



Azienda Ospedaliera di Rilievo Nazionale  
**SANTOBONO  
PAUSILIPON**

206

11 APR 2019

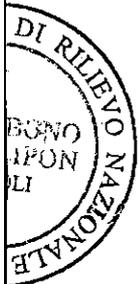
*CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO*

*Servizi tecnici di ingegneria e architettura*

PROCEDURA APERTA AI SENSI DELL'ART. 60 DEL D.LGS. N. 50/2016 PER  
L'AFFIDAMENTO DEL SERVIZIO DI INGEGNERIA E ARCHITETTURA PER L'ESECUZIONE  
DELLE VERIFICHE TECNICHE DI VULNERABILITÀ SISMICA AI SENSI DELL'OPCM  
N. 3274/03 E SUCCESSIVE DISPOSIZIONI DA ESEGUIRSI SUGLI EDIFICI DELL'A.O.R.N.  
SANTOBONO-PAUSILIPON DI NAPOLI

**CUP: H63I19000000005**

**CIG: 7865153195**



.....	1
<i>Servizi tecnici di ingegneria e architettura</i> .....	1
<b>1. CAPO I - OGGETTO DEL SERVIZIO E DISCIPLINA PRINCIPALE</b> .....	3
1.1. Oggetto dell'affidamento .....	3
L'affidamento ha per oggetto i servizi di ingegneria strutturale per la verifica della vulnerabilità sismica, incluse prove e sondaggi per raggiungere i livelli di conoscenza richiesti dalla normativa, il ripristino dello stato dei luoghi, le ipotesi di intervento strutturale e la quantificazione dei costi e dei tempi per l'eliminazione delle vulnerabilità dei seguenti edifici dell'A.O.R.N. Santobono-Pausilipon interessati e precisamente:.....	3
1.2. Descrizione del servizio.....	3
1.3. Fasi.....	4
1.4. Predisposizione degli elaborati finali e di sintesi.....	4
1.5. Gruppo di lavoro .....	5
<b>2. CAPO II - DISCIPLINARE TECNICO DEL SERVIZIO</b> .....	5
2.1. Fase 1: Conoscenza dell'immobile .....	5
2.2. Fase 1.1 - Raccolta e analisi della documentazione esistente.....	5
2.2.1. Raccolta dei dati amministrativi, tecnici e geologici.....	5
2.2.2. Definizione della storia progettuale, costruttiva e sismica dell'edificio.....	6
2.3. Fase 1.2 - Conoscenza geometrica e prestazionale dell'immobile .....	6
2.3.1. Descrizione generale degli immobili .....	7
2.3.2. Relazione sulle fondazioni .....	7
2.3.3. Rilievo fotografico dell'immobile.....	8
2.3.4. Rilievo grafico dell'immobile .....	8
2.3.5. Rilievo grafico e fotografico del quadro fessurativo.....	9
2.3.6. Relazione sullo stato generale di conservazione dell'opera.....	9
2.3.7. Documento di progetto per l'esecuzione delle prove.....	9
2.4. Fase 1.3 - Indagini strumentali .....	10
2.4.1. Indagini strumentali sui terreni .....	10
2.4.2. Indagini strumentali sull'immobile .....	11
2.4.3. Ulteriore documentazione di sintesi ed analisi .....	13
2.5. Elaborati di sintesi della Fase 1 di Conoscenza dell'Edificio .....	14
2.6. Fase 2: Modellazione strutturale e verifiche di vulnerabilità .....	14
2.7. Fase 2.1 Modellazione strutturale.....	15
2.7.1. Definizione dei dati di base della modellazione strutturale.....	15
2.7.2. Definizione dei criteri generali e particolari di valutazione della vulnerabilità sismica dell'edificio. ....	16
2.7.3. Modellazione della struttura e metodi di analisi adottati.....	18
2.7.4. Validazione del modello strutturale .....	19
2.8. Fase 2.2 - Verifiche di vulnerabilità .....	19
2.8.1. Verifiche di vulnerabilità.....	19
2.8.2. Determinazione degli indicatori di rischio (IR) .....	21
2.8.3. Valutazioni critiche propedeutiche alla predisposizione degli interventi .....	22
2.9. Elaborati di sintesi della Fase 2 di Modellazione strutturale e verifiche di vulnerabilità.....	23
2.10. Fase 3: Ipotesi di intervento strutturale.....	24
2.11. Elaborati di sintesi della Fase 3: Ipotesi di intervento strutturale.....	24
<b>3. CAPO III - MODALITÀ DI ESECUZIONE DEL SERVIZIO</b> .....	24
3.1. Condizioni dello svolgimento del servizio.....	24
3.2. Verifica di conformità .....	25
3.3. Sorveglianza e monitoraggio del servizio .....	25
3.4. Brevetti e diritti d'autore .....	25



## 1. CAPO I - OGGETTO DEL SERVIZIO E DISCIPLINA PRINCIPALE

### 1.1. Oggetto dell'affidamento

206 11 APR 2019

L'affidamento ha per oggetto i servizi di ingegneria strutturale per la verifica della vulnerabilità sismica, incluse prove e sondaggi per raggiungere i livelli di conoscenza richiesti dalla normativa, il ripristino dello stato dei luoghi, le ipotesi di intervento strutturale e la quantificazione dei costi e dei tempi per l'eliminazione delle vulnerabilità dei seguenti edifici dell'A.O.R.N. Santobono-Pausilipon interessati e precisamente:

#### 1. il P.O. "Santobono":

- a. Padiglioni "Santobono-Torre" e "Ravaschieri" per una consistenza complessiva pari a circa 20.163 m<sup>2</sup> di superficie ed un volume pari a circa 72.587 m<sup>3</sup>, presso il Presidio Ospedaliero (P.O.) "Santobono", sito in via Mario Fiore n. 6;
- b. Tunnel di collegamento per una consistenza complessiva pari a circa 790 m<sup>2</sup> di superficie ed un volume pari a circa 2.607 m<sup>3</sup>
- c. Edificio del Custode prospiciente la via Caialzo;
- d. Edificio del Custode prospiciente la via Fiore;
- e. Edificio centrale termica Padiglione Santobono;
- f. Edificio destinato a deposito farmaci-bombole ossigeno;
- g. Edificio centrali elettriche Padiglione Santobono;
- h. Edificio centrale gas medicali Padiglione Santobono;
- i. Edificio destinato a rifiuti speciali Padiglione Santobono;
- j. Edificio cabina elettrica Padiglione Ravaschieri;
- k. Edificio Laboratorio ortopedico;
- l. Edificio destinato a deposito farmaci e CED;
- m. Edificio Uffici;

#### 2. il P.O. "Pausilipon" sito in via Posillipo n. 226 per una consistenza complessiva pari a circa 9.376 m<sup>2</sup> di superficie ed un volume pari a circa 34.691 m<sup>3</sup>.

Per quanto attiene agli Edifici (dalla lettera c. alla lettera m., riportati al precedente punto 1. per ciascuno dei quali si valuta l'area inferiore a 400m<sup>2</sup> ed il volume inferiore a 1.200m<sup>3</sup>) si chiarisce che gli stessi hanno dimensioni minime tali da comportare, per ciascuno di essi, la tariffa minima prevista dall'O.P.C.M. pari ad € 3.000,00.

### 1.2. Descrizione del servizio

Il servizio tecnico di ingegneria strutturale che si intende affidare è finalizzato alla verifica sismica di Livello di Conoscenza (LC2 e LC3) relativa agli edifici indicati nel precedente paragrafo. Esso è articolato in:

- Ricerca documentale;
- redazione delle specifiche per definire le campagne di indagine necessarie per acquisire i livelli di conoscenza nel seguito richiesti;
- relative indagini e saggi sui materiali;
- ripristino sia funzionale che estetico dello stato dei luoghi;
- interpretazione dei risultati;
- rilievi di dettaglio ed elaborazioni grafiche (piante, sezioni e prospetti);
- modellazioni numeriche;
- analisi strutturali;
- verifiche tecniche sull'immobile al fine di pervenire ad un giudizio critico in merito alla vulnerabilità sismica rilevata e all'indicazione di eventuali interventi urgenti o di miglioramento/adequamento necessari a garantire la sicurezza d'uso del medesimo edificio, accompagnata da una relazione contenente la giustificazione/motivazione delle scelte tecniche di intervento di presidio per la riduzione delle vulnerabilità rilevate;
- relativo pre-dimensionamento con gli elaborati grafici;

- stima di massima dei costi di intervento ed il miglioramento perseguibile in termini di indice di rischio sismico, pari ad almeno 0,65 sull'intero immobile.

I servizi di indagini e prove necessarie per effettuare la valutazione di vulnerabilità del presente capitolato sono a carico dell'aggiudicatario che provvederà alla redazione delle specifiche, all'esecuzione delle prove distruttive e non distruttive da eseguirsi, delle relative assistenze murarie, carotaggi ed i successivi ripristini, attività da svolgere di concerto con la direzione sanitaria al fine di ridurre al minimo le interferenze con le attività mediche.

I costi relativi alle pratiche per la predisposizione della documentazione necessaria e l'ottenimento dei permessi, dei certificati di prove in laboratorio ed in genere tutti gli oneri relativi sono a carico dell'aggiudicatario.

I risultati delle prove di laboratorio dovranno essere certificati da laboratori accreditati ai sensi della vigente normativa.

Gli interventi di indagine e verifica strutturale, miranti a testare la vulnerabilità sismica delle strutture, dovranno essere conformi a quelli delineati dalle seguenti normative nazionali, privilegiando, per quanto possibile, le prove non distruttive. Le norme di riferimento sono:

- Direttiva del Presidente del Consiglio dei Ministri 9 febbraio 2011 Valutazione e riduzione del rischio sismico del patrimonio culturale;
- Norme Tecniche sulle Costruzioni di cui al D.M. del 17/01/2018 (nel seguito indicate come DM18) e ss.mm.ii.;
- Circolare esplicativa delle NTC n°7 del 21/01/2019 (nel seguito indicate come istruzioni al DM18);
- Euro codice 2: Design of concrete structures;
- Euro codice 8: Design of structures for earthquake resistance.

Dal punto di vista dell'impostazione metodologica, per quanto non modificato dal DM18, si farà riferimento anche alle ulteriori normative e linee guida Statali e Regionali (rif. Linea guida) emanate in materia. Alle medesime norme si dovrà fare riferimento per l'esecuzione delle verifiche di vulnerabilità e per i successivi progetti preliminari. In ogni caso dovranno essere riportate le ipotesi per la modellazione strutturale con le relative giustificazioni supportate da basi scientifiche e/o da modelli scientificamente validi riportati nella letteratura specialistica.

### 1.3. Fasi

Il servizio è suddiviso in tre fasi, di seguito elencate:

- Fase 1: Conoscenza dell'immobile
- Fase 2: Modellazione strutturale e verifica di vulnerabilità
- Fase 3: Ipotesi di intervento strutturale

Nel CAPO II del presente capitolato vengono descritte nel dettaglio le tre fasi sopramenzionate.

### 1.4. Predisposizione degli elaborati finali e di sintesi

L'aggiudicatario dovrà produrre gli elaborati finali e di sintesi minimi come indicato nel CAPO II del presente Capitolato. Tali elaborati andranno consegnati alla Stazione Appaltante in quattro distinti momenti, meglio definiti nel CAPO II del presente capitolato. Per ciascuno di questi momenti la Stazione Appaltante procederà a verificare la documentazione consegnata per l'approvazione. Tali documenti dovranno essere forniti sia su formato cartaceo che su supporto informatico in formato editabile.



Per l'espletamento del servizio devono essere presenti figure professionali sufficienti a garantire un corretto svolgimento dell'incarico affidato.

In particolare, per l'attività di verifica strutturale il professionista dovrà essere in possesso di Laurea (Quinquennale o Specialistica) in Architettura/Ingegneria Civile, Ingegneria Edile, ed iscritto nel relativo albo professionale da almeno 10 anni. Per quanto riguarda le attività di indagini e prove geologiche, il professionista dovrà essere in possesso di Laurea (Quinquennale o Specialistica) in Scienze geologiche, ed iscritto nel relativo albo da almeno 5 anni.

Si considerano parimenti validi i titoli e le iscrizioni ad albi equivalenti nell'ambito dei Paesi U.E.

## 2. CAPO II - DISCIPLINARE TECNICO DEL SERVIZIO Fase 1: Conoscenza dell'immobile

Obiettivo della Fase 1 è il raggiungimento di un Livello di Conoscenza dell'immobile adeguato alla comprensione del comportamento delle strutture (LC2 - LC3). Essa è articolata in:

- Fase 1.1: Raccolta e analisi della documentazione esistente;
- Fase 1.2: Conoscenza geometrica e prestazionale dell'immobile;
- Fase 1.3: Indagini strumentali.

Al termine di tale fase il tecnico dovrà redigere gli elaborati di sintesi descritti nel prosieguo.

### 2.2. Fase 1.1 - Raccolta e analisi della documentazione esistente

In questo primo momento conoscitivo si raccoglieranno tutti i documenti progettuali, costruttivi, di collaudo e di manutenzione reperibili principalmente in loco, da ricercare a cura dell'aggiudicatario, presso gli archivi del Comune, del genio Civile, del Provveditorato per le Opere Pubbliche, delle Soprintendenze, del Catasto ecc., atti a fornire notizie sulle caratteristiche delle strutture. Saranno rilevate anche le informazioni sulle parti non strutturali che possono contribuire alla resistenza sismica dell'edificio (ad esempio le tamponature e i tramezzi in muratura negli edifici in c.a.). Tutti i dati raccolti dovranno essere collazionati ed esposti in una specifica "Relazione sulla documentazione esistente".

Di seguito si forniscono indicazioni in merito alla documentazione da ricercare ed alle modalità di esposizione delle informazioni richieste.

#### 2.2.1. Raccolta dei dati amministrativi, tecnici e geologici

Dovranno essere ricercati documenti di particolare interesse quali:

- progetto architettonico e strutturale (relazione di calcolo delle strutture, relazione geologica, relazione geotecnica e sulle fondazioni, elaborati grafici, computi metrici, carpenterie, ecc.);
- eventuali varianti in corso d'opera;
- certificati di prove sui materiali;
- relazione e certificato di collaudo;
- foto delle fasi costruttive e dei dettagli strutturali;
- eventuali progetti di ristrutturazione/miglioramento/adeguamento sismico e relativi documenti di esecuzione e collaudo;
- progetti di ristrutturazione funzionale e architettonica.

La ricerca del progetto strutturale originario è un atto dovuto, pertanto è necessario relazionare sulle ricerche effettuate e sull'esito di queste. Nel caso non si sia riuscito a reperire da altra fonte una significativa quantità e qualità di documenti strutturali, è necessario allegare la copia della richiesta di accesso agli atti presentata presso gli uffici tecnici di riferimento.

Nel caso non sia possibile reperire (in parte o completamente) la documentazione elencata, è comunque importante individuare il periodo sia di progettazione che di realizzazione dell'edificio in esame.

### 2.2.2. Definizione della storia progettuale, costruttiva e sismica dell'edificio

Descrivere la storia dell'evoluzione strutturale subita nel tempo dagli edifici, evidenziando in particolare se siano soggetti a particolari vincoli urbanistici o di tutela. Similmente è opportuno che vengano elencati, mediante ricerca, i sismi storici a cui le strutture sono state soggette. Pertanto le informazioni minime, da reperire (specificandone la fonte) e riportare nella *Relazione sulla documentazione esistente*, sono le seguenti:

- anno o epoca di progettazione;
- anno o epoca di inizio lavori;
- anno o epoca di completamento lavori;
- anno e tipo degli interventi successivi al completamento dell'opera, con particolare attenzione agli interventi che hanno variato la struttura, rafforzandola (miglioramento, adeguamento sismico) o indebolendola (sopraelevazioni, creazione di piani porticati, riorganizzazione delle aperture nelle pareti murarie, apertura di vani nelle pareti murarie portanti, etc.);
- storia sismica dell'edificio con riferimento agli eventi subiti ed agli eventuali dati ed ai danni rilevati.

### 2.3. Fase 1.2 - Conoscenza geometrica e prestazionale dell'immobile

In questo momento conoscitivo si raccoglieranno le informazioni geometriche, materiche e prestazionali desumibili dalle prime attività di sopralluoghi e rilievi da eseguire sulla struttura. Per individuare le caratteristiche geometriche degli elementi strutturali e non, dovrà essere effettuato un rilievo strutturale e metrico ex novo completo con idonea strumentazione, per misurare direttamente le caratteristiche geometriche degli elementi principali, con la successiva redazione degli elaborati quali piante, sezioni e prospetti da fornire tutti, sia in formato .pdf che editabile. È consentito un rilievo di verifica nel caso in cui siano disponibili i disegni originali di progetto, da sottoporre a controllo sempre con idonea strumentazione e comunque sempre sotto la responsabilità dell'aggiudicatario.

Dovrà essere effettuato un rilievo delle strutture: in particolare ed in modo esaustivo, dovranno essere verificati direttamente gli spessori dei solai a tutti i livelli, con modalità a scelta del tecnico e comunque specificando la metodologia utilizzata (a titolo esemplificativo e non esaustivo, mediante l'esecuzione di video endoscopie, con strumentazione a fibre ottiche, ecc.), individuando la tipologia, la destinazione d'uso attuale ed eventualmente originaria per valutare le variazioni di sovraccarico accidentale.

Si dovranno effettuare ispezioni anche sulle murature portanti e tamponature, per determinarne la geometria interna e le caratteristiche dei materiali (mattoni pieni, forati, blocchetti di calcestruzzo, etc.); analoga indagine dovrà essere svolta sulle tramezzature. Inoltre, verranno analizzati anche gli elementi non strutturali per poter tenere conto, nella successiva modellazione numerica, del contributo delle tamponature e delle tramezzature inserite nelle maglie strutturali, considerando l'eventuale incremento della capacità dissipativa dell'edificio.

Dovranno essere privilegiate tecniche non invasive, mentre, nel caso di tecniche invasive, dovranno essere specificate le prove da eseguire, dove e con quali strumenti e quali dati fornire come output tenendo conto della copresenza di personale in loco e riducendo al minimo l'interferenza con le attività mediche.



Per quanto riguarda le fondazioni dovranno essere specificati i saggi da effettuare per verificare la profondità del piano di posa, per fondazioni di tipo diretto, ed in ogni caso la tipologia e le caratteristiche geometriche, fin dove possibile, anche per quelle indirette.

Particolare attenzione deve essere rivolta all'approfondimento delle cause di eventuali lesioni, dissesti o stati di degrado, mettendo a vista la struttura in corrispondenza di eventuali fessure e lesioni ed effettuando saggi accurati.

La prima attività ricognitiva, in definitiva, sia visiva che strumentale, dovrà riguardare sia la geometria dell'opera sia la presenza di eventuali dissesti in atto.

Tutte le informazioni saranno documentate attraverso relazioni, rilievi grafici e fotografici e dovranno essere presentate in una raccolta di elaborati denominata "*Relazione descrittiva dell'immobile*" organizzata secondo il medesimo ordine dei paragrafi a seguire.

A completamento di questa attività ricognitiva dovrà infine essere redatto e consegnato un elaborato denominato "*Documento di progetto per l'esecuzione delle prove*", come descritto nel prosieguo.

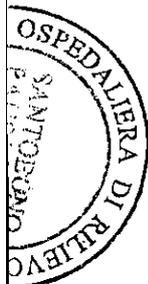
### 2.3.1. Descrizione generale degli immobili

La descrizione deve contenere tutte le informazioni di carattere generale utili all'identificazione della tipologia dell'opera. In particolare dovranno essere riportate almeno le seguenti informazioni:

- specifica della tipologia strutturale di edificio da esaminare (cemento armato, acciaio, muratura, mista, ecc ), con chiarimento delle sotto-tipologie nel caso di strutture miste;
- descrizione del contesto ambientale dove è collocata l'opera, con riferimento agli eventuali vincoli idrogeologici ed anche alle informazioni morfologiche desumibili dalle indagini e dalla relazione geologica;
- individuazione dei corpi di fabbrica esistenti, sottolineando in particolare se sono presenti giunti. In tal caso è necessario specificare se questi sono tecnici o sismici, riportando la dimensione del giunto stesso. In ogni caso è necessario che negli elaborati grafici di rilievo strutturale vengano evidenziati i corpi di fabbrica presenti specificando, se del caso, quali sono soggetti a verifica e quali no. Inoltre, nel caso di presenza di più corpi, sarà necessario specificare chiaramente la scelta progettuale di verifica (edifici studiati separatamente oppure no). Nel primo caso si dovrà verificare in sede di analisi che il giunto sia di dimensioni tali da evitare il martellamento strutturale, nel secondo si dovranno indicare le metodologie di intervento per l'unione dei corpi;
- nel caso si esamini una unità strutturale facente parte di un aggregato edilizio, dovranno essere fornite tutte le indicazioni preliminari relative ai criteri di verifica utilizzati per tener conto dell'interazione con i corpi di fabbrica collegati. Inoltre, trattandosi di edifici in aggregato, è necessario produrre una approfondita relazione sull'evoluzione storica dello stesso;
- descrizione generale del sistema costruttivo che caratterizza l'opera, con riferimento specifico alla tipologia e alla dislocazione dei materiali presenti, alla tipologia di murature, tamponature e tramezzature, alla tipologia dei solai ed a tutte quelle informazioni di carattere strutturale che risultano utili all'identificazione dell'edificio;
- descrizione dell'organizzazione funzionale interna (destinazioni d'uso);
- descrizione geometrica degli immobili, riportando la quadratura per ogni piano di ogni singolo edificio, la specifica delle altezze di interpiano e la cubatura.

### 2.3.2. Relazione sulle fondazioni

Descrizione dettagliata ed esaustiva del sistema di fondazione che caratterizza l'opera da esaminare. In particolare dovranno essere riportate le seguenti informazioni:



- descrizione della tipologia di fondazioni presenti (profonde, di tipo puntuale, travi rovesce, con calcestruzzo armato o no, ecc.);
- note preliminari sulle indagini effettuate in situ per l'identificazione del sistema fondale (documento da allegare assieme ai documenti di report delle indagini da effettuare in situ);
- descrizione di eventuali problematiche strutturali relative al funzionamento del sistema strutturale di fondazione (cedimenti o dissesti in atto, ecc.).

Il tecnico dovrà sempre esplicitare, comunque, la logica di attribuzione dello schema fondale ai fini delle verifiche, per cui, nel caso in cui non sia stato possibile acquisire informazioni complete sull'apparato fondale stesso, dovranno essere specificate le motivazioni di tale assunzione (presa d'atto delle informazioni desunte dagli elaborati originari, presa d'atto di altri tipi di informazioni ricavate diversamente, ecc.).

### 2.3.3. Rilievo fotografico dell'immobile

Il rilievo fotografico deve essere accompagnato da una cartografia che indichi i punti di vista delle fotografie allegate. Vanno fotografati tutti i particolari costruttivi salienti. In questo caso la foto deve essere accompagnata da una descrizione sintetica dell'oggetto, riportata in didascalia, sottolineandone la rilevanza strutturale.

### 2.3.4. Rilievo grafico dell'immobile

Documentazione grafica di rilievo, sia architettonico-edile che strutturale e impiantistico (almeno delle macchine più pesanti e degli elementi che riducono, a parere dell'aggiudicatario, sensibilmente la resistenza degli elementi strutturali), fondamentale per le successive fasi del servizio. Tali documenti dovranno essere forniti sia su carta che su supporto informatico informato ed editabile. **Il livello di dettaglio dell'indagine sarà stabilito dall'aggiudicatario in funzione delle documentazioni disponibili e delle verifiche successive da effettuare sotto la sua responsabilità.**

Gli elaborati grafici architettonico-edili minimi sono i seguenti:

- piante dei vari livelli dell'immobile con riportate le destinazioni d'uso degli ambienti (scala 1:100), debitamente quotate;
- pianta della copertura (scala 1:100);
- prospetti (scala 1:100);
- sezioni architettoniche (scala 1:100) con indicato il verso delle viste riferibile alle piante;

In particolare si sottolinea che le sezioni prodotte devono essere in numero tale da descrivere in modo esaustivo la struttura; pertanto esse saranno riprodotte in un numero che dipende direttamente dalla forma in pianta della struttura stessa (minimo due sezioni incrociate per ogni pseudo rettangolo in cui è possibile suddividere la pianta della struttura).

Gli elaborati grafici strutturali minimi sono i seguenti:

- pianta delle fondazioni (scala 1:100);
- carpenterie dei vari livelli dell'immobile (scala 1:100) con riportate tutte le indicazioni materiche e dimensionali degli elementi strutturali di interesse, in funzione della tipologia costruttiva (interassi, altezze, sezioni degli elementi strutturali, orditura e tipologia dei solai, dei corpi scala, ecc.). In particolare, per gli edifici in muratura è obbligatorio riportare la posizione e dimensione delle singole aperture (o di eventuali vuoti murari), la dimensione, tipologia e collocazione nella sezione trasversale degli architravi, la natura e consistenza dei sopra e sottofinestre, gli eventuali cordoli perimetrali, gli eventuali incatenamenti, ecc., specificandone in tutti i casi l'efficienza strutturale. È necessario,



sempre per la muratura, indicare graficamente l'eventuale utilizzo di più sotto-tipologie murarie, anche riferibili alla evoluzione storica dell'immobile;

2018 11 APR 2019

- sezioni (scala 1:100) con indicato il verso delle viste relative alle carpenterie. In particolare si sottolinea che le sezioni prodotte devono essere in numero tale da descrivere la struttura per il livello di conoscenza che il tecnico intende raggiungere, così come precedentemente esposto;
- particolari costruttivi ritenuti significativi (rappresentati in scala 1:10) per il completamento del rilievo, oltre che per la definizione e comprensione del modello di calcolo adottato per la verifica;
- nel caso di edificio in aggregato occorre produrre degli elaborati grafici che, nell'ambito dell'organizzazione strutturale generale, mettano in chiara evidenza l'unità strutturale da esaminare. Inoltre è necessario identificare l'organizzazione strutturale dei corpi di fabbrica adiacenti alla unità strutturale in esame, al fine di individuarne il contributo nel comportamento in continuità.

Nel caso in cui siano disponibili gli elaborati richiesti, è consentito un rilievo di verifica da parte dell'aggiudicatario, da sottoporre a controllo con idonea strumentazione e comunque sempre sotto la responsabilità del tecnico affidatario.

### *2.3.5. Rilievo grafico e fotografico del quadro fessurativo*

Quadro fessurativo e dello stato generale di conservazione dell'opera, con indicazione dei punti di vista. L'elaborato deve permettere una agevole lettura del quadro fessurativo e degli eventuali dissesti rilevati, specificando tipologia e localizzazione delle lesioni (associabili a problemi statici e non, dovute a semplici fenomeni di degrado, riportati a parte nella relazione), per cui è richiesta una documentazione grafica e fotografica idonea allo scopo (prospetti con visualizzazione delle lesioni, piante con evidenziate le tipologie di lesioni, ecc.). Riguardo ai dissesti in atto o conseguenti ad eventi sismici passati, evidenziare:

- cedimenti di fondazione;
- inadeguatezza degli orizzontamenti (solai e travi) ai carichi verticali (manifestata da lesioni nelle strutture o lesioni indotte negli elementi non strutturali, deformazioni eccessive, ecc.);
- inadeguatezza di pilastri e pareti ai carichi verticali (ad esempio: presenza di lesioni verticali, schiacciamenti, spancamenti nelle pareti murarie, etc.);
- degrado e difetti costruttivi (ad esempio: distacchi del copriferro, corrosione delle armature, nidi di ghiaia e lesioni da ritiro nel c.a., fuori piombo costruttivi, degrado delle malte e/o degli inerti costituenti la muratura, etc.);
- descrizione sintetica della natura del quadro fessurativo riscontrato in situ, mettendo in evidenza le cause, presunte o dimostrate, del fenomeno e se esso ha rilevanza ai fini della valutazione della vulnerabilità. Se del caso, vanno riportate le prime indicazioni sulle possibili opere di intervento urgente per eliminare le ragioni del quadro fessurativo in atto, oppure andranno riportate le ragioni della necessità di operare un monitoraggio dell'evoluzione del quadro stesso.

### *2.3.6. Relazione sullo stato generale di conservazione dell'opera*

Lo stato di conservazione dell'opera dovrà essere descritto in modo sintetico ma esaustivo e dovranno essere indicati gli interventi di manutenzione più o meno urgenti, anche ai fini della possibile influenza che lo stato di degrado ha nei confronti della vulnerabilità sismica generale degli immobili. Pertanto sarà necessario allegare il rilievo strutturale.

### *2.3.7. Documento di progetto per l'esecuzione delle prove*

Al fine di completare il quadro conoscitivo con il livello di conoscenza richiesto, l'aggiudicatario dovrà redigere le specifiche delle prove strumentali da eseguire sui manufatti ed eseguirle. Tali

specifiche dovranno essere riportate su un elaborato denominato "Documento di progetto per l'esecuzione delle prove" insieme alle quantità, agli elaborati grafici ed alle relazioni descrittive, ai piani di sicurezza per individuare dove effettuare le prove e per descrivere compiutamente quanto necessario per l'immediata cantierabilità delle stesse.

Le prove dovranno includere le indagini geognostiche e geotecniche per gli aspetti relativi alla caratterizzazione dei terreni fondali nonché della classificazione sismica degli stessi, finalizzate a completare il livello di conoscenza dello stato attuale della struttura, definendo le principali caratteristiche meccaniche dei materiali e dei terreni funzionali alla successiva modellazione strutturale e analisi di vulnerabilità.

L'aggiudicatario sarà pienamente responsabile della definizione delle prove da eseguire, della loro esecuzione e del relativo livello di conoscenza ottenuto.

Il presente documento dovrà essere condiviso ed approvato dalla Stazione Appaltante.

#### 2.4. Fase 1.3 - Indagini strumentali

In base alle specifiche definite nel punto precedente, si dovrà procedere con l'esecuzione, previa acquisizione di eventuali pareri di Autorità sovraordinate, delle indagini conoscitive e delle prove da eseguirsi sui materiali, lo smaltimento del materiale di risulta, nonché il ripristino dello stato di fatto, l'invio ed il pagamento delle prove dei materiali. Le prove di caratterizzazione dovranno essere eseguite da laboratori certificati, a spese dell'aggiudicatario, che dovrà presentare le relative attestazioni. I risultati di tali prove andranno organizzati in due distinte raccolte denominate rispettivamente "Indagini strumentali sui terreni" ed "Indagini strumentali sull'immobile", di seguito dettagliate.

##### 2.4.1. Indagini strumentali sui terreni

Le indagini geologiche che saranno ritenute necessarie dall'aggiudicatario dovranno consentire di valutare le proprietà sismiche del terreno di sedime. I risultati delle prove dovranno più estesamente essere relazionati nei seguenti elaborati debitamente firmati ed asseverati da professionisti abilitati nel settore di competenza, che andranno inseriti nella suddetta raccolta:

- a. relazione geologico-geotecnica;
- b. relazione sulle indagini geofisiche;
- c. caratterizzazione topografica della zona – situazioni particolari;
- d. caratterizzazione geotecnica dei terreni fondali compresi i certificati e gli esiti delle prove di laboratorio.

##### 2.4.1.1. Relazione geologico-geotecnica

Tale relazione deve essere redatta ai sensi §6 del DM18 e delle indicazioni riportate nelle Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche al §C6. La relazione dovrà contenere le seguenti informazioni minime (per le quali un utile riferimento compilativo rimane il DM 11 marzo 1988):

- descrizione del programma di indagine;
- caratterizzazione geologico-geotecnica del sottosuolo in relazione alle finalità da raggiungere per la valutazione della vulnerabilità sismica (si richiamano, a tal proposito, le indicazioni riportate nel testo normativo e nella circolare esplicativa del DM18 al §C3.2.2 e §C3.2.3);
- planimetria con le ubicazioni delle indagini, documentazione sulle indagini in sito ed in laboratorio;
- profilo stratigrafico del sottosuolo con la localizzazione delle falde idriche;
- sezione geologico-stratigrafica con impronta prospettica dell'immobile esaminato in cui sia evidenziata chiaramente la quota di intestazione delle fondazioni;



- descrizione dei dissesti in atto o potenziali e la loro tendenza evolutiva; se del caso dovranno essere inserite tutte le informazioni relative al monitoraggio del complesso opera-terreno che il professionista ritiene nell'immediato necessario programmare per valutare l'evoluzione del dissesto in atto;
- lineamenti geomorfologici della zona;
- successione litostratigrafica locale con informazioni sulla distribuzione spaziale, stato di alterazione, fessurazione e degradabilità dei litotipi presenti;
- caratterizzazione geostrutturale generale.

L 206 17 11 APR 2019

Qualora ricorrano le condizioni per le quali si renda necessario studiare la stabilità del pendio, bisogna produrre un documento contenente tutti i calcoli previsti allo scopo, con particolare riferimento alle indicazioni presenti al §6.3 del DM18 ed a quelle del §C6.3 delle Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche.

#### 2.4.1.2. Relazione sulle indagini geofisiche

Da eseguire al fine di caratterizzare la categoria di sottosuolo utile alla definizione dell'azione sismica. La relazione dovrà contenere le seguenti informazioni minime:

- programma di indagini per la caratterizzazione geofisica del volume significativo di terreno;
- indicazione delle modalità esecutive delle prove effettuate e della strumentazione utilizzata;
- localizzazione dei punti di indagine documentata attraverso opportuni elaborati grafici e fotografici;
- certificati di laboratorio e documentazioni tecniche di indagine (grafici della velocità di propagazione delle onde all'interno dei substrati, ecc.);

Qualora l'indagine, per motivi che dovranno essere esplicitati, non abbia raggiunto la profondità di 30 metri o la quota ritenuta significativa dalle norme come area di influenza del terreno sulle fondazioni, sarà comunque necessario caratterizzare il sottosuolo fino a quella quota di riferimento, anche attraverso deduzioni tecnicamente coerenti con i dati disponibili o ricavati dalle indagini eseguite. Nel caso di terreni rientranti nelle categorie S1 ed S2 è necessario predisporre specifiche analisi per la definizione delle azioni sismiche, particolarmente nei casi in cui la presenza di terreni suscettibili di liquefazione e/o di argille d'elevata sensibilità possa comportare fenomeni di collasso del terreno. Il tecnico dovrà relazionare anche in merito a situazioni particolari e complementari alla valutazione della vulnerabilità, ad esempio per aree soggette ad esondazione desumibili dalla cartografia, ecc..

#### 2.4.2. Indagini strumentali sull'immobile

Il Tecnico, attraverso le indagini arriverà a definire il Livello di Conoscenza (LC) della struttura, il Fattore di Confidenza (FC) ed i parametri meccanici dei materiali da utilizzare nel calcolo. Ad illustrazione di tale fase conoscitiva, dovranno essere prodotte le seguenti relazioni esplicative, debitamente firmate da professionisti abilitati nel settore di competenza, che andranno inserite nella suddetta raccolta:

- a. relazione sulle indagini eseguite sull'immobile;
- b. relazione sulle caratteristiche dei materiali;
- c. relazione sugli approfondimenti conoscitivi a solai ed impianti.

Ai sensi del presente capitolato e sulla scorta delle indagini minime previste nel documento di progetto per l'esecuzione delle prove, si richiede di raggiungere il Livello di Conoscenza LC2 - 3, ovvero quello migliore ragionevolmente raggiungibile a giudizio dell'aggiudicatario e per i dati disponibili. Compatibilmente con i dettami normativi prescritti per il livello di conoscenza richiesto, dovranno essere privilegiate le tecniche di indagine del tipo "non distruttivo" e a minore invasività. Le specifiche delle indagini strumentali minime sull'edificio richieste dal presente



capitolato sono quelle previste dalla norma vigente: resta comunque nella responsabilità del tecnico disporre le verifiche necessarie. A scopo meramente esemplificativo si riportano alcune specifiche minime da tener conto nella redazione del progetto e capitolato delle prove e indagini.

### Strutture in CEMENTO ARMATO

206

11 APR 2019

Per la definizione della vulnerabilità sismica degli edifici in oggetto e quindi, per la caratterizzazione dei materiali di cui essi si compongono, si ritiene necessario effettuare verifiche delle strutture in questione così come definite nella normativa antisismica, facendo particolare riferimento alla Circolare esplicativa al DM18.

### Strutture in MURATURA

Si effettueranno prove con martinetto doppio in numero almeno pari al numero di tipologie di muratura significativamente presenti, per determinare lo stato tensionale e la resistenza della muratura. Si raccomanda, inoltre, di verificare l'omogeneità delle caratteristiche della malta sull'intero edificio, ad esempio attraverso prove penetrometriche, sismiche e/o prove chimiche sulla malta. Nel caso il tecnico rilevi la necessità di effettuare indagini più approfondite sui solai, le stesse vanno illustrate, proposte e quantificate nel progetto delle prove e indagini. Il Tecnico dovrà assicurare comunque, per tale elemento costruttivo, il perseguimento delle seguenti finalità:

- determinazione delle stratigrafie degli impalcati;
- analisi dello stato di degrado delle strutture dell'impalcato;
- verifica dello stato deformativo dell'impalcato;
- grado di connessione alle pareti, oltre che all'eventuale cordolo, nel caso di strutture in muratura.

Di fronte a solai che mostrino significativi segni di deformazione permanente o di cui si abbiano dubbi circa la prestazione strutturale statica per carichi verticali, è opportuno che vengano eseguite specifiche prove.

#### *2.4.2.1. Relazione sulle indagini eseguite sull'immobile*

Tale relazione dovrà contenere le seguenti informazioni:

- programma delle indagini per la caratterizzazione dei materiali, per l'approfondimento della geometria strutturale, per la ricerca dei particolari costruttivi, ecc.;
- descrizione delle tipologie delle prove sperimentali, della modalità di esecuzione e della strumentazione utilizzata;
- localizzazione dei punti di indagine documentata attraverso opportuni elaborati grafici e fotografici;
- documentazione delle indagini che hanno riguardato la ricerca di informazioni sul sistema di fondazione e relativa relazione descrittiva;
- documentazione sull'esecuzione delle prove sperimentali distruttive e non distruttive, comprensive dei certificati relativi alle prove di laboratorio, ecc.;
- documentazione sull'esecuzione delle indagini dirette eseguite sull'edificio (rimozione dei copriferri per la determinazione dei diametri di armatura, saggi stratigrafici, saggi pacometrici, rimozioni di intonaci per la verifica dell'organizzazione muraria e degli ammorsamenti tra i maschi murari, ecc.);
- documentazione relativa alle indagini ed alle misure effettuate per la definizione del rilievo geometrico strutturale dell'edificio, che sarà riportata negli allegati cartacei ed informatici relativi alle relazioni relative alla conoscenza del manufatto precedentemente esposte.

#### *2.4.2.2. Relazione sulle caratteristiche dei materiali*

In tale relazione, recante le valutazioni sulle caratteristiche dei materiali, il tecnico dovrà relazionare circa l'elaborazione dei dati prodotti dalle prove di laboratorio certificate e dai saggi *in*



situ, per la determinazione del Livello di Conoscenza (LC) e del relativo Fattore di Confidenza (FC). In particolare dovranno essere riportate le seguenti informazioni:

#### Strutture in CEMENTO ARMATO

206 11 APR 2019

- esplicitazione chiara delle formule di conversione utilizzate per correggere i dati relativi alle singole prove in dati di progetto. In sostanza il tecnico dovrà mostrare quale formula di letteratura e di comprovata affidabilità ha utilizzato per determinare i valori di progetto;
- riportare i calcoli relativi all'elaborazione dei dati di prova quando essi siano trattati attraverso prove combinate;
- esplicitazione dei calcoli relativi al procedimento di taratura delle eventuali prove non distruttive attraverso la determinazione del coefficiente di correlazione esistente tra i dati ricavati da una prova di carotaggio e da un Sonreb, effettuato nello stesso punto di indagine.

#### Strutture in MURATURA

- per le strutture in muratura è sempre obbligatorio riportare il valore dei parametri meccanici desunti dalle prove sperimentali, prima di procedere alla loro conversione in dati di progetto, ai sensi delle indicazioni delle Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche;
- per la caratterizzazione delle murature è inoltre obbligatorio esprimere sempre un giudizio sulla qualità della malta, sullo spessore dei giunti di malta, sul grado di connessione tra i paramenti murari, sulla presenza di listature, sulla consistenza del nucleo interno ai paramenti, ecc..

In detta relazione, a seguito delle elaborazioni sopra effettuate, il tecnico dovrà dichiarare il Livello di Conoscenza(LC) ed il relativo Fattore di Confidenza (FC) acquisito attraverso le indagini, per poi definire i valori dei parametri di calcolo utilizzati nel modello per la valutazione della vulnerabilità. In particolare si dovranno riportare le seguenti informazioni:

- criteri di definizione dei Livelli di Conoscenza in relazione alle indicazioni ed alle tabelle presenti al §C8.5.4 delle Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche DM18;
- eventuale applicazione del criterio di ripetibilità dei risultati delle prove in situ;
- relazione sul grado di affidabilità delle prove eseguite e sulla omogeneità dei materiali presenti nell'edificio in termini di caratteristiche meccaniche.

#### *2.4.2.3. Relazione sugli approfondimenti conoscitivi a solai ed impianti*

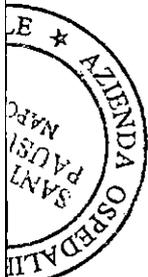
In tale relazione verranno presentati i risultati delle indagini e degli approfondimenti svolti sui solai esistenti, con indicazione su planimetria delle aree ritenute inadeguate. Inoltre si relazionerà sulle eventuali influenze, dovute al posizionamento degli impianti, sul comportamento strutturale degli elementi resistenti. In particolare si richiede di evidenziare la presenza di impianti che riducono sensibilmente le sezioni resistenti degli elementi strutturali e/o che comportino effetti tali da incrementare la vulnerabilità sismica.

#### *2.4.3. Ulteriore documentazione di sintesi ed analisi*

Ad accompagnamento delle suddette raccolte dovranno essere redatti ed allegati i seguenti elaborati:

- Relazione di sintesi della fase conoscitiva.
- Valutazione critica delle risultanze dei rilievi e delle indagini eseguite.

Nel primo elaborato il tecnico dovrà sintetizzare gli elementi ed i risultati emersi nello svolgimento delle attività descritte ai paragrafi precedenti. Nel secondo, invece, a seguito dei dati acquisiti attraverso i rilievi e le indagini eseguite, il tecnico dovrà evidenziare e descrivere, anche attraverso



elaborati grafici specifici, quelle che sono le carenze rilevanti dell'edificio che emergono già dalla fase di conoscenza. L'obiettivo è quello di indicare tutti quegli aspetti sismicamente negativi che, a prescindere da qualsiasi calcolo condotto sul modello globale dell'edificio, possano già essere individuati come critici ed influenzare il comportamento sismico d'insieme e pregiudicare la validità del modello di calcolo stesso.

206 11 APR 2019

Sempre al termine della prima fase conoscitiva, si richiede al tecnico, ai fini riepilogativi, la compilazione della sola parte conoscitiva (in quanto non sono ancora noti i risultati delle verifiche) della Scheda di sintesi per verifica sismica di "Livello 0" per gli edifici strategici ai fini della protezione civile o rilevanti in caso di collasso a seguito di evento sismico. Eventuali rischi che dovessero emergere da questa prima analisi che richiedono interventi urgenti di messa in sicurezza dovranno essere evidenziati con le misure da adottare al fine di consentire all'Amministrazione di intervenire con la dovuta tempestività.



## 2.5. Elaborati di sintesi della Fase 1 di Conoscenza dell'Edificio

Si riassumono, di seguito, i documenti che dovranno essere redatti e trasmessi alla Stazione Appaltante nel corso della prima fase di conoscenza dell'immobile.

1. Relazione sulla documentazione esistente
2. Relazione descrittiva dell'immobile, articolata in:
  - i. Descrizione generale dell'immobile
  - ii. Relazione sulle fondazioni
  - iii. Rilievo fotografico dell'immobile
  - iv. Rilievo grafico dell'immobile (piante, sezioni, prospetti)
  - v. Rilievo grafico e fotografico del quadro fessurativo
  - vi. Rilievo e relazione strutturale
  - vii. Relazione sullo stato generale di conservazione dell'opera
3. Documento di progetto per l'esecuzione delle prove
4. Indagini strumentali sui terreni, articolata in:
  - i. relazione geologico-geotecnica
  - ii. relazione sulle indagini geofisiche
  - iii. caratterizzazione topografica della zona - situazioni particolari
  - iv. caratterizzazione geotecnica dei terreni fondali compresi gli esiti delle prove di laboratorio
5. Indagini strumentali sull'immobile, articolata in:
  - i. relazione sulle indagini eseguite sull'immobile
  - ii. relazione sulle caratteristiche dei materiali
  - iii. relazione sugli approfondimenti conoscitivi a solai ed impianti
6. Relazione di sintesi della fase conoscitiva
7. Valutazione critica delle risultanze dei rilievi e delle indagini eseguite

## 2.6. Fase 2: Modellazione strutturale e verifiche di vulnerabilità

In questa seconda fase, con riferimento alle informazioni dedotte dalla prima fase, il tecnico costruirà un modello numerico della struttura, che ne rappresenti il più fedelmente possibile le distribuzioni di massa e di rigidezza effettiva, valutando altresì gli aspetti di regolarità, di idoneità statica e di comportamento strutturale di elementi costruttivi secondari che condizionano la successiva fase di verifica. Pervenuti a tale modellazione strutturale, il tecnico dovrà eseguire le elaborazioni di calcolo, le verifiche di vulnerabilità e le considerazioni critiche necessarie ad esprimere un giudizio in merito agli indicatori di rischio desunti necessari alle successive definizioni e valutazioni degli eventuali interventi da doversi prevedere. In dettaglio, la seconda fase si articolerà nelle seguenti attività:

- 2.1 – Modellazione strutturale;

- 2.2 – Validazione del modello strutturale (intesa ai sensi del capitolo 10 delle NT costruzioni DM17/01/2018 come “giudizio motivato di accettabilità dei risultati”);
- 2.3 – Verifiche di vulnerabilità.

206

11 APR 2019

Anche per tale fase, al termine della stessa il tecnico dovrà redigere un elaborato di sintesi in cui verranno illustrati i risultati delle verifiche eseguite e procedere ad una analisi critica delle risultanze delle stesse. Di seguito si illustrano le specifiche minime delle prestazioni richieste per tale seconda fase.

## 2.7. Fase 2.1 Modellazione strutturale

In questo primo momento di analisi strutturale, il Tecnico procederà a definire le azioni da considerare e gli aspetti principali e secondari che influenzano la risposta della struttura a tali azioni. Al termine di tale definizione il tecnico dovrà perfezionare il modello da assumere e i metodi di analisi che intenderà utilizzare. L'analisi di modellazione si articolerà in quattro momenti specifici:

- Definizione dei dati di base della modellazione strutturale;
- Definizione dei criteri generali e particolari di valutazione della vulnerabilità sismica dell'immobile;
- Modellazione della struttura e metodi di analisi adottati;
- Validazione del modello strutturale (intesa ai sensi del capitolo 10 delle NT costruzioni DM 17/01/2018 come “giudizio motivato di accettabilità dei risultati”).

Tutti gli aspetti di seguito descritti dovranno essere organizzati ed illustrati in una specifica “Relazione sulla modellazione strutturale”. Come si dirà in seguito, a corredo di tale relazione e sempre nell'ambito di questo primo momento di modellazione ed analisi strutturale, il tecnico dovrà relazionare, con separati elaborati, in merito alla vulnerabilità ed idoneità statica della struttura e degli impalcati e agli interventi urgenti che dovessero emergere in tale fase.

### 2.7.1. Definizione dei dati di base della modellazione strutturale

Il tecnico dovrà esprimersi in merito agli aspetti di base e alle azioni che caratterizzeranno la modellazione strutturale da sottoporre a verifica, nei termini di seguito dettagliati.

#### 2.7.1.1. Valutazione della sicurezza

Il tecnico deve effettuare la valutazione della sicurezza con riferimento agli stati limite definiti dalle norme con particolare attenzione verso lo stato limite di salvaguardia della vita (SLV). Il tecnico dovrà quindi specificare la valutazione di sicurezza per gli stati limite con l'utilizzo dei criteri previsti nel §3.2.1 delle Istruzioni al DM18.

#### 2.7.1.2. Vita Nominale, Classi d'Uso e Periodo di Riferimento

Il tecnico dovrà quindi procedere all'assegnazione della Vita Nominale dell'opera strutturale oggetto di valutazione (§2.4.1 del DM18) e all'attribuzione della Classe d'Uso (§2.4.2 del DM18). Infine il Calcolo del Periodo di Riferimento (VR) per l'azione sismica sarà definito nel rispetto dei valori fissati nel §2.4.3 del DM18.

#### 2.7.1.3. Azioni sulla costruzione

Il tecnico dovrà prioritariamente elencare l'insieme delle azioni che verranno considerate nell'ambito della valutazione della vulnerabilità, mettendo eventualmente in evidenza la presenza di carichi particolari, tipo carichi concentrati dovuti a specifici elementi strutturali e non, carichi uniformemente distribuiti solo in alcune zone strutturali, ecc.. Dovrà essere indicata, se e necessario, l'opportunità di considerare, per la definizione dell'azione sismica, gli effetti della variabilità spaziale del moto (ai sensi del §3.2.4 del DM18).

Il tecnico, quindi, procederà alla specifica delle combinazioni di analisi adottate, ricordando che:

- 206 17 APR 2019
- le combinazioni sismiche sono quelle previste al §2.5.3 del DM18, specificando in maniera chiara i valori del coefficienti  $\psi_2$ , assegnati ai carichi accidentali presenti, con esplicito riferimento alle tabella 2.5.I del DM18;
  - la combinazione statica di riferimento per la valutazione della vulnerabilità sismica dell'immobile e quella che prevede i carichi gravitazionali combinati come nel caso sismico. Se questa combinazione di carico comporta la presenza di elementi non verificati, l'analisi di vulnerabilità sismica può essere bloccata; tuttavia si richiede di relazionare circa gli aspetti salienti che caratterizzano tale mancata verifica (quantificazione del numero degli elementi critici, tipologie dei meccanismi che generano tale deficit, grado di diffusione degli elementi critici nell'ambito della volumetria strutturale completa, ecc.). Si richiede, inoltre, che, qualora gli elementi/meccanismi critici siano in numero esiguo rispetto al complesso strutturale dell'edificio, il tecnico incaricato esegua comunque una valutazione della vulnerabilità dell'edificio dopo aver eliminato le carenze statiche degli elementi critici attraverso opportuni interventi di adeguamento.

Il tecnico dovrà poi determinare l'azione sismica di riferimento per gli stati limite soggetti a verifica. Il tecnico dovrà, infine, determinare, in base ai criteri riportati nei §§3.3-4-5-6 del DM18, le azioni sulla costruzione relative a:

- vento;
- neve;
- temperatura;
- azioni eccezionali;

avendo cura di dichiarare le motivazioni per cui le stesse verranno o meno prese in considerazione, in combinazione con l'azione sismica o nella determinazione delle combinazioni statiche di riferimento.

#### *2.7.2. Definizione dei criteri generali e particolari di valutazione della vulnerabilità sismica dell'edificio.*

Il tecnico dovrà esprimersi in merito ai criteri di valutazione della vulnerabilità sismica, riportando una serie di informazioni preliminari all'esecuzione del vero e proprio calcolo sismico, tali da poter fornire una completa ed esaustiva descrizione delle ipotesi basilari di verifica. Il medesimo tecnico dovrà, inoltre, esprimersi in merito alla idoneità statica del manufatto nella sua interezza e degli impalcati, sia in relazione alle implicazioni con le successive verifiche di vulnerabilità sia prospettando, laddove ritenuto necessario, interventi urgenti alla struttura. Si procederà obbligatoriamente secondo i seguenti passaggi.

##### *2.7.2.1. Analisi di regolarità*

In conformità alle indicazioni presenti al §7.2.2 del DM18 e del §C7.2.2 delle istruzioni, il tecnico dovrà eseguire un'analisi della regolarità strutturale (ad eccezione del punto "g" controllabile solo a posteriori), riportando, anche mediante l'utilizzo di opportuni elaborati grafici e fogli elettronici allegati, i calcoli analitici richiesti per il soddisfacimento delle condizioni imposte dai succitati punti normativi.

##### *2.7.2.2. Classificazione degli elementi strutturali*

Qualora la distinzione degli elementi in "duttili" e "fragili" risulti essere una condizione a cui non è possibile prescindere per la verifica della vulnerabilità dell'edificio (ad es. negli edifici in c.a. ed in acciaio), in questa sezione il tecnico dovrà descrivere il criterio di classificazione adottato (§C8.7.2.3 edifici in c.a., §C8.7.2.40 edifici in acciaio delle Istruzioni al DM18).

Per gli edifici in muratura, in questa sezione si possono riportare tutte le informazioni relative alla classificazione strutturale delle pareti murarie, specificando quali siano sismoresistenti e quali no, quali elementi sono stati esclusi dal calcolo e perché, il ruolo dei sopra e sottofinestra di cui poi si terrà conto nel calcolo, il ruolo degli elementi in cemento armato od acciaio eventualmente presenti, ecc..

2.7.2.3. *Presenza di elementi strutturali secondari e di elementi costruttivi senza funzione strutturale sismicamente rilevante.*

Qualora il Tecnico rilevi la presenza di elementi strutturali "secondari" ai sensi delle indicazioni presenti al §7.2.3 del DM08, lo stesso dovrà relazionare circa gli aspetti salienti che essi possono avere nell'ambito della verifica della vulnerabilità sismica dell'edificio. Qualora il Tecnico incaricato rilevi la presenza di elementi costruttivi senza funzione strutturale (vedi §7.2.3 del DM18) il cui collasso può provocare danno a persone, nel caso in cui, secondo l'impostazione metodologica proposta in sede di offerta o per sopraggiunte esigenze della Stazione Appaltante, il Tecnico debba valutare lo *SLO* (Stato Limite di Operatività) relativo al controllo del danno di tali elementi, il Tecnico medesimo dovrà relazionare circa i criteri che verranno adottati per la verifica che dovrà essere condotta, insieme alle connessioni alla struttura, per l'azione sismica di verifica.

Qualora il Tecnico rilevi, inoltre, la presenza di tamponature in grado di influenzare la risposta sismica (nel caso specifico di un edificio in cemento armato), sarà necessario relazionare in merito alle valutazioni eseguite circa l'opportunità di considerare tali elementi nella risposta sismica dell'edificio.

2.7.2.4. *Valutazione dell'idoneità statica della struttura nel suo complesso e degli impalcati.*

In questa fase, prima di procedere alla valutazione delle strutture nelle condizioni sismiche, si richiede di verificare gli impalcati nelle condizioni statiche facendo riferimento allo Stato Limite di Esercizio ed allo Stato Limite Ultimo (di cui ai capp.2 e 4 del citato D.M. 17/01/2018), dando evidenza delle criticità riscontrate e delle relative cause, allegando alla "Relazione sulla vulnerabilità statica" opportuni elaborati planimetrici per la localizzazione delle suddette problematiche.

Successivamente, in relazione alla combinazione delle azioni relative all'analisi sismica, è comunque necessario valutare la situazione statica di partenza, intendendo con questo la valutazione dello stato di sollecitazione degli elementi soggetti alla combinazione dei carichi gravitazionali nella situazione di carico preliminare all'ingresso delle forze sismiche laterali, per controllare che tutti gli elementi strutturali verifichino in termini di resistenza. Pertanto è necessario produrre una "Relazione sulla vulnerabilità statica", comprendente la seguente documentazione:

- relazione descrittiva che illustri:
  - il modello di calcolo utilizzato per l'analisi, con particolare riferimento agli aspetti critici della modellazione stessa (vincoli particolari, elementi strutturali dalla geometria particolare, ecc.) ed in generale sottolineando tutti gli aspetti significativi alla comprensione completa del modello ivi comprese le combinazioni di carico, allegando in particolare un numero di viste tridimensionali a colori del modello che permettano la visualizzazione completa e chiara della geometria strutturale, della consistenza materica e delle assegnazioni numeriche di nodi ed elementi;
  - i dati di input ed output uscenti dal programma di calcolo;
  - le verifiche in relazione allo Stato Limite, considerato eseguite agli elementi strutturali e ai solai;
- allegati grafici in cui siano evidenziati gli elementi che vanno in crisi per carichi statici, con riportata la motivazione delle crisi (pressoflessione, taglio, ecc.).

Conformemente alle indicazioni riportate precedentemente sulle combinazioni dei carichi ed alle risultanze emerse dall'analisi testé illustrate (analisi di regolarità, classificazione degli elementi strutturali, verifica dell'idoneità statica complessiva e degli impalcati), ed in risposta alle risultanze emerse nella prima fase conoscitiva, dovranno essere indicate le misure progettuali da adottarsi necessariamente prima dell'esecuzione dell'analisi di vulnerabilità sismica, perché ritenute fondamentali. In particolare il tecnico dovrà produrre una "Relazione sull'identificazione degli interventi urgenti" comprendente la seguente documentazione:

- relazione descrittiva che illustri:
  - le valutazioni circa l'esito delle risultanze delle analisi di regolarità e di classificazione degli elementi strutturali, indicando, in particolare, se i problemi di regolarità e di classificazione degli elementi/meccanismi siano tali da richiedere un intervento progettuale urgente;
  - le valutazioni circa l'esito della verifica dell'idoneità statica complessiva e degli impalcati e delle fondazioni, indicando, in particolare, le eventuali misure progettuali da adottare preliminarmente alla verifica di vulnerabilità sismica, ed evidenziando e descrivendo la tipologia di intervento da adottarsi per l'adeguamento dell'elemento critico;
  - i provvedimenti minimi specifici in caso di strutture in muratura (che possono ricomprendere i classici interventi essenziali di presidio temporaneo, le cuciture degli ammorsamenti tra i muri, l'eliminazione della possibilità di ribaltamento fuori dal piano delle pareti vulnerabili in tal senso, ad es. con inserimento di catene, ecc...);
  - gli eventuali interventi urgenti secondari (ad es. su elementi non strutturali, ma vulnerabili) individuati;
- allegato di calcolo, da dove emergano i criteri per il dimensionamento degli interventi strutturali proposti per l'eliminazione delle carenze riscontrate durante questa prima fase di verifica;
- allegati grafici illustrativi della localizzazione e della tipologia degli interventi previsti.

### 2.7.3. Modellazione della struttura e metodi di analisi adottati

Il tecnico dovrà, infine, procedere alla modellazione della struttura ed indicare il metodo di analisi adottato, secondo i seguenti passaggi.

#### 2.7.3.1. Modellazione della struttura

Il tecnico dovrà riportare una descrizione dettagliata del modello di calcolo utilizzato per la valutazione della vulnerabilità sismica dell'edificio esaminato. In particolare dovranno essere riportate le seguenti informazioni:

- descrizione del modello di calcolo utilizzato per l'analisi, con particolare riferimento agli aspetti critici della modellazione stessa;
- in caso di modellazione non lineare dei materiali, relazione circa la caratterizzazione della non linearità per gli elementi modellati;
- nelle strutture in muratura dovranno essere riportate tutte le informazioni significative circa la comprensione del funzionamento degli elementi strutturali principali verticali (maschio) e orizzontali;
- descrizione della modellazione utilizzata per gli orizzontamenti;
- nel caso di edificio in aggregato è opportuno relazionare sui criteri utilizzati per tener conto dell'interazione tra unità strutturale in esame e strutture aderenti.

L'input completo di calcolo andrà fornito su supporto informatico.

Il tecnico dovrà indicare il metodo di analisi che verrà utilizzato per la verifica di vulnerabilità sismica dell'edificio. I metodi di analisi previsti dalla norma sono quelli riportati al §7.3 del DM08 dove, nei sottocapitoli, sono anche riportati i criteri di ammissibilità degli stessi. In ogni caso dovranno essere riportate tutte le valutazioni ed i calcoli necessari alla verifica del criterio di ammissibilità del metodo utilizzato.

Per le costruzioni in muratura, quando ne ricorrano le condizioni e nei casi in cui è particolarmente significativo, oltre all'analisi sismica globale, da effettuarsi con i metodi previsti per le nuove costruzioni integrate con le indicazioni riportate nei capitoli specifici delle Istruzioni, è da considerarsi l'analisi dei meccanismi locali, ai sensi delle indicazioni riportate al §8.7.1.2.

I metodi di analisi adottabili sono i seguenti:

- analisi statica lineare (con spettro elastico o con spettro di progetto);
- analisi statica non lineare (pushover);
- analisi dinamica lineare (con spettro elastico, mediante integrazione al passo delle equazioni di moto, con spettro di progetto);
- analisi dinamica non lineare.

Si evidenzia che, a prescindere dal metodo di analisi dinamica che sarà scelto ed eseguito per le verifiche strutturali, la caratterizzazione modale della struttura è obbligatoria: per ogni piano sismico dovranno essere riportate le coordinate del centro di massa e la massa sismica di piano, occorrerà evidenziare la massa sismica totale, l'elenco dei periodi propri di vibrazione con associata la percentuale di massa partecipante, lo spostamento del centro di massa per ogni periodo considerato tenendo conto che l'elenco dovrà comprendere tutti i periodi fino ad un totale di massa partecipante superiore almeno all'85% della massa totale.

L'output completo di calcolo andrà fornito su supporto informatico.

#### 2.7.4. Validazione del modello strutturale

La validazione del modello strutturale è intesa ai sensi del capitolo 10 delle NT costruzioni DM 17/01/2018 come "giudizio motivato di accettabilità dei risultati".

### 2.8. Fase 2.2 - Verifiche di vulnerabilità

In questo secondo momento di analisi strutturale, si procederà con le vere e proprie verifiche di vulnerabilità, in termini globali e locali, giungendo alla definizione di indicatori di rischio ed effettuando le opportune valutazioni critiche propedeutiche alla predisposizione degli eventuali interventi di adeguamento o miglioramento. Tale momento si articolerà in tre passaggi specifici:

- Verifiche di vulnerabilità;
- Determinazione degli indicatori di rischio (IR);
- Valutazioni critiche propedeutiche alla predisposizione degli interventi.

Tutti gli aspetti di seguito descritti dovranno essere organizzati ed illustrati in una specifica "Relazione sulle verifiche di vulnerabilità" eseguite, con l'opportuno corredo di diagrammi, tabulati di calcolo ed elaborati grafici illustrativi.

#### 2.8.1. Verifiche di vulnerabilità

Il tecnico dovrà eseguire, e quindi relazionare in merito, le opportune verifiche di vulnerabilità, illustrando i meccanismi di crisi globali e locali conseguenti alle modellazioni strutturali effettuate. Le verifiche andranno condotte in riferimento alle diverse tipologie costruttive e strutturali rilevate. Per una miglior visione del quadro d'assieme in termini di grado di



diffusione degli elementi non verificati nell'ambito del complesso strutturale esaminato, il tecnico dovrà allegare una serie di elaborati grafici in cui siano evidenziati tali elementi. In particolare, qualora sia particolarmente significativo, dovranno essere evidenziati tutti quegli elementi che vanno in crisi per meccanismi fragili.

#### 2.8.1.1. *Verifiche di vulnerabilità di edifici isolati in muratura*

206 IN 11 APR 2019

Le verifiche di sicurezza degli edifici debbono essere condotte sia nei confronti dei meccanismi globali di piano (taglio e pressoflessione) che fuori del piano (pressoflessione), ferma restando la necessità di operare idonee verifiche locali qualora ne ricorrano le condizioni. Le verifiche di sicurezza per un edificio murario si intendono automaticamente soddisfatte, senza l'esecuzione di alcun calcolo esplicito, per le costruzioni che rientrino nella definizione di "costruzione semplice" (§7.8.1.9). In questo caso il tecnico dovrà condurre la verifica del rispetto dei requisiti di semplicità, esplicitando tutti i calcoli in conformità alle richieste presenti al succitato capitolo normativo.

Per tutte le tipologie di analisi effettuabili, le verifiche fuori dal piano possono essere effettuate separatamente secondo la procedura prevista nel medesimo punto normativo. Debbono comunque essere soggette a verifica a pressoflessione fuori dal piano tutte le pareti aventi funzione strutturale, in particolare quelle portanti i carichi verticali, anche quando non considerate resistenti al sisma in base ai requisiti di Tab. 7.8.1 del DM18.

Nel caso di analisi lineare statica o dinamica le modalità di verifica devono seguire le procedure previste al §7.8.2.2 del DM18. Nel caso di analisi statica non lineare, le verifiche andranno condotte attraverso il confronto tra la curva di capacità globale dell'edificio con opportuni spettri di risposta elastica. Nel caso di analisi dinamica non lineare, le verifiche andranno condotte in analogia a quanto previsto per l'analisi statica non lineare.

La curva di capacità forza - spostamento dovrà essere costruita attraverso la procedura prevista al §7.3.4 delle Istruzioni al DM18, con le precisazioni e differenze contenute nel §7.8.1.6 del DM18.

#### 2.8.1.2. *Verifiche di vulnerabilità di edifici in cemento armato*

Nel caso di analisi dinamica lineare con spettro elastico, la verifica degli elementi/meccanismi duttili andrà eseguita in termini di deformabilità, mentre quella di elementi/meccanismi fragili in termini di resistenza.

Nel caso di analisi lineare con spettro di progetto, la verifica degli elementi/meccanismi sia duttili che fragili, andrà eseguita in termini di resistenza.

Nel caso di analisi statica non lineare, le verifiche andranno condotte attraverso il confronto tra la curva di capacità globale dell'edificio con opportuni spettri di risposta elastica. La curva di capacità forza - spostamento dovrà essere costruita attraverso la procedura prevista al §7.3.4 delle Istruzioni al DM18. Nel caso di analisi dinamica non lineare, le verifiche andranno condotte in analogia a quanto previsto per l'analisi statica non lineare.

#### 2.8.1.3. *Verifiche di vulnerabilità di edifici in acciaio*

La procedura analitica è identica a quella prevista per il cemento armato, tenendo conto delle differenze tra elementi/meccanismi duttili e fragili per le due tipologie strutturali.

#### 2.8.1.4. *Verifiche di vulnerabilità di edifici misti e di aggregati edilizi*

Esse possono essere condotte nel rispetto di tutte le modalità previste per le tipologie di edifici prima esaminati, a seconda della prevalenza dell'una rispetto all'altra, ovvero dal ruolo

combinato che esse possono assumere nel resistere al sisma (rif. §8.7.3 del DM18 e §C8.7.3 delle Istruzioni al DM18). Potrebbero dunque essere necessarie verifiche per meccanismi locali per le parti in muratura, in abbinamento a verifiche di resistenza e deformabilità per le parti in c.a., ecc.

206 11 APR 2019

Qualora nei capitoli precedenti relativi alla descrizione ed alle valutazioni sulla struttura sia stata fatta dal tecnico la scelta di affidare la resistenza strutturale ad uno solo dei sistemi strutturali presenti, le verifiche andranno condotte nel rispetto delle metodologie e delle indicazioni per esso valide, fermo restando l'obbligo di verificare la compatibilità degli spostamenti per tutti gli altri elementi strutturali non sismo-resistenti.

Per le verifiche di vulnerabilità di aggregati edilizi le Istruzioni per l'applicazione del DM08 al §C8.7.1.3.2 ammettono l'effettuazione delle verifiche delle unità strutturali attraverso delle metodologie semplificate, ritenendo di significato solo "convenzionale" quelle svolte con i metodi utilizzati per gli edifici isolati, oppure tenendo conto di modellazioni approssimate dell'interazione tra i corpi di fabbrica adiacenti. Nel caso si utilizzassero per gli edifici in aggregato le tecniche di analisi tipicamente impiegate per gli edifici isolati, il tecnico dovrà relazionare circa il rispetto delle ipotesi preliminari e l'affidabilità di tale scelta progettuale.

#### 2.8.1.5. Verifiche di vulnerabilità degli elementi non strutturali e degli impianti

Qualora ricorrano le condizioni relative all'individuazione dei componenti non strutturali da sottoporre a valutazione sismica, è necessario procedere alle verifiche sismiche di questi elementi. Allo scopo è necessario includere, nella Relazione sulle verifiche di vulnerabilità eseguite, la seguente documentazione:

- descrizione delle motivazioni che hanno condotto alla verifica dell'elemento non strutturale;
- elaborati grafici con indicato il posizionamento dell'elemento od impianto da sottoporre a verifica di vulnerabilità;
- elaborati grafici con i particolari costruttivi salienti del collegamenti degli elementi o impianti esaminati con le strutture dell'edificio;
- illustrazione dei criteri di verifica e dei calcoli utilizzati per l'analisi di vulnerabilità.

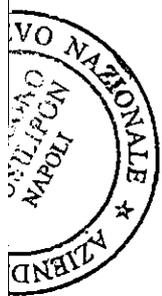
#### 2.8.2. Determinazione degli indicatori di rischio (IR)

Con l'utilizzo delle vecchie norme sismiche, un obiettivo da perseguire nell'affrontare la valutazione della vulnerabilità sismica di un edificio esistente era la definizione dei livelli di accelerazione al suolo, corrispondenti agli stati limite sottoposti a verifica definiti dalle norme tecniche, e dei loro rapporti con le accelerazioni attese. Tuttavia con il DM18 è sostanzialmente cambiata la definizione dell'input sismico, per cui tali indicatori non sono più sufficienti a descrivere compiutamente il rapporto fra le azioni sismiche. Esso comunque continua a rappresentare una scala di percezione del rischio, nei confronti della quale si è maturata una certa affinità. Per questi motivi viene introdotto anche il rapporto tra i Periodi di ritorno di Capacità ( $T_{R,C}$ ) e Periodi di ritorno di Domanda ( $T_{R,D}$ ), il quale, per non restituire valori fuori scala rispetto a quello ottenibile col rapporto fra le accelerazioni, va elevato a 0,41. In sostanza l'Indicatore di Rischio proposto può essere definito nel seguente modo:  $I_{R,SL} = (T_{R,C} / T_{R,D})^{0,41}$ .

##### 2.8.2.1. Indicatore di Rischio per le strutture in cemento armato

La determinazione del rischio può essere effettuata con le seguenti procedure:

- Procedura di determinazione di I R mediante spettro elastico;
- Procedura di determinazione di I R mediante spettro ridotto del fattore di struttura q;
- Procedura di determinazione di I R mediante pushover.



#### 2.8.2.2. *Indicatore di Rischio per le strutture in acciaio*

L'iter procedurale è identico a quello delle strutture in c.a. fermo restando che la determinazione delle rotazioni limite si determinano in conformità ai criteri sanciti dal DM18. Le verifiche sui collegamenti, ai quali si applica quanto prescritto per le nuove costruzioni, sostituiscono, di fatto, quelle sui nodi strutturali delle strutture in c.a.

#### 2.8.2.3. *Indicatore di Rischio per le strutture in muratura e per gli aggregati edili*

La determinazione del rischio può essere effettuata con le seguenti procedure:

- Procedura di determinazione di I R mediante spettro ridotto del fattore di struttura  $q$ ;
- Procedura di determinazione di I R mediante pushover.

#### 2.8.2.4. *Indicatore di Rischio per le strutture miste*

La presenza di apparati strutturali di diversa tipologia costringe il tecnico a determinare l'Indice di Rischio differenziando le procedure a seconda della natura materica che caratterizza la porzione di immobile esaminata, in funzione dell'analisi prescelta e dell'accoppiamento previsto nel comportamento. Nel caso che la resistenza al sisma sia affidata contemporaneamente alle tecnologie strutturali presenti, la procedura di determinazione di I R sarà quella valida per le strutture in muratura. Nel caso che la resistenza al sisma sia affidata totalmente ad una sola delle tecnologie strutturali presenti, la procedura di determinazione di I R sarà quella valida per le strutture di tale natura.

#### 2.8.3. *Valutazioni critiche propedeutiche alla predisposizione degli interventi*

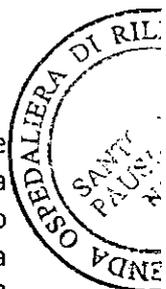
Il tecnico dovrà relazionare in merito alle valutazioni critiche che lo stesso ha maturato, sulla scorta di tutti i momenti conoscitivi e di analisi strutturale eseguiti, in relazione ai fenomeni di danno e alle carenze esistenti e rilevate, alla vulnerabilità statica e sismica analiticamente determinata e al gradiente del danno al variare e progredire dei fenomeni di collasso locale, il tutto al fine di precisare le tipologie di interventi necessari e le conseguenti metodologie di approccio.

In alcuni casi (tipicamente nelle strutture in c.a.) l'Indicatore di Rischio viene stimato in base alla crisi del primo elemento, in relazione al meccanismo esaminato. Sovente tale valore viene interpretato come "assoluto", cioè viene impropriamente considerato indicativo dello stato di vulnerabilità dell'intera struttura. In realtà, molto spesso, soprattutto quando i meccanismi critici sono quelli duttili, appare poco significativo focalizzare l'attenzione sulla crisi del primo elemento per cui è opportuno valutare cosa succede dopo, fino almeno ad arrivare ad un numero di crisi significative per la struttura nel suo complesso (ad esempio, quando si consegue una situazione di labilità strutturale).

La finalità di indagare in maniera critica l'Indicatore di Rischio è, pertanto, motivata dall'esigenza di valutare il meccanismo di collasso in termini "globali" e non solo locali. E' evidente comunque che tale discorso ha particolarmente senso se i meccanismi di crisi sono quelli duttili, perché nel caso in cui a governare il collasso strutturale fossero i meccanismi fragili (taglio, nodi) è difficile poter pensare di valutare cosa succede in seguito al sopraggiungere della prima crisi.

Il tecnico dovrà dunque, al termine della Relazione sulle verifiche di vulnerabilità eseguite, illustrare l'opportunità di valutare criticamente l'Indice di Rischio determinato con le procedure prima descritte per le varie tipologie strutturali, ai sensi delle indicazioni appena riportate. Per la muratura, in particolare, occorre riportare distintamente gli indici di rischio correlati alle 3 tipologie distinte di verifiche tipiche per tali strutture: verifica globale (funzionamento nel

11 APR 2019



piano delle murature), verifiche locali (funzionamento fuori piano delle murature), verifica dei meccanismi locali.

Benché in linea di principio l'approccio metodologico sia valido per tutti i casi di verifica, nel caso in cui il numero di elementi non verificati in una struttura sia sufficientemente ridotto rispetto al totale degli elementi resistenti e nel caso in cui la loro dislocazione non sia particolarmente diffusa nell'ambito del complesso edilizio, ha particolarmente senso valutare come cambia l'Indicatore di Rischio, adeguando "in progress" gli elementi critici, a partire da quelli che determinano l'I R. In questo modo si ha un'idea dell'importanza che alcuni interventi strutturali mirati all'eliminazione delle carenze più gravi possono avere nell'ambito dell'innalzamento del grado di sicurezza dell'edificio. A tal proposito si ricorda come le nuove norme sismiche suggeriscono, di fatto, di valutare l'impatto in termini di miglioramento sismico (non percentualizzato) e non solo di adeguamento, a fronte di ridotte disponibilità economiche utilizzabili per l'esecuzione del progetto di recupero. Pertanto il tecnico dovrà relazionare circa le valutazioni fatte allo scopo, allegando opportuni elaborati grafici in cui siano evidenziati gli elementi "adeguati", preannunciando i criteri di adeguamento degli elementi stessi e segnalando in apposite tabelle le variazioni dei valori degli Indicatori di Rischio, a seguito degli interventi ipotizzati.

Sempre al termine della seconda fase di modellazione e verifica strutturale, si richiede al tecnico, ai fini riepilogativi, di completare la compilazione della Scheda di sintesi per verifica sismica di "Livello 0" per gli edifici strategici ai fini della protezione civile o rilevanti in caso di collasso a seguito di evento sismico.

L'indicatore di sicurezza è definito come il rapporto tra la capacità di resistenza della struttura e la capacità richiesta dalle norme di riferimento. Il quadro legislativo attuale prevede che l'indicatore di sicurezza sia accettabile ai fini della protezione civile se pari a 60%-65% minimo; di seguito i riferimenti normativi:

- OPCM 4007/2012, art9 comma 4: a min=60%
- Ordinanze legate al sisma Emilia 2012: a min=60%
- Ordinanze legate al sisma Abruzzo 2009: a min=60%
- Delibera C.I.P.E. n. 143/2006 (DGR1141/2007): a min=65%

#### 2.9. *Elaborati di sintesi della Fase 2 di Modellazione strutturale e verifiche di vulnerabilità*

Si riassumono di seguito i documenti che al termine di questa seconda fase dovranno essere redatti e trasmessi dal tecnico tutti gli elaborati sopra descritti, in cui verranno illustrati i risultati delle verifiche eseguite e l'analisi critica delle risultanze delle stesse:

- Relazione sulla modellazione strutturale (gli elaborati relativi alla modellazione strutturale dovranno essere organizzati in una raccolta, denominata "Relazione sulla modellazione strutturale", che ricalchi fedelmente la medesima organizzazione del paragrafo 2.7 del presente capitolato, eccezion fatta per i sotto-paragrafi 2.7.2.4 e 2.7.2.5);
- Relazione sulla vulnerabilità statica conforme alle indicazioni del paragrafo 2.7 sotto-paragrafo 2.7.2.4 del presente capitolato;
- Relazione sull'identificazione degli interventi urgenti conforme alle indicazioni del paragrafo 2.7 sotto-paragrafo 2.7.2.5 del presente capitolato;
- Relazione sulle verifiche delle vulnerabilità (gli elaborati relativi alla verifiche di vulnerabilità dovranno essere organizzati in una raccolta, denominata "Relazione sulla verifica delle vulnerabilità", che ricalchi fedelmente la medesima organizzazione del paragrafo 2.8 del presente capitolato).

Infine, si ricorda che viene richiesto il completamento della compilazione della Scheda di sintesi per verifica sismica di "Livello 0" per gli edifici strategici ai fini della protezione civile o rilevanti in caso di collasso a seguito di evento sismico.

206

11 APR 2019

#### 2.10. Fase 3: Ipotesi di intervento strutturale

In questa ultima fase si dovrà pervenire in modo critico, sulla scorta di tutte le precedenti fasi concluse con la verifica globale e puntuale della struttura, alla definizione degli interventi necessari, immediati o da programmare nel tempo, per il raggiungimento di un indice di rischio pari ad almeno 0,65 sull'intero immobile. Si rammenta che passi propedeutici, nella definizione di interventi più o meno urgenti, sono stati già previsti nelle precedenti fasi (ad esempio, verifiche di idoneità statica, dei solai, ecc.) e devono essere richiamati integralmente e funzionalmente in tale ultima fase.

#### 2.11. Elaborati di sintesi della Fase 3: Ipotesi di intervento strutturale

In dettaglio dovrà essere prodotta una relazione, denominata "Indicazioni di intervento per il miglioramento del comportamento strutturale alla risposta sismica", che si articolerà nelle seguenti sezioni:

- scelta motivata del tipo e delle strategie di intervento definendo i criteri di priorità che, a giudizio del tecnico, garantiscono un rapporto ottimale costi/benefici e costi/miglioramento dell'indice di sicurezza/rischio degli interventi ipotizzati;
- giustificazione/motivazione delle scelte tecniche e dei materiali da adottare per la riduzione delle vulnerabilità locali rilevate, che consentono l'incremento dell'indice di rischio sismico;
- predimensionamento dei rinforzi e degli eventuali elementi strutturali aggiuntivi, con opportuni elaborati grafici descrittivi;
- determinazione dell'indice di rischio di tutto l'immobile a seguito dell'esecuzione degli interventi ipotizzati (maggiore o uguale a 0,65) ed analisi critica del miglioramento conseguito;
- valutazione di massima sia dell'importo economico che della tempistica realizzativa degli interventi ipotizzati.

### 3. CAPO III - MODALITÀ DI ESECUZIONE DEL SERVIZIO

#### 3.1. Condizioni dello svolgimento del servizio

Sono a carico dell'affidatario del Servizio tutti gli oneri e rischi relativi alla prestazione oggetto del contratto, intendendosi remunerati con il prezzo contrattuale ogni attività e relativi oneri che si rendessero necessari per l'espletamento degli stessi o, comunque, necessari per un corretto e completo adempimento delle obbligazioni previste. In particolare sono a carico dell'affidatario gli oneri per l'esecuzione delle indagini strumentali e saggi sui materiali necessarie all'espletamento dell'incarico, nonché gli oneri per il ripristino dello stato dei luoghi sia dal punto di vista funzionale che estetico. A titolo esemplificativo ma non esaustivo, sono compresi:

- il ripristino dell'intonaco;
- la tinteggiatura;
- il ripristino dei solai, dei pilastri e della pavimentazione;
- tutte le finiture occorrenti per riportare la struttura nella condizione estetica e funzionale originaria.

L'Affidatario del Servizio si obbliga ad eseguire tutte le prestazioni previste nel rispetto delle norme vigenti e secondo le condizioni, le modalità, i termini e le prescrizioni contenute nel presente capitolato.



### 3.2. Verifica di conformità

206

11 APR 2019

Il contratto, ai sensi dell'art. 102 del Codice degli Appalti è soggetto a verifica di conformità da parte del Responsabile del Procedimento al fine di certificare che le prestazioni fornite siano conformi alle previsioni e alle pattuizioni contrattuali.

La verifica di conformità deve avere luogo non oltre sei mesi dall'ultimazione delle prestazioni. Il certificato di verifica di conformità ha carattere provvisorio e assume carattere definitivo decorsi due anni dalla sua emissione. Decorso tale termine, la verifica di conformità si intende tacitamente approvata ancorché l'atto formale di approvazione non sia stato emesso entro due mesi dalla scadenza del medesimo termine.

Salvo quanto disposto dall'articolo 1669 del codice civile, l'appaltatore risponde per la difformità e i vizi dell'opera o delle prestazioni, ancorché riconoscibili, purché denunciati dalla Stazione Appaltante prima che il certificato di conformità assuma carattere definitivo.

All'esito positivo del collaudo o della verifica di conformità il Responsabile Unico del Procedimento rilascia il certificato di pagamento ai fini dell'emissione della fattura da parte dell'appaltatore. Il certificato di pagamento è rilasciato nei termini di cui all'articolo 4, commi 2, 3, 4 e 5 del decreto legislativo 9 ottobre 2002, n. 231, e non costituisce presunzione di accettazione dell'opera, ai sensi dell'articolo 1666, secondo comma, del codice civile.

### 3.3. Sorveglianza e monitoraggio del servizio

L'Amministrazione ha facoltà di nominare, dandone comunicazione scritta all'esecutore, un responsabile tecnico (Direttore dell'Esecuzione del Contratto) con il compito di vigilare sulle attività nell'ambito delle rispettive competenze e collaborare con lui per la migliore riuscita del servizio. Al fine di controllare lo svolgimento delle attività, l'affidatario del servizio è tenuto ad inviare al Direttore per l'esecuzione del contratto un report mensile delle indagini e verifiche eseguite presso gli edifici. Il Direttore per l'Esecuzione del Contratto potrà avvalersi di unità specializzate in materia per la valutazione degli elaborati presentati.

### 3.4. Brevetti e diritti d'autore

L'Affidatario del Servizio assume ogni responsabilità per l'uso di dispositivi, software o per adozione di soluzioni tecniche o di altra natura che violino brevetti (per invenzioni, modelli industriali e marchi e diritti d'autore).

Qualora venga da terzi promosso nei confronti dell'Amministrazione un procedimento giudiziario in cui si affermi che una o più delle soluzioni e/o l'uso di esse costituisca violazione di un diritto di proprietà industriale, ovvero analoga violazione sia altrimenti contestata all'Amministrazione, quest'ultima dovrà avvisarne l'Affidatario per iscritto, entro 60 giorni dalla notificazione dell'atto introduttivo dell'azione giudiziaria o dalla notizia della contestazione.

Sempre che il termine di cui sopra sia stato osservato, l'Affidatario assumerà a sue spese la difesa contro tale azione e terrà a suo carico gli oneri eventualmente conseguiti nei confronti del terzo attore, a condizione che le siano state conferite dall'Amministrazione le più ampie facoltà di condurre la lite a suo esclusivo giudizio e di definirla anche extragiudizialmente.

Il Responsabile Unico del Procedimento

Ing. Gerardo Palmieri

