



NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI

MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI
MINISTERO DELL'INTERNO
CAPO DIPARTIMENTO DELLA PROTEZIONE CIVILE

DECRETO 17 GENNAIO 2018

Gazzetta Ufficiale 20 febbraio 2018, n. 42 – s.o. n. 1

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



SOFTWARE INCLUSO

VERSIONE DIGITALE DELLE NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI

GRAFILL

NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI

DECRETO MINISTERIALE 17 GENNAIO 2018

Ed. I (2-2018)

ISBN 13 978-88-8207-987-1

EAN 9 788882 079871

Collana **Normativa** (23)

Il volume è **disponibile anche in eBook** (formato *.pdf) compatibile con **PC, Macintosh, Smartphone, Tablet, eReader**.

Per l'acquisto di eBook e software sono previsti pagamenti con c/c postale, bonifico bancario, carta di credito e PayPal.

Per i pagamenti con carta di credito e PayPal è consentito il download immediato del prodotto acquistato.

Per maggiori informazioni inquadra con uno Smartphone o un Tablet il Codice QR sottostante.



I lettori di Codice QR sono disponibili gratuitamente su Play Store, App Store e Market Place.

© **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

Finito di stampare nel mese di febbraio 2018

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

Grafica di copertina realizzata con risorse Freepik (it.freepik.com)

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

Decreto del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti 17 gennaio 2018.	
<i>Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni»</i>	p. XXIX
NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI	" 1
1. OGGETTO	" 3
PREMESSA	" 4
1.1. OGGETTO	" 4
2. SICUREZZA E PRESTAZIONI ATTESE	" 5
2.1. PRINCIPI FONDAMENTALI	" 6
2.2. REQUISITI DELLE OPERE STRUTTURALI	" 6
2.2.1. STATI LIMITE ULTIMI (SLU)	" 6
2.2.2. STATI LIMITE DI ESERCIZIO (SLE)	" 6
2.2.3. SICUREZZA ANTINCENDIO	" 7
2.2.4. DURABILITÀ	" 7
2.2.5. ROBUSTEZZA	" 7
2.2.6. VERIFICHE	" 7
2.3. VALUTAZIONE DELLA SICUREZZA	" 8
2.4. VITA NOMINALE DI PROGETTO, CLASSI D'USO E PERIODO DI RIFERIMENTO	" 8
2.4.1. VITA NOMINALE DI PROGETTO	" 8
2.4.2. CLASSI D'USO	" 9
2.4.3. PERIODO DI RIFERIMENTO PER L'AZIONE SISMICA	" 9
2.5. AZIONI SULLE COSTRUZIONI	" 9
2.5.1. CLASSIFICAZIONE DELLE AZIONI	" 9
2.5.1.1. CLASSIFICAZIONE DELLE AZIONI IN BASE AL MODO DI ESPLICARSI	" 9
2.5.1.2. CLASSIFICAZIONE DELLE AZIONI SECONDO LA RISPOSTA STRUTTURALE	" 9
2.5.1.3. CLASSIFICAZIONE DELLE AZIONI SECONDO LA VARIAZIONE DELLA LORO INTENSITÀ NEL TEMPO	" 9
2.5.2. CARATTERIZZAZIONE DELLE AZIONI ELEMENTARI	" 10
2.5.3. COMBINAZIONI DELLE AZIONI	" 11
2.6. AZIONI NELLE VERIFICHE AGLI STATI LIMITE	" 11
2.6.1. STATI LIMITE ULTIMI	" 11
2.6.2. STATI LIMITE DI ESERCIZIO	" 12
3. AZIONI SULLE COSTRUZIONI	" 13
3.1. OPERE CIVILI E INDUSTRIALI	" 14
3.1.1. GENERALITÀ	" 14

3.1.2.	PESI PROPRI DEI MATERIALI STRUTTURALI	p.	14
3.1.3.	CARICHI PERMANENTI NON STRUTTURALI.....	"	14
3.1.4.	SOVRACCARICHI	"	15
3.1.4.1.	SOVRACCARICHI VERTICALI UNIFORMEMENTE DISTRIBUITI	"	16
3.1.4.2.	SOVRACCARICHI VERTICALI CONCENTRATI	"	16
3.1.4.3.	SOVRACCARICHI ORIZZONTALI LINEARI	"	17
3.2.	AZIONE SISMICA	"	17
3.2.1.	STATI LIMITE E RELATIVE PROBABILITÀ DI SUPERAMENTO	"	17
3.2.2.	CATEGORIE DI SOTTOSUOLO E CONDIZIONI TOPOGRAFICHE	"	18
3.2.3.	VALUTAZIONE DELL'AZIONE SISMICA	"	19
3.2.3.1.	DESCRIZIONE DEL MOTO SISMICO IN SUPERFICIE E SUL PIANO DI FONDAZIONE.....	"	19
3.2.3.2.	SPETTRO DI RISPOSTA ELASTICO IN ACCELERAZIONE.....	"	19
3.2.3.2.1.	Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali.....	"	19
3.2.3.2.2.	Spettro di risposta elastico in accelerazione della componente verticale.....	"	21
3.2.3.2.3.	Spettro di risposta elastico in spostamento delle componenti orizzontali.....	"	21
3.2.3.3.	SPOSTAMENTO ORIZZONTALE E VELOCITÀ ORIZZONTALE DEL TERRENO	"	22
3.2.3.4.	SPETTRI DI RISPOSTA DI PROGETTO PER LO STATO LIMITE DI OPERATIVITÀ (SLO).....	"	22
3.2.3.5.	SPETTRI DI RISPOSTA DI PROGETTO PER GLI STATI LIMITE DI DANNO (SLD), DI SALVAGUARDIA DELLA VITA (SLV) E DI PREVENZIONE DEL COLLASSO (SLC).....	"	22
3.2.3.6.	IMPIEGO DI STORIE TEMPORALI DEL MOTO DEL TERRENO	"	22
3.2.4.	EFFETTI DELLA VARIABILITÀ SPAZIALE DEL MOTO	"	23
3.2.4.1.	VARIABILITÀ SPAZIALE DEL MOTO.....	"	23
3.2.4.2.	SPOSTAMENTO ASSOLUTO E RELATIVO DEL TERRENO	"	23
3.3.	AZIONI DEL VENTO	"	24
3.3.1.	VELOCITÀ BASE DI RIFERIMENTO.....	"	24
3.3.2.	VELOCITÀ DI RIFERIMENTO.....	"	25
3.3.3.	AZIONI STATICHE EQUIVALENTI	"	25
3.3.4.	PRESSIONE DEL VENTO	"	26
3.3.5.	AZIONE TANGENTE DEL VENTO	"	26
3.3.6.	PRESSIONE CINETICA DI RIFERIMENTO	"	26
3.3.7.	COEFFICIENTE DI ESPOSIZIONE	"	26
3.3.8.	COEFFICIENTI AERODINAMICI	"	28
3.3.9.	COEFFICIENTE DINAMICO	"	28
3.3.10.	AVVERTENZE PROGETTUALI.....	"	28
3.4.	AZIONI DELLA NEVE.....	"	29
3.4.1.	CARICO DELLA NEVE SULLE COPERTURE.....	"	29
3.4.2.	VALORE DI RIFERIMENTO DEL CARICO DELLA NEVE AL SUOLO.....	"	29
3.4.3.	COEFFICIENTE DI FORMA DELLE COPERTURE	"	30
3.4.3.1.	GENERALITÀ	"	30
3.4.3.2.	COPERTURA AD UNA FALDA	"	31
3.4.3.3.	COPERTURA A DUE FALDE.....	"	31
3.4.4.	COEFFICIENTE DI ESPOSIZIONE	"	31
3.4.5.	COEFFICIENTE TERMICO	"	31
3.5.	AZIONI DELLA TEMPERATURA	"	31
3.5.1.	GENERALITÀ.....	"	31
3.5.2.	TEMPERATURA DELL'ARIA ESTERNA	"	32
3.5.3.	TEMPERATURA DELL'ARIA INTERNA.....	"	32
3.5.4.	DISTRIBUZIONE DELLA TEMPERATURA NEGLI ELEMENTI STRUTTURALI.....	"	33

3.5.5.	AZIONI TERMICHE SUGLI EDIFICI.....	p.	33
3.5.6.	PARTICOLARI PRECAUZIONI NEL PROGETTO DI STRUTTURE SOGGETTE AD AZIONI TERMICHE SPECIALI	"	33
3.5.7.	EFFETTI DELLE AZIONI TERMICHE.....	"	34
3.6.	AZIONI ECCEZIONALI.....	"	34
3.6.1.	INCENDIO.....	"	34
3.6.1.1.	DEFINIZIONI	"	34
3.6.1.2.	RICHIESTE DI PRESTAZIONE.....	"	35
3.6.1.3.	CLASSI DI RESISTENZA AL FUOCO.....	"	35
3.6.1.4.	CRITERI DI PROGETTAZIONE	"	35
3.6.1.5.	PROCEDURA DI ANALISI DELLA RESISTENZA AL FUOCO	"	35
3.6.1.5.1.	Incendio di progetto	"	36
3.6.1.5.2.	Analisi dell'evoluzione della temperatura.....	"	36
3.6.1.5.3.	Analisi del comportamento meccanico	"	36
3.6.1.5.4.	Verifiche di sicurezza	"	36
3.6.2.	ESPLOSIONI	"	37
3.6.2.1.	GENERALITÀ	"	37
3.6.2.2.	CLASSIFICAZIONE DELLE AZIONI DOVUTE ALLE ESPLOSIONI	"	37
3.6.2.3.	MODELLAZIONE DELLE AZIONI DOVUTE ALLE ESPLOSIONI	"	37
3.6.2.4.	CRITERI DI PROGETTAZIONE	"	37
3.6.3.	URTI.....	"	38
3.6.3.1.	GENERALITÀ	"	38
3.6.3.2.	CLASSIFICAZIONE DELLE AZIONI DOVUTE AGLI URTI.....	"	38
3.6.3.3.	URTI DA TRAFFICO VEICOLARE	"	38
3.6.3.3.1.	Traffico veicolare sotto ponti o altre strutture	"	38
3.6.3.3.2.	Traffico veicolare sopra i ponti	"	39
3.6.3.4.	URTI DA TRAFFICO FERROVIARIO	"	39
3.6.3.5.	URTI DI IMBARCAZIONI E AEROMOBILI	"	39
4.	COSTRUZIONI CIVILI E INDUSTRIALI.....	"	41
4.1.	COSTRUZIONI DI CALCESTRUZZO.....	"	42
4.1.1.	VALUTAZIONE DELLA SICUREZZA E METODI DI ANALISI.....	"	42
4.1.1.1.	ANALISI ELASTICA LINEARE.....	"	43
4.1.1.2.	ANALISI PLASTICA.....	"	43
4.1.1.3.	ANALISI NON LINEARE.....	"	43
4.1.1.4.	EFFETTI DELLE DEFORMAZIONI	"	44
4.1.2.	VERIFICHE DEGLI STATI LIMITE	"	44
4.1.2.1.	MATERIALI	"	44
4.1.2.1.1.	Resistenze di progetto dei materiali	"	44
4.1.2.1.1.1.	<i>Resistenza di progetto a compressione del calcestruzzo</i>	"	44
4.1.2.1.1.2.	<i>Resistenza di progetto a trazione del calcestruzzo</i>	"	44
4.1.2.1.1.3.	<i>Resistenza di progetto dell'acciaio</i>	"	44
4.1.2.1.1.4.	<i>Tensione tangenziale di aderenza acciaio-calcestruzzo</i>	"	45
4.1.2.1.2.	Diagrammi di progetto dei materiali	"	45
4.1.2.1.2.1.	<i>Diagrammi di progetto tensione-deformazione del calcestruzzo</i>	"	45
	<i>Calcestruzzo confinato</i>	"	45
4.1.2.1.2.2.	<i>Diagrammi di progetto tensione-deformazione dell'acciaio</i>	"	47
4.1.2.2.	STATI LIMITE DI ESERCIZIO.....	"	47
4.1.2.2.1.	Generalità	"	47

4.1.2.2.2.	Stato limite di deformazione	p.	47
4.1.2.2.3.	Stato limite per vibrazioni	"	47
4.1.2.2.4.	Stato limite di fessurazione	"	48
4.1.2.2.4.1.	<i>Combinazioni di azioni</i>	"	48
4.1.2.2.4.2.	<i>Condizioni ambientali</i>	"	48
4.1.2.2.4.3.	<i>Sensibilità delle armature alla corrosione</i>	"	48
4.1.2.2.4.4.	<i>Scelta degli stati limite di fessurazione</i>	"	48
4.1.2.2.4.5.	<i>Verifica dello stato limite di fessurazione</i>	"	48
	<i>Stato limite di decompressione e di formazione delle fessure</i>	"	48
	<i>Stato limite di apertura delle fessure</i>	"	49
4.1.2.2.5.	Stato limite di limitazione delle tensioni	"	49
4.1.2.2.5.1.	<i>Tensione massima di compressione</i> <i>del calcestruzzo nelle condizioni di esercizio</i>	"	49
4.1.2.2.5.2.	<i>Tensione massima dell'acciaio in condizioni di esercizio</i>	"	49
4.1.2.3.	STATI LIMITE ULTIMI	"	49
4.1.2.3.1.	Generalità	"	49
4.1.2.3.2.	Stato limite di resistenza	"	49
4.1.2.3.3.	Stato limite di duttilità	"	49
4.1.2.3.4.	Resistenza flessionale e duttilità massima in presenza e in assenza di sforzo assiale	"	49
4.1.2.3.4.1.	<i>Ipotesi di base</i>	"	49
4.1.2.3.4.2.	<i>Verifiche di resistenza e duttilità</i>	"	50
4.1.2.3.5.	Resistenza nei confronti di sollecitazioni taglienti	"	51
4.1.2.3.5.1.	<i>Elementi senza armature trasversali resistenti a taglio</i>	"	51
4.1.2.3.5.2.	<i>Elementi con armature trasversali resistenti al taglio</i>	"	51
4.1.2.3.5.3.	<i>Casi particolari</i>	"	52
	<i>Componenti trasversali</i>	"	52
	<i>Carichi in prossimità degli appoggi</i>	"	52
	<i>Carichi appesi o indiretti</i>	"	53
4.1.2.3.5.4.	<i>Verifica al punzonamento</i>	"	53
4.1.2.3.6.	Resistenza nei confronti di sollecitazioni torcenti	"	53
	<i>Sollecitazioni composte</i>	"	54
4.1.2.3.7.	Resistenza di elementi tozzi, nelle zone diffuse e nei nodi	"	54
4.1.2.3.8.	Resistenza a fatica	"	54
4.1.2.3.9.	Indicazioni specifiche relative a pilastri e pareti	"	54
4.1.2.3.9.1.	<i>Pilastri cerchiati</i>	"	54
4.1.2.3.9.2.	<i>Verifiche di stabilità per elementi snelli</i>	"	55
	<i>Snellezza limite per pilastri singoli</i>	"	55
	<i>Effetti globali negli edifici</i>	"	55
4.1.2.3.9.3.	<i>Metodi di verifica</i>	"	55
	<i>Analisi elastica lineare</i>	"	55
	<i>Analisi non lineare</i>	"	55
4.1.2.3.10.	Verifica dell'aderenza delle barre di acciaio con il calcestruzzo	"	56
4.1.3.	VERIFICHE PER SITUAZIONI TRANSITORIE	"	56
4.1.4.	VERIFICHE PER SITUAZIONI ECCEZIONALI	"	56
4.1.5.	PROGETTAZIONE INTEGRATA DA PROVE E VERIFICA MEDIANTE PROVE	"	56
4.1.6.	DETTAGLI COSTRUTTIVI	"	56
4.1.6.1.	ELEMENTI MONODIMENSIONALI: TRAVI E PILASTRI	"	56

4.1.6.1.1.	Armatura delle travi	p.	56
4.1.6.1.2.	Armatura dei pilastri	"	57
4.1.6.1.3.	Copriferro e interferro	"	57
4.1.6.1.4.	Ancoraggio delle barre e loro giunzione	"	57
4.1.7.	ESECUZIONE	"	58
4.1.8.	NORME ULTERIORI		
	PER IL CALCESTRUZZO ARMATO PRECOMPRESSO	"	58
4.1.8.1.	VALUTAZIONE DELLA SICUREZZA – NORME DI CALCOLO	"	58
4.1.8.1.1.	Stati limite ultimi	"	58
4.1.8.1.2.	Stati limite di esercizio	"	58
4.1.8.1.3.	Tensioni di esercizio nel calcestruzzo a cadute avvenute	"	58
4.1.8.1.4.	Tensioni iniziali nel calcestruzzo	"	59
4.1.8.1.5.	Tensioni limite per gli acciai da precompressione	"	59
4.1.8.2.	DETTAGLI COSTRUTTIVI PER IL CALCESTRUZZO ARMATO PRECOMPRESSO	"	59
4.1.8.2.1.	Armatura longitudinale ordinaria	"	59
4.1.8.2.2.	Staffe	"	59
4.1.8.3.	ESECUZIONE DELLE OPERE IN CALCESTRUZZO ARMATO PRECOMPRESSO	"	59
4.1.9.	NORME ULTERIORI PER I SOLAI	"	60
4.1.9.1.	SOLAI MISTI DI C.A. E C.A.P. E BLOCCHI FORATI		
	IN LATERIZIO O IN CALCESTRUZZO	"	60
4.1.9.2.	SOLAI MISTI DI C.A. E C.A.P. E BLOCCHI		
	DIVERSI DAL LATERIZIO O CALCESTRUZZO	"	60
4.1.9.3.	SOLAI REALIZZATI CON L'ASSOCIAZIONE		
	DI COMPONENTI PREFABBRICATI IN C.A. E C.A.P.	"	60
4.1.10.	NORME ULTERIORI		
	PER LE STRUTTURE PREFABBRICATE	"	60
4.1.10.1.	PRODOTTI PREFABBRICATI NON SOGGETTI A MARCATURA CE	"	61
4.1.10.2.	PRODOTTI PREFABBRICATI IN SERIE	"	61
4.1.10.2.1.	Prodotti prefabbricati in serie dichiarata	"	61
4.1.10.2.2.	Prodotti prefabbricati in serie controllata	"	61
4.1.10.3.	RESPONSABILITÀ E COMPETENZE	"	61
4.1.10.4.	PROVE SU COMPONENTI	"	62
4.1.10.5.	NORME COMPLEMENTARI	"	62
4.1.10.5.1.	Appoggi	"	62
4.1.10.5.2.	Realizzazione delle unioni e dei collegamenti	"	62
4.1.10.5.3.	Tolleranze	"	62
4.1.11.	CALCESTRUZZO A BASSA PERCENTUALE		
	DI ARMATURA O NON ARMATO	"	62
4.1.11.1.	VALUTAZIONE DELLA SICUREZZA – NORME DI CALCOLO	"	62
4.1.12.	CALCESTRUZZO DI AGGREGATI LEGGERI (LC)	"	63
4.1.12.1.	NORME DI CALCOLO	"	63
4.1.13.	RESISTENZA AL FUOCO	"	63
4.2.	COSTRUZIONI DI ACCIAIO	"	63
4.2.1.	MATERIALI	"	63
4.2.1.1.	ACCIAIO LAMINATO	"	63
4.2.1.2.	ACCIAIO INOSSIDABILE	"	64
4.2.1.3.	SALDATURE	"	65
4.2.1.4.	BULLONI E CHIODI	"	65
4.2.2.	VALUTAZIONE DELLA SICUREZZA	"	65

4.2.2.1.	STATI LIMITE	p.	65
4.2.3.	ANALISI STRUTTURALE	"	65
4.2.3.1.	CLASSIFICAZIONE DELLE SEZIONI	"	65
4.2.3.2.	CAPACITÀ RESISTENTE DELLE SEZIONI	"	67
4.2.3.3.	METODI DI ANALISI GLOBALE	"	67
4.2.3.4.	EFFETTI DELLE DEFORMAZIONI	"	68
4.2.3.5.	EFFETTO DELLE IMPERFEZIONI	"	68
4.2.4.	VERIFICHE	"	69
4.2.4.1.	VERIFICHE AGLI STATI LIMITE ULTIMI	"	69
4.2.4.1.1.	Resistenza di progetto	"	69
4.2.4.1.2.	Resistenza delle membrature	"	69
	<i>Trazione</i>	"	70
	<i>Compressione</i>	"	70
	<i>Flessione monoassiale (retta)</i>	"	70
	<i>Taglio</i>	"	71
	<i>Torsione</i>	"	72
	<i>Flessione e taglio</i>	"	72
	<i>Presso o tenso-flessione retta</i>	"	72
	<i>Presso o tenso-flessione biassiale</i>	"	73
	<i>Flessione, taglio e sforzo assiale</i>	"	73
4.2.4.1.3.	Stabilità delle membrature	"	73
4.2.4.1.3.1.	<i>Aste compresse</i>	"	73
	<i>Limitazioni della snellezza</i>	"	74
4.2.4.1.3.2.	<i>Travi inflesse</i>	"	75
4.2.4.1.3.3.	<i>Membrature inflesse e compresse</i>	"	76
4.2.4.1.3.4.	<i>Stabilità dei pannelli</i>	"	76
4.2.4.1.4.	<i>Stato limite di fatica</i>	"	76
	<i>Verifica a vita illimitata</i>	"	77
	<i>Verifica a danneggiamento</i>	"	77
4.2.4.1.5.	Fragilità alle basse temperature	"	77
4.2.4.1.6.	Resistenza di cavi, barre e funi	"	78
4.2.4.1.7.	Resistenza degli apparecchi di appoggio	"	78
4.2.4.2.	VERIFICHE AGLI STATI LIMITE DI ESERCIZIO	"	78
4.2.4.2.1.	Spostamenti verticali	"	78
4.2.4.2.2.	Spostamenti laterali	"	78
4.2.4.2.3.	Stato limite di vibrazioni	"	79
4.2.4.2.3.1.	<i>Edifici</i>	"	79
4.2.4.2.3.2.	<i>Strutture di elevata flessibilità e soggette a carichi ciclici</i>	"	79
4.2.4.2.3.3.	<i>Oscillazioni prodotte dal vento</i>	"	79
4.2.4.2.4.	Stato limite di plasticizzazioni locali	"	80
4.2.5.	VERIFICHE PER SITUAZIONI PROGETTUALI TRANSITORIE	"	80
4.2.6.	VERIFICHE PER SITUAZIONI PROGETTUALI ECCEZIONALI	"	80
4.2.7.	PROGETTAZIONE INTEGRATA DA PROVE E VERIFICA MEDIANTE PROVE	"	80
4.2.8.	UNIONI	"	80
4.2.8.1.	UNIONI CON BULLONI, CHIODI E PERNI SOGGETTI A CARICHI STATICI	"	81
4.2.8.1.1.	Unioni con bulloni e chiodi	"	81
	<i>Unioni con bulloni o chiodi soggette a taglio e/o a trazione</i>	"	83
	<i>Unioni a taglio per attrito con bulloni ad alta resistenza</i>	"	83

4.2.8.1.2.	Collegamenti con perni	p.	84
4.2.8.2.	UNIONI SALDATE	"	84
4.2.8.2.1.	Unioni con saldature a piena penetrazione	"	84
4.2.8.2.2.	Unioni con saldature a parziale penetrazione	"	85
4.2.8.2.3.	Unioni con saldature a cordoni d'angolo	"	85
4.2.8.2.4.	Resistenza delle saldature a cordoni d'angolo	"	85
4.2.8.3.	UNIONI SOGGETTE A CARICHI DA FATICA	"	86
4.2.8.4.	UNIONI SOGGETTE A VIBRAZIONI, URTI E/O INVERSIONI DI CARICO	"	86
4.2.9.	REQUISITI PER LA PROGETTAZIONE E L'ESECUZIONE	"	86
4.2.9.1.	SPESSORI LIMITE	"	86
4.2.9.2.	ACCIAIO INCRUDITO	"	86
4.2.9.3.	GIUNTI DI TIPO MISTO	"	86
4.2.9.4.	PROBLEMATICHE SPECIFICHE	"	86
4.2.9.5.	APPARECCHI DI APPOGGIO	"	87
4.2.9.6.	VERNICIATURA E ZINCATURA	"	87
4.2.10.	CRITERI DI DURABILITÀ	"	87
4.2.11.	RESISTENZA AL FUOCO	"	87
4.3.	COSTRUZIONI COMPOSTE		
	DI ACCIAIO – CALCESTRUZZO	"	87
4.3.1.	VALUTAZIONE DELLA SICUREZZA	"	87
4.3.1.1.	STATI LIMITE ULTIMI	"	87
4.3.1.2.	STATI LIMITE DI ESERCIZIO	"	88
4.3.1.3.	FASI COSTRUTTIVE	"	88
4.3.2.	ANALISI STRUTTURALE	"	88
4.3.2.1.	CLASSIFICAZIONE DELLE SEZIONI	"	88
4.3.2.2.	METODI DI ANALISI GLOBALE	"	88
4.3.2.2.1.	Analisi lineare elastica	"	88
4.3.2.2.2.	Analisi plastica	"	89
4.3.2.2.3.	Analisi non lineare	"	89
4.3.2.3.	LARGHEZZE EFFICACI	"	89
4.3.2.4.	EFFETTI DELLE DEFORMAZIONI	"	90
4.3.2.5.	EFFETTI DELLE IMPERFEZIONI	"	90
4.3.3.	RESISTENZE DI PROGETTO	"	91
4.3.3.1.	MATERIALI	"	91
4.3.3.1.1.	Acciaio	"	91
4.3.3.1.2.	Calcestruzzo	"	91
4.3.4.	TRAVI CON SOLETTA COLLABORANTE	"	91
4.3.4.1.	TIPOLOGIA DELLE SEZIONI	"	91
4.3.4.2.	RESISTENZA DELLE SEZIONI	"	92
4.3.4.2.1.	Resistenza a flessione	"	92
4.3.4.2.1.1.	<i>Metodo elastico</i>	"	92
4.3.4.2.1.2.	<i>Metodo plastico</i>	"	92
4.3.4.2.1.3.	<i>Metodo elasto-plastico</i>	"	92
4.3.4.2.2.	Resistenza a taglio	"	92
4.3.4.3.	SISTEMI DI CONNESSIONE ACCIAIO-CALCESTRUZZO	"	92
4.3.4.3.1.	Connessioni a taglio con pioli	"	93
4.3.4.3.1.1.	<i>Disposizione e limitazioni</i>	"	93
4.3.4.3.1.2.	<i>Resistenza dei connettori</i>	"	93
4.3.4.3.2.	Altri tipi di connettori	"	94

4.3.4.3.3.	Valutazione delle sollecitazioni di taglio agenti sul sistema di connessione.....	p.	94
4.3.4.3.4.	Dettagli costruttivi della zona di connessione a taglio.....	"	94
4.3.4.3.5.	Armatura trasversale.....	"	95
4.3.4.4.	MODALITÀ ESECUTIVE.....	"	95
4.3.4.5.	SPessori MINIMI.....	"	95
4.3.5.	COLONNE COMPOSTE.....	"	95
4.3.5.1.	GENERALITÀ E TIPOLOGIE.....	"	95
4.3.5.2.	RIGIDEZZA FLESSIONALE, SNELLEZZA E CONTRIBUTO MECCANICO DELL'ACCIAIO.....	"	96
4.3.5.3.	RESISTENZA DELLE SEZIONI.....	"	97
4.3.5.3.1.	Resistenza della sezione per tensioni normali.....	"	97
4.3.5.3.2.	Resistenza e taglio della sezione.....	"	98
4.3.5.4.	STABILITÀ DELLE MEMBRATURE.....	"	99
4.3.5.4.1.	Colonne compresse.....	"	99
4.3.5.4.2.	Instabilità locale.....	"	99
4.3.5.4.3.	Colonne pressoinflesse.....	"	100
4.3.5.5.	TRASFERIMENTO DEGLI SFORZI TRA COMPONENTE IN ACCIAIO E COMPONENTE IN CALCESTRUZZO.....	"	100
4.3.5.5.1.	Resistenza allo scorrimento fra i componenti.....	"	100
4.3.5.6.	COPRIFERRO E MINIMI DI ARMATURA.....	"	101
4.3.6.	SOLETTE COMPOSTE CON LAMIERA GRECATA.....	"	101
4.3.6.1.	ANALISI PER IL CALCOLO DELLE SOLLECITAZIONI.....	"	102
4.3.6.1.1.	Larghezza efficace per forze concentrate o lineari.....	"	102
4.3.6.2.	VERIFICHE DI RESISTENZA ALLO STATO LIMITE ULTIMO.....	"	102
4.3.6.3.	VERIFICHE AGLI STATI LIMITE DI ESERCIZIO.....	"	103
4.3.6.3.1.	Verifiche a fessurazione.....	"	103
4.3.6.3.2.	Verifiche di deformazione.....	"	103
4.3.6.4.	VERIFICHE DELLA LAMIERA GRECATA NELLA FASE DI GETTO.....	"	103
4.3.6.4.1.	Verifica di resistenza.....	"	103
4.3.6.4.2.	Verifiche agli stati limite di esercizio.....	"	103
4.3.6.5.	DETTAGLI COSTRUTTIVI.....	"	103
4.3.6.5.1.	Spessore minimo delle lamiere grecate.....	"	103
4.3.6.5.2.	Spessore della soletta.....	"	103
4.3.6.5.3.	Inerti.....	"	103
4.3.6.5.4.	Appoggi.....	"	103
4.3.7.	VERIFICHE PER SITUAZIONI TRANSITORIE.....	"	104
4.3.8.	VERIFICHE PER SITUAZIONI ECCEZIONALI.....	"	104
4.3.9.	RESISTENZA AL FUOCO.....	"	104
4.3.10.	PROGETTAZIONE INTEGRATA DA PROVE E VERIFICA MEDIANTE PROVE.....	"	104
4.4.	COSTRUZIONI DI LEGNO.....	"	104
4.4.1.	VALUTAZIONE DELLA SICUREZZA.....	"	104
4.4.2.	ANALISI STRUTTURALE.....	"	104
4.4.3.	AZIONI E LORO COMBINAZIONI.....	"	105
4.4.4.	CLASSI DI DURATA DEL CARICO.....	"	105
4.4.5.	CLASSI DI SERVIZIO.....	"	105
4.4.6.	RESISTENZA DI PROGETTO.....	"	105
4.4.7.	STATI LIMITE DI ESERCIZIO.....	"	106

4.4.8.	STATI LIMITE ULTIMI	p.	107
4.4.8.1.	VERIFICHE DI RESISTENZA	"	107
4.4.8.1.1.	Trazione parallela alla fibratura	"	108
4.4.8.1.2.	Trazione perpendicolare alla fibratura	"	108
4.4.8.1.3.	Compressione parallela alla fibratura	"	108
4.4.8.1.4.	Compressione perpendicolare alla fibratura	"	108
4.4.8.1.5.	Compressione inclinata rispetto alla fibratura	"	108
4.4.8.1.6.	Flessione	"	109
4.4.8.1.7.	Tensoflessione	"	109
4.4.8.1.8.	Pressoflessione	"	109
4.4.8.1.9.	Taglio	"	109
4.4.8.1.10.	Torsione	"	110
4.4.8.1.11.	Taglio e torsione	"	110
4.4.8.2.	VERIFICHE DI STABILITÀ	"	110
4.4.8.2.1.	Elementi inflessi (instabilità di trave)	"	110
4.4.8.2.2.	Elementi compressi (instabilità di colonna)	"	111
4.4.9.	COLLEGAMENTI	"	111
4.4.10.	ELEMENTI STRUTTURALI	"	111
4.4.11.	SISTEMI STRUTTURALI	"	112
4.4.12.	ROBUSTEZZA	"	112
4.4.13.	DURABILITÀ	"	112
4.4.14.	RESISTENZA AL FUOCO	"	112
4.4.15.	REGOLE PER L'ESECUZIONE	"	112
4.4.16.	VERIFICHE PER SITUAZIONI TRANSITORIE, CONTROLLI E PROVE DI CARICO	"	113
4.4.17.	VERIFICHE PER SITUAZIONI PROGETTUALI ECCEZIONALI	"	113
4.4.18.	PROGETTAZIONE INTEGRATA DA PROVE E VERIFICA MEDIANTE PROVE	"	113
4.5.	COSTRUZIONI DI MURATURA	"	113
4.5.1.	DEFINIZIONI	"	113
4.5.2.	MATERIALI E CARATTERISTICHE TIPOLOGICHE	"	113
4.5.2.1.	MALTE	"	113
4.5.2.2.	ELEMENTI RESISTENTI IN MURATURA	"	113
4.5.2.2.1.	Elementi artificiali	"	113
4.5.2.2.2.	Elementi naturali	"	114
4.5.2.3.	MURATURE	"	114
4.5.3.	CARATTERISTICHE MECCANICHE DELLE MURATURE	"	115
4.5.4.	ORGANIZZAZIONE STRUTTURALE	"	115
4.5.5.	ANALISI STRUTTURALE	"	115
4.5.6.	VERIFICHE	"	116
4.5.6.1.	RESISTENZE DI PROGETTO	"	116
4.5.6.2.	VERIFICHE AGLI STATI LIMITE ULTIMI	"	116
4.5.6.3.	VERIFICHE AGLI STATI LIMITE DI ESERCIZIO	"	118
4.5.6.4.	VERIFICHE SEMPLIFICATE	"	118
4.5.7.	MURATURA ARMATA	"	118
4.5.8.	MURATURA CONFINATA	"	119
4.5.9.	VERIFICHE PER SITUAZIONI TRANSITORIE	"	119
4.5.10.	VERIFICHE PER SITUAZIONI ECCEZIONALI	"	119
4.5.11.	RESISTENZA AL FUOCO	"	119

4.5.12.	PROGETTAZIONE INTEGRATA DA PROVE E VERIFICA MEDIANTE PROVE	p.	119
4.6.	ALTRI SISTEMI COSTRUTTIVI.....	"	120
5.	PONTI.....	"	121
5.1.	PONTI STRADALI.....	"	122
5.1.1.	OGGETTO.....	"	122
5.1.2.	PRESCRIZIONI GENERALI.....	"	122
5.1.2.1.	GEOMETRIA DELLA SEDE STRADALE	"	122
5.1.2.2.	ALTEZZA LIBERA	"	122
5.1.2.3.	COMPATIBILITÀ IDRAULICA	"	122
5.1.3.	AZIONI SUI PONTI STRADALI	"	123
5.1.3.1.	AZIONI PERMANENTI	"	123
5.1.3.2.	DISTORSIONI E DEFORMAZIONI IMPRESSE	"	123
5.1.3.3.	AZIONI VARIABILI DA TRAFFICO. CARICHI VERTICALI: Q1	"	123
5.1.3.3.1.	Premessa.....	"	123
5.1.3.3.2.	Definizione delle corsie convenzionali	"	123
5.1.3.3.3.	Schemi di Carico	"	124
5.1.3.3.4.	Categorie Stradali.....	"	125
5.1.3.3.5.	Disposizione dei carichi mobili per realizzare le condizioni di carico più gravose.....	"	125
5.1.3.3.6.	Strutture secondarie di impalcato.....	"	126
	<i>Diffusione dei carichi locali</i>	"	126
	<i>Calcolo delle strutture secondarie di impalcato</i>	"	126
5.1.3.4.	AZIONI VARIABILI DA TRAFFICO. INCREMENTO DINAMICO ADDIZIONALE IN PRESENZA DI DISCONTINUITÀ STRUTTURALI: q2	"	126
5.1.3.5.	AZIONI VARIABILI DA TRAFFICO. AZIONE LONGITUDINALE DI FRENAMENTO O DI ACCELERAZIONE: q3.....	"	126
5.1.3.6.	AZIONI VARIABILI DA TRAFFICO. AZIONE CENTRIFUGA: q4	"	127
5.1.3.7.	AZIONI DI NEVE E DI VENTO: q5	"	127
5.1.3.8.	AZIONI IDRODINAMICHE: q6	"	127
5.1.3.9.	AZIONI DELLA TEMPERATURA: q7.....	"	127
5.1.3.10.	AZIONI SUI PARAPETTI E URTO DI VEICOLO IN SVIO: q8.....	"	127
5.1.3.11.	RESISTENZE PASSIVE DEI VINCOLI: q9	"	128
5.1.3.12.	AZIONI SISMICHE: E	"	128
5.1.3.13.	AZIONI ECCEZIONALI: A	"	128
5.1.3.14.	COMBINAZIONI DI CARICO	"	128
5.1.4.	VERIFICHE DI SICUREZZA.....	"	130
5.1.4.1.	VERIFICHE AGLI STATI LIMITE ULTIMI.....	"	130
5.1.4.2.	STATI LIMITE DI ESERCIZIO.....	"	130
5.1.4.3.	VERIFICHE ALLO STATO LIMITE DI FATICA	"	130
	<i>Verifiche per vita illimitata</i>	"	130
	<i>Verifiche a danneggiamento</i>	"	131
5.1.4.4.	VERIFICHE ALLO STATO LIMITE DI FESSURAZIONE	"	133
5.1.4.5.	VERIFICHE ALLO STATO LIMITE DI DEFORMAZIONE.....	"	133
5.1.4.6.	VERIFICHE DELLE AZIONI SISMICHE	"	133
5.1.4.7.	VERIFICHE IN FASE DI COSTRUZIONE.....	"	134
5.1.5.	STRUTTURE PORTANTI.....	"	134
5.1.5.1.	IMPALCATO.....	"	134

5.1.5.1.1.	Spessori minimi.....	p.	134
5.1.5.1.2.	Strutture ad elementi prefabbricati.....	"	134
5.1.5.2.	PILE.....	"	134
5.1.5.2.1.	Spessori minimi.....	"	134
5.1.5.2.2.	Schematizzazione e calcolo.....	"	134
5.1.6.	VINCOLI.....	"	134
5.1.6.1.	PROTEZIONE DEI VINCOLI.....	"	134
5.1.6.2.	CONTROLLO, MANUTENZIONE E SOSTITUZIONE.....	"	134
5.1.6.3.	VINCOLI IN ZONA SISMICA.....	"	135
5.1.7.	OPERE ACCESSORIE.....	"	135
5.1.7.1.	IMPERMEABILIZZAZIONE.....	"	135
5.1.7.2.	PAVIMENTAZIONI.....	"	135
5.1.7.3.	GIUNTI.....	"	135
5.1.7.4.	SMALTIMENTO DEI LIQUIDI PROVENIENTI DALL'IMPALCATO.....	"	135
5.1.7.5.	DISPOSITIVI PER L'ISPEZIONABILITÀ E LA MANUTENZIONE DELLE OPERE.....	"	135
5.1.7.6.	VANI PER CONDOTTE E CAVIDOTTI.....	"	135
5.2.	PONTI FERROVIARI.....	"	135
5.2.1.	PRINCIPALI CRITERI PROGETTUALI E MANUTENTIVI.....	"	135
5.2.1.1.	ISPEZIONABILITÀ E MANUTENZIONE.....	"	135
5.2.1.2.	COMPATIBILITÀ IDRAULICA.....	"	136
5.2.1.3.	ALTEZZA LIBERA.....	"	136
5.2.2.	AZIONI SULLE OPERE.....	"	136
5.2.2.1.	AZIONI PERMANENTI.....	"	136
5.2.2.1.1.	Carichi permanenti portati.....	"	136
5.2.2.2.	AZIONI VARIABILI VERTICALI.....	"	136
5.2.2.2.1.	Modelli di carico.....	"	136
5.2.2.2.1.1.	<i>Modello di carico LM 71</i>	"	136
5.2.2.2.1.2.	<i>Modelli di carico SW</i>	"	137
5.2.2.2.1.3.	<i>Treno scarico</i>	"	137
5.2.2.2.1.4.	<i>Ripartizione locale dei carichi</i>	"	137
5.2.2.2.1.5.	<i>Distribuzione dei carichi verticali per i rilevati a tergo delle spalle</i>	"	138
5.2.2.2.2.	Carichi sui marciapiedi.....	"	139
5.2.2.2.3.	Effetti dinamici.....	"	139
5.2.2.3.	AZIONI VARIABILI ORIZZONTALI.....	"	141
5.2.2.3.1.	Forza centrifuga.....	"	141
5.2.2.3.2.	Azione laterale (Serpeggio).....	"	142
5.2.2.3.3.	Azioni di avviamento e frenatura.....	"	142
5.2.2.4.	AZIONI VARIABILI AMBIENTALI.....	"	143
5.2.2.4.1.	Azione del vento.....	"	143
5.2.2.4.2.	Temperatura.....	"	143
5.2.2.5.	EFFETTI DI INTERAZIONE STATICA TRENO-BINARIO-STRUTTURA.....	"	144
5.2.2.6.	EFFETTI AERODINAMICI ASSOCIATI AL PASSAGGIO DEI CONVOGLI FERROVIARI.....	"	144
5.2.2.6.1.	Superfici verticali parallele al binario.....	"	145
5.2.2.6.2.	Superfici orizzontali al di sopra del binario.....	"	145
5.2.2.6.3.	Superfici orizzontali adiacenti il binario.....	"	145
5.2.2.6.4.	Strutture con superfici multiple a fianco del binario sia verticali che orizzontali o inclinate.....	"	146
5.2.2.6.5.	Superfici che circondano integralmente il binario per lunghezze inferiori a 20 m.....	"	147

5.2.2.7.	AZIONI IDRODINAMICHE	p.	147
5.2.2.8.	AZIONI SISMICHE	"	147
5.2.2.9.	AZIONI ECCEZIONALI	"	147
5.2.2.9.1.	Rottura della catenaria.....	"	147
5.2.2.9.2.	Deragliamenti al di sopra del ponte.....	"	148
5.2.2.9.3.	Deragliamenti al di sotto del ponte.....	"	148
5.2.2.10.	AZIONI INDIRETTE	"	148
5.2.2.10.1.	<i>Distorsioni</i>	"	148
5.2.2.10.2.	<i>Ritiro e viscosità</i>	"	148
5.2.2.10.3.	<i>Resistenze parassite nei vincoli</i>	"	149
5.2.3.	PARTICOLARI PRESCRIZIONI PER LE VERIFICHE.....	"	149
5.2.3.1.	COMBINAZIONE DEI TRENI DI CARICO E DELLE AZIONI DA ESSI DERIVATE PER PIÙ BINARI.....	"	149
5.2.3.1.1.	Numero di binari	"	149
5.2.3.1.2.	Numero di treni contemporanei.....	"	149
5.2.3.1.3.	Simultaneità delle azioni da traffico – valori caratteristici delle azioni combinate in gruppi di carichi	"	149
5.2.3.1.4.	Valori rari e frequenti delle azioni da traffico ferroviario	"	150
5.2.3.1.5.	Valori quasi-permanenti delle azioni da traffico ferroviario	"	150
5.2.3.1.6.	Azioni da traffico ferroviario in situazioni transitorie.....	"	150
5.2.3.2.	VERIFICHE AGLI SLU E SLE	"	150
5.2.3.2.1.	Requisiti concernenti gli SLU	"	150
5.2.3.2.2.	Requisiti concernenti gli SLE	"	151
5.2.3.2.2.1.	Stati limite di esercizio per la sicurezza del traffico ferroviario	"	152
	<i>Accelerazioni verticali dell'impalcato</i>	"	152
	<i>Deformazioni torsionali dell'impalcato</i>	"	152
	<i>Inflessioni nel piano orizzontale dell'impalcato</i>	"	152
5.2.3.2.3.	Verifiche allo stato limite di fatica.....	"	153
5.2.3.2.4.	Verifiche allo stato limite di fessurazione	"	153
6.	PROGETTAZIONE GEOTECNICA	"	155
6.1.	DISPOSIZIONI GENERALI	"	156
6.1.1.	OGGETTO DELLE NORME	"	156
6.1.2.	PRESCRIZIONI GENERALI.....	"	156
6.2.	ARTICOLAZIONE DEL PROGETTO	"	156
6.2.1.	CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOLOGICA DEL SITO	"	156
6.2.2.	INDAGINI, CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOTECNICA.....	"	157
6.2.3.	FASI E MODALITÀ COSTRUTTIVE	"	157
6.2.4.	VERIFICHE DELLA SICUREZZA E DELLE PRESTAZIONI.....	"	157
6.2.4.1.	VERIFICHE NEI CONFRONTI DEGLI STATI LIMITE ULTIMI (SLU)	"	157
6.2.4.1.1.	Azioni	"	158
6.2.4.1.2.	Resistenze.....	"	158
6.2.4.1.3.	Verifiche strutturali con l'analisi di interazione terreno-struttura	"	159
6.2.4.2.	VERIFICHE NEI CONFRONTI DEGLI STATI LIMITE ULTIMI IDRAULICI	"	159
6.2.4.3.	VERIFICHE NEI CONFRONTI DEGLI STATI LIMITE DI ESERCIZIO (SLE)	"	159
6.2.5.	IMPIEGO DEL METODO OSSERVAZIONALE.....	"	160
6.2.6.	MONITORAGGIO DEL COMPLESSO OPERA-TERRENO	"	160

6.3.	STABILITÀ DEI PENDII NATURALI	p.	160
6.3.1.	PRESCRIZIONI GENERALI	"	160
6.3.2.	MODELLAZIONE GEOLOGICA DEL PENDIO	"	160
6.3.3.	MODELLAZIONE GEOTECNICA DEL PENDIO	"	160
6.3.4.	VERIFICHE DI SICUREZZA	"	161
6.3.5.	INTERVENTI DI STABILIZZAZIONE	"	161
6.3.6.	CONTROLLI E MONITORAGGIO	"	161
6.4.	OPERE DI FONDAZIONE	"	161
6.4.1.	CRITERI GENERALI DI PROGETTO	"	161
6.4.2.	FONDAZIONI SUPERFICIALI	"	162
6.4.2.1.	VERIFICHE AGLI STATI LIMITE ULTIMI (SLU)	"	162
6.4.2.2.	VERIFICHE AGLI STATI LIMITE DI ESERCIZIO (SLE)	"	162
6.4.3.	FONDAZIONI SU PALI	"	162
6.4.3.1.	VERIFICHE AGLI STATI LIMITE ULTIMI (SLU)	"	163
6.4.3.1.1.	Resistenze di pali soggetti a carichi assiali	"	163
6.4.3.1.1.1.	<i>Resistenza a carico assiale di una palificata</i>	"	165
6.4.3.1.2.	Resistenze di pali soggetti a carichi trasversali	"	165
6.4.3.2.	VERIFICHE AGLI STATI LIMITE DI ESERCIZIO (SLE)	"	165
6.4.3.3.	VERIFICHE AGLI STATI LIMITE ULTIMI (SLU) DELLE FONDAZIONI MISTE	"	165
6.4.3.4.	VERIFICHE AGLI STATI LIMITE DI ESERCIZIO (SLE) DELLE FONDAZIONI MISTE	"	166
6.4.3.5.	ASPETTI COSTRUTTIVI	"	166
6.4.3.6.	CONTROLLI D'INTEGRITÀ DEI PALI	"	166
6.4.3.7.	PROVE DI CARICO	"	166
6.4.3.7.1.	Prove di progetto su pali pilota	"	166
6.4.3.7.2.	Prove in corso d'opera	"	166
6.5.	OPERE DI SOSTEGNO	"	167
6.5.1.	CRITERI GENERALI DI PROGETTO	"	167
6.5.2.	AZIONI	"	167
6.5.2.1.	SOVRACCARICHI	"	168
6.5.2.2.	MODELLO GEOMETRICO DI RIFERIMENTO	"	168
6.5.3.	VERIFICHE AGLI STATI LIMITE	"	168
6.5.3.1.	VERIFICHE DI SICUREZZA (SLU)	"	168
6.5.3.1.1.	Muri di sostegno	"	168
6.5.3.1.2.	Paratie	"	169
6.5.3.2.	VERIFICHE DI ESERCIZIO (SLE)	"	169
6.6.	TIRANTI DI ANCORAGGIO	"	169
6.6.1.	CRITERI DI PROGETTO	"	169
6.6.2.	VERIFICHE DI SICUREZZA (SLU)	"	170
6.6.3.	ASPETTI COSTRUTTIVI	"	171
6.6.4.	PROVE DI CARICO	"	171
6.6.4.1.	PROVE DI PROGETTO SU ANCORAGGI PRELIMINARI	"	171
6.6.4.2.	PROVE DI CARICO IN CORSO D'OPERA SUGLI ANCORAGGI	"	171
6.7.	OPERE IN SOTTERRANEO	"	172
6.7.1.	PRESCRIZIONI GENERALI	"	172
6.7.2.	CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICA	"	172
6.7.3.	CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOTECNICA	"	172
6.7.4.	CRITERI DI PROGETTO	"	173
6.7.5.	ANALISI PROGETTUALI E VERIFICHE DI SICUREZZA	"	173

6.7.6.	CONTROLLO E MONITORAGGIO.....	p.	173
6.8.	OPERE DI MATERIALI SCIOLTI E FRONTI DI SCAVO	"	173
6.8.1.	CRITERI GENERALI DI PROGETTO.....	"	173
6.8.2.	VERIFICHE DI SICUREZZA (SLU).....	"	174
6.8.3.	VERIFICHE DI ESERCIZIO (SLE).....	"	174
6.8.4.	ASPETTI COSTRUTTIVI.....	"	174
6.8.5.	CONTROLLI E MONITORAGGIO.....	"	174
6.8.6.	FRONTI DI SCAVO.....	"	174
6.8.6.1.	INDAGINI GEOTECNICHE E CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA.....	"	174
6.8.6.2.	CRITERI GENERALI DI PROGETTO E VERIFICHE DI SICUREZZA.....	"	174
6.9.	MIGLIORAMENTO E RINFORZO DEI TERRENI E DEGLI AMMASSI ROCCIOSI	"	175
6.9.1.	SCELTA DEL TIPO DI INTERVENTO E CRITERI GENERALI DI PROGETTO.....	"	175
6.9.2.	MONITORAGGIO.....	"	175
6.10.	CONSOLIDAMENTO GEOTECNICO DI OPERE ESISTENTI	"	175
6.10.1.	CRITERI GENERALI DI PROGETTO.....	"	175
6.10.2.	INDAGINI GEOTECNICHE E CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA.....	"	175
6.10.3.	TIPI DI CONSOLIDAMENTO GEOTECNICO.....	"	176
6.10.4.	CONTROLLI E MONITORAGGIO.....	"	176
6.11.	DISCARICHE CONTROLLATE DI RIFIUTI E DEPOSITI DI INERTI	"	176
6.11.1.	DISCARICHE CONTROLLATE.....	"	176
6.11.1.1.	CRITERI DI PROGETTO.....	"	176
6.11.1.2.	CARATTERIZZAZIONE DEL SITO.....	"	176
6.11.1.3.	MODALITÀ COSTRUTTIVE E DI CONTROLLO DEI DISPOSITIVI DI BARRIERA.....	"	176
6.11.1.4.	VERIFICHE DI SICUREZZA.....	"	176
6.11.1.5.	MONITORAGGIO.....	"	177
6.11.2.	DEPOSITI DI INERTI.....	"	177
6.11.2.1.	CRITERI DI PROGETTO.....	"	177
6.11.2.2.	MONITORAGGIO.....	"	177
6.12.	FATTIBILITÀ DI OPERE SU GRANDI AREE	"	177
6.12.1.	INDAGINI SPECIFICHE.....	"	177
7.	PROGETTAZIONE PER AZIONI SISMICHE	"	179
7.0.	GENERALITÀ	"	180
7.1.	REQUISITI DELLE COSTRUZIONI NEI CONFRONTI DEGLI STATI LIMITE	"	180
7.2.	CRITERI GENERALI DI PROGETTAZIONE E MODELLAZIONE	"	180
7.2.1.	CARATTERISTICHE GENERALI DELLE COSTRUZIONI.....	"	180
7.2.2.	CRITERI GENERALI DI PROGETTAZIONE DEI SISTEMI STRUTTURALI.....	"	181
7.2.3.	CRITERI DI PROGETTAZIONE DI ELEMENTI STRUTTURALI "SECONDARI" ED ELEMENTI COSTRUTTIVI NON STRUTTURALI.....	"	184
7.2.4.	CRITERI DI PROGETTAZIONE DEGLI IMPIANTI.....	"	184

7.2.5.	REQUISITI STRUTTURALI DEGLI ELEMENTI DI FONDAZIONE	p.	185
7.2.6.	CRITERI DI MODELLAZIONE DELLA STRUTTURA E DELL' AZIONE SISMICA	"	186
7.3.	METODI DI ANALISI E CRITERI DI VERIFICA	"	187
7.3.1.	ANALISI LINEARE O NON LINEARE	"	188
7.3.2.	ANALISI DINAMICA O STATICA	"	190
7.3.3.	ANALISI LINEARE DINAMICA O STATICA	"	190
7.3.3.1.	ANALISI LINEARE DINAMICA	"	190
7.3.3.2.	ANALISI LINEARE STATICA	"	191
7.3.3.3.	VALUTAZIONE DEGLI SPOSTAMENTI DELLA STRUTTURA	"	191
7.3.4.	ANALISI NON LINEARE DINAMICA O STATICA	"	192
7.3.4.1.	ANALISI NON LINEARE DINAMICA	"	192
7.3.4.2.	ANALISI NON LINEARE STATICA	"	192
7.3.5.	RISPOSTA ALLE DIVERSE COMPONENTI DELL' AZIONE SISMICA ED ALLA VARIABILITÀ SPAZIALE DEL MOTO	"	193
7.3.6.	RISPETTO DEI REQUISITI NEI CONFRONTI DEGLI STATI LIMITE	"	193
7.3.6.1.	ELEMENTI STRUTTURALI (ST).....	"	193
7.3.6.2.	ELEMENTI NON STRUTTURALI (NS).....	"	195
7.3.6.3.	IMPIANTI (IM).....	"	195
7.4.	COSTRUZIONI DI CALCESTRUZZO	"	195
7.4.1.	GENERALITÀ	"	195
7.4.2.	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI	"	195
7.4.2.1.	CONGLOMERATO	"	195
7.4.2.2.	ACCIAIO	"	196
7.4.3.	TIPOLOGIE STRUTTURALI E FATTORI DI COMPORTAMENTO	"	196
7.4.3.1.	TIPOLOGIE STRUTTURALI	"	196
7.4.3.2.	FATTORI DI COMPORTAMENTO	"	196
7.4.4.	DIMENSIONAMENTO E VERIFICA DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI PRIMARI E SECONDARI	"	197
7.4.4.1.	TRAVI.....	"	197
7.4.4.1.1.	Verifiche di resistenza (RES).....	"	197
7.4.4.1.2.	Verifiche di duttilità (DUT)	"	198
7.4.4.2.	PILASTRI	"	198
7.4.4.2.1.	Verifiche di resistenza (RES).....	"	198
7.4.4.2.2.	Verifiche di duttilità (DUT)	"	199
7.4.4.3.	NODI TRAVE-PILASTRO	"	199
7.4.4.3.1.	Verifiche di resistenza (RES).....	"	200
7.4.4.4.	DIAFRAMMI ORIZZONTALI	"	200
7.4.4.4.1.	Verifiche di resistenza (RES).....	"	200
7.4.4.5.	PARETI	"	200
7.4.4.5.1.	Verifiche di resistenza (RES).....	"	201
7.4.4.5.2.	Verifiche di duttilità (DUT)	"	204
7.4.4.6.	TRAVI DI ACCOPPIAMENTO DEI SISTEMI A PARETI	"	204
7.4.5.	COSTRUZIONI CON STRUTTURA PREFABBRICATA	"	205
7.4.5.1.	TIPOLOGIE STRUTTURALI E FATTORI DI COMPORTAMENTO	"	205
7.4.5.2.	COLLEGAMENTI	"	205
7.4.5.2.1.	Regole di progetto	"	206
7.4.5.2.2.	Valutazione della resistenza	"	207

7.4.5.3.	ELEMENTI STRUTTURALI.....	p.	207
7.4.6.	DETTAGLI COSTRUTTIVI PER LE STRUTTURE A COMPORTAMENTO DISSIPATIVO.....	"	207
7.4.6.1.	LIMITAZIONI GEOMETRICHE	"	207
7.4.6.1.1.	Travi	"	207
7.4.6.1.2.	Pilastrini.....	"	208
7.4.6.1.3.	Nodi trave-pilastro.....	"	208
7.4.6.1.4.	Pareti.....	"	208
7.4.6.2.	LIMITAZIONI DI ARMATURA.....	"	208
7.4.6.2.1.	Travi	"	208
7.4.6.2.2.	Pilastrini.....	"	209
7.4.6.2.3.	Nodi trave-pilastro.....	"	210
7.4.6.2.4.	Pareti.....	"	210
7.4.6.2.5.	Travi di accoppiamento	"	211
7.5.	COSTRUZIONI DI ACCIAIO	"	211
7.5.1.	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI.....	"	211
7.5.2.	TIPOLOGIE STRUTTURALI E FATTORI DI COMPORTAMENTO	"	211
7.5.2.1.	TIPOLOGIE STRUTTURALI	"	211
7.5.2.2.	FATTORI DI COMPORTAMENTO.....	"	213
7.5.3.	REGOLE DI PROGETTO GENERALI PER ELEMENTI STRUTTURALI DISSIPATIVI.....	"	213
7.5.3.1.	VERIFICHE DI RESISTENZA (RES).....	"	214
7.5.3.2.	VERIFICHE DI DUTTILITÀ (DUT).....	"	214
7.5.4.	REGOLE DI PROGETTO SPECIFICHE PER STRUTTURE INTELAIATE	"	215
7.5.4.1.	TRAVI.....	"	215
7.5.4.2.	COLONNE.....	"	215
7.5.4.3.	COLLEGAMENTI TRAVE-COLONNA	"	216
7.5.4.4.	PANNELLI D'ANIMA DEI COLLEGAMENTI TRAVE-COLONNA.....	"	216
7.5.4.5.	COLLEGAMENTI COLONNA-FONDAZIONE	"	216
7.5.5.	REGOLE DI PROGETTO SPECIFICHE PER STRUTTURE CON CONTROVENTI CONCENTRICI.....	"	216
7.5.6.	REGOLE DI PROGETTO SPECIFICHE PER STRUTTURE CON CONTROVENTI ECCENTRICI.....	"	217
7.6.	COSTRUZIONI COMPOSTE DI ACCIAIO-CALCESTRUZZO	"	219
7.6.1.	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI.....	"	220
7.6.1.1.	CALCESTRUZZO	"	220
7.6.1.2.	ACCIAIO PER C.A.	"	220
7.6.1.3.	ACCIAIO STRUTTURALE	"	220
7.6.2.	TIPOLOGIE STRUTTURALI E FATTORI DI COMPORTAMENTO	"	220
7.6.2.1.	TIPOLOGIE STRUTTURALI	"	220
7.6.2.2.	FATTORI DI COMPORTAMENTO.....	"	220
7.6.3.	RIGIDEZZA DELLA SEZIONE TRASVERSALE COMPOSTA.....	"	220
7.6.4.	CRITERI DI PROGETTO E DETTAGLI PER STRUTTURE DISSIPATIVE	"	220
7.6.4.1.	CRITERI DI PROGETTO PER STRUTTURE DISSIPATIVE	"	220
7.6.4.2.	VERIFICHE DI RESISTENZA (RES).....	"	220
7.6.4.3.	VERIFICHE DI DUTTILITÀ (DUT).....	"	221
7.6.4.4.	DETTAGLI COSTRUTTIVI.....	"	222

7.6.5.	REGOLE SPECIFICHE PER LE MEMBRATURE.....	p.	222
7.6.5.1.	TRAVI CON SOLETTA COLLABORANTE	"	222
7.6.5.2.	MEMBRATURE COMPOSTE PARZIALMENTE RIVESTITE DI CALCESTRUZZO.....	"	223
7.6.5.3.	COLONNE COMPOSTE COMPLETAMENTE RIVESTITE DI CALCESTRUZZO.....	"	224
7.6.5.4.	COLONNE COMPOSTE RIEMPIE DI CALCESTRUZZO.....	"	225
7.6.6.	REGOLE SPECIFICHE PER STRUTTURE INTELAIATE	"	225
7.6.6.1.	ANALISI STRUTTURALE.....	"	225
7.6.6.2.	TRAVI E COLONNE	"	225
7.6.6.3.	COLLEGAMENTI TRAVE-COLONNA	"	225
7.6.6.4.	COLLEGAMENTI COLONNA-FONDAZIONE	"	225
7.6.6.5.	CONDIZIONE PER TRASCURARE IL CARATTERE COMPOSTO DELLE TRAVI CON SOLETTA.....	"	225
7.6.7.	REGOLE SPECIFICHE PER STRUTTURE CON CONTROVENTI CONCENTRICI.....	"	226
7.6.8.	REGOLE SPECIFICHE PER STRUTTURE CON CONTROVENTI ECCENTRICI	"	226
7.7.	COSTRUZIONI DI LEGNO.....	"	226
7.7.1.	ASPETTI CONCETTUALI DELLA PROGETTAZIONE	"	226
7.7.2.	MATERIALI E PROPRIETÀ DELLE ZONE DISSIPATIVE	"	226
7.7.3.	TIPOLOGIE STRUTTURALI E FATTORI DI COMPORTAMENTO	"	227
7.7.3.1.	PRECISAZIONI.....	"	227
7.7.4.	ANALISI STRUTTURALE	"	227
7.7.5.	DISPOSIZIONI COSTRUTTIVE.....	"	228
7.7.5.1.	GENERALITÀ	"	228
7.7.5.2.	DISPOSIZIONI COSTRUTTIVE PER I COLLEGAMENTI.....	"	228
7.7.5.3.	DISPOSIZIONI COSTRUTTIVE PER GLI IMPALCATI	"	228
7.7.6.	VERIFICHE DI SICUREZZA.....	"	228
7.7.7.	REGOLE DI DETTAGLIO.....	"	228
7.7.7.1.	DISPOSIZIONI COSTRUTTIVE PER I COLLEGAMENTI.....	"	228
7.7.7.2.	DISPOSIZIONI COSTRUTTIVE PER GLI IMPALCATI.....	"	229
7.8.	COSTRUZIONI DI MURATURA	"	229
7.8.1.	REGOLE GENERALI	"	229
7.8.1.1.	PREMESSA.....	"	229
7.8.1.2.	MATERIALI.....	"	229
7.8.1.3.	MODALITÀ COSTRUTTIVE E FATTORI DI COMPORTAMENTO.....	"	230
7.8.1.4.	CRITERI DI PROGETTO E REQUISITI GEOMETRICI.....	"	230
7.8.1.5.	METODI DI ANALISI	"	231
7.8.1.5.1.	Generalità	"	231
7.8.1.5.2.	Analisi lineare statica	"	231
7.8.1.5.3.	Analisi dinamica modale.....	"	231
7.8.1.5.4.	Analisi statica non lineare	"	232
7.8.1.5.5.	Analisi dinamica non lineare.....	"	232
7.8.1.6.	VERIFICHE DI SICUREZZA	"	232
7.8.1.7.	PRINCIPI DI PROGETTAZIONE IN CAPACITÀ	"	232
7.8.1.8.	FONDAZIONI.....	"	232
7.8.1.9.	COSTRUZIONI SEMPLICI.....	"	232
7.8.2.	COSTRUZIONI DI MURATURA ORDINARIA.....	"	233
7.8.2.1.	CRITERI DI PROGETTO.....	"	233

7.8.2.2.	VERIFICHE DI SICUREZZA	p.	233
7.8.2.2.1.	Pressoflessione nel piano	"	233
7.8.2.2.2.	Taglio	"	234
7.8.2.2.3.	Pressoflessione fuori piano	"	234
7.8.2.2.4.	Travi in muratura	"	234
7.8.3.	COSTRUZIONI DI MURATURA ARMATA	"	235
7.8.3.1.	CRITERI DI PROGETTO	"	235
7.8.3.2.	VERIFICHE DI SICUREZZA	"	235
7.8.3.2.1.	Pressoflessione nel piano	"	235
7.8.3.2.2.	Taglio	"	235
7.8.3.2.3.	Pressoflessione fuori piano	"	235
7.8.4.	COSTRUZIONI DI MURATURA CONFINATA	"	235
7.8.5.	STRUTTURE MISTE	"	235
7.8.6.	REGOLE DI DETTAGLIO	"	236
7.8.6.1.	COSTRUZIONI DI MURATURA ORDINARIA	"	236
7.8.6.2.	COSTRUZIONI DI MURATURA ARMATA	"	236
7.8.6.3.	COSTRUZIONI DI MURATURA CONFINATA	"	236
7.9.	PONTI	"	237
7.9.1.	CAMPO DI APPLICAZIONE	"	237
7.9.2.	CRITERI GENERALI DI PROGETTAZIONE	"	237
7.9.2.1.	VALORI DEL FATTORE DI COMPORTAMENTO	"	238
7.9.3.	MODELLO STRUTTURALE	"	238
7.9.3.1.	INTERAZIONE TERRENO-STRUTTURA E ANALISI DI RISPOSTA SISMICA LOCALE	"	239
7.9.4.	ANALISI STRUTTURALE	"	239
7.9.4.1.	ANALISI STATICA LINEARE	"	239
7.9.5.	DIMENSIONAMENTO E VERIFICA DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI	"	240
7.9.5.1.	PILE	"	240
7.9.5.1.1.	Verifiche di resistenza (RES)	"	240
7.9.5.1.2.	Verifiche di duttilità (DUT)	"	240
7.9.5.2.	IMPALCATO	"	241
7.9.5.2.1.	VERIFICHE DI RESISTENZA (RES)	"	241
7.9.5.3.	APPARECCHI DI APPOGGIO E ZONE DI SOVRAPPOSIZIONE	"	241
7.9.5.3.1.	Apparecchi d'appoggio o di vincolo fissi	"	241
7.9.5.3.2.	Apparecchi d'appoggio mobili	"	242
7.9.5.3.3.	Dispositivi di fine corsa	"	242
7.9.5.3.4.	Zone di sovrapposizione	"	242
7.9.5.4.	SPALLE	"	242
7.9.5.4.1.	Collegamento mediante apparecchi d'appoggio mobili	"	242
7.9.5.4.2.	Collegamento mediante apparecchi d'appoggio fissi	"	242
7.9.6.	DETTAGLI COSTRUTTIVI PER ELEMENTI DI CALCESTRUZZO ARMATO	"	243
7.9.6.1.	PILE	"	243
7.9.6.1.1.	Armature per il confinamento del nucleo di calcestruzzo	"	243
7.9.6.1.2.	Armature per contrastare l'instabilità delle barre verticali compresse	"	244
7.9.6.1.3.	Dettagli costruttivi per le zone dissipative	"	244
7.9.6.2.	IMPALCATO, FONDAZIONI E SPALLE	"	245

7.10.	COSTRUZIONI CON ISOLAMENTO E/O DISSIPAZIONE	p.	245
7.10.1.	SCOPO	"	245
7.10.2.	REQUISITI GENERALI E CRITERI PER IL LORO SODDISFACIMENTO.....	"	245
7.10.3.	CARATTERISTICHE E CRITERI DI ACCETTAZIONE DEI DISPOSITIVI.....	"	245
7.10.4.	INDICAZIONI PROGETTUALI	"	246
7.10.4.1.	INDICAZIONI RIGUARDANTI I DISPOSITIVI.....	"	246
7.10.4.2.	CONTROLLO DI MOVIMENTI INDESIDERATI.....	"	246
7.10.4.3.	CONTROLLO DEGLI SPOSTAMENTI SISMICI DIFFERENZIALI DEL TERRENO.....	"	246
7.10.4.4.	CONTROLLO DEGLI SPOSTAMENTI RELATIVI AL TERRENO E ALLE COSTRUZIONI CIRCOSTANTI.....	"	246
7.10.5.	MODELLAZIONE E ANALISI STRUTTURALE.....	"	246
7.10.5.1.	PROPRIETÀ DEL SISTEMA DI ISOLAMENTO.....	"	246
7.10.5.2.	MODELLAZIONE	"	247
7.10.5.3.	ANALISI	"	247
7.10.5.3.1.	<i>Analisi lineare statica</i>	"	247
7.10.5.3.2.	<i>Analisi lineare dinamica</i>	"	248
7.10.6.	VERIFICHE.....	"	249
7.10.6.1.	VERIFICHE DEGLI STATI LIMITE DI ESERCIZIO	"	249
7.10.6.2.	VERIFICHE DEGLI STATI LIMITE ULTIMI.....	"	249
7.10.6.2.1.	Verifiche dello SLV	"	249
7.10.6.2.2.	Verifiche dello SLC	"	250
7.10.7.	ASPETTI COSTRUTTIVI, MANUTENZIONE, SOSTITUIBILITÀ.....	"	250
7.10.8.	ACCORGIMENTI SPECIFICI IN FASE DI COLLAUDO	"	250
7.11.	OPERE E SISTEMI GEOTECNICI	"	250
7.11.1.	REQUISITI NEI CONFRONTI DEGLI STATI LIMITE.....	"	251
7.11.2.	CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA AI FINI SISMICI	"	251
7.11.3.	RISPOSTA SISMICA E STABILITÀ DEL SITO	"	251
7.11.3.1.	RISPOSTA SISMICA LOCALE	"	251
7.11.3.2.	FATTORI DI AMPLIFICAZIONE STRATIGRAFICA	"	251
7.11.3.3.	FATTORI DI AMPLIFICAZIONE TOPOGRAFICA.....	"	252
7.11.3.4.	STABILITÀ NEI CONFRONTI DELLA LIQUEFAZIONE	"	252
7.11.3.4.1.	Generalità	"	252
7.11.3.4.2.	Esclusione della verifica a liquefazione	"	252
7.11.3.4.3.	Metodi di analisi.....	"	253
7.11.3.5.	STABILITÀ DEI PENDII	"	253
7.11.3.5.1.	Azione sismica	"	253
7.11.3.5.2.	Metodi di analisi.....	"	253
7.11.4.	FRONTI DI SCAVO E RILEVATI	"	254
7.11.5.	FONDAZIONI	"	255
7.11.5.1.	REGOLE GENERALI DI PROGETTAZIONE.....	"	255
7.11.5.2.	INDAGINI E MODELLO GEOTECNICO.....	"	255
7.11.5.3.	VERIFICHE DELLO STATO LIMITE ULTIMO (SLU) E ALLO STATO LIMITE DI ESERCIZIO (SLE).....	"	255
7.11.5.3.1.	Fondazioni superficiali	"	255
7.11.5.3.2.	Fondazioni su pali	"	256
7.11.6.	OPERE DI SOSTEGNO	"	256
7.11.6.1.	REQUISITI GENERALI.....	"	256

7.11.6.2.	MURI DI SOSTEGNO	p.	257
7.11.6.2.1.	Metodi di analisi.....	"	257
7.11.6.2.2.	Verifiche di sicurezza	"	258
7.11.6.3.	PARATIE.....	"	258
7.11.6.3.1.	Metodi pseudo-statici	"	258
7.11.6.3.2.	Verifiche di sicurezza	"	259
7.11.6.4.	SISTEMI DI VINCOLO.....	"	260
7.11.6.4.1.	Verifiche di sicurezza	"	260
8.	COSTRUZIONI ESISTENTI	"	261
8.1.	OGGETTO	"	262
8.2.	CRITERI GENERALI	"	262
8.3.	VALUTAZIONE DELLA SICUREZZA	"	262
8.4.	CLASSIFICAZIONE DEGLI INTERVENTI.....	"	263
8.4.1.	RIPARAZIONE O INTERVENTO LOCALE.....	"	263
8.4.2.	INTERVENTO DI MIGLIORAMENTO.....	"	264
8.4.3.	INTERVENTO DI ADEGUAMENTO.....	"	264
8.5.	DEFINIZIONE DEL MODELLO DI RIFERIMENTO PER LE ANALISI	"	264
8.5.1.	ANALISI STORICO-CRITICA.....	"	264
8.5.2.	RILIEVO.....	"	264
8.5.3.	CARATTERIZZAZIONE MECCANICA DEI MATERIALI	"	265
8.5.4.	LIVELLI DI CONOSCENZA E FATTORI DI CONFIDENZA.....	"	265
8.5.5.	AZIONI	"	265
8.6.	MATERIALI	"	265
8.7.	PROGETTAZIONE DEGLI INTERVENTI IN PRESENZA DI AZIONI SISMICHE	"	265
8.7.1.	COSTRUZIONI IN MURATURA.....	"	265
8.7.2.	COSTRUZIONI IN CALCESTRUZZO ARMATO O IN ACCIAIO.....	"	266
8.7.3.	COSTRUZIONI MISTE.....	"	266
8.7.4.	CRITERI E TIPI D'INTERVENTO	"	267
8.7.5.	ELABORATI DEL PROGETTO DELL'INTERVENTO	"	267
9.	COLLAUDO STATICO	"	269
9.1.	PRESCRIZIONI GENERALI	"	270
9.2.	PROVE DI CARICO	"	270
9.2.1.	STRUTTURE PREFABBRICATE	"	271
9.2.2.	PONTI STRADALI	"	271
9.2.3.	PONTI FERROVIARI	"	271
10.	REDAZIONE DEI PROGETTI STRUTTURALI ESECUTIVI E DELLE RELAZIONI DI CALCOLO	"	273
10.1.	CARATTERISTICHE GENERALI.....	"	274
10.2.	ANALISI E VERIFICHE SVOLTE CON L'AUSILIO DI CODICI DI CALCOLO	"	274
10.2.1.	RELAZIONE DI CALCOLO	"	274
	<i>Tipo di analisi svolta</i>	"	274
	<i>Origine e Caratteristiche dei Codici di Calcolo</i>	"	274
	<i>Modalità di presentazione dei risultati</i>	"	274

	<i>Informazioni generali sull'elaborazione</i>	p.	275
	<i>Giudizio motivato di accettabilità dei risultati</i>	"	275
10.2.2.	VALUTAZIONE INDIPENDENTE DEL CALCOLO.....	"	275
11.	MATERIALI E PRODOTTI PER USO STRUTTURALE	"	277
11.1.	GENERALITÀ	"	278
11.2.	CALCESTRUZZO	"	279
11.2.1.	SPECIFICHE PER IL CALCESTRUZZO	"	279
11.2.2.	CONTROLLI DI QUALITÀ DEL CALCESTRUZZO	"	280
11.2.3.	VALUTAZIONE PRELIMINARE	"	280
11.2.4.	PRELIEVO E PROVA DEI CAMPIONI.....	"	280
11.2.5.	CONTROLLO DI ACCETTAZIONE.....	"	280
11.2.5.1.	CONTROLLO DI TIPO A.....	"	281
11.2.5.2.	CONTROLLO DI TIPO B.....	"	281
11.2.5.3.	PRESCRIZIONI COMUNI PER ENTRAMBI I CRITERI DI CONTROLLO.....	"	281
11.2.6.	CONTROLLO DELLA RESISTENZA DEL CALCESTRUZZO IN OPERA	"	282
11.2.7.	PROVE COMPLEMENTARI.....	"	282
11.2.8.	PRESCRIZIONI RELATIVE AL CALCESTRUZZO CONFEZIONATO CON PROCESSO INDUSTRIALIZZATO	"	283
11.2.9.	COMPONENTI DEL CALCESTRUZZO	"	283
11.2.9.1.	LEGANTI	"	283
11.2.9.2.	AGGREGATI.....	"	283
11.2.9.3.	AGGIUNTE.....	"	284
11.2.9.4.	ADDITIVI.....	"	284
11.2.9.5.	ACQUA DI IMPASTO	"	284
11.2.9.6.	MISCELE PRECONFEZIONATE DI COMPONENTI PER CALCESTRUZZO	"	284
11.2.10.	CARATTERISTICHE DEL CALCESTRUZZO	"	284
11.2.10.1.	RESISTENZA A COMPRESIONE	"	285
11.2.10.2.	RESISTENZA A TRAZIONE	"	285
11.2.10.3.	MODULO ELASTICO	"	285
11.2.10.4.	COEFFICIENTE DI POISSON.....	"	285
11.2.10.5.	COEFFICIENTE DI DILATAZIONE TERMICA	"	285
11.2.10.6.	RITIRO	"	285
11.2.10.7.	VISCOSITÀ.....	"	286
11.2.11.	DURABILITÀ	"	287
11.2.12.	CALCESTRUZZO FIBRORINFORZATO (FRC).....	"	287
11.3.	ACCIAIO	"	287
11.3.1.	PRESCRIZIONI COMUNI A TUTTE LE TIPOLOGIE DI ACCIAIO	"	287
11.3.1.1.	CONTROLLI	"	287
11.3.1.2.	CONTROLLI DI PRODUZIONE IN STABILIMENTO E PROCEDURE DI QUALIFICAZIONE.....	"	287
11.3.1.3.	MANTENIMENTO E RINNOVO DELLA QUALIFICAZIONE.....	"	288
11.3.1.4.	IDENTIFICAZIONE E RINTRACCIABILITÀ DEI PRODOTTI QUALIFICATI	"	289
11.3.1.5.	FORNITURE E DOCUMENTAZIONE DI ACCOMPAGNAMENTO.....	"	289
11.3.1.6.	PROVE DI QUALIFICAZIONE E VERIFICHE PERIODICHE DELLA QUALITÀ.....	"	290
11.3.1.7.	CENTRI DI TRASFORMAZIONE.....	"	290
11.3.2.	ACCIAIO PER CALCESTRUZZO ARMATO	"	291
11.3.2.1.	ACCIAIO PER CALCESTRUZZO ARMATO B450C.....	"	291

11.3.2.2.	ACCIAIO PER CALCESTRUZZO ARMATO B450A.....	p.	292
11.3.2.3.	ACCERTAMENTO DELLE PROPRIETÀ MECCANICHE	"	292
11.3.2.4.	CARATTERISTICHE DIMENSIONALI E DI IMPIEGO	"	292
11.3.2.5.	RETI E TRALICCI ELETTROSALDATI	"	293
11.3.2.5.1.	Identificazione delle reti e dei tralicci elettrosaldati.....	"	293
11.3.2.6.	SALDABILITÀ	"	293
11.3.2.7.	TOLLERANZE DIMENSIONALI	"	294
11.3.2.8.	ALTRI TIPI DI ACCIAI.....	"	294
11.3.2.8.1.	Acciai inossidabili.....	"	294
11.3.2.8.2.	Acciai zincati.....	"	294
11.3.2.9.	GIUNZIONI MECCANICHE.....	"	294
11.3.2.10.	PROCEDURE DI CONTROLLO PER ACCIAI DA CALCESTRUZZO ARMATO NORMALE – BARRE E ROTOLI.....	"	294
11.3.2.10.1.	Controlli sistematici in stabilimento	"	294
11.3.2.10.1.1.	<i>Generalità</i>	"	294
11.3.2.10.1.2.	<i>Prove di qualificazione</i>	"	294
11.3.2.10.1.3.	<i>Procedura di valutazione</i>	"	295
11.3.2.10.1.4.	<i>Prove periodiche di verifica della qualità</i>	"	296
11.3.2.10.2.	Controlli su singole colate o lotti di produzione	"	296
11.3.2.10.3.	Controlli nei centri di trasformazione	"	296
11.3.2.10.4.	Prove di aderenza	"	297
11.3.2.11.	PROCEDURE DI CONTROLLO PER ACCIAI DA CALCESTRUZZO ARMATO NORMALE – RETI E TRALICCI ELETTROSALDATI.....	"	298
11.3.2.11.1.	Controlli sistematici in stabilimento	"	298
11.3.2.11.1.1.	<i>Prove di qualificazione</i>	"	298
11.3.2.11.1.2.	<i>Prove di verifica della qualità</i>	"	298
11.3.2.11.2.	Controlli su singoli lotti di produzione	"	299
11.3.2.12.	CONTROLLI DI ACCETTAZIONE IN CANTIERE	"	299
11.3.3.	ACCIAIO PER CALCESTRUZZO ARMATO PRECOMPRESSO	"	300
11.3.3.1.	CARATTERISTICHE DIMENSIONALI E DI IMPIEGO.....	"	300
11.3.3.2.	CARATTERISTICHE DEI PRODOTTI	"	301
11.3.3.3.	CADUTE DI TENSIONE PER RILASAMENTO.....	"	302
11.3.3.4.	CENTRI DI TRASFORMAZIONE.....	"	302
11.3.3.5.	PROCEDURE DI CONTROLLO PER ACCIAI DA CALCESTRUZZO ARMATO PRECOMPRESSO	"	302
11.3.3.5.1.	Prescrizioni comuni – Modalità di prelievo	"	302
11.3.3.5.2.	Controlli sistematici in stabilimento	"	303
11.3.3.5.2.1.	<i>Prove di qualificazione</i>	"	303
11.3.3.5.2.2.	<i>Prove di verifica della qualità</i>	"	303
11.3.3.5.2.3.	<i>Determinazione delle proprietà e tolleranze</i>	"	304
11.3.3.5.2.4.	<i>Controlli su singoli lotti di produzione</i>	"	306
11.3.3.5.3.	Controlli nei centri di trasformazione	"	306
11.3.3.5.4.	Controlli di accettazione in cantiere.....	"	307
11.3.3.5.5.	Prodotti inguainati o inguainati e cerati	"	307
11.3.3.5.6.	Prodotti zincati	"	308
11.3.3.5.7.	Certificati di prova rilasciati dal laboratorio di cui all'art. 59 del DPR 380/2001.....	"	308
11.3.4.	ACCIAIO PER STRUTTURE METALLICHE E PER STRUTTURE COMPOSTE.....	"	308

11.3.4.1.	GENERALITÀ	p.	308
11.3.4.2.	ACCIAI LAMINATI	"	308
11.3.4.2.1.	Controlli sui prodotti laminati	"	309
11.3.4.2.2.	Fornitura dei prodotti laminati	"	309
11.3.4.3.	ACCIAIO PER GETTI	"	309
11.3.4.4.	ACCIAIO PER STRUTTURE SALDATE	"	309
11.3.4.5.	PROCESSO DI SALDATURA	"	309
11.3.4.6.	BULLONI E CHIODI	"	310
11.3.4.6.1.	Bulloni "non a serraggio controllato"	"	310
11.3.4.6.2.	Bulloni "a serraggio controllato"	"	310
11.3.4.6.3.	Elementi di collegamento in acciaio inossidabile	"	311
11.3.4.6.4.	Chiodi	"	311
11.3.4.7.	CONNETTORI A PIOLO	"	311
11.3.4.8.	ACCIAI INOSSIDABILI	"	311
11.3.4.9.	ACCIAI DA CARPENTERIA PER STRUTTURE SOGGETTE AD AZIONI SISMICHE	"	311
11.3.4.10.	CENTRI DI TRASFORMAZIONE E CENTRI DI PRODUZIONE DI ELEMENTI IN ACCIAIO	"	311
11.3.4.11.	PROCEDURE DI CONTROLLO SU ACCIAI DA CARPENTERIA	"	312
11.3.4.11.1.	Controlli in stabilimento di produzione	"	312
11.3.4.11.1.1.	<i>Suddivisione dei prodotti</i>	"	312
11.3.4.11.1.2.	<i>Prove di qualificazione</i>	"	312
11.3.4.11.1.3.	<i>Controllo continuo della qualità della produzione</i>	"	312
11.3.4.11.1.4.	<i>Verifica periodica della qualità</i>	"	313
11.3.4.11.1.5.	<i>Controlli su singole colate</i>	"	313
11.3.4.11.2.	Controlli nei centri di trasformazione e nei centri di produzione di elementi tipologici in acciaio	"	313
11.3.4.11.2.1.	<i>Centri di produzione di lamiere grecate e profilati formati a freddo</i>	"	313
11.3.4.11.2.2.	<i>Centri di prelaborazione di componenti strutturali</i>	"	314
11.3.4.11.2.3.	<i>Officine per la produzione di carpenterie metalliche</i>	"	314
11.3.4.11.2.4.	<i>Officine per la produzione di bulloni e chiodi</i>	"	314
11.3.4.11.3.	Controlli di accettazione in cantiere	"	315
11.4.	ANCORANTI PER USO STRUTTURALE E GIUNTI DI DILATAZIONE	"	316
11.4.1.	ANCORANTI PER USO STRUTTURALE	"	316
11.4.2.	GIUNTI DI DILATAZIONE STRADALE	"	316
11.5.	SISTEMI DI PRECOMPRESSIONE A CAVI POST-TESI E TIRANTI DI ANCORAGGIO	"	316
11.5.1.	SISTEMI DI PRECOMPRESSIONE A CAVI POST TESI	"	316
11.5.2.	TIRANTI DI ANCORAGGIO PER USO GEOTECNICO	"	316
11.6.	APPOGGI STRUTTURALI	"	316
11.7.	MATERIALI E PRODOTTI A BASE DI LEGNO	"	317
11.7.1.	GENERALITÀ	"	317
11.7.1.1.	PROPRIETÀ DEI MATERIALI	"	317
11.7.2.	LEGNO MASSICCIO	"	318
11.7.3.	LEGNO STRUTTURALE CON GIUNTI A DITA	"	318
11.7.4.	LEGNO LAMELLARE INCOLLATO E LEGNO MASSICCIO INCOLLATO	"	319
11.7.5.	PANNELLI A BASE DI LEGNO	"	319
11.7.6.	ALTRI PRODOTTI DERIVATI DAL LEGNO PER USO STRUTTURALE	"	319

11.7.7.	ADESIVI.....	p.	319
11.7.7.1.	ADESIVI PER ELEMENTI INCOLLATI IN STABILIMENTO.....	"	319
11.7.7.2.	ADESIVI PER GIUNTI REALIZZATI IN CANTIERE.....	"	319
11.7.8.	ELEMENTI MECCANICI DI COLLEGAMENTO.....	"	319
11.7.9.	DURABILITÀ DEL LEGNO E DERIVATI.....	"	319
11.7.9.1.	GENERALITÀ.....	"	319
11.7.9.2.	REQUISITI DI DURABILITÀ NATURALE DEI MATERIALI A BASE DI LEGNO.....	"	320
11.7.10.	PROCEDURE DI IDENTIFICAZIONE, QUALIFICAZIONE E ACCETTAZIONE – CENTRI DI LAVORAZIONE.....	"	320
11.7.10.1.	FABBRICANTI E CENTRI DI LAVORAZIONE.....	"	320
11.7.10.1.1.	Identificazione e rintracciabilità dei prodotti qualificati.....	"	321
11.7.10.1.2.	Forniture e documentazione di accompagnamento.....	"	322
11.7.10.2.	CONTROLLI DI ACCETTAZIONE IN CANTIERE.....	"	322
11.8.	COMPONENTI PREFABBRICATI IN C.A. E C.A.P.	"	323
11.8.1.	GENERALITÀ.....	"	323
11.8.2.	REQUISITI MINIMI DEGLI STABILIMENTI E DEGLI IMPIANTI DI PRODUZIONE.....	"	323
11.8.3.	CONTROLLO DI PRODUZIONE.....	"	323
11.8.3.1.	CONTROLLO SUI MATERIALI PER ELEMENTI DI SERIE.....	"	324
11.8.3.2.	CONTROLLO DI PRODUZIONE IN SERIE CONTROLLATA.....	"	324
11.8.3.3.	PROVE INIZIALI DI TIPO PER ELEMENTI IN SERIE CONTROLLATA.....	"	324
11.8.3.4.	MARCHIATURA.....	"	324
11.8.4.	PROCEDURE DI QUALIFICAZIONE.....	"	325
11.8.4.1.	QUALIFICAZIONE DELLO STABILIMENTO.....	"	325
11.8.4.2.	QUALIFICAZIONE DELLA PRODUZIONE IN SERIE DICHIARATA.....	"	325
11.8.4.3.	QUALIFICAZIONE DELLA PRODUZIONE IN SERIE CONTROLLATA.....	"	325
11.8.4.4.	SOSPENSIONI E REVOCHE.....	"	325
11.8.5.	DOCUMENTI DI ACCOMPAGNAMENTO.....	"	325
11.8.6.	DISPOSITIVI MECCANICI DI COLLEGAMENTO.....	"	326
11.9.	DISPOSITIVI ANTISISMICI E DI CONTROLLO DI VIBRAZIONI	"	326
11.9.1.	TIPOLOGIE DI DISPOSITIVI.....	"	327
11.9.2.	PROCEDURA DI QUALIFICAZIONE.....	"	327
11.9.3.	PROCEDURA DI ACCETTAZIONE.....	"	327
11.9.4.	DISPOSITIVI A COMPORTAMENTO LINEARE.....	"	328
11.9.4.1.	PROVE DI ACCETTAZIONE SUI DISPOSITIVI.....	"	328
11.9.5.	DISPOSITIVI A COMPORTAMENTO NON LINEARE.....	"	329
11.9.5.1.	PROVE DI ACCETTAZIONE SUI DISPOSITIVI.....	"	330
11.9.6.	DISPOSITIVI A COMPORTAMENTO VISCOSO.....	"	330
11.9.6.1.	PROVE DI ACCETTAZIONE SUI DISPOSITIVI.....	"	330
11.9.7.	ISOLATORI ELASTOMERICI.....	"	331
11.9.7.1.	PROVE DI ACCETTAZIONE SUI DISPOSITIVI.....	"	331
11.9.8.	ISOLATORI A SCORRIMENTO.....	"	331
11.9.8.1.	PROVE DI ACCETTAZIONE SUI DISPOSITIVI.....	"	331
11.9.9.	DISPOSITIVI A VINCOLO RIGIDO DEL TIPO A “FUSIBILE”.....	"	332
11.9.9.1.	PROVE DI ACCETTAZIONE SUI DISPOSITIVI.....	"	332
11.9.10.	DISPOSITIVI (DINAMICI) DI VINCOLO PROVVISORIO.....	"	332
11.9.10.1.	PROVE DI ACCETTAZIONE SUI DISPOSITIVI.....	"	332

11.10.	MURATURA PORTANTE	p.	333
11.10.1.	ELEMENTI PER MURATURA.....	"	333
11.10.1.1.	PROVE DI ACCETTAZIONE.....	"	333
11.10.1.1.1.	Resistenza a compressione degli elementi resistenti artificiali o naturali.....	"	333
11.10.2.	MALTE PER MURATURA.....	"	334
11.10.2.1.	MALTE A PRESTAZIONE GARANTITA.....	"	334
11.10.2.2.	MALTE A COMPOSIZIONE PRESCRITTA.....	"	334
11.10.2.3.	MALTE PRODOTTE IN CANTIERE.....	"	335
11.10.2.4.	PROVE DI ACCETTAZIONE.....	"	335
11.10.3.	DETERMINAZIONE DEI PARAMETRI MECCANICI DELLA MURATURA.....	"	335
11.10.3.1.	RESISTENZA A COMPRESSIONE.....	"	335
11.10.3.1.1.	Determinazione sperimentale della resistenza a compressione.....	"	335
11.10.3.1.2.	Stima della resistenza a compressione.....	"	335
11.10.3.2.	RESISTENZA CARATTERISTICA A TAGLIO IN ASSENZA DI TENSIONI NORMALI.....	"	336
11.10.3.2.1.	Determinazione sperimentale della resistenza a taglio.....	"	336
11.10.3.2.2.	Stima della resistenza a taglio.....	"	336
11.10.3.3.	RESISTENZA CARATTERISTICA A TAGLIO.....	"	337
11.10.3.4.	MODULI DI ELASTICITÀ SECANTI.....	"	337
12.	RIFERIMENTI TECNICI	"	339
 INSTALLAZIONE DEL SOFTWARE INCLUSO			
	<i>Note sul software incluso</i>	"	341
	<i>Requisiti hardware e software</i>	"	341
	<i>Download del software e richiesta della password di attivazione</i>	"	341
	<i>Installazione ed attivazione del software</i>	"	341

**MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE
E DEI TRASPORTI**

DECRETO 17 gennaio 2018.

Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni».

IL MINISTRO DELLE INFRASTRUTTURE
E DEI TRASPORTI

DI CONCERTO CON

IL MINISTRO DELL'INTERNO

E

IL CAPO DIPARTIMENTO
DELLA PROTEZIONE CIVILE

Vista la legge 5 novembre 1971, n. 1086, recante «Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica»;

Vista la legge 2 febbraio 1974, n. 64, recante «Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche»;

Vista la legge 21 giugno 1986, n. 317, recante «Procedura di informazione nel settore delle norme e regolamentazioni tecniche delle regole relative ai servizi della società dell'informazione in attuazione della direttiva 98/34/CE del Parlamento europeo e del Consiglio del 22 giugno 1998, modificata dalla direttiva 98/48/CE del Parlamento europeo e del Consiglio del 20 luglio 1998»;

Visto il regolamento (UE) del Parlamento europeo e del Consiglio 9 marzo 2011, n. 305 che fissa condizioni armonizzate per la commercializzazione dei prodotti da costruzione e che abroga la direttiva 89/106/CEE del Consiglio;

Visto il decreto legislativo 31 marzo 1998, n. 112, recante «Conferimento di funzioni e compiti amministrativi allo Stato, alle regioni e agli enti locali in attuazione del capo I della legge 15 marzo 1997, n. 59»;

Visto il decreto del Presidente della Repubblica 6 giugno 2001, n. 380, recante «Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia»;

Visto il decreto-legge 28 maggio 2004, n. 136, convertito, con modificazioni, dalla legge 27 luglio 2004, n. 186, ed in particolare l'art. 5, comma 1, che prevede la redazione, da parte del Consiglio superiore dei lavori pubblici, di concerto con il Dipartimento della protezione civile, di normative tecniche, anche per la verifica sismica ed idraulica, relative alle costruzioni, nonché per la progettazione, la costruzione e l'adeguamento, anche sismico ed idraulico, delle dighe di ritenuta, dei ponti e delle opere di fondazione e sostegno dei terreni, per assicurare uniformi livelli di sicurezza;

Visto il decreto del Ministro delle infrastrutture e dei trasporti 14 gennaio 2008, con il quale sono state approvate le «Nuove norme tecniche per le costruzioni», pubblicato nel supplemento ordinario n. 30 della *Gazzetta Ufficiale* del 4 febbraio 2008, n. 29;

Visto il decreto del Ministro delle infrastrutture e dei trasporti 26 giugno 2014, recante «Norme tecniche per la progettazione e la costruzione degli sbarramenti di ritenuta (dighe e traverse)», pubblicato nella *Gazzetta Ufficiale* Serie generale n. 156 dell'8 luglio 2014;

Considerata la necessità di procedere al previsto aggiornamento delle «Nuove Norme tecniche per le costruzioni» di cui al citato decreto ministeriale 14 gennaio 2008;

Visto il voto n. 53 con il quale l'Assemblea generale del Consiglio superiore dei lavori pubblici nella adunanza del 14 novembre 2014 si è espressa favorevolmente in ordine all'aggiornamento delle «Nuove norme tecniche per le costruzioni», di cui al citato decreto ministeriale 14 gennaio 2008;

Vista la nota n. 7889, del 27 febbraio 2015, con la quale il Presidente del Consiglio superiore dei lavori pubblici ha trasmesso all'Ufficio legislativo del Ministero delle infrastrutture e dei trasporti il suddetto aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni, licenziato dall'Assemblea generale del Consiglio superiore dei lavori pubblici;

Visto l'art. 52 del citato decreto del Presidente della Repubblica n. 380 del 2001, che dispone che in tutti i comuni della Repubblica le costruzioni, sia pubbliche, che private debbono essere realizzate in osservanza delle norme tecniche riguardanti i vari elementi costruttivi fissate con decreti del Ministro per le infrastrutture, di concerto con il Ministro dell'interno qualora le norme tecniche riguardino costruzioni in zone sismiche;

Considerato che il comma 2 dell'art. 5 del predetto decreto-legge n. 136 del 2004 prevede che le norme tecniche siano emanate con le procedure di cui all'art. 52 del citato decreto del Presidente della Repubblica n. 380 del 2001, di concerto con il Dipartimento della protezione civile;

Visto l'art. 54 del citato decreto legislativo n. 112 del 1998, il quale prevede che alcune funzioni mantenute in capo allo Stato, quali la predisposizione della normativa tecnica nazionale per le opere in cemento armato e in acciaio e le costruzioni in zone sismiche, siano esercitate di intesa con la Conferenza unificata;

Visto l'art. 93 del suddetto decreto legislativo n. 112 del 1998, il quale prevede che alcune funzioni mantenute in capo allo Stato, quali i criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e le norme tecniche per le costruzioni nelle medesime zone, siano esercitate sentita la Conferenza unificata;

Visto l'art. 83 del citato decreto del Presidente della Repubblica n. 380 del 2001, il quale prevede che tutte le costruzioni la cui sicurezza possa comunque interessare la pubblica incolumità, da realizzarsi in zone dichiarate sismiche, siano disciplinate, oltre che dalle disposizioni di cui a predetto art. 52 del medesimo decreto del Presidente della Repubblica n. 380 del 2001, da specifiche norme tecniche emanate con decreti del Ministro per le infrastrutture ed i trasporti, di concerto con il Ministro per l'interno, sentiti il Consiglio superiore dei lavori pubblici, il Consiglio nazionale delle ricerche e la Conferenza unificata;

Visto il concerto espresso dal capo del Dipartimento della protezione civile con nota prot. n. CG/0006287 del 26 gennaio 2017, ai sensi del citato art. 5, comma 2, del decreto-legge n. 136 del 2004;

Visto il concerto espresso dal Ministro dell'interno con nota prot. n. 0000808 del 17 gennaio 2017, ai sensi dell'art. 1, comma 1, del citato art. 52 del decreto del Presidente della Repubblica n. 380 del 2001;

Sentito il Consiglio nazionale delle ricerche con nota n. 73455 del 3 novembre 2016 ai sensi del citato art. 83 del decreto del Presidente della Repubblica n. 380 del 2001;

Acquisita l'intesa con la Conferenza unificata resa nella seduta del 22 dicembre 2016, ai sensi del citato art. 54 del decreto legislativo n. 112 del 1998;

Considerato, che lo schema di decreto è stato notificato, per il tramite del Ministero dello sviluppo economico, alla Commissione europea ai sensi della direttiva 2015/1535 del Parlamento europeo e del Consiglio del 9 settembre 2015 e che alla data dell'8 maggio 2017 è venuto a scadenza il termine di astensione obbligatoria di cui all'art. 6, paragrafo 1, della medesima direttiva;

Considerata la necessità di definire l'ambito di applicazione delle norme tecniche, anche in relazione alle opere con progetto definitivo o esecutivo approvato e alle opere con lavori in corso di esecuzione, in conformità al citato voto n. 53/2014 del Consiglio superiore dei lavori pubblici;

Accertato che sono stati adempiuti gli obblighi di notifica ai sensi degli articoli 15, paragrafo 7, e 39, paragrafo 5, della direttiva 2006/123/CEE del Parlamento europeo e del Consiglio, relativa ai servizi nel mercato interno, del 12 dicembre 2006;

Decreta:

Art. 1

Approvazione

1. È approvato il testo aggiornato delle norme tecniche per le costruzioni, di cui alla legge 5 novembre 1971, n. 1086, alla legge 2 febbraio 1974, n. 64, al decreto del Presidente della Repubblica 6 giugno 2001, n. 380, ed al decreto-legge 28 maggio 2004, n. 136, convertito, con modificazioni, dalla legge 27 luglio 2004, n. 186, allegato al presente decreto. Le presenti norme sostituiscono quelle approvate con il decreto ministeriale 14 gennaio 2008.

Art. 2

Ambito di applicazione e disposizioni transitorie

1. Nell'ambito di applicazione del decreto legislativo 18 aprile 2016, n. 50, per le opere pubbliche o di pubblica utilità in corso di esecuzione, per i contratti pubblici di lavori già affidati, nonché per i progetti definitivi o esecutivi già affidati prima della data di entrata in vigore delle norme tecniche per le costruzioni di cui all'art. 1, si possono continuare ad applicare le previgenti norme tecniche per le costruzioni fino all'ultimazione dei lavori ed al collaudo statico degli stessi. Con riferimento alla seconda e alla terza fattispecie del precedente periodo, detta facoltà è esercitabile solo nel caso in cui la consegna dei lavori avvenga entro cinque anni dalla data di entrata in vigore delle norme tecniche per le costruzioni di cui all'art. 1. Con riferimento alla terza fattispecie di cui sopra, detta facoltà è esercitabile solo nel caso di progetti redatti secondo le norme tecniche di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008.

2. Per le opere private le cui opere strutturali siano in corso di esecuzione o per le quali sia già stato depositato il progetto esecutivo, ai sensi delle vigenti disposizioni, presso i competenti uffici prima della data di entrata in vigore delle Norme tecniche per le costruzioni di cui all'art. 1, si possono continuare ad applicare le previgenti Norme tecniche per le costruzioni fino all'ultimazione dei lavori ed al collaudo statico degli stessi.

Art. 3

Entrata in vigore

1. Le norme tecniche di cui all'art. 1 entrano in vigore trenta giorni dopo la pubblicazione del presente decreto nella *Gazzetta Ufficiale* della Repubblica italiana.

Il presente decreto ed i relativi allegati sono pubblicati nella *Gazzetta Ufficiale* della Repubblica italiana.

Roma, 17 gennaio 2018

*Il Ministro delle infrastrutture
e dei trasporti*

DELRIO

Il Ministro dell'interno

MINNITI

*Il Capo Dipartimento
della protezione civile*

BORRELLI

NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI

Approvate con Decreto Ministeriale 17 gennaio 2018

Testo aggiornato delle norme tecniche per le costruzioni, di cui alla legge 5 novembre 1971, n. 1086, alla legge 2 febbraio 1974, n. 64, al decreto del Presidente della Repubblica 6 giugno 2001, n. 380, ed al decreto-legge 28 maggio 2004, n. 136, convertito, con modificazioni, dalla legge 27 luglio 2004, n. 186.

Le presenti norme sostituiscono quelle approvate con il decreto ministeriale 14 gennaio 2008.



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

CAPITOLO 1.

OGGETTO

PREMESSA

Le presenti Norme tecniche per le costruzioni sono emesse ai sensi delle leggi 5 novembre 1971, n. 1086, e 2 febbraio 1974, n. 64, così come riunite nel Testo Unico per l'Edilizia di cui al DPR 6 giugno 2001, n. 380, e dell'art. 5 del DL 28 maggio 2004, n. 136, convertito in legge, con modificazioni, dall'art. 1 della legge 27 luglio 2004, n. 186 e ss. mm. ii..

1.1 OGGETTO

Le presenti Norme tecniche per le costruzioni definiscono i principi per il progetto, l'esecuzione e il collaudo delle costruzioni, nei riguardi delle prestazioni loro richieste in termini di requisiti essenziali di resistenza meccanica e stabilità, anche in caso di incendio, e di durabilità.

Esse forniscono quindi i criteri generali di sicurezza, precisano le azioni che devono essere utilizzate nel progetto, definiscono le caratteristiche dei materiali e dei prodotti e, più in generale, trattano gli aspetti attinenti alla sicurezza strutturale delle opere.

Circa le indicazioni applicative per l'ottenimento delle prescritte prestazioni, per quanto non espressamente specificato nel presente documento, ci si può riferire a normative di comprovata validità e ad altri documenti tecnici elencati nel Cap. 12. In particolare quelle fornite dagli Eurocodici con le relative Appendici Nazionali costituiscono indicazioni di comprovata validità e forniscono il sistematico supporto applicativo delle presenti norme.



**PRONTO
GRAFILL**

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

CAPITOLO 2.

SICUREZZA E PRESTAZIONI ATTESE

2.1. PRINCIPI FONDAMENTALI

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

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

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

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

Il superamento di uno stato limite ultimo ha carattere irreversibile

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

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

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

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

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

2.2. REQUISITI DELLE OPERE STRUTTURALI

2.2.1. STATI LIMITE ULTIMI (SLU)

I principali Stati Limite Ultimi sono elencati nel seguito:

- a) perdita di equilibrio della struttura o di una sua parte, considerati come corpi rigidi;
- b) spostamenti o deformazioni eccessive;
- c) raggiungimento della massima capacità di parti di strutture, collegamenti, fondazioni;
- d) raggiungimento della massima capacità della struttura nel suo insieme;
- e) raggiungimento di una condizione di cinematismo irreversibile;
- f) raggiungimento di meccanismi di collasso nei terreni;
- g) rottura di membrature e collegamenti per fatica;
- h) rottura di membrature e collegamenti per altri effetti dipendenti dal tempo;
- i) instabilità di parti della struttura o del suo insieme;

Altri stati limite ultimi sono considerati in relazione alle specificità delle singole opere; in presenza di azioni sismiche, gli Stati Limite Ultimi comprendono gli Stati Limite di salvaguardia della Vita (SLV) e gli Stati Limite di prevenzione del Collasso (SLC), come precisato nel § 3.2.1.

2.2.2. STATI LIMITE DI ESERCIZIO (SLE)

I principali Stati Limite di Esercizio sono elencati nel seguito:

- a) danneggiamenti locali (ad es. eccessiva fessurazione del calcestruzzo) che possano ridurre la durabilità della struttura, la sua efficienza o il suo aspetto;

- b) spostamenti e deformazioni che possano limitare l'uso della costruzione, la sua efficienza e il suo aspetto;
- c) spostamenti e deformazioni che possano compromettere l'efficienza e l'aspetto di elementi non strutturali, impianti, macchinari;
- d) vibrazioni che possano compromettere l'uso della costruzione;
- e) danni per fatica che possano compromettere la durabilità;
- f) corrosione e/o degrado dei materiali in funzione del tempo e dell'ambiente di esposizione che possano compromettere la durabilità.

Altri stati limite sono considerati in relazione alle specificità delle singole opere; in presenza di azioni sismiche, gli Stati Limite di Esercizio comprendono gli Stati Limite di Operatività (SLO) e gli Stati Limite di Danno (SLD), come precisato nel § 3.2.1.

2.2.3. SICUREZZA ANTINCENDIO

Quando necessario, i rischi derivanti dagli incendi devono essere limitati progettando e realizzando le costruzioni in modo tale da garantire la resistenza e la stabilità degli elementi portanti, nonché da limitare la propagazione del fuoco e dei fumi.

2.2.4. DURABILITA'

Un adeguato livello di durabilità può essere garantito progettando la costruzione, e la specifica manutenzione, in modo tale che il degrado della struttura, che si dovesse verificare durante la sua vita nominale di progetto, non riduca le prestazioni della costruzione al di sotto del livello previsto.

Tale requisito può essere soddisfatto attraverso l'adozione di appropriati provvedimenti stabiliti tenendo conto delle previste condizioni ambientali e di manutenzione ed in base alle peculiarità del singolo progetto, tra cui:

- a) scelta opportuna dei materiali;
- b) dimensionamento opportuno delle strutture;
- c) scelta opportuna dei dettagli costruttivi;
- d) adozione di tipologie costruttive e strutturali che consentano, ove possibile, l'ispezionabilità delle parti strutturali;
- e) pianificazione di misure di protezione e manutenzione; oppure, quando queste non siano previste o possibili, progettazione rivolta a garantire che il deterioramento della costruzione o dei materiali che la compongono non ne causi il collasso;
- f) impiego di prodotti e componenti chiaramente identificati in termini di caratteristiche meccanico-fisico-chimiche, indispensabili alla valutazione della sicurezza, e dotati di idonea qualificazione, così come specificato al Capitolo 11;
- g) applicazione di sostanze o ricoprimenti protettivi dei materiali, soprattutto nei punti non più visibili o difficilmente ispezionabili ad opera completata;
- h) adozione di sistemi di controllo, passivi o attivi, adatti alle azioni e ai fenomeni ai quali l'opera può essere sottoposta.

Le condizioni ambientali devono essere identificate in fase di progetto in modo da valutarne la rilevanza nei confronti della durabilità.

2.2.5. ROBUSTEZZA

Un adeguato livello di robustezza, in relazione all'uso previsto della costruzione ed alle conseguenze di un suo eventuale collasso, può essere garantito facendo ricorso ad una o più tra le seguenti strategie di progettazione:

- a) progettazione della struttura in grado di resistere ad azioni eccezionali di carattere convenzionale, combinando valori nominali delle azioni eccezionali alle altre azioni esplicite di progetto;
- b) prevenzione degli effetti indotti dalle azioni eccezionali alle quali la struttura può essere soggetta o riduzione della loro intensità;
- c) adozione di una forma e tipologia strutturale poco sensibile alle azioni eccezionali considerate;
- d) adozione di una forma e tipologia strutturale tale da tollerare il danneggiamento localizzato causato da un'azione di carattere eccezionale;
- e) realizzazione di strutture quanto più ridondanti, resistenti e/o duttili è possibile;
- f) adozione di sistemi di controllo, passivi o attivi, adatti alle azioni e ai fenomeni ai quali l'opera può essere sottoposta.

2.2.6. VERIFICHE

Le opere strutturali devono essere verificate, salvo diversa indicazione riportata nelle specifiche parti delle presenti norme:

- a) per gli stati limite ultimi che possono presentarsi;
- b) per gli stati limite di esercizio definiti in relazione alle prestazioni attese;
- c) quando necessario, nei confronti degli effetti derivanti dalle azioni termiche connesse con lo sviluppo di un incendio.

Le verifiche delle opere strutturali devono essere contenute nei documenti di progetto, con riferimento alle prescritte caratteristiche meccaniche dei materiali e alla caratterizzazione geotecnica del terreno, dedotta – ove specificato dalle presenti norme - in base a specifiche indagini. Laddove necessario, la struttura deve essere verificata nelle fasi intermedie, tenuto conto del processo costruttivo previsto; le verifiche per queste situazioni transitorie sono generalmente condotte nei confronti dei soli stati limite ultimi.

CAPITOLO 3.

AZIONI SULLE COSTRUZIONI

3.1. OPERE CIVILI E INDUSTRIALI

3.1.1. GENERALITÀ

Nel presente paragrafo vengono definiti i carichi, nominali e/o caratteristici, relativi a costruzioni per uso civile o industriale. La descrizione e la definizione dei carichi devono essere espressamente indicate negli elaborati progettuali.

I carichi sono in genere da considerare come applicati staticamente, salvo casi particolari in cui gli effetti dinamici devono essere debitamente valutati. Oltre che nella situazione definitiva d'uso, si devono considerare le azioni agenti in tutte le fasi esecutive della costruzione.

3.1.2. PESI PROPRI DEI MATERIALI STRUTTURALI

Le azioni permanenti gravitazionali associate ai pesi propri dei materiali strutturali sono derivate dalle dimensioni geometriche e dai pesi dell'unità di volume dei materiali con cui sono realizzate le parti strutturali della costruzione. Per i materiali più comuni possono essere assunti i valori dei pesi dell'unità di volume riportati nella Tab. 3.1.I.

Tab. 3.1.I - Pesi dell'unità di volume dei principali materiali

MATERIALI	PESO UNITÀ DI VOLUME [kN/m ³]
Calcestruzzi cementizi e malte	
Calcestruzzo ordinario	24,0
Calcestruzzo armato (e/o precompresso)	25,0
Calcestruzzi "leggeri": da determinarsi caso per caso	14,0 ÷ 20,0
Calcestruzzi "pesanti": da determinarsi caso per caso	28,0 ÷ 50,0
Malta di calce	18,0
Malta di cemento	21,0
Calce in polvere	10,0
Cemento in polvere	14,0
Sabbia	17,0
Metalli e leghe	
Acciaio	78,5
Ghisa	72,5
Alluminio	27,0
Materiale lapideo	
Tufo vulcanico	17,0
Calcare compatto	26,0
Calcare tenero	22,0
Gesso	13,0
Granito	27,0
Laterizio (pieno)	18,0
Legnami	
Conifere e pioppo	4,0 ÷ 6,0
Latifoglie (escluso pioppo)	6,0 ÷ 8,0
Sostanze varie	
Acqua dolce (chiara)	9,81
Acqua di mare (chiara)	10,1
Carta	10,0
Vetro	25,0

Per materiali strutturali non compresi nella Tab. 3.1.I si potrà far riferimento a specifiche indagini sperimentali o a normative o documenti di comprovata validità, trattando i valori nominali come valori caratteristici.

3.1.3. CARICHI PERMANENTI NON STRUTTURALI

Sono considerati carichi permanenti non strutturali i carichi presenti sulla costruzione durante il suo normale esercizio, quali quelli relativi a tamponature esterne, divisori interni, massetti, isolamenti, pavimenti e rivestimenti del piano di calpestio, intonaci, controsoffitti, impianti ed altro, ancorché in qualche caso sia necessario considerare situazioni transitorie in cui essi non siano presenti.

Le azioni permanenti gravitazionali associate ai pesi propri dei materiali non strutturali sono derivate dalle dimensioni geometriche e dai pesi dell'unità di volume dei materiali con cui sono realizzate le parti non strutturali della costruzione. I pesi dell'unità di volume dei materiali non strutturali possono essere ricavati dalla Tab. 3.1.I, oppure da specifiche indagini sperimentali o da normative o da documenti di comprovata validità, trattando i valori nominali come valori caratteristici.

In linea di massima, in presenza di orizzontamenti anche con orditura unidirezionale ma con capacità di ripartizione trasversale, i carichi permanenti non strutturali potranno assumersi, per le verifiche d'insieme, come uniformemente ripartiti. In caso contrario, occorre valutarne le effettive distribuzioni.

I tramezzi e gli impianti leggeri degli edifici per abitazioni e per uffici potranno assumersi, in genere, come carichi equivalenti distribuiti, purché i solai abbiano adeguata capacità di ripartizione trasversale.

Per gli orizzontamenti degli edifici per abitazioni e per uffici, il peso proprio di elementi divisori interni potrà essere ragguagliato ad un carico permanente uniformemente distribuito g_2 , purché vengano adottate le misure costruttive atte ad assicurare una adeguata ripartizione del carico. Il carico uniformemente distribuito g_2 potrà essere correlato al peso proprio per unità di lunghezza G_2 delle partizioni nel modo seguente:

- per elementi divisori con $G_2 \leq 1,00 \text{ kN/m} : g_2 = 0,40 \text{ kN/m}^2$;
- per elementi divisori con $1,00 < G_2 \leq 2,00 \text{ kN/m} : g_2 = 0,80 \text{ kN/m}^2$;
- per elementi divisori con $2,00 < G_2 \leq 3,00 \text{ kN/m} : g_2 = 1,20 \text{ kN/m}^2$;
- per elementi divisori con $3,00 < G_2 \leq 4,00 \text{ kN/m} : g_2 = 1,60 \text{ kN/m}^2$;
- per elementi divisori con $4,00 < G_2 \leq 5,00 \text{ kN/m} : g_2 = 2,00 \text{ kN/m}^2$.

Gli elementi divisori interni con peso proprio maggiore di 5,00 kN/m devono essere considerati in fase di progettazione, tenendo conto del loro effettivo posizionamento sul solaio.

3.1.4. SOVRACCARICHI

I sovraccarichi, o carichi imposti, comprendono i carichi legati alla destinazione d'uso dell'opera; i modelli di tali azioni possono essere costituiti da:

- carichi verticali uniformemente distribuiti q_k
- carichi verticali concentrati Q_k
- carichi orizzontali lineari H_k

I valori nominali e/o caratteristici di q_k , Q_k ed H_k sono riportati nella Tab. 3.1.II. Tali valori sono comprensivi degli effetti dinamici ordinari, purché non vi sia rischio di rilevanti amplificazioni dinamiche della risposta delle strutture.

Tab. 3.1.II - Valori dei sovraccarichi per le diverse categorie d'uso delle costruzioni

Cat.	Ambienti	q_k [kN/m ²]	Q_k [kN]	H_k [kN/m]
A	Ambienti ad uso residenziale			
	Aree per attività domestiche e residenziali; sono compresi in questa categoria i locali di abitazione e relativi servizi, gli alberghi (ad esclusione delle aree soggette ad affollamento), camere di degenza di ospedali	2,00	2,00	1,00
	Scale comuni, balconi, ballatoi	4,00	4,00	2,00
B	Uffici			
	Cat. B1 Uffici non aperti al pubblico	2,00	2,00	1,00
	Cat. B2 Uffici aperti al pubblico	3,00	2,00	1,00
	Scale comuni, balconi e ballatoi	4,00	4,00	2,00
C	Ambienti suscettibili di affollamento			
	Cat. C1 Aree con tavoli, quali scuole, caffè, ristoranti, sale per banchetti, lettura e ricevimento	3,00	3,00	1,00
	Cat. C2 Aree con posti a sedere fissi, quali chiese, teatri, cinema, sale per conferenze e attesa, aule universitarie e aule magne	4,00	4,00	2,00
	Cat. C3 Ambienti privi di ostacoli al movimento delle persone, quali musei, sale per esposizioni, aree d'accesso a uffici, ad alberghi e ospedali, ad atrii di stazioni ferroviarie	5,00	5,00	3,00
	Cat. C4. Aree con possibile svolgimento di attività fisiche, quali sale da ballo, palestre, palcoscenici.	5,00	5,00	3,00
	Cat. C5. Aree suscettibili di grandi affollamenti, quali edifici per eventi pubblici, sale da concerto, palazzetti per lo sport e relative tribune, gradinate e piattaforme ferroviarie.	5,00	5,00	3,00
	Scale comuni, balconi e ballatoi	Secondo categoria d'uso servita, con le seguenti limitazioni		
	$\geq 4,00$	$\geq 4,00$	$\geq 2,00$	

CAPITOLO 4.

COSTRUZIONI CIVILI E INDUSTRIALI**PRONTO
GRAFILL****CLICCA per maggiori informazioni
... e per te uno SCONTO SPECIALE**

4.1. COSTRUZIONI DI CALCESTRUZZO

Formano oggetto delle presenti norme le strutture di:

- calcestruzzo armato normale (cemento armato)
- calcestruzzo armato precompresso (cemento armato precompresso)
- calcestruzzo a bassa percentuale di armatura o non armato

con riferimento a calcestruzzi di peso normale e con esclusione di quelle opere per le quali vige una regolamentazione apposita a carattere particolare.

Al § 4.1.12 sono date inoltre le norme integrative per le strutture in calcestruzzo di inerte leggero.

Nel seguito si intendono per calcestruzzi ordinari i calcestruzzi conformi al presente § 4.1 ed al § 11.2, con esclusione dei calcestruzzi di aggregati leggeri (LC), di cui al §4.1.12, e di quelli fibrorinforzati (FRC), di cui al §11.2.12.

Ai fini della valutazione del comportamento e della resistenza delle strutture in calcestruzzo, questo viene titolato ed identificato mediante la classe di resistenza contraddistinta dai valori caratteristici delle resistenze cilindrica e cubica a compressione uniaxiale, misurate rispettivamente su provini cilindrici (o prismatici) e cubici, espressa in MPa (§ 11.2).

Per le classi di resistenza normalizzate per calcestruzzo normale si può fare utile riferimento a quanto indicato nelle norme UNI EN 206 e nella UNI 11104.

Sulla base della denominazione normalizzata vengono definite le classi di resistenza della Tab. 4.1.I.

Tab. 4.1.I - *Classi di resistenza*

Classe di resistenza
C8/10
C12/15
C16/20
C20/25
C25/30
C30/37
C35/45
C40/50
C45/55
C50/60
C55/67
C60/75
C70/85
C80/95
C90/105

Oltre alle classi di resistenza riportate in Tab. 4.1.I si possono prendere in considerazione le classi di resistenza già in uso C28/35 e C32/40.

I calcestruzzi delle diverse classi di resistenza trovano impiego secondo quanto riportato nella Tab. 4.1.II, fatti salvi i limiti derivanti dal rispetto della durabilità.

Per classi di resistenza superiore a C70/85 si rinvia al caso C) del § 11.1.

Per le classi di resistenza superiori a C45/55, la resistenza caratteristica e tutte le grandezze meccaniche e fisiche che hanno influenza sulla resistenza e durabilità del conglomerato devono essere accertate prima dell'inizio dei lavori tramite un'apposita sperimentazione preventiva e la produzione deve seguire specifiche procedure per il controllo di qualità.

Tab. 4.1.II - *Impiego delle diverse classi di resistenza*

Strutture di destinazione	Classe di resistenza minima
Per strutture non armate o a bassa percentuale di armatura (§ 4.1.11)	C8/10
Per strutture semplicemente armate	C16/20
Per strutture precomprese	C28/35

4.1.1. VALUTAZIONE DELLA SICUREZZA E METODI DI ANALISI

La valutazione della sicurezza va condotta secondo i principi fondamentali ed i metodi precisati al Capitolo 2.

In particolare per l'analisi strutturale, volta alla valutazione degli effetti delle azioni, si potranno adottare i metodi seguenti:

- a) analisi elastica lineare;
- b) analisi plastica;
- c) analisi non lineare.

Quando rilevante, nei diversi metodi di analisi sopra citati vanno considerati gli effetti del secondo ordine (§ 4.1.1.4).

Le analisi globali hanno lo scopo di stabilire la distribuzione delle forze interne, delle tensioni, delle deformazioni e degli spostamenti nell'intera struttura o in una parte di essa.

Analisi locali possono essere necessarie nelle zone singolari quali quelle poste:

- in prossimità degli appoggi;
- in corrispondenza di carichi concentrati;
- alle intersezioni travi-colonne;
- nelle zone di ancoraggio;
- in corrispondenza di variazioni della sezione trasversale.

4.1.1.1 ANALISI ELASTICA LINEARE

L'analisi elastica lineare può essere usata per valutare gli effetti delle azioni sia per gli stati limite di esercizio sia per gli stati limite ultimi.

Per la determinazione degli effetti delle azioni, le analisi saranno effettuate assumendo:

- sezioni interamente reagenti con rigidzze valutate riferendosi al solo calcestruzzo;
- relazioni tensione deformazione lineari;
- valori medi del modulo d'elasticità.

Per la determinazione degli effetti delle deformazioni termiche, degli eventuali cedimenti e del ritiro, le analisi saranno effettuate assumendo:

- per gli stati limite ultimi, rigidzze ridotte valutate ipotizzando che le sezioni siano fessurate (in assenza di valutazioni più precise la rigidzza delle sezioni fessurate potrà essere assunta pari alla metà della rigidzza delle sezioni interamente reagenti);
- per gli stati limite di esercizio, rigidzze intermedie tra quelle delle sezioni interamente reagenti e quelle delle sezioni fessurate.

Per le sole verifiche agli stati limite ultimi, i risultati dell'analisi elastica possono essere modificati con una ridistribuzione dei momenti, nel rispetto dell'equilibrio e delle capacità di rotazione plastica delle sezioni dove si localizza la ridistribuzione. In particolare la ridistribuzione non è ammessa per i pilastri e per i nodi dei telai, è consentita per le travi continue, le travi di telai in cui possono essere trascurati gli effetti del secondo ordine e le solette, a condizione che le sollecitazioni di flessione siano prevalenti ed i rapporti tra le luci di campate contigue siano compresi nell'intervallo 0,5-2,0.

Per le travi e le solette che soddisfano le condizioni dette, la ridistribuzione dei momenti flettenti può effettuarsi senza esplicite verifiche in merito alla duttilità delle membrature, purché il rapporto δ tra il momento dopo la ridistribuzione ed il momento prima della ridistribuzione risulti $1 \geq \delta \geq 0,70$.

I valori di δ si ricavano dalle espressioni:

$$\delta \geq 0,44 + 1,25 \cdot (0,6 + 0,0014/\epsilon_{cu}) \cdot x / d \quad \text{per } f_{ck} \leq 50 \text{ MPa} \quad [4.1.1]$$

$$\delta \geq 0,54 + 1,25 \cdot (0,6 + 0,0014/\epsilon_{cu}) \cdot x / d \quad \text{per } f_{ck} > 50 \text{ MPa} \quad [4.1.2]$$

dove x è l'altezza della zona compressa dopo la ridistribuzione, d è l'altezza utile della sezione (Fig.4.1.4) ed ϵ_{cu} è definita in § 4.1.2.1.2.1.

Per le travi continue, le travi di telai in cui possono essere trascurati gli effetti del secondo ordine e le solette, il rapporto x/d nelle sezioni critiche non deve comunque superare il valore 0,45 per $f_{ck} \leq 50$ MPa e 0,35 per $f_{ck} > 50$ MPa.

4.1.1.2 ANALISI PLASTICA

L'analisi plastica può essere usata per valutare gli effetti di azioni statiche e per i soli stati limite ultimi.

Al materiale si può attribuire un diagramma tensioni-deformazioni rigido-plastico verificando che la duttilità delle sezioni dove si localizzano le plasticizzazioni sia sufficiente a garantire la formazione del meccanismo previsto.

Nell'analisi si trascurano gli effetti di precedenti applicazioni del carico e si assume un incremento monotono dell'intensità delle azioni e la costanza del rapporto tra le loro intensità così da pervenire ad un unico moltiplicatore di collasso. L'analisi può essere del primo o del secondo ordine.

4.1.1.3 ANALISI NON LINEARE

L'analisi non lineare può essere usata per valutare gli effetti di azioni statiche e dinamiche, sia per gli stati limite di esercizio, sia per gli stati limite ultimi, a condizione che siano soddisfatti l'equilibrio e la congruenza.

Al materiale si può attribuire un diagramma tensioni-deformazioni che ne rappresenti adeguatamente il comportamento reale, verificando che le sezioni dove si localizzano le plasticizzazioni siano in grado di sopportare allo stato limite ultimo tutte le deformazioni non elastiche derivanti dall'analisi, tenendo in appropriata considerazione le incertezze.

CAPITOLO 5.

PONTI**PRONTO
GRAFILL****CLICCA per maggiori informazioni
... e per te uno SCONTO SPECIALE**

5.1. PONTI STRADALI

5.1.1. OGGETTO

Il presente capitolo contiene i criteri generali e le indicazioni tecniche per la progettazione e l'esecuzione dei ponti stradali.

Nel seguito col termine "ponti" si intendono anche tutte quelle opere che, in relazione alle loro diverse destinazioni, vengono normalmente indicate con nomi particolari, quali: viadotti, sottovia o cavalcavia, sovrappassi, sottopassi, strade sopraelevate, ecc.

Le prescrizioni fornite, per quanto applicabili, riguardano anche i ponti mobili.

5.1.2. PRESCRIZIONI GENERALI

5.1.2.1 GEOMETRIA DELLA SEDE STRADALE

Ai fini della presente normativa, per larghezza della sede stradale del ponte si intende la distanza misurata ortogonalmente all'asse stradale tra i punti più esterni dell'impalcato.

La sede stradale sul ponte è composta dalla piattaforma, eventualmente divisa da uno spartitraffico e composta dalle corsie e dalle banchine, dai cordoli e laddove previsti dai marciapiedi, a seconda dell'importanza, della funzione e delle caratteristiche della strada.

La superficie carrabile del ponte è composta dalla piattaforma e da eventuali marciapiedi sormontabili, di altezza inferiore a 20 cm e non protetti da barriere di sicurezza stradale o da altri dispositivi di ritenuta.

5.1.2.2 ALTEZZA LIBERA

Nel caso di un ponte che scavalchi una strada ordinaria, l'altezza libera al di sotto del ponte non deve essere in alcun punto minore di 5 m, tenendo conto anche delle pendenze della strada sottostante.

Nei casi di strada a traffico selezionato è ammesso, per motivi validi e comprovati, derogare da quanto sopra, purché l'altezza minima non sia minore di 4 m.

Eccezionalmente, ove l'esistenza di vincoli non eliminabili imponesse di scendere al di sotto di tale valore, si può adottare un'altezza minima, in ogni caso non inferiore a 3,20 m. Tale deroga è vincolata al parere favorevole dei Comandi Militare e dei Vigili del Fuoco competenti per territorio.

I ponti sui corsi d'acqua classificati navigabili devono avere il tirante corrispondente alla classe dei natanti previsti.

Per tutti i casi in deroga all'altezza minima prescritta di 5 m, si devono adottare opportuni dispositivi segnaletici di sicurezza (ad es. controsagome), collocati a conveniente distanza dall'imbocco dell'opera.

Nel caso di sottopassaggi pedonali l'altezza libera non deve essere inferiore a 2,50 m.

5.1.2.3 COMPATIBILITÀ IDRAULICA

Quando il ponte interessa un corso d'acqua naturale o artificiale, il progetto deve essere corredato da uno studio di compatibilità idraulica costituito da una relazione idrologica e da una relazione idraulica riguardante le scelte progettuali, la costruzione e l'esercizio del ponte.

L'ampiezza e l'approfondimento dello studio e delle indagini che ne costituiscono la base devono essere commisurati all'importanza del problema e al livello di progettazione. Deve in ogni caso essere definita una piena di progetto caratterizzata da un tempo di ritorno T_r pari a 200 anni ($T_r=200$).

Coerentemente al livello di progettazione, lo studio di compatibilità idraulica deve riportare:

- l'analisi idrologica degli eventi di massima piena e stima della loro frequenza probabile;
- la definizione dei mesi dell'anno durante i quali siano da attendersi eventi di piena, con riferimento alla prevista successione delle fasi costruttive;
- la definizione della scala delle portate nelle condizioni attuali, di progetto, e nelle diverse fasi costruttive previste, corredata dal calcolo del profilo di rigurgito indotto dalla presenza delle opere in alveo, tenendo conto della possibile formazione di ammassi di detriti galleggianti;
- la valutazione dello scavo localizzato con riferimento alle forme ed alle dimensioni di pile, spalle e relative fondazioni, nonché di altre opere in alveo provvisorie e definitive, tenendo conto della possibile formazione di ammassi di detriti galleggianti oltre che dei fenomeni erosivi generalizzati conseguenti al restringimento d'alveo;
- l'esame delle conseguenze di urti e abrasioni dovuti alla presenza di natanti e corpi flottanti.

Il manufatto non dovrà interessare con spalle, pile e rilevati la sezione del corso d'acqua interessata dalla piena di progetto e, se arginata, i corpi arginali.

Qualora fosse necessario realizzare pile in alveo, la luce netta minima tra pile contigue, o fra pila e spalla del ponte, non deve essere inferiore a 40 m misurati ortogonalmente al filone principale della corrente. Per i ponti esistenti, eventualmente interessati da luci nette di misura inferiore, è ammesso l'allargamento della piattaforma, a patto che questo non comporti modifiche dimensio-

nali delle pile, delle spalle o della pianta delle fondazioni di queste, e nel rispetto del franco idraulico come nel seguito precisato. In tutti gli altri casi deve essere richiesta l'autorizzazione all'Autorità competente, che si esprime previo parere del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

Nel caso di pile e/o spalle in alveo, cura particolare è da dedicare al problema delle escavazioni in corrispondenza delle fondazioni e alla protezione delle fondazioni delle pile e delle spalle tenuto anche conto del materiale galleggiante che il corso d'acqua può trasportare. In tali situazioni, una stima anche speditiva dello scalzamento è da sviluppare fin dai primi livelli di progettazione.

Il franco idraulico, definito come la distanza fra la quota liquida di progetto immediatamente a monte del ponte e l'intradosso delle strutture, è da assumersi non inferiore a 1,50 m, e comunque dovrà essere scelto tenendo conto di considerazioni e previsioni sul trasporto solido di fondo e sul trasporto di materiale galleggiante, garantendo una adeguata distanza fra l'intradosso delle strutture e il fondo alveo.

Quando l'intradosso delle strutture non sia costituito da un'unica linea orizzontale tra gli appoggi, il franco idraulico deve essere assicurato per una ampiezza centrale di 2/3 della luce, e comunque non inferiore a 40 m.

Il franco idraulico necessario non può essere ottenuto con il sollevamento del ponte durante la piena.

Lo scalzamento e le azioni idrodinamiche associate al livello idrico massimo che si verifica mediamente ogni anno (si assuma $T_r = 1,001$) devono essere combinate con le altre azioni variabili adottando valori del coefficiente ψ_0 unitario.

Lo scalzamento e le azioni idrodinamiche associati all'evento di piena di progetto devono essere combinate esclusivamente con le altre azioni variabili da traffico, adottando per queste ultime i coefficienti di combinazione ψ_1 .

5.1.3. AZIONI SUI PONTI STRADALI

Le azioni da considerare nella progettazione dei ponti stradali sono:

- le azioni permanenti;
- distorsioni e deformazioni impresse;
- le azioni variabili da traffico;
- le azioni variabili (variazioni termiche, spinte idrodinamiche, vento, neve e le azioni sui parapetti);
- le resistenze passive dei vincoli;
- gli urti sulle barriere di sicurezza stradale di veicoli in svio;
- le azioni sismiche;
- le azioni eccezionali.

5.1.3.1 AZIONI PERMANENTI

1. Peso proprio degli elementi strutturali: g_1
2. Carichi permanenti portati: g_2 (pavimentazione stradale, marciapiedi, barriere acustiche, barriere di sicurezza stradale, parapetti, finiture, sistema di smaltimento acque, attrezzature stradali, rinfianchi e simili).
3. Altre azioni permanenti: g_3 (spinta delle terre, spinte idrauliche, ecc.).

5.1.3.2 DISTORSIONI E DEFORMAZIONI IMPRESSE

1. Distorsioni e presollecitazioni di progetto: ε_1 .
Ai fini delle verifiche si devono considerare gli effetti delle distorsioni e delle presollecitazioni eventualmente previste in progetto.
2. Effetti reologici: ritiro ε_2 e viscosità ε_3 ;
Il calcolo degli effetti del ritiro del calcestruzzo e della viscosità deve essere effettuato in accordo al carattere ed all'intensità di tali distorsioni definiti nelle relative sezioni delle presenti Norme Tecniche.
3. Cedimenti vincolari: ε_4
Devono considerarsi gli effetti di cedimenti vincolari quando, sulla base delle indagini e delle valutazioni geotecniche, questi risultino significativi per le strutture.

5.1.3.3 AZIONI VARIABILI DA TRAFFICO. CARICHI VERTICALI: q_1

5.1.3.3.1 Premessa

I carichi verticali da traffico sono definiti dagli Schemi di Carico descritti nel § 5.1.3.3.3, disposti su corsie convenzionali.

5.1.3.3.2 Definizione delle corsie convenzionali

Le larghezze w_i delle corsie convenzionali sulla superficie carrabile ed il massimo numero (intero) possibile di tali corsie su di essa sono indicati nel prospetto seguente (Fig. 5.1.1 e Tab. 5.1.1).

Se non diversamente specificato, qualora la piattaforma di un impalcato da ponte sia divisa in due parti separate da una zona spartitraffico centrale, si distinguono i casi seguenti:

CAPITOLO 6.

PROGETTAZIONE GEOTECNICA

6.1. DISPOSIZIONI GENERALI

6.1.1. OGGETTO DELLE NORME

Il presente capitolo riguarda gli aspetti geotecnici della progettazione e della esecuzione di opere ed interventi che interagiscono con il terreno ed in particolare tratta di :

- opere di fondazione;
- opere di sostegno;
- opere in sotterraneo;
- opere e manufatti di materiali sciolti naturali o di provenienza diversa;
- fronti di scavo;
- consolidamento;
- miglioramento e rinforzo dei terreni e degli ammassi rocciosi;
- consolidamento di opere esistenti.

Il presente capitolo riguarda, altresì, la sicurezza dei pendii naturali e la fattibilità di interventi che hanno riflessi su grandi aree.

6.1.2. PRESCRIZIONI GENERALI

Le scelte progettuali devono tener conto delle prestazioni attese delle opere, dei caratteri geologici del sito e delle condizioni ambientali. I risultati dello studio rivolto alla caratterizzazione e modellazione geologica, dedotti da specifiche indagini, devono essere esposti in una specifica relazione geologica di cui al § 6.2.1.

Le analisi di progetto devono essere basate su modelli geotecnici dedotti da specifiche indagini definite dal progettista in base alla tipologia dell'opera o dell'intervento e alle previste modalità esecutive.

Le scelte progettuali, il programma e i risultati delle indagini, la caratterizzazione e la modellazione geotecnica di cui al § 6.2.2, unitamente alle analisi per il dimensionamento geotecnico delle opere e alla descrizione delle fasi e modalità costruttive devono essere illustrati in una specifica relazione geotecnica.

6.2. ARTICOLAZIONE DEL PROGETTO

Il progetto delle opere e degli interventi si articola nelle seguenti fasi:

1. caratterizzazione e modellazione geologica del sito;
2. scelta del tipo di opera o di intervento e programmazione delle indagini geotecniche;
3. caratterizzazione fisico-meccanica dei terreni e delle rocce presenti nel volume significativo e definizione dei modelli geotecnici di sottosuolo (cfr. § 3.2.2);
4. definizione delle fasi e delle modalità costruttive;
5. verifiche della sicurezza e delle prestazioni
6. programmazione delle attività di controllo e monitoraggio.

6.2.1. CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOLOGICA DEL SITO

Il modello geologico di riferimento è la ricostruzione concettuale della storia evolutiva dell'area di studio, attraverso la descrizione delle peculiarità genetiche dei diversi terreni presenti, delle dinamiche dei diversi termini litologici, dei rapporti di giustapposizione reciproca, delle vicende tettoniche subite e dell'azione dei diversi agenti morfogenetici.

La caratterizzazione e la modellazione geologica del sito deve comprendere la ricostruzione dei caratteri litologici, stratigrafici, strutturali, idrogeologici, geomorfologici e, più in generale, di pericolosità geologica del territorio, descritti e sintetizzati dal modello geologico di riferimento.

In funzione del tipo di opera, di intervento e della complessità del contesto geologico nel quale si inserisce l'opera, specifiche indagini saranno finalizzate alla documentata ricostruzione del modello geologico.

Il modello geologico deve essere sviluppato in modo da costituire elemento di riferimento per il progettista per inquadrare i problemi geotecnici e per definire il programma delle indagini geotecniche

La caratterizzazione e la modellazione geologica del sito devono essere esaurientemente esposte e commentate in una relazione geologica, che è parte integrante del progetto. Tale relazione comprende, sulla base di specifici rilievi ed indagini, la identificazione delle formazioni presenti nel sito, lo studio dei tipi litologici, della struttura del sottosuolo e dei caratteri fisici degli ammassi, definisce il modello geologico del sottosuolo, illustra e caratterizza gli aspetti stratigrafici, strutturali, idrogeologici, geomorfologici, nonché i conseguenti livelli delle pericolosità geologiche.

6.2.2. INDAGINI, CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOTECNICA

Le indagini geotecniche devono essere programmate in funzione del tipo di opera e/o di intervento, devono riguardare il volume significativo e, in presenza di azioni sismiche, devono essere conformi a quanto prescritto ai §§ 3.2.2 e 7.11.2. Per volume significativo di terreno si intende la parte di sottosuolo influenzata, direttamente o indirettamente, dalla costruzione del manufatto e che influenza il manufatto stesso. Le indagini devono permettere la definizione dei modelli geotecnici di sottosuolo necessari alla progettazione. Della definizione del piano delle indagini, della caratterizzazione e della modellazione geotecnica è responsabile il progettista.

Ai fini dell'analisi quantitativa di uno specifico problema, per modello geotecnico di sottosuolo si intende uno schema rappresentativo del volume significativo di terreno, suddiviso in unità omogenee sotto il profilo fisico-meccanico, che devono essere caratterizzate con riferimento allo specifico problema geotecnico. Nel modello geotecnico di sottosuolo devono essere definiti il regime delle pressioni interstiziali e i valori caratteristici dei parametri geotecnici.

Per valore caratteristico di un parametro geotecnico deve intendersi una stima ragionata e cautelativa del valore del parametro per ogni stato limite considerato. I valori caratteristici delle proprietà fisiche e meccaniche da attribuire ai terreni devono essere dedotti dall'interpretazione dei risultati di specifiche prove di laboratorio su campioni rappresentativi di terreno e di prove e misure in sito.

Per gli ammassi rocciosi e per i terreni a struttura complessa, nella valutazione della resistenza caratteristica occorre tener conto della natura e delle caratteristiche geometriche e di resistenza delle discontinuità. Deve inoltre essere specificato se la resistenza caratteristica si riferisce alle discontinuità o all'ammasso roccioso.

Per la verifica delle condizioni di sicurezza e delle prestazioni di cui al successivo § 6.2.4, la scelta dei valori caratteristici delle quote piezometriche e delle pressioni interstiziali deve tenere conto della loro variabilità spaziale e temporale.

Le prove di laboratorio, sulle terre e sulle rocce, devono essere eseguite e certificate dai laboratori di prova di cui all'art. 59 del DPR 6 giugno 2001, n. 380. I laboratori su indicati fanno parte dell'elenco depositato presso il Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

Nel caso di costruzioni o di interventi di modesta rilevanza, che ricadano in zone ben conosciute dal punto di vista geotecnico, la progettazione può essere basata su preesistenti indagini e prove documentate, ferma restando la piena responsabilità del progettista su ipotesi e scelte progettuali.

6.2.3. FASI E MODALITA' COSTRUTTIVE

Nel progetto devono essere individuate le diverse fasi esecutive per definire eventuali specifiche condizioni geotecniche anche a carattere temporaneo che possono verificarsi nel corso dei lavori. Queste fasi dovranno essere oggetto di specifiche analisi da condurre con i criteri e le procedure riportati nelle presenti norme.

6.2.4. VERIFICHE DELLA SICUREZZA E DELLE PRESTAZIONI

Le verifiche di sicurezza relative agli stati limite ultimi (SLU) e le analisi relative alle condizioni di esercizio (SLE) devono essere effettuate nel rispetto dei principi e delle procedure indicate al § 2.6.

6.2.4.1 VERIFICHE NEI CONFRONTI DEGLI STATI LIMITE ULTIMI (SLU)

Per ogni stato limite per perdita di equilibrio (EQU), come definito al §2.6.1, deve essere rispettata la condizione:

$$E_{inst,d} \leq E_{stb,d}$$

dove $E_{inst,d}$ è il valore di progetto dell'azione instabilizzante, $E_{stb,d}$ è il valore di progetto dell'azione stabilizzante.

La verifica della suddetta condizione deve essere eseguita impiegando come fattori parziali per le azioni i valori γ_F riportati nella colonna EQU della tabella 6.2.1.

Per ogni stato limite ultimo che preveda il raggiungimento della resistenza di un elemento strutturale (STR) o del terreno (GEO), come definiti al § 2.6.1, deve essere rispettata la condizione:

$$E_d \leq R_d \quad [6.2.1]$$

essendo E_d il valore di progetto dell'azione o dell'effetto dell'azione, definito dalle relazioni [6.2.2a] o [6.2.2b]

$$E_d = E \left[\gamma_F F_k; \frac{X_k}{\gamma_M}; a_d \right] \quad [6.2.2a]$$

$$E_d = \gamma_E \cdot E \left[F_k; \frac{X_k}{\gamma_M}; a_d \right] \quad [6.2.2b]$$

e R_d è il valore di progetto della resistenza del sistema geotecnico definito dalla relazione [6.2.3].

$$R_d = \frac{1}{\gamma_R} R \left[\gamma_F F_k; \frac{X_k}{\gamma_M}; a_d \right] \quad [6.2.3]$$

CAPITOLO 7.

PROGETTAZIONE PER AZIONI SISMICHE

7.0. GENERALITÀ

Il presente capitolo disciplina la progettazione e la costruzione delle nuove opere soggette anche all'azione sismica. Le sue indicazioni sono da considerarsi aggiuntive e non sostitutive di quelle riportate nei Capitoli 4, 5 e 6; si deve inoltre far sempre riferimento a quanto indicato nel Capitolo 2, per la valutazione della sicurezza, e nel Capitolo 3, per la valutazione dell'azione sismica.

Le costruzioni caratterizzate, nei confronti dello *SLV*, da $a_g S \leq 0,075g$, in cui *S* è il coefficiente che comprende l'effetto dell'amplificazione stratigrafica (S_s) e dell'amplificazione topografica (S_T), di cui al § 3.2.3.2, e a_g è l'accelerazione orizzontale massima per il suddetto *SLV* su sito di riferimento rigido, possono essere progettate e verificate come segue:

- si considera la combinazione di azioni definita nel § 2.5.3, applicando, in due direzioni ortogonali, il sistema di forze orizzontali definito dall'espressione [7.3.7] assumendo $F_h = 0,10 W \lambda$ per tutte le tipologie strutturali, essendo λ definito al § 7.3.3.2;
- si richiede la sola verifica nei confronti dello *SLV*;
- si utilizza in generale una "progettazione per comportamento strutturale non dissipativo", quale definita nel § 7.2.2; qualora si scelga una "progettazione per comportamento strutturale dissipativo", quale definita nel § 7.2.2, si possono impiegare, in classe di duttilità CD"B", valori unitari per i coefficienti γ_{Rd} di cui alla Tab. 7.2.1;
- ad eccezione del caso di edifici fino a due piani, considerati al di sopra della fondazione o della struttura scatolare rigida di cui al § 7.2.1, gli orizzontamenti devono rispettare i requisiti di rigidezza e resistenza di cui al § 7.2.2.

7.1. REQUISITI NEI CONFRONTI DEGLI STATI LIMITE

S'intende per:

- **capacità di un elemento strutturale o di una struttura:** l'insieme delle caratteristiche di rigidezza, resistenza e duttilità da essi manifestate, quando soggetti ad un prefissato insieme di azioni;
- **domanda su un elemento strutturale o su una struttura:** l'insieme delle caratteristiche di rigidezza, resistenza e duttilità ad essi richieste da un prefissato insieme di azioni.

Sotto l'effetto delle azioni definite nel § 3.2, deve essere garantito il rispetto degli stati limite ultimi e di esercizio, quali definiti al § 3.2.1 e individuati riferendosi alle prestazioni della costruzione nel suo complesso che include, oltre agli elementi strutturali in elevazione e di fondazione, agli elementi non strutturali e agli impianti, il volume significativo di terreno definito al § 6.2.2.

La verifica nei confronti dei vari stati limite si effettua confrontando capacità e domanda; in mancanza di specifiche indicazioni in merito, la verifica si considera svolta positivamente quando sono soddisfatti i requisiti di rigidezza, resistenza e duttilità, per gli elementi strutturali, e di stabilità e funzionalità, per gli elementi non strutturali e gli impianti, secondo quanto indicato al § 7.3.6.

Per tutti gli stati limite, le strutture di fondazione devono resistere agli effetti risultanti dalla risposta del terreno e delle strutture sovrastanti, senza spostamenti permanenti incompatibili con lo stato limite di riferimento. Al riguardo, deve essere valutata la risposta sismica e la stabilità del sito, secondo quanto indicato nel § 7.11.5.

7.2. CRITERI GENERALI DI PROGETTAZIONE E MODELLAZIONE

7.2.1. CARATTERISTICHE GENERALI DELLE COSTRUZIONI

REGOLARITÀ

Le costruzioni devono avere, quanto più possibile, struttura iperstatica caratterizzata da *regolarità in pianta e in altezza*. Se necessario, ciò può essere conseguito suddividendo la struttura, mediante giunti, in unità tra loro dinamicamente indipendenti.

Per quanto riguarda gli edifici, una costruzione è *regolare in pianta* se tutte le seguenti condizioni sono rispettate:

- a) la distribuzione di masse e rigidezze è approssimativamente simmetrica rispetto a due direzioni ortogonali e la forma in pianta è compatta, ossia il contorno di ogni orizzontamento è convesso; il requisito può ritenersi soddisfatto, anche in presenza di rientranze in pianta, quando esse non influenzano significativamente la rigidezza nel piano dell'orizzontamento e, per ogni rientranza, l'area compresa tra il perimetro dell'orizzontamento e la linea convessa circoscritta all'orizzontamento non supera il 5% dell'area dell'orizzontamento;
- b) il rapporto tra i lati del rettangolo circoscritto alla pianta di ogni orizzontamento è inferiore a 4;
- c) ciascun orizzontamento ha una rigidezza nel proprio piano tanto maggiore della corrispondente rigidezza degli elementi strutturali verticali da potersi assumere che la sua deformazione in pianta influenzi in modo trascurabile la distribuzione delle azioni sismiche tra questi ultimi e ha resistenza sufficiente a garantire l'efficacia di tale distribuzione.

Sempre riferendosi agli edifici, una costruzione è *regolare in altezza* se tutte le seguenti condizioni sono rispettate:

- d) tutti i sistemi resistenti alle azioni orizzontali si estendono per tutta l'altezza della costruzione o, se sono presenti parti aventi differenti altezze, fino alla sommità della rispettiva parte dell'edificio;

- e) massa e rigidezza rimangono costanti o variano gradualmente, senza bruschi cambiamenti, dalla base alla sommità della costruzione (le variazioni di massa da un orizzontamento all'altro non superano il 25%, la rigidezza non si riduce da un orizzontamento a quello sovrastante più del 30% e non aumenta più del 10%); ai fini della rigidezza si possono considerare regolari in altezza strutture dotate di pareti o nuclei in c.a. o di pareti e nuclei in muratura di sezione costante sull'altezza o di telai controventati in acciaio, ai quali sia affidato almeno il 50% dell'azione sismica alla base;
- f) il rapporto tra la capacità e la domanda allo *SLV* non è significativamente diverso, in termini di resistenza, per orizzontamenti successivi (tale rapporto, calcolato per un generico orizzontamento, non deve differire più del 30% dall'analogo rapporto calcolato per l'orizzontamento adiacente); può fare eccezione l'ultimo orizzontamento di strutture intelaiate di almeno tre orizzontamenti;
- g) eventuali restringimenti della sezione orizzontale della costruzione avvengono con continuità da un orizzontamento al successivo; oppure avvengono in modo che il rientro di un orizzontamento non superi il 10% della dimensione corrispondente all'orizzontamento immediatamente sottostante, né il 30% della dimensione corrispondente al primo orizzontamento. Fa eccezione l'ultimo orizzontamento di costruzioni di almeno quattro orizzontamenti, per il quale non sono previste limitazioni di restringimento.

Qualora, immediatamente al di sopra della fondazione, sia presente una struttura scatolare rigida, purché progettata con comportamento non dissipativo, i controlli sulla regolarità in altezza possono essere riferiti alla sola struttura soprastante la scatolare, a condizione che quest'ultima abbia rigidezza rispetto alle azioni orizzontali significativamente maggiore di quella della struttura ad essa soprastante. Tale condizione si può ritenere soddisfatta se gli spostamenti della struttura soprastante la scatolare, valutati su un modello con incastri al piede, e gli spostamenti della struttura soprastante, valutati tenendo conto anche della deformabilità della struttura scatolare, sono sostanzialmente coincidenti.

Per i ponti le condizioni di regolarità sono definite nel § 7.9.2.1.

DISTANZA TRA COSTRUZIONI CONTIGUE

La distanza tra costruzioni contigue deve essere tale da evitare fenomeni di martellamento e comunque non può essere inferiore alla somma degli spostamenti massimi determinati per lo *SLV*, calcolati per ciascuna costruzione secondo il § 7.3.3 (analisi lineare) o il § 7.3.4 (analisi non lineare) e tenendo conto, laddove significativo, dello spostamento relativo delle fondazioni delle due costruzioni contigue, secondo quanto indicato ai §§ 3.2.4.1, 3.2.4.2 e 7.3.5;

La distanza tra due punti di costruzioni che si fronteggiano non potrà in ogni caso essere inferiore a 1/100 della quota dei punti considerati, misurata dallo spiccatto della fondazione o dalla sommità della struttura scatolare rigida di cui al § 7.2.1, moltiplicata per $2a_g S/g \leq 1$.

Qualora non si possano eseguire calcoli specifici, lo spostamento massimo di una costruzione non isolata alla base può essere stimato in 1/100 della sua altezza, misurata come sopra, moltiplicata per $a_g S/g$; in questo caso, la distanza tra costruzioni contigue non potrà essere inferiore alla somma degli spostamenti massimi di ciascuna di esse. Il presente capoverso non si applica ai ponti.

Se le costruzioni hanno dispositivi d'isolamento sismico e/o dissipazione, particolare attenzione va posta al dimensionamento dei distacchi e/o giunti, tenendo in conto le indicazioni riportate nel § 7.10.4 e nel § 7.10.6.

ALTEZZA MASSIMA DEI NUOVI EDIFICI

L'altezza massima degli edifici deve essere opportunamente limitata, in funzione della loro capacità in rigidezza, resistenza e duttilità, in aggiunta ai limiti imposti dalle normative urbanistiche locali.

LIMITAZIONE DELL'ALTEZZA IN FUNZIONE DELLA LARGHEZZA STRADALE

I regolamenti e le norme di attuazione degli strumenti urbanistici possono introdurre limitazioni all'altezza degli edifici in funzione della larghezza stradale.

Per ciascun fronte dell'edificio verso strada, i regolamenti e le norme definiranno la distanza minima tra la proiezione in pianta del fronte stesso ed il ciglio opposto della strada. S'intende per strada l'area di uso pubblico aperta alla circolazione dei pedoni e dei veicoli, e lo spazio inedificabile non cintato aperto alla circolazione pedonale.

7.2.2. CRITERI GENERALI DI PROGETTAZIONE DEI SISTEMI STRUTTURALI

Le costruzioni devono essere dotate di sistemi strutturali che garantiscano rigidezza, resistenza e duttilità nei confronti delle due componenti orizzontali delle azioni sismiche, tra loro ortogonali.

I sistemi strutturali sono composti di elementi strutturali primari ed eventuali elementi strutturali secondari. Agli elementi strutturali primari è affidata l'intera capacità antisismica del sistema; gli elementi strutturali secondari sono progettati per resistere ai soli carichi verticali (v. § 7.2.3).

La componente verticale deve essere considerata, in aggiunta a quanto indicato al § 3.2.3.1, anche in presenza di elementi pressoché orizzontali con luce superiore a 20 m, elementi precompressi (con l'esclusione dei solai di luce inferiore a 8 m), elementi a mensola di luce superiore a 4 m, strutture di tipo spingente, pilastri in falso, edifici con piani sospesi, ponti e costruzioni con isolamento nei casi specificati in § 7.10.5.3.2.

CAPITOLO 8.

COSTRUZIONI ESISTENTI

8.1. OGGETTO

Il presente capitolo stabilisce i criteri generali per la valutazione della sicurezza e per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo degli interventi sulle costruzioni esistenti

Si definisce costruzione esistente quella che abbia, alla data della redazione della valutazione di sicurezza e/o del progetto d'intervento, la struttura completamente realizzata.

8.2. CRITERI GENERALI

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

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

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

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

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

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

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

8.3. VALUTAZIONE DELLA SICUREZZA

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

La valutazione della sicurezza, argomentata con apposita relazione, deve permettere di stabilire se:

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

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

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

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

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

Qualora sia necessario effettuare la valutazione della sicurezza della costruzione, la verifica del sistema di fondazione è obbligatoria solo se sussistono condizioni che possano dare luogo a fenomeni di instabilità globale o se si verifica una delle seguenti condizioni:

- nella costruzione siano presenti importanti dissesti attribuibili a cedimenti delle fondazioni o dissesti della stessa natura si siano prodotti nel passato;
- siano possibili fenomeni di ribaltamento e/o scorrimento della costruzione per effetto: di condizioni morfologiche sfavorevoli, di modificazioni apportate al profilo del terreno in prossimità delle fondazioni, delle azioni sismiche di progetto;
- siano possibili fenomeni di liquefazione del terreno di fondazione dovuti alle azioni sismiche di progetto.

Allo scopo di verificare la sussistenza delle predette condizioni, si farà riferimento alla documentazione disponibile e si potrà omettere di svolgere indagini specifiche solo qualora, a giudizio esplicitamente motivato del professionista incaricato, sul volume di terreno significativo e sulle fondazioni sussistano elementi di conoscenza sufficienti per effettuare le valutazioni precedenti.

La valutazione della sicurezza e la progettazione degli interventi sulle costruzioni esistenti potranno essere eseguite con riferimento ai soli SLU, salvo che per le costruzioni in classe d'uso IV, per le quali sono richieste anche le verifiche agli SLE specificate al § 7.3.6; in quest'ultimo caso potranno essere adottati livelli prestazionali ridotti.

Per la combinazione sismica le verifiche agli SLU possono essere eseguite rispetto alla condizione di salvaguardia della vita umana (SLV) o, in alternativa, alla condizione di collasso (SLC), secondo quanto specificato al § 7.3.6

Nelle verifiche rispetto alle azioni sismiche il livello di sicurezza della costruzione è quantificato attraverso il rapporto ζ_E tra l'azione sismica massima sopportabile dalla struttura e l'azione sismica massima che si utilizzerebbe nel progetto di una nuova costruzione; l'entità delle altre azioni contemporaneamente presenti è la stessa assunta per le nuove costruzioni, salvo quanto emerso riguardo ai carichi verticali permanenti a seguito delle indagini condotte (di cui al § 8.5.5) e salvo l'eventuale adozione di appositi provvedimenti restrittivi dell'uso della costruzione e, conseguentemente, sui carichi verticali variabili.

La restrizione dell'uso può mutare da porzione a porzione della costruzione e, per l'i-esima porzione, è quantificata attraverso il rapporto ζ_{V_i} tra il valore massimo del sovraccarico variabile verticale sopportabile da quella parte della costruzione e il valore del sovraccarico verticale variabile che si utilizzerebbe nel progetto di una nuova costruzione.

È necessario adottare provvedimenti restrittivi dell'uso della costruzione e/o procedere ad interventi di miglioramento o adeguamento nel caso in cui non siano soddisfatte le verifiche relative alle azioni controllate dall'uomo, ossia prevalentemente ai carichi permanenti e alle altre azioni di servizio.

8.4. CLASSIFICAZIONE DEGLI INTERVENTI

Si individuano le seguenti categorie di intervento:

- **interventi di riparazione o locali:** interventi che interessino singoli elementi strutturali e che, comunque, non riducano le condizioni di sicurezza preesistenti;
- **interventi di miglioramento:** interventi atti ad aumentare la sicurezza strutturale preesistente, senza necessariamente raggiungere i livelli di sicurezza fissati al § 8.4.3;
- **interventi di adeguamento:** interventi atti ad aumentare la sicurezza strutturale preesistente, conseguendo i livelli di sicurezza fissati al § 8.4.3.

Solo gli interventi di miglioramento ed adeguamento sono sottoposti a collaudo statico.

Per gli interventi di miglioramento e di adeguamento l'esclusione di provvedimenti in fondazione dovrà essere in tutti i casi motivata esplicitamente dal progettista, attraverso una verifica di idoneità del sistema di fondazione in base ai criteri indicati nel §8.3.

Qualora l'intervento preveda l'inserimento di nuovi elementi che richiedano apposite fondazioni, queste ultime dovranno essere verificate con i criteri generali di cui ai precedenti Capitoli 6 e 7, così come richiesto per le nuove costruzioni.

Per i beni di interesse culturale ricadenti in zone dichiarate a rischio sismico, ai sensi del comma 4 dell'art. 29 del DLgs 22 gennaio 2004, n. 42 "Codice dei beni culturali e del paesaggio", è in ogni caso possibile limitarsi ad interventi di miglioramento effettuando la relativa valutazione della sicurezza.

8.4.1. RIPARAZIONE O INTERVENTO LOCALE

Gli interventi di questo tipo riguarderanno singole parti e/o elementi della struttura. Essi non debbono cambiare significativamente il comportamento globale della costruzione e sono volti a conseguire una o più delle seguenti finalità:

- ripristinare, rispetto alla configurazione precedente al danno, le caratteristiche iniziali di elementi o parti danneggiate;
- migliorare le caratteristiche di resistenza e/o di duttilità di elementi o parti, anche non danneggiati;
- impedire meccanismi di collasso locale;
- modificare un elemento o una porzione limitata della struttura.

Il progetto e la valutazione della sicurezza potranno essere riferiti alle sole parti e/o elementi interessati, documentando le carenze strutturali riscontrate e dimostrando che, rispetto alla configurazione precedente al danno, al degrado o alla variante, non vengano prodotte sostanziali modifiche al comportamento delle altre parti e della struttura nel suo insieme e che gli interventi non comportino una riduzione dei livelli di sicurezza preesistenti.

CAPITOLO 9.

COLLAUDO STATICO

9.1. PRESCRIZIONI GENERALI

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

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

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

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

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

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

Il Collaudatore controllerà altresì che siano state messe in atto le prescrizioni progettuali e siano stati eseguiti i controlli sperimentali. Quando la costruzione è eseguita in procedura di garanzia di qualità, il Collaudatore deve prendere conoscenza dei contenuti dei documenti di controllo qualità e del registro delle non-conformità.

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

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

- f) esaminare il progetto dell'opera, l'impostazione generale, della progettazione nei suoi aspetti strutturale e geotecnico, gli schemi di calcolo e le azioni considerate;
 - g) esaminare le indagini eseguite nelle fasi di progettazione e costruzione come prescritte nelle presenti norme;
 - h) esaminare la relazione a strutture ultimate del Direttore dei lavori.
- Infine, nell'ambito della propria discrezionalità, il Collaudatore potrà richiedere:
- i) di effettuare tutti quegli accertamenti, studi, indagini, sperimentazioni e ricerche utili per formarsi il convincimento della sicurezza, della durabilità e della collaudabilità dell'opera, quali in particolare:
 - prove di carico;
 - prove sui materiali messi in opera, anche mediante metodi non distruttivi;
 - monitoraggio programmato di grandezze significative del comportamento dell'opera da proseguire, eventualmente, anche dopo il collaudo della stessa.

9.2 PROVE DI CARICO

Le prove di carico, ove ritenute necessarie dal Collaudatore, dovranno identificare la corrispondenza del comportamento teorico con quello sperimentale. I materiali degli elementi sottoposti a collaudo devono aver raggiunto le resistenze previste per il loro funzionamento finale in esercizio.

Il programma delle prove, stabilito dal Collaudatore, con l'indicazione delle procedure di carico e delle prestazioni attese deve essere sottoposto al Direttore dei lavori per l'attuazione e reso noto al Progettista e al Costruttore.

Le prove di carico si devono svolgere con le modalità indicate dal Collaudatore che se ne assume la piena responsabilità, mentre, per quanto riguarda la loro materiale attuazione, è responsabile il Direttore dei lavori.

Le prove di carico sono prove di comportamento delle opere sotto le azioni di esercizio. Queste devono essere, in generale, tali da indurre le sollecitazioni massime di esercizio per combinazioni caratteristiche (rare). In relazione al tipo della struttura ed alla natura dei carichi le prove possono essere convenientemente protratte nel tempo, ovvero ripetute su più cicli.

Il giudizio sull'esito della prova è responsabilità del Collaudatore.

L'esito della prova va valutato sulla base dei seguenti elementi:

- le deformazioni si accrescano all'incirca proporzionalmente ai carichi;
- nel corso della prova non si siano prodotte fratture, fessurazioni, deformazioni o dissesti che compromettono la sicurezza o la conservazione dell'opera;
- la deformazione residua dopo la prima applicazione del carico massimo non superi una quota parte di quella totale commisurata ai prevedibili assetamenti iniziali di tipo anelastico della struttura oggetto della prova. Nel caso invece che tale limite venga superato, prove di carico successive devono indicare che la struttura tenda ad un comportamento elastico.
- la deformazione elastica risulti non maggiore di quella calcolata.

CAPITOLO 10.

**REDAZIONE DEI PROGETTI STRUTTURALI
ESECUTIVI E DELLE RELAZIONI DI CALCOLO****PRONTO
GRAFILL****CLICCA per maggiori informazioni
... e per te uno SCONTO SPECIALE**

10.1. CARATTERISTICHE GENERALI

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

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

Il progetto deve comprendere i seguenti elaborati:

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

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

Il progettista resta comunque responsabile dell'intera progettazione strutturale.

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

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

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

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

10.2.1. RELAZIONE DI CALCOLO

Il progettista dovrà avere cura che nella Relazione di calcolo la presentazione dei risultati stessi sia tale da garantirne la leggibilità, la corretta interpretazione e la riproducibilità. In particolare nella Relazione di calcolo si devono fornire le seguenti indicazioni:

Tipo di analisi svolta

Occorre preliminarmente:

- dichiarare il tipo di analisi strutturale condotta (di tipo statico o dinamico, lineare o non lineare) e le sue motivazioni;
- indicare il metodo adottato per la risoluzione del problema strutturale e le metodologie seguite per la verifica o per il progetto-verifica delle sezioni.
- indicare chiaramente le combinazioni di carico adottate e, nel caso di calcoli non lineari, i percorsi di carico seguiti. In ogni caso va motivato l'impiego delle combinazioni o dei percorsi di carico adottati, in specie con riguardo alla effettiva esaustività delle configurazioni studiate per la struttura in esame.

Origine e Caratteristiche dei Codici di Calcolo

Occorre indicare con precisione l'origine e le caratteristiche dei codici di calcolo utilizzati riportando titolo, autore, produttore, versione, estremi della licenza d'uso o di altra forma di autorizzazione all'uso.

Modalità di presentazione dei risultati.

La quantità di informazioni che usualmente accompagna l'utilizzo di procedure di calcolo automatico richiede un'attenzione particolare alle modalità di presentazione dei risultati, in modo che questi riassumano, in una sintesi completa ed efficace, il comportamento della struttura per quel particolare tipo di analisi sviluppata. In particolare, è necessario che la Relazione di calcolo riporti almeno le seguenti indicazioni:

- descrizione dell'opera e della tipologia strutturale;
- inquadramento normativo dell'intervento;
- definizione dei parametri di progetto;

CAPITOLO 11.

**MATERIALI E PRODOTTI
PER USO STRUTTURALE**

11.1. GENERALITÀ

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

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

I materiali e prodotti per uso strutturale devono essere:

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

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

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

Nel caso C), qualora il fabbricante preveda l'impiego dei prodotti strutturali anche con funzioni di compartimentazione antincendio, dichiarando anche la prestazione in relazione alla caratteristica essenziale resistenza al fuoco, le Linee Guida sono elaborate dal Servizio Tecnico Centrale di concerto, per la valutazione di tale specifico aspetto, con il Dipartimento dei Vigili del Fuoco, del Soccorso Pubblico e della difesa Civile del Ministero dell'Interno.

Il Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici pubblica periodicamente l'elenco delle Linee Guida per il rilascio della Certificazione di Valutazione Tecnica di specifici prodotti.

Ad eccezione di quelli in possesso di Marcatura CE, possono essere impiegati materiali o prodotti conformi ad altre specifiche tecniche qualora dette specifiche garantiscano un livello di sicurezza equivalente a quello previsto nelle presenti norme. Tale equivalenza sarà accertata attraverso procedure all'uopo stabilite dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, sentito lo stesso Consiglio Superiore.

Al fine di dimostrare l'identificazione, la qualificazione e la tracciabilità dei materiali e prodotti per uso strutturale, il fabbricante, o altro eventuale operatore economico (importatore, distributore o mandatario come definiti ai sensi dell'articolo 2 del Regolamento UE 305/2011), secondo le disposizioni e le competenze di cui al Capo III del Regolamento UE n.305/2011, è tenuto a fornire copia della sopra richiamata documentazione di identificazione e qualificazione (casi A, B o C), i cui estremi devono essere riportati anche sui documenti di trasporto, dal fabbricante fino al cantiere, comprese le eventuali fasi di commercializzazione intermedia, riferiti alla specifica fornitura.

Nel redigere la "Dichiarazione di Prestazione" e la documentazione di qualificazione, il fabbricante si assume la responsabilità della conformità del prodotto da costruzione alle prestazioni dichiarate. Inoltre, il fabbricante dichiara di assumersi la responsabilità della conformità del prodotto da costruzione alla "Dichiarazione di Prestazione" o alla documentazione di qualificazione ed a tutti i requisiti applicabili.

Per ogni materiale o prodotto identificato e qualificato mediante Marcatura CE è onere del Direttore dei Lavori, in fase di accettazione, accertarsi del possesso della marcatura stessa e richiedere copia della documentazione di marcatura CE e della Dichiarazione di Prestazione di cui al Capo II del Regolamento UE 305/2011, nonché - qualora ritenuto necessario, ai fini della verifica di quanto sopra - copia del certificato di costanza della prestazione del prodotto o di conformità del controllo della produzione in fabbrica, di cui al Capo IV ed Allegato V del Regolamento UE 305/2011, rilasciato da idoneo organismo notificato ai sensi del Capo VII dello stesso Regolamento (UE) 305/2011.

Per i prodotti non qualificati mediante la Marcatura CE, il Direttore dei Lavori dovrà accertarsi del possesso e del regime di validità della documentazione di qualificazione (caso B) o del Certificato di Valutazione Tecnica (caso C). I fabbricanti possono usare come Certificati di Valutazione Tecnica i Certificati di Idoneità tecnica all'impiego, già rilasciati dal Servizio Tecnico Centrale prima dell'entrata in vigore delle presenti norme tecniche, fino al termine della loro validità.

Sarà inoltre onere del Direttore dei Lavori, nell'ambito dell'accettazione dei materiali prima della loro installazione, verificare che tali prodotti corrispondano a quanto indicato nella documentazione di identificazione e qualificazione, nonché accertare l'idoneità all'uso specifico del prodotto mediante verifica delle prestazioni dichiarate per il prodotto stesso nel rispetto dei requisiti stabiliti dalla normativa tecnica applicabile per l'uso specifico e dai documenti progettuali, con particolare riferimento alla *Relazione sui materiali*, di cui al § 10.1.

La mancata rispondenza alle prescrizioni sopra riportate comporta il divieto di impiego del materiale o prodotto.

Al termine dei lavori che interessano gli elementi strutturali, il Direttore dei Lavori predisponde, nell'ambito della *Relazione a struttura ultimata* di cui all'articolo 65 del DPR.380/01, una sezione specifica relativa ai controlli e prove di accettazione sui materiali e prodotti strutturali, nella quale sia data evidenza documentale riguardo all'identificazione e qualificazione dei materiali e prodotti, alle prove di accettazione ed alle eventuali ulteriori valutazioni sulle prestazioni.

Il Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici potrà effettuare attività di vigilanza presso i cantieri e i luoghi di lavorazione per verificare la corretta applicazione delle presenti disposizioni, ai sensi del Capo V del D.Lgs. 106/2017 e del Capo VIII del Regolamento UE 305/2011.

Le prove su materiali e prodotti, a seconda delle specifiche procedure applicabili, come specificato di volta in volta nel seguito, devono generalmente essere effettuate da:

- a) laboratori di prova notificati ai sensi del Capo VII del Regolamento UE 305/2011;
- b) laboratori di cui all'art. 59 del DPR 380/2001;
- c) altri laboratori, dotati di adeguata competenza ed idonee attrezzature, previo nulla osta del Servizio Tecnico Centrale;

Qualora si applichino specifiche tecniche europee armonizzate, ai fini della marcatura CE, le attività di certificazione di prodotto o del controllo di produzione in fabbrica e di prova dovranno essere eseguite dai soggetti previsti dal relativo sistema di valutazione e verifica della costanza delle prestazioni, di cui al Capo IV ed Allegato V del Regolamento UE 305/2011, applicabile al prodotto.

I fabbricanti di materiali, prodotti o componenti disciplinati nella presente norma devono dotarsi di adeguate procedure di controllo di produzione in fabbrica. Per controllo di produzione nella fabbrica si intende il controllo permanente della produzione, effettuato dal fabbricante. Tutte le procedure e le disposizioni adottate dal fabbricante devono essere documentate sistematicamente ed essere a disposizione di qualsiasi soggetto od ente di controllo che ne abbia titolo.

Qualora il fabbricante non sia stabilito sul territorio dell'Unione Europea, questi dovrà nominare un *mandatario* stabilito sul territorio dell'Unione autorizzato ad agire per conto del Fabbricante in relazione ai compiti indicati nel mandato, nel rispetto dell'articolo 12 del Regolamento (UE) n. 305/2011.

Il richiamo alle specifiche tecniche armonizzate, di cui al Regolamento UE 305/2011, contenuto nella presente norma deve intendersi riferito all'ultima versione aggiornata, salvo diversamente specificato. Il richiamo alle specifiche tecniche volontarie UNI, EN e ISO contenute nella presente norma deve intendersi riferito alla data di pubblicazione se indicata, oppure, laddove non indicata, all'ultima versione aggiornata. Con successivo provvedimento si aggiornano periodicamente gli elenchi delle specifiche tecniche volontarie UNI, EN ed ISO richiamate nella presente norma.

11.2. CALCESTRUZZO

Le Norme contenute nel presente paragrafo si applicano al calcestruzzo per usi strutturali, armato e non, normale e precompresso di cui al § 4.1.

11.2.1. SPECIFICHE PER IL CALCESTRUZZO

La prescrizione del calcestruzzo all'atto del progetto deve essere caratterizzata almeno mediante la classe di resistenza, la classe di consistenza al getto ed il diametro massimo dell'aggregato, nonché la classe di esposizione ambientale, di cui alla norma UNI EN 206:2016. Nel caso di impiego di armature di pre- o post-tensione permanentemente incorporate nei getti è obbligatoria anche l'individuazione della classe di contenuto in cloruri. La classe di resistenza è contraddistinta dai valori caratteristici delle resistenze cubica R_{ck} e cilindrica f_{ck} , a compressione uniassiale, misurate rispettivamente su cubi di spigolo 150 mm e su cilindri di diametro 150 mm e di altezza 300 mm.

Inoltre, si dovranno dare indicazioni in merito ai processi di maturazione ed alle procedure di posa in opera, facendo utile riferimento alla norma UNI EN 13670, alle *Linee Guida per la messa in opera del calcestruzzo strutturale* ed alle *Linee Guida per la valutazione delle caratteristiche del calcestruzzo in opera* elaborate e pubblicate dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

La resistenza caratteristica a compressione è definita come la resistenza per la quale si ha il 5% di probabilità di trovare valori inferiori. Nelle presenti norme la resistenza caratteristica designa quella dedotta da prove su provini come sopra descritti, confezionati e stagionati come specificato al § 11.2.4, eseguite a 28 giorni di maturazione. Potranno essere indicati altri tempi di maturazione a cui riferire le misure di resistenza ed il corrispondente valore caratteristico. Inoltre, si dovrà tener conto degli effetti prodotti da eventuali processi accelerati di maturazione.

Il conglomerato per il getto delle strutture di un'opera o di parte di essa si considera omogeneo ai fini del controllo (secondo le prestazioni), se possiede le medesime caratteristiche prestazionali (classe di resistenza e classe di esposizione).

CAPITOLO 12.

RIFERIMENTI TECNICI

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

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

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

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

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

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

INSTALLAZIONE DEL SOFTWARE INCLUSO

Note sul software incluso

Il software incluso installa la versione in PDF delle **NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI** approvate con **decreto del Ministero delle infrastrutture e dei trasporti 17 gennaio 2018**.

Requisiti hardware e software

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

Download del software e richiesta della password di attivazione

- 1) Collegarsi al seguente indirizzo internet:

<http://www.grafill.it/soft/987>

- 2) Se si dispone di un account su **grafill.it** effettuare l'accesso al sito internet inserendo nome utente o email e password e cliccare su **[Accedi]**. Se non si dispone di un account su **grafill.it** occorre registrarsi cliccando su **[Iscriviti]**.
- 3) Accettare la licenza del software, quindi cliccare su **[Continua]**.
- 4) Verrà richiesta di inserire una parola presente all'interno del libro. Inserire la parola richiesta e cliccare **[Continua]** per completare la registrazione.
- 5) 5. Verrà inviata un'email con il link da cui scaricare il software unitamente ai dati di attivazione.

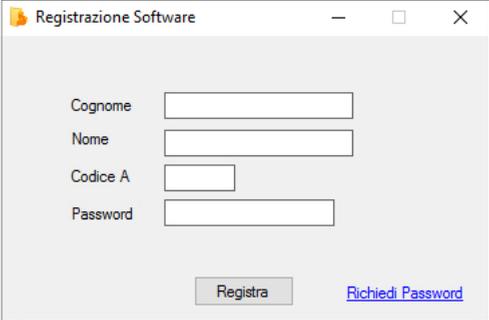
Installazione ed attivazione del software

- 1) Scaricare il setup del software (file *.exe) cliccando sul link ricevuto per e-mail.
- 2) Avviare l'installazione del software facendo doppio click sul file **88-8207-988-8.exe** e seguire la procedura fino al completamento.
- 3) Avviare il software:

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

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

- 4) Compilare la maschera *Registrazione Software* e cliccare su **[Registra]**.



The image shows a software registration window titled "Registrazione Software". It contains four input fields: "Cognome", "Nome", "Codice A", and "Password". Below the fields are two buttons: a grey "Registra" button and a blue "Richiedi Password" link.

- 5) Dalla finestra *Starter* del software, di seguito rappresentata, sarà possibile accedere al PDF delle **NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI** approvate con **decreto del Ministero delle infrastrutture e dei trasporti 17 gennaio 2018**.



