice tipo	"	20
1.2.3.3. Descrizione Eurocodici	"	20
1.2.3.4. Contenuto Eurocodici (vedere norme UNI ufficiali, lista indicativa).....	"	21
1.2.3.5. Basi dell'Eurocodice	"	23
1.2.4. Stati limite	"	25
1.2.4.1. Stati limite ultimi: SLU	"	26
1.2.4.2. Stati limite di esercizio: SLE	"	26
1.2.4.3. Studio delle strutture	"	26
1.2.4.4. La sicurezza	"	28
1.2.4.5. Valori "certi"	"	28
1.2.4.6. Valori caratteristici	"	29
1.2.4.7. Valori di progetto	"	29
2. SICUREZZA E PRESTAZIONI ATTESE		
D.M. 17 gennaio 2018 (NTC2018)	"	31
3. AZIONI SULLE COSTRUZIONI		
D.M. 17 gennaio 2018 (NTC2018)	"	33
3.1. Introduzione	"	33
3.1.1. Carichi nominali e caratteristici	"	33
3.2. Introduzione alle azioni sismiche	"	39
3.3. Azioni del vento	"	46

3.3.1.	Massa volumica della neve	p.	52
3.3.1.1.	Sintesi per il calcolo del carico neve secondo NTC2018	"	53
3.3.1.2.	Esempio di calcolo del carico della neve	"	58
3.3.1.3.	La robustezza	"	64
4. COSTRUZIONI CIVILI E INDUSTRIALI			
	D.M. 17 gennaio 2018 (NTC2018)	"	66
4.1.	Introduzione a calcestruzzo e cemento armato	"	66
4.1.1.	Tecnologia del calcestruzzo	"	66
4.1.1.1.	Quadro normativo europeo	"	66
4.1.2.	Materiale	"	67
4.1.3.	Definizione del calcestruzzo	"	69
4.1.4.	Componenti	"	69
4.1.4.1.	Cemento	"	70
4.1.4.2.	Inerti	"	70
4.1.5.	Classificazione e composizione del calcestruzzo fresco	"	71
4.1.5.1.	Categorie di calcestruzzi	"	71
4.1.5.2.	Consistenza del calcestruzzo fresco	"	72
4.1.5.3.	Classi di consistenza	"	72
4.1.6.	Calcestruzzo indurito	"	73
4.1.6.1.	Classi di resistenza	"	73
4.1.6.2.	Requisiti per il calcestruzzo indurito	"	73
4.1.6.3.	Classi di resistenza a compressione	"	73
4.1.6.4.	Classi di massa volumica del calcestruzzo leggero	"	75
4.1.6.5.	Resistenza a trazione	"	75
4.1.6.6.	Classi di resistenza a trazione	"	75
4.1.6.7.	Norme di riferimento e modalità	"	76
4.1.7.	Specifica del calcestruzzo	"	77
4.1.7.1.	Calcestruzzo a prestazione garantita	"	77
4.1.7.2.	Calcestruzzo a composizione	"	78
4.1.8.	Consegna del calcestruzzo fresco	"	78
4.1.8.1.	Informazioni	"	78
4.1.8.2.	Documento di consegna del calcestruzzo preconfezionato	"	79
4.1.8.3.	Schema dei rapporti per la consegna del calcestruzzo fresco	"	80
4.1.9.	Controllo della conformità e criteri di conformità	"	80
4.1.9.1.	Criteri di conformità per la resistenza a trazione indiretta	"	81
4.1.9.2.	Criteri di conformità per la consistenza (vedi EN 206)	"	82

	4.1.9.3.	Criteri di conformità per proprietà diverse dalla resistenza (vedi EN 206).....	p.	82
4.1.10.		Controllo di produzione	"	82
	4.1.10.1.	Personale	"	83
	4.1.10.2.	Apparecchiature e installazioni	"	83
	4.1.10.3.	Miscelazione	"	83
	4.1.10.4.	Procedure del controllo di produzione	"	84
4.1.11.		Valutazione della conformità	"	84
	4.1.11.1.	Prova iniziale.....	"	84
	4.1.11.2.	Prove di identità per la resistenza a compressione	"	85
	4.1.11.3.	Criteri di identità per la resistenza a compressione	"	85
4.1.12.		Confezione del calcestruzzo fresco	"	87
	4.1.12.1.	Dosaggio dei componenti.....	"	87
	4.1.12.2.	Miscelazione del calcestruzzo.....	"	87
	4.1.12.3.	Calcestruzzo preconfezionato	"	88
4.1.13.		Manipolazione e posa in opera del calcestruzzo fresco	"	88
	4.1.13.1.	Manipolazione del calcestruzzo sui luoghi di utilizzazione	"	88
	4.1.13.2.	Posa nei casseri	"	89
	4.1.13.3.	Compattazione del calcestruzzo.....	"	89
	4.1.13.4.	Giunti di ripresa	"	89
	4.1.13.5.	Cura	"	89
4.1.14.		Il calcestruzzo e l'ambiente in cui "vive"	"	91
	4.1.14.1.	Requisiti relativi alle classi di esposizione	"	91
	4.1.14.2.	Classificazione	"	92
4.2.		Il calcestruzzo armato	"	94
	4.2.1.	Collaborazione statica tra calcestruzzo e armatura metallica	"	94
	4.2.2.	Il calcestruzzo armato: condizioni fondamentali	"	95
	4.2.3.	Barre per armatura metallica del c.a.	"	96
	4.2.3.1.	Barre tonde lisce.....	"	96
	4.2.3.2.	Barre ad aderenza migliorata	"	96
	4.2.3.3.	L'armatura metallica nel c.a.	"	97
4.3.		Introduzione alle strutture in acciaio (prima parte)	"	100
	4.3.1.	Tecnologia dell'acciaio	"	100
	4.3.1.1.	Acciaio: composizione e caratteristiche del materiale.....	"	100
	4.3.1.2.	Il ciclo di produzione dell'acciaio.....	"	101
	4.3.1.3.	Lavorazioni dell'acciaio.....	"	102
	4.3.1.4.	Trattamenti dell'acciaio	"	102
	4.3.1.5.	Proprietà e prove dell'acciaio	"	103
	4.3.1.6.	Altre proprietà caratteristiche dell'acciaio	"	103

	4.3.1.7.	Peculiarità dell'acciaio inossidabile.....	p.	104
	4.3.1.8.	Profilati laminati a caldo	"	104
	4.3.2.	Tipologie strutturali.....	"	107
	4.3.2.1.	Travi	"	107
	4.3.2.2.	Colonne	"	107
	4.3.2.3.	Esempi strutturali	"	109
	4.3.2.4.	Nodo colonna-fondazione	"	109
	4.3.2.5.	Nodo colonna-trave.....	"	111
	4.3.2.6.	Capannoni	"	112
	4.3.3.	Collegamenti	"	115
	4.3.3.1.	Chiodature.....	"	115
	4.3.3.2.	Saldature.....	"	116
	4.3.3.3.	Bullonature.....	"	117
4.4.		Introduzione alle strutture in acciaio (seconda parte).....	"	118
	4.4.1.	Definizioni e classificazioni	"	118
	4.4.1.1.	Stati limite e situazioni di progetto	"	118
	4.4.1.2.	Situazioni di progetto	"	118
	4.4.1.3.	Azioni.....	"	118
	4.4.1.4.	Valori di progetto delle azioni o di calcolo	"	119
	4.4.1.5.	Valori di calcolo delle proprietà di un materiale	"	119
	4.4.2.	Requisiti del progetto	"	119
	4.4.2.1.	Generalità	"	119
	4.4.2.2.	Collegamenti soggetti a carichi statici	"	119
	4.4.2.3.	Stati limite ultimi	"	119
	4.4.2.4.	Stati limite di esercizio.....	"	120
	4.4.3.	Materiale	"	121
	4.4.3.1.	Acciaio laminato a caldo per profili.....	"	121
	4.4.4.	Sezioni trasversali	"	122
	4.4.4.1.	Resistenza.....	"	122
	4.4.4.2.	Proprietà.....	"	123
	4.4.4.3.	Classi.....	"	123
4.5.		Introduzione alle strutture miste acciaio-calcestruzzo.....	"	128
	4.5.1.	Solaio misto in acciaio e calcestruzzo.....	"	129
	4.5.2.	Pilastri con profili inglobati nel getto.....	"	130
	4.5.3.	Calcolo delle travi miste con profili in acciaio e soletta in calcestruzzo.....	"	130
	4.5.4.	Calcolo di travi miste con profilo metallico e soletta in c.a.	"	132
4.6.		Introduzione alle costruzioni in legno	"	135
	4.6.1.	EC5 NTC2018 e CNR2006/2006	"	135
	4.6.2.	Struttura dell'Eurocodice 5	"	136
	4.6.3.	Struttura dell'Eurocodice 5: EN 1995-1-1	"	136
	4.6.4.	EC5: riferimenti normativi.....	"	138
	4.6.5.	Classi di servizio	"	141

4.6.6.	Verifica a deformazione	p.	142
4.6.7.	Verifiche allo stato limite ultimo	"	142
4.6.8.	Verifica a momento flettente con pericolo di instabilità	"	146
4.7.	Introduzione alle costruzioni in muratura	"	147
4.7.1.	Complessità dell'argomento	"	147
4.7.2.	Norma europea necessaria	"	148
4.7.2.1.	Campo di applicazione dell'Eurocodice 6	"	149
4.7.3.	Basi del progetto	"	152
4.7.3.1.	Definizioni e classificazioni	"	153
4.7.4.	Requisiti del progetto	"	154
4.7.4.1.	Stati limite di esercizio	"	155
4.7.5.	Materiali	"	155
4.7.5.1.	Requisiti dei gruppi degli elementi resistenti per muratura	"	156
4.7.5.2.	Caratteristiche degli elementi per muratura	"	157
4.7.5.3.	Malta	"	158
4.7.5.4.	Calcestruzzo di riempimento	"	159
4.7.5.5.	Resistenza caratteristica a compressione della muratura non armata	"	160
4.7.5.6.	Tipologia dei muri	"	162
4.7.5.7.	Unione degli elementi per muratura	"	162
4.7.5.8.	Giunti di malta	"	163
–	INDICAZIONI DI CALCOLO CALCESTRUZZO ARMATO	"	173
–	INDICAZIONI DI CALCOLO ACCIAIO	"	179
–	INDICAZIONI DI CALCOLO LEGNO	"	201
–	INDICAZIONI DI CALCOLO MURATURE	"	220
5.	PONTI		
	D.M. 17 gennaio 2018 (NTC2018)	"	229
5.1.	Introduzione	"	229
5.2.	Normativa di riferimento	"	229
5.2.1.	Dopo le NTC2008	"	229
5.3.	Progettare un ponte	"	230
5.3.1.	La scelta del tipo di ponte	"	230
5.3.2.	Nomenclatura	"	231
5.4.	Carichi sui ponti	"	233
5.4.1.	Carichi verticali – Modelli di carico	"	234
5.4.1.1.	Modello di carico 1 (LM1) (Load Model 2)	"	234
5.4.1.2.	Modello di carico 2 (LM2)	"	234
5.4.1.3.	Modello di carico 3 (LM3) Veicoli speciali	"	235

5.4.1.4.	Modello di carico 4 (LM4).....	p.	236
5.4.2.	Azioni accidentali	"	236
6.	PROGETTAZIONE GEOTECNICA		
	D.M. 17 gennaio 2018 (NTC2018)	"	240
6.1.	Le terre.....	"	240
6.2.	Caratteristiche di una terra.....	"	242
6.2.1.	Peso specifico di una terra.....	"	242
6.2.2.	Angolo di attrito interno ϕ	"	242
6.2.3.	Coesione.....	"	243
6.3.	Principi di progettazione geotecnica.....	"	243
6.3.3.1.	Requisiti per la progettazione	"	244
6.3.3.2.	Situazioni di progetto	"	245
6.3.3.3.	Durabilità	"	245
6.3.3.4.	Progettazione geotecnica basata sul calcolo	"	245
6.3.1.	Relazione geotecnica di progetto	"	247
6.3.2.	Dati geotecnici	"	247
6.3.3.	Valutazione dei parametri geotecnici	"	248
6.3.4.	Relazione sulle indagini	"	251
6.3.5.	Supervisione in corso d'opera, controlli e manutenzione	"	252
6.3.6.	Riparti, abbassamento del livello della falda idrica, miglioramento e rinforzo del terreno	"	252
6.4.	Introduzione alle fondazioni	"	254
6.4.1.	Fondazioni superficiali	"	255
6.4.2.	Fondazione profonda per seminterrati	"	256
6.4.3.	Fondazioni molto profonde.....	"	257
6.4.4.	Disposizioni generiche (da EC2)	"	257
6.4.4.1.	Verifica a punzonamento di una fondazione	"	258
6.4.5.	Calcolo carico limite di una fondazione (ENV 1997).....	"	260
6.4.6.	Meccanismo di riferimento per il calcolo del carico limite di una fondazione	"	261
6.5.	Introduzione alle opere di sostegno	"	264
6.5.1.	Tipologie	"	264
6.5.2.	Spinta attiva su un muro di sostegno	"	275
6.5.3.	Progetto allo stato limite ultimo.....	"	279
6.5.4.	Valutazione della spinta come risultante delle pressioni sul paramento del muro.....	"	284
7.	PROGETTAZIONE PER AZIONI SISMICHE		
	D.M. 17 gennaio 2018 (NTC2018)	"	288
7.1.	Introduzione: dinamica e ingegneria sismica.....	"	288
7.2.	Edifici sismo-resistenti.....	"	288
7.3.	Peso dell'edificio e forze sismiche.....	"	289
7.4.	Rigidezza e resistenza della costruzione.....	"	290

7.5.	Resistenza e deformabilità di una struttura in campo plastico.....	p.	290
7.6.	Resistenza alle azioni cicliche	"	292
7.7.	Costruzione sismica nell'accezione popolare.....	"	293
7.8.	Un nuovo slogan	"	293
7.9.	Considerazioni qualitative	"	294
7.10.	Metodo statico.....	"	296
7.11.	Metodo cinematico	"	297
7.12.	Costruzioni sismiche secondo le NTC2018.....	"	298
7.13.	Risposta analitica di una struttura soggetta ad azioni dinamiche	"	298
7.14.	Dinamica sismica dell'oscillatore semplice.....	"	300
7.15.	Azione sismica equivalente con il metodo dello spettro di risposta	"	306
7.16.	Duttilità e dissipazione di energia.....	"	310
7.17.	Analisi di strutture a più gradi di libertà	"	314
7.18.	Analisi statica.....	"	315
7.19.	Analisi modale	"	315
–	LIVELLI DI SICUREZZA SISMICA.....	"	318
–	SISMA COME "PERTURBAZIONE"	"	324
–	GRADO DI ESPOSIZIONE	"	326
–	EFFETTI DEL SISMA IN FUNZIONE DELLA DISTANZA	"	327
8.	COSTRUZIONI ESISTENTI		
	D.M. 17 gennaio 2018 (NTC2018)	"	328
–	ALLEGATO A al Capitolo 8 <i>Analisi dei meccanismi locali di collasso in edifici esistenti in muratura</i>	"	330
–	ALLEGATO B al Capitolo 8 <i>Tipologie e relativi parametri meccanici delle murature</i>	"	339
–	ALLEGATO C al Capitolo 8 <i>Criteri per gli interventi di consolidamento di edifici in muratura.....</i>	"	342
–	ALLEGATO D al Capitolo 8 <i>Estratti da Linee Guida per l'applicazione al patrimonio culturale della normativa tecnica di cui all'O.P.C.M. n. 3274/2003</i>	"	356
9.	COLLAUDO STATICO		
	D.M. 17 gennaio 2018 (NTC2018)	"	372
10.	REDAZIONE DEI PROGETTI STRUTTURALI ESECUTIVI E DELLE RELAZIONI DI CALCOLO		
	D.M. 17 gennaio 2018 (NTC2018)	"	373

11. MATERIALI E PRODOTTI PER USO STRUTTURALE

D.M. 17 gennaio 2018 (NTC2018) p. 374

12. RIFERIMENTI TECNICI

D.M. 17 gennaio 2018 (NTC2018) " 375

ALLEGATI ASSENTI NELLE NTC2018

E RIPRESI DALLE NTC2008 " 376

– A. PERICOLOSITÀ SISMICA " 376

– B. TABELLE DEI PARAMETRI
CHE DEFINISCONO L'AZIONE SISMICA..... " 378

INSTALLAZIONE DEL SOFTWARE INCLUSO " 382

– Note sul software incluso " 382

– Requisiti hardware e software " 382

– Download del software
e richiesta della password di attivazione " 382

– Installazione ed attivazione del software " 383

BIBLIOGRAFIA..... " 384

PREFAZIONE

Le nuove norme tecniche NTC2018 di cui al D.M. 17 gennaio 2018 sono state promulgate dopo il recepimento degli Eurocodici avvenuta nel 2103 con la pubblicazione degli annessi nazionali; esse sono dunque calate in un sistema europeo ormai ufficialmente riconosciuto.

Il progettista ha dunque bisogno di cambiare la sua forma e in qualche modo calibrarla, per ottenere una migliore comprensione delle indicazioni delle NTC.

Il testo si pone come un utile strumento per il collega strutturista, fatto da un progettista appassionato di Eurocodici.

Prima di affrontare la norma italiana è opportuno avere una infarinatura europea che introduca il progettista in un ambito più ampio di quello ristretto delle singole indicazioni. Per ogni capitolo viene fatta una introduzione basata sull'Eurocodice corrispondente all'argomento del capitolo stesso.

Il capitolo della norma è sul software incluso o sul libro delle norme tecniche e il progettista farà riferimento sempre alla norma ufficiale.

Per i capitoli più importanti, come cemento armato, acciaio, murature, legno, vengono fornite a seguire della norma utili indicazioni di calcolo, molto sintetiche ma atte a permettere al progettista di operare le verifiche *fondamentali* che le nuove norme tecniche, in coerenza con gli eurocodici, richiedono.

Capacity design

Il progettista secondo le nuove norme deve:

- 1) Progettare in capacità in modo che la capacità sia superiore al livello di cimento in ogni zona;
- 2) Impostare una gerarchia delle resistenze o delle crisi.

1) *Progettare in capacità*

Le nuove norme esplicitano finalmente il duplice aspetto della progettazione. la struttura deve essere progettata in base a due capacità:

- capacità resistente;
- capacità distorsiva.

Le norme con le combinazioni di azioni forniscono lo scenario di progetto che ci porta a valutare il livello di cimento di progetto o domanda. La struttura deve essere progettata in modo che le sue capacità resistenti e distorsive siano maggiori delle domande.

Una struttura deve essere progettata in modo che negli scenari probabili in cui essa potrà trovarsi i cimenti nelle sue varie parti non raggiungano le relative capacità.

Si tenga conto che la struttura viene cementata nel corso della sua vita in vari modi, che mutano per intensità, durata del cimento, per tipo di input.

Nella teoria MCM[®] dell'Ing. Cirillo la struttura è un sistema che dalla sua condizione di quiete passa a una nuova condizione, detta *cimentata* sotto l'azione di tre tipi di *Input* o *start*:

- 1) *Start up (azioni)*
- 2) *Start down (reazioni)*
- 3) *Start in (pesi propri)*

L'analisi in termini di capacità viene effettuata in due ambiti:

- con attenzione alle energie in termini di forze;
- con attenzione ai mutamenti di assetto ovvero in termini di distorsioni.

E (cemento-forza) è il livello di cemento in termini di forza *E*

R (capacità in termini di resistenza o resistenza limite R) è il cemento-forza al quale si verifica la crisi

Il livello di cemento relativo in termini di forze $LCR = \zeta^{-1}_E = E/R$

CIMENTO-distorsivo è il livello di cemento in termini di distorsione *e*

CAPACITÀ in termini di distorsione o distorsione limite *r*

Il livello di cemento distorsivo relativo $LCR = \zeta^{-1}_e = e/r$

2) *Gerarchia delle resistenze o dei livelli di cemento relativi*

Al crescere del livello di cemento il progettista deve far entrare in crisi prima le zone più duttili e via via quelle più fragili.

La questione riguarda soprattutto le capacità distorsive per cui il termine gerarchie delle resistenze è un po' forzato, anche se si traduce a livello strutturale nell'avere elementi fragili più resistenti e elementi duttili più deboli.

L'EVOLUZIONE DELLA NORMATIVA

D.M. 17 gennaio 2018 (NTC2018)

1.1. Introduzione

1.1.1. *Normativa di riferimento*

1.1.1.1. *Storia delle norme tecniche italiane*

In epoca ottocentesca le opere venivano realizzate sulla base di semplici regole tecniche che garantivano la sicurezza, senza obbligo di calcoli.

Le prime norme tecniche italiane risalgono al 1907, Regio decreto 10 gennaio 1907; norme e condizioni per i materiali agglomerati idraulici e per le opere in cemento armato. La norma imponeva che i progetti dovessero essere accompagnati da calcolo statico. Conseguenza dei calcoli fu quella di garantire con controlli la resistenza dei materiali; per quanto riguardava il calcestruzzo si imponeva una resistenza minima alla rottura cubica di 150 kg/cm^2 .

Modifiche e circolari intervennero successivamente.

Le norme per l'esecuzione delle opere in conglomerato cementizio semplice e armato furono approntate dal CNR ed emanate con Regio decreto 16 novembre 1939. Si definivano le prestazioni e i processi di verifica della sicurezza, si introducevano i laboratori ufficiali per le prove dei materiali e infine si conferivano agli uffici del Genio civile e alle prefetture il controllo e l'approvazione dei progetti esecutivi e dei calcoli statici.

La norma era chiara e ben fatta. Solo nel 1971 la legge di inquadramento 1086 fornisce un quadro più adeguato alle nuove esigenze della tecnica e dà origine alle nuove norme tecniche, promulgate nel 1972.

La sicurezza viene impostata su basi probabilistiche, le caratteristiche meccaniche dipendono da insiemi statistici di misure fisiche.

Per le verifiche, oltre ai metodi basati sulla teoria dell'elasticità viene introdotta la possibilità di utilizzare il calcolo a rottura basato sulla teoria della plasticità.

La legge 64 del 1974 codifica per la prima volta i carichi e sovraccarichi sulle costruzioni e detta le norme da seguire in zona sismica.

Nuove norme tecniche vengono emanate nel 1996 sia per la struttura che per la zona sismica e per la prima volta diventa possibile l'impiego degli eurocodici sugli edifici in c.a. (UNI EN 1992.1) e sulle strutture in acciaio (UNI EN 1993.1).

Nel 2003 viene emanata dalla protezione civile, sull'onda dello sdegno seguito al crollo della scuola di San Giuliano, l'ordinanza 2236 cui segue la 2341 l'anno successivo. In pratica si cerca di introdurre una legislazione di emergenza che sostanzialmente ricalca l'Eurocodice 8.

Nel settembre del 2005 il controllo viene ripreso dal Ministero delle Infrastrutture, e si emanano le nuove norme tecniche, molto innovative ma dettate quasi come normative autonome, spesso in contrasto con gli eurocodici che nel frattempo sono disponibili nella forma definitiva.

Ciò nonostante, le norme permettono di appoggiarsi agli Eurocodici, e non solo, considerandoli letteratura tecnica. Tali norme, mai divenute esecutive a causa delle molteplici proroghe, sono rimpiazzate nel 2007 dalle Nuove norme tecniche.

La nuova commissione ha ritoccato le norme tecniche del 2005 trasformandole in una base di lancio degli Eurocodici, i cui annessi nazionali sono nel frattempo stati completati.

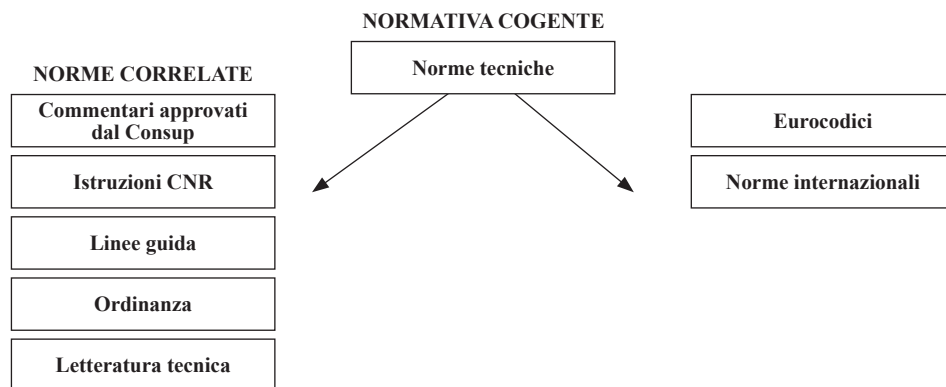


Figura 1.1. Normativa “globale” con nuove norme 2018 ed Eurocodici

Le nuove norme rappresentano il corpus cogente e si appoggiano ai 58 volumi di Eurocodici, alle direttive e alle normative specifiche dei materiali da costruzione.

Norme tecniche 2018, Eurocodici in forma EN definitiva, annessi, norme EN per materiali e prove costituiscono la nuova base di lancio delle costruzioni in Italia, fermamente radicate sull’Europa.

1.2. Le strutture con le nuove norme del 2018 e gli Eurocodici

1.2.1. Eurocodice come norma comune

Gli *Eurocodici* costituiscono un ambizioso progetto comunitario che ha visto coinvolti i più prestigiosi professori universitari e i migliori esperti del settore delle costruzioni allo scopo di realizzare una normativa comune per tutta l’Europa nel campo strutturale.

Per i non addetti questo obiettivo può sembrare relativamente semplice ma unificare normative come quella dettagliatissima tedesca, come quella inglese, originale rispetto a quello di tanti paesi, fondata sulla deregulation e quella francese e italiana, basate su una lunga e prestigiosa tradizione di strutturisti è un’impresa davvero fuori dal comune.

L’impegno normativo ha richiesto un serrato confronto tra le diverse filosofie della sicurezza, tra diversi modi di assemblare un edificio, tra usi e tipi di materiali talvolta molto diversi tra loro.

Il perché di una norma comune per tutti i paesi d’Europa è facilmente intuibile e risultava già abbastanza ragionevole nel passato. Con l’abbattimento delle frontiere e la possibilità per gli operatori delle costruzioni di operare liberamente e sullo stesso piano in tutti i paesi della comunità europea si impone come essenziale e basilare una normativa comune per consentire tali obiettivi.

SICUREZZA E PRESTAZIONI ATTESE

D.M. 17 gennaio 2018 (NTC2018)

ESTRATTO DALLE NTC2018

2.1. PRINCIPI FONDAMENTALI

Le opere e le componenti strutturali devono essere progettate, eseguite, collaudate e soggette a manutenzione in modo tale da consentirne la prevista utilizzazione, in forma economicamente sostenibile e con il livello di sicurezza previsto dalle presenti norme.

La sicurezza e le prestazioni di un'opera o di una parte di essa devono essere valutate in relazione agli stati limite che si possono verificare durante la vita nominale di progetto, di cui al § 2.4. Si definisce stato limite una condizione superata la quale l'opera non soddisfa più le esigenze elencate nelle presenti norme.

In particolare, secondo quanto stabilito nei capitoli specifici, le opere e le varie tipologie strutturali devono possedere i seguenti requisiti:

- *sicurezza nei confronti di stati limite ultimi (SLU)*: capacità di evitare crolli, perdite di equilibrio e dissesti gravi, totali o parziali, che possano compromettere l'incolumità delle persone oppure comportare la perdita di beni, oppure provocare gravi danni ambientali e sociali, oppure mettere fuori servizio l'opera;
- *sicurezza nei confronti di stati limite di esercizio (SLE)*: capacità di garantire le prestazioni previste per le condizioni di esercizio;
- *sicurezza antincendio*: capacità di garantire le prestazioni strutturali previste in caso d'incendio, per un periodo richiesto;
- *durabilità*: capacità della costruzione di mantenere, nell'arco della vita nominale di progetto, i livelli prestazionali per i quali è stata progettata, tenuto conto delle caratteristiche ambientali in cui si trova e del livello previsto di manutenzione;
- *robustezza*: capacità di evitare danni sproporzionati rispetto all'entità di possibili cause innescanti eccezionali quali esplosioni e urti.

COMMENTO DELL'AUTORE ALLE NTC2018

Requisiti di una struttura:

- Resistente e duttile allo SLU;
- Accettabile allo SLE;
- Robusta;
- Durevole.

La "*robustezza*" è una caratteristica particolare che esprime la capacità della struttura di trovare un suo nuovo equilibrio in casi di eventi eccezionali. Si deve evitare il crollo della struttura al mancare accidentale di qualche elemento strutturale. Si deve evitare il crollo "*a castello di carte*", come quello avvenuto nel 1968 nel *Rouan point apartment building*; in tale evento, successivamente allo scoppio in un locale di un edificio a pannelli portanti, si verificò il crollo a catena di tutta l'ala interessata per l'intera altezza dell'edificio.

Il superamento di uno stato limite ultimo ha carattere irreversibile.

Il superamento di uno stato limite di esercizio può avere carattere reversibile o irreversibile.

Per le opere esistenti è possibile fare riferimento a livelli di sicurezza diversi da quelli delle nuove opere ed è anche possibile considerare solo gli stati limite ultimi. Maggiori dettagli sono dati al Capitolo 8.

I materiali ed i prodotti, per poter essere utilizzati nelle opere previste dalle presenti norme, devono essere sottoposti a procedure e prove sperimentali di accettazione. Le prove e le procedure di accettazione sono definite nelle parti specifiche delle presenti norme riguardanti i materiali.

La fornitura di componenti, sistemi o prodotti, impiegati per fini strutturali, deve essere accompagnata da un manuale di installazione e di manutenzione da allegare alla documentazione dell'opera. I componenti, i sistemi e i prodotti edili od impiantistici, non facenti parte del complesso strutturale, ma che svolgono funzione statica autonoma, devono essere progettati ed installati nel rispetto dei livelli di sicurezza e delle prestazioni di seguito prescritti.

Le azioni da prendere in conto devono essere assunte in accordo con quanto stabilito nei relativi capitoli delle presenti norme. In mancanza di specifiche indicazioni, si dovrà fare ricorso ad opportune indagini, eventualmente anche sperimentali, o a documenti, normativi e non, di comprovata validità.

AZIONI SULLE COSTRUZIONI

D.M. 17 gennaio 2018 (NTC2018)

3.1. Introduzione

► Model Code

Un'azione è un insieme di:

- forze concentrate o distribuite (azioni dirette), oppure
- deformazioni imposte o impedito (azioni indirette), applicate a una struttura e dovute a una stessa causa.

Un'azione è considerata come *azione unica* quando è stocasticamente indipendente, nel tempo e nello spazio, da ogni altro insieme di forze o di deformazioni imposte o impedito che agiscono sulla struttura.

In linea di principio un'azione è la causa di forze o di deformazioni; in pratica solo le forze o deformazioni possono essere introdotte nei calcoli. La grandezza delle sollecitazioni dipende inoltre da altri parametri (per esempio imperfezioni geometriche) che non sono chiamate azioni.

Può essere comodo, spesso, distinguere tra:

- elementi di un'azione (o azioni elementari) che possono essere considerati indipendenti;
- componenti di un'azione, che non possono essere considerate indipendenti.

Per facilitare la determinazione delle sollecitazioni di calcolo, si possono raggruppare numerose azioni elementari analoghe in un'azione composta, oppure scomporre certe azioni in una somma o in una differenza di più componenti.

Le azioni possono essere classificate secondo la loro variazione nel tempo o nello spazio oppure secondo il loro carattere statico o dinamico.

Le azioni possono venire classificate anche secondo altri criteri, per esempio come limitate o non limitate, a corta o lunga durata, dipendenti o indipendenti dalle attività umane.

3.1.1. Carichi nominali e caratteristici

Si richiama l'attenzione del progettista sulla varietà delle opere considerate in questo capitolo e della loro destinazione d'uso: la descrizione e la definizione dei carichi devono essere dichiarate dal progettista e dal committente nella relazione generale dell'opera. Quando si abbia un cambiamento della destinazione d'uso e/o si alteri la configurazione degli spazi interni, ovvero venga modificata la distribuzione dei carichi permanenti portati, occorre verificare nuovamente la sicurezza dell'opera, anche in considerazione delle indicazioni del Cap. 8.

Le azioni permanenti e quasi-permanenti legate all'azione gravitazionale sono determinate a partire dalle dimensioni geometriche e dalle caratteristiche di densità o di massa volumica dei materiali di cui è composta la costruzione sia nelle parti strutturali che in quelle non strutturali: i pesi specifici e i carichi convenzionali pertinenti devono essere definiti a partire da fonti riconosciute o dalle indicazioni dei §§ 3.1.2 e 3.1.3.

Le azioni variabili, ovvero i carichi legati all'esercizio dell'opera, dovranno essere determinati per ognuno degli scenari di contingenza identificati per la struttura in esame. Nei paragrafi seguenti, sono fornite indicazioni sui valori dei carichi variabili da utilizzare nelle costruzioni: tali valori sono da considerare come valori nominali minimi, che il progettista deve accettare o variare responsabilmente. Va ricordato che l'assunzione di un carico più elevato va a vantaggio della flessibilità d'uso dell'opera nella sua vita di progetto. Il progettista deve dichiarare esplicitamente il valore delle azioni assunte a base di progetto, secondo le indicazioni del committente e le prescrizioni delle presenti Norme, con specifico riferimento alla filosofia di verifica della sicurezza e delle prestazioni attese del Cap. 2.

Il progettista deve considerare scenari connessi a eventi rari, quali concentrazioni di persone e cose, che possono realisticamente prevedersi. Tra le situazioni, dovranno anche essere opportunamente considerati scenari legati ai processi di manutenzione dell'opera, in cui saranno previste configurazioni strutturali e condizioni di carico speciali.

Carichi legati ad apparecchi specifici e impianti pesanti devono essere definiti in accordo con il committente e dichiarati nella Relazione generale dell'opera.

I carichi saranno considerati agenti staticamente, salvo casi particolari in cui gli effetti dinamici dovranno essere debitamente valutati. In tali casi, a parte quanto precisato nei regolamenti specifici e in mancanza di analisi dinamiche, i carichi indicati nel seguito verranno adeguatamente maggiorati a cura del progettista per tenere conto, in un'analisi statica equivalente, dell'amplificazione per gli effetti dinamici.

Per particolari tipologie strutturali, quali per esempio gli edifici alti, assumono specifico rilievo le modalità e la successione di applicazione dei carichi, anche in considerazione del processo costruttivo. L'evoluzione conseguente e progressiva dello stato di sollecitazione e deformazione deve essere opportunamente valutata.

Tra tutte le costruzioni, per gli edifici è particolarmente stringente il requisito della robustezza, essendo tale categoria di strutture soggetta a essere occupata da un alto numero di persone ed essendo sede delle più disparate attività, svolte frequentemente in modo non organizzato e non controllato.

Per tale scopo, gli edifici devono essere progettati in modo che il sistema strutturale principale possa sopportare danneggiamenti locali senza subire un collasso totale; gli edifici devono avere un degrado delle prestazioni di resistenza proporzionale alla causa che lo ha provocato.

Questo requisito deve essere raggiunto essenzialmente attraverso un'organizzazione degli elementi strutturali che mantenga resistenza e stabilità allo schema principale attraverso un trasferimento dell'azione da qualunque regione strutturale danneggiata a quelle vicine: ciò può essere raggiunto fornendo sufficiente continuità, iperstaticità, duttilità alle parti che compongono l'edificio. In questo modo, si dovrà anche evitare la diffusione del danneggiamento da una regione limitata della struttura a una parte significativa o addirittura a tutto l'organismo strutturale, secondo la cosiddetta modalità di collasso progressivo. Tale modalità di collasso, e in generale la propagazione del danno, andrà evitata anche attraverso opportuna compartimentazione dell'organismo strutturale.

In fase di progetto, la robustezza dell'opera deve essere saggiata imponendo, singolarmente, le seguenti cause:

- carichi nominali, arbitrari ma significativi per lo scenario considerato, al fine di saggiare il comportamento complessivo: è necessario considerare comunque disposta secondo

COSTRUZIONI CIVILI E INDUSTRIALI

D.M. 17 gennaio 2018 (NTC2018)

4.1. Introduzione a calcestruzzo e cemento armato

4.1.1. Tecnologia del calcestruzzo

Il presente paragrafo è basato sulle indicazioni del codice modello FIP-CEB '90 e sulla norma europea UNI EN 206-1, contiene i principi più importanti della tecnologia del calcestruzzo.

In primo luogo si trattano i criteri per la scelta dei componenti e la composizione del calcestruzzo e successivamente si forniscono indicazioni sulla fabbricazione e la posa in opera del calcestruzzo.

Nel seguito sono riportati dei paragrafi tratti dalle *Linee guida sul calcestruzzo strutturale* redatte dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei LL.PP. del dicembre 1996, alle quali si rimanda per la consultazione completa. Esse sono precedute dal simbolo ► LGCS.

Il problema della qualificazione e conseguente certificazione dei prodotti da costruzione è regolato, a livello europeo, dalla Direttiva 89/106/CEE, recepita in ambito nazionale attraverso il D.P.R. n. 246/1993; la recente Legge Quadro sui lavori pubblici ha ulteriormente rafforzato l'esigenza della qualificazione dei soggetti, dei processi e dei prodotti relativi al settore.

Le *Linee guida sul calcestruzzo strutturale* che sono state redatte costituiscono una utilissima base per quanto attiene la salvaguardia dei requisiti essenziali concernenti la sicurezza strutturale e la tutela della pubblica incolumità; esse sono basate sull'esperienza nazionale ed europea (ENV 206, CEB-FIP Model Code 1990, *Richtlinie für Hochfesten Beton 1995*, DIN1045/88), sono rivolte a dare indicazioni e informazioni di carattere generale e di dettaglio per la progettazione, la lavorazione, la realizzazione e il controllo del materiale calcestruzzo.

4.1.1.1. Quadro normativo europeo

Fare calcestruzzo in Europa significa operare in paesi della comunità in cui vi sono diverse condizioni climatiche e geografiche, differenti livelli di protezione e soprattutto differenti esperienze ben consolidate e differenti tradizioni regionali. Per permettere una uniformità reale nell'uso del cemento armato sono necessari sforzi comuni sia legislativi che nelle applicazioni pratiche.

Per fronteggiare questa situazione così variegata sono state introdotte le classi che individuano le proprietà del calcestruzzo. In linea di principio, si permette che continuino e si sviluppino pratiche valide nel luogo d'impiego del calcestruzzo come alternativa all'approccio prescrittivo delle norme europee, almeno in fase transitoria.

Proprietà ⇔ Classi

Le classi raccolgono materiali le cui proprietà cadono in un determinato *range*. Per la norma i soggetti coinvolti nel processo di produzione del calcestruzzo sono:

- **Prescrittore:** è responsabile per le specifiche del calcestruzzo (Capitolo 6 della EN 206);
- **Produttore:** è responsabile per la conformità e il controllo di produzione (Capitoli 8 e 9 della EN 206);
- **Utilizzatore:** è responsabile per il getto del calcestruzzo (messa in opera).

4.1.2. *Materiale*

Nel presente capitolo si parla di calcestruzzo per strutture gettate in sito, strutture prefabbricate e componenti strutturali prefabbricati per edifici e strutture di ingegneria civile.

Il calcestruzzo può essere:

- miscelato in cantiere;
- preconfezionato o prodotto in un impianto per componenti di calcestruzzo prefabbricato.

Si fa riferimento al *calcestruzzo compatto*, realizzato in modo da non trattenere una quantità apprezzabile di aria intrappolata oltre a quella aggiunta. In base al peso si parla di *calcestruzzo normale, pesante e leggero*.

La EN 206 è strettamente collegata con le altre norme a essa correlate, che devono parimenti essere rispettate (figura 4.1).

Compito dei soggetti interessati dal processo che porta alla costruzione in calcestruzzo è dunque quello di informarsi e adeguarsi a tutte le disposizioni. Il fine è quello di ottenere in tutta Europa un prodotto con caratteristiche simili e con una qualità accettabile.

Altre norme europee per prodotti specifici, per esempio elementi prefabbricati o processi che rientrano nello scopo della presente norma, possono richiedere o permettere deviazioni della stessa. Requisiti aggiuntivi o diversi possono essere definiti in altre parti della presente norma o in altre norme europee specifiche¹, per esempio:

- calcestruzzo per strade e altre aree trafficate;
- calcestruzzo che utilizza altri materiali o materiali componenti non previsti in 5.1 (EN 206);
- calcestruzzo con diametro massimo dell'aggregato di 4 mm o minore (malta);
- tecnologie speciali;
- calcestruzzo per contenitori per rifiuti liquidi e gassosi;
- calcestruzzo per contenitori per la conservazione di sostanze inquinanti;
- calcestruzzo per strutture massicce;
- calcestruzzo premiscelato secco.

Sono in preparazione norme europee per:

- calcestruzzo per strade e altre aree trafficate;
- calcestruzzo proiettato.

La EN 206 non si applica a:

- calcestruzzo areato;
- calcestruzzo alveolare;
- calcestruzzo con struttura aperta;
- calcestruzzo con massa volumica minore di 800 kg/m³;
- calcestruzzo refrattario.

¹ Finché queste norme non sono disponibili, potranno essere applicate disposizioni valide nel luogo d'impiego del calcestruzzo.

PONTI

D.M. 17 gennaio 2018 (NTC2018)

5.1. Introduzione

Il ponte non è solo una struttura. Il ponte è spesso collegamento di due rive opposte, separate da un corso d'acqua o da un ostacolo importante. Senza il ponte le due rive non sarebbero unite, esso è un collegamento nuovo, sociale, carico di volontà politiche di unione tra i popoli. Il ponte è da sempre considerato un'opera molto particolare. Il ponte classico è quello che scavalca un ostacolo altrimenti insormontabile, quale una vallata o un fiume. La forma del ponte è strettamente collegata alle capacità dei costruttori, ma anche ai materiali utilizzabili, alle tecniche disponibili, allo stato dell'arte. Anticamente i materiali a disposizione erano sostanzialmente due: il legno e la pietra.

Il legno ha fornito materiale per tantissimi ponti dell'antichità che purtroppo nel corso degli anni si sono rovinati e non ci sono stati tramandati.

Pochi sono i ponti in legno che sono sopravvissuti, e spesso sono delle riproposizioni rinnovate del vecchio impianto. Il ponte in legno è quello più *immediato* per l'attraversamento di un fiume poiché il legno consente delle strutture leggere, costruibili con tempi relativamente ridotti, ma purtroppo deteriorabili in tempi altrettanto brevi.

5.2. Normativa di riferimento

La vecchia normativa italiana che riguarda i ponti è racchiusa nel D.M. del 1990 per quanto riguarda le prescrizioni specifiche per i ponti, mentre rimanda al D.M. gennaio 1996 per quanto riguarda le strutture in c.a., c.a.p. e acciaio. Le norme sismiche di cui al D.M. del gennaio 1996 completano il quadro.

5.2.1. Dopo le NTC2008

Le norme europee recepite con queste NTC2008 rappresentano un riferimento importante e da prendere in seria considerazione, poiché in breve tempo le direttive europee contenute negli Eurocodici dovranno essere recepite da tutti i paesi membri della comunità europea.

Per le azioni della neve si deve far riferimento alla normativa sui carichi e sovraccarichi. Le parti degli Eurocodici che fanno riferimento a ponti sono molteplici:

- azioni sui ponti: EC1;
- carichi mobili di transito;
- carichi dovuti al vento;
- l'azione della neve;
- EC2 parte 2 fa riferimento ai *ponti in c.a.*;
- EC3 parte 2 fa riferimento ai *ponti in acciaio*;
- EC5 parte 2 fa riferimento ai *ponti in legno*;

- EC4 parte 2 fa riferimento ai *ponti in c.a. e acciaio* (strutture miste);
- EC8 parte 2 fa riferimento alle azioni sismiche.

Una parte dedicata specificamente alle problematiche e alle prescrizioni per i ponti in zona sismica è contenuta in uno specifico capitolo dell'EC8. In EC7 si trovano le azioni sulle spalle (come muri di sostegno) e le prescrizioni sulle fondazioni; per le zone sismiche una specifica parte di EC8 riguarda fondazioni e opere di sostegno.

5.3. Progettare un ponte

Il progetto di un ponte è preceduto da una serie di analisi che coinvolgono i seguenti aspetti:

- il tracciato planimetrico della strada sostenuta dal ponte;
- il tipo di transito che si prevede sul ponte;
- la larghezza della carreggiata;
- il numero di veicoli che si prevede transitino sul ponte;
- le condizioni locali;
- il tipo di ostacolo che il ponte permette di scavalcare;
- nel caso di un ponte su di un corso d'acqua sono importanti le condizioni idrometriche del corso d'acqua con particolare riferimento alle condizioni di massima piena prevista;
- il tipo di terreno al di sotto delle strutture di fondazione, la sua stratigrafia, la sua resistenza sotto carico, la previsione dei cedimenti sono importantissimi per avere un comportamento adeguato del ponte;
- impatto ambientale, che coinvolge la modifica del paesaggio dal punto di vista estetico e l'inquinamento indotto dal traffico sia gassoso che acustico.

Il progetto vero e proprio sarà composto da disegni architettonici con prospetti, piante e sezioni, corredato da planimetria di insieme.

Il disegno esecutivo comprenderà i disegni esecutivi delle strutture, la relazione di calcolo delle strutture con le verifiche delle parti strutturali, effettuate secondo le norme vigenti.

Non mancherà una idonea relazione geologica per l'inquadramento del terreno di sottofondo, un opportuno studio sul flusso delle acque e una relazione geotecnica sulle fondazioni, che permetta di calcolare il carico limite delle fondazioni sulle quali appoggia il ponte e che permetta di ottenere una stima dei cedimenti previsti in fondazione. A questo riguardo è opportuno sottolineare che sono molto dannosi i cedimenti differiti che possano interessare la struttura ultimata a causa dei danni indotti soprattutto su elementi secondari; pericolosissimi e oggetto di attento studio sono i cedimenti differenziali degli appoggi soprattutto per strutture iperstatiche, a causa delle sollecitazioni di coazione indotte.

5.3.1. La scelta del tipo di ponte

Scegliere la forma, i materiali, lo schema statico non risulta facile.

Le variabili per tale scelta sono molteplici e spesso si può realizzare l'opera con diverse tipologie che presentano vantaggi e svantaggi.

Lo *schema statico* riveste una particolare importanza poiché condiziona pesantemente la soluzione dello schema longitudinale del ponte.

In linea di massima il ponte staticamente può essere una struttura isostatica o iperstatica. La struttura isostatica non è sensibile in pratica ai cedimenti differenziali degli appoggi in quan-

PROGETTAZIONE GEOTECNICA

D.M. 17 gennaio 2018 (NTC2018)

6.1. Le terre

Si definisce terra il miscuglio di particelle che in natura è presente sulla superficie terrestre. Il terreno dal punto di vista chimico è costituito da particelle solide, relativamente libere di muoversi le une rispetto alle altre, immerse in un fluido che può essere acqua o aria. A seconda delle dimensioni medie dei singoli grani, le terre si suddividono in *ghiaia*, *sabbia*, *limo* e *argille*.

Ogni costruzione grava con il suo peso sulla superficie terrestre, trasmettendo sollecitazioni che devono essere assorbite dal terreno.

La conoscenza del terreno, e in particolare della sua idoneità a sopportare i carichi, è essenziale per una progettazione dei manufatti come opere di fondazioni o muri di sostegno che garantiscano il necessario grado di sicurezza e di stabilità strutturale. L'errata valutazione delle caratteristiche del terreno può portare a gravi dissesti che possono pregiudicare la stabilità dell'opera.

Nei casi più semplici, cioè in presenza di terreni uniformi, il tecnico sa avvalersi dell'osservazione del comportamento di edifici costruiti in prossimità dell'area destinata al nuovo fabbricato.

Lo studio delle caratteristiche e del comportamento dei terreni sottoposti ai carichi è oggetto della meccanica dei terreni. La buona conoscenza del terreno non è solo essenziale per prevenire possibili dissesti degli edifici: essa permette anche di scegliere le fondazioni del tipo e delle dimensioni più adatti.

Non bisogna dimenticare che l'incidenza delle fondazioni sul costo complessivo dell'edificio è tutt'altro che trascurabile.

In definitiva, ogni edificio deve essere dotato di una fondazione che garantisca il necessario grado di sicurezza statica in relazione alle caratteristiche del terreno.

Le terre sono composte di tante parti, tra loro non omogenee; una suddivisione tra le particelle può essere fatta in base alla loro granulometria, ovvero in base alla dimensione dei granuli.

Tipi di terreni:

- *ghiaia* (qualche cm);
- *sabbia* (qualche mm) o rena;
- *limo* (meno di 1 mm) o polvere;
- *argilla* (meno del limo).

La ghiaia si estrae dal letto dei fiumi o dei torrenti, ovvero è presente in terreni in cui in epoche geologiche passate vi è stata l'azione di alluvioni di tipo fluviale.

I terreni che si trovano in tale situazione si dicono alluvionali. Esempi tipici sono le valli comprese tra montagne e il mare.

La sabbia deriva dall'azione chimico-fisica del mare, il quale porta in soluzione le parti calcaree e comunque quelle solubili delle rocce portate a valle dai fiumi. La sabbia è l'ultimo stadio del processo suddetto ed è composta sostanzialmente di particelle di quarzo di silice e di altri minerali che difficilmente entrano in soluzione e che hanno buona resistenza all'abrasio-

ne. Le particelle di sabbia sono visibili e la struttura granulare è dotata di una notevole resistenza interna. La sabbia è di natura marina mentre viene denominata rena quella di natura fluviale, e in genere la rena si trova nella parte terminale dei fiumi che hanno un bacino ricco di particelle con silicio e quarzo e che contemporaneamente hanno uno sbocco al mare con pendenza molto tenue, tale da permettere la sedimentazione delle particelle della rena stessa.

Il limo è visivamente simile alla polvere, con particelle molto piccole al limite del visibile; i terreni limosi sono caratteristici di zone in cui vi sono state in epoche geologiche passate delle alluvioni, ovvero esondazioni, che hanno lasciato delle zone con accumuli superficiali di acqua di tipo palustre. Le particelle in sospensione di dimensioni molto ridotte che compongono il limo richiedono un tempo relativamente lungo per sedimentare, ovvero per depositarsi sul fondo.

In sintesi, i terreni limosi sono spesso la derivazioni dei sedimenti di zone palustri. I granuli del limo sono approssimativamente di forma sferica.

Anche l'argilla deriva dalla sedimentazione lentissima tipica di zone palustri.

L'argilla è un terreno di tipo coesivo, ovvero internamente tra le particelle vi è un legame di tipo colloidale che fornisce al materiale una certa capacità di essere plasmato e modellato.

L'argilla vista al microscopio presenta particelle di forma molto appiattita, a scaglie lamellari o lenticolari che hanno una superficie di contatto elevatissima rispetto al loro volume; tale circostanza esalta l'influenza delle tensioni superficiali sul comportamento dell'ammasso di terra.

La forma delle particelle conferisce all'argilla un comportamento molto particolare. Per spiegare tale comportamento si può pensare che le particelle siano avvolte da molecole d'acqua isolate che si comportano come piccoli *dipoli* elettrici; esse si orientano e forniscono un legame tra le particelle di tipo elettrostatico, molto resistente. Questo legame elettrostatico è responsabile dell'effetto colloidale citato, che va sotto il nome di *coesione*.

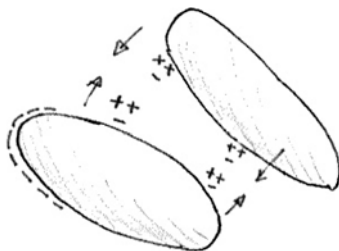


Figura 6.1. Particelle di argilla avvolte da un film d'acqua

Al crescere del numero delle molecole d'acqua presenti tra le particelle il legame elettrostatico perde di forza poiché le molecole perdono la capacità di orientarsi e con grandi quantità di acqua il legame viene a mancare del tutto. Le particelle di argilla in tale situazione possono sciogliere con facilità le une sulle altre; la coesione, quindi, diminuisce e si annulla addirittura al crescere del contenuto d'acqua tra le particelle.

L'argilla è molto pericolosa dal punto di vista delle costruzioni, perché con il crescere del contenuto d'acqua subisce un vistoso calo di coesione che si traduce in una ridotta resistenza alla penetrazione e in un aumento dei cedimenti sotto carico.

Sotto le fondazioni la perdita di consistenza si traduce in vistosi cedimenti e nelle opere di sostegno la perdita di coesione si traduce in un incremento vistoso della spinta; L'argilla può

PROGETTAZIONE PER AZIONI SISMICHE

D.M. 17 gennaio 2018 (NTC2018)

7.1. Introduzione: dinamica e ingegneria sismica

Il fine della moderna ingegneria sismica deve essere quello di preparare le costruzioni all'evento sismico, considerando che il sisma possa in ogni caso produrre danni, ma non debba in alcun caso produrre il collasso delle strutture.

L'ingegneria sismica si occupa del progetto e dell'adeguamento delle strutture edificate in zone a rischio sismico. Il fine che l'ingegneria sismica si prefigge è quello di addivenire alla costruzione di edifici che siano in grado di resistere alle azioni sismiche.

7.2. Edifici sismo-resistenti

Un edificio sismo-resistente è una costruzione in grado di sopravvivere al sisma. Questo avviene con la rigidità, la resistenza, il rapporto peso-resistenza, la duttilità, la forma, i particolari costruttivi. Il concetto di resistenza al sisma ha subito una notevole evoluzione nel tempo:

Costruzioni resistenti e rigide

Inizialmente lo scopo principale da ottenere era quello di costruire una sorta di blocco compatto e rigido. Le costruzioni sismiche di vecchia generazione consideravano come assioma fondamentale il seguente principio: «*La costruzione investita dal sisma deve essere resistente al punto da incassare un sisma relativamente intenso rimanendo in campo elastico*».

La costruzione ideale per il sisma veniva indicata come *robusta*.

Nulla mi sposta sembrava dire una costruzione sismica suggerita dalla vecchia impostazione.

Questo modo di affrontare il problema era molto rassicurante per il progettista, poiché il tecnico calcolatore trasformava il sisma in forze equivalenti e verificava che la struttura potesse incassarle restando in campo elastico.

Costruzioni resistenti e duttili

La nuova filosofia impone al progettista uno sforzo mentale supplementare.

Sotto un sisma probabile ma poco intenso la struttura deve consentire all'edificio di minimizzare i danni, in pratica restando in campo elastico.

Sotto l'azione di sismi molto intensi la costruzione deve *sopravvivere* plasticizzandosi. Per sopravvivere essa deve incassare la grande energia sismica e dissiparla in forma di energia di deformazione plastica.

In pratica si invita il progettista a mettere in atto una costruzione resistente e rigida in caso di sollecitazioni sismiche contenute, ma nel contempo in grado di essere duttile e deformabile in occasione di sismi molto intensi. Questa filosofia viene applicata in modo solo parziale per gli edifici a duttilità normale, mentre viene applicata in pieno agli edifici a alta duttilità.

In pratica la normativa suggerisce al progettista che per sopravvivere a sismi intensi bisogna *piegarsi* e disperdere parte della poderosa energia che il sisma trasmette alla costruzione.

Costruzioni isolate o con dissipatori

Le ultime tendenze, fortemente incoraggiate in paesi con alto rischio sismico, come il Giappone, puntano su sistemi di isolamento o sistemi dissipativi indipendenti dalla costruzione stessa.

In pratica le ultime tendenze mirano a disaccoppiare la costruzione dal suolo in vibrazione, puntando a un input sismico ridotto che consenta alla costruzione di oscillare a spese di specifici dispositivi, ai quali si demanda la dissipazione e la duttilità del sistema.

Il vantaggio principale è connesso all'alta duttilità del sistema connesso a una rigidità intrinseca del *blocco* costruzione.

In pratica si consente a una costruzione di non doversi deformare internamente, oscillando come blocco rigido su ammortizzatori elastoplastici.

Costruzioni curate nei particolari

Grande importanza viene attribuita alla cura dei particolari, ovvero alle caratteristiche costruttive che consentono alla struttura di tenersi ben collegata durante il terremoto, di limitare i danni, di dirottare i cedimenti verso parti più duttili evitando le crisi delle zone fragili.

A volte la sola cura dei particolari costruttivi può salvare la costruzione. Caso emblematico è quello delle catene nelle antiche costruzioni murarie, che hanno influito pesantemente sulla sopravvivenza della costruzione stessa in occasione dei sismi del passato.

7.3. Peso dell'edificio e forze sismiche

Gli edifici che noi costruiamo sono il più delle volte 'solidi' e 'compatti', ma soprattutto essi sono spesso molto pesanti.

Il concetto di solidità della costruzione è spesso accompagnato intuitivamente a quello di compostità dell'apparato strutturale, concetto che induce automaticamente a ottenere edifici pesanti.

Pesantezza e resistenza sismica sono in antitesi tra loro.

Una costruzione durante un evento sismico è investita da azioni dinamiche che sono proporzionali al peso *sismico* della costruzione. Questo comporta che al crescere del peso deve crescere proporzionalmente la *resistenza* della costruzione nei confronti del sisma.

Dato che non è possibile definire in modo esatto la massa probabile che l'edificio avrà nel momento in cui è investito dal sisma, si fa riferimento a una opportuna combinazione di carichi che comprendono i pesi propri per intero e una quota parte dei carichi accidentali, diversificati a seconda dell'utilizzo e quindi della destinazione dell'edificio stesso.

Nell'ordinanza il peso sismico è ben quantificato dalla somma dei pesi propri e di una quota probabile del sovraccarico. È sintomatico il caso dei containers, o di piccole e leggere costruzioni in legno. Il sisma che le investe mette in moto un peso di impalcato molto ridotto, per cui la loro resistenza al sisma risulta molto elevata.

Se è vero che l'azione sismica è proporzionale al peso, è anche vero che la probabilità di una costruzione di sopravvivere al sisma è inversamente proporzionale al suo peso. Per ottenere una struttura sismo-resistente si deve minimizzarne il peso in sede di progetto, in modo da diminuire l'azione sismica a livello degli impalcati.

COSTRUZIONI ESISTENTI

D.M. 17 gennaio 2018 (NTC2018)

ESTRATTO DALLE NTC2018

8.1. OGGETTO

Il presente capitolo stabilisce i criteri generali per la valutazione della sicurezza e per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo degli interventi sulle costruzioni esistenti. Si definisce costruzione esistente quella che abbia, alla data della redazione della valutazione di sicurezza e/o del progetto d'intervento, la struttura completamente realizzata.

8.2. CRITERI GENERALI

Le disposizioni di carattere generale contenute negli altri capitoli della presente norma costituiscono, ove applicabili, riferimento anche per le costruzioni esistenti, ad esclusione di quanto indicato nella presente norma in merito a limitazioni di altezza, regole generali, prescrizioni sulla geometria e sui particolari costruttivi e fatto salvo quanto specificato nel seguito.

Nel caso di interventi che non prevedano modifiche strutturali (impiantistici, di distribuzione degli spazi, etc.) il progettista deve valutare la loro possibile interazione con gli SLU ed SLE della struttura o di parte di essa.

La valutazione della sicurezza e la progettazione degli interventi devono tenere conto dei seguenti aspetti della costruzione:

- essa riflette lo stato delle conoscenze al tempo della sua realizzazione;
- in essa possono essere insiti, ma non palesi, difetti di impostazione e di realizzazione;
- essa può essere stata soggetta ad azioni, anche eccezionali, i cui effetti non siano completamente manifesti;
- le sue strutture possono presentare degrado e/o modifiche significative, rispetto alla situazione originaria.

Nella definizione dei modelli strutturali si dovrà considerare che sono conoscibili, con un livello di approfondimento che dipende dalla documentazione disponibile e dalla qualità ed estensione delle indagini che vengono svolte, le seguenti caratteristiche:

- la geometria e i particolari costruttivi;
- le proprietà meccaniche dei materiali e dei terreni;
- i carichi permanenti.

Si dovrà prevedere l'impiego di metodi di analisi e di verifica dipendenti dalla completezza e dall'affidabilità dell'informazione disponibile e l'uso di coefficienti legati ai "fattori di confidenza" che, nelle verifiche di sicurezza, modifichino i parametri di capacità in funzione del livello di conoscenza (v. §8.5.4) delle caratteristiche sopra elencate.

8.3. VALUTAZIONE DELLA SICUREZZA

La valutazione della sicurezza di una struttura esistente è un procedimento quantitativo, volto a determinare l'entità delle azioni che la struttura è in grado di sostenere con il livello di sicurezza minimo richiesto dalla presente normativa. L'incremento del livello di sicurezza si persegue, essenzialmente, operando sulla concezione strutturale globale con interventi, anche locali. La valutazione della sicurezza, argomentata con apposita relazione, deve permettere di stabilire se:

- l'uso della costruzione possa continuare senza interventi;
- l'uso debba essere modificato (declassamento, cambio di destinazione e/o imposizione di limitazioni e/o cautele nell'uso);
- sia necessario aumentare la sicurezza strutturale, mediante interventi.

La valutazione della sicurezza deve effettuarsi quando ricorra anche una sola delle seguenti situazioni:

- riduzione evidente della capacità resistente e/o deformativa della struttura o di alcune sue parti dovuta a: significativo degrado e decadimento delle caratteristiche meccaniche dei materiali, deformazioni significative conseguenti anche a problemi in fondazione; danneggiamenti prodotti da azioni ambientali (sisma, vento, neve e temperatura), da azioni eccezionali (urti, incendi, esplosioni) o da situazioni di funzionamento ed uso anomali;
- provati gravi errori di progetto o di costruzione;
- cambio della destinazione d'uso della costruzione o di parti di essa, con variazione significativa dei carichi variabili e/o passaggio ad una classe d'uso superiore;
- esecuzione di interventi non dichiaratamente strutturali, qualora essi interagiscano, anche solo in parte, con elementi aventi funzione strutturale e, in modo consistente, ne riducano la capacità e/o ne modifichino la rigidità;
- ogni qualvolta si eseguano gli interventi strutturali di cui al § 8.4;
- opere realizzate in assenza o difformità dal titolo abitativo, ove necessario al momento della costruzione, o in difformità alle norme tecniche per le costruzioni vigenti al momento della costruzione.

Qualora le circostanze di cui ai punti precedenti riguardino porzioni limitate della costruzione, la valutazione della sicurezza potrà essere effettuata anche solo sugli elementi interessati e su quelli con essi interagenti, tenendo presente la loro funzione nel complesso strutturale, posto che le mutate condizioni locali non incidano sostanzialmente sul comportamento globale della struttura.

Nella valutazione della sicurezza, da effettuarsi ogni qual volta si eseguano interventi strutturali di miglioramento o adeguamento di cui al § 8.4, il progettista dovrà esplicitare in un'apposita relazione, esprimendoli in termini di rapporto fra capacità e domanda, i livelli di sicurezza precedenti all'intervento e quelli raggiunti con esso.

[...]

COLLAUDO STATICO

D.M. 17 gennaio 2018 (NTC2018)

ESTRATTO DALLE NTC2018

9.1. PRESCRIZIONI GENERALI

Il collaudo statico, inteso come procedura disciplinata dalle vigenti leggi di settore, è finalizzato alla valutazione e giudizio sulle prestazioni, come definite dalle presenti norme, delle opere e delle componenti strutturali comprese nel progetto ed eventuali varianti depositati presso gli organi di controllo competenti. In caso di esito positivo, la procedura si conclude con l'emissione del certificato di collaudo.

Il collaudo statico, tranne casi particolari, va eseguito in corso d'opera.

Le opere non possono essere poste in esercizio prima dell'effettuazione del collaudo statico.

Il collaudo statico di tutte le opere di ingegneria civile regolamentate dalle presenti norme tecniche, deve comprendere i seguenti adempimenti:

- a) controllo di quanto prescritto per le opere eseguite sia con materiali regolamentati dal DPR 6 giugno 2001 n. 380, leggi n. 1086/71 e n. 64/74 sia con materiali diversi;
- b) ispezione dell'opera nelle varie fasi costruttive degli elementi strutturali ove il collaudatore sia nominato in corso d'opera, e dell'opera nel suo complesso, con particolare riguardo alle parti strutturali più importanti.

L'ispezione dell'opera verrà eseguita alla presenza del Direttore dei lavori e del Costruttore, confrontando in contraddittorio il progetto depositato in cantiere con il costruito.

Il Collaudatore controllerà altresì che siano state messe in atto le prescrizioni progettuali e siano stati eseguiti i controlli sperimentali.

Quando la costruzione è eseguita in procedura di garanzia di qualità, il Collaudatore deve prendere conoscenza dei contenuti dei documenti di controllo qualità e del registro delle non-conformità.

- c) esame dei certificati delle prove sui materiali, articolato:
 - nell'accertamento del numero dei prelievi effettuati e della sua conformità alle prescrizioni contenute al Capitolo 11 delle presenti norme tecniche;
 - nel controllo che i risultati ottenuti delle prove siano compatibili con i criteri di accettazione fissati nel citato Capitolo 11;
- d) esame dei certificati di cui ai controlli in stabilimento e nel ciclo produttivo, previsti al Capitolo 11;
- e) controllo dei verbali e dei risultati delle eventuali prove di carico fatte eseguire dal Direttore dei lavori.

Il Collaudatore, nell'ambito delle sue responsabilità, dovrà inoltre:

- f) esaminare il progetto dell'opera, l'impostazione generale, della progettazione nei suoi aspetti strutturale e geotecnico, gli schemi di calcolo e le azioni considerate;
- g) esaminare le indagini eseguite nelle fasi di progettazione e costruzione come prescritte nelle presenti norme;
- h) esaminare la relazione a strutture ultimate del Direttore dei lavori.

[...]

REDAZIONE DEI PROGETTI STRUTTURALI ESECUTIVI E DELLE RELAZIONI DI CALCOLO

D.M. 17 gennaio 2018 (NTC2018)

ESTRATTO DALLE NTC2018

10.1. CARATTERISTICHE GENERALI

I progetti esecutivi riguardanti le strutture devono essere informati a caratteri di chiarezza espositiva e di completezza nei contenuti e devono inoltre definire compiutamente l'intervento da realizzare.

Restano esclusi i piani operativi di cantiere ed i piani di approvvigionamento.

Il progetto deve comprendere i seguenti elaborati:

- Relazione di calcolo strutturale, comprensiva di una descrizione generale dell'opera e dei criteri generali di analisi e verifica;
- Relazione sui materiali;
- Elaborati grafici, particolari costruttivi;
- Piano di manutenzione della parte strutturale dell'opera;
- Relazione sui risultati sperimentali corrispondenti alle indagini specialistiche ritenute necessarie alla realizzazione dell'opera.

Particolare cura andrà posta nello sviluppare le relazioni di calcolo, con riferimento alle analisi svolte con l'ausilio del calcolo automatico, sia ai fini di facilitare l'interpretazione e la verifica dei calcoli, sia ai fini di consentire elaborazioni indipendenti da parte di soggetti diversi dal redattore del documento.

Il progettista resta comunque responsabile dell'intera progettazione strutturale.

Nel caso di analisi e verifica svolte con l'ausilio di codici di calcolo, oltre a quanto sopra specificato, e in particolare oltre alla Relazione generale strutturale, si dovranno seguire le indicazioni fornite in § 10.2.

10.2. ANALISI E VERIFICHE SVOLTE CON L'AUSILIO DI CODICI DI CALCOLO

Qualora l'analisi strutturale e le relative verifiche siano condotte con l'ausilio di codici di calcolo automatico, il progettista, dovrà controllare l'affidabilità dei codici utilizzati e verificare l'attendibilità dei risultati ottenuti.

Il progettista dovrà quindi esaminare preliminarmente la documentazione a corredo del software per valutarne l'affidabilità e soprattutto l'idoneità al caso specifico. In tal senso la documentazione, che sarà fornita dal produttore o dal distributore del software, dovrà contenere una esauriente descrizione delle basi teoriche e degli algoritmi impiegati, l'individuazione dei campi d'impiego, nonché casi prova interamente risolti e commentati, per i quali dovranno essere forniti i file di input necessari a riprodurre l'elaborazione.

MATERIALI E PRODOTTI PER USO STRUTTURALE

D.M. 17 gennaio 2018 (NTC2018)

ESTRATTO DALLE NTC2018

COMMENTO DELL'AUTORE ALLE NTC2018

Le disposizioni sui materiali si suddividono in tre categorie:

- cogenti;
- di supporto;
- volontarie.

Anche i materiali devono essere rappresentati da idonei modelli matematici che ne descrivano il comportamento e la resistenza; i modelli devono avere lo stesso grado di approfondimento di quelli che descrivono azioni e caratteristiche geometriche delle strutture.

Una modellazione con simile grado di raffinatezza consente uno studio più idoneo e nel lo stesso tempo permette di ottenere strutture che abbiano un comportamento simile a quello ipotizzato in sede di progetto. Il risultato si riflette sull'economia della costruzione, poiché con se ne ottimizza la struttura, impiegando il materiale nella posizione in cui è realmente più utile.

11.1. GENERALITÀ

Si definiscono materiali e prodotti per uso strutturale, utilizzati nelle opere soggette alle presenti norme, quelli che consentono ad un'opera ove questi sono incorporati permanentemente di soddisfare in maniera prioritaria il requisito base delle opere n.1 "Resistenza meccanica e stabilità" di cui all'Allegato I del Regolamento UE 305/2011 .

I materiali ed i prodotti per uso strutturale devono rispondere ai requisiti indicati nel seguito.

I materiali e prodotti per uso strutturale devono essere:

- *identificati* univocamente a cura del fabbricante, secondo le procedure di seguito richiamate;
- *qualificati* sotto la responsabilità del fabbricante, secondo le procedure di seguito richiamate;
- *accettati* dal Direttore dei lavori mediante acquisizione e verifica della documentazione di identificazione e qualificazione, nonché mediante eventuali prove di accettazione.

In particolare, per quanto attiene l'identificazione e la qualificazione, possono configurarsi i seguenti casi:

- A) materiali e prodotti per i quali sia disponibile, per l'uso strutturale previsto, una norma europea armonizzata il cui riferimento sia pubblicato su GUUE. Al termine del periodo di coesistenza il loro impiego nelle opere è possibile soltanto se corredati della "Dichiarazione di Prestazione" e della Marcatura CE, prevista al Capo II del Regolamento UE 305/2011;
- B) materiali e prodotti per uso strutturale per i quali non sia disponibile una norma europea armonizzata oppure la stessa ricada nel periodo di coesistenza, per i quali sia invece prevista la qualificazione con le modalità e le procedure indicate nelle presenti norme. È fatto salvo il caso in cui, nel periodo di coesistenza della specifica norma armonizzata, il fabbricante abbia volontariamente optato per la Marcatura CE;
- C) materiali e prodotti per uso strutturale non ricadenti in una delle tipologie A) o B). In tali casi il fabbricante dovrà pervenire alla Marcatura CE sulla base della pertinente "Valutazione Tecnica Europea" (ETA), oppure dovrà ottenere un "Certificato di Valutazione Tecnica" rilasciato dal Presidente del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, previa istruttoria del Servizio Tecnico Centrale, anche sulla base di Linee Guida approvate dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, ove disponibili; [...]

[...]

RIFERIMENTI TECNICI

D.M. 17 gennaio 2018 (NTC2018)

ESTRATTO DALLE NTC2018

COMMENTO DELL'AUTORE ALLE NTC2018

Il capitolo assume un'importanza storica. La norma tecnica è solo la parte cogente del corpo fornito dagli Eurocodici che finalmente sono tutti in vigore, anche se nella loro forma di norma complementare, seguendo il principio di base della *deregulation* ereditato dal mondo anglosassone.

Si tenga presente che la norma italiana è *cogente* e non permette al progettista di divergere da essa e adottare soluzioni *diverse*. In pratica il progettista deve rispettare al 100% la norma italiana. Per le parti non normate fa riferimento all'Eurocodice, che per la sua impostazione di base è più elastico; fermo restando che si deve ottemperare ai *principi* contenuti, il progettista può adottare i metodi riportati ma anche metodi alternativi che siano ritenuti di livello di sicurezza equivalenti.

Per quanto non diversamente specificato nella presente norma, si intendono coerenti con i principi alla base della stessa, le indicazioni riportate nei seguenti documenti:

- Eurocodici strutturali pubblicati dal CEN, con le precisazioni riportate nelle Appendici Nazionali;
- Norme UNI EN armonizzate i cui riferimenti siano pubblicati su Gazzetta Ufficiale dell'Unione Europea;
- Norme per prove su materiali e prodotti pubblicate da UNI.

Inoltre, a integrazione delle presenti norme e per quanto con esse non in contrasto, possono essere utilizzati i documenti di seguito indicati che costituiscono riferimenti di comprovata validità:

- Istruzioni del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici;
- Linee Guida del Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici;
- Linee Guida per la valutazione e riduzione del rischio sismico del patrimonio culturale e successive modificazioni del Ministero per i Beni e le Attività Culturali, previo parere del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici sul documento stesso;
- Istruzioni e documenti tecnici del Consiglio Nazionale delle Ricerche (C.N.R.).

Per quanto non trattato nella presente norma o nei documenti di comprovata validità sopra elencati, possono essere utilizzati anche altri codici internazionali; è responsabilità del progettista garantire espressamente livelli di sicurezza coerenti con quelli delle presenti Norme tecniche.

Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, per il tramite del Servizio Tecnico Centrale, predisporre e pubblica, sentiti il Consiglio Nazionale delle Ricerche (C.N.R.) e l'Ente Italiano di Normazione (UNI), l'elenco dei documenti che costituiscono riferimento tecnico per le Norme tecniche per le costruzioni ai sensi del presente capitolo. Con analoga procedura sono anche predisposti e pubblicati gli aggiornamenti periodici a tale elenco, nonché gli aggiornamenti degli elenchi delle specifiche tecniche volontarie UNI, EN ed ISO richiamate nella presente norma.

ALLEGATI ASSENTI NELLE NTC2018 E RIPRESI DALLE NTC2008

A. PERICOLOSITÀ SISMICA

Le Norme Tecniche per le Costruzioni adottano un approccio prestazionale alla progettazione delle strutture nuove e alla verifica di quelle esistenti.

Nei riguardi dell'azione sismica l'obiettivo è il controllo del livello di danneggiamento della costruzione a fronte dei terremoti che possono verificarsi nel sito di costruzione.

L'azione sismica sulle costruzioni è valutata a partire da una *pericolosità sismica di base*, in condizioni ideali di sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (di categoria A nelle NTC). Le valutazioni della *pericolosità sismica di base* debbono derivare da studi condotti a livello nazionale, su dati aggiornati, con procedure trasparenti e metodologie validate. I dati utilizzati per le valutazioni devono essere resi pubblici, in modo che sia possibile la riproduzione dell'intero processo. La *pericolosità sismica di base*, nel seguito *pericolosità sismica*, costituisce l'elemento di conoscenza primario per la determinazione delle azioni sismiche; le sue attuali fonti di riferimento sono indicate nel seguito. La pericolosità sismica in un generico sito deve essere descritta in modo da renderla compatibile con le NTC e da dotarla di un sufficiente livello di dettaglio, sia in termini geografici che in termini temporali; tali condizioni possono ritenersi soddisfatte se i risultati dello studio di pericolosità sono forniti:

- in termini di valori di accelerazione orizzontale massima a_g e dei parametri che permettono di definire gli spettri di risposta ai sensi delle NTC, nelle condizioni di sito di riferimento rigido orizzontale H_b predefinite;
- in corrispondenza dei punti di un reticolo (reticolo di riferimento) i cui nodi sono sufficientemente vicini fra loro (non distano più di 10 km);
- per diverse probabilità di superamento in 50 anni e/o diversi periodi di ritorno T_r ricadenti in un intervallo di riferimento compreso almeno tra 30 e 2475 anni, estremi inclusi;

L'azione sismica così individuata viene successivamente variata, nei modi chiaramente precisati dalle NTC, per tener conto delle modifiche prodotte dalle condizioni locali stratigrafiche del sottosuolo effettivamente presente nel sito di costruzione e dalla morfologia della superficie. Tali modifiche caratterizzano la risposta sismica locale.

La disponibilità di informazioni così puntuali e dettagliate, in particolare il riferimento a più probabilità di superamento, consente a un tempo di:

- a) adottare, nella progettazione e verifica delle costruzioni, valori dell'azione sismica meglio correlati alla pericolosità sismica del sito, alla vita nominale della costruzione e all'uso cui essa è destinata, consentendo così significative economie e soluzioni più agevoli del problema progettuale, specie nel caso delle costruzioni esistenti;
- b) trattare le problematiche di carattere tecnico-amministrativo connesse alla pericolosità sismica adottando una classificazione sismica riferibile anche a porzioni territoriali dei singoli comuni.

In particolare è possibile separare le questioni di cui al punto *a)* dalle questioni di cui al punto *b)*; nel seguito del presente paragrafo si esamineranno le questioni relative al punto *a)*; le questioni relative al punto *b)* saranno oggetto di specifico provvedimento.

Allo stato attuale, la pericolosità sismica su reticolo di riferimento nell'intervallo di riferimento è fornita dai dati pubblicati sul sito <http://essel.mi.ingv.it/>. Eventuali differenti pericolosità sismiche sono approvate dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, previa istruttoria effettuata dal Dipartimento per la Protezione Civile, al fine di valutarne l'attendibilità scientifica e l'idoneità applicativa in relazione ai criteri di verifica adottati nelle NTC.

Le azioni di progetto si ricavano, ai sensi delle NTC, dalle accelerazioni a_g e dalle relative forme spettrali. Le forme spettrali previste dalle NTC sono definite, su sito di riferimento rigido orizzontale, in funzione dei tre parametri:

- a_g accelerazione orizzontale massima del terreno;
- F_o valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- T^* periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Per ciascun nodo del reticolo di riferimento e per ciascuno dei periodi di ritorno T_R considerati dalla pericolosità sismica, i tre parametri si ricavano riferendosi ai valori corrispondenti al 50esimo percentile ed attribuendo a:

- a_g il valore previsto dalla pericolosità sismica;
- $F_o \cdot e \cdot T_c^*$ i valori ottenuti imponendo che le forme spettrali in accelerazione, velocità e spostamento previste dalle NTC scartino al minimo dalle corrispondenti forme spettrali previste dalla pericolosità sismica (la condizione di minimo è imposta operando ai minimi quadrati, su spettri di risposta normalizzati a uno, per ciascun sito e ciascun periodo di ritorno).

Le forme spettrali previste dalle NTC sono caratterizzate da prescelte probabilità di superamento e vite di riferimento. A tal fine occorre fissare:

- la vita di riferimento V_R della costruzione;
- le probabilità di superamento nella vita di riferimento P_V , associate a ciascuno degli stati limite considerati, per individuare infine, a partire dai dati di pericolosità sismica disponibili, le corrispondenti azioni sismiche.

Tale operazione deve essere possibile per tutte le vite di riferimento e tutti gli stati limite considerati dalle NTC; a tal fine è conveniente utilizzare, come parametro caratterizzante la pericolosità sismica, il periodo di ritorno dell'azione sismica T_R , espresso in anni.

Fissata la vita di riferimento V_R , i due parametri T_R e P_{V_R} sono immediatamente esprimibili, l'uno in funzione dell'altro, mediante l'espressione:

$$T_R = -\frac{V_R}{\ln(1 - P_{V_R})} \quad [1]$$

Qualora la attuale pericolosità sismica su reticolo di riferimento non contempli il periodo di ritorno T_R^1 corrispondente alla V_R e alla P_{V_R} fissate, il valore del generico parametro $p(a_g, F_o, T^*)$ a esso corrispondente potrà essere ricavato per interpolazione, a partire dai dati relativi ai T_R previsti nella pericolosità sismica, utilizzando l'espressione seguente:

¹ Visto l'intervallo di riferimento attualmente disponibile, si considereranno solo i valori di T_R compresi nell'intervallo 30 anni $\leq T_R \leq 2475$ anni; se $T_R < 30$ anni si porrà $T_R = 30$ anni, se $T_R > 2475$ anni si porrà $T_R = 2475$ anni. Azioni sismiche riferite a T_R più elevati potranno essere considerate per opere speciali.

INSTALLAZIONE DEL SOFTWARE INCLUSO

Note sul software incluso

Il software incluso¹ installa i seguenti documenti:

- **Utilità in formato Excel** che consentono:
 - Verifica di una sezione inflessa e pressoinflessa in c.a.;
 - Verifica di una sezione inflessa e di un elemento compresso in acciaio;
 - Verifica di una sezione inflessa e di un elemento compresso in legno.
- **Norme Tecniche per le Costruzioni 2018** approvate con decreto del Ministero delle infrastrutture e dei trasporti 17 gennaio 2018 (in versione PDF).
- Banca dati relativa alle **Norme Tecniche dal 1971 ad oggi**.
- **Spettri di Risposta**, programma che fornisce gli spettri di risposta rappresentativi delle componenti (orizzontali e verticale) delle azioni sismiche di progetto per il generico sito del territorio nazionale.

Requisiti hardware e software

- Processore da 2.00 GHz;
- MS Windows Vista/7/8/10 (è necessario disporre dei privilegi di amministratore);
- MS .Net Framework 4 e vs. successive;
- 250 MB liberi sull'HDD;
- 2 GB di RAM;
- MS Excel 2007 e vs. successive;
- Adobe Reader 11.x e vs. successive;
- Accesso ad internet e browser web.

Download del software e richiesta della password di attivazione

1) Collegarsi al seguente indirizzo internet:

https://www.grafill.it/pass/0024_2.php

- 2) Inserire i codici “A” e “B” (vedi ultima pagina del volume) e cliccare [**Continua**].
- 3) **Per utenti registrati** su www.grafill.it: inserire i dati di accesso e cliccare [**Accedi**], accettare la licenza d'uso e cliccare [**Continua**].

¹ Il software incluso è parte integrante della presente pubblicazione e resterà disponibile nel menu **G-cloud** dell'area personale del sito www.grafill.it.

- 4) **Per utenti non registrati** su www.grafill.it: cliccare su **[Iscriviti]**, compilare il form di registrazione e cliccare **[Iscriviti]**, accettare la licenza d'uso e cliccare **[Continua]**.
- 5) Un **link per il download del software** e la **password di attivazione** saranno inviati, in tempo reale, all'indirizzo di posta elettronica inserito nel form di registrazione.

Installazione ed attivazione del software

- 1) Scaricare il setup del software (file *.exe) cliccando sul link ricevuto per e-mail.
- 2) Installare il software facendo doppio-click sul file **88-277-0025-9.exe**.
- 3) Avviare il software:

Per utenti MS Windows Vista/7/8: **[Start]** > **[Tutti i programmi]** > **[Grafill]**
 > **[Eurocodici per le NTC2018]** (cartella)
 > **[Eurocodici per le NTC2018]** (icona di avvio)

Per utenti MS Windows 10: **[Start]** > **[Tutte le app]** > **[Grafill]**
 > **[Eurocodici per le NTC2018]** (icona di avvio)

- 4) Compilare la maschera *Registrazione Software* e cliccare su **[Registra]**.
- 5) Dalla finestra *Starter* del software sarà possibile accedere ai documenti disponibili.



