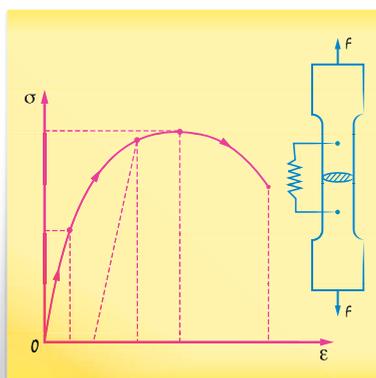


Gianni Michele De Gaetanis

IL COLLAUDO STATICO DELLE STRUTTURE IN CEMENTO ARMATO

SECONDO IL D.P.R. N. 380/2001, LE NTC 2008,
LA CIRCOLARE MINISTERIALE 14 GENNAIO 2008
E LA CIRCOLARE MINISTERIALE 2 FEBBRAIO 2009, N. 617

TERZA EDIZIONE



SOFTWARE INCLUSO

VERIFICA DI ACCETTAZIONE DI CALCESTRUZZO E ACCIAIO, LEGISLAZIONE TECNICA VIGENTE,
RACCOLTA DI SENTENZE, MODELLI ATTINENTI ALLE OPERAZIONI DI COLLAUDO



**GRAFILL**

Indice generale

PREFAZIONE ALLA I EDIZIONE.....	p.	1
Prefazione.....	“	1
Collaudo statico e collaudo generale.....	“	1
Quadro normativo.....	“	2
L. 5 novembre 1971, n. 1086.....	“	2
L. 2 febbraio 1974, n. 64.....	“	2
Circ.M. 14 febbraio 1974, n. 11951.....	“	3
D.M. 3 dicembre 1987.....	“	3
D.M. 11 marzo 1988.....	“	3
Circ.M. 24 settembre 1988, n. 30483.....	“	3
Circ.M. 16 marzo 1989, n. 31104.....	“	4
D.P.R. 22 aprile 1994, n. 425.....	“	4
D.M. 9 gennaio 1996.....	“	4
Circ.M. 15 ottobre 1996, n. 252.....	“	4
Circ.M. 14 dicembre 1999, n. 346-STC.....	“	4
Mod. 31 gennaio 2002 (I).....	“	5
Norme tecniche per le costruzioni.....	“	5
Circolari esplicative alle norme tecniche per le costruzioni.....	“	5
PREFAZIONE ALLA II EDIZIONE.....	“	5
Prefazione.....	“	5
PREFAZIONE ALLA III EDIZIONE.....	“	6
Prefazione.....	“	6
Indice analitico.....	“	7
Elenco dei simboli.....	“	11
IL COLLAUDO STATICO: APPROCCIO NORMATIVO	“	17
Collaudo statico.....	“	19
Concetto di collaudo e di opere da collaudare.....	“	19
Nozione di strutture di C.A. armato normale....	“	19
Giudizio del collaudatore.....	“	20
Tipologie di opere.....	“	20
Nomina del collaudatore.....	“	21
Requisiti del collaudatore.....	“	22
Tempistica del collaudo.....	“	23
Necessità del collaudo.....	“	24
Adempimenti del collaudo statico.....	“	24
Adempimenti tecnici.....	“	24
Adempimenti amministrativi.....	“	25
Collaudo statico ante NTC08.....	“	25
Sanatorie e condoni edilizi.....	“	26
Riferimenti normativi.....	“	28

ADEMPIMENTI TECNICI E AMMINISTRATIVI DEL COLLAUDO STATICO E PARCELLA.....	p.	29
Adempimenti tecnici.....	“	31
Impostazione del progetto.....	“	31
Relazione a strutture ultimate.....	“	31
Ispezione dell’opera.....	“	32
Certificati delle prove sui materiali.....	“	32
Prove di carico.....	“	33
Documenti di controllo qualità.....	“	33
Documentazione tecnica di origine relativa ai dispositivi di isolamento sismico.....	“	33
Prove e ulteriori accertamenti.....	“	34
Adempimenti amministrativi.....	“	34
Parcella.....	“	35
Onorario a percentuale.....	“	36
Costo dell’opera.....	“	36
Competenze.....	“	36
Adegamenti.....	“	37
Revisione dei calcoli.....	“	38
Calcolo delle spese.....	“	38
Riferimenti normativi.....	“	39
PROVE DI CARICO.....	“	41
Prove di carico.....	“	43
Aspetti normativi procedurali.....	“	43
Scopo della prova di carico.....	“	43
Prove.....	“	44
Prove statiche.....	“	45
Carico e tempo di applicazione.....	“	45
Schema di applicazione del carico.....	“	46
Modalità di applicazione dei carichi sulla struttura.....	“	48
Strumenti di misura degli spostamenti.....	“	48
Criteri di analisi di un solaio piano.....	“	49
Tematiche generali.....	“	49
Analisi con carico di prova ripartito su una superficie.....	“	51
Interpretazione dei risultati.....	“	62
Prove dinamiche (cenni).....	“	62
Bibliografia e riferimenti normativi.....	“	64
PROVE SUI MATERIALI.....	“	65
Prove sui materiali: quadro generale.....	“	67
Prove non distruttive.....	“	67
Prova sclerometrica.....	“	68
Elementi introduttivi.....	“	68
Strumento e taratura.....	“	70
Esecuzione delle prove.....	“	73

Criterio di analisi dei risultati:		
uso delle curve dello strumento.....	p.	75
Legge di correlazione		
con i dati sperimentali.....	“	76
Rapporto di prova e resoconto.....	“	77
Prova ultrasonica.....	“	77
Elementi introduttivi.....	“	77
Strumento e taratura.....	“	78
Esecuzione delle prove.....	“	80
Criterio di esecuzione delle misure.....	“	83
Difetti nella massa del calcestruzzo.....	“	85
Misura delle distanze.....	“	87
Misura dei tempi.....	“	88
Criterio di analisi.....	“	88
Legge di correlazione.....	“	89
Rapporto di prova e resoconto.....	“	90
Prova SONREB.....	“	90
Prova.....	“	90
Legge di correlazione.....	“	91
Prove semi-distruttive.....	“	91
Generalità.....	“	91
Prova di estrazione.....	“	92
Elementi introduttivi.....	“	92
Caratteristiche dell'inserito e del foro di		
alloggiamento.....	“	93
Strumento e taratura.....	“	94
Esecuzione delle prove.....	“	95
Criterio di analisi.....	“	97
Legge di correlazione.....	“	97
Rapporto di prova e resoconto.....	“	97
Prova di infissione.....	“	98
Elementi introduttivi.....	“	98
Dispositivo di prova e taratura.....	“	98
Esecuzione delle prove.....	“	98
Criterio di analisi.....	“	100
Legge di correlazione.....	“	100
Rapporto di prova e resoconto.....	“	100
Metodi combinati (cenni).....	“	100
Prove distruttive.....	“	101
Generalità.....	“	101
Analisi delle prove di laboratorio.....	“	101
Carotaggio.....	“	103
Elementi introduttivi.....	“	103
Carotatrice.....	“	103
Esecuzione dei carotaggi.....	“	104
Caratteristiche delle carote.....	“	105
Criterio di analisi.....	“	106
Rapporto di prova e resoconto.....	“	107

Microcarotaggio (cenni).....	p.	107
Riferimenti normativi.....	“	109
PROVE DI ACCETTAZIONE DEI MATERIALI.....	“	111
Prove di accettazione dei materiali: introduzione.....	“	113
Slump test.....	“	114
Elementi introduttivi.....	“	114
Strumento.....	“	115
Esecuzione delle prove.....	“	117
Criterio di analisi dei risultati e classificazione.....	“	119
Rapporto di prova e resoconto.....	“	119
Spandimento alla tavola a scosse.....	“	120
Elementi introduttivi.....	“	120
Strumento.....	“	120
Esecuzione delle prove.....	“	121
Criterio di analisi dei risultati e classificazione.....	“	123
Rapporto di prova e resoconto.....	“	123
Compattabilità.....	“	124
Elementi introduttivi.....	“	124
Strumento.....	“	124
Esecuzione delle prove.....	“	125
Criterio di analisi dei risultati e classificazione.....	“	126
Rapporto di prova e resoconto.....	“	127
Prova Vèbè: cenni.....	“	127
Riferimenti normativi e bibliografici.....	“	129
METODI NUMERICI PER L'ANALISI		
INGEGNERISTICA.....	“	131
Premessa.....	“	133
Incertezze.....	“	134
Prime definizioni.....	“	134
Errore vero, assoluto e relativo.....	“	134
Caratteristiche degli strumenti di misura.....	“	136
Natura dell'errore.....	“	137
Approssimazioni delle misure.....	“	138
Cifre significative e cifre significative corrette.....	“	138
Troncamento e arrotondamento.....	“	139
Numeri senza indicazione dell'errore.....	“	141
Stima dell'incertezza nelle misure indirette.....	“	142
Strumenti di bassa sensibilità.....	“	142
Strumenti di alta sensibilità.....	“	146
Calcoli in relazione alle cifre significative corrette..	“	146
Metodo dei minimi quadrati.....	“	147
Base teorica.....	“	147
Regressione e curve di Best Fit.....	“	148
Best fit lineare.....	“	148
Best fit polinomiale.....	“	153
Best fit lineare a due variabili.....	“	154

Casi di best fit di interesse pratico per il collaudo.....	p.	157
Riferimenti normativi e bibliografici.....	“	159
ESEMPI APPLICATIVI.....	“	161
Premessa.....	“	163
Esempio 1. Troncamento e arrotondamento.....	“	163
Esempio 2. Operazioni con numeri di differente precisione.....	“	164
Esempio 3. Propagazione dell'errore da misure dirette a misure indirette.....	“	165
Esempio 4. Indice medio di rimbalzo da prova sclerometrica.....	“	166
Esempio 5. Correzione battute sclerometriche.....	“	167
Esempio 6. Curva di correlazione per una prova sclerometrica.....	“	168
Esempio 7. Curva di correlazione per una prova Ultrasonica.....	“	177
Esempio 8. Controllo di tipo A sul calcestruzzo.....	“	182
Esempio 9. Controllo di tipo B sul calcestruzzo.....	“	183
MODULISTICA E CERTIFICATI.....	“	187
Certificati e moduli documentali.....	“	189
Check list.....	“	189
Certificati e dichiarazioni.....	“	189
Verbale di visita, relazione e certificati di collaudo.....	“	189
Diniego di collaudo.....	“	190
Moduli.....	“	191
Check list.....	“	191
Comunicazione nomina diretta collaudatore alla struttura tecnica provinciale.....	“	199
Comunicazione nomina collaudatore tramite terna alla struttura tecnica provinciale.....	“	200
Comunicazione nomina diretta collaudatore allo Sportello Unico per l'Edilizia.....	“	201
Comunicazione nomina collaudatore tramite terna allo Sportello Unico per l'Edilizia.....	“	202
Dichiarazioni collaudatore.....	“	203
Comunicazione allo Sportello Unico per l'Edilizia da parte del collaudatore di avvenuto collaudo.....	“	204
Esempio di collaudo statico.....	“	205
APPENDICE LEGISLATIVA.....	“	219
<i>Legge 5 novembre 1971, n. 1086</i> – Norme per la disciplina delle opere di cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica.....	“	221

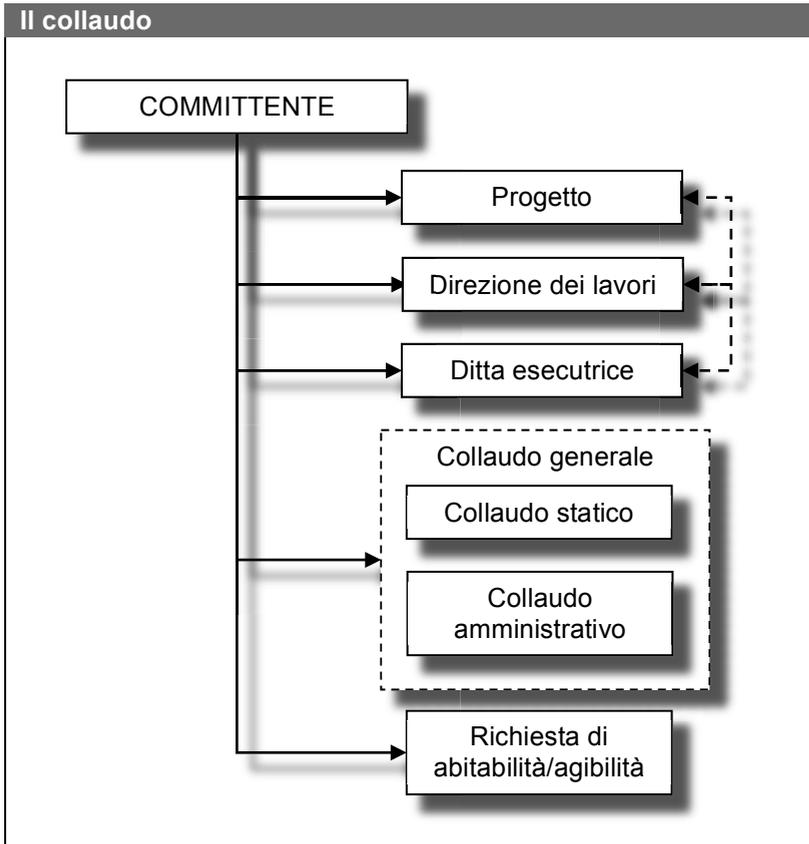
<i>Ministero dei Lavori Pubblici – Circolare 10 aprile 1997, n. 65/AA.GG. – Istruzioni per la applicazione delle «Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche» di cui al decreto ministeriale 16 gennaio 1996.....</i>	p.	223
<i>Decreto del Presidente della Repubblica 6 giugno 2001, n. 380 – Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia.....</i>	“	224
<i>Ministero delle Infrastrutture – Decreto 14 gennaio 2008 – Approvazione delle nuove norme Tecniche per le costruzioni.....</i>	“	231
<i>Circolare Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti 2 febbraio 2009, n. 617 – Istruzioni per l'applicazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008.....</i>	“	258
<i>Linee guida per la messa in opera del calcestruzzo strutturale e per la valutazione delle caratteristiche meccaniche del calcestruzzo indurito mediante prove non distruttive.....</i>	“	263
<i>Giurisprudenza.....</i>	“	266
INSTALLAZIONE E USO SOFTWARE.....	“	267
Note sul software incluso.....	“	269
Requisiti hardware e software.....	“	269
Installazione ed attivazione del software	“	269
Utilizzo del software CoC: videata principale.....	“	270
Tasto Autorizza Software.....	“	271
Tasto Strumenti archivi.....	“	272
Tasto Nuovo.....	“	273
Tasto Esistente.....	“	273
Tasto Salva.....	“	275
Tasto Salva con nome.....	“	275
Tasto Chiudi menù archivi.....	“	276
Tasto Immetti/ modifica dati.....	“	276
Tasto Anagrafica.....	“	277
Tasto CLS.....	“	278
Tasto Fe.....	“	279
Tasto Esci procedura di calcolo.....	“	279
Tasto Stampa.....	“	279
Tasto Stampa modulistica.....	“	279
Esempio di relazione: stampa.....	“	281
Utilizzo del software AnaDat: videata principale	“	289
Tasto “Modifica ed opera su Anagrafica e Dati”....	“	291
Tasto “Strumenti di modifica Anagrafica e Dati”.....	“	291
Tasto “Stampa Anagrafica e Dati”.....	“	294

PREFAZIONE ALLA I EDIZIONE

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.

Prefazione
Collaudo statico e collaudo generale



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 esser 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.

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 li-

mita ad indicare i criteri generali e i contenuti di successive norme tecniche nonché il “<...omissis...> collaudo di opere speciali, quali ponti, dighe, serbatoi, tubazioni, torri, costruzioni prefabbricate in genere, acquedotti, fognature”.

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*”.

Circ. M.
14 febbraio 1974,
n. 11951

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*”.

D.M.
3 dicembre 1987

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.

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*”.

D.M.
11 marzo 1988

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*”.

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

Circ. M. 24
settembre 1988,
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.

Circ. 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 Circ. 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.

Circ. M. 15 ottobre
1996, n. 252

A chiarimento del D.M. 9 gennaio 1996, viene emanata la "*Circ. 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 <...omissis...>*".

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.

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

In relazione alla Legge n. 1086/1971, viene emanata la *Circ. 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 labo-*

ratorio 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”.

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. 1086/71 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.

Mod. 31 gennaio
2002

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.*

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.

I dettagli interpretativi ed i chiarimenti alle NTC 2008 vengono forniti attraverso due circolari esplicative. Tali circolari sono la *Circ. 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 *Circ. 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.*

Circolari
esplicative alle
norme tecniche
per le costruzioni

Fra le due il Ministero emana la *Circ. 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.*

PREFAZIONE ALLA II 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

Prefazione

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.

PREFAZIONE ALLA III EDIZIONE

Prefazione

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, rispolverare 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.

Marzo 2016

Indice analitico

A

Adempimenti amministrativi.....	p.	25
Adempimenti tecnici.....	"	24
Analisi delle prove di laboratorio.....	"	101
Applicazione del carico (prova di carico).....	"	43
Arrotondamento.....	"	139

B

Best fit.....	"	148
Best fit lineare.....	"	148
Best fit polinomiale.....	"	153

C

Calcestruzzo armato (nozione).....	"	109
Caratteristiche delle carote.....	"	106
Carico (prova di carico).....	"	45
Carotaggio.....	"	103
Carotatrice.....	"	104
Check list.....	"	189
Cifre significative.....	"	138
Cifre significative corrette.....	"	138
Concetto di collaudo.....	"	19
Concetto di opere da collaudare.....	"	19
Condono.....	"	26

D

Dichiarazione sul possesso dei requisiti.....	"	203
Diniego di collaudo statico.....	"	190
Documenti di controllo qualità.....	"	33

E

Errore.....	"	134
Errore (natura).....	"	133
Errore assoluto.....	"	134
Errore relativo.....	"	134
Errore vero.....	"	134

F

Freccia depurata.....	"	61
Freccia residua.....	"	60

G

Giudizio del collaudatore.....	"	20
--------------------------------	---	----

Grandezza.....	p.	134
----------------	----	-----

I

Impostazione del progetto.....	"	24
Incertezza.....	"	142
Incertezza (stima).....	"	142
Incudine di taratura (sclerometro).....	"	70
Ispezione dell'opera.....	"	32

M

Microcarotaggio (cenni).....	"	108
Minimi quadrati.....	"	147
Misurando.....	"	134
Modalità di applicazione dei carichi.....	"	48
Modulistica.....	"	187

N

Nomina collaudatore.....	"	21
--------------------------	---	----

P

Prove di compattabilità.....	"	124
Prova di estrazione.....	"	92
Prova di infissione.....	"	98
Prova di spandimento alla tavola a scosse.....	"	120
Prova sclerometrica.....	"	68
Prova SONREB.....	"	90
Prova ultrasonica.....	"	77
Prova Vèbè.....	"	127
Prove di carico.....	"	43
Prove dinamiche.....	"	62
Prove distruttive.....	"	101
Prove non distruttive.....	"	67
Prove semi-distruttive.....	"	91
Prove statiche.....	"	45
Prove sui materiali.....	"	65

R

Relazione a strutture ultimate.....	"	31
Regressione.....	"	148
Requisiti del collaudatore.....	"	22

S

Sanatoria.....	"	26
Schema di applicazione del carico.....	"	46
Sclerometro.....	"	70

Scopo della prova di carico.....	p.	43
Sensibilità.....	"	134
Slump test.....	"	114
Solaio piano (prova di carico).....	"	99
Strumenti di misura.....	"	136
Strumenti di misura degli spostamenti.....	"	48

T

Tempistica del collaudo.....	"	23
Tipologia di opere.....	"	20
Trasduttori.....	"	78
Troncamento.....	"	139

V

Valore misurato.....	"	134
Valore di riferimento.....	"	134
Vincoli (influenza sulla prova di carico).....	"	56

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
ζ	Ascissa adimensionalizzata
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	<ul style="list-style-type: none">• 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	<ul style="list-style-type: none">• 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	<ul style="list-style-type: none">• 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	<ul style="list-style-type: none">• 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	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}_j	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_1	minore valore di resistenza dei provini
R_c	Resistenza del calcestruzzo relativa a un carotaggio
R_m	Resistenza media dei provini
s	<ul style="list-style-type: none"> • Media delle distanze s_i • 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 compatibilità 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

IL COLLAUDO STATICO: APPROCCIO NORMATIVO

Sulla base dell'attuale approccio normativo, *"Il collaudo statico riguarda il giudizio sul comportamento e le prestazioni delle parti dell'opera che svolgono funzione portante"* [1].

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

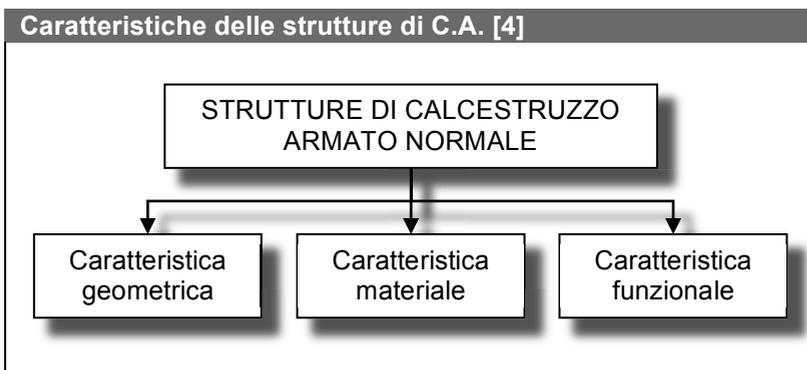
- quale opera deve essere sottoposta a collaudo statico;
- in cosa si concretizza il giudizio sulle prestazioni e sul comportamento.

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, *"<...omissis...> 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 [4]:

- caratteristica geometrica, ossia *"<...omissis...> complesso di strutture <...omissis...>"*;
- caratteristica materiale o fisica, ossia *"<...omissis...> conglomerato cementizio ed armature <...omissis...>"*;
- caratteristica funzionale o meccanica, ossia *"<...omissis...> che assolvono a una funzione statica"*.

Quanto descritto è riportato nel diagramma seguente [4]:



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.

Collaudo statico
Concetto
di collaudo
e di opere
da collaudare

Nozione
di strutture
di C.A. armato
normale

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 dal 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].

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] [8].

Il collaudo statico, in generale, è necessario per tutte le strutture la cui sicurezza interessi la pubblica incolumità [9].

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 ma, nello specifico, e precisamente in relazione alle opere pubbliche, l'articolo di riferimento (Cfr. art. 63 del T.U.E.) sancisce [10]:

“Art. 63 (L) – Opere pubbliche

1. Quando si tratti di opere eseguite dai soggetti di cui all'art. 2 della Legge 11 febbraio 1994, n. 109, le norme della presente parte si

applicano solo nel caso in cui non sia diversamente disposto dalla citata Legge n. 109 del 1994, dal decreto del Presidente della Repubblica 21 dicembre 1999, n. 544, dal decreto del Presidente della Repubblica 25 gennaio 2000, n. 34 e dal D.M. 19 aprile 2000, n. 145”.

Premesso che la Legge 11 febbraio 1994, n. 109 è stata abrogata dal D.Lgs. 12 aprile 2006, n. 163, che il relativo regolamento di attuazione è il decreto del Presidente della Repubblica 5 ottobre 2010, n. 207, all'art. 216 del regolamento si legge [11]:

“Art. 216 – Nomina del collaudatore (art. 188, D.P.R. n. 554/1999)

<...omissis...>

8. Per i lavori comprendenti strutture, al soggetto incaricato del collaudo o ad uno dei componenti della commissione di collaudo è affidato anche il collaudo statico, purché essi abbiano i requisiti specifici previsti dalla legge. Per i lavori eseguiti in zone classificate come sismiche, il collaudo è esteso alla verifica dell'osservanza delle norme sismiche.

<...omissis...>”

Il “collaudo” di che trattasi è quello tecnico-amministrativo, da differenziare dal “collaudo statico” esplicitamente indicato: contrariamente al collaudo (tecnico-amministrativo), il collaudo statico non è un atto provvisorio ed una volta emesso il relativo certificato costituisce atto definitivo.

In merito alle opere eseguite per conto dei privati, indipendentemente dalla loro destinazione d'uso, il collaudo statico è regolamentato ancora dal Testo Unico per l'Edilizia e, in dettaglio, dall'art. 67.

Tale articolo, nell'accezione del presente testo, come richiamato dal comma 1, è applicabile secondo le condizioni specificate dall'art. 53, comma 1 (opere in conglomerato cementizio normale) del T.U.E. [9].

Indipendentemente dalla specifica procedura di collaudo, le opere di calcestruzzo armato normale, ai sensi dell'art. 67 del T.U.E., sono tutte soggette a collaudo, senza esclusioni [9].

Relativamente alle opere pubbliche il collaudatore (statico), come premesso, è uno dei membri della commissione di collaudo: i requisiti che egli deve possedere sono i medesimi delle opere per conto di privati.

Per le opere private, il collaudatore, nominato dal committente, è uno dei professionisti che intervengono durante la realizzazione dell'opera: la sua figura, come verrà meglio chiarito nel seguito, è terza sia alla progettazione dell'opera che alla sua realizzazione [9] [10]. La norma differenzia fra due specifiche situazioni e precisamente [9] [10]:

*Nomina
del collaudatore*

- il committente incarica una ditta per l'esecuzione, ossia non esegue in proprio la struttura;
- il committente esegue in proprio la struttura, ossia committente e costruttore coincidono.

Nel secondo caso, ossia con l'esecuzione in proprio della struttura da parte del committente, lo stesso (committente-costruttore) non può scegliere direttamente ed autonomamente il collaudatore ma è tenuto a chiedere all'ordine professionale provinciale degli ingegneri o degli architetti la indicazione di una terna di professionisti fra i quali scegliere ed incaricare il collaudatore [9] [10]. Il committente, quindi, provvede all'atto di nomina del collaudatore [9] [10]: l'atto di nomina deve essere prodotto per iscritto e trasmesso allo sportello unico per l'edilizia unitamente all'accettazione scritta dell'incarico da parte del collaudatore ed una dichiarazione, dello stesso (collaudatore), sul possesso dei requisiti per l'esecuzione del collaudo [9].

La trasmissione dei suddetti documenti ed atti è fatta, a cura del Direttore dei Lavori, allo sportello unico per l'edilizia prima della esecuzione dei lavori medesimi [9].

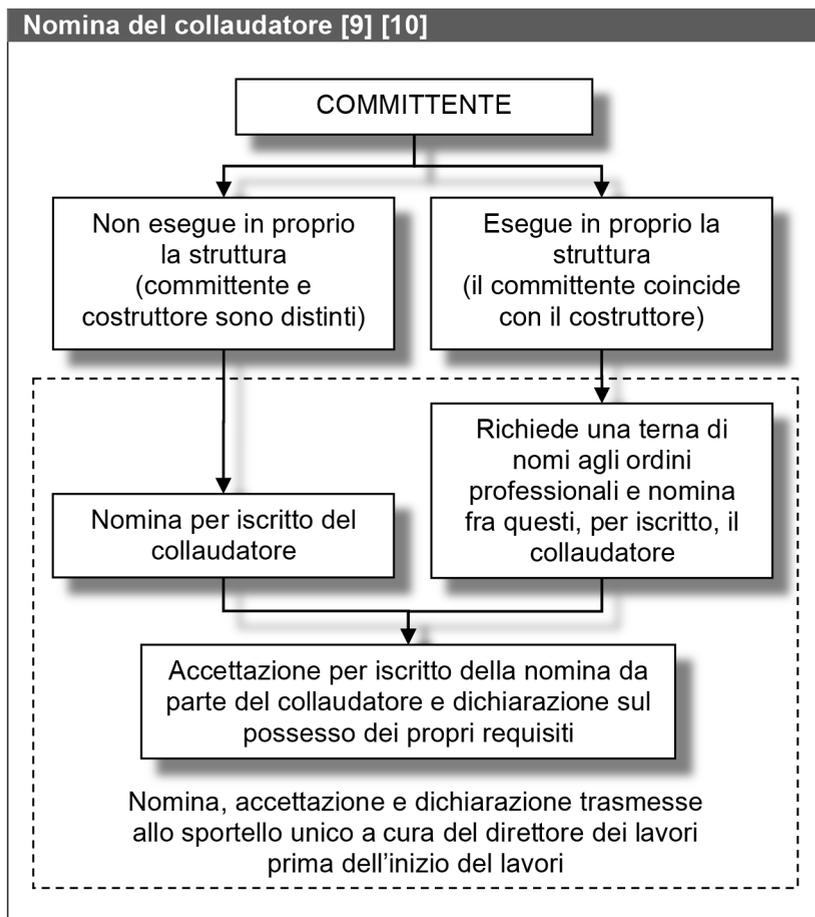
Quanto descritto è riassunto nel seguente diagramma (Cfr. pagina successiva).

Requisiti del collaudatore

Il collaudatore deve possedere dei requisiti per poter accettare la nomina da parte del committente. Tali requisiti sono [9] [10]:

- essere un ingegnere o un architetto;
- essere iscritto al relativo albo professionale da almeno dieci anni;
- essere estraneo, ossia non essere intervenuto in alcun modo, nella progettazione, direzione ed esecuzione dell'opera da collaudare.

Sulla base dell'attuale approccio normativo, il collaudatore deve possedere un ulteriore condizionato requisito: ossia, nel caso in cui il committente esegue in proprio la struttura, in tale condizione il collaudatore può accettare la nomina solo se il proprio ordine professionale lo ha indicato nella terna di nomi richiesta dal committente-costruttore (il "condizionato requisito" è l'essere stato indicato fra la terna di nomi da parte dell'ordine professionale) [9] [10].



La nomina del collaudatore da parte del committente deve esser fatta prima dell'inizio delle opere [10]: la nomina, l'accettazione dell'incarico e la dichiarazione di possesso dei requisiti del collaudatore medesimo devono essere trasmesse allo sportello unico per l'edilizia, a cura del direttore dei lavori, prima dell'inizio degli stessi (lavori) [10].

Tempistica del collaudo

Le operazioni tecniche di collaudo possono essere condotte secondo due diverse modalità [1] [9]:

- completata la copertura dell'edificio, dopo la comunicazione del direttore dei lavori al collaudatore [9];
- durante la realizzazione dell'opera per tutti quegli elementi che con il prosieguo dei lavori non sono più ispezionabili, controllabili e collaudabili [1] [8] o per difficoltà tecniche e complessità esecutive [9].

Il collaudatore, in ogni caso, ha 60 giorni di tempo per effettuare il collaudo dopo la comunicazione di ultimazione delle opere da parte del direttore dei lavori [9].

Entro il termine dei 60 giorni, il collaudatore deve esperire tutte le operazioni tecniche necessarie ad emettere il certificato di collaudo: redatto il certificato di collaudo in tre copie, il collaudatore provvede alla trasmissione dello stesso all'Ufficio Regionale (del Genio Civile) e ne dà, contestualmente, comunicazione allo sportello unico per l'edilizia del comune territorialmente competente [9].

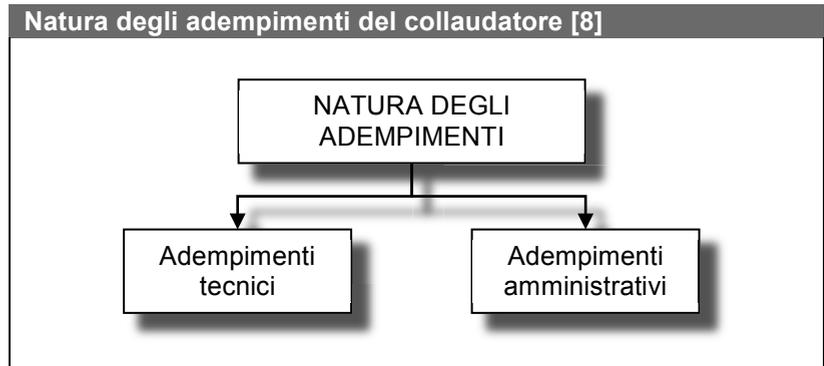
Necessità del collaudo

Il collaudo è necessario, e nel tempo anteriore, alla messa in esercizio delle opere [1] [8].

Per tutte le opere il cui uso richieda il certificato di agibilità o di abitabilità da parte del Comune, è necessario il certificato di collaudo [9].

Adempimenti del collaudo statico

Il collaudo statico si articola in provvedimenti di differente natura e specie [8]: si può considerare, in merito, il diagramma di seguito riportato.



In dettaglio:

Adempimenti tecnici

Gli adempimenti tecnici hanno quale finalità la formazione del giudizio tecnico del collaudatore circa la collaudabilità dell'opera [8].

In buona sostanza, si tratta di valutare la stabilità e sicurezza dell'opera nel suo complesso, ossia struttura in elevato-opera di fondazione-volume significativo di terreno, al fine di riscontrare la rispondenza con i requisiti prestazionali (in particolare con la vita nominale, la classe d'uso, il periodo di riferimento e le azioni di progetto) [8]. Il collaudatore deve [1] [8]:

- esaminare l'impostazione generale del progetto dell'opera, del calcolo, delle azioni di progetto, della componente geotecnica e delle indagini eseguite in fase di progettazione e realizzazione dell'opera;

- esaminare la relazione a strutture ultimate del direttore dei lavori;
- ispezionare l'opera nelle fasi costruttive verificando la conformità dell'eseguito al progetto esecutivo (ispezioni da eseguirsi alla presenza del direttore dei lavori e del costruttore);
- esaminare i certificati delle prove sui materiali (calcestruzzo e acciaio) riscontrandone la conformità alle norme ed eseguendo, se del caso, prove complementari;
- esaminare le prove di carico (fatte eseguire dal direttore dei lavori su indicazione del collaudatore), in particolare quelle sui pali di fondazione, se presenti;
- convalidare i documenti di controllo qualità ed il registro delle non conformità per le opere realizzate in procedura di garanzia di qualità (comunicando le conformità irrisolte, previa interruzione delle operazioni di collaudo, al responsabile del sistema qualità, al committente, al direttore dei lavori e al costruttore per l'adozione delle azioni correttive);
- acquisire la documentazione tecnica di origine relativa ai dispositivi di isolamento sismico, se presenti, con la possibilità di disporre l'esecuzione di prove per la caratterizzazione dinamica del sistema di isolamento, e i certificati relativi a:
 - prove sui materiali;
 - qualificazione dei dispositivi;
 - prove eseguite in cantiere dal direttore dei lavori;
- eseguire accertamenti, studi, indagini e sperimentazioni mediante:
 - prove di carico;
 - prove sui materiali in opera;
 - monitoraggio programmato della struttura (anche dopo il collaudo).

Gli adempimenti amministrativi hanno quale finalità la verifica e l'accertamento dell'avvenuto rispetto [8]:

- delle prescrizioni tecniche atte ad assicurare la pubblica incolumità;
- delle procedure previste per le strutture.

In generale, quindi, il collaudatore è tenuto alla verifica dell'avvenuto rispetto delle prescrizioni formali della progettazione strutturale con specifica attenzione all'iter seguito per la denuncia dei lavori ed alla relazione a strutture ultimate e, se del caso, ai manufatti provenienti da produzioni in serie in stabilimento [8].

Il collaudo prima delle NTC del 2008 era regolamentato dalla Legge 5 novembre 1971, n. 1086.

In particolare, il collaudo era previsto dall'art. 7 [12]:

*Adempimenti
amministrativi*

***Collaudo statico
ante NTC08***

“7. Tutte le opere di cui all'articolo 1 debbono essere sottoposte a collaudo statico.

Il collaudo deve essere eseguito da un ingegnere o da un architetto, iscritto all'albo da almeno dieci anni, che non sia intervenuto in alcun modo nella progettazione, direzione ed esecuzione dell'opera.

La nomina del collaudatore spetta al committente il quale ha l'obbligo di comunicarla al genio civile entro 60 giorni dall'ultimazione dei lavori. Il committente preciserà altresì i termini di tempo entro i quali dovranno essere completate le operazioni di collaudo.

Quando non esiste il committente ed il costruttore esegue in proprio, è fatto obbligo al costruttore di chiedere, nel termine indicato nel precedente comma, all'ordine provinciale degli ingegneri o a quello degli architetti, la designazione di una terna di nominativi fra i quali sceglie il collaudatore.

Il collaudatore deve redigere due copie del certificato di collaudo e trasmetterle all'ufficio del genio civile, il quale provvede a restituirne una copia, con l'attestazione dell'avvenuto deposito da consegnare al committente.

Per le opere costruite per conto dello Stato e degli enti di cui all'ultimo comma dell'articolo 4, gli obblighi previsti dal terzo e dal quinto comma del presente articolo non sussistono.”.

Rispetto al contesto attuale si osserva che [12]:

- requisiti del collaudatore e iter di nomina del tutto uguali all'attuale disposto di norma;
- tempi di nomina meno stringenti degli attuali potendosi nominare il collaudatore al termine dell'opera entro il 60° giorno dal completamento;
- vincoli temporali per portare a termine le operazioni di collaudo definiti dal committente;
- due copie del certificato di collaudo statico anziché tre;
- differenti incombenze per le opere pubbliche secondo quanto previsto dall'ultimo comma.

Anche se di fatto gli articoli 7 e 8 della L. 1086/71 sono recepiti dall'art. 67 del TUE, seppur con le differenze appena evidenziate, ha senso considerare ancora tale procedura?

La risposta è affermativa in quanto, purtroppo, ancora esistono costruzioni autorizzate a realizzate con tali disposti di legge e non ancora collaudate.

Per tali strutture, infatti, si procede secondo le norme citate riguardando l'intera pratica edilizia, relativamente alla procedura del Genio Civile, *“in sanatoria”* (da non confondere con quella urbanistica).

Sanatorie e condoni edilizi

Il patrimonio edilizio italiano è molto particolare: accanto a quello storico, di interesse architettonico e quello autorizzato, esiste un tes-

suto rinveniente da una attività edilizia quasi totalmente incontrollata che, nei momenti di flessione dell'abusivismo e non solo, il legislatore ha inteso regolarizzare attraverso specifici strumenti normativi.

Negli ultimi 30 anni, diversi governi hanno approvato leggi di sanatoria e condono: tali leggi, in merito alla sicurezza strutturale, richiedevano al "certificato di idoneità statica" sollevando, di fatto, il richiedente dall'onere del collaudo statico.

Attualmente, l'unica soluzione per regolarizzare una situazione fuori norma è lo "*accertamento di conformità*" previsto dall'art. 36 del TUE [13]: in questo contesto non esiste più la possibilità del certificato di idoneità statica e sarà necessario procedere, ordinariamente, all'iter autorizzativo, ossia verifiche statiche, se del caso, e quindi collaudo.

Le condizioni sotto cui si opera sono le medesime di una struttura ex-novo con la differenza che in questo caso la struttura già esiste e, in caso di mancata verifica strutturale, qualora condotta, è necessario un intervento di adeguamento: segue il collaudo.

**Riferimenti
normativi**

- [1] NTC, punto 9.1
- [2] Legge 5 novembre 1971, n. 1086, art. 1
- [3] D.P.R. 6 giugno 2001, n. 380, art. 53
- [4] Cass. Pen. 29 aprile 1997, n. 3950 – Nozione di opere in conglomerato cementizio armato
- [5] Cass. Pen. 23 novembre 1998, n. 12164 – Nozione di opere in conglomerato cementizio armato
- [6] Cass. Pen. 29 novembre 2000, n. 5220 – Edilizia
- [7] Circ. M. 10 aprile 1997, n. 65, Capo relativo al COLLAUDO STATICO
- [8] Circ. M. 2 febbraio 2009, n. 617, punto C9.1
- [9] D.P.R. 6 giugno 2001, n. 380, art. 67
- [10] D.P.R. 6 giugno 2001, n. 380, art. 63
- [11] D.P.R. 5 ottobre 2010, n. 207, art. 216
- [12] Legge 5 novembre 1971, n. 1086, art. 7
- [13] D.P.R. 6 giugno 2001, n. 380, art. 36

**ADEMPIMENTI TECNICI
E AMMINISTRATIVI
DEL COLLAUDO STATICO
E PARCELLA**

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 [2].

In dettaglio:

Uno dei primi adempimenti del collaudatore statico è l'analisi della impostazione del progetto [1]. In particolare, l'analisi generale deve riguardare [3]:

- relazione di calcolo strutturale;
- relazione sui materiali;
- relazione geotecnica (del progetto esecutivo);
- elaborati grafici, inclusi i particolari costruttivi;
- 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 [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.

Tali informazioni, oltre che per una verifica di coerenza progettuale, sono fondamentali nelle analisi geometriche successive sull'opera [2].

La relazione a strutture ultimate, relativamente alle opere di calcestruzzo armato 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, attraverso la relazione a strutture ultimate, 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 comunica-

Adempimenti tecnici

Impostazione del progetto

Relazione a strutture ultimate

zione 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.

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 [4].

Lo scopo delle visite è il controllo e la verifica della conformità delle opere in costruzione al progetto strutturale, depositato in cantiere, alle norme ed alla buona regola tecnica [4].

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

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 qualificazione e, se del caso, con ulteriori prove sperimentali di accettazione e tramite "controllo di accettazione") [5] [6];
- l'identificazione del laboratorio presso cui sono state effettuate le prove e che ha rilasciato il certificato [6];
- l'identificazione univoca del certificato (numero di serie e data di emissione) e di ciascuna sua pagina, oltre al numero totale di pagine [6];
- l'identificazione del committente dei lavori in esecuzione e del cantiere [6];
- il nominativo del Direttore dei Lavori che ha richiesto la prova [6];
- la descrizione, l'identificazione e la data di prelievo dei campioni da testare nonché la data di ricevimento dei campioni e la data di esecuzione delle prove [6];

Adempimenti tecnici e amministrativi del collaudo statico e parcella

- l'identificazione delle specifiche di prova o la descrizione del metodo o procedura adottata, con l'indicazione delle norme di riferimento [6];
- le dimensioni effettivamente misurate dei campioni provati, dopo eventuale rettifica e la relativa massa volumica [6];
- le modalità di rottura dei campioni [6];
- i valori di resistenza misurati [6].

È il caso di sottolineare che i risultati delle prove devono essere accompagnati dai relativi controlli di accettazione: è obbligo del collaudatore statico verificare qualitativamente e quantitativamente la validità dei controlli di accettazione medesimi [6].

Qualora il collaudatore statico abbia richiesto l'esecuzione di prove di carico (cfr. capitolo relativo alle prove di carico), egli è tenuto alla analisi dei risultati valutando [7]:

- storia del carico;
- sollecitazioni prodotte e deformazioni misurate;
- rapporto e note sulle eventuali lesioni prodotte durante la prova, sui quadri fessurativi riscontrati, fratture e/o dissesti;
- le deformazioni residue e le deformazioni elastiche.

Il collaudatore statico ha l'obbligo di convalida dei documenti di controllo qualità per tutte le opere realizzate con la relativa procedura [2]. I documenti da analizzare e convalidare riguardano almeno (elenco non esaustivo):

- dichiarazioni documentate sulla politica per la qualità e sugli obiettivi per la qualità;
- un manuale della qualità;
- le procedure documentate e le registrazioni richieste dalla norma;
- il registro delle non conformità.

Qualora il collaudatore statico riscontri la presenza di non conformità, egli è tenuto a sospendere le operazioni di collaudo ed a comunicare le relative risultanze al responsabile del sistema qualità, al committente, al direttore dei lavori e al costruttore. Nell'ambito delle rispettive competenze i soggetti interessati si attivano per l'adozione e per l'assunzione dei provvedimenti più idonei funzionalmente alla eliminazione delle non conformità [2].

Al termine di tali azioni correttive, il collaudatore statico può riprendere la propria attività verificando quanto messo in atto e collaudando o meno l'opera.

Nel caso di strutture realizzate con dispositivi di isolamento sismico, il collaudatore statico deve acquisire la documentazione tecnica relativa ai dispositivi medesimi [2].

Il collaudatore deve acquisire la documentazione tecnica e/o dichiarazioni che consentano di individuare [8]:

Prove di carico

Documenti di controllo qualità

Documentazione tecnica di origine relativa ai dispositivi di isolamento sismico

- tipologia dei dispositivi (Dispositivi di vincolo temporaneo, Dispositivi dipendenti dallo spostamento, Dispositivi dipendenti dalla velocità detti anche Dispositivi a comportamento viscoso o Viscosi e Dispositivi di isolamento o Isolatori);
- la vita di servizio;
- la conservazione delle prestazioni del dispositivo durante la vita di servizio;
- le caratteristiche meccaniche dei componenti del dispositivo e i certificati delle prove di qualificazione svolte in laboratorio;
- il comportamento sotto azione sismica;
- i legami costitutivi del dispositivo mediante prove sperimentali;
- il modello costitutivo che descriva il comportamento del dispositivo in differenti condizioni di uso;
- le prove di qualificazione, con l'indicazione della denominazione e caratteristiche del dispositivo;
- la geometria e l'esatta dimensione dei materiali impiegati, e della loro qualificazione, delle tolleranze ammesse e di ogni altra caratteristica;
- l'installazione e posa in opera, con l'individuazione di tutte le specifiche tecniche delle attrezzature e dei prodotti da utilizzare (manuale del dispositivo);
- le prove eseguite dal direttore dei lavori in cantiere.

Prove e ulteriori accertamenti

Il collaudatore ha facoltà di porre in essere tutte quelle attività, accertamenti, e prove sperimentali atte ad accertare le caratteristiche strutturali e dei materiali dell'opera [2].

Il programma delle prove può riguardare, se presenti, anche i dispositivi di isolamento sismico [2]. Le prove riguardano (elenco non esaustivo – cfr. capitoli relativi) [2]:

- prove di carico;
- prove sui materiali in opera;
- monitoraggio programmato della struttura.

Adempimenti amministrativi

Come già introdotto, gli adempimenti amministrativi del collaudo statico hanno quale obiettivo assicurare il rispetto delle prescrizioni tecniche necessarie alla pubblica incolumità e delle procedure previste dalla norma [1].

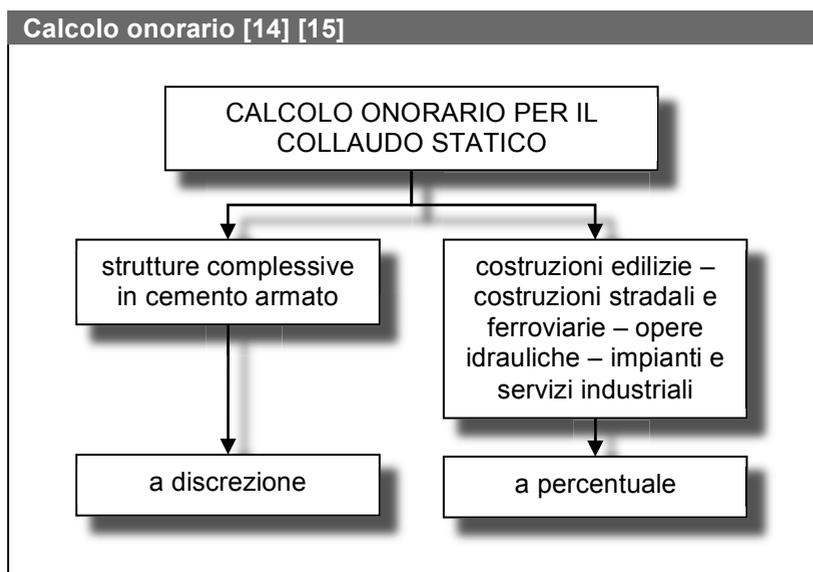
In particolare, il collaudatore statico deve accertare:

- l'avvenuta denuncia dei lavori e relativi adempimenti [4] [9];
- avvenuta comunicazione del nominativo del collaudatore e relativi adempimenti [10];
- l'avvenuta trasmissione della relazione a struttura ultimata [4] [11];
- verificare gli adempimenti relativi alla produzione in serie in stabilimenti di manufatti [12] [13];
- la trasmissione del collaudo e le comunicazioni allo sportello unico costituiscono gli adempimenti finali del collaudatore statico.

La prestazione professionale del collaudatore è liquidata secondo parcella determinata a discrezione [14]. Infatti, la tariffa (Legge n. 143/1949, di seguito semplicemente Legge) prevede tale metodologia di determinazione applicabile ai “collaudi di strutture complessive in cemento armato” [14].

Di fatto, tuttavia, dopo un primo approccio generale, Capo I – Legge n. 143/1949, la Legge specifica che per le opere ricomprese al Capo II l’onorario è determinato a percentuale, ossia in ragione dell’importo dell’opera [15].

È possibile considerare il seguente schema [14] [15]:



Come il professionista deve comportarsi di fronte al dettato normativo?

Un elemento è chiaramente evidente: la parcella è antecedente alla istituzione del collaudo come previsto dall’attuale assetto normativo [16].

Risulta quindi consequenziale che la tariffa non poteva prevedere una disposizione specifica per la prestazione professionale di collaudo così come oggi è configurata [16]. Si procede per analogia [16].

In generale, quindi, l’onorario per la prestazione professionale del collaudo statico deve essere calcolato a percentuale ad eccezione di tutte quelle situazioni in cui il costo dell’opera è relativamente modesto e il collaudo richiede un notevole impegno professionale: in questi (ultimi) casi è ammissibile il compenso a discrezione purché sia preventivamente concordato con il committente al momento del conferimento dell’incarico del collaudo medesimo [16]. In ogni caso, sia che l’onorario venga determinato a percentuale sia a discrezione, le spese sono valutate secondo la tariffa (Legge) [16].

Onorario a percentuale

L'onorario a percentuale per la prestazione di collaudo statico è determinato in funzione dell'importo dell'opera, ossia del costo dell'opera [17].

Costo dell'opera

Il costo dell'opera da considerare per la determinazione della parcella è il costo delle strutture di calcestruzzo armato, incluse opere di fondazione e scavi, al lordo di eventuali ribassi e/o di riserve economiche.

Competenze

Le competenze sono calcolate sulla base della tabella C della Legge [18].

In questo caso si parla di opere progettate e dirette da altri [18]: per alcune strutture, in deroga all'assetto generale normativo del collaudo statico, il progettista o direttore dei lavori può collaudare la struttura (si tratta di situazioni specifiche, espressamente previste generalmente da norme regionali, per strutture particolari e di informata semplicità, come ad esempio i sepolcri familiari nei cimiteri).

Nel calcolo delle competenze sono previste due situazioni e precisamente [18]:

- collaudazione delle opere con l'esame e il parere sugli atti contabili della gestione e sulle riserve (finca -a- della tabella C);
- collaudazione predetta con l'aggiunta dell'onere del riparto della spesa a carico dei vari condomini in proporzioni delle quote di proprietà (finca -b- Tabella C).

La tabella C, convertita in euro, è di seguito riportata [19].

Tabella delle competenze [19]			
importo (£)	importo (€)	senza reparto (%)	con reparto (%)
1.000.000	516,46	3,066	3,985
2.000.000	1032,91	2,698	3,495
3.000.000	1549,37	2,452	3,188
5.000.000	2582,28	2,146	2,790
10.000.000	5164,57	1,471	1,900
15.000.000	7746,85	1,073	1,379
20.000.000	10329,14	0,889	1,165
30.000.000	15493,71	0,643	0,827
40.000.000	20658,28	0,551	0,705
50.000.000	25822,84	0,475	0,613
60.000.000	30987,41	0,429	0,551
70.000.000	36151,98	0,398	0,521
80.000.000	41316,55	0,383	0,490
90.000.000	46481,12	0,367	0,459
100.000.000	51645,69	0,352	0,444

continua

Adempimenti tecnici e amministrativi del collaudo statico e parcella

150.000.000	77468,53	0,279	0,361
200.000.000	103291,38	0,236	0,306
300.000.000	154937,07	0,190	0,245
500.000.000	258228,45	0,150	0,196

Le competenze determinate sulla base della tabella C sono corrette in funzione delle effettive caratteristiche dell'incarico e delle prestazioni professionali.

Adeguamenti

In particolare, gli adeguamenti e correzioni sono definiti in relazione a:

- **anno di aggiudicazione dei lavori:** l'anno di aggiudicazione dei lavori modifica le competenze attraverso un fattore da relazionare all'anno medesimo; il fattore risulta essere maggiore o, al limite uguale, all'unità se la data di aggiudicazione dei lavori è anteriore allo 1 luglio 1947 [20] e precisamente (Cfr. Tabella D della Legge) [21]:

Fattore di adeguamento per l'anno dei lavori [21]	
anno di aggiudicazione dei lavori	fattore di adeguamento (adimensionale)
1938	55,00
1939	47,83
1940	36,67
1941	28,95
1942	23,4
1943	15,71
1° semestre 1944	9,17
2° semestre 1944	3,93
1° semestre 1945	2,33
2° semestre 1945	2,02
1° semestre 1946	2,02
2° semestre 1946	1,67
fino 1 luglio 1947	1,00
dopo 1 luglio 1947	1,00

- **collaudo in corso d'opera:** l'obbligo di visite periodiche viene quantificato sull'onorario a percentuale attraverso una maggiorazione variabile fra il 15% e il 30% [22];
- **opere di manutenzione:** l'incremento viene quantificato sull'onorario a percentuale attraverso una maggiorazione fino al 50% [23].

Revisione
dei calcoli

La revisione dei calcoli di stabilità è compensata nella misura del 20% del costo del progetto esecutivo (aliquota c) per la classe e categoria dell'opera in esame [24].

L'importo calcolato è sommato all'onorario a percentuale già adeguato e corretto.

*Calcolo
delle spese*

Le spese sono determinate ai sensi degli artt. 4, 6 e 13 della tariffa [16]. Nel caso del collaudo sono applicabili:

- il tempo impiegato nei viaggi [25];
- le spese vive di viaggio, di vitto, di alloggio per il tempo passato fuori ufficio dal collaudatore e dal suo personale di aiuto, e le spese accessorie (le spese di viaggio su ferrovie, tramvie, piroscafi, ecc., vengono rimborsate sulla base della tariffa di prima classe per il professionista incaricato e della classe immediatamente inferiore per il personale di aiuto; le spese di percorrenza su strade ordinarie sono rimborsate secondo le ordinarie tariffe chilometriche) [26];
- le spese per il personale di aiuto o per qualsiasi altro sussidio od opera necessaria all'esecuzione di lavori fuori ufficio [26];
- le spese di bollo, di registro, i diritti di uffici pubblici o privati, le spese postali, telegrafiche e telefoniche [26];
- le spese di scritturazione, di traduzione di relazioni o di diciture in lingue estere su disegni, di cancelleria, di riproduzione di disegni eccedente la prima copia [26];
- i diritti di autenticazione delle copie di relazioni o disegni [26].

Previo accordo con la committenza, tutte le spese precedentemente elencate possono essere conglobate in un unico rimborso nella misura massima del 60% dell'onorario a percentuale [27].

- [1] Circ. M. 2 febbraio 2009, n. 617, punto C9.1
- [2] NTC, punto 9.1
- [3] NTC, punto 10.1
- [4] D.P.R. 6 giugno 2001, n. 380, art. 65
- [5] NTC, punto 11.1
- [6] NTC, punto 11.2.5.3
- [7] NTC, punto 9.2
- [8] NTC, punto 11.9
- [9] Legge 5 novembre 1971, n. 1086, art. 4
- [10] D.P.R. 6 giugno 2001, n. 380, art. 67
- [11] Legge 5 novembre 1971, n. 1086, art. 6
- [12] D.P.R. 6 giugno 2001, n. 380, art. 58
- [13] Legge 5 novembre 1971, n. 1086, art. 9
- [14] Legge 2 marzo 1949, n. 143, art. 5, comma h
- [15] Legge 2 marzo 1949, n. 143, art. 12
- [16] Circ. M. 14 dicembre 1987, n. 446 – Legge 5 novembre 1971, n. 1086, art. 7. Liquidazione parcelle professionali per collaudo statico di opere in conglomerato cementizio armato, precompresso e a struttura metallica
- [17] Legge 2 marzo 1949, n. 143, art. 2
- [18] Legge 2 marzo 1949, n. 143, art. 19-b
- [19] Legge 2 marzo 1949, n. 143, Tabella C
- [20] Legge 2 marzo 1949, n. 143, art. 19-c
- [21] Legge 2 marzo 1949, n. 143, Tabella D
- [22] Legge 2 marzo 1949, n. 143, art. 19-d
- [23] Legge 2 marzo 1949, n. 143, art. 19-e
- [24] Legge 2 marzo 1949, n. 143, art. 19-f
- [25] Legge 2 marzo 1949, n. 143, art. 4, comma c
- [26] Legge 2 marzo 1949, n. 143, art. 6
- [27] Legge 2 marzo 1949, n. 143, art. 13

**Riferimenti
normativi**