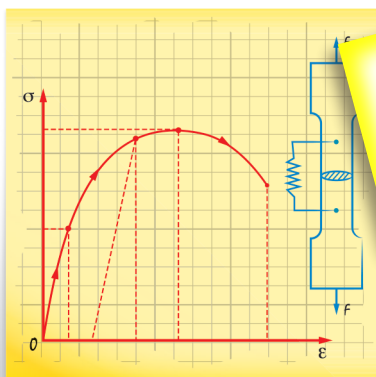


Gianni Michele De Gaetanis

IL COLLAUDO STATICO DELLE STRUTTURE IN CEMENTO ARMATO

QUARTA EDIZIONE

AGGIORNATA AL TESTO UNICO PER L'EDILIZIA DI CUI AL D.P.R. 6 GIUGNO 2001, N. 380,
ALLE NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI 2018 DI CUI AL D.M. 17 GENNAIO 2018
E ALLA RELATIVA CIRCOLARE APPLICATIVA N. 7 DEL 21 GENNAIO 2019



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

WEBAPP INCLUSA
CON AGGIORNAMENTO AUTOMATICO

VERIFICA DI ACCETTAZIONE DI FORNITURE DI CALCESTRUZZO E ACCIAIO

SPECIALE PROGETTAZIONE STRUTTURALE ANTISISMICA
(Normativa nazionale, normativa regionale e giurisprudenza)



GRAFILL

Gianni Michele De Gaetanis

IL COLLAUDO STATICO DELLE STRUTTURE IN CEMENTO ARMATO

Ed. IV (01-2020)

ISBN 13 978-88-277-0092-1

EAN 9 788827 700921

Collana **Manuali** (249)

De Gaetanis, Gianni Michele <1970->

Il collaudo statico delle strutture in cemento armato /

Gianni Michele De Gaetanis. – 4. ed. – Palermo : Grafill, 2020.

(Manuali ; 249)

ISBN 978-88-277-0092-1

1. Strutture in cemento armato – Collaudo.

624.18341 CDD-23

SBN Pal0321880

CIP – Biblioteca centrale della Regione siciliana "Alberto Bombace"

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

Telefono 091/6823069 – Fax 091/6823313 – Internet <http://www.grafill.it> – E-Mail grafill@grafill.it

**CONTATTI
IMMEDIATI**



Pronto GRAFILL
Tel. 091 226679



Chiamami
chiamami.grafill.it



Whatsapp
grafill.it/whatsapp



Messenger
grafill.it/messenger



Telegram
grafill.it/telegram

Finito di stampare nel mese di gennaio 2020

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

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



**PRONTO
GRAFILL**



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

SOMMARIO

PREFAZIONE ALLA QUARTA EDIZIONE	p.	11
PREFAZIONE ALLA TERZA EDIZIONE	"	12
PREFAZIONE ALLA SECONDA EDIZIONE	"	13
PREFAZIONE ALLA PRIMA EDIZIONE	"	14
1. Collaudo statico e collaudo generale	"	14
2. Quadro normativo.....	"	15
INDICE ANALITICO	"	19
ELENCO DEI SIMBOLI	"	22
1. IL COLLAUDO STATICO: APPROCCIO NORMATIVO	"	27
1.1. Collaudo statico.....	"	27
1.1.1. Concetto di collaudo e di opere da collaudare.....	"	27
1.1.1.1. Nozione di strutture di C.A. normale.....	"	27
1.1.1.2. Giudizio del collaudatore	"	28
1.1.1.3. Tipologie di opere	"	28
1.1.2. Nomina del collaudatore	"	29
1.1.3. Requisiti del collaudatore.....	"	30
1.1.4. Tempistica del collaudo.....	"	31
1.1.5. Necessità del collaudo	"	31
1.2. Adempimenti del collaudo statico.....	"	31
1.2.1. Adempimenti tecnici.....	"	32
1.2.2. Adempimenti amministrativi	"	32
1.3. Collaudo statico ante NTC08/NTC18.....	"	33
1.4. Sanatorie e condoni edilizi	"	33
1.5. Riferimenti normativi	"	34
2. ADEMPIMENTI TECNICI E AMMINISTRATIVI		
DEL COLLAUDO STATICO E PARCELLA	"	35
2.1. Adempimenti tecnici.....	"	35
2.1.1. Impostazione del progetto.....	"	35
2.1.2. Relazione a strutture ultimate	"	36

2.1.3.	Ispezione dell'opera	p.	36
2.1.4.	Certificati delle prove sui materiali	"	36
2.1.5.	Prove di carico	"	37
2.1.6.	Documenti di controllo qualità.....	"	37
2.1.7.	Documentazione tecnica di origine relativa ai dispositivi di isolamento sismico.....	"	38
2.1.8.	Prove e ulteriori accertamenti	"	38
2.2.	Adempimenti amministrativi	"	38
2.3.	Parcella	"	39
2.3.1.	Onorario a percentuale	"	40
2.3.1.1.	Costo dell'opera.....	"	40
2.3.1.2.	Competenze	"	40
2.3.1.3.	Adeguamenti	"	41
2.3.1.4.	Revisione dei calcoli	"	42
2.3.2.	Calcolo delle spese.....	"	42
2.4.	Riferimenti normativi	"	42
3.	PROVE DI CARICO	"	44
3.1.	Prove di carico	"	44
3.1.1.	Aspetti normativi procedurali.....	"	44
3.1.2.	Scopo della prova di carico.....	"	44
3.1.3.	Prove.....	"	45
3.2.	Prove statiche	"	46
3.2.1.	Carico e tempo di applicazione.....	"	46
3.2.2.	Schema di applicazione del carico.....	"	47
3.2.3.	Modalità di applicazione dei carichi sulla struttura.....	"	48
3.2.4.	Strumenti di misura degli spostamenti	"	49
3.2.5.	Criteri di analisi di un solaio piano	"	50
3.2.5.1.	Tematiche generali	"	50
3.2.5.2.	Analisi con carico di prova ripartito su una superficie	"	51
3.2.6.	Interpretazione dei risultati.....	"	62
3.3.	Prove dinamiche (cenni)	"	63
3.4.	Bibliografia e riferimenti normativi	"	64
4.	PROVE SUI MATERIALI	"	65
4.1.	Prove di sui materiali: quadro generale.....	"	65
4.2.	Prove non distruttive	"	65
4.2.1.	Prova sclerometrica	"	66
4.2.1.1.	Elementi introduttivi	"	66
4.2.1.2.	Strumento e taratura.....	"	68
4.2.1.3.	Esecuzione delle prove	"	70
4.2.1.4.	Criterio di analisi dei risultati: uso delle curve dello strumento.....	"	71

	4.2.1.5.	Legge di correlazione con i risultati sperimentali	p.	73
	4.2.1.6.	Rapporto di prova e resoconto	"	73
4.2.2.		Prova ultrasonica	"	74
	4.2.2.1.	Elementi introduttivi	"	74
	4.2.2.2.	Strumento e taratura.....	"	75
	4.2.2.3.	Esecuzione delle prove	"	77
	4.2.2.4.	Criterio di esecuzione delle misure.....	"	79
	4.2.2.5.	Difetti nella massa del calcestruzzo	"	80
	4.2.2.6.	Misura delle distanze	"	82
	4.2.2.7.	Misura dei tempi	"	83
	4.2.2.8.	Criterio di analisi	"	83
	4.2.2.9.	Legge di correlazione	"	84
	4.2.2.10.	Rapporto di prova e resoconto	"	84
4.2.3.		Prova SONREB	"	85
	4.2.3.1.	Prova	"	85
	4.2.3.2.	Legge di correlazione	"	86
4.3.		Prove semi-distruttive.....	"	86
	4.3.1.	Generalità	"	86
	4.3.2.	Prova di estrazione	"	87
	4.3.2.1.	Elementi introduttivi	"	87
	4.3.2.2.	Caratteristiche dell'inserito e del foro di alloggiamento	"	87
	4.3.2.3.	Strumento e taratura.....	"	89
	4.3.2.4.	Esecuzione delle prove	"	89
	4.3.2.5.	Criterio di analisi	"	91
	4.3.2.6.	Legge di correlazione	"	91
	4.3.2.7.	Rapporto di prova e resoconto	"	91
	4.3.3.	Prova di infissione.....	"	92
	4.3.3.1.	Elementi introduttivi	"	92
	4.3.3.2.	Dispositivo di prova e taratura	"	92
	4.3.3.3.	Esecuzione delle prove	"	93
	4.3.3.4.	Criterio di analisi	"	93
	4.3.3.5.	Legge di correlazione	"	94
	4.3.3.6.	Rapporto di prova e resoconto	"	94
	4.3.4.	Metodi combinati (cenni).....	"	94
4.4.		Prove distruttive	"	95
	4.4.1.	Generalità	"	95
	4.4.2.	Analisi delle prove di laboratorio	"	95
	4.4.2.1.	Prescrizioni comuni ai criteri di controllo	"	95
	4.4.2.2.	Controllo di tipo A e B	"	96
	4.4.2.3.	Controllo sull'acciaio	"	97
	4.4.3.	Carotaggio	"	98
	4.4.3.1.	Elementi introduttivi	"	98

4.4.3.2.	Carotatrice	p.	99
4.4.3.3.	Esecuzione dei carotaggi	"	100
4.4.3.4.	Caratteristiche delle carote	"	101
4.4.3.5.	Criterio di analisi	"	102
4.4.3.6.	Rapporto di prova e resoconto	"	102
4.4.4.	Microcarotaggio (cenni)	"	103
4.5.	Riferimenti normativi e bibliografici	"	103
5.	PROVE DI ACCETTAZIONE DEI MATERIALI	"	106
5.1.	Prove di accettazione dei materiali: introduzione	"	106
5.2.	Slump test	"	107
5.2.1.	Elementi introduttivi	"	107
5.2.2.	Strumento	"	108
5.2.3.	Esecuzione delle prove	"	109
5.2.4.	Criterio di analisi dei risultati e classificazione	"	111
5.2.5.	Rapporto di prova e resoconto	"	111
5.3.	Spandimento alla tavola a scosse	"	112
5.3.1.	Elementi introduttivi	"	112
5.3.2.	Strumento	"	112
5.3.3.	Esecuzione delle prove	"	113
5.3.4.	Criterio di analisi dei risultati e classificazione	"	115
5.3.5.	Rapporto di prova e resoconto	"	115
5.4.	Compattabilità	"	116
5.4.1.	Elementi introduttivi	"	116
5.4.2.	Strumento	"	116
5.4.3.	Esecuzione delle prove	"	117
5.4.4.	Criterio di analisi dei risultati e classificazione	"	118
5.4.5.	Rapporto di prova e resoconto	"	118
5.5.	Prova Vébé: cenni	"	119
5.6.	Riferimenti normativi e bibliografici	"	120
6.	METODI NUMERICI PER L'ANALISI INGEGNERISTICA	"	121
6.1.	Premessa	"	121
6.2.	Incertezze	"	122
6.2.1.	Prime definizioni	"	122
6.2.2.	Errore vero, assoluto e relativo	"	123
6.2.3.	Caratteristiche degli strumenti di misura	"	124
6.3.	Natura dell'errore	"	125
6.4.	Approssimazione delle misure	"	126
6.4.1.	Cifre significative e cifre significative corrette	"	126
6.4.2.	Troncamento e arrotondamento	"	127
6.4.3.	Numeri senza indicazione dell'errore	"	129
6.4.4.	Stima dell'incertezza nelle misure indirette	"	130
6.4.4.1.	Strumenti di bassa sensibilità	"	131

6.4.4.2.	Strumenti di alta sensibilità.....	p. 134
6.4.5.	Calcoli in relazione alla cifre significative corrette.....	" 135
6.5.	Metodo dei minimi quadrati.....	" 135
6.5.1.	Base teorica.....	" 135
6.5.2.	Regressione e curve di Best Fit.....	" 136
6.5.2.1.	Best Fit lineare.....	" 137
6.5.2.2.	Best Fit polinomiale.....	" 142
6.5.2.3.	Best Fit lineare a due variabili.....	" 142
6.5.2.4.	Casi di best fit di interesse pratico per il collaudo.....	" 146
6.6.	Riferimenti normativi e bibliografici.....	" 148
7.	ESEMPI APPLICATIVI.....	" 150
7.1.	Premessa.....	" 150
7.2.	Esempio 1: troncamento e arrotondamento.....	" 150
7.3.	Esempio 2: operazioni con numeri di differente precisione.....	" 151
7.4.	Esempio 3: propagazione dell'errore da misure dirette a misure indirette.....	" 152
7.5.	Esempio 4: indice medio di rimbalzo da prova sclerometrica.....	" 153
7.6.	Esempio 5: correzione battute sclerometriche.....	" 154
7.7.	Esempio 6: curva di correlazione per una prova sclerometrica.....	" 155
7.8.	Esempio 7: curva di correlazione per una prova ultrasonica.....	" 166
7.9.	Esempio 8: controllo di tipo A sul calcestruzzo.....	" 171
7.10.	Esempio 9: controllo di tipo B sul calcestruzzo.....	" 173
8.	MODULISTICA E CERTIFICATI.....	" 176
8.1.	Certificati e moduli documenti.....	" 176
8.2.	Check-list.....	" 176
8.3.	Certificati e dichiarazioni.....	" 176
8.3.1.	Verbale di visita, relazione e certificato di collaudo.....	" 176
8.3.2.	Diniego di collaudo.....	" 177
8.4.	Moduli.....	" 177
8.4.1.	Check-list.....	" 178
8.4.2.	Comunicazione nomina diretta collaudatore alla struttura tecnica.....	" 186
8.4.3.	Comunicazione nomina collaudatore tramite terna alla struttura tecnica provinciale.....	" 187
8.4.4.	Comunicazione nomina diretta collaudatore allo Sportello Unico per l'Edilizia.....	" 188
8.4.5.	Comunicazione nomina collaudatore tramite terna allo Sportello Unico per l'Edilizia.....	" 189
8.4.6.	Dichiarazioni collaudatore.....	" 190

8.4.7.	Comunicazione allo Sportello Unico per l'Edilizia da parte del collaudatore di avvenuto collaudo.....	p	191
8.4.8.	Esempio di collaudo statico	"	192
9.	GIURISPRUDENZA	"	205
10.	CONTENUTI E ATTIVAZIONE DELLA WEBAPP	"	207
10.1.	Contenuti della WebApp	"	207
10.2.	Requisiti hardware e software.....	"	207
10.3.	Attivazione della WebApp	"	207
10.5.	Assistenza tecnica (<i>TicketSystem</i>)	"	208

PREFAZIONE ALLA QUARTA EDIZIONE

Il testo, in continuità con le precedenti edizioni, affronta la tematica del collaudo in modo completo ed esaustivo.

Pur riproponendo quanto già affrontato, il presente testo si aggiorna al nuovo disposto tecnico-legislativo delle norme tecniche delle costruzioni e della relativa circolare ministeriale.

Gli adempimenti del collaudo, sia dal punto di vista tecnico che amministrativo, rimangono sostanzialmente invariati anche se innovati in modo indiretto per alcune modifiche procedurali a ciò che è propedeutico al collaudo statico stesso.

Un particolare accento va riposto a quanto esplicitato e chiarito in merito al valore minimo della resistenza ed alla resistenza media dei prelievi di calcestruzzo nonché alle restrizioni fra i relativi pesi dei provini di ogni prelievo ed i valori caratteristici che la campionatura deve rispettare.

Se da un lato questi elementi introducono un fattore di certezza giuridica dall'altro possono snaturare la natura del collaudo introducendo elementi estranei al significato di «*giudizio*».

Ad esempio, introdurre un termine perentorio sulla tempistica di esecuzione di una prova di schiacciamento di un cubetto di calcestruzzo ed inficiarne il significato al 46° giorno piuttosto che al 44° è abbastanza improponibile dal punto di vista tecnico-scientifico. Dal punto di vista statistico esistono strumenti teorici adeguati per il trattamento dei dati sperimentali: introdurre un elemento di invalida di un risultato di una prova sperimentale legato ad elementi estranei alla prova stessa vuol forse dire che il concetto di collaudo non è del tutto chiaro al legislatore o che lo stesso (legislatore) non sappia che esistono gli strumenti statistico-matematici per interpretare tale informazione.

Se da un lato, nel complesso, le nuove norme migliorano il quadro tecnico vigente, dall'altro introducono elementi incoerenti difficilmente comprensibili dal punto di vista tecnico. Il collaudo, fortunatamente, continua ad essere un giudizio: questa nozione consente al collaudatore, in ogni caso, di formulare il giudizi secondo scienza e coscienza, pur nel rispetto della procedura tecnica ma in piena ed esclusiva valutazione dei dati a disposizione.

Gennaio 2020

PREFAZIONE ALLA TERZA EDIZIONE

La presente edizione, in un'ottica di continuo approfondimento, si inoltra nei dettagli specifici delle questioni tecniche e scientifiche legate al collaudo.

Da un lato si propone un approfondimento sui meccanismi di funzionamento degli strumenti utilizzati durante le prove di collaudo, dall'altro si affrontano le questioni legate agli aspetti interpretativi dei risultati.

In particolare, l'attenzione è riposta alle procedure numeriche che sono alla base dell'analisi dei dati e delle prove di collaudo. L'approccio numerico, e nello specifico quello manuale, è un oggetto misterioso con cui l'ingegnere collaudatore, sopito da anni di calcolo e sterili aspetti procedurali, non è più abituato a confrontarsi.

Prioritario è, quindi, risolvere gli aspetti fondamentali del calcolo numerico, del trattamento degli errori strumentali e dell'analisi ed interpretazione dei risultati sperimentali.

La sperimentazione, infatti, è uno degli aspetti fondamentali del collaudo e senza di essa, oggettivamente, il collaudo non sarebbe tale.

Il giudizio del collaudatore, quindi, è in stretta correlazione con i risultati delle prove sperimentali e con il trattamento dei relativi dati sperimentali.

Novembre 2015

PREFAZIONE ALLA SECONDA EDIZIONE

La seconda edizione, al fine di una più completa visione delle tematiche legate alle operazioni del collaudo, amplia il panorama tecnico già delineato con la prima uscita del testo.

In tal senso, l'ampliamento si concretizza nello studio di un caso specifico di prova di carico, ossia l'analisi di un solaio piano, e nelle prove di accettazione dei materiali.

Le modalità di esecuzione di una prova di carico sono molteplici ma l'interpretazione dei risultati e le metodiche di analisi sono, praticamente, le stesse soprattutto se riferite al trattamento dei dati sperimentali.

Per quanto riguarda le prove di accettazione dei materiali, specifica prerogativa del Direttore dei Lavori, la loro corretta analisi e completa conoscenza e significato contribuisce alla formazione del giudizio tecnico riferibile, esclusivamente, al collaudatore. In questo senso, di fondamentale importanza è valutare l'influenza dei vari componenti del calcestruzzo, nonché le modalità di posa, ai fini della resistenza meccanica.

Il quadro normativo nazionale si presenta, allo stato attuale, sostanzialmente immutato per cui non si rende necessario introdurre ed esplicitare ulteriori elementi tecnico-normativi fermo restando che è necessario conoscere adeguatamente quelli in vigore.

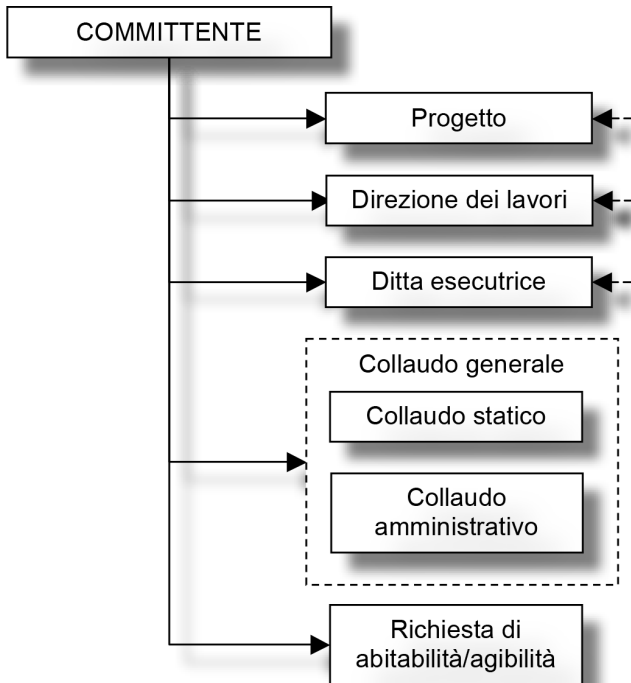
Luglio 2012

PREFAZIONE ALLA PRIMA EDIZIONE

1. Collaudo statico e collaudo generale

Il collaudo altro non è che la verifica sperimentale di un'opera, verifica di conformità a specifiche norme, al fine di stabilire i presupposti per l'idoneità all'uso.

In modo del tutto generico è possibile identificare la fase di collaudo, nell'ambito della realizzazione e messa in esercizio di un'opera, secondo lo schema di seguito riportato.



Il collaudo

In linea di principio, il collaudo si compone di due differenti procedure, delle quali può essere incaricato anche lo stesso professionista: si tratta del collaudo statico e del collaudo amministrativo. Le due tipologie di collaudo costituiscono il collaudo generale.

La questione può essere posta anche in modo differente: il collaudo statico risulta essere costituito da una serie di attività ricomprese nelle operazioni di collaudo generale.

Di fatto, tuttavia, le operazioni di collaudo statico e l'emissione del relativo certificato costituiscono condizione necessaria, ma non sufficiente, al collaudo generale dell'opera.

Il collaudo generale dell'opera, condotto dal collaudatore amministrativo, non può prescindere dal certificato di collaudo statico: la sua acquisizione non può essere acritica anche se non è ragionevole ritenere la possibilità di duplicazione di incarichi professionali.

Quindi, il collaudatore amministrativo ha l'obbligo di recepire il collaudo statico e, con l'adozione di un comportamento professionale all'impronta della normale diligenza, verificare che non sia logicamente e/o ragionevolmente contraddittorio.

In caso di risultanze non convincenti, il collaudatore generale ha facoltà di elevare eccezioni e/o segnalazioni o, in extremis, di verifica della staticità dell'opera: ad eccezione di tali contesti, il collaudatore generale non ha obblighi di verifica.

Ossia, nella realizzazione delle opere pubbliche il collaudatore generale ha compiti di controllo sulla condotta del collaudatore statico: il controllo è riferibile ad un'azione professionale di normale diligenza.

In definitiva, il collaudo generale (o tecnico-amministrativo), consiste nel procedimento finalizzato alla certificazione della corretta esecuzione dell'opera mentre il collaudo statico è l'attività di accertamento tecnico specialistico per la verifica della sicurezza, da cui dipende il rilascio della licenza di uso delle costruzioni.

Qualora si collaudi un'opera realizzata per committenti privati, la figura del collaudatore amministrativo è assente per cui il collaudo statico, senza possibilità critiche di controllo, è l'atto conclusivo che chiude il procedimento: appare evidente l'importanza, maggiormente in questo caso, di un atto che si presenta definitivo e, di fatto, irrevocabile.

2. Quadro normativo

Legge 5 novembre 1971, n. 1086

Il collaudo statico, quale obbligo tecnico, è introdotto nella legislazione nazionale con la Legge n. 1086 del 5 novembre 1971.

Il collaudo, sulla base di tale disposto di legge, è disciplinato dall'art. 7: l'articolo precisa l'obbligatorietà del collaudo statico per tutte le opere dell'art. 1 della stessa Legge, definisce gli adempimenti del collaudatore e chiarisce ruolo e compito delle Strutture Tecniche Provinciali del Genio Civile.

La Legge demanda la Sindaco, per il tramite degli agenti di polizia, il controllo generale del rispetto della Legge medesima e, al Capo III, Norme penali, all'art. 16, definisce quelle che sono le responsabilità del collaudatore e le relative sanzioni in caso di inosservanza della Legge.

In attuazione e chiarimento della Legge n. 1086/1971 vengono emanate una serie di disposti tecnici e circolari.

Legge 2 febbraio 1974, n. 64

La Legge n. 64/1974 definisce e introduce i «*Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche*»: la norma non tratta esplicitamente il collaudo di strutture di C.A. ma si limita ad indicare i criteri generali e i contenuti di suc-

cessive norme tecniche nonché il «[...] collaudo di opere speciali, quali ponti, dighe, serbatoi, tubazioni, torri, costruzioni prefabbricate in genere, acquedotti, fognature».

C.M. 14 febbraio 1974, n. 11951

A chiarimento delle disposizioni contenute nella Legge n. 1086/1971, viene emanata apposita Circolare Ministeriale: nella circolare viene chiarito, relativamente al collaudo, che *«Ai fini di quanto prescritto al 2° comma dell'art. 7, il collaudatore deve dichiarare sotto la sua responsabilità, nel certificato di collaudo da trasmettere al Genio Civile, di essere iscritto da almeno 10 anni all'albo professionale degli Ingegneri e Architetti, e di non essere intervenuto in alcun modo nella progettazione, direzione ed esecuzione dell'opera».*

D.M. 3 dicembre 1987

In attuazione della Legge n. 64/1974 viene emanato il D.M. 3 dicembre 1974. All'art. 1, il D.M. prevede che *«Sono approvate le norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo delle costruzioni prefabbricate, di cui alla legge 2 febbraio 1974, n. 64, predisposte dal Servizio tecnico centrale ed allegate al presente decreto».*

In particolare, è al punto 5.3 – Procedure per il collaudo statico che il D.M. esplicita i contenuti e le procedure del collaudo statico esplicitando tipi e obiettivi dei controlli da eseguire, operazioni in corso d'opera, l'esecuzione delle prove di carico – ove ritenute necessarie – inclusa la tempistica di esecuzione delle prove, effetti sulla maturazione dei getti, sollecitazioni da riprodurre durante le prove e relativa tempistica, prove non distruttive.

D.M. 11 marzo 1988

Ancora in attuazione della Legge n. 64/1974 viene emanato il D.M. 11 marzo 1988. Il D.M. riguarda le *«Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione».*

Il D.M. riguarda le opere di C.A. secondo quanto stabilito dall'art. 1 del D.M., ossia *«Sono approvate le norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione, di cui alla legge 2 febbraio 1974, n. 64, predisposte dal servizio tecnico centrale ed allegate al presente decreto».*

C.M. 24 settembre 1988, n. 30483

Il D.M. dell'11 marzo 1988 necessita di una circolare che viene emanata in data 24 settembre 1988: si tratta della C.M. n. 30483.

La circolare è rubricata quale *«Legge 2 febbraio 1974 art. 1 – D.M. 11 marzo 1988. Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione. Istruzioni per l'applicazione».*

In particolare, è al punto C che il collaudo viene trattato e chiarito nei contenuti e nelle procedure.

C.M. 16 marzo 1989, n. 31104

Il 16 marzo 1989, in relazione al D.M. 3 dicembre 1987 e in attuazione della Legge n. 64/1974, viene emanata una circolare, la C.M. n. 31104. La Circolare riguarda «*Legge 2 febbraio 1974 n. 64 – art. 1. – Istruzioni in merito alle norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo delle costruzioni prefabbricate*».

D.P.R. 22 aprile 1994, n. 425

Il D.P.R. 22 aprile 1994, n. 425 – Regolamento recante disciplina dei procedimenti di autorizzazione all'abitabilità, di collaudo statico e di iscrizione al catasto, oggi abrogato, definisce i passaggi formali inerenti all'attività di collaudo.

D.M. 9 gennaio 1996

Il D.M. del 9 gennaio 1996 definisce quelle che sono le «*Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche*».

In particolare, il decreto delinea i criteri per il collaudo statico facendo riferimento sia alle tensioni ammissibili che agli stati limite, il cui criterio di calcolo è definito proprio tramite lo stesso decreto.

Al punto 3, il D.M. definisce con dettaglio le prescrizioni generali e le prove di carico del collaudo statico.

C.M. 15 ottobre 1996, n. 252

A chiarimento del D.M. 9 gennaio 1996, viene emanata la «*C.M. 15 ottobre 1996, n. 252 – Istruzioni per l'applicazione delle Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche di cui al D.M. 9 gennaio 1996*».

La circolare chiarisce quello che deve essere l'uso delle norme e ne illustra le innovazioni rispetto allo stato pregresso dell'arte.

In particolare la circolare esplicita che «*Sostanzialmente indipendenti dal metodo di verifica adottato nella progettazione, sono altresì gli adempimenti di collaudo statico delle strutture [...]*».

Al punto A.4.4. la circolare specifica le procedure tecniche per il collaudo statico nel caso di strutture progettate con il metodo delle tensioni ammissibili, agli stati limite e secondo EC-2.

C.M. 14 dicembre 1999, n. 346-STC

In relazione alla Legge n. 1086/1971, viene emanata la C.M. 14 dicembre 1999, n. 346-STC – Legge 5 novembre 1971, n. 1086, art. 20 – Concessione ai laboratori per prove sui materiali da costruzione.

In merito al collaudo statico, la circolare chiarisce il ruolo del collaudatore e precisamente «*Per quanto attiene l'eventuale attività professionale del direttore del laboratorio,*

non sussistono in generale elementi di incompatibilità fra il ruolo di direttore di un laboratorio autorizzato e l'attività professionale nel campo della progettazione, direzione e collaudo dei lavori. Qualora il direttore di un laboratorio sia interessato ad una o più fasi dell'iter realizzativo di una costruzione (progetto, direzione lavori o collaudo), nel laboratorio da lui diretto non dovranno essere svolte prove di alcun tipo riguardanti quella costruzione».

Mod. 31 gennaio 2002

In data 31 gennaio 2002 viene emanato il modello che il collaudatore deve utilizzare nella propria dichiarazione. Il modello si riferisce esplicitamente all'art. 7 della Legge n. 1086/1971 e all'art. 2 del D.P.R. n. 425/1994. Anche se il D.P.R. è abrogato, il modello può ritenersi valido in quanto i contenuti sono recepiti dal D.P.R. n. 380/2001.

Norme tecniche per le costruzioni

Il 14 settembre 2005, tramite D.M., vengono emanate le norme tecniche per le costruzioni: il disposto di legge è sostituito con il D.M. 14 gennaio 2008 – Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni.

Le norme contengono un apposito capitolo, il nono, riguardante il collaudo statico. Il capitolo è suddiviso in paragrafi e precisamente riguarda le prescrizioni generali e le prove di carico.

Circolari esplicative alle norme tecniche per le costruzioni

I dettagli interpretativi ed i chiarimenti alle NTC 2008 vengono forniti attraverso due circolari esplicative. Tali circolari sono la C.M. 2 febbraio 2009, n. 617 – Istruzioni per l'applicazione delle «Nuove norme tecniche per le costruzioni» di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008 e la C.M. 11 dicembre 2009 – Entrata in vigore delle norme tecniche per le costruzioni di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008. Circolare 5 agosto 2009 – Ulteriori considerazioni esplicative.

Fra le due il Ministero emana la C.M. 5 agosto 2009 – Nuove norme tecniche per le costruzioni approvate con decreto del Ministro delle infrastrutture 14 gennaio 2008 – Cessazione del regime transitorio di cui all'articolo 20, comma 1, del decreto-legge 31 dicembre 2007, n. 248.

INDICE ANALITICO

A		
Adempimenti amministrativi.....	p.	32
Adempimenti tecnici	"	32
Analisi delle prove di laboratorio.....	"	95
Applicazione del carico (prova di carico).....	"	44
Arrotondamento.....	"	127
B		
Best fit.....	"	136
Best fit lineare.....	"	137
Best fit polinomiale	"	142
C		
Calcestruzzo armato (nozione).....	"	27
Caratteristiche delle carote.....	"	98
Carico (prova di carico)	"	46
Carico di prova	"	44
Carotaggio	"	98
Carotatrice	"	99
Check list.....	"	178
Cifre significative	"	126
Cifre significative corrette	"	126
Collaudatore	"	29
Concetto di collaudo	"	27
Concetto di opere da collaudare.....	"	28
Condono.....	"	34
D		
Dichiarazione sul possesso dei requisiti.....	"	30
Diniego di collaudo statico.....	"	177
Documenti di controllo qualità	"	37
E		
Errore (natura).....	"	125
Errore assoluto	"	123
Errore relativo	"	123
Errore vero.....	"	123

F		
Freccia depurata.....	p.	62
Freccia residua.....	”	60
G		
Giudizio del collaudatore.....	”	28
Grandezza.....	”	122
I		
Impostazione del progetto.....	”	35
Incertezza.....	”	122
Incertezza (stima).....	”	130
Incidine di taratura (sclerometro).....	”	68
Intervallo di copertura.....	”	122
Ispezione dell'opera.....	”	36
M		
Microcarotaggio (cenni).....	”	103
Minimi quadrati.....	”	135
Misurando.....	”	122
Modalità di applicazione dei carichi.....	”	48
Modulistica.....	”	176
N		
Nomina collaudatore.....	”	29
P		
Prelievo.....	”	95
Prove di compattabilità.....	”	116
Prova di estrazione.....	”	87
Prova di infissione.....	”	92
Prova di spandimento alla tavola a scosse.....	”	112
Prova sclerometrica.....	”	66
Prova SONREB (cenni).....	”	85
Prova ultrasonica.....	”	74
Prova Vèbè.....	”	120
Prove di carico.....	”	44
Prove dinamiche.....	”	63
Prove distruttive.....	”	95
Prove non distruttive.....	”	65
Prove semi-distruttive.....	”	86
Prove statiche.....	”	46
Prove sui materiali.....	”	65
R		
Relazione a strutture ultimate.....	”	36
Regressione.....	”	136

Requisiti del collaudatore	p.	30
Resistenza minima di un prelievo.....	"	96
Resistenza media di un prelievo.....	"	97
Risoluzione	"	124
S		
Sanatoria	"	33
Schema di applicazione del carico	"	47
Sclerometro	"	66
Scopo della prova di carico	"	44
Sensibilità	"	124
Slump test.....	"	107
Solaio piano (prova di carico).....	"	44
SONREB	"	85
Strumenti di misura.....	"	124
Strumenti di misura degli spostamenti.....	"	49
T		
Tempistica del collaudo	"	31
Tempistica di esecuzione delle prove	"	96
Tipologia di opere	"	27
Trasduttori	"	74
Troncamento	"	127
V		
Valore misurato.....	"	127
Valore di riferimento.....	"	122
Vincoli (influenza sulla prova di carico)	"	51

ELENCO DEI SIMBOLI

α	Coefficiente di calcolo del fattore di carico
β	Semidimensione (dell'area di applicazione del carico di prova) adimensionalizzata
δ	Errore assoluto limite
δa	Errore relativo limite
δf	Errore relativo limite della funzione f
Δ	Errore vero
Δa	Errore assoluto limite
Δf	Errore assoluto limite associato alla funzione f
Δx	Errore assoluto limite associato alla grandezza x
ΔX_D	Errore assoluto limite di una differenza
ΔX_i	Errore assoluto limite associato alla grandezza x_i
ΔX_P	Errore assoluto limite di un prodotto
ΔX_R	Errore assoluto limite di un rapporto
ΔX_S	Errore assoluto limite di una somma
η_r	Rapporto percentuale fra la freccia residua reale e la freccia massima in corrispondenza dell'ascissa z_i
μ_1, μ_2	Fattori di calcolo dei momenti M_1 e M_2 rispettivamente
σ_f	Varianza della funzione f
σ_{x_i}	Varianza della grandezza x_i
ρ	Densità
ζ	Ascissa adimensionalizzata
ν	Coefficiente di Poisson
a	<ul style="list-style-type: none"> – Semidimensione dell'area di applicazione del carico di prova – Valore misurato di una grandezza
a_{min}	Valore minimo misurato di una grandezza
a_{max}	Valore massimo misurato di una grandezza
A	<ul style="list-style-type: none"> – Fattore della curva di regressione – Valore vero di un misurando
A_{gt}	Allungamento
A_i	i -esima cifra nella rappresentazione in potenza di un valore vero

b	Semidimensione dell'area di applicazione del carico di prova
B	– Fattore della curva di regressione – Dimensione di un solaio
c	Indice di compattabilità
C_N	Classe di compattabilità con $N = 0, 1, 2, 3, 4$
CV_j	Coefficiente di variazione relativo alle battute dell'area j -esima
d_1	Misura della prova di spandimento lungo la direzione 1
d_2	Misura della prova di spandimento lungo la direzione 2
D_1	Diametro del gambo dell'inserito in una prova di estrazione
D_2	– Diametro dell'inserito relativamente alla parte sottosquadro in una prova di estrazione (inserti ad espansione geometrica) – Diametro del foro in una prova di estrazione (inserti ad espansione forzata)
D_3	Diametro interno dell'anello di contrasto del martinetto in una prova di estrazione
D_4	Diametro esterno dell'anello di contrasto del martinetto in una prova di estrazione
d_m	Diametro di una carota
D_s	Misura della prova di spandimento
E	– Modulo elastico – Trasduttore emittente – Errore (da minimizzare) di una funzione
f	Funzione
F	Forza di estrazione
f_{\max}	Valore massimo della funzione
f_{\min}	Valore minimo della funzione
F_N	Classe di consistenza con $N = 1, 2, 3, 4, 5, 6$
\bar{F}_j	Forza di estrazione media relativa alla zona di misura j -esima
f_1	Funzione di calcolo dell'aliquota di freccia dovuta al momento M_1
f_2	Funzione di calcolo dell'aliquota di freccia dovuta al momento M_2
f_{A1r}, f_{A2r}	Freccia residua all'appoggio 1 e 2 rispettivamente
f_i	– Freccia elastica i -esima ($i = 1, 2, 3, \dots$) – Freccia sperimentale i -esima
f_{ir}	Freccia residua i -esima ($i = 1, 2, 3, \dots$)
f_M	Freccia in mezzeria
$f_{mezz,r}$	Freccia residua reale in mezzeria
$f_{M,i}$	Aliquota della freccia in mezzeria dovuta al carico su una striscia i -esima
f_q	Funzione di calcolo dell'aliquota di freccia dovuta al carico distribuito di prova
f_t	Tensione di rottura

f_{tot}	Freccia totale
f_y	Tensione di snervamento
$f_{z_i,r}$	Freccia residua reale in corrispondenza dell'ascissa z_i
I	Momento di inerzia
I_x	Momento di inerzia riferito all'asse X
I_y	Momento di inerzia riferito all'asse Y
h	<ul style="list-style-type: none"> – Abbassamento al cono – Altezza di un contenitore per la compattazione del calcestruzzo – Altezza di un inserto in una prova di estrazione – Altezza di una carota
k_x	Fattore di carico lungo X
k_y	Fattore di carico lungo Y
ℓ_j	Distanza tra i trasduttori per la j -esima zona di misura
L	Dimensione di un solaio
m	<ul style="list-style-type: none"> – Pendenza di una retta (coefficiente angolare) – Ordine di grandezza di un numero
M_1, M_2	Momenti opposti dal vincolo 1 e 2 rispettivamente
$M_{Ed,p}$	Momento dell'azione del carico di prova
M_{Ed}	Momento dell'azione di progetto
n	Numero di cifre significative corrette
N	Indice di rimbalzo
N_0	Valore standard dell'indice di rimbalzo relativo all'incudine di taratura (fornito dal costruttore)
$N_{c,i}$	Valore corretto dell'indice di rimbalzo dell' i -esima battuta sclerometrica
N_i	Valore dell'indice di rimbalzo dell' i -esima battuta sclerometrica
n_j	Numero di battute sclerometriche relative alla zona di misura j -esima
\bar{N}_i	Media delle n_j battute sclerometriche relative alla zona di misura j -esima
N_t	Valore reale dell'indice di rimbalzo sull'incudine di taratura (l'entità della correzione da apportare ai dati delle prove rispetto a N_0)
q_p	Carico di prova
q	Carico distribuito
R	Trasduttore ricevente
R_c	Resistenza del calcestruzzo relativa a un carotaggio
R_{cm28}	Resistenza media a compressione a 28 giorni
$R_{c,min}$	Minore valore di resistenza di un prelievo
R_m	Resistenza media dei provini

s	– Media delle distanze s_j – Scarto quadratico medio
S_N	Classe di consistenza con $N = 1, 2, 3, 4, 5$
s_i	Distanza tra la superficie del calcestruzzo compattato e il bordo superiore del lato i -esimo del contenitore
s_j	Scarto tipico relativo alle battute dell'area j -esima
S_{nm}	Sommatoria del prodotto fra le funzioni f_n e f_m
S_r	Somma dei quadrati degli errori
t	Tempo Vèbè
T_0	Tempo di percorrenza del cilindro di taratura (fornito dal costruttore)
T_i	Tempo di transito relativo alla i -esima misura
T_t	Tempo di percorrenza lungo l'altezza del cilindro di taratura
V	Velocità di propagazione di un impulso ultrasonico
V_i	Velocità apparente di propagazione di un impulso ultrasonico
\bar{V}_j	Media delle n_j velocità apparenti di propagazione relative alla zona di misura j -esima
V_N	Classe di compattabilità con $N = 0, 1, 2, 3, 4$
w	Ascissa
W	Misura della quota parte di asta esposta dal calcestruzzo dopo la prova di infissione
\bar{W}_j	Media delle misure della quota parte di asta esposta dal calcestruzzo dopo la prova di infissione relativa alla zona di misura j -esima
x	Valore di una grandezza
x_D	Valore di una differenza
X_F	Errore associato al fondo scala di uno strumento digitale
x_i	Valore della grandezza x_i
X_L	Errore associato ad una lettura digitale
x_P	Valore di un prodotto
x_R	Valore di un rapporto
x_S	Valore di una somma
z	Ascissa



**PRONTO
GRAFILL**

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

IL COLLAUDO STATICO: APPROCCIO NORMATIVO

1.1. Collaudo statico

1.1.1. Concetto di collaudo e di opere da collaudare

Sulla base dell'attuale approccio normativo, «*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.*» [1].

La definizione data ha una valenza del tutto generale e nel caso di specie è necessario indicare:

- quale opera deve essere sottoposta a collaudo statico;
- in cosa si concretizza il giudizio sulle prestazioni e sul comportamento.

1.1.1.1. Nozione di strutture di C.A. normale

L'oggetto del presente testo, come già introdotto, è costituito dal collaudo delle strutture di calcestruzzo armato normale.

Sono considerate tali, ossia strutture di calcestruzzo armato normale, o semplicemente strutture di C.A. normale, «[...] *quelle composte da un complesso di strutture in conglomerato cementizio ed armature che assolvono a una funzione statica*» [2] [3]. La definizione data consta di tre elementi essenziali e precisamente (cfr. figura 1.1) [4]:

- caratteristica geometrica, ossia «[...] *complesso di strutture* [...]»;
- caratteristica materiale o fisica, ossia «[...] *conglomerato cementizio ed armature* [...]»;
- caratteristica funzionale o meccanica, ossia «[...] *che assolvono a una funzione statica*».

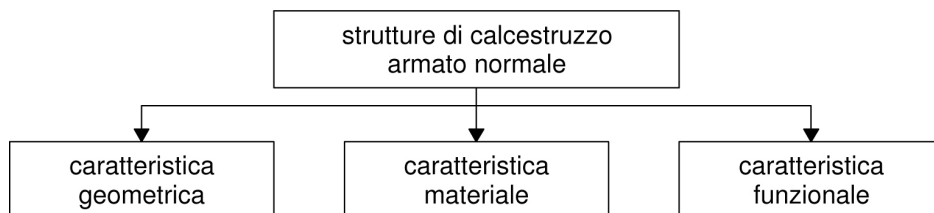


Figura 1.1. Caratteristiche delle strutture di C.A.

La definizione data è di fondamentale importanza nel comprendere ciò che è da sottoporre a collaudo e ciò che non lo è: l'assenza di una sola delle tre caratteristiche impedisce di ricomprendere la struttura fra quelle di C.A. normale e, quindi, fra quelle da sottoporre a collaudo statico (in quanto strutture di C.A. normale).

La giurisprudenza ha interpretato il dettato normativo esplicitandone dettagli e caratteristiche e delineando l'elemento principale fra quelli caratteristici.

Infatti, in un primo momento le tre caratteristiche sono state interpretate con lo stesso peso e la caratteristica geometrica è stata riguardata dal punto di vista macroscopico per cui un architrave o un solaio appoggiato su una struttura muraria non rientravano nella nozione di opera di calcestruzzo armato normale: per entrambe tali strutture, citate quale esempio, viene meno il requisito geometrico, non risultando dal concorso di una pluralità di strutture ma trattandosi di una sola [5].

In ogni caso, anche in tale condizione, il non rientrare dell'opera fra quelle di calcestruzzo armato normale non esclude il collaudo statico: il collaudo potrebbe essere imposto da altre disposizioni di legge o le strutture potrebbero rientrare nell'ambito di altre definizioni e classificazioni per le quali il collaudo è richiesto. Semplicemente, il collaudo statico, per le strutture citate ad esempio, non è quello per le opere di calcestruzzo armato normale.

Successivamente, l'evoluzione della norma e della giurisprudenza, nonché il finalismo e ratio delle leggi tecniche, hanno condotto verso la necessità di dare maggiore risalto all'aspetto funzionale: ogni qual volta si realizzano strutture di calcestruzzo armato normale, siano esse semplici o complesse, singole o plurali, purché assolvano ad una funzione statica nell'ambito del manufatto, deve procedersi al collaudo statico [6].

Insomma, deve essere eseguito collaudo statico anche se non si tratta di un complesso di strutture, ma di una sola struttura, al pari dell'architrave di una porta o di un solaio [6].

1.1.1.2. *Giudizio del collaudatore*

Il giudizio di cui il collaudatore deve convincersi riguarda la sicurezza e la stabilità dell'opera nel suo complesso: tali caratteristiche, in linea generale, accertate tramite la verifica di rispondenza della costruzione ai requisiti previsti in progetto ed alle norme tecniche, si traducono nella garanzia della sicurezza e della conseguente pubblica e privata incolumità [7].

Il collaudo statico, in generale, è necessario per tutte le strutture la cui sicurezza interessi la pubblica incolumità [8].

1.1.1.3. *Tipologie di opere*

Le opere possono essere, sostanzialmente, di due tipi: opere pubbliche e opere private. La distinzione è necessaria in quanto vi sono delle differenze sia in relazione alle opere da collaudare sia in merito alla procedura da seguire.

Gli adempimenti del collaudo sono prescritti, sia per le opere pubbliche che per le private, dal Testo Unico per l'Edilizia (D.P.R. n. 380 del 6 giugno 2001) ma, nello specifico, e precisamente in relazione alle opere pubbliche, l'articolo di riferimento (*cfr.* art. 63 del T.U.E.) sancisce [9]:

ADEMPIMENTI TECNICI E AMMINISTRATIVI DEL COLLAUDO STATICO E PARCELLA

2.1. Adempimenti tecnici

Gli adempimenti tecnici, come già premesso, costituiscono il mezzo attraverso il quale il collaudatore addiviene al giudizio tecnico circa la collaudabilità dell'opera [1]. L'analisi tecnica deve essere condotta sulla struttura in elevato, sulla relativa opera di fondazione e del volume significativo di terreno [1].

2.1.1. *Impostazione del progetto*

Uno dei primi adempimenti del collaudatore statico è l'analisi della impostazione del progetto [2]. In particolare, l'analisi generale deve riguardare [3]:

- relazione di calcolo strutturale, comprensiva di una descrizione generale dell'opera e dei criteri generali di analisi e verifica, fermo restando il fatto che il progettista (strutturista) rimane responsabile della progettazione strutturale;
- relazione sui materiali;
- relazione geotecnica (del progetto esecutivo);
- elaborati grafici, inclusi i particolari costruttivi;
- piano di manutenzione della parte strutturale dell'opera;
- relazione sui risultati sperimentali corrispondenti alle indagini specialistiche ritenute necessarie alla realizzazione dell'opera;
- eventuali altri elaborati prodotti dal progettista e ritenuti essenziali al calcolo strutturale.

Particolare attenzione deve esser posta alle scelte progettuali relative alla vita nominale dell'opera, alla classe d'uso, alle azioni sulla struttura ed ai periodi di riferimento considerati. In generale, quindi, il collaudatore controllerà che siano state messe in atto tutte le prescrizioni progettuali e siano stati eseguiti i controlli sperimentali previsti dalle norme [2].

L'analisi del progetto è fondamentale per verificare se sono stati rispettati i limiti e vincoli normativi in ordine ai vari aspetti della progettazione. Il collaudatore statico deve verificare, fra le altre cose, se siano stati rispettati in fase di progettazione strutturale (elenco non esaustivo):

- le percentuali minime di armatura;
- idonea presenza delle armature a flessione e taglio e relativi interassi/interferro nonché il copriferro;
- dimensioni degli elementi;
- diametri utilizzati per le armature.

2.1.2. *Relazione a strutture ultimate*

La relazione a strutture ultimate, relativamente alle opere di c.a. normale, è espressamente prevista dalla norma: deve essere consegnata al collaudatore statico dal direttore dei lavori dopo il deposito presso lo sportello unico per l'edilizia [4].

Il collaudatore statico deve analizzare la relazione a strutture ultimate del Direttore dei Lavori [2] e ne trae diverse informazioni e precisamente (elenco non esaustivo) [4]:

- adempimento degli obblighi di legge in relazione alla denuncia delle opere (prima della loro esecuzione) ed alla relativa documentazione tecnica allegata nonché in relazione alla comunicazione dei nominativi di progettista delle strutture, direttore dei lavori medesimo e costruttore;
- data di ultimazione dei lavori mediante accertamento in cantiere sullo stato degli stessi da parte del direttore dei lavori;
- conformità delle opere realizzate al progetto esecutivo depositato, alle norme tecniche ed alle relative prescrizioni esecutive nonché alla buona regola tecnica (con eventuali riferimenti alle norme UNI o ad altri enti di normazione tecnica riconosciuti dallo Stato Italiano);
- numero, caratteristiche e quantità dei campioni dei materiali prelevati e conformità dei prelievi alla norma;
- laboratorio tecnico (di cui deve essere riportato il numero di autorizzazione ministeriale e la relativa data) presso il quale i campioni sono stati sottoposti a prova;
- i certificati delle prove di laboratorio.

2.1.3. *Ispezione dell'opera*

Il collaudatore statico deve ispezionare l'opera durante la fasi realizzative: le visite devono eseguirsi alla presenza del direttore dei lavori e del costruttore [2]. Lo scopo delle visite è il controllo e la verifica della conformità delle opere in costruzione al progetto strutturale, depositato in cantiere, [2] alle norme ed alla buona regola tecnica.

La presenza del direttore dei lavori e del costruttore costituisce l'elemento di garanzia del contraddittorio [2] nel caso fossero riscontrate anomalie o difformità esecutive.

2.1.4. *Certificati delle prove sui materiali*

Il collaudatore statico ha l'obbligo di esaminare i certificati delle prove sui materiali eseguite in laboratorio [4]. In particolare, il collaudatore deve accertare (sia per il calcestruzzo che per l'acciaio):

- che i materiali utilizzati siano stati identificati e qualificati dal produttore verificando la norma europea armonizzata utilizzata o, in relazione al caso, la presenza della marcatura CE [5];
- che i materiali utilizzati siano stati accettati dal direttore dei lavori (con l'acquisizione della documentazione di identificazione e qualificazione e, se del caso, con ulteriori prove sperimentali di accettazione) [5];
- l'identificazione del laboratorio presso cui sono state effettuate le prove e che ha rilasciato il certificato [6];

PROVE DI CARICO

3.1. Prove di carico

3.1.1. Aspetti normativi procedurali

Il collaudatore statico, se ritenuto necessario e se già non vi abbia provveduto la Direzione Lavori, può disporre l'esecuzione di prove di carico [1] [2]. Le prove e la loro esecuzione coinvolgono tutte le figure professionali e tecniche interessate alla realizzazione dell'opera. In particolare, le figure coinvolte sono, oltre al collaudatore statico, il direttore dei lavori, il progettista (delle strutture) e il costruttore [1] [2]:

- **il collaudatore statico** definisce il programma delle prove di carico comunicandolo al direttore dei lavori per la sua attuazione e rendendolo noto al progettista delle strutture e al costruttore;
- **il progettista (delle strutture)**, valuta la compatibilità del programma delle prove con la struttura ed esprime parere di convalida o meno sul programma;
- **il costruttore (dell'opera)**, è chiamato alla analisi del programma ed alla sua accettazione o diniego;
- **il direttore dei lavori** ha il compito della esecuzione materiale delle prove di carico.

Identificati i soggetti in questione e la loro interazione si possono verificare, sostanzialmente, due differenti situazioni (*cf.* figura 3.1) [1] [2]:

- il progettista delle strutture convalida il programma delle prove e il costruttore lo accetta; il direttore dei lavori procede alla materiale esecuzione delle prove secondo le modalità indicate dal collaudatore statico;
- o il progettista delle strutture non convalida il programma delle prove o il costruttore non lo accetta; il collaudatore statico, con relazione motivata, può o chiede al direttore dei lavori l'esecuzione delle prove secondo le modalità indicate o dichiarare l'opera non collaudabile.

Relativamente alle prove di carico, il collaudatore statico si assume la piena responsabilità mentre il direttore dei lavori è responsabile della loro materiale esecuzione [1] [2].

3.1.2. Scopo della prova di carico

L'obiettivo della prova di carico, eseguibile quando i materiali hanno raggiunto le resistenze previste in condizioni di esercizio, è quello di definire la corrispondenza esistente fra il comportamento reale (sperimentale) della struttura e la previsione teorica [1] [2].

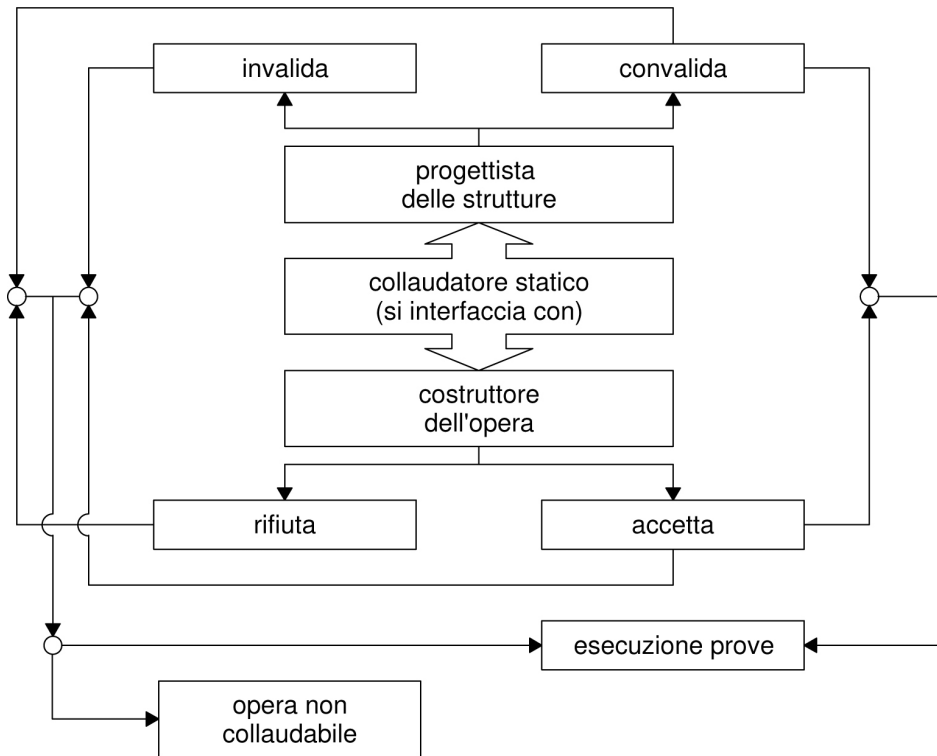


Figura 3.1. Iter per l'esecuzione delle prove di carico

La prova di carico deve caratterizzare il comportamento della struttura sotto le azioni di esercizio derivanti da combinazione caratteristica (combinazione rara): le sollecitazioni indotte devono essere quelle massime [1] [2].

Il programma delle prove di carico può articolarsi in prove di tipo statico, dinamico e a rottura di elementi strutturali: ovviamente tali situazioni sono specifiche e relate all'importanza dell'opera ed al giudizio del collaudatore il quale può, in ogni caso, pianificare prove convenientemente protrate nel tempo [1] [2].

3.1.3. Prove

Le prove di carico sono eseguite sugli elementi strutturali orizzontali o inclinati. Gli edifici sono costituiti da elementi strutturali classificabili geometricamente in vario modo: si può ragionevolmente indicare tali elementi strutturali quali verticali (ad esempio, pilastri, pareti, ecc.), orizzontali (ad esempio, travi, solai, ecc.) e/o inclinati (ad esempio, scale, coperture a falde, ecc.).

Quale approccio generale, in un edificio dovrebbe essere controllato, in termini di carico, ogni elemento strutturale: usualmente, ciò non è ragionevolmente possibile per cui, in sostanza, si procede a campione verificando in diverso modo gli elementi strutturali.

PROVE SUI MATERIALI

4.1. Prove di sui materiali: quadro generale

Le prove sui materiali possono essere condotte in laboratorio o in situ e, inoltre, si differenziano fra prove distruttive, semi-distruttive (ossia prove che arrecano danni di limitata o trascurabile entità alle strutture) e non distruttive.

Si può esplicitare il contesto delineato secondo il quadro riportato in figura 4.1.

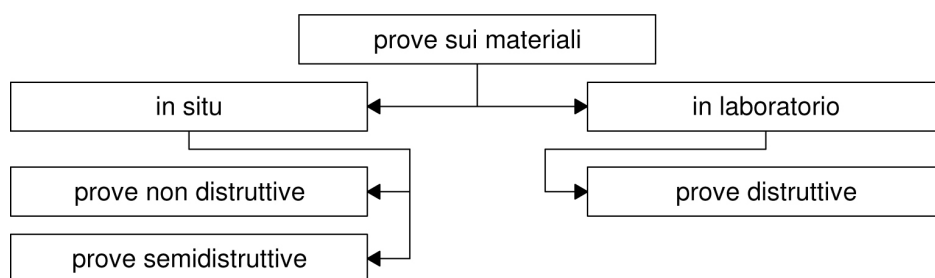


Figura 4.1. Prove sui materiali

Le prove possono essere ulteriormente classificate in prove meccaniche, acustiche, elettro-magno-metriche e chimiche.

4.2. Prove non distruttive

Si possono utilizzare differenti prove o controlli non distruttivi (PND o CND) per definire, a vario livello, le caratteristiche dei materiali in opera: il termine non distruttivo indica la totale assenza di invasività sulla struttura.

Il risultato di tali controlli è di natura prettamente qualitativa anche se si possono ottenere informazioni sulle caratteristiche meccaniche dei materiali tramite campioni statisticamente significativi e con adeguate leggi o curve di taratura degli strumenti utilizzati.

In questa sede si riporrà l'attenzione su tre di tali prove: prova sclerometrica, ultrasonica e prova SonReb (utilizzo combinato della prova sclerometrica e ultrasonica).

La sclerometro è uno degli strumenti maggiormente utilizzati: la sua diffusione di utilizzo è paragonabile agli errori che si commettono nella interpretazione dei risultati.

Meno frequente è la prova ultrasonica, soprattutto per i costi legati alla strumentazione: in genere la prova è effettuata da ditte specializzate per cui, in questo caso, gli errori di interpretazione dei risultati sono notevolmente ridotti.

È possibile un parallelo fra i due metodi in relazione alle differenti tematiche legate al loro utilizzo e precisamente:

Tabella 4.1. *Comparazione sclerometro-ultrasuoni*

Prova	Costo	Rappresentatività	Affidabilità
Sclerometro	Basso	Superficiale	Scarsa
Ultrasuoni	Medio	Massiva	Moderata

In generale, quindi, si può considerare lo schema rappresentato in figura 4.2.

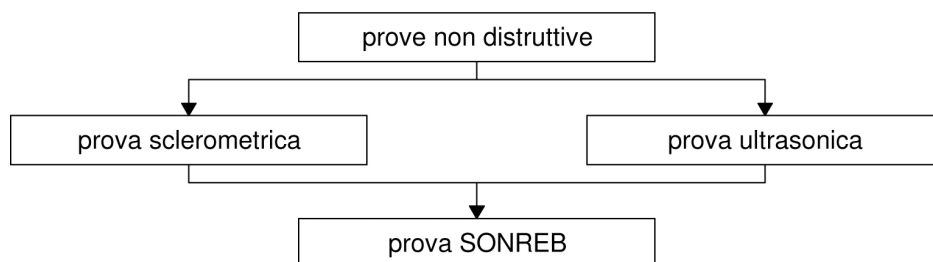


Figura 4.2. *Prove non distruttive*

4.2.1. Prova sclerometrica

4.2.1.1. Elementi introduttivi

La prova sclerometrica consente la stima delle caratteristiche meccaniche del calcestruzzo in opera, nonché la loro omogeneità, mediante la valutazione dell'indice sclerometrico (o di rimbalzo) [1].

Il controllo si basa sulla determinazione della durezza superficiale del calcestruzzo in opera e, attraverso specifiche curve di correlazione, la stima della resistenza meccanica a compressione.

Di fatto, lo sclerometro fornisce una stima indiretta dell'energia assorbita dal calcestruzzo a seguito di un impatto: tale energia è correlata mediante relazioni empiriche alla resistenza meccanica [1].

Lo strumento, in termini di funzionamento, struttura e costruzione, si presenta molto semplice: attraverso il pistone d'acciaio di cui è dotato, lo sclerometro viene appoggiato alla superficie del calcestruzzo in opera e, mediante l'impatto di una massa standardizzata scagliata da una molla sul pistone, si misura l'entità, ossia l'altezza, del rimbalzo [1] [2].

In buona sostanza, lo sclerometro è una sorta di maglio caricato da una molla: il rilascio di quest'ultima comporta la proiezione della massa standardizzata sul pistone

PROVE DI ACCETTAZIONE DEI MATERIALI

5.1. Prove di accettazione dei materiali: introduzione

Le prove di accettazione dei materiali costituiscono prerogativa e scelta tipica del direttore dei lavori: l'accettazione del materiale avviene, quasi sempre, in cantiere e il direttore dei lavori verifica la rispondenza della fornitura al capitolato ed ai requisiti tecnici di norma e del progetto.

Ciò non determina alcuna limitazione a che il collaudatore richieda o concordi con il direttore dei lavori l'esecuzione di specifiche prove di accettazione dei materiali: la ragione di tale richiesta o di tale condotta, anche se non espressamente prevista dalla norma, non può che essere funzionale alla formazione del più ampio e completo giudizio tecnico del collaudatore stesso.

Le prove di accettazione sono legate alle tematiche tecniche del calcestruzzo per opere gettate in loco, sia miscelato in cantiere sia preconfezionato o prodotto in appositi impianti di betonaggio.

Tali tematiche sono diverse e riguardano (elenco non esaustivo) [1]:

- materie prime, dosaggi e qualità per il confezionamento del calcestruzzo;
- proprietà, conformità e consegna del calcestruzzo fresco;
- specifica del calcestruzzo (requisiti di base e requisiti aggiuntivi).

In generale, le proprietà meccaniche di un calcestruzzo dipendono dalla composizione granulometrica della miscela, dal tipo di cemento e dal rapporto acqua/cemento, ossia dalla dosatura dei componenti. È la dosatura che determina e influisce sulla consistenza, lavorabilità, durabilità e resistenza del calcestruzzo.

In particolare, è il giusto rapporto acqua/cemento l'elemento che garantisce la giusta lavorabilità e la resistenza di progetto richiesta.

Le prove sul calcestruzzo fresco sono in grado di fornire una indicazione sulla dosatura dei componenti o di identificare, a posteriori, le possibili cause che determinano un dato comportamento meccanico del calcestruzzo indurito.

L'esecuzione di tali prove, quindi, non può che concorrere positivamente, come detto, alla formazione del giudizio tecnico del collaudatore e rafforzare le proprie decisioni in merito alla collaudabilità di un'opera.

Prima di procedere oltre, innanzi tutto, è necessario chiarire alcuni concetti di base e precisamente il concetto di calcestruzzo fresco e di campionamento. Secondo norma, il calcestruzzo fresco è quel calcestruzzo completamente miscelato ed ancora in una condizione che lo rende in grado di essere compattato mediante il metodo previsto [2].

Per quanto riguarda, invece, il concetto di campione è necessario introdurre quello di prelievo elementare. Secondo norma, per prelievo elementare si intende la quantità

di calcestruzzo prelevata in una singola operazione di prelievo mediante una sessola o un mezzo di campionamento similare [3].

Ciò detto, il campionamento può essere di due tipi: composito puntuale. In particolare, si definisce [3]:

- **campione composito** la quantità di calcestruzzo costituita da un certo numero di prelievi elementari, distribuiti su un impasto o su una massa di calcestruzzo, completamente mescolati insieme;
- **campione puntuale** la quantità di calcestruzzo, prelevata da una parte particolare di un impasto o di una massa di calcestruzzo costituita da uno o più prelievi elementari completamente mescolati insieme.

Le prove sul calcestruzzo fresco hanno quale obiettivo la determinazione della consistenza. In tal senso si può fare riferimento o a prove di accertamento, in cantiere o di laboratorio, o alla determinazione per classi del calcestruzzo. Ossia, fra le prove più importanti si possono considerare quelle di seguito indicate in figura 5.2 [4].

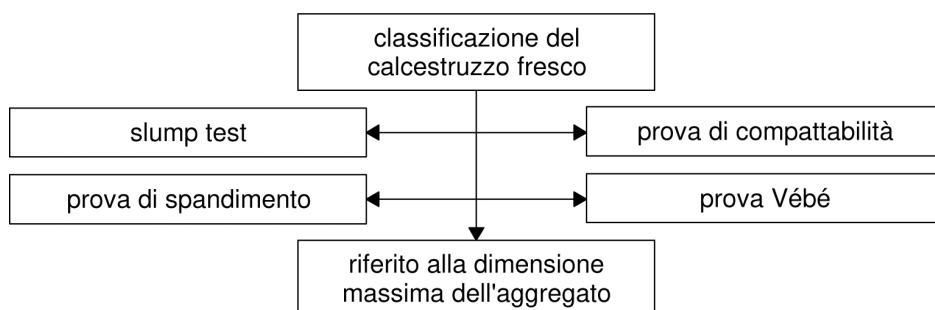


Figura 5.1. Classificazione del calcestruzzo

5.2. Slump test

5.2.1. Elementi introduttivi

La prova *slump test*, nota anche come prova di abbassamento al cono, è utilizzata per la determinazione della consistenza del calcestruzzo fresco [5]: l'informazione che ne risulta è direttamente correlata con il rapporto acqua/cemento.

La misura della consistenza si basa sulla determinazione dell'abbassamento di una certa massa di calcestruzzo, inserita all'interno del cono di Abrams, una volta rimosso il cono medesimo.

In buona sostanza, il calcestruzzo fresco è compattato all'interno dello stampo tronco-conico (cono di Abrams) fino a riempirlo completamente: durante il riempimento dello stampo, con o senza l'ausilio di un imbuto, il calcestruzzo viene compattato utilizzando una barra di costipazione [6].

Rimosso il cono, la massa di calcestruzzo, per azione della forza di gravità, tenderebbe a collassare su se stessa: in realtà, le situazioni che si possono riscontrare sono due.

METODI NUMERICI PER L'ANALISI INGEGNERISTICA

6.1. Premessa

I risultati delle prove sperimentali altro non sono che descrizioni approssimate di specifiche grandezze fisiche e/o geometriche.

Al fine di introdurre adeguatamente le problematiche legate alle misure sperimentali ed al trattamento delle stesse si può considerare un semplice esempio.

Si consideri la lunghezza di una matita e la si misuri: si utilizzi, quale strumento di misura, una riga millimetrata come in figura 6.1.

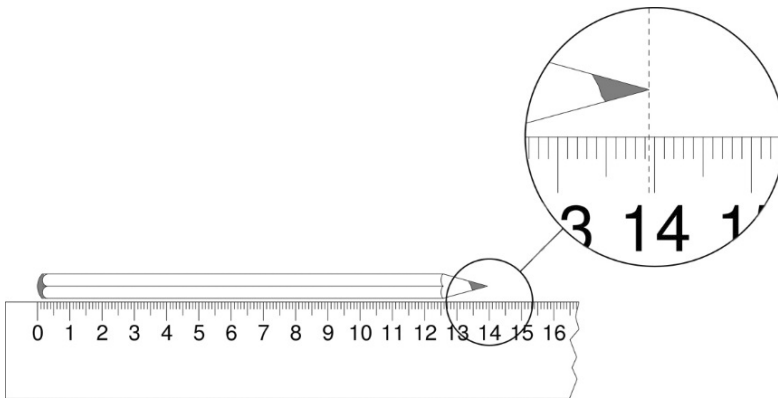


Figura 6.1. Misura di una lunghezza

La matita misura poco meno di 14 cm e precisamente risulta essere compresa fra 13.9 cm e 14 cm.

Per motivi che verranno meglio chiariti nel seguito, si riportano le due misure in millimetri per cui la lunghezza misurata sarà compresa fra 139 mm e 140 mm.

Ma quanto misura realmente la matita? Al fine di rispondere, si possono fare diverse considerazioni, la prima delle quali è legata allo strumento utilizzato, ossia una riga millimetrata, che non consente precisioni maggiori di quanto già evidenziato.

Poiché la dimensione è compresa fra due tacche marcate dello strumento, non è possibile indicare i decimali a meno di non far ricorso ad una fervida fantasia, della quale, per fortuna, la maggior parte degli ingegneri risulta sprovvisto.

A tale elemento si aggiunga il fatto che la matita potrebbe non essere perfettamente allineata con lo zero della riga, che la riga potrebbe avere errori di incisione delle tacche millimetriche, e così via.

In buona sostanza, la misura vera della matita non la si può determinare: si può pensare, ragionevolmente, di determinare una misura con un errore, ossia con una incertezza.

Nel caso in esame si può pensare di indicare quale misura della matita la media dell'intervallo e quindi associarvi l'errore massimo, ossia:

$$misura = 139.5 \pm 0.5 \text{ mm}$$

E se invece di avere una riga millimetrata, lo strumento a disposizione fosse stata una riga al mezzo centimetro? La misura sarebbe compresa fra 135 e 140 mm, ossia:

$$misura = 137.5 \pm 2.5 \text{ mm}$$

6.2. Incertezze

6.2.1. Prime definizioni

L'esempio appena riportato, seppur banale, introduce in modo evidente quelle che sono le problematiche legate alle misure: gli errori.

È necessario, preliminarmente, introdurre alcuni concetti. Le seguenti definizioni sono tratte dal Vocabolario Internazionale di Metrologia (VIM – III Ed.):

- **Grandezza.** Proprietà di un fenomeno, corpo o sostanza che può essere espressa quantitativamente mediante un numero e un riferimento [1].
- **Misurando.** Grandezza che si intende misurare [2].
- **Valore di riferimento.** Valore di una grandezza usato come base per il confronto con i valori di grandezze della stessa specie [3].

In relazione al valore di riferimento si osserva che può essere [3]:

- un «*valore vero*» di un misurando, nel qual caso esso non è noto;
- un «*valore convenzionale*» di un misurando, nel qual caso esso è noto.
- **Valore misurato di una grandezza.** Valore di una grandezza che rappresenta un risultato di misura [4].
- **Errore.** Valore misurato di una grandezza meno un valore di riferimento di una grandezza [5].
- **Incetezza** (di misura). Parametro non negativo che caratterizza la dispersione dei valori che sono attribuiti a un misurando, sulla base delle informazioni utilizzate [6].
- **Intervallo di copertura.** Intervallo che contiene l'insieme dei valori veri di un misurando con una probabilità stabilita, basata sulle informazioni disponibili [7].

Alle misure delle grandezze, quindi, sono associate incertezze, presentate in due differenti modi:

- intervalli di taratura di massima dispersione, tipici degli strumenti a bassa sensibilità;

ESEMPI APPLICATIVI

7.1. Premessa

Di seguito si propongono una serie di esempi applicativi sia relativi al semplice trattamento di dati numerici sia relativi a casi della pratica tecnica.

In buona sostanza, gli esempi affrontano le tematiche trattate nel testo analizzando le diverse soluzioni, se possibili. In dettaglio:

- i primi tre esempi riguardano il trattamento dei dati numerici, arrotondamento, troncamento e propagazione dell'errore;
- gli esempi dal quattro al sei riguardano le prove sclerometriche;
- l'esempio sette riguarda la prova ultrasonica;
- gli esempi otto e nove riguardano i controlli di accettazione del calcestruzzo.

7.2. Esempio 1: troncamento e arrotondamento

Si esegua il troncamento e l'arrotondamento di π . In particolare, si consideri il troncamento e l'arrotondamento alla IV cifra significativa e si confronti l'errore vero e si esegua, inoltre, l'arrotondamento alla V e VII cifra significativa.

Risoluzione

Il numero $\pi = 3.1415926535\dots$ e così via. Il troncamento alla IV cifra significativa porta ad un numero:

$$\pi = 3.141$$

mentre l'arrotondamento alla IV cifra significativa porta ad un numero:

$$\pi = 3.142$$

essendo la prima cifra della parte eliminata 5 e tutti i numeri sono diversi da zero, ossia almeno una cifra è diverso da zero (cioè la parte eliminata supera più della metà dell'ultima potenza conservata per cui l'ultima cifra conservata è incrementata di una unità).

L'errore assoluto limite di troncamento è ($m = 0$, $n = 4$):

$$\begin{aligned} \Delta &= |3.141 - 3.1415926535| = 0.0005926535\dots \leq 10^{m-n+1} = \\ &= 10^{0-4+1} = 10^{-3} = 0.001 \end{aligned}$$

mentre l'errore assoluto limite di arrotondamento è ($m = 0$, $n = 4$):

$$\begin{aligned}\Delta &= |3.142 - 3.1415926535| = 0.0004073465... \leq \frac{1}{2} \cdot 10^{n-n+1} = \\ &= \frac{1}{2} \cdot 10^{0-4+1} = \frac{1}{2} \cdot 10^{-3} = 0.0005\end{aligned}$$

In entrambi i casi la diseuguaglianza è condotta con l'errore assoluto limite al fine di determinare in numero di cifre significative corrette. Infine si può scrivere la seguente tabella 7.1 riassuntiva di quanto ottenuto:

Tabella 7.1. Troncamento e arrotondamento alla IV cifra

Operazione	Valore	Numero CSC	Errore vero
Troncamento	3.141	4	0.0005926535...
Arrotondamento	3.142	4	0.0004073465...

In definitiva, sia con l'operazione di troncamento che con quella di arrotondamento si ottiene un numero con 4 cifre significative corrette (sulla base dell'errore vero). L'arrotondamento alla V cifra significative è:

$$\pi = 3.1416$$

mentre per la VII cifra significativa:

$$\pi = 3.141593$$

7.3. Esempio 2: operazioni con numeri di differente precisione

Si consideri la somma e il prodotto fra numeri in differente precisione. Sia $a_1 = 32.51$, $a_2 = 4.5$ e $a_3 = 0.0275$.

Risoluzione

Si considera, dapprima, la somma dei numeri:

$$s = a_1 + a_2 + a_3 = 32.51 + 4.5 + 0.0275 = 37.0375$$

ossia:

$$s = 37$$

in quanto la somma deve essere arrotondata in modo che l'ultima cifra conservata corrisponda all'ultima cifra più significativa degli addendi.

Infatti, nel caso in esame è a_2 a definire l'ultima cifra significativa da conservare scartando le rimanenti. Relativamente al prodotto:

MODULISTICA E CERTIFICATI

8.1. Certificati e moduli documenti

La modulistica riportata nel presente capitolo, in parte, è tratta dai documenti pubblicati dallo Stato Italiano, in parte, è conseguenza delle posizioni definite dalla Legge.

8.2. Check-list

Si ritiene utile, quale primo elemento, riportare una check-list. Si tratta di una serie di prospetti, impostati a fascicolo, strutturati con l'obiettivo di tenere sotto controllo tutte le fasi del collaudo nonché la congruenza e completezza della documentazioni relativa.

8.3. Certificati e dichiarazioni

La modulistica, come premesso, è quella pubblicata dallo Stato adattata in relazione al soggetto destinatario della comunicazione ed ai contenuti della stessa.

8.3.1. Verbale di visita, relazione e certificato di collaudo

Come ogni documento tecnico, anche il collaudo si deve presentare con caratteristiche e contenuti minimi. Di seguito si riporta un elenco degli elementi tecnici minimi che il certificato di collaudo deve contenere.

Si precisa che, ordinariamente, il collaudo è comprensivo e riassuntivo di ben tre elementi tecnici, che in dettaglio sono:

- 1) **Verbale delle visite di collaudo.** Il verbale della visita di collaudo contiene diversi elementi e per ogni giorno di visita deve essere redatto il relativo verbale; innanzi tutto la visita di collaudo, come già introdotto, deve essere effettuata alla presenza del Direttore dei lavori e del costruttore; il verbale di visita contiene:
 - il giorno della visita di collaudo e i soggetti presenti;
 - il controllo di rispondenza dei lavori al progetto;
 - verifica dimensionale delle opere, controllo generale dello stato delle opere e controllo dello stato dei getti;
 - controllo e verifica della presenza di quadri fessurativi e loro natura;
 - verifica e controllo della documentazione post-progetto esecutivo fornita dalla D.L. e dal costruttore;
 - prove eseguite.

Il verbale di collaudo deve essere sottoscritto dai presenti; a seguito della visita di collaudo, il collaudatore redige la relativa *Relazione di collaudo*.

- 2) **Relazione di collaudo.** Ha quale presupposto fondamentale le risultanze della/e visita/e di collaudo. I contenuti minimi della relazione di collaudo possono essere riepilogati come di seguito indicato (elenco non esaustivo):
- descrizione delle opere;
 - caratteristiche dei materiali di progetto;
 - tempistica di realizzazione delle opere;
 - analisi dei certificati delle prove di laboratorio;
 - analisi e studio dei risultati delle prove richieste dal collaudatore;
 - conclusioni finali sulla collaudabilità dell'opera.
- 3) **Certificato di collaudo.** Al termine delle operazioni tecniche di collaudo, il collaudatore è tenuto ad emettere il relativo certificato oppure il diniego di collaudo. Il certificato di collaudo contiene i seguenti elementi minimi:
- data di conferimento dell'incarico e oggetto del collaudo;
 - generalità del committente, proprietà, collaudatore, progettista/i, dell'impresa esecutrice e del Direttore dei Lavori;
 - riferimenti legislativi e tecnici;
 - riferimenti alle relazioni.

Il certificato di collaudo termina con la dichiarazione di collaudabilità delle opere che, quindi, per effetto dell'atto di collaudo sono collaudate. Il certificato di collaudo deve recare, infine, la data di emissione e la firma del collaudatore.

Si sottolinea che, sovente, il «*Verbale di visita, relazione e certificato di collaudo*» non mantiene l'assetto rigido appena descritto.

8.3.2. *Diniego di collaudo*

È raro, ma possibile, che l'opera non sia collaudabile: in questo caso l'esito delle operazioni è la non collaudabilità delle opere. Il documento ha la stessa struttura del documento di collaudo: in esso sono evidenziati ed esplicitati gli elementi che non consentono la collaudabilità delle opere.

8.4. Moduli

A seguire sono riportati i seguenti moduli:

- Check-list;
- Comunicazione nomina diretta collaudatore alla struttura tecnica;
- Comunicazione nomina collaudatore tramite terna alla struttura tecnica provinciale;
- Comunicazione nomina diretta collaudatore allo Sportello Unico per l'Edilizia;
- Comunicazione nomina collaudatore tramite terna allo Sportello Unico per l'Edilizia;
- Dichiarazioni collaudatore;
- Comunicazione allo Sportello Unico per l'Edilizia da parte del collaudatore di avvenuto collaudo;
- Esempio di collaudo statico.

GIURISPRUDENZA

- **Cassazione Penale, Sezione III, sentenza n. 3950 del 29 aprile 1997. Opere in conglomerato cementizio armato – nozione**

In tema di violazione della normativa sul conglomerato cementizio armato, la legge 5 novembre 1971, n. 1086 stabilisce l'obbligo di un previo progetto esecutivo redatto da professionista qualificato (art. 2) e di una previa denuncia al competente ufficio del Genio Civile (art. 4) per tutte le opere in conglomerato cementizio specificate nell'art. 1. Tra queste sono comprese le opere in conglomerato cementizio armato normale, che sono definite come "quelle composte da un complesso di strutture in conglomerato cementizio ed armature che assolvono a una funzione statica" (comma primo). Gli elementi essenziali di tale definizione sono quello materiale (struttura in conglomerato cementizio armato) e quello funzionale (destinazione a una funzione statica): è quindi estranea al concetto la funzione di sorreggere pesi o sopportare spinte, che è solo una, e non essenziale, delle possibili funzioni statiche della struttura. (Fattispecie relativa ad annullamento con rinvio di sentenza con la quale il pretore aveva assolto perché, pur avendo accertato che il muro di cinta era stato costruito con cemento armato, aveva altresì verificato che il conglomerato cementizio non era una struttura complessa destinata "a sorreggere pesi o sopportare spinte").

- **Cassazione Penale, Sezione III, sentenza n. 12164 del 23 novembre 1998. Opere in conglomerato cementizio armato – nozione**

Il riferimento al complesso di strutture in conglomerato cementizio da considerarsi opere in conglomerato cementizio armato normale ai sensi della legge 5 novembre 1971, n. 1086, sottolinea che un'opera, per esser sottoposta alla disciplina in oggetto, deve risultare dal concorso di una pluralità di strutture e che restano al di fuori della normativa le opere costituite da un'unica struttura come, ad esempio il solaio di una stalla, l'architrave di una porta.

- **Cassazione Penale, sentenza n. 5220 del 29 novembre 2000. Edilizia – Materiali e tecniche di costruzione**

Secondo una corretta interpretazione teleologica e sistematica della normativa in materia di opere in conglomerato cementizio armato, la sfera di applicabilità della legge 5 novembre 1971, n. 1086 si estende a tutte le ipotesi di realizzazione di una struttura in conglomerato cementizio e metallo che assolva ad una funzione statica, poiché dal complesso delle norme si evince che l'elemento rilevante per il legislatore è quello funzionale. Ogni qual volta si costruiscono o si montano strutture di tal genere, siano esse semplici o complesse, singole o plurali, purché assolvano ad

una funzione statica del manufatto, deve essere rispettata la disciplina stabilita dalla prefata legge (in applicazione della massima così enunciata, la corte ha ritenuto che integri il reato previsto dagli art. 2 e 4, l. cit., la realizzazione di un solaio in c.a., senza previa denuncia dal genio civile né progettazione e direzione dei lavori da parte di tecnico qualificato, benché si tratti non di un “complesso di strutture”, ma di una sola struttura, al pari dell’architrave di una porta).

CONTENUTI E ATTIVAZIONE DELLA WEBAPP

10.1. Contenuti della WebApp

La WebApp con aggiornamento automatico è parte integrante della presente pubblicazione e consente di accedere alle seguenti utilità:

- **CoC:** software per i controlli di collaudo su calcestruzzo ed acciaio ed i relativi criteri; il software, inoltre, gestisce il pacchetto completo di informazioni funzionali alle operazioni di collaudo inclusa una lista di controllo.
- **AnaDat:** software per la gestione dei dati e dell'anagrafica di clienti e ditte; il pacchetto è di uso generale e può essere utilizzato non solo dal software CoC ma anche dagli altri software dotati delle funzionalità per l'accesso all'archivio.
- **Speciale progettazione strutturale antisismica:** WebApp per la consultazione di normativa nazionale, normativa regionale e giurisprudenza.

10.2. Requisiti hardware e software

Requisiti WebApp: qualsiasi dispositivo con MS Windows, Mac OS X, Linux, iOS o Android; accesso ad internet, browser web con Javascript attivo.

Requisiti Coc e AnaDat: processore da 2.00 Ghz; MS Windows Vista/7/8/10; MS .Net Framework 4+; 250 MB liberi sull'HDD; 2 GB di RAM; Adobe Reader 11+; MS Office 2007+; accesso ad internet e browser web.

10.3. Attivazione della WebApp

1) Collegarsi al seguente indirizzo internet:

https://www.grafill.it/pass/0092_1.php

- 2) Inserire i codici "A" e "B" (vedi pagina 212) e cliccare **[Continua]**;
- 3) – **Per utenti registrati su www.grafill.it:** inserire i dati di accesso e cliccare **[Accedi]**, accettare la licenza d'uso e cliccare **[Continua]**;
– **Per utenti non registrati su www.grafill.it:** cliccare **[Iscriviti]**, compilare il form di registrazione e cliccare **[Iscriviti]**, accettare la licenza d'uso e cliccare **[Continua]**.
- 4) Un **link per il download del software** e la **password di attivazione** saranno inviati all'indirizzo e-mail inserito nel form di registrazione.
- 5) Accedere al profilo utente su **www.grafill.it**;

- 6) Cliccare il pulsante **[G-CLOUD]**;
- 7) Cliccare **[Vai alla WebApp]** in corrispondenza del prodotto acquistato.

10.4. Assistenza tecnica (TicketSystem)

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

L'assistenza **TicketSystem** è disponibile all'indirizzo <https://www.supporto.grafill.it>. Effettuare il login al **TicketSystem** utilizzando i dati del profilo utente di www.grafill.it ed aprire un ticket seguendo le istruzioni. La cronologia dei ticket resterà disponibile sulla schermata principale del **TicketSystem**.

