



# COMUNE DI SERRAMAZZONI

(Provincia di Modena)

UNITA' DI PROGETTO – PROGRAMMAZIONE E  
ATTUAZIONE OO.PP.

Piazza Torquato Tasso , n. 7 - 41028 SERRAMAZZONI (MO) - Tel. 0536 / 95.22.02 - 95.21.99  
Telefax automatico 0536 / 95.46.65 E-MAIL [ing.mocella@comune.serramazzone.mo.it](mailto:ing.mocella@comune.serramazzone.mo.it)

PROCEDURA APERTA  
PER L’AFFIDAMENTO DEI SERVIZI ATTINENTI ALL’ARCHITETTURA E ALL’INGEGNERIA (ARTT. 90 E 91  
COMMA 1 D.LGS. 163/2006) RELATIVAMENTE ALLA VERIFICA DELLA VULNERABILITA’ SISMICA DI  
N. 5 EDIFICI PUBBLICI  
(ex artt. 54 e 55 del DLgs 163/06 e s.m.i.)

LOTTI	EDIFICIO	VOLUME mc	IMPORTO A BASE D'ASTA	CODICE CIG
1	Scuola dell'infanzia del Capoluogo	3646	€ 9.115,00	4723551D95
2	Plesso scolastico di San Dalmazio	6513	€ 16.285,00	4723586A78
3	Scuola Primaria di Varana	2213	€ 5.535,00	4723605A26
4	Scuola Primaria di Selva	2106	€ 5.265,00	4723625AA7
5	Edificio Via IV Novembre	2963	€ 7.410,00	4723666C7C

## DISCIPLINARE TECNICO

Il tecnico

Ing. Maria Rosaria Mocella

<b>DESCRIZIONE SOMMARIA DEL SERVIZIO E DELLE SUE FASI</b> .....	3
<b>1. FASE 1: CONOSCENZA DELL'EDIFICIO</b> .....	5
1.1. Raccolta e analisi della documentazione esistente.....	5
1.1.1 <i>Raccolta dei dati amministrativi, tecnici e geologici</i> .....	5
1.1.2 <i>Definizione della storia progettuale, costruttiva e sismica dell'edificio</i> .....	6
1.2 Conoscenza geometrica e prestazionale del manufatto.....	6
1.2.1 <i>Descrizione generale del manufatto</i> .....	7
1.2.2 <i>Relazione sulle fondazioni</i> .....	8
1.2.3 <i>Rilievo fotografico del manufatto</i> .....	8
1.2.4 <i>Rilievo grafico del manufatto</i> .....	8
1.2.5 <i>Rilievo grafico e fotografico del quadro fessurativo</i> .....	9
1.2.6 <i>Relazione sullo stato generale di conservazione dell'opera</i> .....	9
1.3 - Indagini strumentali .....	10
1.3.1 <i>Indagini strumentali sui terreni per la caratterizzazione dei suoli</i> .....	10
1.3.2 <i>Indagini strumentali sull'edificio per l'acquisizione del Livello di Conoscenza, del Fattore di Confidenza e delle proprietà dei materiali</i> .....	10
1.3.3 <i>Elaborati di sintesi della fase 1 di conoscenza dell'edificio</i> .....	13
<b>2. FASE 2: MODELLAZIONE STRUTTURALE E VERIFICHE DI VULNERABILITÀ</b> .....	13
2.1 - Modellazione strutturale .....	14
2.1.1 <i>Definizione dei dati di base della modellazione strutturale</i> .....	14
2.1.2 <i>Definizione dei criteri generali e particolari di valutazione della vulnerabilità sismica</i> .....	16
2.1.3 <i>Modellazione della struttura e metodi di analisi adottati</i> .....	19
2.2 Verifiche di vulnerabilità .....	23
2.2.1 <i>Verifiche di vulnerabilità</i> .....	23
2.2.2 <i>Determinazione degli indicatori di rischio (<math>I_R</math>)</i> .....	26
2.2.3 <i>Valutazioni critiche propedeutiche alla predisposizione degli interventi</i> .....	28
<b>3. FASE 3: IPOTESI DI INTERVENTO STRUTTURALE</b> .....	29
3.1 - Strategie di intervento proposte.....	30

## DESCRIZIONE SOMMARIA DEL SERVIZIO E DELLE SUE FASI

L'appalto consiste nel Servizio Tecnico di ingegneria strutturale per la verifica dei livelli di sicurezza sismica di alcuni edifici scolastici di competenza del Comune di Serramazzoni, suscettibili di grande affollamento ed il cui collasso può comportare gravi conseguenze in termini di vite umane, ed è articolato in campagne di indagine, rilievi di dettaglio e verifiche tecniche sugli immobili.

Con la procedura di gara si vuole, pertanto, individuare un soggetto Tecnico destinatario delle attività professionali finalizzate alle verifiche tecniche dei livelli di sicurezza sismica, il quale, sulla scorta delle risultanze dei rilievi, delle campagne di indagini diagnostiche da lui predisposte ed eseguite nell'ambito del medesimo appalto, proceda alle necessarie modellazioni numeriche ed analisi strutturali degli edifici scolastici di seguito elencati, pervenendo ad un giudizio critico in merito alla vulnerabilità sismica rilevata e agli eventuali interventi urgenti necessari a garantire la sicurezza d'uso dei medesimi edifici:

LOTTE	EDIFICIO	VOLUME mc
1	Scuola dell'infanzia del Capoluogo	3646
2	Plesso scolastico di San Dalmazio	6513
3	Scuola Primaria di Varana	2213
4	Scuola Primaria di Selva	2106
5	Edificio Via IV Novembre	2963

Per fornire al concorrente una prima indicazione sulla tipologia e sviluppo plano-volumetrico degli immobili, vengono fornite in sede di gara planimetrie e piante, richiamate nelle schede tecniche dei singoli lotti allegate alla seguente procedura di gara.

I Servizi di indagini sono suddivisi in due macrointerventi:

- lavori finalizzati a mettere a vista le strutture da indagare, di assistenza alle prove in sito e di ripristino delle porzioni di edificio e/o struttura investigate;
- indagini strutturali ad intere porzioni di edificio e/o a singoli elementi costruttivi, con caratterizzazione dei materiali di base costitutivi.

Le indagini da eseguirsi, sono suddivise ulteriormente in quattro tipologie:

- prove geologiche;
- prove distruttive, tutte ovviamente del tipo diretto, da eseguirsi in opera;
- prove non distruttive, sia dirette che indirette, da eseguirsi o presso l'edificio e/o con restituzione di laboratorio;
- elaborati tecnici di riepilogo, sia grafico che descrittivo.

Sugli edifici si provvederà quindi ad effettuare i seguenti Servizi di ingegneria:

- rilievo materico e strutturale degli organismi portanti e portati;
- modellazione strutturale;
- analisi e verifica strutturale dell'edificio modellato geometricamente e meccanicamente con i dati desunti dalle campagne predette;
- compilazione delle schede di analisi e verifica della vulnerabilità sismica approntate dal Ministero, ed in ottemperanza alle normative vigenti;
- schede di riepilogo e illustrazione delle carenze riscontrate con una indicazione preliminare dei possibili interventi di consolidamento a farsi.

Gli interventi di indagine e verifica strutturale, miranti a testare la vulnerabilità sismica di strutture strategiche, quali quelle scolastiche sono delineati dalle seguenti normative nazionali:

- Norme Tecniche sulle Costruzioni di cui al D.M. del 2008 (nel seguito indicate come DM08);
- Circolare esplicativa delle NTC n°617/2009 (nel seguito indicate come istruzioni al DM08);

Dal punto di vista dell'impostazione metodologica, per quanto non modificato dal DM08, si farà riferimento anche alle indicazioni dell'O.P.C.M 3274/2003 s.m.i , nonchè le ulteriori normative e linee guida Statali e Regionali emanate in materia.

Con riferimento ai diversi livelli di conoscenza (LC) che è possibile raggiungere in tema di valutazione delle costruzioni esistenti, si sottolinea come a ciascuno di essi corrisponda l'adozione di un determinato Fattore di Confidenza (FC), ossia l'adozione di un coefficiente di penalizzazione delle resistenze dei materiali la cui entità è inversamente proporzionale al livello di conoscenza stesso (p.to C8 A.1.B3-Circolare LL.PP. 617/2009). Si rammenta che in caso di LC1(Conoscenza limitata) risulta  $FC=1.35$ , ossia si è costretti in fase di verifica a considerare una penalizzazione del 35% delle resistenze dei materiali. In caso di LC2(Conoscenza adeguata) risulta, invece,  $FC=1.20$ . In caso di LC3 (Conoscenza accurata), infine, risulta  $FC=1.00$ , ossia non si ha alcuna penalizzazione sulle resistenze dei materiali.

Per quanto sopra si ritiene auspicabile raggiungere, fatte salve motivate eccezioni, il livello LC3, in quanto in tal caso gli esiti delle verifiche rispecchiano in maniera aderente la reale prestazione della struttura, senza essere affetti da penalizzazioni forfetarie sulle resistenze che possono indurre a ritenere come indispensabili degli interventi di adeguamento. In ogni caso si richiede il raggiungimento minimo del **Livello di Conoscenza adeguato LC2**, come definito dal D.M. 14/01/2008 e Circolare esplicativa successiva n° 617/2009.

Si sottolinea che è possibile sostituire fino al 50% delle prove distruttive con un numero almeno triplo di prove non distruttive (p.to C8.A.1.B3-Circ. 617/2009).

Il progettista incaricato dovrà concordare ogni sondaggio con il Committente che potrà negare, motivandola, la realizzazione di prove distruttive.

Le attività che dovranno necessariamente essere svolte, così come meglio chiarito in seguito nella parte tecnica del presente Capitolato, sono di seguito sinteticamente riportate:

## **FASE 1. Conoscenza dell'edificio**

### **1.1 Raccolta e analisi della documentazione esistente;**

#### **1.1.1 Raccolta dei dati amministrativi, tecnici e geologici**

#### **1.1.2 Definizione della storia progettuale, costruttiva e sismica dell'edificio**

### **1.2 Conoscenza geometrica e prestazionale del manufatto;**

#### **1.2.1 Descrizione generale del manufatto**

#### **1.2.2 Relazione sulle fondazioni**

#### **1.2.3 Rilievo fotografico del manufatto**

#### **1.2.4 Rilievo grafico del manufatto**

#### **1.2.5 Rilievo grafico e fotografico del quadro fessurativo**

#### **1.2.6 Relazione sullo stato generale di conservazione dell'opera**

### **1.3 Indagini strumentali**

#### **1.3.1 Indagini strumentali sui terreni per la caratterizzazione dei suoli**

#### **1.3.2 Indagini strumentali sull'edificio per l'acquisizione del Livello di Conoscenza, del Fattore di Confidenza e delle proprietà dei materiali**

## **FASE 2: Modellazione strutturale e verifiche di vulnerabilità**

### **2.1 Modellazione strutturale**

#### **2.1.1 Definizione dei dati di base della modellazione strutturale**

2.1.2 Definizione dei criteri generali e particolari di valutazione della vulnerabilità sismica del fabbricato.

2.1.3 Modellazione della struttura e metodi di analisi adottati

2.2 Verifiche di vulnerabilità

2.2.1 Verifiche di vulnerabilità

2.2.2 Determinazione degli indicatori di rischio (IR)

2.2.3 Valutazioni critiche propedeutiche alla predisposizione degli interventi

### **FASE 3: Ipotesi di intervento strutturale**

3.1 Strategie di intervento proposte

#### **1. FASE 1: CONOSCENZA DELL'EDIFICIO**

In questa prima fase si dovrà raggiungere un livello di conoscenza del manufatto esaustiva e funzionale alle successive fasi di verifica strutturale. In dettaglio essa si articolerà nelle seguenti attività:

- Raccolta e analisi della documentazione esistente;
- Conoscenza geometrica e prestazionale del manufatto;
- Indagini strumentali.

Al termine di tale fase il tecnico dovrà redigere un elaborato di sintesi in cui verranno illustrati i risultati della campagne conoscitive eseguite e procedere ad una analisi critica delle risultanze delle indagini.

Di seguito si illustrano le specifiche minime delle prestazioni richieste per tale prima 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, atti a fornire notizie sulle caratteristiche della struttura.

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**.

##### **1.1.1 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);
- eventuali varianti in corso d'opera;
- certificati di prove sui materiali;
- relazione e certificato di collaudo;
- foto delle fasi costruttive e dei dettagli strutturali;
- progetti di ristrutturazione/miglioramento/adequamento sismico e relativi documenti di esecuzione e collaudo;
- progetti di ristrutturazione funzionale e architettonica.

Si evidenzia che la ricerca del progetto strutturale originario è un atto dovuto, e pertanto è necessario relazionare sulle ricerche effettuate e sull'esito di queste. Nel caso non si sia riusciti 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 su elencata, è comunque importante individuare il periodo sia di progettazione che di realizzazione dell'edificio

in esame. Da queste informazioni, infatti, è possibile, tenendo conto anche dell'eventuale classificazione sismica del sito all'epoca della progettazione originaria, effettuare un'operazione di progettazione simulata con riferimento, oltre che alle normative allora vigenti, anche alle consuetudini progettuali e costruttive dell'epoca.

In allegato alle schede dei singoli lotti allegati alla presente procedura di gara è indicato per ogni edificio l'elenco della documentazione depositata presso gli uffici tecnici di questa stazione appaltante.

### **1.1.2 Definizione della storia progettuale, costruttiva e sismica dell'edificio**

E' altresì richiesto che il progettista dovrà descrivere la storia dell'evoluzione strutturale subita nel tempo dall'edificio, evidenziando in particolare se l'edificio sia soggetto a particolari vincoli urbanistici o di settore (Soprintendenza, ecc.). Similmente è opportuno che il progettista elenchi, mediante ricerca, gli eventuali sismi storici a cui la struttura è stata soggetta.

E' importante sottolineare come questa fase sia fondamentale per migliorare il livello di conoscenza dell'opera e determinarne le caratteristiche strutturali, riducendo sensibilmente i costi delle indagini successive.

Le informazioni minime da reperire (specificandone la fonte) 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.

## **1.2 Conoscenza geometrica e prestazionale del manufatto**

In questo successivo momento conoscitivo, si raccoglieranno tutte le informazioni geometriche, materiche e prestazionali desumibili dalle prime attività di sopralluoghi e rilievi da eseguire alla struttura.

Per individuare le caratteristiche geometriche degli elementi strutturali e non, dovrà essere effettuato un rilievo ex novo completo, per misurare direttamente le caratteristiche geometriche degli elementi principali. E' consentito un rilievo visivo di verifica nel caso in cui siano disponibili i disegni originali di progetto. Dovranno essere verificati direttamente lo spessore dei solai a tutti i livelli, con modalità a scelta del tecnico e comunque specificando la metodologia utilizzata. Tale analisi propedeutica sarà indispensabile per poter valutare se i diaframmi orizzontali siano in grado di trasmettere le forze tra i diversi sistemi resistenti a sviluppo verticale e, quindi, valutare se sia ipotizzabile considerare infinitamente rigidi i solai nel loro piano.

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 verrà svolta sulle tramezzature.

Anche in tal caso la modalità di esecuzione di dette prove sarà a scelta del tecnico, dovendone comunque lo stesso specificare la metodologia utilizzata. Pertanto, 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.

Per quanto riguarda le fondazioni verranno effettuati saggi per verificarne 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 verrà 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 e sia la presenza di eventuali dissesti in atto. Tutte le informazioni saranno riportate nel Rapporto Finale e sintetizzate sia mediante compilazione delle schede che documentate attraverso rilievi grafici e fotografici.

In dettaglio tale fasi di conoscenza saranno così collazionate e relazionate all'Amministrazione appaltante.

### **1.2.1 Descrizione generale del manufatto**

Il tecnico dovrà fornire una descrizione dettagliata ed esaustiva dell'edificio da esaminare. Tale 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.

Situazioni ricorrenti, a mero titolo di esempio, in tale ultimo caso fanno riferimento ad edifici con muratura portante perimetrale e struttura verticale interna a pilastri (in c.a. o in acciaio), ad edifici in muratura che abbiano subito sopraelevazioni (in c.a. o in acciaio), ad edifici che abbiano subito ampliamenti in pianta, ecc.. Di rilevante significato il caso in cui le strutture miste siano costituite da pareti in muratura-c.a., per i quali va precisato se trattasi di muratura confinata da elementi in c.a. oppure di intelaiatura in c.a. tamponata con muratura portante;

- 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;

- 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. Nel caso di edifici in aggregato è necessario produrre una relazione sull'evoluzione storica dello stesso;

- descrizione dell'organizzazione funzionale interna al fabbricato (destinazioni d'uso);

- descrizione geometrica del manufatto, riportando la quadratura per ogni piano della struttura, la specifica delle altezze di interpiano e la cubatura del fabbricato.

### **1.2.2 Relazione sulle fondazioni**

Il tecnico dovrà fornire una descrizione dettagliata ed esaustiva del sistema di fondazione che caratterizza l'opera da esaminare. In particolare dovranno essere riportate le seguenti formazioni:

- descrizione della tipologia di fondazioni presenti (profonde, su punti, 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 effettuate 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 dichiarare, 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...).

### **1.2.3 Rilievo fotografico del manufatto**

L'edificio dovrà essere fotografato in modo da permettere la visualizzazione di tutti i fronti dello stesso, nonché degli interni nelle sue parti maggiormente significative. 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.

### **1.2.4 Rilievo grafico del manufatto**

Il tecnico dovrà fornire, sulla scorta degli elaborati di rilievo messi a disposizione dall'Amministrazione appaltante e a seguito della campagna di rilievi metrici, materici e strutturali da eseguire, una ampia ed esaustiva documentazione grafica di rilievo, sia architettonico che strutturale, fondamentale per le successive fasi del servizio. Tali documenti dovranno essere forniti sia su carta che su supporto informatico.

Gli elaborati grafici architettonici minimi sono i seguenti:

- piante dei vari livelli del fabbricato con riportate le destinazioni d'uso degli ambienti (scala 1:100), debitamente quotate;
- pianta della copertura;
- sezioni architettoniche 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;
- carpenterie dei vari livelli del fabbricato 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 stratigrafia dei solai, 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 sotto finestre, gli eventuali cordoli perimetrali, gli eventuali incatenamenti, ecc., specificandone in tutti i casi l'efficienza strutturale.

E' necessario, sempre per la muratura, indicare graficamente l'eventuale utilizzo di più sotto-tipologie murarie, anche riferibili alla evoluzione storica del fabbricato;

- pianta della copertura;

- sezioni con indicato il verso delle viste relative alle carpenterie. In particolare si sottolinea che le sezioni prodotte devono essere in numero tale da descrivere in modo esaustivo la struttura, così come precedentemente esposto;

- particolari costruttivi ritenuti significativi per il completamento del rilievo, oltre che per la definizione e comprensione del modello di calcolo adottato per la verifica;

- nel caso di edifici in aggregato è opportuno produrre degli elaborati grafici che, nell'ambito dell'organizzazione strutturale generale, mettano in chiara evidenza l'unità strutturale da esaminare. Sempre nel caso di edifici in aggregato, 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.

### **1.2.5 Rilievo grafico e fotografico del quadro fessurativo**

Il tecnico dovrà fornire un rilievo grafico e fotografico del quadro fessurativo e dello stato generale di conservazione dell'opera, con indicazione dei punti di vista.

L'elaborato deve permettere un'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,..). Nel caso si stia esaminando una unità strutturale appartenente ad un aggregato, qualora risulti particolarmente significativo per l'analisi di vulnerabilità della stessa, andranno riportati i quadri fessurativi riscontrati nei corpi di fabbrica adiacenti.

Riguardo ai dissesti in atto o conseguenti ad eventi sismici passati, l'attenzione sarà rivolta all'eventuale presenza di quadri fessurativi determinati, a titolo di esempio, da:

- danni dovuti a eventi sismici precedenti;

- 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.).

### **1.2.6 Relazione sullo stato generale di conservazione dell'opera**

Il tecnico dovrà descrivere sinteticamente la 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. Per quello che riguarda lo stato di conservazione dell'opera, esso 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 del fabbricato.

### 1.3 - Indagini strumentali

In questo ultimo momento conoscitivo della prima fase, si allestiranno ed eseguiranno tutte le indagini diagnostiche e geognostiche finalizzate a completare il rilievo dello stato attuale della struttura, definendo le principali caratteristiche meccaniche dei materiali e dei terreni funzionali alla successiva modellazione strutturale.

#### 1.3.1 Indagini strumentali sui terreni per la caratterizzazione dei suoli

Tale momento conoscitivo assume fondamentale importanza perchè attraverso essa il tecnico arriverà a caratterizzare dal punto di vista geotecnico e sismico il sito su cui sorge il singolo fabbricato da verificare.

Ai sensi del presente disciplinare tecnico, si è previsto, quale set minimo di indagini sui suoli per valutare le proprietà sismiche del terreno di sedime, l'esecuzione, per ogni edificio, di almeno n.2 prove MASW, secondo le due direzioni principali dell'edificio stesso. La tecnica di prospezione sismica a rifrazione consentirà di individuare la velocità media di propagazione entro 30 metri di profondità delle onde di taglio ( $V_{s,30}$ ) mediante la misura dei tempi di primo arrivo delle onde sismiche generate da un punto verso una molteplicità di punti allineati in superficie. Lo studio della propagazione delle onde sismiche consentirà di identificare la categoria del sottosuolo per definire l'azione sismica di progetto.

Per la caratterizzazione stratigrafica e geotecnica dei terreni di fondazione, dovranno altresì essere effettuate n°2 prove penetrometriche con l'ausilio del penetrometro pesante (Tipo Meardi).

Il tecnico dovrà, a supporto delle successive fasi di modellazione, calcolo e verifica, riportare una sintesi dei risultati ottenuti in una tabella riepilogativa recante le seguenti informazioni:

- il valore di  $V_{s,30}$ ;
- la categoria del terreno;
- la categoria topografica.

#### 1.3.2 Indagini strumentali sull'edificio per l'acquisizione del Livello di Conoscenza, del Fattore di Confidenza e delle proprietà dei materiali

Tale momento conoscitivo assume fondamentale importanza perché attraverso essa il tecnico arriverà a definire:

- il Livello di Conoscenza LC della struttura;
- il Fattore di Confidenza FC;
- i parametri meccanici dei materiali da utilizzare nel calcolo.

Ai sensi del presente capitolato e sulla scorta delle indagini minime previste progettualmente, si richiede che il Livello di Conoscenza standard da raggiungere in sede di programmazione operativa della campagna di indagini (a carico del tecnico) sia almeno pari ad un LC2, per qualunque tipo di costruzione da esaminare. Il concorrente può proporre, mediante programmazione di opportune prove, il conseguimento del livello di conoscenza LC3. Qualora, a seguito di risultanze operative in corso d'opera, non fosse possibile raggiungere un livello di conoscenza superiore ad un LC1, andranno riportate in modo esaustivo le motivazioni.

La specifica delle indagini strumentali minime sull'edificio previste progettualmente e richieste dal presente capitolato sono le seguenti:

##### **Strutture in CEMENTO ARMATO**

Per la definizione della vulnerabilità sismica degli edifici in argomento e quindi, per la caratterizzazione dei materiali di cui essi si compongono, si ritiene necessario effettuare verifiche estese delle strutture in questione così come definite nella normativa antisismica, facendo particolare riferimento alla Circolare esplicativa al DM08.

Il riferimento normativo per la quantificazione delle prove da effettuare è in particolare illustrato nella tabella C8A.1.3a, laddove si precisa che per le verifiche estese vanno prelevati n.2 provini di cls per 300 mq di piano dell'edificio e n.2 campioni di armatura per piano dell'edificio. In particolare, poi, si è assunto progettualmente la decisione di avvalersi, nella quantizzazione economica delle indagini, di quanto riportato nella suddetta circolare, ove alla **nota esplicativa c) alla tabella C8A.1.3a** si dà la possibilità di sostituire non più del 50% delle prove distruttive con un numero triplo di prove non distruttive (combinazione di prove ultrasoniche + sclerometriche). In merito alla determinazione delle caratteristiche delle armature di acciaio dell'edificio, la succitata norma di riferimento prescrive il prelievo di almeno n.2 campioni di armatura per piano dell'edificio.

### **Strutture in MURATURA**

Si effettueranno prove con martinetto doppio in numero almeno pari al numero di tipologie di muratura significativamente presenti nell'edificio, preferibilmente al primo livello, 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 e/o prove chimiche sulla malta.

Il tecnico dovrà assicurare, per i solai, 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 prove di carico.

#### **1.3.2.a - Relazione sulle indagini eseguite sull'edificio**

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, saggipacometrici, 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.

#### **1.1.3.2.b - 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 e dai saggi in situ, per la definitiva scelta del Livello di Conoscenza e del relativo FC. In particolare dovranno essere riportate le seguenti informazioni:

#### **Strutture in CEMENTO ARMATO**

- 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 (tipo Sonreb, ecc.);
- 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 ed il relativo 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.A - Allegato A - delle Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche DM08;
- 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;
- nel caso di acquisizione di un certo numero di dati sperimentali (tipico caso di esecuzione di prove non distruttive nel cemento armato) il tecnico dovrà relazione in merito alla significatività statistica del numero di prove eseguite;
- riguardo alla specificazione del Livello di Conoscenza raggiunto e del relativo FC da applicare alle proprietà meccaniche dei materiali, l'eventuale utilizzo (vedi §C8 A.2.4 delle Istruzioni) di FC differenziati tra i materiali indagati.

#### **1.3.2.c - Relazione sugli approfondimenti conoscitivi a solai ed impianti**

In tale relazione, il tecnico dovrà illustrare:

- descrizione delle modalità delle eventuali prove eseguite e della strumentazione utilizzata;
- certificati ed elaborati vari con i risultati delle prove;
- valutazioni del tecnico circa i risultati delle prove, con evidenziazione di quelle che sono le conseguenze di tali risultanze nei confronti dell'analisi statica dell'impalcato stesso.

Sempre nella stessa relazione, il tecnico, con produzione di grafici ed elaborati fotografici, in merito alla vulnerabilità degli impianti, dovrà illustrare:

- la dislocazione e tipologia degli impianti esaminati, anche attraverso opportuni elaborati;
- la valutazione sulla vulnerabilità sismica degli impianti, soprattutto in relazione all'interazione impianti - struttura.

### **1.3.3 Elaborati di sintesi della fase 1 di conoscenza dell'edificio**

Si riassumono, di seguito, gli elaborati che dovranno essere redatti e trasmessi dal tecnico, per ogni edificio, al termine della prima fase di conoscenza del manufatto.

Relazioni

- Relazione sulla documentazione esistente
- Descrizione generale del manufatto
- Relazione sulle fondazioni
- Relazione sullo stato generale di conservazione dell'opera
- Relazione sulle indagini eseguite sull'edificio
- Relazione sulle caratteristiche dei materiali
- Relazione sugli approfondimenti conoscitivi a solai ed impianti

Elaborati grafici e fotografici

- Rilievo fotografico del manufatto
- Rilievo grafico del manufatto
- Rilievo grafico e fotografico del quadro fessurativo

Ad accompagnamento di tali elaborati, il tecnico dovrà redigere ed allegare gli ulteriori 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 macrocarenze 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 già dal primo momento conoscitivo, ed influenzare il comportamento sismico d'insieme e dunque pregiudicare la validità del modello di calcolo stesso.

Per gli edifici in cemento armato dovranno essere indicati, a titolo di esempio, la consistenza ed efficacia dei giunti tecnici tra corpi di fabbrica affiancati, la presenza di pilastri "corti", ecc.. Per gli edifici in muratura, invece, dovranno essere evidenziate le carenze dei collegamenti tra setti murari ortogonali, tra impalcati e pareti, la consistenza ed efficacia degli architravi, dei giunti strutturali, ecc..

Per gli edifici in acciaio dovranno essere riportate informazioni circa l'efficacia e la consistenza delle connessioni, ecc..

In particolare, nel valutare se gli orizzontamenti sono assimilabili a diaframmi rigidi, nel caso non siano rispettate le indicazioni geometriche presenti al §7.2.6 del DM08, è consigliabile considerare la deformabilità nel piano, ed eseguire il controllo degli spostamenti orizzontali massimi dei nodi così come previsto al §07.2.6 delle Istruzioni del DM08.

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 1" e di "Livello 2" per gli edifici strategici ai fini della protezione civile o rilevanti in caso di collasso a seguito di evento sismico.

## **2. FASE 2: MODELLAZIONE STRUTTURALE E VERIFICHE DI VULNERABILITÀ**

In questa seconda fase, con riferimento alle informazioni dedotte dalla prima fase, si 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:

- Modellazione strutturale;
- Verifiche di vulnerabilità.

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.

## **2.1 - Modellazione strutturale**

In questo primo momento di analisi strutturale, si 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 tre momenti specifici:

- definizione dei dati di base della modellazione strutturale;
- definizione dei criteri generali e particolari di valutazione della vulnerabilità sismica del fabbricato;
- modellazione della struttura e metodi di analisi adottati.

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.

### **2.1.1 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 sotto dettagliati.

#### **2.1.1.a Valutazione della sicurezza**

Il tecnico dovrà prioritariamente specificare il motivo che è alla base della Valutazione della Sicurezza di ogni singolo manufatto. In particolare bisogna chiarire se la causa individuata è una delle quattro previste dal DM08 nel §8.3, oppure se residua come unico obiettivo la determinazione del grado di sicurezza del fabbricato nei confronti dell'azione sismica prevista.

Il tecnico dovrà inoltre specificare gli stati limite nei confronti dei quali viene eseguita la valutazione della sicurezza (si rammenta che il DM08 indica che la valutazione della sicurezza e la progettazione degli interventi sulla costruzione, potranno essere eseguiti con riferimento ai soli SLU, di cui si può scegliere, per le strutture in c.a. e acciaio, in alternativa o lo SLV o lo SLC, mentre per le murature si può valutare solo lo SLV). In merito alla verifica nei confronti degli SLE, ai sensi del presente disciplinare tecnico si specifica che è interesse della stazione appaltante procedere a tale verifica almeno per lo SLD, in quanto, a meno di ulteriori esigenze prestazionali attualmente non ancora emerse, non appare necessario che le strutture oggetto di verifica debbano restare operative durante e subito dopo il terremoto. Si raccomanda, comunque, l'utilizzo dei criteri previsti nel §C3.2.1 delle Istruzioni al DM08.

### **2.1.1.b 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. Il numero di anni nel quale la struttura deve poter essere utilizzata per lo scopo al quale è destinata, viene definito ai sensi del presente capitolato in almeno 80 anni, fermo restando la verifica critica della compatibilità di tale valore con la tipologia e con lo stato di conservazione del fabbricato. E' possibile adottare valori intermedi a quelli di frontiera previsti dalla tabella 2.4.I del DM08, fermo restando che alla fine del periodo previsto dalla VN, l'edificio dovrà essere di nuovo sottoposto a valutazione di vulnerabilità.

Si procederà, quindi, alla attribuzione della Classe d'Uso (§2.4.2 del DM08), ricordando che quella prevista dal presente disciplinare tecnico in relazione alla tipologia di costruzione investigata è la Classe III. E' facoltà della stazione appaltante, qualora in corso di esecuzione del servizio in oggetto dovessero emergere indicazioni per cui la singola struttura oggetto di analisi debba ritenersi strategicamente rilevante (con particolare riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità), richiedere al tecnico di procedere nella modellazione e verifica mediante attribuzione della Classe d'Uso IV.

Infine il Calcolo del Periodo di Riferimento (VR) per l'azione sismica sarà definito nel rispetto delle limitazioni previste al §2.4.3 del DM08.

### **2.1.1.c 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 è necessario, l'opportunità di considerare, per la definizione dell'azione sismica, gli effetti della variabilità spaziale del moto (ai sensi del §3.2.5 del DM08).

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

- le combinazioni sismiche sono quelle previste al §3.2.4 del DM08, specificando in maniera chiara i valori dei coefficienti  $\psi_{2j}$  assegnati ai carichi accidentali presenti, con esplicito riferimento alle tabella 2.5.I del DM08;

- la combinazione statica di riferimento per la valutazione della vulnerabilità sismica del fabbricato è 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 del fabbricato, 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;

- la combinazione statica generale (il cui soddisfacimento o meno, non comporta il blocco della valutazione della vulnerabilità del fabbricato) è quella indicata per le costruzioni esistenti al §8.5.5 del DM08, in cui  $\gamma_g$  può essere preso unitario e  $\gamma_q = 1,5$ . Tale combinazione deve comunque essere raffrontata con una combinazione statica in cui sia  $\gamma_g$  che  $\gamma_q$  siano presi col valore unitario. In questo modo ci si propone di valutare più criticamente la gravità del mancato adeguamento statico;

- se la verifica coinvolge opere geotecniche, bisogna esplicitare le combinazioni di carico per la valutazione delle stesse, ai sensi delle indicazioni riportate nel §2.6 del DM08.

Il tecnico procederà di seguito alla quantificazione di tali predette azioni, mediante esecuzione di una dettagliata analisi dei carichi (con esplicito riferimento alle indicazioni ed alle tabelle presenti al §3 del DM08).

Il tecnico dovrà poi determinare l'azione sismica di riferimento per gli stati limite soggetti a verifica, ricordando che:

- l'azione sismica va determinata secondo la procedura implementata nel §3.2 del DM08 (tal fine è consigliabile utilizzare il programma 'Spettri' scaricabile dal sito del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, attraverso il quale è possibile ricavare lo spettro elastico di sito. Quello di progetto andrà invece calcolato attraverso l'utilizzo di un fattore di struttura  $q$  valido per le costruzioni esistenti);
- è necessario fornire tutte le informazioni e grafici derivanti dal programma stesso ed in più devono essere esplicitati tutti i parametri di riferimento, le informazioni sulla tipologia di terreno desunta dalle relazioni geologiche, geotecniche-geofisiche e sui fattori di amplificazione topografica e stratigrafica;
- nel caso si utilizzino gli accelerogrammi, la relazione dovrà riportare dettagliatamente la procedura di determinazione degli accelerogrammi stessi, nonché la verifica di spettro compatibilità, ai sensi e nel rispetto delle indicazioni presenti al §3.2.3 del DM08.
- nel caso si combini l'analisi con un sisma verticale, andranno riportate analoghe informazioni per l'identificazione dell'azione sismica diretta in tale verso.

Dovendosi, come precedentemente richiesto, procedere alla valutazione dell'azione sismica anche nei confronti degli stati limite di esercizio (SLE), la determinazione dei relativi livelli di prestazione deve essere opportunamente relazionata seguendo le indicazioni riportate al §3.2 delle Istruzioni per l'applicazione del DM08.

Il tecnico dovrà, infine, determinare, in base ai criteri riportati nei §§3.3-4-5-6 del DM08, 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.

### ***2.1.2 Definizione dei criteri generali e particolari di valutazione della vulnerabilità sismica***

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 statica sia prospettando, laddove ritenuto necessario, interventi urgenti alla struttura.

Si procederà obbligatoriamente secondo i seguenti passaggi.

#### ***2.1.2.a Analisi di regolarità***

In conformità alle indicazioni presenti al §7.2.2 del DM08 e del §7.2.2 delle istruzioni, il tecnico dovrà eseguire un'analisi della regolarità strutturale, 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.

In particolare si sottolinea che, nell'ambito dell'analisi di regolarità strutturale, non è possibile escludere gli elementi "secondari" eventualmente identificati ai sensi delle note normative di cui al §7.2.3 del DM08.

#### **2.1.2.b 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 del fabbricato (ad es. negli edifici in c.a. ed in acciaio), in questa sezione il tecnico dovrà descrivere il criterio di classificazione adottato (§C8.7.2.5 delle Istruzioni al DM08).

Si evidenzia che:

- la classificazione in elementi duttili e fragili è necessaria ai fini dell'identificazione preliminare di quegli elementi strutturali condizionati da un comportamento intrinseco a sviluppare la propria crisi per via di meccanismi fragili (quali il taglio), piuttosto che di quelli duttili;

- la classificazione degli elementi deve avvenire effettuando un confronto tra la resistenza flessionale dell'elemento, espressa in termini taglianti  $V_{u, flex}$ , e la resistenza a taglio dello stesso elemento  $V_{u, shear}$ ;

- con riferimento alla valutazione della resistenza flessionale dell'elemento, espressa in termini taglianti,  $V_{u, flex}$ , il momento resistente  $M_u$  delle due sezioni di estremità è valutato nell'ipotesi di uno sforzo assiale corrispondente ai soli carichi gravitazionali da combinazione sismica, con la precisazione che qualora nell'ambito della sezione si verifichi una variabilità dell'armatura (tipico caso delle travi), devono essere valutati momenti resistenti positivo e negativo;

- con riferimento alla valutazione della resistenza a taglio dell'elemento,  $V_{u, shear}$ , bisogna tener conto della presenza di eventuali ferri piegati anche stimando un passo di staffe trasversali equivalenti. In questo caso devono essere descritti con dettaglio i criteri di calcolo utilizzati per il presente scopo;

- per la stima del momento resistente della sezione andranno specificate chiaramente le ipotesi di base, quali la resistenza dei materiali in relazione al fattore di confidenza FC, ecc.;

- le risultanze di tale classificazione dovranno essere compatibili con l'assegnazione dei parametri di calcolo (valore del fattore di struttura  $q$ , ecc.) e con i criteri di verifica utilizzati per gli elementi strutturali.

Per gli edifici in muratura, in questa sezione si possono riportare tutte le informazioni relative alla classificazione strutturale delle pareti murarie, specificando se del caso quali siano sismo-resistenti e quali no, quali elementi sono stati esclusi dal calcolo e perchè, 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.

Tutti gli elementi non classificati come sismo-resistenti dovranno essere comunque trattati come elementi strutturali "secondari" ai sensi di quanto riportato al §7.2.3 del DM08.

#### **2.1.2.c Presenza di elementi strutturali secondari e di elementi costruttivi senza funzione strutturale sismicamente rilevanti**

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 del fabbricato. In particolare dovrà essere specificata se la rigidità e la resistenza di tali elementi verranno ignorate nell'analisi della risposta sismica, tenendo comunque presente che sarà necessario valutare se tali elementi siano in grado di assorbire le deformazioni della struttura soggetta all'azione sismica di progetto, mantenendo la capacità portante nei confronti dei carichi verticali.

Dovendosi valutare la vulnerabilità sismica di edifici di Classe d'uso III (o eventualmente IV), qualora il tecnico incaricato rilevi la presenza di elementi costruttivi senza funzione strutturale (vedi §7.2.3 del DM08) il cui collasso può provocare danno a persone, nel caso in cui, il tecnico debba valutare lo SLO 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. Si evidenzia che la distribuzione di tali elementi, in determinate condizioni di irregolarità in pianta od in altezza, può influenzare la risposta sismica del fabbricato. In tal caso il tecnico dovrà specificare come terrà conto della presenza di tali elementi (a tal proposito il DM08 al §7.2.3 specifica alcune modalità per tener conto dell'effetto negativo di una distribuzione irregolare di tali elementi e indica le modalità per valutare gli effetti dell'azione sismica su di essi).

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 del fabbricato.

A tal proposito il tecnico incaricato dovrà descrivere i criteri di modellazione delle tamponature stesse (puntone equivalente, elementi shell, ecc...), riportando tutti i calcoli per la determinazione dei parametri dimensionali e di resistenza che lo rappresentano. E' significativo che il tecnico valuti la gerarchia delle resistenze telaio/tamponature per verificare quale dei due elementi risulti "più forte", tenendo conto dei vari meccanismi di rottura prevalenti per il pannello murario. In questo caso è necessario riportare i calcoli eseguiti ed i criteri di valutazione adottati allo scopo. Tali considerazioni possono rientrare anche nella definizione degli interventi urgenti da eseguirsi per eliminare le carenze strutturali gravi di cui si dirà in seguito (a titolo di esempio, ciò può verificarsi qualora si sia stimato che le tamponature possano mandare in crisi per meccanismi fragili i pilastri in cemento armato).

Nel caso lo si ritenga opportuno e qualora dei calcoli specifici portino a confermare tale previsione di comportamento, è possibile considerare l'effetto delle tamponature solo per lo SLD e non per lo SLV o SLC (equivalendo ciò all'assunzione progettuale di ritenere che in corrispondenza degli SLU le tamponature si siano già danneggiate e non influenzino più la risposta globale, cosa vera se le tamponature vanno in crisi prima dei pilastri).

#### **2.1.2.d Valutazione dell'idoneità statica della struttura nel suo complesso e degli impalcati**

Conformemente alle indicazioni riportate precedentemente in relazione alla combinazione delle azioni, prima di eseguire l'analisi sismica del fabbricato, è necessario valutare la situazione statica di partenza, intendendo con questo la valutazione dello stato di sollecitazione degli elementi soggetti alla combinazione dei carichi gravitazionali in condizioni sismiche. L'obiettivo è quello di controllare che tutti gli elementi strutturali verifichino in termini di resistenza, nella situazione di carico preliminare all'ingresso delle forze sismiche laterali.

Similmente in tale fase il tecnico dovrà eseguire una verifica dei solai nel rispetto degli Stati Limite previsti per le condizioni di esercizio relative all'utilizzo degli stessi. In particolare si evidenzia che le Istruzioni per l'applicazione del DM08 al §8.5.5, in virtù di un accurato rilievo geometrico – strutturale di fatto obbligatorio per un edificio esistente, consente di utilizzare coefficienti parziali modificati, assegnando valori di  $\gamma_G$  adeguatamente motivati.

In particolare per tale aspetto è necessario produrre una Relazione inerente la vulnerabilità statica, comprendente la seguente documentazione:

*relazione descrittiva illustrante:*

- 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, 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, in modo tale da agevolare l'eventuale controllo dell'input e dell'output numerico uscente dal programma di calcolo;

- i dati di input ed output uscenti dal programma di calcolo;
- le verifiche 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.).

### **2.1.2.e Identificazione degli interventi urgenti**

Conformemente alle indicazioni riportate precedentemente sulle combinazioni dei carichi ed alle risultanze emerse dall'analisi testè 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, perchè ritenute fondamentali. In particolare il tecnico dovrà produrre una Relazione inerente l'identificazione degli interventi urgenti comprendente la seguente documentazione:

*relazione descrittiva illustrante:*

- 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, 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. Tali considerazioni e scelte progettuali preliminari saranno necessarie per la comprensione del modello di calcolo utilizzato per la verifica sismica;
- gli interventi urgenti da adottarsi per il ripristino delle condizioni di sicurezza e di efficienza delle fondazioni, qualora in fase di indagine siano emersi problemi strutturali legati al sistema di fondazione (documentati dall'analisi del quadro fessurativo e dalle eventuali considerazioni tecniche fatte nella fase di conoscenza);
- la consistenza ed efficacia dei giunti tecnici presenti nel caso di corpi di fabbrica affiancati;
- gli interventi da eseguirsi a causa della presenza di tamponature 'forti' e telaio 'debole';
- gli interventi da eseguirsi sui solai come conseguenza dei risultati emersi dalla predetta analisi relativa agli impalcati;
- 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 per ogni edificio esaminato.
- 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.

### **2.1.3 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.

### **2.1.3.a 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 (vincoli particolari, elementi strutturali dalla geometria particolare, ecc.) ed in generale sottolineando tutti gli aspetti significativi alla comprensione completa del modello, 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, in modo tale da agevolare il controllo dell'input e dell'output numerico uscente dal programma di calcolo;
- in caso di modellazione non lineare dei materiali, relazione circa la caratterizzazione della non linearità per gli elementi modellati (ad es. raffigurazione del modello bilineare elastico perfettamente plastico dei pannelli murari, ecc.);
- nelle strutture di muratura dovranno essere riportate tutte le informazioni significative circa la comprensione del funzionamento degli elementi strutturali principali verticali (maschio) e orizzontali (fascia);
- descrizione della modellazione utilizzata per gli orizzontamenti;
- nel caso di edifici in aggregato è opportuno relazionare sui criteri utilizzati per tener conto dell'interazione tra unità strutturale in esame e strutture aderenti;
- nel caso di edifici misti andrà esaurientemente descritto il ruolo strutturale dei vari elementi resistenti presenti nel modello di calcolo, sia quando si vuole affidare l'azione sismica a solo una delle tipologie presenti, sia quando l'azione sismica è contrastata contemporaneamente da diverse tipologie costruttive.

Si dovranno altresì riportare le valutazioni del tecnico incaricato circa l'opportunità di considerare nel calcolo effetti del "secondo ordine" (ad esempio l'effetto P-D per le strutture intelaiate), giustificando in maniera esaustiva le motivazioni di tale scelta (secondo le indicazioni presenti al §7.3.1 del DM08).

L'input completo di calcolo, per ogni struttura oggetto di verifica, andrà fornito su supporto informatico.

### **2.1.3.b Metodo di analisi adottato e criteri di ammissibilità**

Il tecnico dovrà indicare il metodo di analisi che verrà utilizzato per la verifica di vulnerabilità sismica del fabbricato, per ogni edificio oggetto di verifica. 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 §C8.7.1.1.

I metodi di analisi adottabili sono i seguenti:

- analisi statica lineare (con spettro elastico o con spettro di progetto);
- analisi statica non lineare;
- 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 un passo obbligatorio. In particolare andranno comunque riportate le seguenti informazioni:

- le coordinate del centro di massa e la massa sismica di piano, per ogni piano sismico;
- massa sismica totale;
- elenco dei periodi propri di vibrazioni con associata la percentuale di massa partecipante (si sottolinea che l'elenco dovrà comprendere tutti i periodi fino ad un totale di massa partecipante superiore almeno all'85%);
- spostamenti del centro di massa per ogni periodo considerato;
- gli elaborati grafici che mostrino le deformate modali.

L'output completo di calcolo, per ogni struttura oggetto di verifica, andrà fornito su supporto informatico.

Si riportano di seguito le informazioni minime che devono essere fornite per ognuno dei metodi.

## **ANALISI STATICA LINEARE**

### **Analisi statica lineare con spettro elastico**

Il tecnico dovrà riportare, nel rispetto del significato delle espressioni riportate al §7.3.3.2 del DM08, le seguenti informazioni minime:

- relazione sul rispetto dei requisiti di ammissibilità del metodo di cui ai criteri contenuti nei §C8.7.2.3 e nel §7.3.3.2 del DM08, in particolare per quello che riguarda l'analisi di regolarità;
- grafico con visualizzato lo spettro elastico per la componente orizzontale;
- grafico con visualizzato lo spettro elastico per la componente verticale (se presente);
- valore di  $T_1$ ;
- valore di  $C_1$ ;
- valore di  $H$ ;
- valore di  $S_d(T_1)$ ;
- valore di  $W$ ;
- valore di  $\lambda$ ;
- valore "z" delle quote dal piano di fondazione;
- valore di  $F_i$  data dall'espressione (§7.3.6) del DM08;
- indicazione del metodo utilizzato per tener conto dell'eccentricità accidentale; nel caso si tenga conto dell'eccentricità utilizzando il valore di  $\delta$  occorre indicare l'esatta procedura per il calcolo di tale parametro.

### **Analisi statica lineare con spettro di progetto**

Il tecnico dovrà riportare, nel rispetto del significato delle espressioni riportate al §7.3.3.2 del DM08, le seguenti informazioni minime:

- relazione sul rispetto dei requisiti di ammissibilità del metodo di cui ai criteri contenuti nei §C8.7.2.3 e nel §7.3.3.2 del DM08, in particolare per quello che riguarda l'analisi di regolarità;
- grafico con visualizzato lo spettro elastico per la componente orizzontale;
- grafico con visualizzato lo spettro elastico per la componente verticale (se presente);
- valore di  $T_1$ ;
- valore di  $C_1$ ;
- valore di  $H$ ;
- valore di  $S_d(T_1)$ ;
- valore di  $W$ ;
- valore di  $\lambda$ ;
- valore "z" delle quote dal piano di fondazione;

- valore di  $F_i$  data dall'espressione (§7.3.6) del DM08;
- indicazione del metodo utilizzato per tener conto dell'eccentricità accidentale; nel caso si tenga conto dell'eccentricità utilizzando il valore di  $\delta$  occorre indicare l'esatta procedura per il calcolo di tale parametro.

### **ANALISI STATICA NON LINEARE (pushover)**

Il tecnico dovrà riportare le seguenti informazioni minime:

- relazione sul rispetto dei requisiti di ammissibilità del metodo di cui ai criteri contenuti nel §7.3.4 del DM08, ferme restando le specifiche valide per le strutture in muratura presenti nel §C8.7.1.4 delle Istruzioni al DM08 relative alle costruzioni in muratura e quelle per le strutture in c.a. presenti nel §C8.7.2.3 delle Istruzioni al DM08. Si rammenta che per le strutture in muratura l'analisi statica non lineare è applicabile anche ad edifici che possiedano le caratteristiche riportate al §7.8.1.5.4 del DM08;
- specifica delle distribuzioni principali di forze laterali;
- specifica delle distribuzioni secondarie di forze laterali;
- numero delle combinazioni di pushover esaminate. A tal proposito occorre ricordare che la norma obbliga l'esecuzione di tanti pushover quante sono le combinazioni possibili e le distribuzioni di forze laterali, tenendo conto anche delle eccentricità di legge. Nella consuetudine di eseguire analisi statiche non lineari per sole due distinte distribuzioni di forze laterali, le combinazioni di legge diventano 24, tuttavia di fronte a strutture particolarmente regolari per le quali si dimostri che il comportamento non lineare non cambia nella sostanzialità modificando la direzione di ingresso del sisma, è possibile ridurre il numero delle analisi non lineari. Si evidenzia, inoltre, che, qualora l'analisi statica non lineare sia utilizzata come completamento od integrazione di analisi lineari (ad esempio per confrontare il valore del fattore di struttura utilizzato per l'analisi lineare con spettro di progetto) il numero delle analisi può essere ridotto ad un numero che il tecnico ritiene significativo per le valutazioni specifiche che intende fare.

### **ANALISI DINAMICA LINEARE**

#### **Analisi dinamica lineare con spettro elastico**

Il tecnico dovrà riportare le seguenti informazioni minime:

- relazione sul rispetto dei requisiti di ammissibilità del metodo di cui ai criteri contenuti nel §C8.7.2.4 delle Istruzioni al DM08;
- indicazione del metodo di combinazione quadratica utilizzata (SRSS o CQC);
- grafico con visualizzato lo spettro elastico per l'azione orizzontale;
- grafico con visualizzato lo spettro elastico per l'azione verticale (se presente);
- indicazione del metodo utilizzato per tener conto dell'eccentricità accidentale.

#### **Analisi dinamica lineare mediante integrazione al passo delle equazioni del moto**

Il tecnico dovrà riportare le seguenti informazioni minime:

- relazione sul rispetto dei requisiti di ammissibilità del metodo di cui ai criteri contenuti nel §C8.7.2.4 delle Istruzioni al DM08;
- grafico con visualizzato gli accelerogrammi utilizzati per l'azione orizzontale;
- grafico con visualizzato gli accelerogrammi utilizzati per l'azione verticale;
- analisi di spettro compatibilità;
- indicazione del metodo utilizzato per tener conto dell'eccentricità accidentale.

#### **Analisi dinamica lineare con spettro di progetto**

Il tecnico dovrà riportare le seguenti informazioni minime:

- relazione sul rispetto dei requisiti di ammissibilità del metodo di cui ai criteri contenuti nel §C8.7.2.4 delle Istruzioni al DM08;
- indicazione del metodo di combinazione quadratica utilizzata (SRSS o CQC);
- valore del fattore di struttura  $q$  utilizzato per l'analisi;
- grafico con visualizzato lo spettro di progetto per l'azione orizzontale;
- grafico con visualizzato lo spettro di progetto per l'azione verticale (se presente);
- indicazione del metodo utilizzato per tener conto dell'eccentricità accidentale.

### **ANALISI DINAMICA NON LINEARE**

Ricordando che l'analisi dinamica non lineare è possibile solo se la struttura è modellata attraverso un comportamento non lineare dei materiali, il tecnico dovrà riportare le seguenti informazioni minime:

- descrizione della modalità di impiego dell'analisi dinamica non lineare (in particolare si ricorda che nel caso di struttura non regolare in pianta, l'azione sismica deve essere rappresentata da gruppi di 3 accelerogrammi – due nelle direzioni principali orizzontali, uno verticale - agenti simultaneamente. L'accelerogramma verticale è obbligatorio solo nei casi di cui al §7.2.1 del DM08. I gruppi di accelerogrammi devono essere almeno 3);
- descrizione e visualizzazione degli accelerogrammi utilizzati (a tal proposito la norma ritiene che gli accelerogrammi di riferimento siano quelli 'artificiali', costruiti secondo le modalità riportate al §3.2.3.6 del DM08. Nel caso di utilizzo di tali accelerogrammi dovrà essere descritta in modo esaustivo la procedura di costruzione degli stessi. L'utilizzo di accelerogrammi registrati o generati mediante simulazione del meccanismo della sorgente è consentito nel rispetto delle indicazioni presenti al §3.2.3.6 del DM08).
- verifica di spettro compatibilità degli accelerogrammi utilizzati;
- relazione sull'analisi non lineare per la valutazione degli effetti dei carichi verticali (§C7.3.4.2 delle Istruzioni al DM08);
- relazione sul confronto, in termini di sollecitazioni globali alla base, tra l'analisi dinamica non lineare e l'analisi modale con spettro di progetto (§C7.3.4.2 delle Istruzioni al DM08).

## **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 interventi di adeguamento o miglioramento che il tecnico riterrà necessari.

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.

### **2.2.1 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'insieme in termini di grado di diffusione degli

elementi non verificati nell'ambito del complesso strutturale esaminato, il progettista 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.

#### **2.2.1.a Verifiche di vulnerabilità di edifici isolati in muratura**

Le verifiche di sicurezza del fabbricato 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 progettista 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.II del DM08.

Nel caso di analisi lineare statica o dinamica le modalità di verifica devono seguire le procedure previste al §7.8.2.2 del DM08.

Nel caso di analisi statica non lineare, le verifiche andranno condotte attraverso il confronto tra la curva di capacità globale (in formato ADRS) del fabbricato 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 §C7.3.4 delle Istruzioni al DM08, con le precisazioni e differenze contenute nel §7.8.1.6 del DM08.

Nel caso di analisi statica non lineare, la verifica di sicurezza consiste nel confronto tra la capacità di spostamento della costruzione  $d^*_u$  e la domanda di spostamento  $d^*_{max}$  per lo stato limite esaminato.

Si ricorda comunque che, in caso di valori di  $q^*$  superiori a 3,0, la verifica è automaticamente non soddisfatta.

#### **2.2.1.b 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. In particolare:

- gli elementi/meccanismi duttili debbono essere verificati confrontando i valori delle rotazioni alla corda con i corrispondenti valori desunti dall'analisi sismica;
- gli elementi/meccanismi fragili (taglio e nodi) debbono essere verificati confrontando le resistenze limite con le sollecitazioni desunte dall'analisi sismica.

Nel caso di analisi lineare con spettro di progetto, la verifica degli elementi/meccanismi, sia duttili che fragili, andrà eseguita in termini di resistenza. L'applicazione di tale metodologia prevede l'esecuzione di due analisi distinte per i meccanismi fragili (per i quali  $q = 1,5$  sempre) e per i meccanismi duttili ( $q$  variabile tra 1,5 e 3,0). In particolare si ricorda che con tale procedura non è possibile esaminare lo stato limite di collasso (SLC).

Nel caso di analisi statica non lineare, le verifiche andranno condotte attraverso il confronto tra la curva di capacità globale (in formato ADRS) del fabbricato con opportuni spettri di risposta elastica.

La curva di capacità forza - spostamento dovrà essere costruita attraverso la procedura prevista al §C7.3.4 delle Istruzioni al DM08.

Nel caso di analisi statica non lineare, una volta controllato che  $d^*_{max}$  è minore od uguale a  $d^*_u$  per lo SL esaminato, la verifica di sicurezza consiste nel confrontare la compatibilità degli spostamenti per gli elementi/meccanismi duttili e delle resistenze per gli elementi/meccanismi fragili.

#### **2.2.1.c 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.

#### **2.2.1.d Verifiche di vulnerabilità di edifici misti e di aggregati edilizi**

Le verifiche delle strutture miste sono fortemente condizionate dall'organizzazione dell'apparato strutturale e dall'interazione tra elementi strutturali di diverso materiale e diversa rigidità. È evidente pertanto che 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 DM08 e §C8.7.3 delle Istruzioni al DM08). 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..

Qualora nei capitoli precedenti relativi alla descrizione ed alle valutazioni sulla struttura sia stata fatta dal progettista 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.

Le Istruzioni per l'applicazione del DM08 al §C8C.1 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.

#### **2.2.1.e Verifiche di vulnerabilità degli elementi non strutturali e degli impianti**

Qualora ricorrano le condizioni di cui al §C8I.1 dell'Allegato A alle Istruzioni del DM08, 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 (a tal fine si faccia riferimento alle indicazioni contenute nelle Istruzioni al DM08 ed in particolare alla tabella C8I.1 dell'Allegato A;
- 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.

### **2.2.2 Determinazione degli indicatori di rischio ( $I_R$ )**

Con l'utilizzo delle vecchie norme sismiche (OPCM 3431 e DM05), 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. Si deve tener presente però che con il DM08 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. Tuttavia esso 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:

$$I_{R,SL} = (T_{R,C} / T_{R,D})^{0,41}$$

#### **2.2.2.a Indicatore di Rischio per le strutture in cemento armato**

##### **Procedura di determinazione di $I_R$ mediante spettro elastico**

Con questa procedura è possibile valutare tutti gli stati limite previsti dalla norma.

- si procederà modificando in modo iterativo il valore del periodo di ritorno dello spettro di domanda  $T_{R,D}$  (ad esempio a steps di 10 anni) fino a trovare il valore di  $T_{R,C}$  sotto il quale sono soddisfatte le verifiche in termini di deformabilità per gli elementi meccanismi duttili e di resistenza per quelli fragili;
- si calcolerà l'Indicatore di Rischio facendo il rapporto  $I_{R,SL} = (T_{R,C} / T_{R,D})^{0,41}$ ;
- si calcolerà l'Indicatore di Rischio in termini di accelerazione anche mediante il seguente rapporto:  $I_{R,SL} = a_g [T_{R,C}] / a_g [T_{R,D}]$ .

##### **Procedura di determinazione di $I_R$ mediante spettro ridotto del fattore di struttura $q$**

- si procederà in modo iterativo come per il caso dello spettro elastico (si evidenzia che con tale approccio non è possibile valutare lo stato limite di collasso SLC);
- si dovrà determinare il valore di  $T_R$  e  $a_g$  sotto il quale sono soddisfatte le verifiche in termini di resistenza sia per i meccanismi duttili che per quelli fragili.

##### **Procedura di determinazione di $I_R$ mediante pushover**

- sulla curva generalizzata forza-spostamento dovranno essere identificati i punti corrispondenti alle seguenti situazioni
- il primo collasso a taglio o il collasso di un nodo o il raggiungimento della rotazione ultima ad un piano (SLC)
- il raggiungimento della rotazione di salvaguardia della vita ad un piano (SLV);
- il raggiungimento della rotazione di snervamento ad un piano (SLD);
- la curva di capacità dovrà essere confrontata con opportuni spettri di risposta elastica, eventualmente corretti con un valore appropriato del fattore  $\eta$ , in funzione delle capacità dissipative corrispondenti a ciascuno stato limite;
- l'intersezione della curva di capacità con gli spettri consentirà di calcolare il valore dell'accelerazione al suolo corrispondente agli stati limite esaminati ( $PGA_{SL}$ );
- si calcolerà l'Indicatore di Rischio facendo il rapporto tra la  $PGA_{SL}$  minore e il corrispondente valore dell'accelerazione di aggancio allo spettro per lo stato limite esaminato;

- per determinare l'indicatore di rischio in termini di Periodo di Ritorno, si deve calcolare il seguente rapporto

$$I_{R\_SL} = (T_{R,C} [PGA_C] / T_{R,D} [PGA_D])^{0,41}$$

- è utile sempre calcolare, per ogni stato limite esaminato, il rapporto tra lo spostamento ultimo della bilineare equivalente e lo spostamento di domanda; in questo modo si ricava un indicatore di rischio relativo al comportamento "globale" della struttura e non vincolato alla crisi di un solo elemento.

### **2.2.2.b 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 riportati in §C8.7.2.7 delle Istruzioni al DM08 ed in §C8F.2 dell'Allegato. 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..

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

#### **Procedura di determinazione di $I_R$ mediante spettro ridotto del fattore di struttura $q$**

Con questa procedura è possibile valutare tutti gli stati limite previsti dalla norma.

- si procederà in modo iterativo fino a determinare il valore di  $T_{R,C}$  sotto il quale sono soddisfatte le verifiche in termini di resistenza sia per i meccanismi a pressoflessione e taglio nel piano della parete, sia per quelli pressoflessione fuori del piano;

- si dovrà comunque procedere alla determinazione del valore di  $T_{R,C}$  sotto il quale sono soddisfatte le verifiche a pressoflessione fuori del piano, di tutte le pareti aventi funzione strutturale, anche quando non considerate resistenti al sisma.

- si calcolerà l'Indicatore di Rischio facendo il rapporto  $I_{R\_SL} = (T_{R,C} / T_{R,D})^{0,41}$ ;

- si calcolerà l'Indicatore di Rischio in termini di accelerazione anche mediante il seguente rapporto:  $I_{R\_SL} = a_g [T_{R,C}] / a_g [T_{R,D}]$ .

#### **Procedura di determinazione di $I_R$ mediante pushover**

- sulla curva generalizzata forza-spostamento dovranno essere identificati i punti corrispondenti alle seguenti situazioni:

o il raggiungimento dello spostamento ultimo per lo SLV

o il raggiungimento dello spostamento ultimo per lo SLD

- la curva di capacità dovrà essere confrontata con opportuni spettri di risposta elastica, eventualmente corretti con un valore appropriato del fattore  $\eta$ , in funzione delle capacità dissipative corrispondenti a ciascuno stato limite;

- l'intersezione della curva di capacità con gli spettri consentirà di calcolare il valore dell'accelerazione al suolo corrispondente agli stati limite esaminati ( $PGA_{SL}$ );

- si calcolerà l'Indicatore di Rischio facendo il rapporto tra la  $PGA_{SL}$  minore e il corrispondente valore dell'accelerazione di aggancio allo spettro per lo stato limite esaminato;

- per determinare l'indicatore di rischio in termini di Periodo di Ritorno, si deve calcolare il seguente rapporto

$$I_{R\_SL} = (T_{R,C} [PGA_C] / T_{R,D} [PGA_D])^{0,41}$$

- è utile sempre calcolare, per ogni stato limite esaminato, il rapporto tra lo spostamento ultimo della bilineare equivalente e lo spostamento di domanda; in questo modo si ricava un indicatore di rischio relativo al comportamento "globale" della struttura e non vincolato alla crisi di un solo elemento.

#### **Procedura di determinazione di $I_R$ nel caso di verifica per meccanismi locali**

- nel caso valido per lo SLD, l'Indicatore di rischio è dato dal rapporto tra l'accelerazione spettrale di attivazione del meccanismo e l'accelerazione di picco della domanda sismica, con le seguenti precisazioni:

- nel caso in cui la verifica riguardi un elemento isolato o una porzione della costruzione comunque sostanzialmente appoggiata a terra, l'accelerazione di picco corrisponde con l'accelerazione al suolo, ovvero lo spettro elastico definito nel §3.2.3 del DM08, valutato per  $T=0$ ;

- se il meccanismo locale interessa una porzione della costruzione posta ad una certa quota, si deve tener conto delle amplificazioni che modificano l'accelerazione al suolo.

- nel caso valido per lo SLV, l'Indicatore di rischio è dato dal rapporto tra l'accelerazione spettrale di attivazione del meccanismo e l'accelerazione di picco della domanda sismica, con le seguenti precisazioni:

- nel caso di "verifica semplificata con fattore di struttura  $q$  (analisi cinematica lineare)", se la verifica riguarda un elemento isolato o una porzione della costruzione comunque sostanzialmente appoggiata a terra, l'accelerazione di picco corrisponde a quella definita in §3.2.3.2.1 del DM08 divisa per  $q$ , preso uguale a 2,0;

- se il meccanismo locale interessa una porzione della costruzione posta ad una certa quota, si deve tener conto delle amplificazioni che modificano l'accelerazione al suolo,

- nel caso di "verifica con spettro di capacità (analisi cinematica non lineare)" l'Indicatore di rischio si ottiene confrontando la capacità di spostamento ultimo  $d^*_u$  del meccanismo locale e la domanda di spostamento ottenuta dallo spettro di spostamento in corrispondenza del periodo secante  $T_s$ .

Si vuol ricordare che le procedure di verifica e determinazione dei parametri necessari per la stima dell'  $I_R$  relativa al meccanismo locale, sono contenute all'interno del §C8D dell'Allegato alle Istruzioni al DM08.

Anche in questo caso è necessario riconvertire i risultati ottenuti in termini di accelerazione nei corrispondenti valori in termini di periodo di ritorno  $T_R$ , nella consapevolezza dell'approssimazione del metodo e con la procedura prevista per l'analisi statica non lineare.

#### **2.2.2.d Indicatore di Rischio per le strutture miste**

La presenza di apparati strutturali di diversa tipologia costringe il progettista a determinare l'Indice di Rischio differenziando le procedure a seconda della natura materica che caratterizza la porzione di fabbricato 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.

#### **2.2.3 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 per ogni fabbricato, 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 (si pensi, ad esempio, alla crisi rotazionale di una trave che di per sé identifica un danno locale, il quale poco pregiudica la stabilità dell'intero complesso), 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, perchè 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 (generalmente alla crisi per meccanismi fragili si associa una labilità strutturale, anche se localizzata).

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.

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 suggeriscano, 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 1" e di "Livello 2" per gli edifici strategici ai fini della protezione civile o rilevanti in caso di collasso a seguito di evento sismico.

### **3. FASE 3: IPOTESI DI INTERVENTO STRUTTURALE**

In questa ultima fase, per ogni edificio, si dovrà prevenire 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 adeguare, migliorare o riparare l'edificio oggetto di indagine. 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. In dettaglio essa si articolerà nella definizione delle strategie di intervento.

Di seguito si illustrano le specifiche minime delle prestazioni richieste per tale fase.

### **3.1 - Strategie di intervento proposte**

In tale momento, di snodo tra il momento di verifica e quello di scelta e definizione degli interventi a farsi, al professionista è richiesto di illustrare, in una Relazione sulle strategie di intervento proposte, le seguenti considerazioni critiche:

- sintesi delle valutazioni critiche propedeutiche alla predisposizione degli interventi, così come meglio definito negli articoli precedenti;
- classificazione degli interventi proposti, sulla scorta di quanto indicato nel §8.4 del DM08 e nel §C8.4 delle Istruzioni al DM08, definendo se trattasi di adeguamento, riparazione o intervento locale. Si evidenzia che, così come indicato chiaramente nel DM08, la scelta del tipo, della tecnica, dell'entità e dell'urgenza dell'intervento dipende dai risultati della precedente fase di valutazione, dovendo mirare prioritariamente a contrastare lo sviluppo di meccanismi locali e/o di meccanismi fragili e, quindi, a migliorare il comportamento globale della costruzione;
- enunciazione dei criteri e tipi di intervento, sulla scorta di quanto indicato nel §8.4 del DM08 definendo i criteri di priorità, che, a giudizio del tecnico, garantiscono un rapporto ottimale costi/benefici degli interventi a farsi.