



CIRCOLARE APPLICATIVA NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI

MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI

CIRCOLARE 21 GENNAIO 2019, N. 7 C.S.LL.PP.

Gazzetta Ufficiale 11 febbraio 2019, n. 35 – Suppl. Ord. n. 5



SOFTWARE INCLUSO

WEBAPP CON AGGIORNAMENTO AUTOMATICO

**NORMATIVA NAZIONALE E REGIONALE DI RIFERIMENTO
E GIURISPRUDENZA IN MATERIA DI PROGETTAZIONE STRUTTURALE ANTISISMICA**

**GRAFILL**



CIRCOLARE APPLICATIVA NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI

CIRCOLARE 21 GENNAIO 2019, N. 7 C.S.LL.PP.

Ed. I (02-2019)

ISBN 13 978-88-277-0054-9

EAN 9 788827 700549

Collana **Normativa** (24)

© **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

**CONTATTI
IMMEDIATI**



Pronto **GRAFILL**
Tel. 091 226679



Chiamami
chiamami.grafill.it



Whatsapp
grafill.it/whatsapp



Messenger
grafill.it/messenger



Telegram
grafill.it/telegram

Finito di stampare nel mese di febbraio 2019

presso **Tipografia Luxograph S.r.l.** Piazza Bartolomeo Da Messina, 2 – 90142 Palermo

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

▾ MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI

CIRCOLARE 21 gennaio 2019, n. 7 C.S.LL.PP.

Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle “Norme tecniche per le costruzioni”» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018.

		p.	XIX
C1.	INTRODUZIONE	"	1
C1.1.	LOGICA DELLA NORMA	"	2
C1.2.	ORGANIZZAZIONE DELLA NORMA E DELLA CIRCOLARE	"	5
C2.	SICUREZZA E PRESTAZIONI ATTESE	"	9
C2.1.	PRINCIPI FONDAMENTALI	"	10
C2.2.	REQUISITI DELLE OPERE STRUTTURALI	"	10
C2.2.5.	ROBUSTEZZA.....	"	10
C2.3.	VALUTAZIONE DELLA SICUREZZA	"	11
C2.4.	VITA NOMINALE DI PROGETTO, CLASSI D'USO E PERIODO DI RIFERIMENTO	"	11
C2.4.1.	VITA NOMINALE DI PROGETTO	"	11
C2.4.2.	CLASSI D'USO	"	12
C2.4.3.	PERIODO DI RIFERIMENTO PER L'AZIONE SISMICA	"	13
C2.5.	AZIONI SULLE COSTRUZIONI	"	13
C2.6.	AZIONI NELLE VERIFICHE AGLI STATI LIMITE	"	14
C2.6.1.	STATI LIMITE ULTIMI.....	"	14
C3.	AZIONI SULLE COSTRUZIONI	"	15
C3.1.	OPERE CIVILI ED INDUSTRIALI	"	16
C3.1.3.	CARICHI PERMANENTI NON STRUTTURALI	"	16
C3.1.4.	SOVRACCARICHI.....	"	16
C3.1.4.1.	SOVRACCARICHI VERTICALI UNIFORMEMENTE DISTRIBUITI.....	"	16
C3.1.4.2.	SOVRACCARICHI VERTICALI CONCENTRATI.....	"	16
C3.1.4.3.	SOVRACCARICHI ORIZZONTALI LINEARI	"	16
C3.2.	AZIONE SISMICA	"	16
C3.2.1.	STATI LIMITE E RELATIVE PROBABILITÀ DI SUPERAMENTO.....	"	18
C3.2.2.	CATEGORIE DI SOTTOSUOLO E CONDIZIONI TOPOGRAFICHE.....	"	20
C3.2.3.	VALUTAZIONE DELL'AZIONE SISMICA.....	"	21
C3.2.3.1.	DESCRIZIONE DEL MOTO SISMICO IN SUPERFICIE E SUL PIANO DI FONDAZIONE	"	23
C3.2.3.2.	SPETTRO DI RISPOSTA ELASTICO IN ACCELERAZIONE	"	23
C3.2.3.2.1.	Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali	"	23
C3.2.3.6.	IMPIEGO DI STORIE TEMPORALI DEL MOTO DEL TERRENO.....	"	23
C3.3.	AZIONI DEL VENTO	"	24
C3.3.1.	VELOCITÀ BASE DI RIFERIMENTO	"	24
C3.3.2.	VELOCITÀ DI RIFERIMENTO	"	24
C3.3.3.	AZIONI STATICHE EQUIVALENTI.....	"	25

C3.3.4.	PRESSIONE DEL VENTO	p.	25
C3.3.5.	AZIONE TANGENTE DEL VENTO.....	"	25
C3.3.6.	PRESSIONE CINETICA DI RIFERIMENTO.....	"	25
C3.3.7.	COEFFICIENTE DI ESPOSIZIONE.....	"	25
C3.3.8.	COEFFICIENTI AERODINAMICI.....	"	25
C3.3.8.1.	EDIFICI A Pianta Rettangolare CON COPERTURE PIANE, A FALDE, INCLINATE E CURVILINEE	"	26
C3.3.8.1.1.	Pareti verticali	"	26
C3.3.8.1.1.1.	<i>Altezza di riferimento per la faccia sopravvento</i>	"	27
C3.3.8.1.1.2.	<i>Altezza di riferimento per le facce sottovento e laterali</i>	"	27
C3.3.8.1.2.	Coperture piane.....	"	27
C3.3.8.1.3.	Coperture a falda singola.....	"	29
C3.3.8.1.4.	Coperture a falda doppia.....	"	31
C3.3.8.1.5.	Coperture a padiglione.....	"	34
C3.3.8.1.6.	Coperture a falde multiple	"	35
C3.3.8.1.7.	Coperture a volta cilindrica.....	"	36
C3.3.8.2.	TETTOIE.....	"	37
C3.3.8.2.1.	Tettoie a falda singola	"	38
C3.3.8.2.2.	Tettoie a falda doppia.....	"	39
C3.3.8.2.3.	Tettoie a falde multiple	"	40
C3.3.8.3.	COEFFICIENTI DI PRESSIONE PER PARETI VERTICALI DI EDIFICI A Pianta Circolare.....	"	40
C3.3.8.4.	COEFFICIENTI DI PRESSIONE PER COPERTURE SFERICHE DI EDIFICI A Pianta Circolare.....	"	42
C3.3.8.5.	PRESIONI INTERNE.....	"	43
C3.3.8.6.	COEFFICIENTI DI PRESSIONE PER TRAVI AD ANIMA PIENA E RETICOLARI	"	43
C3.3.8.6.1.	Travi isolate	"	43
C3.3.8.6.2.	Travi multiple.....	"	44
C3.3.8.7.	COEFFICIENTI DI PRESSIONE PER TORRI E PALI A TRALICCIO A SEZIONE RETTANGOLARE O QUADRATA.....	"	44
C3.3.8.8.	COEFFICIENTE DI ATTRITO	"	44
C3.3.9.	COEFFICIENTE DINAMICO	"	45
C3.3.10.	AVVERTENZE PROGETTUALI.....	"	45
C3.3.11.	DISTACCO DI VORTICI.....	"	45
C3.4.	AZIONI DELLA NEVE	"	46
C3.4.1.	CARICO DELLA NEVE SULLE COPERTURE	"	46
C3.4.2.	VALORE DI RIFERIMENTO DEL CARICO DELLA NEVE AL SUOLO.....	"	46
C3.4.3.	COEFFICIENTE DI FORMA DELLE COPERTURE	"	46
C3.4.3.1.	GENERALITÀ.....	"	47
C3.4.3.2.	COPERTURA AD UNA FALDA.....	"	47
C3.4.3.3.	COPERTURA A DUE FALDE (O PIÙ)	"	48
C3.4.3.3.1.	Copertura cilindrica	"	48
C3.4.3.3.2.	Copertura adiacente o vicina a costruzioni più alte	"	48
C3.4.3.3.3.	Effetti locali	"	49
C3.4.3.3.4.	Accumuli in corrispondenza di sporgenze	"	49
C3.4.3.3.5.	Neve aggettante dal bordo di una copertura	"	50
C3.4.3.3.6.	Carichi della neve su barriere paraneve ed altri ostacoli	"	50
C3.4.5.	COEFFICIENTE TERMICO.....	"	51
C3.5.	AZIONI DELLA TEMPERATURA	"	51

C3.5.2.	TEMPERATURA DELL'ARIA ESTERNA.....	p.	51
C3.6.	AZIONI ECCEZIONALI	"	51
C3.6.1.	INCENDIO	"	51
C3.6.1.1.	DEFINIZIONI.....	"	51
C3.6.1.2.	RICHIESTE DI PRESTAZIONE.....	"	52
C3.6.1.3.	CLASSI DI RESISTENZA AL FUOCO	"	52
C3.6.1.4.	CRITERI DI PROGETTAZIONE	"	52
C3.6.1.5.	PROCEDURA DI ANALISI DELLA RESISTENZA AL FUOCO	"	52
C3.6.1.5.1.	Incendio di progetto	"	52
C3.6.1.5.3.	Analisi del comportamento meccanico.....	"	52
C3.6.1.5.4.	Verifiche di sicurezza	"	53
C3.6.2.	ESPLOSIONI.....	"	53
C3.6.2.3.	MODELLAZIONE DELLE AZIONI DOVUTE ALLE ESPLOSIONI	"	53
C4.	COSTRUZIONI CIVILI E INDUSTRIALI	"	55
C4.1.	COSTRUZIONI DI CALCESTRUZZO	"	56
C4.1.1.	VALUTAZIONE DELLA SICUREZZA E METODI DI ANALISI	"	56
C4.1.1.1.	ANALISI ELASTICA LINEARE.....	"	56
C4.1.1.1.1.	Ridistribuzione nelle travi continue.....	"	57
C4.1.1.1.2.	Ridistribuzione nelle travi continue dei telai	"	57
C4.1.2.	VERIFICHE AGLI STATI LIMITE	"	59
C4.1.2.1.	MATERIALI	"	59
C4.1.2.1.2.	Diagrammi di progetto dei materiali.....	"	59
C4.1.2.1.2.1.	<i>Diagrammi di progetto tensione-deformazione del calcestruzzo</i>	"	59
C4.1.2.2.	STATI LIMITE DI ESERCIZIO.....	"	61
C4.1.2.2.2.	Stato limite di deformazione.....	"	61
C4.1.2.2.4.	Stato limite di fessurazione.....	"	62
C4.1.2.2.4.5.	<i>Verifica dello stato limite di fessurazione</i>	"	62
C4.1.2.2.5.	Stato Limite di limitazione delle tensioni.....	"	64
C4.1.2.3.	STATI LIMITE ULTIMI	"	64
C4.1.2.3.4.	Resistenza flessionale e duttilità massima in presenza e in assenza di sforzo assiale	"	64
C4.1.2.3.4.2.	<i>Verifiche di resistenza e duttilità</i>	"	64
C4.1.2.3.6.	Resistenza nei confronti di sollecitazioni torcenti	"	65
C4.1.2.3.7.	Resistenza di elementi tozzi, nelle zone diffusive e nei nodi	"	65
C4.1.6.	DETTAGLI COSTRUTTIVI.....	"	65
C4.1.6.1.	ELEMENTI MONODIMENSIONALI: TRAVI E PILASTRI	"	65
C4.1.6.1.1.	Armatura delle travi	"	65
C4.1.6.1.3.	Copriferro e interferro.....	"	65
C4.1.6.1.4.	Ancoraggio delle barre e loro giunzione.....	"	66
C4.1.9.	NORME ULTERIORI PER I SOLAI	"	66
C4.1.9.1.	SOLAI MISTI DI C.A. E C.A.P. E BLOCCHI FORATI 66 DI LATERIZIO O IN CALCESTRUZZO	"	66
C4.1.9.1.1.	Regole generali e caratteristiche minime dei blocchi	"	66
C4.1.9.1.2.	Limiti dimensionali.....	"	66
C4.1.9.1.3.	Caratteristiche fisico-meccaniche	"	66
C4.1.12.	CALCESTRUZZO DI AGGREGATI LEGGERI (LC).....	"	67
C4.1.12.1.	NORME DI CALCOLO	"	67
C4.1.12.1.1.	Caratteristiche meccaniche del calcestruzzo.....	"	67
C4.1.12.1.1.1.	<i>Resistenza a trazione</i>	"	67

C4.1.12.1.1.2.	<i>Modulo di elasticità</i>	p.	68
C4.1.12.1.2.	Verifiche agli stati limite di esercizio.....	"	68
C4.1.12.1.2.1.	<i>Verifiche di deformabilità</i>	"	68
C4.1.12.1.3.	Verifiche agli stati limite ultimi	"	68
C4.1.12.1.3.1.	Resistenza a sforzo normale e flessione (elementi monodimensionali)	"	68
C4.1.12.1.3.2.	Resistenza nei confronti di sollecitazioni taglianti	"	69
C4.1.12.1.3.2.1.	<i>Elementi senza armature trasversali resistenti al taglio</i>	"	69
C4.1.12.1.3.2.2.	<i>Elementi con armature trasversali resistenti al taglio</i>	"	69
C4.1.12.1.3.2.3.	<i>Resistenza nei confronti di sollecitazioni torcenti</i>	"	70
C4.1.12.1.4.	Dettagli costruttivi	"	70
C4.1.12.1.4.1.	<i>Diametro massimo delle barre e dei trefoli</i>	"	70
C4.1.12.1.4.2.	<i>Raggio di curvatura delle barre</i>	"	70
C4.1.12.1.4.3.	<i>Ancoraggio delle barre e sovrapposizioni</i>	"	70
C4.2.	COSTRUZIONI DI ACCIAIO	"	71
C4.2.1.	MATERIALI	"	71
C4.2.2.	VALUTAZIONE DELLA SICUREZZA	"	71
C4.2.3.	ANALISI STRUTTURALE	"	71
C4.2.3.1.	CLASSIFICAZIONE DELLE SEZIONI	"	71
C4.2.3.3.	METODI DI ANALISI GLOBALE	"	72
C4.2.3.4.	EFFETTI DELLE DEFORMAZIONI.....	"	73
C4.2.3.5.	EFFETTO DELLE IMPERFEZIONI	"	73
C4.2.3.6.	ANALISI DI STABILITÀ DI STRUTTURE INTELAIATE.....	"	76
C4.2.3.7.	LUNGHEZZA STABILE DELLA ZONA DI CERNIERA PLASTICA	"	76
C4.2.4.	VERIFICHE.....	"	77
C4.2.4.1.	VERIFICHE AGLI STATI LIMITI ULTIMI.....	"	77
C4.2.4.1.3.	Stabilità delle membrature	"	77
C4.2.4.1.3.1.	<i>Aste compresse</i>	"	77
C4.2.4.1.3.1.1.	<i>Calcolo della forza normale di progetto agente in un corrente</i>	"	77
C4.2.4.1.3.1.2.	<i>Calcolo della forza di taglio agente negli elementi di collegamento</i>	"	78
C4.2.4.1.3.1.3.	<i>Verifiche di aste composte tralicciate</i>	"	78
C4.2.4.1.3.1.4.	<i>Verifiche di aste composte calastrellate</i>	"	79
C4.2.4.1.3.1.5.	<i>Sezioni composte da elementi ravvicinati collegati con calastrelli o imbottiture</i>	"	79
C4.2.4.1.3.2.	<i>Travi inflesse</i>	"	80
C4.2.4.1.3.3.	<i>Membrature inflesse e compresse</i>	"	80
C4.2.4.1.3.3.1.	<i>Metodo A</i>	"	80
C4.2.4.1.3.3.2.	<i>Metodo B</i>	"	81
C4.2.4.1.3.3.3.	<i>Metodo generale per la verifica ad instabilità laterale e flesso-torsionale</i>	"	83
C4.2.4.1.3.4.	<i>Stabilità dei pannelli</i>	"	83
C4.2.4.1.3.4.1.	<i>Stabilità dei pannelli soggetti a taglio</i>	"	84
C4.2.4.1.3.4.2.	<i>Stabilità dei pannelli soggetti a compressione</i>	"	86
C4.2.4.1.3.4.3.	<i>Larghezza collaborante</i>	"	88
C4.2.4.1.3.4.4.	<i>Pannelli con irrigiditori longitudinali</i>	"	89
C4.2.4.1.3.4.5.	<i>Instabilità di colonna</i>	"	90
C4.2.4.1.3.4.6.	<i>Instabilità di piastra</i>	"	91
C4.2.4.1.3.4.7.	<i>Requisiti minimi per gli irrigiditori trasversali</i>	"	93
C4.2.4.1.3.4.8.	<i>Verifiche semplificate</i>	"	93
C4.2.4.1.3.4.9.	<i>Requisiti minimi per gli irrigiditori longitudinali</i>	"	94

C4.2.4.1.4.	Stato limite di fatica	p.	94
C4.2.4.1.4.1.	<i>Spettri di carico</i>	"	94
C4.2.4.1.4.2.	<i>Spettri di tensione e metodi di conteggio</i>	"	94
C4.2.4.1.4.3.	<i>Curve S-N</i>	"	96
C4.2.4.1.4.4.	<i>Curva S-N per connettori a piolo</i>	"	104
C4.2.4.1.4.5.	<i>Metodi di verifica</i>	"	104
C4.2.4.1.4.6.	<i>Influenza dello spessore</i>	"	105
C4.2.9.	REQUISITI PER LA PROGETTAZIONE E L'ESECUZIONE	"	105
C4.2.9.6.	VERNICIATURA E ZINCATURA	"	105
C4.2.12.	PROFILATI FORMATI A FREDDO E LAMIERE GRECATE	"	105
C4.2.12.1.	MATERIALI	"	105
C4.2.12.1.1.	Effetto della formatura a freddo sulla resistenza dell'acciaio	"	105
C4.2.12.1.2.	Valori limite dei rapporti larghezza-spessore	"	106
C4.2.12.1.3.	Inflessione trasversale delle ali	"	107
C4.2.12.1.4.	Classificazione delle sezioni, instabilità locale e distorsione delle sezioni trasversali	"	107
C4.2.12.1.5.	Verifiche di resistenza	"	110
C4.2.12.1.5.1.	<i>Verifiche di resistenza a trazione</i>	"	110
C4.2.12.1.5.2.	<i>Verifiche di resistenza a compressione</i>	"	110
C4.2.12.1.5.3.	<i>Verifiche di resistenza a flessione</i>	"	110
C4.2.12.1.5.4.	<i>Verifiche di resistenza a presso-tenso flessione</i>	"	110
C4.2.12.1.5.4.1.	<i>Verifiche di resistenza a taglio</i>	"	111
C4.2.12.1.6.	Verifiche di stabilità	"	111
C4.2.12.1.6.1.	<i>Verifiche di stabilità di aste compresse</i>	"	111
C4.2.12.1.6.2.	<i>Verifiche di stabilità di aste inflesse</i>	"	112
C4.2.12.1.6.3.	<i>Verifiche di stabilità di aste presso-inflesse</i>	"	112
C4.2.12.1.7.	Unioni	"	112
C4.2.12.1.7.1.	<i>Chiodi ciechi</i>	"	113
C4.2.12.1.7.1.1.	<i>Chiodi ciechi soggetti a taglio</i>	"	113
C4.2.12.1.7.2.	<i>Viti autofilettanti e automaschianti</i>	"	114
C4.2.12.1.7.2.1.	<i>Viti autofilettanti o automaschianti soggette a taglio</i>	"	114
C4.2.12.1.7.2.2.	<i>Viti autofilettanti o automaschianti soggette a trazione</i>	"	114
C4.2.12.1.7.3.	<i>Chiodi sparati</i>	"	115
C4.2.12.1.7.3.1.	<i>Chiodi sparati soggetti a taglio</i>	"	115
C4.2.12.1.7.4.	<i>Bulloni (per impiego con spessori minori di 4 mm)</i>	"	115
C4.2.12.1.7.4.1.	<i>Bulloni soggetti a taglio</i>	"	115
C4.2.12.1.7.4.2.	<i>Bulloni soggetti a trazione</i>	"	116
C4.2.12.1.7.5.	<i>Cordoni d'angolo (per impiego con spessori minori di 4 mm)</i>	"	116
C4.2.12.1.7.6.	<i>Saldature per punti (a resistenza o per fusione)</i>	"	116
C4.2.12.1.7.6.1.	<i>Saldature per punti soggette a taglio</i>	"	116
C4.2.12.1.7.7.	<i>Bottoni di saldatura</i>	"	116
C4.2.12.1.7.7.1.	<i>Bottoni di saldatura soggetti a taglio</i>	"	116
C4.3.	COSTRUZIONI COMPOSTE		
	DI ACCIAIO-CALCESTRUZZO	"	118
C4.3.1.	VALUTAZIONE DELLA SICUREZZA	"	118
C4.3.2.	ANALISI STRUTTURALE	"	118
C4.3.2.1.	CLASSIFICAZIONE DELLE SEZIONI	"	118
C4.3.4.	TRAVI CON SOLETTA COLLABORANTE	"	119
C4.3.4.2.	RESISTENZA DELLE SEZIONI	"	119
C4.3.4.3.	SISTEMI DI CONNESSIONE ACCIAIO-CALCESTRUZZO	"	120

C4.3.4.3.1.	Connessioni a taglio con pioli.....	p.	121
C4.3.4.3.1.1.	<i>Disposizioni e limitazioni</i>	"	121
C4.3.4.3.1.2.	<i>Resistenza dei connettori (a sollecitazioni combinate)</i>	"	121
C4.3.4.3.3.	Valutazione delle sollecitazioni di taglio agenti sul sistema di connessione	"	121
C4.3.4.3.5.	Armatura trasversale	"	122
C4.3.4.3.6.	Instabilità flessio-torsionale delle travi composte.....	"	123
C4.3.6.	SOLETTE COMPOSTE CON LAMIERA GRECATA	"	124
C4.3.6.2.	VERIFICHE DI RESISTENZA ALLO STATO LIMITE ULTIMO (SOLETTE COMPOSTE)	"	124
C4.4.	COSTRUZIONI DI LEGNO	"	126
C4.4.1.	VALUTAZIONE DELLA SICUREZZA	"	126
C4.4.2.	ANALISI STRUTTURALE	"	126
C4.4.3.	AZIONI E LORO COMBINAZIONI.....	"	126
C4.4.4.	CLASSI DI DURATA DEL CARICO	"	127
C4.4.5.	CLASSI DI SERVIZIO.....	"	127
C4.4.6.	RESISTENZA DI PROGETTO.....	"	127
C4.4.7.	STATI LIMITE DI ESERCIZIO.....	"	127
C4.4.8.	STATI LIMITE ULTIMI.....	"	128
C4.4.8.1.	VERIFICHE DI RESISTENZA	"	128
C4.4.8.1.1.	Trazione parallela alla fibratura	"	128
C4.4.8.1.2.	Trazione perpendicolare alla fibratura	"	129
C4.4.8.1.4.	Compressione perpendicolare alla fibratura	"	129
C4.4.8.1.9.	Taglio	"	129
C4.4.8.2.	VERIFICHE DI STABILITÀ.....	"	129
C4.4.9.	COLLEGAMENTI.....	"	129
C4.4.10.	ELEMENTI STRUTTURALI	"	130
C4.4.11.	SISTEMI STRUTTURALI.....	"	131
C4.4.12.	ROBUSTEZZA.....	"	131
C4.4.13.	DURABILITÀ	"	131
C4.4.14.	RESISTENZA AL FUOCO	"	132
C4.4.15.	REGOLE PER L'ESECUZIONE	"	132
C4.4.16.	VERIFICHE PER SITUAZIONI TRANSITORIE, CONTROLLI E PROVE DI CARICO	"	133
C4.4.16.1.	CONTROLLI IN FASE DI COSTRUZIONE.....	"	133
C4.4.16.2.	CONTROLLI SULLA STRUTTURA COMPLETA	"	134
C4.4.16.3.	CONTROLLI DELLA STRUTTURA IN ESERCIZIO.....	"	134
C4.5.	COSTRUZIONI DI MURATURA	"	135
C4.5.2.	MATERIALI E CARATTERISTICHE TIPOLOGICHE	"	135
C4.5.2.2.	ELEMENTI RESISTENTI DI MURATURA	"	135
C4.5.2.2.1.	Elementi artificiali.....	"	135
C4.5.2.3.	MURATURE.....	"	135
C4.5.4.	ORGANIZZAZIONE STRUTTURALE.....	"	135
C4.5.5.	ANALISI STRUTTURALE.....	"	135
C4.5.6.	VERIFICHE.....	"	135
C4.5.6.1.	RESISTENZE DI PROGETTO.....	"	135
C4.5.6.2.	VERIFICHE AGLI STATI LIMITE ULTIMI.....	"	136
C4.5.6.4.	VERIFICHE SEMPLIFICATE	"	136
C4.5.7.	MURATURA ARMATA.....	"	136
C4.5.8.	MURATURA CONFINATA.....	"	136
C4.6.	ALTRI SISTEMI COSTRUTTIVI	"	137

C5. PONTI	p.	139
C5.1. PONTI STRADALI	"	140
C5.1.2. PRESCRIZIONI GENERALI.....	"	140
C5.1.2.3. COMPATIBILITÀ IDRAULICA.....	"	140
C5.1.3. AZIONI SUI PONTI STRADALI.....	"	142
C5.1.3.3. AZIONI VARIABILI DA TRAFFICO. CARICHI VERTICALI: q ₁	"	142
C5.1.3.3.2. Definizione delle corsie convenzionali.....	"	142
C5.1.3.3.3. Schemi di carico.....	"	142
C5.1.3.3.5. Disposizioni dei carichi mobili per realizzare le condizioni di carico più gravose.....	"	142
C5.1.3.3.5.1. <i>Carichi verticali da traffico su rilevati e su terrapieni adiacenti al ponte</i>	"	142
C5.1.3.3.5.2. <i>Carichi orizzontali da traffico su rilevati e su terrapieni adiacenti al ponte</i>	"	142
C5.1.3.10. AZIONI SUI PARAPETTI E URTI DI VEICOLO IN SVIO: q ₈	"	143
C5.1.4. VERIFICHE DI SICUREZZA.....	"	143
C5.1.4.3. VERIFICHE ALLO STATO LIMITE DI FATICA.....	"	143
C5.1.4.5. VERIFICHE ALLO STATO LIMITE DI DEFORMAZIONE.....	"	144
C5.1.4.6. VERIFICA DELLE AZIONI SISMICHE.....	"	145
C5.1.8. PONTI PEDONALI.....	"	145
C5.1.8.1. MODELLI DINAMICI PER PONTI PEDONALI.....	"	145
C5.2. PONTI FERROVIARI	"	146
C5.2.1.2. COMPATIBILITÀ IDRAULICA.....	"	146
C5.2.2. AZIONI SULLE OPERE.....	"	146
C5.2.2.4. AZIONI VARIABILI AMBIENTALI.....	"	146
C5.2.2.4.2. Temperatura.....	"	146
C5.2.2.5. EFFETTI DI INTERAZIONE STATICA TRENO-BINARIO-STRUTTURA.....	"	146
C5.2.2.8. AZIONI SISMICHE.....	"	148
C5.2.3. PARTICOLARI PRESCRIZIONI PER LE VERIFICHE.....	"	148
C5.2.3.2. VERIFICHE AGLI SLU E SLE.....	"	148
C5.2.3.2.1. Requisiti concernenti gli SLU.....	"	148
C5.2.3.2.3. Verifiche allo stato limite di fatica.....	"	148
C6. PROGETTAZIONE GEOTECNICA	"	149
C6.2. ARTICOLAZIONE DEL PROGETTO	"	150
C6.2.1. CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOLOGICA DEL SITO.....	"	150
C6.2.2. INDAGINI, CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOTECNICA.....	"	151
C6.2.2.1. INDAGINI E PROVE GEOTECNICHE IN SITO.....	"	151
C6.2.2.2. PROVE GEOTECNICHE DI LABORATORIO.....	"	152
C6.2.2.3. CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOTECNICA.....	"	152
C6.2.2.4. VALORI CARATTERISTICI DEI PARAMETRI GEOTECNICI.....	"	153
C6.2.2.5. RELAZIONE GEOTECNICA.....	"	153
C6.2.3. FASI E MODALITÀ COSTRUTTIVE.....	"	154
C6.2.4. VERIFICHE DELLA SICUREZZA E DELLE PRESTAZIONI.....	"	154
C6.2.4.1. VERIFICHE NEI CONFRONTI DEGLI STATI LIMITE ULTIMI (SLU).....	"	154
C6.2.4.2. VERIFICHE NEI CONFRONTI DEGLI STATI LIMITE ULTIMI IDRAULICI.....	"	155
C6.2.4.3. VERIFICHE NEI CONFRONTI DEGLI STATI LIMITE DI ESERCIZIO (SLE).....	"	155
C6.3. STABILITÀ DEI PENDII NATURALI	"	155

C6.3.1.	PRESCRIZIONI GENERALI	p.	155
C6.3.2.	MODELLAZIONE GEOLOGICA DEL PENDIO	"	156
C6.3.3.	MODELLAZIONE GEOTECNICA DEL PENDIO	"	156
C6.3.4.	VERIFICHE DI SICUREZZA.....	"	157
C6.3.5.	INTERVENTI DI STABILIZZAZIONE	"	157
C6.3.6.	CONTROLLI E MONITORAGGIO.....	"	158
C6.4.	OPERE DI FONDAZIONE	"	158
C6.4.1.	CRITERI GENERALI DI PROGETTO.....	"	158
C6.4.2.	FONDAZIONI SUPERFICIALI	"	159
C6.4.2.1.	VERIFICHE AGLI STATI LIMITE ULTIMI (SLU).....	"	160
C6.4.2.2.	VERIFICHE AGLI STATI LIMITE DI ESERCIZIO (SLE)	"	160
C6.4.3.	FONDAZIONI SU PALI.....	"	161
C6.4.3.1.	VERIFICHE AGLI STATI LIMITE ULTIMI (SLU).....	"	161
C6.4.3.7.	PROVE DI CARICO	"	161
C6.5.	OPERE DI SOSTEGNO	"	161
C6.5.3.	VERIFICHE AGLI STATI LIMITE	"	162
C6.5.3.1.	VERIFICHE DI SICUREZZA (SLU).....	"	162
C6.5.3.1.1.	Muri di sostegno	"	162
C6.5.3.1.2.	Paratie	"	162
C6.5.3.2.	VERIFICHE DI ESERCIZIO (SLE).....	"	164
C6.6.	TIRANTI DI ANCORAGGIO.....	"	164
C6.6.1.	CRITERI DI PROGETTO.....	"	164
C6.6.2.	VERIFICHE DI SICUREZZA (SLU)	"	165
C6.6.3.	ASPETTI COSTRUTTIVI	"	165
C6.7.	OPERE IN SOTTERRANEO.....	"	166
C6.7.4.	CRITERI DI PROGETTO.....	"	166
C6.7.4.1.	METODI DI SCAVO	"	166
C6.7.4.2.	VERIFICA DEL RIVESTIMENTO.....	"	166
C6.7.6.	CONTROLLO E MONITORAGGIO	"	166
C6.8.	OPERE DI MATERIALI SCIOLTI		
	E FRONTI DI SCAVO	"	166
C6.8.1.	CRITERI GENERALI DI PROGETTO.....	"	166
C6.8.1.1.	RILEVATI E RINTERRI.....	"	166
C6.8.1.2.	DRENAGGI E FILTRI.....	"	167
C6.8.6.	FRONTI DI SCAVO.....	"	167
C6.8.6.2.	CRITERI GENERALI DI PROGETTO E VERIFICHE DI SICUREZZA.....	"	167
C6.11.	DISCARICHE CONTROLLATE		
	DI RIFIUTI E DEPOSITI DI INERTI	"	168
C6.12.	FATTIBILITÀ DI OPERE SU GRANDI AREE	"	168
C6.12.1.	INDAGINI SPECIFICHE.....	"	168
C6.12.2.	VERIFICHE DI FATTIBILITÀ.....	"	168
C6.12.2.1.	EMUNGIMENTO DA FALDE IDRICHE	"	168
C7.	PROGETTAZIONE PER AZIONI SISMICHE.....	"	169
C7.1.	REQUISITI NEI CONFRONTI DEGLI STATI LIMITE.....	"	170
C7.2.	CRITERI GENERALI DI PROGETTAZIONE		
	E MODELLAZIONE	"	171
C7.2.1.	CARATTERISTICHE GENERALI DELLE COSTRUZIONI.....	"	171
C7.2.2.	CRITERI GENERALI DI PROGETTAZIONE		
	DEI SISTEMI STRUTTURALI.....	"	172

C7.2.3.	CRITERI DI PROGETTAZIONE DI ELEMENTI STRUTTURALI “SECONDARI” ED ELEMENTI COSTRUTTIVI NON STRUTTURALI.....	p.	174
C7.2.6.	CRITERI DI MODELLAZIONE DELLA STRUTTURA E DELL’AZIONE SISMICA.....	”	178
C7.3.	METODI DI ANALISI E CRITERI DI VERIFICA.....	”	179
C7.3.1.	ANALISI LINEARE O NON LINEARE.....	”	179
C7.3.3.	ANALISI LINEARE DINAMICA O STATICA.....	”	180
C7.3.3.1.	ANALISI LINEARE DINAMICA.....	”	180
C7.3.3.2.	ANALISI LINEARE STATICA.....	”	180
C7.3.4.	ANALISI NON LINEARE DINAMICA O STATICA.....	”	181
C7.3.4.1.	ANALISI NON LINEARE DINAMICA.....	”	181
C7.3.4.2.	ANALISI NON LINEARE STATICA.....	”	181
C7.3.5.	RISPOSTA ALLE DIVERSE COMPONENTI DELL’AZIONE SISMICA ED ALLA VARIABILITÀ SPAZIALE DEL MOTO.....	”	185
C7.3.6.	RISPETTO DEI REQUISITI NEI CONFRONTI DEGLI STATI LIMITE.....	”	185
C7.3.6.1.	ELEMENTI STRUTTURALI (ST).....	”	186
C7.3.6.2.	ELEMENTI NON STRUTTURALI (NS).....	”	186
C7.4.	COSTRUZIONI DI CALCESTRUZZO.....	”	186
C7.4.2.	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI.....	”	187
C7.4.2.1.	CONGLOMERATO.....	”	187
C7.4.3.	TIPOLOGIE STRUTTURALI E FATTORI DI COMPORTAMENTO.....	”	187
C7.4.3.1.	TIPOLOGIE STRUTTURALI.....	”	187
C7.4.4.	DIMENSIONAMENTO E VERIFICA DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI PRIMARI E SECONDARI.....	”	188
C7.4.4.1.	TRAVI.....	”	188
C7.4.4.1.1.	Verifiche di resistenza (res).....	”	188
C7.4.4.1.2.	Verifiche di duttilità (DUT).....	”	188
C7.4.4.2.	PILASTRI.....	”	189
C7.4.4.2.1.	Verifiche di resistenza (RES).....	”	189
C7.4.4.2.2.	Verifiche di duttilità(DUT).....	”	190
C7.4.4.3.	NODI TRAVE-PILASTRO.....	”	190
C7.4.4.3.1.	Verifiche di resistenza (RES).....	”	190
C7.4.4.4.	DIAFRAMMI ORIZZONTALI.....	”	191
C7.4.4.4.1.	Verifiche di resistenza (RES).....	”	191
C7.4.4.5.	PARETI.....	”	191
C7.4.4.5.1.	Verifiche di resistenza (RES).....	”	191
C7.4.4.5.2.	Verifiche di duttilità (DUT).....	”	192
C7.4.5.	COSTRUZIONI CON STRUTTURA PREFABBRICATA.....	”	192
C7.4.5.1.	TIPOLOGIE STRUTTURALI E FATTORI DI COMPORTAMENTO.....	”	192
C7.4.5.1.1.	Strutture a telaio.....	”	192
C7.4.5.1.2.	Strutture con pilastri incastrati alla base e orizzontamenti ad essi cernierati.....	”	192
C7.4.6.	DETTAGLI COSTRUTTIVI.....	”	193
C7.4.6.1.	LIMITAZIONI GEOMETRICHE.....	”	193
C7.4.6.1.2.	Pilastri.....	”	193
C7.4.6.2.	LIMITAZIONI DI ARMATURA.....	”	193
C7.4.6.2.3.	Nodi Trave-Pilastro.....	”	193

C7.5.	COSTRUZIONI D'ACCIAIO	p.	193
C7.5.2.	TIPOLOGIE STRUTTURALI E FATTORI DI COMPORTAMENTO.....	"	194
C7.5.2.1.	TIPOLOGIE STRUTTURALI.....	"	194
C7.5.3.	REGOLE DI PROGETTO GENERALI PER ELEMENTI STRUTTURALI DISSIPATIVI	"	194
C7.5.3.1.	VERIFICHE DI RESISTENZA (RES)	"	194
C7.5.4.	REGOLE DI PROGETTO SPECIFICHE PER STRUTTURE INTELAIATE.....	"	194
C7.5.4.4.	PANNELLI D'ANIMA DEI COLLEGAMENTI TRAVE-COLONNA.....	"	194
C7.5.5.	REGOLE DI PROGETTO SPECIFICHE PER STRUTTURE CON CONTROVENTI CONCENTRICI	"	195
C7.5.6.	REGOLE DI PROGETTO SPECIFICHE PER STRUTTURA CON CONTROVENTI ECCENTRICI	"	195
C7.6.	COSTRUZIONI COMPOSTE DI ACCIAIO-CALCESTRUZZO	"	196
C7.6.4.	CRITERI DI PROGETTO E DETTAGLI PER STRUTTURE DISSIPATIVE.....	"	197
C7.6.4.5.	COLLEGAMENTI COMPOSTI NELLE ZONE DISSIPATIVE.....	"	197
C7.6.4.5.1.	Modelli resistenti per la soletta soggetta a compressione.....	"	197
C7.6.4.5.2.	Resistenza dei pannelli d'anima delle colonne composte.....	"	201
C7.6.7.	REGOLE SPECIFICHE PER STRUTTURE CON CONTROVENTI CONCENTRICI	"	201
C7.6.8.	CONTROVENTI ECCENTRICI	"	201
C7.7.	COSTRUZIONI DI LEGNO	"	202
C7.7.1.	ASPETTI CONCETTUALI DELLA PROGETTAZIONE.....	"	202
C7.7.2.	MATERIALI E PROPRIETÀ DELLE ZONE DISSIPATIVE.....	"	202
C7.7.3.	TIPOLOGIE STRUTTURALI E FATTORI DI COMPORTAMENTO.....	"	202
C7.7.4.	ANALISI STRUTTURALE.....	"	203
C7.7.5.	DISPOSIZIONI COSTRUTTIVE	"	203
C7.7.5.1.	GENERALITÀ.....	"	203
C7.7.5.3.	DISPOSIZIONI COSTRUTTIVE PER GLI IMPALCATI.....	"	203
C7.8.	COSTRUZIONI DI MURATURA	"	204
C7.8.1.	REGOLE GENERALI.....	"	204
C7.8.1.1.	PREMESSA	"	204
C7.8.1.2.	MATERIALI	"	204
C7.8.1.5.	METODI DI ANALISI	"	204
C7.8.1.5.2.	Analisi lineare statica.....	"	204
C7.8.1.5.4.	Analisi statica non lineare.....	"	204
C7.8.1.6.	VERIFICHE DI SICUREZZA.....	"	204
C7.8.1.9.	COSTRUZIONI SEMPLICI	"	205
C7.8.2.	COSTRUZIONI DI MURATURA ORDINARIA.....	"	205
C7.8.2.2.	VERIFICHE DI SICUREZZA.....	"	205
C7.8.2.2.1.	Pressoflessione nel piano	"	205
C7.8.2.2.2.	Taglio	"	205
C7.8.2.2.4.	Travi in Muratura.....	"	205
C7.8.3.	COSTRUZIONI DI MURATURA ARMATA.....	"	205
C7.8.3.2.	VERIFICHE DI SICUREZZA.....	"	205
C7.8.3.2.1.	Pressoflessione nel piano	"	205
C7.8.3.2.2.	Taglio	"	205
C7.8.4.	COSTRUZIONI DI MURATURA CONFINATA.....	"	205
C7.8.5.	STRUTTURE MISTE	"	206

C7.8.6.	REGOLE DI DETTAGLIO	p.	206
C7.8.6.3.	COSTRUZIONI DI MURATURA CONFINATA.....	"	206
C7.9.	PONTI	"	206
C7.9.5.	DIMENSIONAMENTO E VERIFICA DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI	"	206
C7.9.5.1.	PILE.....	"	206
C7.9.5.1.1.	Verifiche di resistenza (RES)	"	206
C7.10.	COSTRUZIONI CON ISOLAMENTO E/O DISSIPAZIONE	"	207
C7.10.1.	SCOPO.....	"	207
C7.10.2.	REQUISITI GENERALI E CRITERI PER IL LORO SODDISFACIMENTO	"	209
C7.10.3.	CARATTERISTICHE E CRITERI DI ACCETTAZIONE DEI DISPOSITIVI.....	"	210
C7.10.4.	INDICAZIONI PROGETTUALI	"	210
C7.10.4.1.	INDICAZIONI RIGUARDANTI I DISPOSITIVI	"	211
C7.10.4.2.	CONTROLLO DI MOVIMENTI INDESIDERATI	"	211
C7.10.4.3.	CONTROLLO DEGLI SPOSTAMENTI SISMICI DIFFERENZIALI DEL TERRENO	"	212
C7.10.4.4.	CONTROLLO DEGLI SPOSTAMENTI RELATIVI AL TERRENO ED ALLE COSTRUZIONI CIRCOSTANTI.....	"	212
C7.10.5.	MODELLAZIONE E ANALISI STRUTTURALE	"	212
C7.10.5.1.	PROPRIETÀ DEL SISTEMA DI ISOLAMENTO	"	213
C7.10.5.2.	MODELLAZIONE	"	213
C7.10.5.3.	ANALISI	"	213
C7.10.5.3.1.	Analisi lineare statica.....	"	214
C7.10.5.3.2.	Analisi lineare dinamica	"	214
C7.10.6.	VERIFICHE.....	"	215
C7.10.6.1.	VERIFICHE AGLI STATI LIMITE DI ESERCIZIO	"	215
C7.10.6.2.	VERIFICHE AGLI STATI LIMITE ULTIMI.....	"	215
C7.10.6.2.1.	Verifiche allo SLV	"	215
C7.10.6.2.2.	Verifiche allo SLC.....	"	216
C7.10.8.	ACCORGIMENTI SPECIFICI IN FASE DI COLLAUDO	"	216
C7.11.	OPERE E SISTEMI GEOTECNICI	"	216
C7.11.1.	REQUISITI NEI CONFRONTI DEGLI STATI LIMITE	"	216
C7.11.2.	CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA AI FINI SISMICI.....	"	216
C7.11.3.	RISPOSTA SISMICA E STABILITÀ DEL SITO.....	"	217
C7.11.3.1.	RISPOSTA SISMICA LOCALE	"	217
C7.11.3.1.1.	Indagini specifiche	"	217
C7.11.3.1.2.	Analisi numeriche di risposta sismica locale.....	"	217
C7.11.3.1.2.1.	<i>Scelta della schematizzazione geometrica e definizione del modello geotecnico di sottosuolo</i>	"	217
C7.11.3.1.2.2.	<i>Definizione delle azioni sismiche di ingresso</i>	"	218
C7.11.3.1.2.3.	<i>Scelta della procedura di analisi</i>	"	218
C7.11.3.4.	STABILITÀ NEI CONFRONTI DELLA LIQUEFAZIONE	"	219
C7.11.3.5.	STABILITÀ DEI PENDII.....	"	219
C7.11.4.	FRONTI DI SCAVO E RILEVATI.....	"	221
C7.11.5.	FONDAZIONI.....	"	221
C7.11.5.1.	REGOLE GENERALI DI PROGETTAZIONE.....	"	221
C7.11.5.1.1.	Modellazione dell'interazione terreno-fondazione-struttura	"	221
C7.11.5.3.	VERIFICHE ALLO STATO LIMITE ULTIMO (SLV) E ALLO STATO LIMITE DI ESERCIZIO (SLD)	"	222

C7.11.5.3.1.	Fondazioni superficiali.....	p.	222
C7.11.5.3.2.	Fondazioni su pali.....	"	222
C7.11.6.	OPERE DI SOSTEGNO.....	"	223
C7.11.6.2.	MURI DI SOSTEGNO	"	223
C7.11.6.3.	PARATIE	"	223
C8.	COSTRUZIONI ESISTENTI.....	"	225
C8.1.	OGGETTO	"	226
C8.2.	CRITERI GENERALI	"	226
C8.3.	VALUTAZIONE DELLA SICUREZZA.....	"	227
C8.4.	CLASSIFICAZIONE DEGLI INTERVENTI	"	228
C8.4.1.	RIPARAZIONE O INTERVENTO LOCALE.....	"	228
C8.4.2.	INTERVENTO DI MIGLIORAMENTO	"	228
C8.4.3.	INTERVENTO DI ADEGUAMENTO	"	229
C8.5.	DEFINIZIONE DEL MODELLO DI RIFERIMENTO PER LE ANALISI.....	"	229
C8.5.1.	ANALISI STORICO-CRITICA	"	230
C8.5.2.	RILIEVO	"	230
C8.5.2.1.	Costruzioni di muratura	"	230
C8.5.2.2.	Costruzioni di calcestruzzo armato o acciaio.....	"	230
C8.5.2.3.	Costruzioni di legno.....	"	232
C8.5.3.	CARATTERIZZAZIONE MECCANICA DEI MATERIALI.....	"	232
C8.5.3.1.	Costruzioni di muratura	"	232
C8.5.3.2.	Costruzioni di calcestruzzo armato o acciaio.....	"	236
C8.5.3.3.	Costruzioni di legno.....	"	236
C8.5.4.	LIVELLI DI CONOSCENZA E FATTORI DI CONFIDENZA.....	"	237
C8.5.4.1.	Costruzioni di muratura	"	238
C8.5.4.2.	Costruzioni di calcestruzzo armato o di acciaio.....	"	239
C8.5.4.3.	Costruzioni di legno.....	"	240
C8.5.5.	AZIONI.....	"	241
C8.5.5.1.	Costruzioni in muratura	"	241
C8.5.5.2.	Costruzioni di calcestruzzo armato o acciaio.....	"	241
C8.6.	MATERIALI	"	241
C8.7.	PROGETTAZIONE DEGLI INTERVENTI	"	241
C8.7.1.	Costruzioni di muratura.....	"	242
C8.7.1.1.	Verifica delle pareti murarie alle azioni non sismiche	"	243
C8.7.1.2.	MECCANISMI LOCALI – METODI DI ANALISI DELLA RISPOSTA SISMICA E CRITERI DI VERIFICA	"	243
C8.7.1.2.1.	Analisi dei meccanismi locali di corpo rigido	"	243
C8.7.1.2.1.1.	<i>Analisi con approccio cinematico lineare.....</i>	"	244
C8.7.1.2.1.2.	<i>Analisi con approccio cinematico non lineare.....</i>	"	246
C8.7.1.2.1.3.	<i>Definizione dell'oscillatore non lineare equivalente</i>	"	246
C8.7.1.2.1.4.	<i>Azioni spettrali da applicare nella verifica dei meccanismi locali</i>	"	247
C8.7.1.2.1.5.	<i>Verifica dello Stato Limite di Danno del meccanismo locale</i>	"	247
C8.7.1.2.1.6.	<i>Verifica degli Stati Limite Ultimi di Salvaguardia della Vita (SLV) e di prevenzione del Collasso (SLC).....</i>	"	247
C8.7.1.2.1.7.	<i>Verifica semplificata dello SLV con fattore di comportamento q (analisi cinematica lineare)</i>	"	248
C8.7.1.2.1.8.	<i>Verifica in spostamento allo SLV e allo SLC (analisi cinematica non lineare)</i>	"	248

C8.7.1.2.1.9.	<i>Verifica con analisi dinamica non lineare dello SLV e SLC</i>	p.	249
C8.7.1.3.	MECCANISMI GLOBALI – METODI DI ANALISI DELLA RISPOSTA SISMICA E CRITERI DI VERIFICA	"	249
C8.7.1.3.1.	Edifici singoli	"	249
C8.7.1.3.1.1.	<i>Pareti murarie</i>	"	251
C8.7.1.3.1.2.	<i>Solai e coperture</i>	"	253
C8.7.1.3.2.	Edifici in aggregato	"	253
C8.7.1.3.3.	Edifici semplici	"	254
C8.7.1.4.	ELEMENTI STRUTTURALI IN LEGNO	"	255
C8.7.2.	COSTRUZIONI DI CALCESTRUZZO ARMATO O DI ACCIAIO	"	255
C8.7.2.1.	REQUISITI DI SICUREZZA	"	255
C8.7.2.1.1.	Stato Limite di prevenzione del collasso (SLC)	"	255
C8.7.2.1.2.	Stati Limite di esercizio	"	255
C8.7.2.2.	METODI DI ANALISI E CRITERI DI VERIFICA	"	255
C8.7.2.2.1.	Analisi statica lineare	"	256
C8.7.2.2.2.	Analisi dinamica modale con spettro di risposta elastico o con fattore di comportamento q	"	256
C8.7.2.2.3.	Analisi statica non lineare	"	256
C8.7.2.2.4.	Analisi dinamica non lineare	"	257
C8.7.2.3.	MODELLI DI CAPACITÀ PER LA VALUTAZIONE DI EDIFICI IN CEMENTO ARMATO	"	257
C8.7.2.3.1.	Travi, pilastri e pareti: flessione con e senza sforzo normale	"	257
C8.7.2.3.2.	Stato limite di prevenzione del collasso	"	257
C8.7.2.3.3.	Stato limite di salvaguardia della vita	"	258
C8.7.2.3.4.	Stato limite di danno	"	258
C8.7.2.3.5.	Travi e pilastri: taglio	"	259
C8.7.2.4.	MODELLI DI CAPACITÀ PER LA VALUTAZIONE DI EDIFICI DI ACCIAIO	"	260
C8.7.2.4.1.	Travi e pilastri: flessione con e senza sforzo normale	"	260
C8.7.2.4.2.	Stato limite di prevenzione del collasso	"	260
C8.7.2.4.3.	Stato limite di salvaguardia della vita	"	261
C8.7.2.4.4.	Stato limite di danno	"	261
C8.7.2.4.5.	Travi e pilastri: Taglio	"	261
C8.7.2.4.6.	Collegamenti	"	261
C8.7.3.	COSTRUZIONI MISTE	"	261
C8.7.4.	CRITERI E TIPI DI INTERVENTO	"	261
C8.7.4.1.	CRITERI PER GLI INTERVENTI DI CONSOLIDAMENTO DEGLI EDIFICI IN MURATURA	"	262
C8.7.4.2.	CRITERI PER GLI INTERVENTI DI CONSOLIDAMENTO DEGLI EDIFICI IN CALCESTRUZZO	"	265
C8.7.4.2.1.	Incamicatura in c.a.	"	265
C8.7.4.2.2.	Incamicatura in acciaio	"	266
C8.7.4.2.3.	Placcatura e fasciatura in materiali compositi	"	267
C8.7.5.	ELABORATI DEL PROGETTO DELL'INTERVENTO	"	267
C8.7.6.	INDICAZIONI AGGIUNTIVE PER GLI ELEMENTI NON STRUTTURALI E GLI IMPIANTI SOGGETTI AD AZIONI SISMICHE	"	268
C8.7.6.1.	INDIVIDUAZIONE DEI COMPONENTI NON STRUTTURALI CHE RICHIEDONO UNA VALUTAZIONE SISMICA	"	268
C8.7.6.2.	CRITERI DI PROGETTAZIONE E AZIONI DI VERIFICA	"	268
C8.7.6.3.	RACCOMANDAZIONI AGGIUNTIVE PER LA LIMITAZIONE DEL RISCHIO DI FUORIUSCITE INCONTROLLATE DI GAS A CAUSA DEL SISMA	"	268

C8.8.	INDICAZIONI AGGIUNTIVE RELATIVE AI PONTI ESISTENTI	p.	272
C8.8.1.	AZIONE SISMICA.....	"	272
C8.8.2.	CRITERI GENERALI.....	"	272
C8.8.3.	LIVELLO DI CONOSCENZA E FATTORE DI CONFIDENZA	"	272
C8.8.4.	MODELLO STRUTTURALE	"	272
C8.8.5.	METODI DI ANALISI E CRITERI DI VERIFICA.....	"	272
C8.8.5.1.	ANALISI LINEARE STATICA	"	272
C8.8.5.2.	ANALISI LINEARE DINAMICA	"	272
C8.8.5.3.	ANALISI NON LINEARE STATICA	"	272
C8.8.5.4.	VERIFICA DEI MECCANISMI DUTTILI	"	273
C8.8.5.5.	VERIFICA DEI MECCANISMI FRAGILI	"	274
C8.8.6.	FONDAZIONI E SPALLE	"	274
C8.8.7.	CLASSIFICAZIONE DEGLI INTERVENTI	"	274
C9.	COLLAUDO STATICO.....	"	277
C9.1.	PRESCRIZIONI GENERALI.....	"	278
C9.2.	PROVE DI CARICO	"	280
C9.2.1.	STRUTTURE PREFABBRICATE.....	"	280
C9.2.2.	PONTI STRADALI.....	"	280
C9.2.3.	PONTI FERROVIARI.....	"	281
C9.2.4.	PONTI STRADALI E FERROVIARI CON DISPOSITIVI DI ISOLAMENTO E/O DISSIPAZIONE.....	"	281
C10.	REDAZIONE DEI PROGETTI STRUTTURALI ESECUTIVI E DELLE RELAZIONI DI CALCOLO	"	283
C10.1.	CARATTERISTICHE GENERALI	"	284
C10.2.	ANALISI E VERIFICHE SVOLTE L'AUSILIO DI CODICI DI CALCOLO	"	286
C10.2.1.	RELAZIONE DI CALCOLO	"	286
C10.2.2.	VALUTAZIONE INDIPENDENTE DEL CALCOLO	"	287
C11.	MATERIALI E PRODOTTI PER USO STRUTTURALE.....	"	289
C11.1.	GENERALITÀ.....	"	290
C11.2.	CALCESTRUZZO	"	293
C11.2.1.	SPECIFICHE PER IL CALCESTRUZZO	"	293
C11.2.2.	CONTROLLI DI QUALITÀ DEL CALCESTRUZZO	"	294
C11.2.3.	VALUTAZIONE PRELIMINARE.....	"	294
C11.2.4.	PRELIEVO E PROVA DEI CAMPIONI	"	294
C11.2.5.	CONTROLLI DI ACCETTAZIONE.....	"	295
C11.2.5.1.	CONTROLLO DI ACCETTAZIONE DI TIPO A	"	295
C11.2.5.2.	CONTROLLO DI ACCETTAZIONE DI TIPO B.....	"	295
C11.2.5.3.	PRESCRIZIONI COMUNI PER ENTRAMBI I CRITERI DI CONTROLLO	"	295
C11.2.6.	CONTROLLO DELLA RESISTENZA DEL CALCESTRUZZO IN OPERA.....	"	297
C11.2.7.	PROVE COMPLEMENTARI	"	298
C11.2.8.	PRESCRIZIONI RELATIVE AL CALCESTRUZZO CONFEZIONATO CON PROCESSO INDUSTRIALIZZATO	"	298
C11.2.12.	CALCESTRUZZI FIBRORINFORZATI (FRC).....	"	299
C11.3.	ACCIAIO.....	"	300
C11.3.1.	PRESCRIZIONI COMUNI A TUTTE LE TIPOLOGIE DI ACCIAIO.....	"	300

C11.3.1.1.	CONTROLLI.....	p.	300
C11.3.1.2.	CONTROLLI DI PRODUZIONE IN STABILIMENTO E PROCEDURE DI QUALIFICAZIONE.....	"	300
C11.3.1.3.	MANTENIMENTO E RINNOVO DELLA QUALIFICAZIONE	"	300
C11.3.1.5.	FORNITURE E DOCUMENTAZIONE DI ACCOMPAGNAMENTO.....	"	300
C11.3.1.7.	CENTRI DI TRASFORMAZIONE	"	301
C11.3.2.	ACCIAIO PER CALCESTRUZZO ARMATO.....	"	302
C11.3.2.1.	ACCIAIO PER CALCESTRUZZO ARMATO B450C.....	"	302
C11.3.2.2.	ACCIAIO PER CALCESTRUZZO ARMATO B450A.....	"	302
C11.3.2.3.	ACCERTAMENTO DELLE PROPRIETÀ MECCANICHE	"	302
C11.3.2.4.	CARATTERISTICHE DIMENSIONALI E DI IMPIEGO.....	"	302
C11.3.2.5.	RETI E TRALICCI ELETTROSALDATI.....	"	302
C11.3.2.8.	ALTRI TIPI DI ACCIAI.....	"	303
C11.3.2.8.2.	Acciai zincati	"	303
C11.3.2.10.	PROCEDURE DI CONTROLLO PER ACCIAI DA CEMENTO ARMATO NORMALE – BARRE E ROTOLI.....	"	303
C11.3.2.10.3.	Controlli nei centri di trasformazione.....	"	303
C11.3.2.10.4.	Prove di aderenza.....	"	304
C11.3.2.12.	CONTROLLI DI ACCETTAZIONE IN CANTIERE.....	"	304
C11.3.3.	ACCIAIO PER CALCESTRUZZO ARMATO PRECOMPRESSO.....	"	305
C11.3.3.5.	PROCEDURE DI CONTROLLO PER ACCIAI DA CALCESTRUZZO ARMATO PRECOMPRESSO	"	305
C11.3.3.5.2.1.	Prove di qualificazione.....	"	305
C11.3.3.5.6.	Prodotti zincati.....	"	305
C11.3.4.	ACCIAI PER STRUTTURE METALLICHE E PER STRUTTURE COMPOSTE	"	305
C11.3.4.1.	GENERALITÀ.....	"	305
C11.3.4.5.	PROCESSO DI SALDATURA	"	305
C11.3.4.6.	BULLONI E CHIODI.....	"	305
C11.3.4.10.	CENTRI DI TRASFORMAZIONE E CENTRI DI PRODUZIONE DI ELEMENTI IN ACCIAIO.....	"	305
C11.3.4.11.	PROCEDURE DI CONTROLLO SU ACCIAI DA CARPENTERIA.....	"	306
C11.3.4.11.2.	Controlli nei centri di trasformazione e nei centri di produzione di elementi tipologici in acciaio.....	"	306
C11.3.4.11.2.1.	<i>Centri di produzione di lamiere grecate e profilati formati a freddo.....</i>	"	306
C11.3.4.11.3.	Controlli di accettazione in cantiere	"	307
C11.4.	ANCORANTI PER USO STRUTTURALE E GIUNTI DI DILATAZIONE.....	"	307
C11.5.	SISTEMI DI PRECOMPRESSIONE A CAVI POST-TESI E TIRANTI DI ANCORAGGIO	"	307
C11.5.1.	SISTEMI DI PRECOMPRESSIONE A CAVI POST TESI.....	"	307
C11.6.	APPOGGI STRUTTURALI.....	"	307
C11.7.	MATERIALI E PRODOTTI A BASE DI LEGNO	"	307
C11.7.1.	GENERALITÀ	"	307
C11.7.2.	LEGNO MASSICCIO	"	308
C11.7.2.1.	LEGNO MASSICCIO CON SEZIONE RETTANGOLARE	"	308
C11.7.2.2.	LEGNO MASSICCIO CON SEZIONI IRREGOLARI	"	308
C11.7.3.	LEGNO STRUTTURALE CON GIUNTI A DITA.....	"	308
C11.7.4.	LEGNO LAMELLARE INCOLLATO E LEGNO MASSICCIO INCOLLATO	"	308
C11.7.5.	PANNELLI A BASE DI LEGNO.....	"	308

C11.7.8.	ELEMENTI MECCANICI DI COLLEGAMENTO	p.	308
C11.7.10.	PROCEDURE DI IDENTIFICAZIONE, QUALIFICAZIONE E ACCETTAZIONE – CENTRI DI LAVORAZIONE	"	308
C11.7.10.1.	FABBRICANTI E CENTRI DI LAVORAZIONE.....	"	308
C11.7.10.1.1.	Identificazione e rintracciabilità dei prodotti qualificati	"	309
C11.7.10.2.	CONTROLLI DI ACCETTAZIONE IN CANTIERE	"	309
C11.8.	COMPONENTI PREFABBRICATI IN C.A. E C.A.P.	"	310
C11.8.1.	GENERALITÀ	"	310
C11.8.3.	CONTROLLO DI PRODUZIONE	"	311
C11.8.4.	PROCEDURE DI QUALIFICAZIONE	"	311
C11.8.4.2.	QUALIFICAZIONE DELLA PRODUZIONE IN SERIE DICHIARATA	"	311
C11.8.4.3.	QUALIFICAZIONE DELLA PRODUZIONE IN SERIE CONTROLLATA	"	311
C11.8.5.	DOCUMENTI DI ACCOMPAGNAMENTO	"	311
C11.8.6.	DISPOSITIVI MECCANICI DI COLLEGAMENTO.....	"	312
C11.9.	DISPOSITIVI ANTISISMICI E DI CONTROLLO DI VIBRAZIONI	"	312
C11.9.1.	TIPOLOGIE DI DISPOSITIVI	"	312
C11.9.3.	PROCEDURA DI ACCETTAZIONE	"	313
C11.9.4.	DISPOSITIVI A COMPORTAMENTO LINEARE.....	"	313
C11.9.5.	DISPOSITIVI A COMPORTAMENTO NON LINEARE	"	313
C11.9.6.	DISPOSITIVI A COMPORTAMENTO VISCOSO	"	314
C11.9.7.	ISOLATORI ELASTOMERICI.....	"	314
C11.9.7.1.	PROVE DI ACCETTAZIONE SUI DISPOSITIVI.....	"	315
C11.10.	MURATURA PORTANTE	"	315
C11.10.1.	ELEMENTI PER MURATURA.....	"	315
C11.10.1.1.	PROVE DI ACCETTAZIONE.....	"	315
C11.10.1.1.1.	Resistenza a compressione degli elementi resistenti artificiali o naturali.....	"	315
C11.10.1.1.1.1.	<i>Resistenza caratteristica a compressione degli elementi nella direzione dei carichi verticali</i>	"	315
C11.10.1.1.1.2.	<i>Resistenza caratteristica a compressione degli elementi nella direzione ortogonale a quella dei carichi verticali e nel piano della muratura</i>	"	316
C11.10.2.	MALTE PER MURATURA	"	316
C11.10.2.4.	PROVE DI ACCETTAZIONE.....	"	316
C11.10.3.	DETERMINAZIONE DEI PARAMETRI MECCANICI DELLA MURATURA.....	"	316
C11.10.3.2.	RESISTENZA CARATTERISTICA A TAGLIO IN ASSENZA DI TENSIONI NORMALI.....	"	316
C11.10.3.2.1.	Determinazione sperimentale della resistenza a taglio	"	316
↘	IL SOFTWARE INCLUSO (WEBAPP)	"	317
	Note sul software incluso.....	"	317
	Requisiti hardware e software	"	317
	Richiesta della password di attivazione del software	"	317
	Utilizzo della WebApp.....	"	317
	Assistenza tecnica (TicketSystem)	"	317

**MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE
E DEI TRASPORTI**

CIRCOLARE 21 gennaio 2019, n. 7 C.S.LL.PP..

Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle “Norme tecniche per le costruzioni”» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018.

**IL MINISTRO DELLE INFRASTRUTTURE
E DEI TRASPORTI**

Con decreto ministeriale 17 gennaio 2018, pubblicato nel supplemento ordinario alla *Gazzetta Ufficiale* del 20 febbraio 2018, n. 42 è stato approvato l'aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni», testo normativo che raccoglie in forma unitaria le norme che disciplinano la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle costruzioni al fine di garantire, per stabiliti livelli di sicurezza, la pubblica incolumità.

Tale aggiornamento costituisce un più avanzato sistema normativo atto a fornire i criteri generali di sicurezza, a precisare le azioni che devono essere utilizzate nel progetto, a definire le caratteristiche dei materiali ed a trattare gli aspetti attinenti alla sicurezza strutturale delle opere, nuove ed esistenti: impostazione condivisa dal mondo accademico, professionale e produttivo-imprenditoriale.

In considerazione del carattere innovativo di detto aggiornamento, si è ritenuto opportuno emanare la presente circolare applicativa che sostituisce la precedente circolare n. 617 del 2 febbraio 2009, relativa alle norme tecniche approvate con decreto ministeriale 14 gennaio 2008, la quale ha lo scopo di fornire agli operatori del settore, ed in particolare ai progettisti, opportuni chiarimenti, indicazioni ed elementi informativi per una più agevole ed univoca applicazione delle norme stesse.

Pur essendo state apportate numerose e significative modifiche rispetto alla precedente circolare, non è stato cambiato l'impianto generale e l'articolazione del documento e, pertanto, il testo è articolato conformemente alle norme tecniche di cui mantiene la medesima strutturazione in capitoli e paragrafi, al fine di una più agevole consultazione.

La presente circolare è stata sottoposta al parere dell'Assemblea generale del Consiglio superiore dei lavori pubblici, che si è espressa favorevolmente in data 27 luglio 2018, con voto n. 29/2017.

Roma, 21 gennaio 2019

Il Ministro: TONINELLI

CAPITOLO C1.

INTRODUZIONE



**PRONTO
GRAFILL**

**CLICCA per maggiori informazioni
... e per te uno SCONTO SPECIALE**

C1.1 LOGICA DELLA NORMA

L'attuale revisione delle Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC) viene alla luce nove anni dopo l'emanazione delle NTC08. Questo lungo lasso di tempo si è reso necessario in considerazione delle importanti novità introdotte dalla precedente normativa, che ha rappresentato un vero e proprio giro di boa rispetto al passato, e per consentire, quindi, ai fruitori di acquisire una consuetudine all'uso e una sensibilità tali da far emergere quegli aspetti meno chiari o controversi che, unitamente al miglioramento delle conoscenze tecniche e scientifiche oltre che all'evoluzione tecnologica, determinano la spinta verso la revisione di un testo normativo.

Pur essendo state apportate numerose e significative modifiche e integrazioni al testo precedente, nell'aggiornare le Norme non è stato cambiato l'impianto generale e l'articolazione del documento.

In effetti, la sismicità del nostro paese, diffusa in tutto il territorio nazionale, e i condizionamenti progettuali connessi con la presenza di azioni sismiche, suggerirebbero l'opportunità di unificare, sintetizzandoli, i contenuti del Capitolo 7 (**Progettazione per azioni sismiche**) con i precedenti Capitoli 4 (**Costruzioni civili e industriali**), 5 (**Ponti**) e 6 (**Progettazione geotecnica**). Ciò nonostante si è realisticamente preferito lavorare solo sui contenuti delle Norme.

Tenuto conto di tutto ciò, con queste note introduttive si intende offrire al progettista una linea guida e rendere univoca l'interpretazione per agevolare l'uso delle Norme, evidenziando all'interno delle stesse quei percorsi logici unitari e unificanti che, non necessariamente, corrispondono alla mera successione dei Capitoli.

Il percorso progettuale, volendolo sintetizzare, può ritenersi articolato nelle fasi della *concezione*, della *verifica*, della *esecuzione* e del *controllo*:

- la *concezione* è tutta e sola appannaggio della creatività, della competenza tecnica e dell'esperienza del singolo progettista; essa ricade nella sua esclusiva responsabilità, certo non può essere normata;
- la *verifica*, la *esecuzione* e il *controllo*, invece, ricadono nella sfera delle attività collettive, assumendo l'aspetto di un contratto sociale, di una convenzione che, pur essendo basata su valutazioni scientifiche, giunge a fissare la frontiera tra lecito e illecito, tra accettato e rifiutato.

La normativa, proprio per il suo carattere eminentemente contrattuale e sociale, non si occupa della *concezione*, ma solo della *verifica*, della *esecuzione* e del *controllo*.

In questo ambito, certamente più ristretto, dello sviluppo progettuale, assumono importanza preminente, per gli obiettivi innanzi dichiarati, il *modello di calcolo* e il *metodo di analisi*, tenendo presente che le costruzioni civili, rispetto ai prodotti industriali, ad esempio, costituiscono sempre "oggetti unici", cioè "prototipi". Per quest'ultimo motivo è utile identificare e riconoscere, da subito, quegli elementi unificanti, validi cioè per ogni costruzione, necessari per l'individuazione del *modello di calcolo* e la scelta del *metodo di analisi*.

Per ogni costruzione civile il confronto tra capacità e domanda, che la valutazione del livello di sicurezza impone, richiede una quantificazione conseguita attraverso il filtro del *modello di calcolo* individuato e del *metodo di analisi* prescelto.

La normativa lascia il *modello di calcolo* alla sostanziale discrezionalità del progettista, con alcune prescrizioni minime ineludibili. Ai fini della modellazione, quanto prescritto dalle Norme al § 6.2.2 (**Indagini, caratterizzazione e modellazione geotecnica**) e al § 7.2.6 (**Criteri di modellazione della struttura e dell'azione sismica**) costituisce certamente un elemento comune a tutte le costruzioni civili.

Passando ai *metodi di analisi*, le revisionate NTC ne consentono più d'uno; ovviamente si dovrà armonizzare il metodo di analisi con le scelte fatte in sede di modellazione. Ai fini della scelta dei metodi di analisi, quanto prescritto dalle Norme al § 4.1.1 (**Valutazione della sicurezza e metodi di analisi**), al § 6.2.4 (**Verifiche della sicurezza e delle prestazioni**) e al § 7.3 (**Metodi di analisi e criteri di verifica**), costituisce un elemento comune a tutte le costruzioni civili.

È dunque utile e opportuno, nelle fasi di modellazione e analisi di una costruzione, considerare insieme, e nell'insieme, i paragrafi innanzi indicati, perseguendo così quell'unitarietà di impostazione che il percorso progettuale delle costruzioni richiede.

Questa unitarietà di impostazione, peraltro - che gli aspetti trattati siano quelli architettonico-distributivi o quelli della meccanica dei terreni, dei materiali e delle strutture o quelli dell'ambiente interno e degli impianti che lo formano e lo controllano - deve essere percepita e tenacemente perseguita fin dalla fase della "*concezione*", che pure esula dall'ambito normativo; solo così, quando dalla *concezione* si passerà, rientrando nell'ambito della normativa, alla *verifica*, alla *esecuzione* e al *controllo*, si potrà conseguire la desiderata unitarietà.

Un aspetto centrale della modellazione, con evidenti riflessi sulla scelta del metodo di analisi, è la ricerca di una risposta duttile della costruzione e del terreno di fondazione.

Una risposta duttile permette di evitare, per quanto possibile, la formazione di meccanismi parziali; ciò avviene per effetto del comportamento di tipo incrudente positivo proprio di questa risposta, tale cioè da permettere ridistribuzioni delle sollecitazioni e da perseguire, al crescere delle azioni esterne, la formazione di meccanismi globali.

Ovviamente, un sistema duttile, costruzione o terreno che sia, mobilita progressivamente la sua capacità a prezzo di deformazioni crescenti. Ecco dunque l'attenzione delle NTC nei riguardi degli stati limite di esercizio, attenzione che si deve trasferire al progettista.

Le considerazioni innanzi espresse evidenziano i limiti concettuali, ai fini della valutazione della duttilità necessaria, delle analisi che fanno riferimento al solo modello di mezzo elastico lineare o al solo modello di mezzo rigido-plastico, mentre tale obiettivo è perseguibile con modelli non lineari, in grado di descrivere adeguatamente il comportamento duttile di una costruzione. Il riferimento a modelli non lineari e a comportamento elastoplastico inelastico è ormai consolidato nell'ingegneria strutturale e geotecnica e i metodi di analisi che incorporano questi modelli sono ormai implementati in programmi di analisi di ampia diffusione. Peralto il metodo di analisi più diffuso rimane quello che modella le strutture come elastiche lineari, eventualmente tenendo conto dei così detti effetti del 2° ordine mediante matrici di rigidezza geometriche. La dimestichezza che con esso hanno i progettisti, unita all'indubbia facilità d'uso, hanno fatto sì che le revisionate NTC lo utilizzino sistematicamente, favorendone l'adozione anche in presenza di azioni dinamiche di forte entità (il sisma eccezionale) e di comportamenti dei materiali fortemente non lineari per eccesso di deformazione, oltre che di tensione.

Da un lato, dunque, modello di analisi elastico lineare, dall'altro materiale deformato fortemente, ben oltre il limite elastico; questa evidente contraddizione ha motivazioni precise che è bene ricostruire.

Nella continua ricerca di soluzioni sicure e più economiche, l'ingegneria civile è stata, di necessità, costretta a spingersi nel campo delle deformazioni plastiche, cercando nella plasticità e nella riduzione di rigidezza che essa comporta un modo per favorire la naturale redistribuzione della domanda sia sulla singola sezione e sulla singola membratura, sia sull'intera costruzione; un modo, dunque, per conseguire costruzioni ad un tempo più sicure e più economiche.

Tale processo ha interessato, negli anni, dapprima la sezione e immediatamente dopo l'intera costruzione, sostanziosamente nelle metodologie tipiche dell'analisi limite (analisi plastica) e dell'analisi non lineare. Nello specifico, si è passati: per la sezione, dal valutare la capacità riferendosi alle tensioni (metodo delle tensioni ammissibili, non più ammesso dalle revisionate NTC) al valutarla riferendosi alle resistenze (metodo a rottura), per la costruzione, dal valutare la domanda con analisi lineari elastiche al valutarla con analisi plastiche o non lineari.

A questo punto, è bene precisare che la ricerca di duttilità non è confinata ai casi in cui l'azione sismica sia dimensionante, anzi essa è basilare, in tutte le altre situazioni di carico, per conseguire la robustezza, ovvero la "capacità di evitare danni sproporzionati rispetto all'entità di possibili cause innescanti eccezionali ..." e di eventuali errori di progettazione o di esecuzione.

Le accortezze costruttive, utili per conseguire sezioni, elementi, collegamenti, strutture duttili (indipendentemente dalla duttilità intrinseca del materiale impiegato), si possono dunque utilizzare sistematicamente, qualunque sia l'azione che produce la domanda; in particolare la progettazione in capacità e i particolari costruttivi illustrati nel Capitolo 7 migliorano il comportamento locale e d'insieme anche in presenza di azioni gravitazionali o di azioni eccezionali.

In tal senso sono utilmente generalizzabili la distinzione tra sezioni, elementi, collegamenti a comportamento fragile e a comportamento duttile e le accortezze finalizzate ad accoppiare correttamente gli uni con gli altri e a conseguire un comportamento duttile sia locale sia globale, evitando i collassi locali.

L'ampia messe di dati sperimentali resi disponibili, evidenziando la sostanziale aleatorietà dei parametri che caratterizzano sia i materiali sia le azioni, ha poi costretto a trattare il problema della sicurezza in termini probabilistici, sempre, indipendentemente dal metodo d'analisi adottato.

La sicurezza viene valutata, come recita il § 2.1. "Principi fondamentali", riferendosi a precisi Stati Limite, sia Ultimi (SLU) sia di Esercizio (SLE), : "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"; il "mancato superamento di uno stato limite" ("verifica") è immediatamente deducibile dalla definizione stessa dello stato limite.

Per alcuni degli Stati Limite Ultimi (SLU) si prefigura la necessità di cogliere il comportamento d'insieme della costruzione al di là del limite elastico; ciò avviene per gli Stati Limite Ultimi:

- a. raggiungimento della massima capacità di resistenza della struttura nel suo insieme;
- b. raggiungimento di una condizione di cinematismo;

per la verifica dei quali si deve ricorrere o ad un modello plastico o ad un modello non lineare. È evidente, infatti, che un modello elastico lineare non sempre consente di leggere il raggiungimento della massima capacità d'insieme o il manifestarsi di una condizione di cinematismo e, dunque, non sempre consente di progettare sfruttando a pieno la capacità della costruzione.

Da tale constatazione scaturisce l'abbinamento tra analisi elastica lineare e verifica della sezione effettuata accettando che il materiale si deformi fortemente, ben oltre il limite elastico, con la evidente contraddizione prima segnalata.

Volendo effettuare un'analisi elastica lineare e non potendo "verificare" gli stati limite d) ed e) si rinuncia a utilizzare, consapevolmente e totalmente, la capacità d'insieme della costruzione (seguendone l'evoluzione al crescere della domanda) e ci si limita a sfruttare, cautelativamente e a favore di sicurezza, la capacità delle singole sezioni.

Come necessariamente avviene, a fronte di un metodo di "verifica" che opera a favore di sicurezza, la struttura finisce per avere un eccesso di capacità (sovracapacità) rispetto alla capacità minima ammessa. La significativa sovra capacità conseguita valutando la domanda con un'analisi elastica lineare e verificando le sezioni a rottura si può leggere, con un'analisi plastica o non lineare, seguendo la domanda e la sua evoluzione al plasticizzarsi delle sezioni.

CAPITOLO C2.

SICUREZZA E PRESTAZIONI ATTESE

C2.1 PRINCIPI FONDAMENTALI

Nel Capitolo 2 delle NTC sono illustrati i principi fondamentali per la progettazione strutturale, alla base delle disposizioni applicative trattate nei Capitoli successivi. L'impostazione scientifica e le modalità della trattazione sono state rese il più possibile coerenti con il formato degli Eurocodici, ai quali è possibile fare riferimento per gli eventuali necessari approfondimenti.

Il metodo di riferimento per la verifica della sicurezza è quello semiprobabilistico agli Stati Limite basato sull'impiego dei coefficienti parziali; è stato definitivamente eliminato ogni riferimento al metodo alle tensioni ammissibili. Ovviamente, nel caso di valutazioni di sicurezza di strutture esistenti, laddove si ricorra al "progetto simulato" è ammesso il ricorso ai metodi di verifica previsti all'epoca del progetto originario.

Le NTC prescrivono che le costruzioni posseggano requisiti di:

- sicurezza nei confronti di stati limite ultimi (SLU)
- sicurezza nei confronti di stati limite di esercizio (SLE)
- sicurezza antincendio
- durabilità
- robustezza.

Sui requisiti inerenti la sicurezza per gli stati limite ultimi, di esercizio e per la sicurezza antincendio è sostanzialmente mantenuta l'impostazione delle precedenti NTC.

Ferme restando le procedure autorizzative previste per le parti strutturali, viene precisato che i componenti, sistemi e prodotti, edili od impiantistici, non facenti parte del complesso strutturale, ma che svolgono funzione statica autonoma nei casi in cui il loro eventuale cedimento sia causa di conseguenze non trascurabili per la sicurezza, debbano essere progettati ed installati nel rispetto dei livelli di sicurezza e delle prestazioni previste per gli elementi a carattere propriamente strutturale.

In ordine ai requisiti di durabilità, la norma, oltre a prevedere, ove possibile, verifiche specifiche per i diversi materiali, tali da garantire indirettamente l'ottenimento del livello di durabilità prescritto, individua al § 2.2.4 possibili strategie da seguire, sia in fase di progettazione, sia in fase di esercizio della costruzione, per limitare il degrado dei materiali per uso strutturale entro limiti accettabili.

Rispetto alle precedenti NTC, al § 2.2.5 viene, poi, approfondito il tema della robustezza strutturale, essendo fornite alcune strategie progettuali per il conseguimento di tale requisito, in relazione all'uso previsto per la costruzione.

Per le opere esistenti, rimandando per maggiori dettagli al Capitolo 8, si precisa che è possibile fare riferimento a livelli di sicurezza diversi da quelli delle nuove opere ed è anche possibile considerare solo gli stati limite ultimi, prescindendo dagli stati limite di servizio.

Al proposito, è necessario osservare che in pratica possono presentarsi casistiche molto diverse, e che occorre distinguere gli effetti delle azioni sismiche da quelli delle azioni non sismiche. Le diverse casistiche che possono presentarsi nella pratica sono sostanzialmente riconducibili alle seguenti:

- a) costruzioni soddisfacenti i livelli di sicurezza previsti da norme previgenti per azioni ambientali non sismiche, nelle quali i livelli di sicurezza si riducano al disotto dei limiti ammessi per effetto di modifiche normative dei valori delle azioni (quali, ad esempio, aumento del carico neve, modifica dell'azione del vento ecc.) o delle modalità di verifica (es: valutazione del taglio resistente negli elementi strutturali di c.a., ecc.);
- b) costruzioni non soddisfacenti i livelli di sicurezza previsti da norme, sia previgenti, sia in vigore, per azioni non sismiche di origine gravitazionale;
- c) costruzioni non soddisfacenti i livelli di sicurezza previsti da norme, sia previgenti, sia in vigore, per azioni non sismiche agenti in direzione orizzontale;
- d) costruzioni non soddisfacenti i livelli di sicurezza previsti da norme, sia previgenti, sia in vigore, per azioni sismiche.

Nel caso a) se il livello di sicurezza attuale può essere considerato accettabile, non è necessario intervenire; nel caso b) è necessario intervenire, conformando i carichi gravitazionali nelle zone oggetto di intervento a quelli previsti dalle NTC, con le modalità indicate nel Capitolo 8; nei casi c) e d) si deve operare, in accordo con quanto previsto nel Capitolo 8, in funzione della classificazione dell'intervento. Si segnala che nei casi c) e d) l'intervento è necessario soltanto quando si ricada in una delle tre categorie d'intervento previste nel Capitolo 8 delle norme: intervento locale o riparazione, miglioramento, adeguamento.

C2.2 REQUISITI DELLE OPERE STRUTTURALI

C2.2.5 ROBUSTEZZA

Il requisito della robustezza è inteso come la "capacità di evitare danni sproporzionati rispetto all'entità di possibili cause innescanti eccezionali quali esplosioni e urti" e, più in generale, rispetto a qualsiasi evento di carattere eccezionale, che possa causare il collasso di una parte limitata dell'organismo strutturale. Le misure che possono essere adottate a tal fine nella progettazione sono legate

all'uso previsto della costruzione e alle conseguenze del suo eventuale collasso. L'effettivo livello di robustezza di una costruzione dipende anche, ed in modo non trascurabile, dalle peculiarità del progetto, ed è estremamente complesso da quantificare attraverso prescrizioni progettuali, unicamente riconducibili a verifiche numeriche; esso attiene, più in generale, alla corretta concezione dell'organismo strutturale e dei suoi dettagli costruttivi.

In via generale la progettazione delle costruzioni condotta secondo le prescrizioni contenute nelle NTC, tenuto conto dei criteri di progettazione per le azioni sismiche, garantisce il conseguimento di livelli di robustezza che possono essere ritenuti, in generale, soddisfacenti. Per costruzioni di particolare importanza o complessità strutturale o, laddove ritenuto necessario, anche in relazione alle specificità del progetto, il livello di robustezza potrà essere incrementato attraverso l'adozione di motivate strategie progettuali tra quelle elencate al § 2.2.5, che possono essere combinate tra loro.

Le verifiche per le azioni eccezionali riferite a scenari di rischio prevedibili in sede di progetto fanno parte del complesso delle misure da adottare per il conseguimento della robustezza.

C2.3 VALUTAZIONE DELLA SICUREZZA

Le NTC si fondano sui criteri del metodo semiprobabilistico agli stati limite, basato sull'impiego dei coefficienti parziali, che è applicabile nella generalità dei casi.

Per opere di particolare importanza, oltre al metodo semiprobabilistico, possono essere utilizzati anche metodi di livello superiore, sulla base di indicazioni contenute in documenti di comprovata validità, di cui al Capitolo 12 delle NTC. Appare utile sottolineare come l'implementazione di questi ultimi metodi richieda la dimostrazione di specifiche competenze, nonché della disponibilità di dati sufficienti per l'adeguata modellazione probabilistica delle variabili in gioco, essendo i risultati di tali analisi largamente influenzati dalle ipotesi assunte alla base delle verifiche stesse.

Qualora venga fatto ricorso a metodi di livello superiore, è necessario che i risultati ottenuti siano verificati anche a mezzo di analisi di sensitività volte a determinare l'influenza delle assunzioni di calcolo sui risultati stessi. In relazione al controllo delle assunzioni di calcolo e dei risultati ottenuti, si richiama la valutazione indipendente del calcolo prevista al §10.2.2 delle NTC.

C2.4 VITA NOMINALE DI PROGETTO, CLASSI D'USO E PERIODO DI RIFERIMENTO

C2.4.1 VITA NOMINALE DI PROGETTO

Al punto 2.4.1 delle norme, anche ai fini delle verifiche sismiche, è definita la "vita nominale di progetto" di un'opera, V_N , che è convenzionalmente definita come il numero di anni nel quale l'opera, purché ispezionata e mantenuta come previsto in progetto, manterrà i livelli prestazionali e svolgerà le funzioni per i quali è stata progettata.

Le opere sono classificate in tre differenti categorie, per ciascuna delle quali viene fissato il valore minimo di V_N : 10 anni per le strutture temporanee e provvisorie e quelle in fase di costruzione, 50 anni per le opere con livelli di prestazione ordinari, 100 anni per le opere con livelli di prestazione elevati.

V_N è dunque il parametro convenzionale correlato alla durata dell'opera alla quale viene fatto riferimento in sede progettuale per le verifiche dei fenomeni dipendenti dal tempo, (ad esempio: fatica, durabilità, ecc.), rispettivamente attraverso la scelta ed il dimensionamento dei particolari costruttivi, dei materiali e delle eventuali applicazioni di misure protettive per garantire il mantenimento dei livelli di affidabilità, funzionalità e durabilità richiesti.

Il periodo di ritorno dei sovraccarichi e delle azioni climatiche agenti sulla costruzione non è correlato alla vita nominale di progetto dell'opera, essendo i livelli di affidabilità regolati dalla combinazione dei coefficienti parziali $\gamma_{F,r}$ calibrati per essere utilizzati congiuntamente ai valori caratteristici delle azioni stesse. Questi ultimi sono definiti indipendentemente dalla vita nominale attesa per la costruzione con un preassegnato periodo di ritorno (a titolo esemplificativo: 50 anni per le azioni ambientali, 1000 anni per le azioni da traffico, vedasi § 2.5.2).

Quale eccezione alla invariabilità del periodo di ritorno delle azioni di natura climatica, per le sole verifiche nelle fasi costruttive, si può fare riferimento a periodi di ritorno ridotti delle azioni stesse, così come specificato ai §§ 3.3, 3.4 e 3.5.

Il periodo di ritorno dell'azione sismica agente sulla costruzione, invece, è funzione anche della vita nominale della costruzione, oltre che della classe d'uso, del tipo di terreno e della pericolosità del sito.

E' ragionevole attendersi che i dettagli dimensionali volti a garantire una maggiore durabilità producano, in generale, anche un incremento della sicurezza della costruzione. Ciò avviene anche per quanto attiene la capacità nei confronti dell'azione sismica, visto che per garantire una maggiore durabilità si progetta con un'azione sismica più grande.

L'adozione di una Vita nominale superiore al valore minimo indicato per ciascun livello di prestazione, infatti, conduce ad una costruzione dotata di una maggiore capacità resistente alle azioni sismiche che, conseguentemente, subirà danni minori e, quindi, minori costi di manutenzione per la riparazione del danno prodotti.

CAPITOLO C3.

AZIONI SULLE COSTRUZIONI

C3.1 OPERE CIVILI ED INDUSTRIALI

C3.1.3 CARICHI PERMANENTI NON STRUTTURALI

Nel paragrafo § 3.1.3 delle NTC si danno indicazioni sui carichi permanenti non strutturali e sulla possibilità di rappresentarli come uniformemente distribuiti, nei limiti dati ai capoversi 3° e 4°. In particolare, vengono mostrate le equivalenze per i divisori con peso per unità di lunghezza non superiore a 5,0 kN/m.

C3.1.4 SOVRACCARICHI

Anzitutto è stato cambiato il titolo del paragrafo, da Carichi variabili, derivato dall'UNI EN 1991-1-1, in Sovraccarichi, più noto da tempo ai Tecnici italiani.

Vi sono poi modifiche alla Tab. 3.1.II Valori dei sovraccarichi per le diverse categorie d'uso delle costruzioni.

Si tratta di modifiche che si muovono nel senso di avvicinare ulteriormente il testo a quello dell'Eurocodice, pur conservando l'impostazione generale precedente.

Per le costruzioni scolastiche si applicano i valori dei sovraccarichi riportati nelle vigenti NTC; il D.M. 18.12.1975, riportante le norme tecniche relative all'edilizia scolastica, non si applica ai sensi dell'articolo 12, comma 5, della Legge 11 gennaio 1996, n.23.

I valori di progetto indicati nella Tabella 3.1.II costituiscono valori da adottare in relazione alla destinazione funzionale degli ambienti. In fase di progetto, al fine di tenere conto della possibile futura modifica della destinazione funzionale degli ambienti, può essere opportuno adottare i valori dei sovraccarichi corrispondenti alla pertinente destinazione funzionale più critica.

C3.1.4.1 SOVRACCARICHI VERTICALI UNIFORMEMENTE DISTRIBUITI

Questo nuovo paragrafo appare importante perché consente al Progettista di ridurre l'entità complessiva del sovraccarico verticale da considerare nel progetto sia su elementi orizzontali (ad es. travi) sia su elementi verticali (ad es. pilastri) in funzione della estensione della superficie interessata per le membrature orizzontali, e in funzione del numero di piani per le membrature verticali. In questo modo è possibile tenere conto della ridotta probabilità che si raggiunga il valore caratteristico del sovraccarico su superfici orizzontali sufficientemente estese o su tutti i piani dell'edificio.

Il testo riportato a questo proposito nelle NTC 2018 è ripreso dall'UNI EN 1991-1-1 ed è quindi possibile riferirsi direttamente all'Eurocodice per eventuali chiarimenti.

C3.1.4.2 SOVRACCARICHI VERTICALI CONCENTRATI

Il testo di questo nuovo paragrafo chiarisce il modo di effettuare le verifiche sotto i carichi concentrati precisando le impronte e le altre indicazioni necessarie.

C3.1.4.3 SOVRACCARICHI ORIZZONTALI LINEARI

Malgrado il cambio di numero e di titolo di questo paragrafo, non vi sono significative differenze fra le attuali NTC e le precedenti.

C3.2 AZIONE SISMICA

Il § 3.2, inerente la definizione dell'azione sismica, presenta alcune variazioni introdotte allo scopo di aggiornare approcci e procedure di calcolo all'attuale stato delle conoscenze.

Il dato di partenza per la definizione dell'azione sismica rimane sempre lo studio di pericolosità sismica italiana di base, i cui risultati sono stati prodotti e messi in rete dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV).

L'azione sismica è valutata in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido a superficie topografica orizzontale, sito per sito e costruzione per costruzione.

Tale approccio, che rappresentava una delle principali novità delle NTC 2008, rimane invariato nell'attuale versione e dovrebbe condurre in media, sull'intero territorio nazionale, ad una significativa ottimizzazione dei costi delle costruzioni antisismiche, a parità di sicurezza.

La pericolosità sismica di un sito è descritta dalla probabilità che, in un fissato lasso di tempo, in detto sito un parametro che descrive il moto sismico superi un valore prefissato. Nelle NTC 2018, tale lasso di tempo, espresso in anni, è denominato "periodo di riferimento" V_R e la probabilità è denominata "probabilità di eccedenza o di superamento nel periodo di riferimento" P_{V_R} .

Ai fini della determinazione delle azioni sismiche di progetto nei modi previsti dalle NTC, la pericolosità sismica del territorio nazionale è definita convenzionalmente facendo riferimento ad un sito rigido (di categoria A) con superficie topografica orizzontale (di categoria T1), in condizioni di campo libero, cioè in assenza di manufatti. Negli sviluppi successivi il sito di riferimento sarà dunque caratterizzato da sottosuolo di categoria A e superficie topografica di categoria T1.

Le caratteristiche del moto sismico atteso al sito di riferimento, per una fissata P_{V_R} , sono espresse dall'accelerazione massima e dallo spettro di risposta elastico in accelerazione.

È ammessa la possibilità di descrivere il terremoto in forma di storie temporali del moto del terreno, a condizione che esse siano compatibili con le caratteristiche del moto sismico attese. In particolare, per ciascuna P_{V_R} i caratteri del moto sismico su sito di riferimento rigido orizzontale sono descritti dalla distribuzione sul territorio nazionale delle seguenti grandezze, sulla base delle quali risultano compiutamente definiti gli spettri elastici di risposta:

a_g = accelerazione massima al sito;

F_o = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;

T_C^* = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Il valore di a_g è desunto dalla pericolosità di riferimento, attualmente fornita dallo **INGV**, mentre F_o e T_C^* sono calcolati in modo che gli spettri di risposta elastici in accelerazione, velocità e spostamento forniti dalle NTC approssimino al meglio i corrispondenti spettri di risposta elastici in accelerazione, velocità e spostamento derivanti dalla pericolosità di riferimento.

I valori di a_g , F_o e T_C^* sono riportati negli allegati A e B al decreto del Ministro delle Infrastrutture 14 gennaio 2008 pubblicato nel S.O. alla Gazzetta Ufficiale del 4 febbraio 2008 n. 29 e negli eventuali successivi aggiornamenti; di essi si fornisce la rappresentazione in termini di andamento medio in funzione del periodo di ritorno T_R per l'intero territorio nazionale. (v. Figure C3.2.1 a, b, c). Si riportano inoltre, in corrispondenza di ciascun valore di T_R , i relativi intervalli di confidenza al 95% valutati con riferimento ad una distribuzione log-normale, per fornire una misura della loro variabilità sul territorio ("variabilità spaziale").

Nel caso di costruzioni di notevoli dimensioni, va considerata l'azione sismica più sfavorevole calcolata sull'intero sito ove sorge la costruzione e, ove fosse necessario, la variabilità spaziale del moto di cui al § 3.2.5.

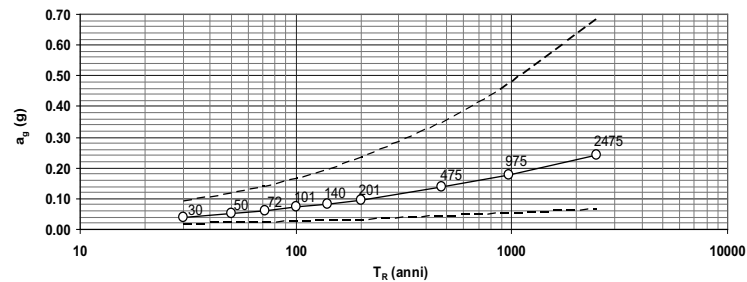


Figura C3.2.1 a – Variabilità di a_g con T_R : andamento medio sul territorio nazionale ed intervallo di confidenza al 95%

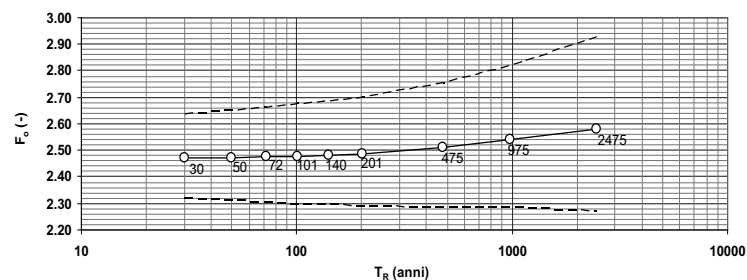


Figura C3.2.1 b – Variabilità di F_o con T_R : andamento medio sul territorio nazionale ed intervallo di confidenza al 95%

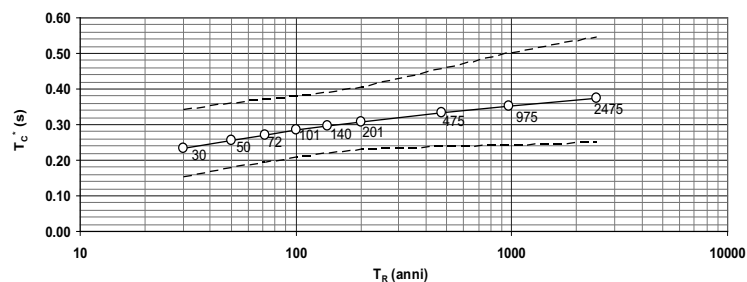


Figura C3.2.1 c – Variabilità di T_C^* con T_R : andamento medio sul territorio nazionale ed intervallo di confidenza al 95%

CAPITOLO C4.

COSTRUZIONI CIVILI E INDUSTRIALI

Nel Capitolo 4 le NTC definiscono, per i diversi materiali considerati, le caratteristiche richieste, i metodi di analisi per le rispettive strutture, le verifiche, sia locali che globali, che occorre effettuare per accertare il rispetto dei diversi stati limite fissati, le indicazioni sui particolari costruttivi e sulle modalità esecutive, le specifiche relative alla resistenza al fuoco e alle azioni eccezionali.

Le prescrizioni aggiuntive legate alla presenza di azioni sismiche sono specificate nel Capitolo 7.

C4.1 COSTRUZIONI DI CALCESTRUZZO

Rispetto alle NTC precedenti, la tabella 4.1.I non riporta le classi C28/35 e C32/40, indicando invece la Classe C 30/37; tuttavia le NTC prevedono che le prime possono ancora essere prese in considerazione, sia pur in via residuale. Ai soli fini della valutazione della durabilità, dette classi di resistenza C28/35 e C32/40, possono essere adottate per le classi di esposizione ambientale in cui sono prescritti i valori minimi delle classi di resistenza immediatamente inferiori.

Per l'impiego di calcestruzzi con classi di resistenza superiori alla C45/55 è richiesta una sperimentazione preventiva per accertare le proprietà afferenti a resistenza e durabilità e per predisporre il controllo di qualità della produzione.

Per le Classi di resistenza superiori a C70/85 deve essere richiesta l'autorizzazione ministeriale mediante le procedure già stabilite per altri materiali "innovativi".

Per le verifiche allo Stato Limite Ultimo (SLU), il coefficiente parziale di sicurezza per il calcestruzzo γ_c resta fissato a 1,5, in accordo con la UNI EN 1992; il coefficiente α_{cc} resta fissato a 0,85, a differenza di quello proposto dalla UNI EN 1992.

In relazione ai materiali ed ai coefficienti di sicurezza si è stabilito di non penalizzare le tecnologie innovative, accettando ad esempio l'utilizzazione dei calcestruzzi ad alta resistenza, ma mantenendo prudenza sui coefficienti di sicurezza.

Vengono definiti i legami costitutivi parabola-rettangolo, elasto-plastico e stress block per il calcestruzzo e vengono forniti i valori limite per le deformazioni specifiche, che coincidono con quelli tradizionali per i calcestruzzi di classe fino a C50/60, mentre sono opportunamente ridotti per quelli di classe superiore.

Il coefficiente parziale di sicurezza per l'acciaio da armatura γ_s rimane, per tutti i tipi, pari a 1,15.

Vengono definiti i legami costitutivi per l'acciaio. È previsto l'utilizzo tanto di un legame elastico-plastico quanto di uno elastico-incrudente.

Per quanto riguarda le pavimentazioni in calcestruzzo può farsi utile riferimento alle CNR-DT 211/2014 "Istruzioni per la Progettazione, l'Esecuzione ed il Controllo delle Pavimentazioni di Calcestruzzo".

C4.1.1 VALUTAZIONE DELLA SICUREZZA E METODI DI ANALISI

C4.1.1.1 ANALISI ELASTICA LINEARE

Nel seguito si forniscono alcune precisazioni integrative in riferimento all'analisi elastica lineare con redistribuzione dei momenti prevista al § 4.1.1.1 delle NTC.

Cautelativamente, le NTC proibiscono la redistribuzione dei momenti nei pilastri e nei nodi consentendola nelle travi continue (sia appartenenti che non appartenenti a telai), nelle solette e nei telai, alle condizioni seguenti:

- gli effetti del 2° ordine siano trascurabili;
- le sollecitazioni di flessione siano prevalenti;
- i rapporti tra le luci di campate contigue siano compresi nell'intervallo 0,5-2,0.

Nel seguito, per semplicità, si farà riferimento alle sole travi, restando inteso che le relative considerazioni sono immediatamente estendibili alle solette.

La redistribuzione dei momenti flettenti deve garantire l'equilibrio sia globale sia locale della struttura, ma prefigura possibili plasticizzazioni nelle zone di estremità delle travi; occorre dunque accompagnare la redistribuzione con una verifica di duttilità. Tale verifica, peraltro, può essere omessa se si rispettano le limitazioni sull'entità delle redistribuzioni fornite dalle NTC e meglio precisate nel seguito.

La redistribuzione dei momenti flettenti può effettuarsi, senza esplicithe verifiche in merito alla duttilità delle membrature, purché il rapporto δ tra il momento dopo la redistribuzione $\bar{M}_{i,j} = M_{i,j} + \Delta\bar{M}_{i,j}$ ed il momento prima della redistribuzione $M_{i,j}$ soddisfi quanto riportato all'interno del testo normativo.

Il limite $\delta \geq 0,70$ ha lo scopo di evitare che un eccesso di redistribuzione possa indurre plasticizzazione allo Stato Limite di Esercizio nelle sezioni in cui si riduce il momento resistente.

Ai fini della redistribuzione dei momenti negli elementi, in ciascun nodo, l'aliquota dei momenti da redistribuire, ΔM , non può eccedere il 30% del minore tra i due momenti d'estremità concorrenti al nodo, nel caso di momenti di verso opposto. Nel caso di momenti equiversi, il rapporto δ va riferito al momento che viene ridotto in valore assoluto.

La redistribuzione dei momenti permette una progettazione strutturale più economica ed efficiente, riducendo i momenti massimi di progetto, e compensando questa diminuzione con l'aumento dei momenti di progetto nelle zone meno sollecitate.

Ciò consente di:

- progettare travi aventi resistenza massima a flessione minore di quella richiesta dall'analisi elastica, grazie ad una più uniforme distribuzione delle resistenze lungo il loro sviluppo;
- utilizzare meglio la resistenza minima a flessione delle sezioni, dovuta al rispetto delle limitazioni costruttive imposte dalle NTC, quando essa ecceda significativamente le sollecitazioni agenti derivanti dall'analisi elastica.

Il diagramma dei momenti flettenti deve risultare staticamente ammissibile, cioè deve essere equilibrato e soddisfare in ogni sezione la condizione:

$$\bar{M}_{Ed} \leq M_{Rd} \quad [C4.1.1]$$

dove \bar{M}_{Ed} è il valore di progetto del momento dopo la redistribuzione e M_{Rd} è il momento resistente di progetto.

C4.1.1.1.1 Ridistribuzione nelle travi continue

Nel caso di una trave continua (Figura C4.1.1), i momenti M_1 e M_2 delle sezioni più sollecitate (in corrispondenza degli appoggi) possono venire ridotti ai valori M'_1 e M'_2 , nel rispetto dei limiti $M'_1 \geq \delta M_1$ e $M'_2 \geq \delta M_2$. Il diagramma del momento flettente sortito dall'analisi elastica lineare della trave continua in esame, rappresentato dalla curva a tratto continuo, va di conseguenza traslato, nel rispetto dell'equilibrio con il carico p applicato, come indicato dalla curva a tratteggio.

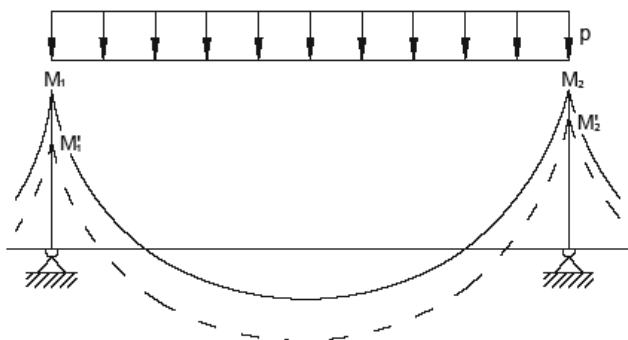


Figura C4.1.1 - Ridistribuzione dei momenti per travi continue

C4.1.1.1.2 Ridistribuzione nelle travi continue dei telai

Nei telai i momenti trasmessi dai pilastri ai nodi, non essendo ammessa per tali elementi la redistribuzione, sono quelli desunti dall'analisi elastica. Poiché tali momenti debbono essere in equilibrio con quelli trasmessi allo stesso nodo dalle travi, la redistribuzione si effettua applicando, all'estremità delle travi convergenti nel nodo, momenti flettenti di segno opposto ed uguale intensità, lasciando immutato il regime di sollecitazione nei pilastri.

Operativamente, si possono evidenziare due possibili situazioni a seconda che i momenti trasmessi al nodo dalle travi in esso convergenti (momenti d'estremità) abbiano verso discordi (Figura C4.1.2) o concordi (Figura C4.1.3).

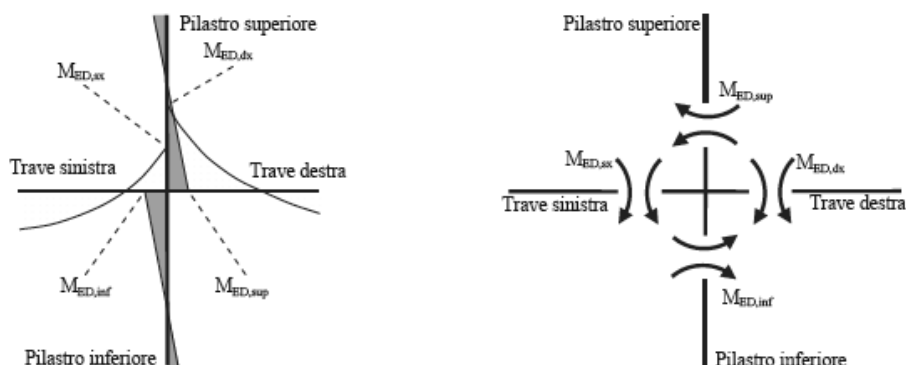


Figura C4.1.2 - Diagramma delle sollecitazioni e schema dei momenti trasmessi al nodo con momenti d'estremità discordi

CAPITOLO C5.

PONTI

Il Capitolo 5 delle NTC tratta i criteri generali e le indicazioni tecniche per la progettazione e l'esecuzione dei ponti stradali e ferroviari.

In particolare, per quanto riguarda i ponti stradali, oltre alle principali caratteristiche geometriche, vengono definite le diverse possibili azioni agenti ed assegnati gli schemi di carico corrispondenti alle azioni variabili da traffico.

Gli schemi di carico stradali e ferroviari da impiegare per le verifiche statiche e a fatica sono generalmente coerenti con gli schemi delle UNI EN 1991-2, cui si può far riferimento per aspetti di dettaglio non trattati nelle NTC.

I carichi da traffico per ponti stradali del modello principale sono indipendenti dall'estensione della zona caricata, includono gli effetti dinamici e sono indifferenziati per le verifiche locali e le verifiche globali, cosicché le possibili ambiguità e/o difficoltà applicative sono minimizzate.

Per i ponti stradali sono anche forniti appositi modelli di carico per il calcolo degli effetti globali in ponti di luce superiore a 300 m.

Per i ponti ferroviari particolare attenzione viene posta sui carichi ed i relativi effetti dinamici. Particolari e dettagliate prescrizioni vengono fornite per le verifiche, sia agli SLU sia agli SLE.

I modelli di carico assegnati, sia per i ponti stradali che per i ponti ferroviari, sono modelli ideali, intesi a riprodurre gli effetti del traffico reale caratterizzati da assegnato periodo di ritorno. Essi non sono pertanto rappresentativi di veicoli o convogli reali.

Si segnala ancora che i coefficienti parziali di sicurezza relativi ai sovraccarichi da traffico sono minori di quelli pertinenti ad altri sovraccarichi; infatti, il coefficiente γ_Q per le azioni da traffico stradale vale 1,35 per le combinazioni EQU e STR e 1,15 per la combinazione GEO, e il coefficiente γ_Q per le azioni da traffico ferroviario vale 1,45 per le combinazioni EQU e STR e 1,25 per la combinazione GEO.

C5.1 PONTI STRADALI

C5.1.2 PRESCRIZIONI GENERALI

C5.1.2.3 COMPATIBILITÀ IDRAULICA

Ai fini dell'applicazione del punto 5.1.2.3 della Norma, s'intende per alveo la sezione occupata dal deflusso della portata di piena di progetto. Quest'ultima è a sua volta caratterizzata da un tempo di ritorno pari a $T_r = 200$ anni, dovendosi intendere tale valore quale il più appropriato da scegliere, non escludendo tuttavia valori anche maggiori che devono però essere adeguatamente motivati e giustificati.

Gli elementi del ponte, quali le opere strutturali, di difesa ed accessorie, quando interessino l'alveo di un corso d'acqua, fanno parte di un progetto unitario corredato dallo studio di compatibilità idraulica di cui al punto 5.1.2.3 delle NTC. Il progetto sarà impostato tenendo in considerazione la necessità di garantire l'accesso per il ripristino dell'efficienza idraulica degli attraversamenti parzialmente o totalmente intasati dai detriti durante gli eventi di piena.

Fermo restando quanto previsto dalla Norma, nello studio di compatibilità idraulica, in funzione delle diverse situazioni, è opportuno siano tra l'altro illustrati i seguenti aspetti:

- analisi degli eventi di massima piena; esame dei principali eventi verificatisi nel corso d'acqua; raccolta dei valori estremi in quanto disponibili, e loro elaborazione in termini di frequenza probabile del verificarsi; per i ponti in sezioni di un corso d'acqua che abbiano a monte manufatti artificiali che limitino il naturale deflusso delle piene, queste sono da valutarsi anche nell'ipotesi che tali manufatti siano dismessi;
- ricerca e raccolta, presso gli Uffici ed Enti competenti, delle notizie e dei rilievi esistenti, anche storici, utili per lo studio idraulico da svolgere;
- giustificazione della soluzione proposta per: l'ubicazione del ponte, le sue dimensioni e le sue strutture in pianta, in elevazione ed in fondazione, tenuto conto del regime del corso d'acqua, dell'assetto morfologico attuale e della sua possibile evoluzione, nonché delle caratteristiche geotecniche della zona interessata;
- allontanamento delle acque dall'impalcato e prevenzione del loro scolo incontrollato sulle strutture del ponte stesso o su infrastrutture sottostanti.

Inoltre è di interesse stimare i valori della frequenza probabile ($1/T_r$) di ipotetici eventi che diano luogo a riduzioni del franco stesso.

Nello studio idraulico, in funzione delle diverse situazioni, sono inoltre considerati, ove applicabili, i seguenti problemi:

- classificazione del corso d'acqua ai fini dell'esercizio della navigazione interna: per ponti posti su vie classificate navigabili va rispettata la luce minima sotto il ponte che compete ai natanti per i quali il corso è classificato, fino alla portata per la quale sia consentita la navigazione;
- valutazione dell'influenza dello scavo localizzato che si realizza in corrispondenza delle pile e delle spalle, sulla stabilità di argini e sponde, oltre che delle fondazioni di altri manufatti presenti nelle vicinanze;

- esame delle conseguenze della presenza di corpi flottanti, considerando anche il possibile disormeggio dei natanti, trasportati dalle acque in relazione a possibili ostruzioni delle luci (specie se queste possono creare invasi anche temporanei a monte), sia in fase costruttiva sia durante l'esercizio delle opere;
- sollecitazioni indotte dall'acqua per evento sismico quando sia di qualche rilievo la superficie immersa delle pile (e, per i ponti esistenti, delle spalle) con riferimento al livello idrico massimo che si verifica mediamente ogni anno.

Per la stima del livello idrico massimo che si verifica mediamente ogni anno, in assenza di dati che garantiscano una robusta caratterizzazione statistica degli eventi, è da utilizzarsi il minimo fra i valori di portata massimi annuali registrati. Scalzamento e azioni idrodinamiche devono in tal caso essere combinate con tutte le altre azioni variabili, mentre nella situazione corrispondente all'evento di piena di progetto, nella combinazione con le altre azioni variabili sono da considerare solo quelle variabili da traffico.

In situazioni particolarmente complesse può essere opportuno sviluppare le indagini anche con l'ausilio di modelli fisici.

Quando, per caratteristiche del territorio e del corso d'acqua, si possa verificare nella sezione oggetto dell'attraversamento il transito di tronchi di rilevanti dimensioni, in aggiunta alla prescrizione di un franco normale minimo di 1,50 m, è da raccomandare che il dislivello tra fondo e sottotrave sia indicativamente non inferiore a 6÷7 m. Nel caso di corsi di acqua arginati, la quota di sottotrave sarà comunque non inferiore alla quota della sommità arginale per l'intera luce. Per tutti gli attraversamenti è opportuno sia garantito il transito dei mezzi di manutenzione delle sponde e/o delle arginature.

Le limitazioni alle modifiche delle pile o delle spalle e relative fondazioni di ponti esistenti previste al punto 5.1.2.3 della Norma, sono da riferirsi agli elementi che interessano l'alveo, come sopra definito, o i corpi arginali. La possibilità di deroga, subordinata all'autorizzazione dell'Autorità competente come previsto allo stesso punto della norma, è relativa alle sole pile.

Per i ponti esistenti sono ammessi gli interventi per l'incremento della sicurezza strutturale in analogia a quanto prescritto al § 8.4 della Norma, solo nel caso in cui siano esclusi incrementi, rispetto all'attuale, del livello di traffico di progetto e gli stessi interventi non vadano in alcun modo a peggiorare le condizioni di sicurezza idraulica esistenti. Poiché in questi casi sono possibili fenomeni di instabilità locale, in applicazione del §8.3 della Norma, è opportuno effettuare la verifica delle fondazioni, e quindi la valutazione dello scalzamento di eventuali spalle o pile in alveo. Anche gli interventi necessari per l'incremento della sicurezza strutturale devono essere accompagnati dallo studio di compatibilità idraulica dove sia messa in evidenza la frequenza probabile (1/Tr) degli eventi che garantiscono il franco previsto da Norma.

Nelle Relazioni idrologica e idraulica sarà valutato il sistema di smaltimento delle acque meteoriche, tenendo in considerazione anche i seguenti aspetti:

- analisi degli eventi pluviometrici brevi ed intensi della zona;
- disposizione delle caditoie in numero e posizioni dipendenti dalle loro dimensioni, dalla geometria plano-altimetrica della sede stradale e dai dati pluviometrici, al fine di evitare ristagni;
- influenza del trasporto solido e dell'eventuale deposito residuo in condotta sul dimensionamento del sistema di tubazioni che colleghino le acque fino al tubo di eduazione;
- posizione e lunghezza dei tubi di eduazione affinché l'acqua di scolo sia portata a distanza tale da evitare la ricaduta sulle strutture anche in presenza di vento.

Fermo restando il rispetto della normativa ambientale vigente, in tutti quei casi in cui le acque di eduazione possono produrre danni e inconvenienti o nel caso di attraversamento di zone urbane, è opportuno considerare la possibilità che esse siano intubate fino a terra ed eventualmente immesse in un sistema fognante.

Nelle strutture a cassone va considerata l'opportunità di praticare, nei punti di possibili accumulo, fori di evacuazione di eventuali acque di infiltrazione. Tubi di evacuazione e gocciolatoi saranno predisposti in modo da evitare scoli di acque sul manufatto.

Restano esclusi dal punto 5.1.2.3 della Norma i tombini, intendendosi per tombino un manufatto totalmente rivestito in sezione, eventualmente suddiviso in più canne, in grado di condurre complessivamente portate fino a 50 m³/s. L'evento da assumere a base del progetto di un tombino ha comunque tempo di ritorno uguale a quello da assumere per i ponti. La scelta dei materiali deve garantire la resistenza anche ai fenomeni di abrasione e urto causati dai materiali trasportati dalla corrente.

Oltre a quanto previsto per gli attraversamenti dalla Norma, nella Relazione idraulica è opportuno siano considerati anche i seguenti aspetti:

- è da sconsigliare il frazionamento della portata fra più canne, tranne nei casi in cui questo sia fatto per facilitare le procedure di manutenzione, predisponendo allo scopo luci panconabili all'imbocco e allo sbocco e accessi per i mezzi d'opera;
- sono da evitare andamenti planimetrici non rettilinei e disallineamenti altimetrici del fondo rispetto alla pendenza naturale del corso d'acqua.
- per sezioni di area maggiore a 1,5 m² è da garantire la praticabilità del manufatto;
- il tombino può funzionare sia in pressione che a superficie libera, evitando in ogni caso il funzionamento intermittente fra i due regimi: nel caso in cui una o più sezioni il funzionamento sia in pressione, la massima velocità che si realizza all'interno dello stesso tombino non dovrà superare 1,5 m/s;

CAPITOLO C6.

PROGETTAZIONE GEOTECNICA

Per progettazione geotecnica si intende l'insieme delle attività progettuali, dalla pianificazione delle indagini geotecniche fino alle verifiche di sicurezza e al monitoraggio, che riguardano le costruzioni o le parti di costruzioni che interagiscono con il terreno, gli interventi di miglioramento e di rinforzo, le opere in materiali sciolti, i fronti di scavo, nonché la stabilità globale del sito nel quale ricade la costruzione.¹

Gli obiettivi della progettazione geotecnica sono quindi la verifica delle condizioni di sicurezza del sito e del sistema costruzione-terreno, inclusa la determinazione delle sollecitazioni nelle strutture a contatto con il terreno e la valutazione delle prestazioni del sistema nelle condizioni d'esercizio.

La caratterizzazione e modellazione geologica del sito, è propedeutica all'impostazione della progettazione geotecnica, soprattutto quando si tratti di opere infrastrutturali a grande sviluppo lineare o che investano aree molto estese; esse derivano da studi geologici, basati anche sugli esiti di specifiche indagini.

Le indicazioni e le prescrizioni riportate in questo Capitolo devono intendersi come integrative delle analoghe indicazioni e prescrizioni che si riferiscono alla progettazione geotecnica in condizioni sismiche di cui ai §§ 3.2 e 7.11.

C6.2 ARTICOLAZIONE DEL PROGETTO

C6.2.1 CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOLOGICA DEL SITO

La relazione geologica, estesa ad un ambito significativo e modulata in relazione al livello progettuale, alle caratteristiche dell'opera e del contesto in cui questa si inserisce, descrive il modello geologico, definito sulla base di specifiche indagini e prove.

Tale relazione, che comprende quanto previsto al § 6.2.1 delle NTC, tiene conto dei seguenti aspetti:

- caratteristiche geologiche e successione stratigrafica locale (assetti litostrutturali stratigrafici, stato di alterazione e fessurazione, distribuzione spaziale e rapporti tra i vari corpi geologici);
- caratteristiche geo-strutturali dell'area di studio e principali elementi tettonici presenti;
- processi morfoevolutivi e principali fenomeni geomorfologici presenti, con particolare riferimento a quelli di frana, individuandone stato e tipo di attività, di erosione e di alluvionamento;
- caratteristiche idrogeologiche del sito e schema di circolazione idrica superficiale e sotterranea;
- risultati dello studio sismo-tettonico;
- assetti geologici finalizzati alla valutazione degli effetti di sito sismoindotti.

La relazione geologica sarà corredata dai relativi elaborati grafici, quali: carte geologiche, idrogeologiche (con eventuale schema di circolazione idrica sotterranea) e geomorfologiche, sezioni geologiche, planimetrie e profili utili a rappresentare in dettaglio aspetti significativi, schema geologico di dettaglio alla scala dell'opera, carte dei vincoli geologico-ambientale e rapporto tecnico sulle indagini pregresse ed eseguite, corredate da una planimetria con la loro ubicazione.

Il piano delle indagini nell'area di interesse deve essere definito ed attuato sulla base dell'inquadramento geologico della zona e in funzione dei dati che è necessario acquisire per pervenire ad una ricostruzione geologica adeguata ed utile per la caratterizzazione e la modellazione geotecnica del sottosuolo. Gli studi svolti devono condurre ad una valutazione delle

¹ Il primo passo della progettazione geotecnica riguarda le scelte tipologiche (ad esempio il sistema di fondazione) e la pianificazione delle indagini e delle prove per la caratterizzazione meccanica di terreni o rocce compresi nel volume significativo, definito nel § 6.2.2 delle NTC; indagini geotecniche, stati limite e metodi di analisi sono intrinsecamente connessi. La caratterizzazione meccanica dei terreni deve infatti tenere conto del loro carattere tipicamente non lineare, anche a piccole deformazioni, del possibile comportamento fragile, della dipendenza dai percorsi tensionali, degli effetti di scala così come delle fasi costruttive e delle modalità esecutive. È dunque compito e responsabilità del progettista definire il piano delle indagini geotecniche e, sulla base dei risultati ottenuti, individuare i modelli geotecnici di sottosuolo più appropriati alla tipologia di opera e/o intervento, tenendo conto delle tecnologie e delle modalità costruttive previste.

In definitiva, alla luce degli studi geologici, il progettista definisce le scelte tipologiche dell'opera, i materiali da costruzione, le modalità e le fasi esecutive, programma le indagini geotecniche per stabilire i modelli geotecnici di sottosuolo ed effettua le verifiche agli stati limite; se ritenuti necessari a questi fini può richiedere approfondimenti dello studio geologico con ulteriori indagini e accertamenti che concorrano a una migliore definizione del modello geologico.

Pur concorrendo entrambe alla progettazione di un'opera, le indagini per la definizione del modello geologico e le indagini geotecniche sono concettualmente diverse tra loro sia perché interessano generalmente aree e volumi diversi sia perché hanno finalità diverse. Le prime, infatti, riguardano aree e volumi di sottosuolo più ampi e sono finalizzate alla definizione del modello geologico. Le seconde interessano generalmente aree e volumi più ridotti (i volumi significativi) e sono finalizzate alla definizione dei modelli geotecnici di sottosuolo specifici per la singola opera e/o per parti di essa, che comprendono l'identificazione e la valutazione quantitativa dei parametri geotecnici necessari alle relative verifiche agli stati limite ultimi e di esercizio. Definito il quadro geologico di riferimento, le indagini geotecniche, logicamente consequenziali, sono programmate dal progettista sulla base della conoscenza dell'opera e dei suoi possibili stati limite.

pericolosità geologiche presenti e devono essere finalizzati alla definizione della compatibilità geologica con le peculiarità dell'opera da realizzare.

C6.2.2 INDAGINI, CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOTECNICA

Stabilito il volume significativo di terreno coinvolto dall'opera in progetto (definito nel § 6.2.2 delle NTC), l'obiettivo delle indagini è di giungere alla definizione del modello geotecnico ovvero a uno schema rappresentativo del volume significativo stesso, suddiviso in unità omogenee sotto il profilo fisico-meccanico.

A tal fine devono essere definiti la successione stratigrafica, il regime delle pressioni interstiziali e gli altri elementi significativi del sottosuolo, nonché i valori caratteristici dei parametri geotecnici; questi ultimi da intendersi come stime cautelative dei singoli parametri per ogni stato limite considerato.

Per le costruzioni di opere in materiali sciolti devono essere definite le proprietà dei materiali da impiegare per la costruzione.

La caratterizzazione geomeccanica degli ammassi rocciosi richiede inoltre l'individuazione delle famiglie (o dei sistemi) di discontinuità presenti e la definizione della loro giacitura (orientazione) e spaziatura. Sono anche descritte le seguenti caratteristiche delle discontinuità: forma, apertura, estensione, scabrezza, riempimento.

Le indagini sono estese ed approfondite in modo da risultare adeguate a tutte le diverse fasi di sviluppo del progetto e comprendono quanto necessario per la definizione dell'azione e l'analisi delle opere in condizioni sismiche secondo quanto prescritto ai §§3.2.2 e 7.11.2.

Opere che interessino grandi aree e che incidano profondamente sul territorio richiedono l'accertamento della fattibilità secondo i criteri di cui al § 6.12 delle NTC.

Nel caso di opere di notevole rilevanza e complessità o che interessino terreni dalle caratteristiche meccaniche scadenti è opportuno effettuare il controllo del comportamento dell'opera durante e dopo la costruzione, predisponendo un programma di osservazioni e misure commisurato all'importanza dell'opera e alla complessità della situazione.

C6.2.2.1 INDAGINI E PROVE GEOTECNICHE IN SITO

Nel rispetto delle indicazioni generali innanzi precisate, a titolo indicativo e non esaustivo, nella Tabella C6.2.I si elencano i mezzi di indagine e le prove geotecniche in sito di più frequente uso.

Tabella C6.2.I - Mezzi di indagine e prove geotecniche in sito

Stratigrafia		Trincee Pozzi Cunicoli Sondaggi a carotaggio continuo Prove penetrometriche Indagini di tipo geofisico (*)
Proprietà fisiche e meccaniche	Terreni a grana fine	Prove penetrometriche Prove scissometriche Prove dilatometriche Prove pressiometriche Prove di carico su piastra Prove di laboratorio Prove di tipo geofisico (*)
	Terreni a grana grossa	Prove penetrometriche Prove di carico su piastra Prove di laboratorio Prove di tipo geofisico (*)
	Rocce	Prove speciali in sito (prove di taglio) Prove di carico su piastra Prove di laboratorio Prove di tipo geofisico (*)
Misure di pressione interstiziale	Terreni di qualsiasi tipo	Piezometri
Permeabilità	Terreni a grana fine	Misure piezometriche Prove di laboratorio
	Terreni a grana grossa	Prove idrauliche in fori di sondaggio

CAPITOLO C7.

PROGETTAZIONE PER AZIONI SISMICHE

Il Capitolo 7 delle NTC illustra, per ciascuna delle tipologie costruttive considerate nei Capitoli 4, 5 e 6, i provvedimenti specifici da adottare, in presenza di azioni sismiche, finalizzandoli alla progettazione e costruzione delle nuove opere (per le opere esistenti si rimanda ai Capitoli 8 delle NTC e C8).

Le indicazioni relative ai modelli di calcolo, alle sollecitazioni e alle resistenze degli elementi strutturali **sono additive e non sostitutive** di quelle riportate nei Capitoli 4 e 5 delle NTC. Si deve inoltre fare riferimento al Capitolo 2 delle NTC, per le azioni e le loro combinazioni, e al Capitolo 3 delle NTC, per le modalità di rappresentazione dell'azione sismica e la definizione della sua entità in relazione ai diversi stati limite da considerare. Particolare attenzione richiedono, infine, le indicazioni geotecniche specificamente antisismiche (§ 7.11 delle NTC), al solito, additive e non sostitutive di quelle già riportate nel Capitolo 6 delle NTC.

Ampio spazio è stato riservato, sia nelle NTC sia nel presente documento, alle costruzioni e ai ponti con isolamento e dissipazione di energia (§ 7.10 delle NTC e C7.10); tale attenzione è giustificata dalla indiscutibile efficacia che tali tecniche hanno manifestato nel garantire i livelli prestazionali richiesti alle costruzioni antisismiche, particolarmente quando si vogliono perseguire strategie progettuali atte a minimizzare i danni, sia alle componenti strutturali, sia alle componenti non strutturali e agli impianti.

La norma fa sistematico riferimento alla UNI EN 1998, risultando in sostanziale accordo con essa. Con tale finalità, particolare attenzione è stata dedicata a raccogliere, in una trattazione sintetica iniziale valida per tutte le tipologie costruttive, i requisiti comuni nei confronti degli stati limite (§ 7.1 delle NTC), i criteri generali di progettazione e modellazione (§ 7.2 delle NTC), i metodi di analisi e i criteri di verifica (§ 7.3 delle NTC). I paragrafi successivi (dal 7.4 al 7.11 delle NTC) sono poi dedicati alle diverse tipologie costruttive e a problemi specifici.

Le novità del Capitolo 7 delle NTC rispetto alla precedente versione sono più di carattere organizzativo che di carattere concettuale e verranno esaurientemente illustrate nei successivi paragrafi; tra le poche novità di carattere concettuale le principali sono:

- la scomparsa di qualunque riferimento alla zonazione sismica, sostituita dalla indicazione dei livelli di accelerazione $a_g S$, attesa allo SLV;
- la chiara distinzione tra progettazione in capacità (approccio concettuale con cui si persegue la duttilità) e gerarchia delle resistenze (strumento operativo impiegato per conseguirla);
- la sistematica adozione di tavole sinottiche di riepilogo dei diversi coefficienti, finalizzata a facilitare i confronti sistematici tra le diverse tipologie e i diversi stati limite.

7.1 REQUISITI NEI CONFRONTI DEGLI STATI LIMITE

La norma indica, per ciascuno stato limite, l'insieme delle verifiche da eseguire attraverso il confronto tra capacità e domanda, così come definite al §7.1 delle NTC¹.

Ciò prevede una strategia progettuale basata su livelli crescenti dell'azione sismica e dei danni ad essa corrispondenti; non è possibile basarsi unicamente su verifiche in termini di resistenza ma occorre effettuare verifiche anche in termini di duttilità. Riferendosi agli Stati Limite definiti al § 3.2.1 delle NTC, occorre anche garantire l'operatività della costruzione o il controllo dei danni, per gli Stati Limite di Esercizio, la salvaguardia della vita o la prevenzione del collasso, per gli Stati Limite Ultimi.

Scelta la tipologia strutturale e definite le caratteristiche generali della struttura, da cui dipende il comportamento sismico e dunque l'azione sismica stessa (legata alle proprietà dinamiche e di duttilità), la prestazione associata a ciascuno Stato Limite può essere assicurata progettando gli elementi strutturali e non strutturali in modo da garantire loro che una o più delle grandezze proprie della capacità (rigidezza, resistenza, duttilità) siano adeguate alla corrispondente domanda, secondo i criteri di verifica dettagliati nelle NTC.

Il controllo del danneggiamento strutturale e non strutturale, ad esempio, si consegue essenzialmente attraverso la limitazione degli spostamenti rigidi di interpiano; la relativa capacità, pertanto, è quantizzata in termini di rigidezza, tenendo opportunamente conto delle non linearità di materiale che si manifestano, in genere, già per livelli di azione sismica legati agli Stati Limite di Esercizio. D'altro canto, per garantire le prestazioni associate allo Stato Limite di Salvaguardia della Vita, è necessario un confronto capacità/domanda in termini di resistenza; mentre nello Stato Limite di Prevenzione del Collasso il confronto capacità/domanda si effettua in termini di duttilità.

L'insieme delle verifiche da eseguire per gli elementi strutturali e non strutturali e per gli impianti è sintetizzato al § 7.3.6 delle NTC, commentato e ulteriormente dettagliato nel corrispondente paragrafo della presente circolare.

¹ Pur essendo la capacità una caratteristica intrinseca della struttura, per manifestarsi essa richiede un preciso livello dell'azione; nel caso di comportamento non lineare quale quello in esame, peraltro, le grandezze che esprimono la capacità possono variare in funzione dell'azione. Pertanto, la domanda e la capacità sono tra loro mutuamente connesse e dipendenti dal particolare stato limite considerato; il loro confronto, in fase di progettazione, è finalizzato ad assicurare alla costruzione nel suo insieme i livelli prestazionali prefissati. Tali livelli prestazionali si misurano essenzialmente in termini di danni, per gli elementi strutturali e non strutturali, in termini di funzionamento e stabilità, per gli impianti.

C7.2 CRITERI GENERALI DI PROGETTAZIONE E MODELLAZIONE

Questo paragrafo della norma illustra i criteri generali di progettazione e modellazione, indicando le caratteristiche generali che le costruzioni devono possedere per conseguire un comportamento dinamico ottimale in presenza di azioni sismiche, con particolare riguardo alle condizioni di regolarità (§7.2.1). La norma tratta, con le modalità in essa specificate, gli elementi strutturali, gli elementi non strutturali e gli impianti, dedicando attenzione specifica a ciascuna delle tre componenti, per ciascuno stato limite e, dunque, per il corrispondente valore dell'azione sismica, così da consentire il raggiungimento dei rispettivi livelli prestazionali definiti in fase di progettazione.

Per quanto riguarda i sistemi strutturali (§7.2.2), la norma distingue, preliminarmente, tra comportamento dissipativo e comportamento non dissipativo, lasciando libero il progettista di scegliere tra i due e, nel caso in cui opti per il comportamento dissipativo, fornendo i principi, le modalità operative e le regole pratiche per conseguire i livelli di duttilità prefissati.

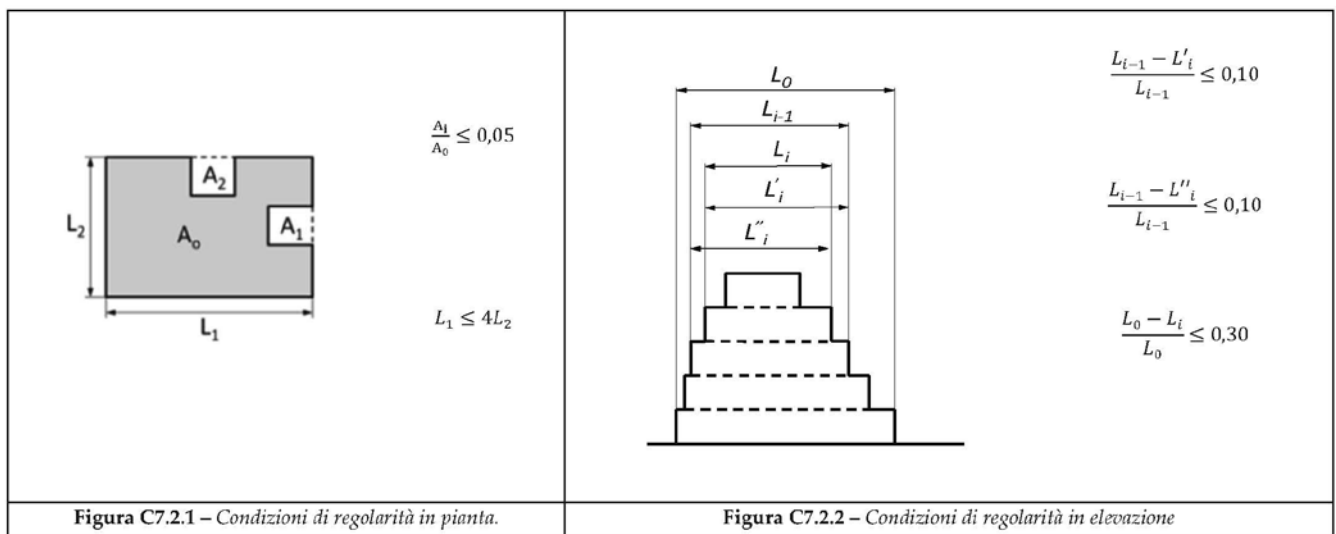
C7.2.1 CARATTERISTICHE GENERALI DELLE COSTRUZIONI

Regolarità

La regolarità strutturale è finalizzata a favorire, anche in campo inelastico, un comportamento della costruzione e delle sue membrature il più possibile uniforme e tale da evitare concentrazioni di sforzi.

In generale, un edificio può dirsi regolare in pianta e in altezza quando il suo comportamento dinamico sia governato principalmente da modi di vibrare traslazionali lungo le sue direzioni principali e quando tali modi siano caratterizzati da spostamenti crescenti, all'incirca linearmente, con l'altezza.

Con riferimento al §7.2.1 delle NTC le condizioni a) e b) di regolarità in pianta sono sintetizzate nella figura C7.2.1, la condizione g) di regolarità in elevazione è sintetizzata nella figura C7.2.2 e riferita al caso in cui, in una stessa direzione, siano presenti restringimenti in elevazione ad entrambe le estremità; in tal caso il limite del 10% della dimensione corrispondente all'orizzontamento immediatamente sottostante è da intendersi per ciascuno dei due rientri, mentre il limite del 30% della dimensione corrispondente al primo orizzontamento è da intendersi per la somma dei due.



Nel caso in cui in un edificio, immediatamente al di sopra della fondazione, sia presente un basamento, di uno o più piani, con caratteristiche tali da poter essere considerato alla stregua di una struttura scatolare rigida, le NTC specificano che, per valutare la regolarità in altezza, si può far riferimento alla sola parte della struttura che si sviluppa al di sopra del basamento. Tale indicazione tende a escludere la fondazione scatolare rigida dall'individuazione del comportamento strutturale, a condizione che ad essa venga assicurato un comportamento non dissipativo, indipendentemente dallo stato limite considerato².

Distanza tra costruzioni contigue

Tra costruzioni contigue la norma impone la verifica degli spostamenti massimi per evitare fenomeni di martellamento; tale verifica deve essere eseguita attraverso un calcolo diretto degli spostamenti assicurando, in ogni caso, che la distanza tra le costruzioni non risulti inferiore al valore minimo stabilito dalla norma.

²Questo requisito è essenziale perché le eventuali plasticizzazioni nella fondazione scatolare altererebbero i rapporti di rigidità con la sovrastruttura, con la conseguenza di non poter assicurare il soddisfacimento dei criteri di regolarità in elevazione posti a base della progettazione.

CAPITOLO C8.

COSTRUZIONI ESISTENTI

Le costruzioni esistenti rappresentano certamente argomento particolarmente significativo nell'ambito dell'applicazione delle NTC. Rispetto al D.M.14 gennaio 2008 la norma riporta alcune modifiche la cui portata concettuale assume però particolare rilievo.

L'importanza che le criticità locali assumono negli edifici esistenti, in termini di danni a persone e cose, ha portato, fra l'altro, a considerare con maggiore attenzione gli interventi locali di rafforzamento e gli interventi di miglioramento.

Tale maggiore attenzione si è anche tradotta in un diverso ordine di presentazione (le varie forme d'intervento sono ora elencate dalla meno alla più impattante, dalla riparazione e rafforzamento locale all'adeguamento), nella diversa definizione dell'intervento di adeguamento e nell'ampia considerazione dedicata alla valutazione e riduzione del rischio sismico e, in special modo, nella maggiore attenzione prestata agli interventi finalizzati a ridurre la vulnerabilità delle costruzioni esistenti.

La presente Circolare, quindi, fornisce istruzioni operative per la corretta ed uniforme applicazione dei principi riportati nel Capitolo 8 delle NTC. Si osserva, in particolare, come molti dei contenuti delle Appendici della Circolare 617 C.S.LL.PP. del 2 febbraio 2009, sono ora ricondotti a questo testo.

CS.1 OGGETTO

Le *costruzioni esistenti* sono definite, nel § 8.1 delle NTC, come quelle costruzioni per le quali "alla data della redazione della valutazione di sicurezza e/o del progetto d'intervento" la struttura sia stata "completamente realizzata".

Detta definizione va certamente declinata per ciascun caso in esame.

In termini del tutto generali, con l'espressione *struttura completamente realizzata* può intendersi una struttura per la quale, alla data della redazione della valutazione di sicurezza e/o del progetto di intervento, sia stato redatto il certificato di collaudo statico ai sensi delle Norme Tecniche vigenti all'epoca della costruzione; se all'epoca della costruzione l'obbligo del collaudo statico non sussisteva, devono essere state almeno interamente realizzate le strutture e i muri portanti e le strutture degli orizzontamenti e delle coperture.

Per gli interventi finalizzati alla riduzione della vulnerabilità sismica dei beni del patrimonio culturale vincolato, il riferimento normativo, nelle more dell'emanazione di ulteriori disposizioni, è costituito dal D.P.C.M. 9 febbraio 2011 "Valutazione e riduzione del rischio sismico del patrimonio culturale con riferimento alle norme tecniche per le costruzioni di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008". Tale direttiva, in considerazione della specificità e articolazione del contenuto nonché delle caratteristiche del patrimonio storico edilizio italiano, è adottabile come riferimento per le costruzioni che comunque abbiano una valenza storica, artistica o urbanistico-ambientale, anche se non esplicitamente vincolate, fatto salvo quanto previsto al punto 8.4 delle NTC.

CS.2 CRITERI GENERALI

La conoscenza della costruzione, se da un lato contribuisce ad aumentare l'accuratezza delle verifiche di sicurezza e l'efficacia del progetto degli interventi, dall'altro dipende, di fatto, dalla possibilità di effettuare indagini approfondite in relazione all'uso ed alla natura/tipologia della costruzione stessa.

Le NTC, al fine di tener conto dei diversi possibili gradi di approfondimento, utilizzano i concetti di livello di conoscenza (relativo a geometria, organizzazione strutturale, dettagli costruttivi e materiali) e di fattore di confidenza (che modifica i parametri di capacità in ragione del livello di conoscenza).

È necessario che il progettista espliciti, nei documenti progettuali, le caratteristiche geometriche e strutturali della costruzione e il grado di approfondimento raggiunto dalle indagini.

In generale, la valutazione della sicurezza consiste nell'identificazione delle criticità nei confronti delle azioni considerate, sia non sismiche, come pesi propri, sovraccarichi e azioni climatiche¹.

¹Per quanto riguarda le costruzioni esistenti di muratura, la valutazione della sicurezza deve essere effettuata nei confronti dei meccanismi di collasso, sia locali, sia globali, ove questi ultimi siano significativi; la verifica dei meccanismi globali diviene, in genere, significativa solo dopo che gli eventuali interventi abbiano eliminato i meccanismi di collasso locale. E' inoltre opportuno considerare la distinzione tipologica tra edifici singoli e edifici in aggregato (es. edilizia dei centri storici, complessi formati da più corpi). In particolare, per le tipologie in aggregato, particolarmente frequenti nei centri storici, il comportamento globale è spesso non definibile o non identificabile, al contrario del comportamento delle singole parti o unità strutturali.

Per quanto riguarda le costruzioni esistenti di c.a. e di acciaio, le NTC evidenziano come in esse possa essere attivata la capacità di elementi con meccanismi resistenti sia "duttili" sia "fragili"; a tale riguardo, è opportuno che l'analisi sismica globale utilizzi, per quanto possibile, metodi di modellazione e analisi che consentano di valutare in maniera appropriata sia la resistenza sia la duttilità disponibili, tenendo conto della possibilità di sviluppo di entrambi i tipi di meccanismo e adottando parametri di capacità dei materiali diversificati a seconda del tipo di meccanismo.

Attenzione deve essere, dedicata alla individuazione, per quanto possibile, di situazioni critiche locali e al loro conseguente effetto sulle verifiche. Esempi tipici sono la presenza e la realizzazione di cavedi, nicchie, canne fumarie, aperture in breccia, riprese murarie nelle pareti portanti che, indebolendo sensibilmente i singoli elementi strutturali o le connessioni tra i vari elementi costruttivi, possono facilitare l'innescio di meccanismi locali.

Anche lo spostamento o la demolizione di tramezzature o tamponature con rigidità e resistenza non trascurabili per una specifica struttura, potrebbero alterare la configurazione del fabbricato.

Riguardo ai dettagli costruttivi, per gli edifici esistenti le NTC non impongono la conformità alle prescrizioni previste per le nuove costruzioni.

Gli esiti della valutazione della sicurezza comportano conseguenze diversificate in termini di tempi e necessità di intervento, a seconda che le carenze della struttura si manifestino nei confronti delle azioni non sismiche o di quelle sismiche.

Le categorie di intervento si differenziano in interventi locali o di riparazione, di miglioramento e di adeguamento.

Le NTC specificano, per ciascuna categoria, la condizione di applicazione, sancendo l'obbligatorietà del collaudo statico, non solo per gli interventi di adeguamento, ma anche per quelli di miglioramento. Sono poi definiti alcuni fondamentali criteri di intervento, comuni a tutte le tipologie, quali la ricerca della regolarità, l'attenzione necessaria per le fasi di esecuzione e le priorità da assegnare e sono quindi esaminati i più usuali interventi per le varie tipologie strutturali.

Non è invece previsto il collaudo statico per gli interventi locali o di riparazione di cui al §8.4.1 delle NTC.

Al fine di una corretta valutazione del possibile utilizzo delle costruzioni, il tecnico incaricato delle verifiche o del progetto deve esplicitare, nei documenti progettuali, i livelli di sicurezza attuali e quelli che l'eventuale intervento si prefigge di conseguire, nonché le eventuali conseguenti limitazioni nell'uso della costruzione, esplicitando, per quanto possibile anche il livello di sicurezza degli elementi costruttivi non strutturali.

Il complesso delle norme vigenti, infatti, consente l'utilizzo anche delle costruzioni esistenti che non raggiungano i livelli di sicurezza richiesti per le costruzioni nuove.

C8.3 VALUTAZIONE DELLA SICUREZZA

Il § 8.3 contiene una definizione della procedura di valutazione della sicurezza, le situazioni nelle quali è obbligatoria la valutazione, e gli stati limite ai quali fare riferimento.

Le modalità di valutazione della sicurezza dipendono dalle caratteristiche dell'edificio e dalle eventuali criticità presenti; la valutazione della sicurezza deve essere effettuata sia nello stato di fatto, sia nello stato di progetto degli interventi.

In particolare, nelle verifiche dello stato di progetto si deve tenere conto di come gli interventi possano incidere sul comportamento della costruzione. Nei successivi § C.8.5, § C.8.6, § C.8.7 sono trattate in modo esteso le modalità operative consigliate per le verifiche.

Tra i casi per i quali è obbligatorio procedere alla verifica della costruzione è escluso il caso conseguente ad una eventuale variazione dell'entità delle azioni a seguito di una revisione o della normativa o delle zonazioni che differenziano le azioni ambientali (sisma, neve, vento) nelle diverse parti del territorio italiano.

La valutazione della sicurezza degli edifici esistenti, per quanto possibile, deve essere effettuata in rapporto a quella richiesta per gli edifici nuovi. A tale scopo, le NTC introducono due nuovi parametri che costituiscono fattori indicativi per un rapido confronto tra l'azione sopportabile da una struttura esistente e quella richiesta per il nuovo:

- ζ_E , definito come il rapporto tra l'azione sismica massima sopportabile dalla struttura e l'azione sismica massima che si utilizzerebbe nel progetto di una nuova costruzione sul medesimo suolo e con le medesime caratteristiche (periodo proprio, fattore di comportamento ecc.). Il parametro di confronto dell'azione sismica da adottare per la definizione di ζ_E è, salvo casi particolari, l'accelerazione al suolo a_g S.
- $\zeta_{v,i}$, definito come il rapporto tra il valore massimo del sovraccarico verticale variabile sopportabile dalla parte i-esima della costruzione e il valore del sovraccarico verticale variabile che si utilizzerebbe nel progetto di una nuova costruzione.

Fermo restando quanto già indicato al Capitolo C2.1 si precisa quanto segue.

Nel caso in cui l'inadeguatezza di un'opera si manifesti nei confronti delle azioni non sismiche, quali carichi permanenti e altre azioni di servizio combinate per gli stati limite ultimi secondo i criteri esposti nel § 2.5.3 delle NTC (eventualmente ridotte in accordo con quanto specificato al § 8.5.5 delle NTC), è necessario adottare gli opportuni provvedimenti, quali ad esempio limitazione dei carichi consentiti, restrizioni all'uso e/o esecuzione di interventi volti ad aumentare la sicurezza, che consentano l'uso della costruzione con i livelli di sicurezza richiesti dalle NTC. Gli interventi da effettuare per eliminare le vulnerabilità più importanti possono anche essere parziali e/o temporanei, in attesa di essere completati nel corso di successivi interventi più ampi, atti a migliorare/adeguare complessivamente la costruzione e/o parti di essa.

Attesa l'aleatorietà dell'azione, nel caso in cui l'inadeguatezza di un'opera si manifesti nei confronti delle azioni sismiche, le condizioni d'uso, la necessità e la conseguente programmazione dell'intervento sono stabiliti sulla base di una pluralità di fattori, quali: la gravità dell'inadeguatezza e le conseguenze che questa comporterebbe anche in termini di pubblica incolumità, le

CAPITOLO C9.

COLLAUDO STATICO

C9.1 PRESCRIZIONI GENERALI

Il Capitolo 9 delle NTC detta le disposizioni per l'esecuzione del collaudo statico ed individua, come oggetto di questa attività, tutte le opere e componenti strutturali, rientranti nel campo di applicazione delle NTC, comprese nel progetto ed eventuali varianti, depositati presso gli organi di controllo secondo le modalità individuate da leggi e norme vigenti.

In generale, il collaudo statico deve essere eseguito in corso d'opera. Ne discende l'importanza da attribuire a questa attività che, di fatto, si svolge in parallelo all'azione del Direttore dei Lavori ed accompagna tutto l'iter della fase realizzativa di una costruzione.

Per svolgere questa attività è fondamentale il possesso, da parte del professionista incaricato, di un'adeguata preparazione e competenza tecnica, in relazione alla tipologia, dimensione, specificità dell'opera da collaudare, unita ad una consapevolezza dell'importanza dell'attività stessa e delle responsabilità connesse.

Il collaudo statico, così inteso, deve essere effettuato per tutte le costruzioni, le opere geotecniche, le opere di protezione ambientale quando presentino componenti rilevanti ai fini strutturali, gli interventi di adeguamento e miglioramento delle costruzioni esistenti di cui al Capitolo 8 delle NTC.

Dovendo il collaudo statico riguardare l'intero contenuto del progetto strutturale, nonché delle relative eventuali varianti depositate presso gli uffici competenti, esso comprende anche una valutazione delle previsioni progettuali relative ad elementi non strutturali - qualora riportati negli elaborati progettuali depositati agli organi di controllo - i quali, come indicato nel Capitolo 7 delle NTC, assumono rilevanza nel comportamento dinamico dell'opera, in termini di incolumità delle persone, danni e funzionalità dell'opera stessa. Il Committente o il Costruttore, nel caso in cui quest'ultimo esegua in proprio la costruzione, possono richiedere al Collaudatore statico l'esecuzione di collaudi statici parziali riguardanti parti completamente indipendenti della struttura, nonché, quando previsto da specifiche disposizioni in materia, collaudi statici provvisori; detti certificati parziali o provvisori potranno consentire l'uso della costruzione o di alcune sue parti, nei limiti espressi dal certificato medesimo.

Il collaudo statico comprende:

- Adempimenti tecnici: volti alla formazione del giudizio del Collaudatore sulla sicurezza e stabilità dell'opera nel suo complesso, includendo le interazioni della struttura con il terreno, le strutture di fondazione, le strutture in elevazione, gli elementi non strutturali - qualora riportati negli elaborati progettuali depositati agli organi di controllo -, nonché sulla rispondenza ai requisiti prestazionali indicati in progetto, con particolare riferimento alla vita nominale, alle classi d'uso, ai periodi di riferimento e alle azioni sulle costruzioni.
- Adempimenti amministrativi: volti ad accertare l'avvenuto rispetto delle procedure tecnico-amministrative previste dalle normative vigenti in materia di strutture.

Il Collaudatore statico è tenuto a verificare la correttezza delle prescrizioni formali e sostanziali della progettazione strutturale in conformità alla normativa vigente di settore.

Il Collaudatore statico, pertanto, è tenuto ad effettuare:

- a) un controllo generale sulla regolarità delle procedure amministrative seguite nelle fasi precedenti; si citano ad esempio: il deposito presso gli uffici tecnici competenti, il rilascio dell'autorizzazione sismica, quando prevista, etc.;
- b) l'ispezione generale dell'opera nelle varie fasi costruttive degli elementi strutturali, con specifico riguardo alle strutture più significative, da confrontare con il progetto depositato di cui al punto a), conservato in cantiere; la ricognizione generale deve avvenire alla presenza del Direttore dei lavori e del rappresentante del Costruttore; per ciascuna visita di ispezione deve essere redatto un apposito verbale controfirmato dagli intervenuti alla visita e trasmesso al Committente; i diversi verbali devono essere poi allegati al Certificato di collaudo statico;
- c) l'esame dei certificati relativi alle prove sui materiali; detto esame deve essere finalizzato a verificare che:
 - il numero dei prelievi effettuati sia coerente con le dimensioni della struttura;
 - il laboratorio che ha emesso i certificati sia in possesso dell'autorizzazione prevista dall'art.59 del D.P.R. n.380/2001;
 - i certificati siano conformi alle relative indicazioni fornite dal Capitolo 11 delle NTC. In particolare occorre verificare: che nel certificato sia chiaramente indicato il cantiere di cui trattasi, che sia riportato il nominativo del Direttore dei lavori, che vi sia la conferma che il Direttore dei lavori ha regolarmente sottoscritto la richiesta di prove al laboratorio, che siano indicati gli estremi dei verbali di prelievo dei campioni;
 - i risultati delle prove rispondano ai criteri di accettazione fissati dalle norme tecniche, in particolare di quelle del Capitolo 11 delle NTC, con le precisazioni di cui al Capitolo C11.
- d) l'acquisizione e l'esame della documentazione di origine relativa a tutti gli eventuali materiali e prodotti, previsti in progetto, soggetti alla qualificazione di cui al Capitolo 11, paragrafo 11.1, punti A), B) e C) delle NTC; in particolare, nel caso di strutture dotate di dispositivi di isolamento sismico e/o di dissipazione, il certificato di collaudo statico deve prevedere l'acquisizione dei relativi documenti di origine, forniti dal produttore e dei certificati relativi:
 - alle prove sui materiali;
 - alla qualificazione dei dispositivi utilizzati;

- alle prove di accettazione in cantiere disposte dal Direttore dei Lavori. In tal caso è fondamentale il controllo della posa in opera dei dispositivi, del rispetto delle tolleranze e delle modalità di posa prescritte in fase di progetto.

Sulla base dell'esito del predetto esame, il Collaudatore statico può prevedere, eventualmente, l'esecuzione di prove complementari, come previsto al § 11.2 delle NTC;

Il Collaudatore statico ha facoltà di disporre l'esecuzione di speciali prove per la caratterizzazione dinamica del sistema di isolamento, atte a verificare il comportamento della costruzione nei riguardi delle azioni di tipo sismico.

- e) l'esame dei verbali delle prove di carico eventualmente fatte eseguire dal Direttore dei Lavori, tanto su strutture in elevazione che in fondazione, controllando la corretta impostazione delle prove in termini di azioni applicate, tensioni e deformazioni attese, strumentazione impiegata per le misure;
- f) l'esame dell'impostazione generale del progetto dell'opera, degli schemi di calcolo utilizzati e delle azioni considerate;
- g) l'esame delle indagini eseguite nelle fasi di progettazione e costruzione in conformità delle vigenti norme; particolare attenzione dovrà essere posta, in tal senso, a verificare la presenza, nella documentazione progettuale, della Relazione geologica (redatta da un Geologo) e della Relazione geotecnica (redatta dal Progettista), verificando che in quest'ultima siano presenti i certificati delle indagini geotecniche – rilasciati da uno dei laboratori di cui all'art.59 del D.P.R. n.380/2001 – posti a base delle scelte progettuali inerenti le fondazioni e le relative verifiche;
- h) la convalida dei documenti di controllo qualità ed il registro delle non-conformità, per quanto di competenza, nel caso in cui l'opera sia eseguita in procedura di garanzia di qualità. Qualora vi siano non conformità irrisolte, il Collaudatore statico deve interrompere le operazioni e non può concludere il collaudo statico. Tale circostanza dovrà essere comunicata dal Collaudatore statico al Responsabile di gestione del Sistema Qualità, al Committente, al Costruttore, al Direttore dei lavori, per l'adozione delle opportune azioni correttive o preventive sul Sistema Qualità ai fini della correzione o prevenzione delle non conformità, secondo le procedure stabilite nel Manuale di gestione del sistema qualità;
- i) l'esame della Relazione a struttura ultimata, redatta dal Direttore dei Lavori, come prescritto dalle vigenti disposizioni di legge.

Il Collaudatore statico può richiedere, quando a propria discrezione lo ritenga necessario, ulteriori accertamenti, studi, indagini, sperimentazioni e ricerche, utili per la formazione di un definitivo convincimento sulla sicurezza, durabilità e collaudabilità dell'opera.

In particolare il Collaudatore statico potrà richiedere di effettuare:

- *prove di carico*;
- *prove sui materiali messi in opera*, eseguite secondo le specifiche norme afferenti a ciascun materiale previsto nelle vigenti norme tecniche di settore;
- *monitoraggio programmato* di grandezze significative del comportamento dell'opera, da proseguire, eventualmente, anche dopo il collaudo della stessa.

Al termine di questo processo il Collaudatore potrà concludere le sue attività rilasciando il Certificato di collaudo statico, nel quale deve attestare esplicitamente la collaudabilità delle strutture.

Qualora il Collaudatore riscontri criticità tali da compromettere le prestazioni dell'opera, esclusa ogni possibilità di risolvere- da parte del Committente, del Costruttore, del Direttore dei Lavori e del Progettista - le criticità rilevate, il Collaudatore conclude le proprie attività rilasciando il Certificato riportante la motivata non collaudabilità delle strutture.

I contenuti del Certificato di collaudo statico devono prevedere:

- una relazione sul progetto strutturale, sui documenti esaminati e sulle eventuali attività integrative svolte;
- i verbali delle visite effettuate, con la descrizione delle operazioni svolte;
- la descrizione dell'eventuale programma di monitoraggio, di cui devono essere indicati tempi, modi e finalità, che il Collaudatore stesso ritenga necessario prescrivere al Committente;
- le risultanze del processo relativo alle eventuali prove di carico eseguite, come descritte nel p.to C9.2;
- le eventuali raccomandazioni/prescrizioni al Committente e al Direttore dei Lavori, quando previsto dalle vigenti norme, in ordine alla futura posa in opera di elementi non strutturali e/o impianti, come sopra richiamato e come indicato nel Capitolo 7 delle NTC;
- il giudizio sulla collaudabilità o non collaudabilità delle strutture, anche ai fini della relativa manutenzione.

Per le costruzioni esistenti, il collaudo statico deve essere redatto per gli interventi di adeguamento e miglioramento, applicando i criteri di collaudo statico relativi alle nuove opere, salvo quanto aggiunto, desumibile e/o diversamente indicato nel Capitolo 8 delle NTC e nel Capitolo C8.

Per gli interventi locali nelle costruzioni esistenti, le norme vigenti non prevedono il collaudo statico; è raccomandata comunque la redazione di una Relazione sugli interventi eseguiti, a cura del Direttore dei Lavori.

A richiesta del Committente, nell'ambito della procedura di collaudo statico, può essere effettuata la revisione dei calcoli, da compensarsi a parte.

CAPITOLO C10.

**REDAZIONE DEI PROGETTI STRUTTURALI
ESECUTIVI E DELLE RELAZIONI DI CALCOLO**

Le norme di cui al Capitolo 10 delle NTC, disciplinando la redazione dei progetti esecutivi delle strutture, contengono anche criteri guida per il loro esame ed approvazione da parte degli Uffici preposti nonché criteri per la loro verifica e validazione.

Anche per la progettazione geotecnica e per le costruzioni esistenti si applicano i criteri di redazione della progettazione strutturale di cui al Capitolo 10 delle NTC, salvo quanto aggiunto e/o diversamente indicato rispettivamente nei Capitoli 6 e 8 delle NTC e nei Capitoli C6 e C8.

Per la redazione dei progetti degli interventi strutturali di edifici tutelati ai sensi del D.Lgs. 42/2006 si fa riferimento alle specifiche disposizioni del settore, di legge e regolamentari.

C10.1 CARATTERISTICHE GENERALI

La disciplina dei contenuti della progettazione esecutiva strutturale che riguarda, essenzialmente, la redazione della relazione di calcolo e di quelle specialistiche annesse (geologica, geotecnica, sismica ecc.), degli elaborati grafici e dei particolari costruttivi nonché del piano di manutenzione, salvo diverse disposizioni normative di settore, trova riferimento:

- nel T.U. dell'edilizia D.P.R. n. 380/2001 di cui vanno osservate modalità e procedure;
- nel vigente Codice dei contratti pubblici di lavori, servizi e forniture;
- nel decreto relativo ai livelli della progettazione, di cui all'articolo 23, comma 3 del sopra citato Codice.

In ogni caso il progetto deve essere redatto in modo da *"assicurare la perfetta stabilità e sicurezza delle strutture e di evitare qualsiasi pericolo per la pubblica incolumità"* (D.P.R. n. 380/2001 art. 64) ed escludere, per quanto possibile, *"la necessità di variazioni in corso di esecuzione"*.

A tale scopo il § 10.1 delle NTC prescrive che il progetto strutturale, tenuto conto dei riferimenti legislativi sopra richiamati, debba essere informato a caratteri di chiarezza espositiva e di completezza nei contenuti, che definiscano compiutamente l'intervento da realizzare, comprensivo degli aspetti costruttivi e, ove previsti, di montaggio, restando esclusi soltanto i piani operativi di cantiere e i piani di approvvigionamento (ad esempio intesi come distinte dei materiali).

Il progetto strutturale si compone dei seguenti elaborati:

- 1) relazione di calcolo strutturale, comprensiva di una descrizione generale dell'opera, dei criteri generali di analisi e di verifica, nonché degli esiti delle elaborazioni di calcolo;
- 2) relazione sui materiali;
- 3) elaborati grafici, particolari costruttivi;
- 4) piano di manutenzione della parte strutturale dell'opera;
- 5) relazioni specialistiche sui risultati sperimentali forniti dalle indagini eseguite.

La progettazione esecutiva delle strutture è effettuata unitamente alla progettazione esecutiva delle opere civili al fine di prevedere ingombri, passaggi, cavedi, sedi, attraversamenti e simili e di definire e ottimizzare le fasi di realizzazione.

I calcoli esecutivi delle strutture e le relative verifiche, nell'osservanza delle normative vigenti, possono essere eseguiti anche mediante utilizzo di programmi informatici, avendo cura in ogni caso di riportare in dettaglio la definizione ed il dimensionamento delle strutture stesse in ogni loro aspetto generale e particolare, in modo da limitare il più possibile la necessità di variazioni in corso d'opera.

Relazione di calcolo strutturale

La relazione di calcolo strutturale deve comprendere almeno:

- l'illustrazione dell'opera nel suo complesso, del suo uso, della sua funzione nonché dei criteri normativi di sicurezza specifici della tipologia della costruzione con i quali la struttura progettata deve risultare compatibile; la definizione delle caratteristiche della costruzione (localizzazione, destinazione e tipologia, dimensioni principali) e delle interferenze, in particolare con le costruzioni esistenti limitrofe; le caratteristiche geomorfologiche e topografiche del sito ove l'opera viene realizzata. Analogamente, nel caso di intervento sull'esistente, non si può prescindere dalla accurata descrizione del sito sul quale ricade l'opera esistente sulla quale si interviene e delle caratteristiche dell'opera stessa;
- le normative di riferimento;
- la descrizione del modello strutturale, correlato con quello geotecnico, ed i criteri generali di analisi e verifica;
- la presentazione e la sintesi dei risultati, preferibilmente anche in forma grafica.

Relazione sui materiali

La relazione sui materiali deve descrivere le caratteristiche dei materiali ed i prodotti per uso strutturale previsti nel progetto, evidenziandone la corrispondenza alle specifiche di progetto ed alle disposizioni delle NTC, in termini di identificazione e qualificazione con riferimento alle prescrizioni contenute nel Capitolo 11 delle NTC.

Atteso che i materiali ed i prodotti di cui è prevista in progetto l'utilizzazione, devono essere poi sottoposti alle procedure ed alle prove sperimentali di accettazione, prescritte nelle NTC, queste devono essere dettagliatamente richiamate nella Relazione sui materiali.

Una opportuna scelta dei materiali e un opportuno dimensionamento delle strutture, comprese le eventuali misure di protezione e manutenzione programmata, sono necessari per garantire la durabilità, definita come conservazione delle caratteristiche fisiche e meccaniche dei materiali e delle strutture; indicare gli accorgimenti adottati ai fini della durabilità è altresì essenziale affinché i livelli di sicurezza previsti vengano mantenuti durante tutta la vita dell'opera.

Elaborati grafici

Gli elaborati grafici del progetto strutturale devono comprendere almeno:

- tutti i disegni che definiscono il progetto architettonico e d'insieme (planimetrie, piante, sezioni delle opere e del terreno con la sua sistemazione, prospetti, ecc.), sui quali va riportata con evidenza l'esatta posizione delle strutture e del loro ingombro, a tutti i livelli comprese le fondazioni rispetto al terreno. Nel caso di interventi previsti su costruzioni esistenti, i disegni devono riportare un dettagliato rilievo delle strutture esistenti sulle quali si interviene;
- la rappresentazione degli elementi predisposti per la ispezione e manutenzione delle strutture;
- tutti i disegni in fondazione ed in elevazione, in scala adeguata, accuratamente quotati della carpenteria delle strutture (piante e sezioni) e degli interventi sulle strutture esistenti, con la precisa indicazione della foronomia prevista per cavedi e passaggio di impianti ed apparecchiature.

In particolare, gli elaborati grafici di insieme (carpenterie, profili e sezioni) da redigere in scala non inferiore ad 1:50, e gli elaborati grafici di dettaglio da redigere in scala non inferiore ad 1:10, devono contenere fra l'altro:

- per le strutture in cemento armato o in cemento armato precompresso: i tracciati dei ferri di armatura con l'indicazione delle sezioni e delle misure parziali e complessive, del copriferro e dell'interferro, nonché i tracciati delle armature per la precompressione; resta esclusa soltanto la compilazione delle distinte di ordinazione a carattere organizzativo di cantiere;
- per le strutture metalliche o lignee o realizzate con altri materiali composti per elementi: tutti i profili e i particolari relativi ai collegamenti, completi nella forma e spessore delle piastre, del numero e posizione di chiodi e bulloni, dello spessore, tipo, posizione e lunghezza delle saldature; resta esclusa soltanto la compilazione dei disegni di officina e delle relative distinte pezzi;
- per le strutture murarie, tutti gli elementi tipologici e dimensionali atti a consentirne l'esecuzione.

Nelle strutture che si identificano con l'intero intervento, quali ponti, viadotti, pontili di attracco, opere di sostegno delle terre e simili, il progetto esecutivo deve essere completo di particolari esecutivi di tutte le opere integrative.

Su ogni elaborato grafico vanno indicati la classe e le caratteristiche del calcestruzzo, il tipo di acciaio o di ogni altro metallo, la tipologia dei solai e le caratteristiche del legno e di ogni materiale e prodotto da impiegarsi.

Particolari costruttivi

I particolari costruttivi vanno definiti, numerati ed indicati sugli elaborati grafici di insieme del progetto strutturale; devono essere progettati in conformità alle indicazioni delle NTC per ogni tipologia di nuova struttura o di intervento sulle costruzioni esistenti; inoltre devono illustrare, a titolo indicativo e non esaustivo:

- ogni tipo di sezione e di nodo con le posizioni delle armature provenienti da qualsiasi direzione;
- i solai;
- le giunzioni degli elementi di carpenteria metallica;
- i dispositivi di ancoraggio dei cavi di precompressione;
- gli apparecchi e i dispositivi di ogni tipo (appoggi, respingenti, isolatori, ecc.);
- l'ancoraggio alla struttura degli elementi predisposti per la ispezione e manutenzione delle strutture;
- i prodotti, in particolare prefabbricati, da impiegarsi, nonché il dettaglio della carpenteria di fori da predisporre per il passaggio di impianti, di apparecchi ecc. con le relative armature metalliche.

Piano di manutenzione della parte strutturale dell'opera

Il piano di manutenzione della parte strutturale dell'opera è il documento complementare al progetto strutturale che ne prevede, pianifica e programma, tenendo conto degli elaborati progettuali esecutivi dell'intera opera, l'attività di manutenzione dell'intervento al fine di mantenerne nel tempo la funzionalità, le caratteristiche di qualità, l'efficienza ed il valore economico.

Il piano di manutenzione delle strutture - coordinato con quello generale della costruzione - costituisce parte essenziale della progettazione strutturale. Esso va corredato, in ogni caso, del manuale d'uso, del manuale di manutenzione e del programma di manutenzione delle strutture.

CAPITOLO C11.

MATERIALI E PRODOTTI PER USO STRUTTURALE

Il Capitolo 11 delle NTC tratta le procedure di identificazione, di qualificazione e di accettazione in cantiere dei materiali e prodotti per uso strutturale, con una formulazione finalizzata, fra l'altro, a definire con chiarezza i compiti assegnati ai vari soggetti coinvolti (progettista, fabbricante o produttore, direttore dei lavori, appaltatore, collaudatore, etc.).

Ciò consente la chiara identificazione da parte del fabbricante dei materiali e prodotti e delle relative caratteristiche tecniche e prestazionali nonché la qualificazione dei prodotti stessi mediante le specifiche procedure indicate al § 11.1 delle NTC (casi A, B e C). A seguito di tali procedure, i progettisti e gli utilizzatori dei prodotti potranno valutare l'idoneità del prodotto qualificato allo specifico uso richiesto per una determinata opera ed i soggetti preposti alla vigilanza ed al controllo potranno verificare la conformità del prodotto stesso a quanto indicato nelle NTC o negli elaborati progettuali.

Al riguardo si evidenzia quanto segue:

1. Le suddette NTC disciplinano in particolare le procedure di qualificazione dei materiali e prodotti per uso strutturale da parte del fabbricante in fase di produzione, affinché tali materiali e prodotti possano essere utilizzati nelle successive fasi di progettazione, posa/installazione, collaudo e manutenzione delle opere ed in particolare degli elementi strutturali che prioritariamente assicurano e/o contribuiscono alla sicurezza strutturale delle opere stesse. Ciò assume particolare rilievo anche allo scopo di meglio definire e distinguere le responsabilità che sono proprie delle diverse figure professionali direttamente operanti nell'ambito della norma.
2. Il termine "prodotto" (come definito nel Regolamento UE 305/2011, nel seguito CPR- *Construction Products Regulation*) ha un significato estensivo che spazia dal materiale al sistema e che configura come "prodotto da costruzione" qualsiasi prodotto fabbricato e immesso sul mercato al fine di essere permanentemente incorporato in un'opera o in una sua parte.
3. Si intendono, per "materiali e prodotti per uso strutturale", Articolo 2, comma 1, lett. l), del D.Lgs. 106/2017, "i materiali e prodotti che prioritariamente assicurano o contribuiscono alla sicurezza strutturale ovvero geotecnica delle opere stesse e che consentono ad un'opera ove questi sono incorporati permanentemente di soddisfare in maniera prioritaria il requisito di base delle opere n.1 «Resistenza meccanica e stabilità», di cui all'Allegato I del regolamento (UE)n. 305/2011"; tali materiali e prodotti *strutturali* consentono quindi di soddisfare i requisiti previsti in termini di rispetto degli stati limite, ultimi e di esercizio, nonché di durabilità e robustezza, previsti negli altri Capitoli delle NTC, ivi compresi gli aspetti geotecnici.

In sintesi, dunque, la caratteristica che consente di identificare "materiali e prodotti per uso strutturale" è la "destinazione d'uso", che si intende prioritariamente strutturale.

C11.1 GENERALITÀ

Per quanto riguarda le modalità di qualificazione ed identificazione, da parte del fabbricante, prima dell'immissione sul mercato e quindi dell'impiego, dei materiali e prodotti, viene opportunamente specificato quali siano i possibili casi di riferimento:

- A) materiali e prodotti per uso strutturale per i quali sia disponibile una norma europea armonizzata;
- B) materiali e prodotti per uso strutturale per i quali sia prevista la qualificazione con le modalità e le procedure indicate nelle presenti norme;
- C) materiali e prodotti per uso strutturale non ricadenti in uno dei due casi indicati con le lettere A) e B) o comunque non citati nel presente Capitolo, per i quali il produttore potrà pervenire alla Marcatura CE, valida su tutto il territorio dello spazio economico europeo, sulla base di una pertinente Valutazione Tecnica Europea (ETA), ovvero, in alternativa, dovrà essere in possesso di un Certificato di Valutazione Tecnica, valido esclusivamente sul territorio nazionale, rilasciato dal Servizio Tecnico Centrale sulla base di Linee Guida approvate dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, ove disponibili.

Tale ultima indicazione chiarisce che è possibile pervenire al rilascio di un Certificato di Valutazione Tecnica anche in assenza di Linee guida già predisposte, purché sulla base di documenti tecnici di comprovata validità scientifica e di procedure tecnico amministrative già elaborate dal Servizio Tecnico Centrale o dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici e comunque tali da assicurare livelli di sicurezza non inferiori a quelli previsti dalle NTC per altri prodotti o materiali.

Circa i concetti sopraesposti, si riportano, di seguito, alcuni chiarimenti riguardo ai termini utilizzati.

«*Fabbricante*» - (articolo 2, n.19, del CPR) È colui che immette uno specifico prodotto da costruzione sul mercato, per un determinato uso, assumendosene le relative responsabilità riguardo alle prestazioni dichiarate ed alla conformità ai requisiti applicabili stabiliti nel CPR e nelle NTC.

«*Norma europea armonizzata*» o «*Norma armonizzata*» - (articolo 2, n.11, del CPR) Costituisce il documento di cui all'art. 17 del CPR ed è predisposta da uno degli organismi europei di normalizzazione di cui all'allegato I della direttiva 98/34/CE (nel settore delle costruzioni si tratta essenzialmente del CEN). Gli estremi di ciascuna norma armonizzata, una volta approvata, sono pubblicati sulla Gazzetta Ufficiale dell'Unione Europea (nel seguito GUUE) a cura della Commissione, con indicazione del periodo di coesistenza nel quale l'applicazione della norma stessa non è obbligatoria. Al termine di tale periodo possono essere immessi sul mercato soltanto i prodotti da costruzione valutati in base alla norma armonizzata di riferimento e le pertinenti norme nazionali sono ritirate. La pubblicazione dei testi delle norme europee armonizzate è compito dei singoli

Organismi nazionali di normazione (per l'Italia l'UNI) che ne predispongono generalmente una versione nella propria lingua. Può accadere che la datazione della versione nazionale di una norma europea armonizzata non coincida con quella originaria. Ciascuna norma armonizzata, predisposta sulla base di uno specifico Mandato della Commissione Europea, in applicazione del CPR, contiene un "Allegato ZA" che identifica i paragrafi della norma che appartengono alla parte "armonizzata" della norma stessa e che quindi diventano cogenti ai sensi del CPR e da applicarsi, quindi, nella procedura di marcatura CE.

«*Marcatura CE*» - Attualmente, ai sensi del CPR, la Marcatura CE indica fondamentalmente che un prodotto da costruzione risponde alle pertinenti Norme armonizzate, oppure è conforme ad una Valutazione Tecnica Europea (in inglese ETA - *European Technical Assessment*), rilasciata ai sensi della procedura di cui al Capo IV ed all'Allegato II del CPR. Le indicazioni in merito alla Marcatura CE (etichetta e documenti di accompagnamento), sono esplicitamente comprese in ogni Allegato ZA di una norma armonizzata di prodotto. Tali informazioni devono essere riportate, in relazione alle effettive possibilità, prioritariamente sul prodotto stesso, altrimenti su un'etichetta ad esso applicata, ovvero sul suo imballo, oppure far parte dei Documenti di Trasporto (DdT). Esse devono essere riprodotte in modo visibile, leggibile ed indelebile.

«*Valutazione Tecnica Europea (ETA)*» - L'articolo 2 del CPR definisce la Valutazione Tecnica Europea come "*Valutazione documentata della prestazione di un prodotto da costruzione in relazione alle sue caratteristiche essenziali conformemente al rispettivo documento per la valutazione europea*". La prassi per la quale si identificano i prodotti da costruzione per i quali possa essere rilasciato un'ETA è disciplinata dagli articoli da 19 a 26 dell'Allegato II del CPR. Su tali basi un'ETA può essere rilasciata per un prodotto da costruzione che non rientra o non rientra interamente nell'ambito di applicazione di una norma armonizzata o la cui prestazione, in relazione alle caratteristiche essenziali previste, non possa essere pienamente valutata in base ad una norma armonizzata esistente. Si tratta quindi, tra l'altro, dei seguenti casi:

- il prodotto non rientra nel campo di applicazione di alcuna norma armonizzata esistente;
- per almeno una delle caratteristiche essenziali del prodotto il metodo di valutazione previsto dalla norma armonizzata non è appropriato; la norma armonizzata non prevede alcun metodo di valutazione per quanto concerne almeno una delle caratteristiche essenziali del prodotto.

Secondo quanto previsto dal CPR, cui si rimanda per i necessari dettagli, gli ETA sono rilasciati dagli Organismi di Valutazione Tecnica (TAB - *Technical Assessment Bodies*), designati a tal fine dagli Stati Membri, sulla base di un Documento per la Valutazione Europea (EAD - *European Assessment Document*), pubblicati dall'EOTA (e resi disponibili sul relativo sito internet) ed i cui riferimenti sono periodicamente pubblicati, a cura della Commissione Europea, in GUUE. A tal fine è anche utile rammentare che, ai sensi dell'articolo 66(3) del CPR, anche gli *orientamenti per il benessere tecnico europeo* (ETAG) pubblicati prima del 1 luglio 2013 in conformità all'articolo 11 della Direttiva 89/106/CEE possono essere utilizzati come Documenti per la Valutazione Europea (EAD).

L'EOTA (www.eota.eu) è l'Organizzazione europea che riunisce tutti gli organismi nazionali (TAB - *Technical Assessment Bodies*) deputati al rilascio della Valutazione Tecnica Europea per una o più delle aree di prodotto indicate nella Tabella 1 dell'Allegato IV del CPR.

Si rammenta, altresì, che l'articolo 4 del CPR sancisce l'obbligo di Dichiarazione della Prestazione, da parte del fabbricante, anche nel caso in cui il prodotto sia coperto da un ETA; a tal fine dovrà essere quindi effettuata, dopo l'emanazione da parte del TAB di un ETA e sulla base dell'ETA stesso, la pertinente procedura di *valutazione e verifica della costanza della prestazione*, con il coinvolgimento, ove previsto, di un Organismo notificato per la specifica attività prevista

«*Valutazione e verifica della costanza della prestazione*» - Un prodotto da costruzione può essere marcato CE solo qualora il fabbricante abbia redatto una Dichiarazione di Prestazione, e quindi, ai sensi dell'articolo 4 del CPR, nel caso in cui esso rientri nel campo di applicazione di una Norma europea armonizzata o sia conforme ad una Valutazione Tecnica Europea. I *sistemi di valutazione e verifica della costanza della prestazione* sono specificati nell'Allegato V del CPR, così come modificato dal Regolamento delegato (UE) n. 568/2014 della Commissione del 18 febbraio 2014 (identificati sinteticamente con i numeri: 1+, 1, 2+, 3, 4).

«*Certificato di costanza della prestazione del prodotto*» o «*Certificato di conformità del controllo della produzione in fabbrica*» - Ai sensi del CPR sono i documenti a valore legale, rilasciati da un Organismo europeo notificato. Il primo certificato si riferisce al prodotto, nei casi di sistema di valutazione della costanza della prestazione 1+ o 1, oppure, nel secondo caso, al Controllo della produzione in fabbrica (FPC) nel caso di sistema 2+.

«*Dichiarazione di Prestazione*» - Costituisce il documento fondamentale, obbligatoriamente predisposto dal fabbricante per prodotti da costruzione recanti la marcatura CE nei casi previsti dall'articolo 4 del CPR. Contiene le informazioni prescritte dall'articolo 6 del CPR ed è fornito in forma cartacea o su supporto elettronico ovvero messo a disposizione su un sito web, nelle lingue richieste dalla Stato membro, secondo quanto previsto all'articolo 8 del CPR. Qualora la dichiarazione di prestazione venga fornita su supporto elettronico oppure messa a disposizione su un sito web nei modi previsti dal Regolamento delegato (UE) n. 157/2014, ai sensi dell'articolo 7, paragrafi 1 e 3, del CPR, si adottano le procedure di cui al decreto legislativo 7 marzo 2005, n. 82, e successive modificazioni (Codice dell'Amministrazione Digitale).

«*Certificato di Valutazione Tecnica*» - Costituisce una valutazione del materiale, prodotto, o sistema da costruzione, ai fini dell'uso strutturale previsto in opere realizzate, in accordo alle disposizioni nazionali (si veda anche l'art.1 della legge n.64/74). Il Certificato di Valutazione Tecnica è rilasciato dal Servizio Tecnico Centrale sulla base delle procedure indicate dalle vigenti

IL SOFTWARE INCLUSO (WEBAPP)

NOTE SUL SOFTWARE INCLUSO

WebApp con aggiornamento automatico che riporta:

- Circolare del Ministero delle infrastrutture e dei trasporti 21 gennaio 2019, n. 7 del Consiglio superiore dei Lavori Pubblici recante «Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018»;
- Decreto del Ministero delle infrastrutture e dei trasporti recante «Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni 17 gennaio 2018»;
- Normativa nazionale e regionale di riferimento;
- Giurisprudenza in materia di progettazione strutturale antisismica.

REQUISITI HARDWARE E SOFTWARE

- Dispositivo con MS Windows, Mac OS X, Linux, iOS o Android;
- Adobe Reader 11.0+;
- Accesso ad internet e browser web con Javascript attivo.

RICHIESTA DELLA PASSWORD DI ATTIVAZIONE DEL SOFTWARE

1) Collegarsi al seguente indirizzo internet:

<http://www.grafill.it/soft/0054>

- 2) – **Per utenti registrati su www.grafill.it:** inserire i dati di accesso e cliccare su [**Accedi**], accettare la licenza d'uso e cliccare su [**Continua**];
 - **Per utenti non registrati su www.grafill.it:** cliccare su [**Iscriviti**], compilare il form di registrazione e cliccare su [**Iscriviti**], accettare la licenza d'uso e cliccare su [**Continua**];
- 3) La procedura chiederà di inserire una parola presente all'interno del libro. Inserire la parola richiesta e cliccare [**Continua**] per completare la registrazione;
- 4) La procedura per attivare il software sarà inviata all'e-mail comunicato con il form di registrazione.

UTILIZZO DELLA WEBAPP

- 1) Registrare il prodotto ed attivare il software come indicato nei paragrafi precedenti;
- 2) Accedere al profilo utente su www.grafill.it;
- 3) Cliccare sul pulsante [**G-CLOUD**];
- 4) Cliccare sul pulsante [**Vai alla WebApp**] in corrispondenza del prodotto acquistato.

ASSISTENZA TECNICA (TicketSystem)

I prodotti **Grafill** sono coperti da assistenza tecnica gratuita per 365 giorni dall'acquisto. L'assistenza è prevista per l'installazione, l'avvio o la reinstallazione del prodotto (*non è prevista assistenza per il recupero dei dati*), se la configurazione hardware rispetta i requisiti richiesti.

L'assistenza **TicketSystem** è disponibile all'indirizzo <https://www.supporto.grafill.it>.

Effettuare il login al **TicketSystem** utilizzando i dati del profilo utente di www.grafill.it ed aprire un ticket seguendo le istruzioni.

La cronologia dei ticket resterà disponibile sulla schermata principale del **TicketSystem**.

