



A G E N Z I A D E L D E M A N I O

Direzione Regionale Puglia e Basilicata

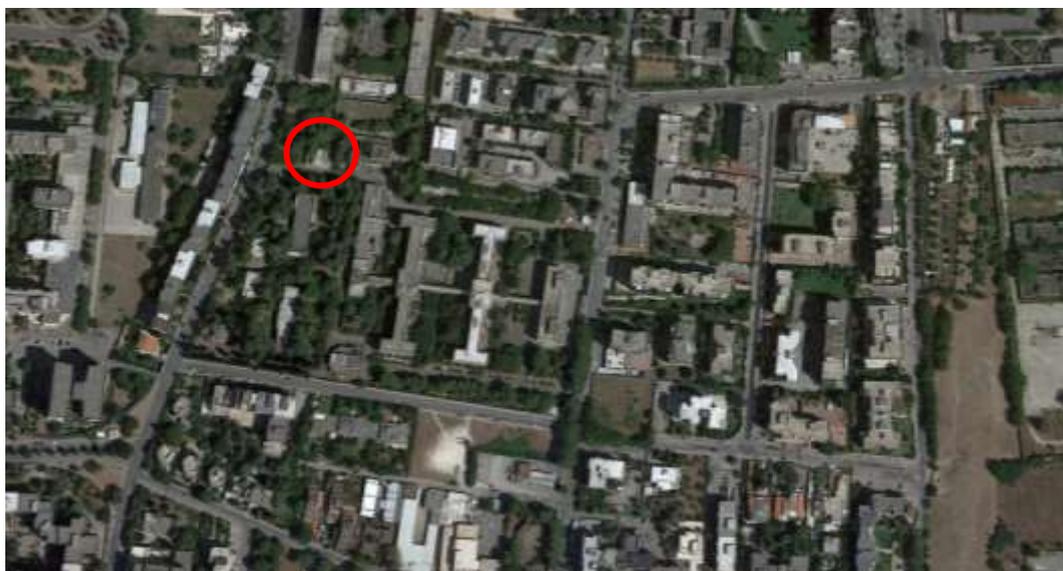
CAPITOLATO TECNICO Padiglione n.8

Art.1 Oggetto dell'appalto

Il presente capitolato è relativo all'affidamento di un servizio attinente all'architettura ed ingegneria, segnatamente finalizzato al rilievo geometrico-architettonico, alle indagini sulle strutture e sulle caratteristiche dei materiali strutturali e alle indagini geologiche e di caratterizzazione geotecnica, a supporto della verifica di vulnerabilità sismica che riguarderà l'immobile, di proprietà dello Stato, denominato "Padiglione 8", all'interno dell'ex Ospedale Militare Lorenzo Bonomo, sito in Bari al C.so Alcide De Gasperi n.79 – Codice bene BAD0075", in conformità all'art.1 dell'OPCM 3362/2004 e ss.mm.ii. –*“Verifiche su edifici pubblici strategici e/o rilevanti”*.

Nell'ambito della gestione degli interventi edilizi, l'Agenzia del Demanio si è dotata di un macroprocesso e di linee guida che, coerentemente con quanto previsto dal D.Lgs. n. 50/2016, individuano come propedeutico alla progettazione di un intervento di riuso l'acquisizione di una approfondita conoscenza tecnico-fisica dello stato attuale dell'immobile.

Per i complessi in oggetto lo stato di conoscenza tecnico-fisica, ad oggi disponibile, dovrà essere incrementata mediante la realizzazione di rilievi, prove e sondaggi.



ortofoto

L'immobile fa parte di un complesso militare, un tempo destinato ad ospedale militare ed attualmente dismesso, noto come ex Ospedale Militare Lorenzo Bonomo, dichiarato di interesse storico-artistico e recentemente sottoposto a vincolo del MIBACT; pertanto, le attività oggetto del presente affidamento sono state sottoposte a preventivo parere della competente Soprintendenza. Il Compendio è censito al Catasto Fabbricati del Comune di Bari al foglio 48 particella 303, ricadente in un'area tipizzata dal vigente Piano Regolatore

Generale (approvato con Deliberazione Consiliare n.991 del 13/12/1973 e successivamente approvato con Decreto del Presidente della Giunta Regionale n.1475 del 08/07/76) come *Aree per le sedi e attrezzature militari.*



stralcio PRG



stralcio Catasto

Le attività necessarie per l'esecuzione della "Verifica di vulnerabilità sismica" dell'edificio, quest'ultima non oggetto del presente capitolato, in conformità all'art.1 dell'OPCM 3362/2004 e ss.mm.ii. – "Verifiche su edifici pubblici strategici e/o rilevanti", dovranno essere condotte mediante il protocollo di procedure di seguito meglio descritto:

- **Analisi storico-critica:**
ricerca di atti e documenti storici ufficiali dai quali reperire informazioni riguardanti le caratteristiche geometriche, meccaniche e materiche degli elementi strutturali presenti.
- **Rilievo geometrico - strutturale in situ:**
per confermare ed eventualmente integrare quanto appreso dalla documentazione storica ufficiale, al fine di definire in modo esaustivo la tipologia costruttiva/compositiva

del corpo di fabbrica, ovvero il suo organismo resistente.

▪ **Restituzione grafica degli elementi strutturali:**

restituzione grafica di tutti gli elementi strutturali dell'edificio in formato .dwg; tale attività mira alla definizione delle carpenterie delle parti strutturali ad oggi non disponibili, ma comunque importanti ai fini della rappresentazione della struttura nel suo stato di fatto.

▪ **Diagnostica strutturale:**

indagini finalizzate alla caratterizzazione meccanica dei materiali per il raggiungimento di un adeguato livello di conoscenza dell'edificio secondo quanto previsto dalle vigenti NTC del 14/01/2008 al § 8.5.4 e dalla successiva Circolare Ministeriale n. 617/2009 all'appendice C8A.

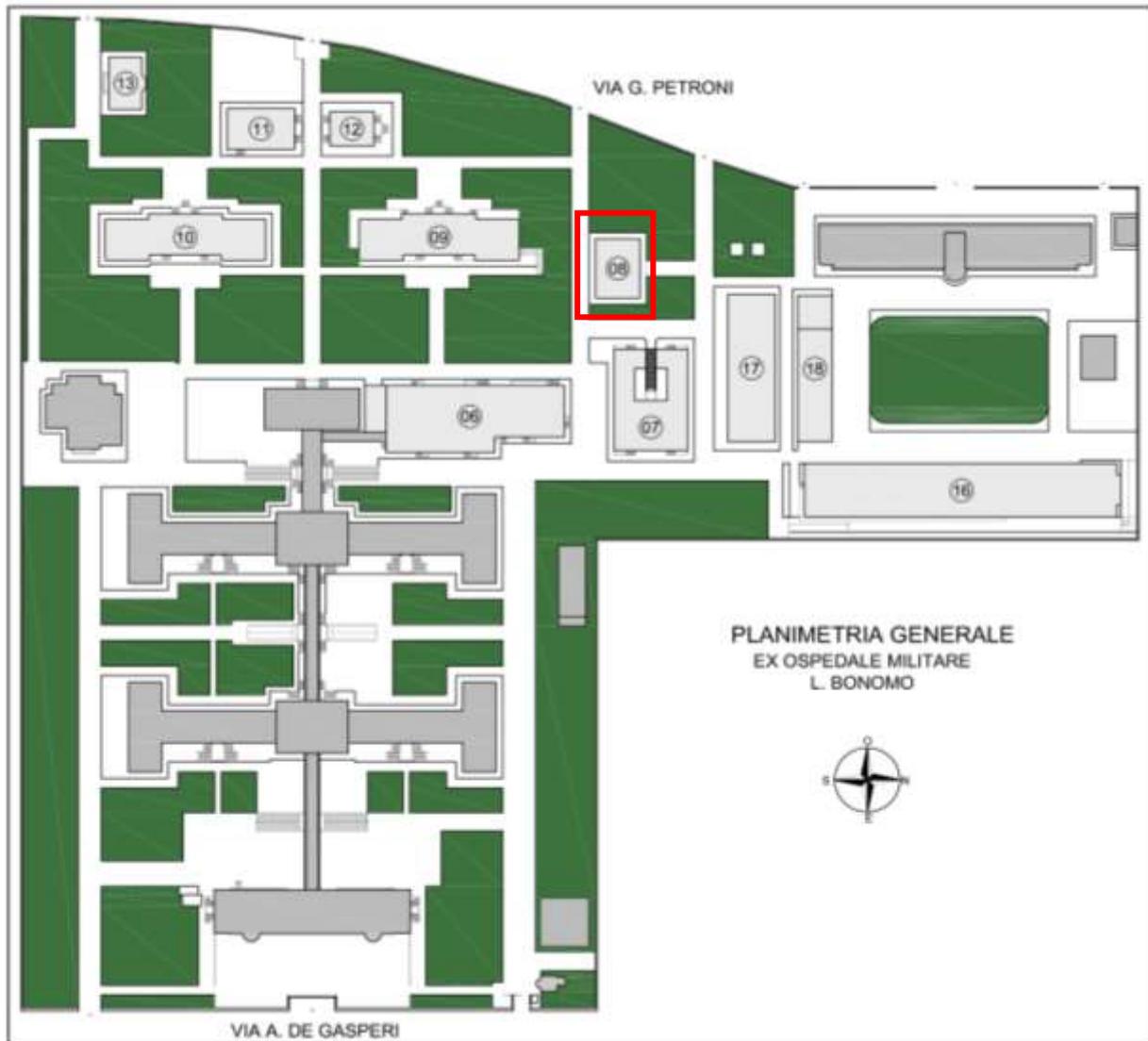
Con riferimento alle normative applicabili al caso in oggetto, vale precisare che:

- a) la costruzione rientra tra quelli aventi **classe d'uso III** (*costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi*) ai sensi del paragrafo 2.4.2 del DM 14/01/2008;
- b) **l'edificio è un bene vincolato** soggetto a tutela ai sensi della legge 1 giugno 1939, n. 1089 e s.m.i. recante la "Tutela delle cose di interesse artistico e storico" e del successivo Codice dei Beni Culturali d.l. 22 gennaio 2004, n. 42;
- c) per la valutazione della sicurezza strutturale, si applicano il DM 14/01/2008, la Circolare Ministeriale n.617/2009 ed il DPCM 9 febbraio 2011 – *“Valutazione e riduzione del rischio sismico del patrimonio culturale con riferimento alle norme tecniche per le costruzioni di cui al DM 14/01/2008”*;
- d) *“per i beni di interesse culturale in zone dichiarate a rischio sismico, ai sensi del comma dell’art. 29 del D.lgs 22 gennaio 2004 “Codice dei beni culturali e del paesaggio”, è in ogni caso possibile limitarsi ad interventi di miglioramento effettuando la relativa valutazione della sicurezza”*, secondo il §8.4 del NTC 2008.

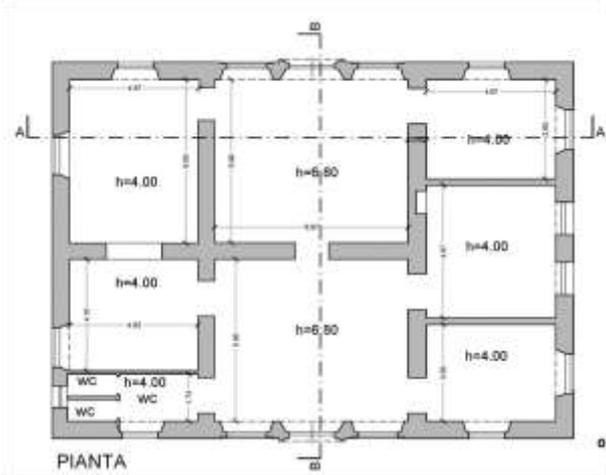
Art.2 Descrizione Stato dei Luoghi

L'immobile oggetto del servizio è il Padiglione 8, ubicato in prossimità del margine perimetrale ovest dell'“*ex area militare*”.

Il plesso presenta un'area d'impronta regolare, di forma rettangolare di circa 260,00 mq, con sviluppo in elevazione su un unico livello fuori terra.



L'accesso all'edificio, posto a quota campagna, è garantito per mezzo di due ingressi contrapposti, sui fronti Nord e Sud. Completano l'involucro edilizio le murature esterne, rifinite ad intonaco del tipo a civile, con un basamento in rivestimento lapideo e un cordolo di coronamento in copertura.



Prospetto Nord



Prospetto Sud



Prospetto Est

Dal punto di vista strutturale le caratteristiche principali del Padiglione, edificato tra il 1936 e il 1940, sono risultate le seguenti:

-
- struttura portante costituita da murature perimetrali e di spina in conci di tufo regolari e intrecciati di spessore circa 55 - 60 cm;
 - orizzontamenti in latero-cemento, con travetti del tipo gettati in opera e con interposti blocchi di alleggerimento in laterizio.

Da un primo esame visivo non si esclude la presenza di elementi strutturali in c.a., interclusi nelle murature portanti in conci di tufo, i quali configurerebbero la struttura come tipologia del tipo misto.

Pertanto ulteriori informazioni di natura materico-costruttiva dovranno essere approfondite da mirate indagini preventive (es. indagine termografica condotta lungo le murature portanti, prova georadar condotta su tutta la superficie di sedime del fabbricato), finalizzate:

- all'accertare la tipologia strutturale del fabbricato oggetto del presente capitolato e quindi poter avere un livello di conoscenza coerente con le analisi strutturali da sviluppare;
- a definire tutti gli elementi strutturali che compongono il manufatto oggetto di indagine;
- a verificare la presenza di eventuali cavità e/o discontinuità nel terreno di sedime.

Art.3 Stato di conservazione dell'immobile

L'edificio attualmente mostra segni di degrado legati sia alla vetustà della costruzione che allo stato di abbandono in cui versa.

In particolare risultano evidenti:

- quadri fessurativi caratterizzati da parziali distacchi di materiale in corrispondenza soprattutto delle aperture murarie;
- quadri fessurativi caratterizzati da parziali distacchi di materiale in corrispondenza del cordolo di coronamento di copertura, in particolar modo evidenti lungo il fronte Nord;
- fenomeni di degrado diffuso legati a umidità da infiltrazione dall'orizzontamento di copertura, non adeguatamente impermeabilizzata, la quale ha comportato una consistente imbibizione delle strutture, sia verticali che orizzontali

L'insorgenza di tali fenomeni è causa di diffusi distacchi dello strato di intonaco di finitura, localizzati in particolare in corrispondenza degli incroci murari, e di un parziale sfondellamento dei laterizi degli orizzontamenti piani.





Art.4 Descrizione del servizio

Il servizio tecnico che si intende affidare è finalizzato alla conoscenza dei fabbricati che compongono il complesso, costituita dalle attività ricadenti nel *percorso della conoscenza*, così come inteso dal § 4.1.1 delle “Linee guida per la valutazione e la riduzione del rischio sismico del patrimonio culturale con riferimento alle Norme tecniche per le costruzioni di cui al decreto del Ministero delle Infrastrutture e dei trasporti del 14 gennaio 2008”.

Le attività da espletarsi nell’ambito dell’incarico, approfondite nel proseguo del presente articolo, sono da intendersi quindi, propedeutiche ad una successiva fase, non oggetto di affidamento, inerente alla verifica di vulnerabilità sismica dello stesso, ai sensi del § 8.5 del NTC 2008. I servizi di indagini e prove sono a carico dell’aggiudicatario che provvederà all’esecuzione delle prove distruttive e non distruttive da eseguirsi, delle relative assistenze murarie e i successivi ripristini.

Sono altresì a carico dell’aggiudicatario gli eventuali costi relativi alle pratiche per l’occupazione di suolo pubblico, la predisposizione della documentazione per l’ottenimento dei titoli edilizi eventualmente necessari, i certificati delle prove di laboratorio ed in genere tutti gli oneri derivanti dall’espletamento del servizio in oggetto.

Si fa presente che il piano delle prove è soggetto ad approvazione da parte della Stazione Appaltante, che si riserva di richiedere, qualora lo ritenesse opportuno, integrazioni all’offerta tecnica.

Nella redazione del piano delle indagini si dovrà tenere conto delle seguenti attività:

- interventi locali di messa in sicurezza finalizzati alla libera fruizione dei luoghi da parte di tecnici e maestranze impiegate per le successive fasi (rimozione arbusti/ puntellature locali/ piani di lavoro);

-
- lavorazioni finalizzate 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 estese ad intere porzioni di edificio e/o a singoli elementi costruttivi, con caratterizzazione dei materiali di base costitutivi, a sua volta suddivisibili in quattro tipologie:
 - prove geologiche e geotecniche, comprensive della cantierizzazione generale;
 - 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 grafici che descrittivi in formato immediatamente cantierabile per l'esecuzione delle prove.

I risultati delle indagini e delle relative prove di laboratorio, certificati da laboratori accreditati in conformità della vigente normativa, dovranno essere redatti in accordo con il disciplinare di gara.

Le norme di riferimento a cui attenersi sono le seguenti:

- Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC) approvate con D.M. 14/01/2008 del Ministero delle infrastrutture e s.m.i.;
- Circolare 2 febbraio 2009, n. 617, recante "Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le Costruzioni" di cui al D.M. 14 gennaio 2008";
- Eurocodici (per quanto applicabile);
- Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri 20 marzo 2003, n. 3274, e ss.mm.ii., recante "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica." (per quanto non modificato dalle NTC);
- DPCM 9 febbraio 2011 "Valutazione e riduzione del rischio sismico del patrimonio culturale con riferimento alle norme tecniche per le costruzioni di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008";
- Dlgs 22 gennaio 2004 n.42 "Codice dei beni culturali";
- DPCM 09 febbraio 2011: "Valutazione e riduzione del rischio sismico del patrimonio culturale";
- MIBACT- Linee Guida per la valutazione e riduzione del rischio sismico del patrimonio culturale – allineamento alle nuove Norme tecniche per le costruzioni – "LG-MIBACT, unitamente al relativo parere della Soprintendenza.

In ogni caso, l'esecutore del servizio si dovrà obbligare ad osservare, nello svolgimento delle prestazioni contrattuali, tutte le norme e le prescrizioni legislative e regolamentari applicabili, siano esse di carattere generale o specificatamente inerenti il servizio in oggetto, e in particolare quelle di carattere tecnico, di sicurezza, di igiene e sanitarie vigenti, nonché quelle che dovessero essere emanate successivamente alla sottoscrizione del Contratto. Al fine di consentire lo svolgimento in piena sicurezza di tutte le attività oggetto di affidamento, il coordinatore per la progettazione e l'esecuzione dei lavori (art. 32 D.lgs 81/2008) dovrà redigere relativo Piano di Sicurezza e Coordinamento (art. 100 D.lgs 81/2008) i cui contenuti, secondo quanto previsto dall'allegato XV del predetto Testo Unico, saranno i seguenti:

-
- identificazione, ubicazione e descrizione dell'opera;
 - individuazione dei soggetti con compiti di sicurezza;
 - progettazione dell'area di cantiere, corredata da relativo layout;
 - organizzazione del cantiere e relative prescrizioni per i luoghi di lavoro;
 - individuazione delle lavorazioni a farsi;
 - valutazione dei rischi e individuazione delle potenziali sorgenti di rischio;
 - procedure esecutive di sicurezza e mitigazione dei rischi;
 - stima dei costi della sicurezza.

Tale elaborato, prima della sua applicazione, dovrà essere condiviso e validato dalla Stazione Appaltante, unitamente a tutti gli elaborati di offerta.

Per quanto riguarda il livello di conoscenza dell'edificio, come definito dal D.M. 14/01/2008 e dalla Circolare esplicativa successiva n° 617/2009, si richiede il miglior livello ragionevolmente raggiungibile, ed in ogni caso almeno pari a LC2.

Considerato che per il caso in esame è richiesto un livello di conoscenza elevato, si riterrà opportuno effettuare limitate indagini di tipo distruttivo o semidistruttivo, e di attivare tecniche d'indagine indirette che, facendo affidamento su metodologie non distruttive e/o limitatamente invasive, saranno in grado di cogliere quei parametri che consentiranno sia l'individuazione dei dettagli costruttivi sia la caratterizzazione meccanica degli elementi strutturali.

Il servizio di ingegneria unitamente a tutte le prestazioni di cui al disciplinare di gara, si dovrà svolgere secondo le seguenti fasi:

FASE I: raccolta e analisi della documentazione esistente

In questo primo momento conoscitivo, si raccoglieranno tutti i documenti progettuali, costruttivi, di collaudo e di manutenzione reperibili principalmente in loco, e da ricercare a cura dell'aggiudicatario presso gli archivi dei Comuni, del Genio Civile, del Provveditorato alle Opere Pubbliche, dell'Archivio di Stato, delle Soprintendenze, Catasto, ecc. atti alla conoscenza tecnica delle caratteristiche della struttura.

Dovranno essere ricercati documenti di particolare interesse quali:

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

Saranno rilevate anche le informazioni sulle parti non strutturali che possono contribuire alla resistenza sismica dell'edificio, come ad esempio le tamponature e i tramezzi in muratura.

FASE II: analisi storico-critica

L'Aggiudicatario dovrà descrivere la storia dell'evoluzione strutturale subita nel tempo dall'edificio, evidenziando in particolare che lo stesso è soggetto a tutela della Soprintendenza.

Similmente è opportuno che vengano elencati gli eventuali sismi storici a cui la struttura è stata soggetta, i relativi danni subiti e i conseguenti interventi di riparazione post sisma.

Pertanto le informazioni minime da reperire saranno 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 apportato significative modificazioni alla struttura in termini di massa e rigidezza;
- storia sismica dell'edificio con riferimento agli eventi subiti ed ai danni rilevati.

FASE III: attività di rilievo, raccolta dati e conoscenza dell'immobile

In occasione di un intervento su un edificio esistente, il rilievo diventa strumento di basilare importanza al fine di individuare, con la necessaria consapevolezza, le scelte progettuali da intraprendere.

Il rilievo geometrico e materico dovrà essere articolato in:

- rilievo geometrico delle zone oggetto di intervento;
- rilievo materico finalizzato alla composizione dell'organismo edilizio;
- rilievo del quadro fessurativo presente e/o di eventuali dissesti;
- documentazione fotografica;
- campagna diagnostica finalizzata alla definizione delle caratteristiche meccaniche dei materiali.

L'Aggiudicatario dovrà quindi, in questa fase, eseguire tutte le attività necessarie ai fini del raggiungimento di un livello di conoscenza prefissato ed idoneo, propedeutico alla verifica di vulnerabilità sismica.

Scopo della fase III è quello di ottenere una restituzione grafica dello stato di fatto "as-built"; pertanto, durante questa fase, si potrà fare riferimento sia a tecniche tradizionali sia innovative quali per esempio la fotogrammetria.

a) Rilievo geometrico/architettonico

Dovrà essere effettuato mediante idonea strumentazione eseguendo rilievi interni dei singoli ambienti del fabbricato costituente l'oggetto del servizio.

Per ogni locale dovrà essere individuato, al momento del sopralluogo, la destinazione d'uso, l'eventuale presenza di elementi di pregio e le quote assolute, procedendo alla misurazione completa del piano.

L'attività in questione riguarda la redazione di:

- planimetria d'insieme quotata, con rilievo della sagoma del fabbricato, degli spazi esterni compresi all'interno del perimetro catastale, con indicazione degli accessi attuali;

-
- rilievi architettonici con le misure di tutti gli ambienti, ivi incluse le altezze, le misure delle diagonali atte a determinare gli eventuali fuori squadra degli ambienti, la superficie calpestabile, la destinazioni d'uso, il posizionamento delle finestre e delle porte con le misurazioni delle medesime bucatore, l'eventuale profondità delle strombature, la luce vano e la luce netta, eventualmente fornite sotto forma di abaco o tabella.
 - rilievo di tutti i prospetti e delle coperture con l'indicazione delle quote in gronda;
 - redazione di apposita tabella parametrica indicante la superficie lorda (comprensiva dei muri interni ed esterni) del corpo di fabbrica.

Vale precisare che dovrà essere redatta la pianta dei piani esistenti con indicazione delle quote rispetto ad un opportuno riferimento.

A titolo indicativo, e non esaustivo, si indicano gli elaborati che dovranno essere restituiti graficamente:

- pianta quotata del piano terra (scala 1:50/1:100);
- pianta quotata della copertura (scala 1:50/1:100);
- prospetti (scala 1:50/1:100);
- sezioni architettoniche (scala 1:50/1:100).

In particolare si sottolinea che le sezioni prodotte dovranno essere in numero tale da descrivere in modo esaustivo la struttura, in funzione della forma in pianta della struttura stessa (minimo due sezioni incrociate per ogni pseudo rettangolo in cui è possibile suddividere la pianta della struttura).

b) Rilievo geometrico/strutturale

Al fine di individuare la struttura resistente della costruzione, l'Aggiudicatario dovrà acquisire, se non disponibili da documentazione originale di progetto o da rilievi precedenti, i dati geometrici degli elementi strutturali in fondazione e in elevazione inclusi i solai. Gli stessi dovranno essere verificati in situ al fine di valutare la presenza di eventuali difformità o variazioni che ha subito l'opera, ivi incluse le variazioni dei carichi agenti.

In particolare ed in modo non esaustivo, dovranno essere verificati:

- la tipologia e le caratteristiche geometriche delle fondazioni, nonché la profondità del piano di posa;
- la geometria, le caratteristiche materiche e compositive della struttura portante e delle tamponature;
- la tipologia e lo spessore di tutti i solai;
- la geometria e le caratteristiche materiche degli elementi non strutturali, al fine di poter valutare, nella successiva modellazione numerica, l'eventuale contributo delle tamponature e delle tramezzature inserite nelle maglie strutturali, con conseguente incremento della capacità dissipativa della struttura.

A titolo indicativo, e non esaustivo, si indicano gli elaborati che dovranno essere restituiti graficamente:

- carpenterie 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 tipologia dei solai, dei corpi scala, ecc.);

- sezioni strutturali prodotte in numero tale da descrivere la struttura per il livello di conoscenza da raggiungere (minimo due).

Si precisa che per gli edifici in muratura è obbligatorio riportare:

- la posizione e dimensione delle singole aperture o di eventuali vuoti murari;
- la dimensione, la tipologia e la collocazione nella sezione trasversale degli architravi;
- la natura e consistenza dei sopra e sotto finestre;
- l'eventuale presenza di cordoli perimetrali e di incatenamenti, 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;

c) Rilievo del degrado e materico

L'Aggiudicatario dovrà procedere al rilievo del quadro fessurativo al fine di permettere l'individuazione degli eventuali dissesti, specificando tipologia e localizzazione delle lesioni.

Riguardo ai dissesti in atto o conseguenti ad eventi sismici passati, si dovranno evidenziare:

- eventuali cedimenti di fondazione;
- eventuale inadeguatezza degli orizzontamenti (solai e travi) ai carichi verticali (manifestata da lesioni nelle strutture o lesioni indotte negli elementi non strutturali, deformazioni eccessive, ecc.);
- eventuale inadeguatezza delle pareti e dei pilastri ai carichi verticali (ad esempio: presenza di lesioni verticali, schiacciamenti, spanciamenti nelle pareti murarie, etc.);
- eventuale 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.);
- eventuale degrado causato dall'umidità.

Si 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 opportuno, si indicheranno le 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.

I risultati del rilievo dovranno essere riportati con idonea documentazione grafica e fotografica in piante, prospetti e sezioni in scala idonea, al fine di permettere un'agevole lettura del quadro fessurativo e degli eventuali dissesti rilevati, specificando origine, tipologia e localizzazione delle lesioni.

Tutti gli elaborati dovranno essere restituiti in formato .dwg se non già disponibili in tale formato. Dovrà essere, inoltre, allegata la documentazione fotografica relativa al rilievo su DVD.

d) Rilievo degli elementi non strutturali

Analogamente agli elementi strutturali dovranno essere individuati anche i dettagli costruttivi relativi agli elementi non strutturali di interesse per una verifica di vulnerabilità sismica, quali ad esempio la tipologia e la geometria delle tamponature, delle finestre, delle connessioni tamponature – strutture.

Anche in questo caso i risultati del rilievo dovranno essere riportati in piante, prospetti e sezioni in scala idonea. Tutti gli elaborati dovranno essere restituiti in formato .dwg se non già disponibili in tale formato. Dovrà essere, inoltre, allegata la documentazione fotografica relativa al rilievo su DVD.

e) Documentazione fotografica

A completamento della fase di rilievo, l'Aggiudicatario dovrà redigere una documentazione fotografica sufficiente ad illustrare il corpo di fabbrica nel suo insieme, le porzioni strutturali significative (macroelementi e di dettaglio) oltre ad evidenziare il quadro fessurativo rilevato. Su un'apposita tavola di rilievo (in scala non inferiore a 1:100) dovrà essere riportata l'indicazione dei punti di scatto delle foto.

A conclusione delle fasi I,II e III l'aggiudicatario dovrà predisporre il Progetto del piano di indagini con l'indicazione del numero, della tipologia e della localizzazione delle prove, nonché le modalità di esecuzione e ogni dettaglio utile per la loro corretta effettuazione, comprese le indicazioni circa il ripristino dello stato dei luoghi.

Il suddetto piano, unitamente ad una relazione sullo stato dei luoghi e ad un opportuno crono programma delle indagini da effettuarsi, dovrà essere condiviso e validato dalla competente Soprintendenza e dalla Stazione Appaltante.

I tempi necessari per tale autorizzazione, comprensiva del reperimento del nulla osta da parte della competente Soprintendenza (trattandosi di bene vincolato ai sensi del D.Lgs. 42/2004), decorrenti dalla data di presentazione del piano di indagine da parte dell'appaltatore fino alla suddetta autorizzazione, non verranno computati ai fini della durata contrattuale.

FASE IV: campagna diagnostica

Alla luce delle attività di rilievo svolte e sulla base di quanto predisposto nel piano di indagini, nonché di quanto autorizzato dalla Stazione Appaltante e dalla competente Soprintendenza, l'Aggiudicatario procederà con la campagna diagnostica prevista.

Si procederà alla caratterizzazione delle proprietà meccaniche dei materiali mediante differenti tipologie di prove distruttive e non distruttive.

Il servizio di indagine e prove necessarie per effettuare la valutazione di vulnerabilità sono a carico dell'aggiudicatario che provvederà alla redazione delle specifiche, all'esecuzione delle prove distruttive e non distruttive.

Il numero delle prove e la localizzazione dovrà essere tale da pervenire ad un livello di conoscenza minimo di LC2, e comunque nell'individuazione di possibili zone di sacrificio, si dovrà tener conto gli esiti della ricerca storica, dello stato di conservazione dei materiali e del rilievo delle superfici di pregio.

Si elencano di seguito le indagini diagnostiche minime necessarie che dovranno essere eseguite sull'immobile al fine del raggiungimento del suddetto livello di conoscenza minimo LC2, fermo restando la possibilità di eseguire ulteriori prove necessarie per una più completa caratterizzazione dell'organismo strutturale.

1. INDAGINI VISIVE

Le indagini visive avranno lo scopo di rilevare geometria, materiale e stratigrafia degli elementi strutturali indagati.

In particolare, dovranno essere verificate le seguenti caratteristiche strutturali:

1. presenza di pilastri in c.a. interclusi nelle murature portanti in conci di tufo ed, in caso affermativo, rilievo geometrico e materico degli stessi in particolare per quel che riguarda le caratteristiche meccaniche dei materiali, la disposizione e la quantità di armatura, rilievo del copriferro e dello stato di conservazione delle armature;
2. presenza di cordolo di piano in C.A. a legare le murature portanti ed, in caso affermativo, rilievo del copriferro e dello stato di conservazione delle armature e del copriferro stesso;
3. presenza di architravi strutturalmente efficienti al di sopra delle aperture e dell'ammorsamento laterale con la muratura;
4. caratteristiche delle murature (consistenza, tipo e qualità del materiale, stratigrafia, ammorsamenti in parete e ammorsamenti d'angolo).

• Assaggi visivi

Per tutti gli elementi strutturali di cemento armato per cui verrà prescritto un assaggio visivo, dovrà essere eliminato il copriferro per portare alla luce l'armatura.

Qualora si riterrà necessario, si potrà prescrivere l'eliminazione del copriferro su tutta la lunghezza dell'elemento (trave o pilastro) per poter valutare quantità e disposizione dell'armatura longitudinale e di quella trasversale.

Per i solai, gli assaggi visivi consisteranno nel rilievo delle nervature in c.a. e delle armature, oltre che nella valutazione dello stato di conservazione dell'acciaio e della struttura nel suo complesso.

In generale, se non specificato diversamente, gli assaggi visivi dovranno avere una dimensione non inferiore a 1,00x1,00 m.

2. CARATTERIZZAZIONE MECCANICA DEL C.A.

La caratterizzazione delle proprietà meccaniche del C.A. dovrà essere effettuata in linea con i principi descritti nel C8A.1.B della Circolare Ministeriale del 02 febbraio 2009.

Il numero delle prove e la localizzazione dovrà rispondere alle disposizioni riportate nelle tab. C8A.1.3.a e tab. C8A.1.3b del suddetto capitolo, tale da pervenire ad un livello di conoscenza minimo di LC2.

2.1 Prove distruttive

Di seguito si illustrano le tipologie di prove di cui si propone l'utilizzo per la determinazione della resistenza a compressione del calcestruzzo in sito e della resistenza a trazione dell'acciaio da cemento armato.

Qualora le prove saranno eseguite su campioni prelevati in sito, i prelievi riguarderanno le zone di minor sollecitazione degli elementi strutturali interessati.

L'Aggiudicatario dovrà valutare, sotto la sua responsabilità, l'opportunità di ricorrere al puntellamento fin quando i danni prodotti dal prelievo non saranno ripristinati.

Vale precisare che l'esecuzione delle prove distruttive induce sugli elementi indagati un danneggiamento e, quindi, necessita di cautela e di personale specializzato sia per la loro realizzazione sia per il conseguente ripristino strutturale, a cura e a carico dell'Aggiudicatario.

• **Carotaggio e prova di compressione monoassiale**

Per la valutazione della resistenza a compressione del calcestruzzo in opera, si dovranno estrarre provini cilindrici da elementi strutturali del Padiglione per sottoporli successivamente ad una prova di compressione monoassiale eseguita in laboratorio.

Per quanto riguarda le procedure per l'estrazione, la lavorazione dei campioni estratti per ottenere i provini e le relative modalità di prova a compressione si dovrà fare riferimento alle norme UNI EN 12504-1:2009 "Prelievo sul calcestruzzo nelle strutture – Carote – Prelievo, esame e prova di compressione".

L'operazione di carotaggio dovrà essere eseguita in modo tale da minimizzare l'influenza del carotaggio stesso sui risultati della prova di compressione. I risultati delle prove dovranno essere riportati in rapporti di prova emessi da laboratori di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001.

Noto il risultato delle prove di compressione, la restituzione della resistenza cubica e cilindrica del calcestruzzo in opera avverrà mediante il ricorso a correlazioni di letteratura di comprovata validità; i risultati delle prove di compressione sulle carote saranno corretti tenendo conto dell'influenza della geometria del campione e di tutti i fattori perturbativi che caratterizzano il prelievo.

Noti i valori medi delle resistenze in sito, i valori caratteristici delle resistenze cubiche e cilindriche si possono dedurre dalle correlazioni proposte al paragrafo 11.2.10.1 delle vigenti NTC08 e s.m.i..

Gli altri parametri costitutivi del calcestruzzo possono dedursi dalle correlazioni proposte dalle stesse NTC08 e s.m.i. ai paragrafi 11.2.10.2 e 11.2.10.3.

In esito alle prove di compressione l'Aggiudicatario dovrà produrre una relazione con il procedimento adottato per la determinazione della resistenza in opera, le formule di correlazione adottate e i relativi riferimenti bibliografici.

Alla relazione dovrà essere allegata la documentazione fotografica relativa a ogni carota appena estratta e a ogni prova di compressione.

Si dovrà prestare particolare attenzione all'estrazione di carote in presenza di armatura; nel dettaglio, si dovrà evitare di estrarre carote con incluse barre di armatura poiché i risultati della prova di schiacciamento sarebbero difficilmente interpretabili se non inutilizzabili. Il diametro delle carote dovrà essere compreso tra 75mm e 150mm; la scelta dovrà essere posta in relazione con il massimo diametro degli aggregati ed alla dimensione dell'elemento dalla quale si estrae.

Il rapporto tra lunghezza della carota e diametro dovrà essere 2,0 o 1,0, in accordo con le specifiche della norma.

Il carotaggio dovrà essere eseguito con asse perpendicolare alla faccia esterna dell'elemento strutturale.

In particolare, si prevede:

-
- n.1 estrazione di carota e prova di compressione monoassiale, per quel che riguarda gli elementi strutturali in c.a.

N.B. il quantitativo di prove distruttive risulta già ridotto di una quota pari al 50%, in favore di un più ampio numero, almeno il triplo, di prove non distruttive, singole o combinate, tarate su quelle distruttive.

• **Prova di carbonatazione**

La prova di carbonatazione è finalizzata alla determinazione dello spessore carbonatato di calcestruzzo sulle carote appena estratte mediante la prova alla fenolftaleina, metodologia definita dalle norme UNI 9944 “Corrosione protezione dell’armatura del calcestruzzo”.

Il procedimento sfrutta le proprietà del reagente che cambia colore, virando al rosso magenta al contatto con il calcestruzzo avente $pH > 8,0 \div 9,8$ e rimanendo incolore per valori di pH inferiori.

La determinazione della profondità di carbonatazione, che deve essere effettuata immediatamente dopo il prelievo del campione, avviene spruzzando la soluzione di fenolftaleina sul provino. Il calcestruzzo carbonatato non modifica il suo colore, mentre quello non ancora raggiunto dalla carbonatazione assume il tipico colore rosso magenta del reagente in ambiente alcalino.

I risultati della prova dovranno essere rappresentati in forma tabellare e contenere l’indicazione dell’elemento strutturale oggetto di prelievo, della posizione di prelievo del campione, della sigla identificativa del campione e degli spessori di calcestruzzo carbonatato misurati a partire dalle due estremità della carota.

Le ubicazioni delle aree di prova dovranno essere chiaramente indicati su piante, sezioni e prospetti in scala 1:100.

L’indagine dovrà essere documentata da immagini fotografiche di ogni campione con particolare riferimento ai momenti prima e dopo l’esecuzione della prova.

In particolare, si prevede:

- n.1 prova di carbonatazione, per quel che riguarda gli elementi strutturali in c.a.

Prove sull’acciaio per cemento armato

Salvo nel caso in cui siano disponibili certificati di prova di entità conforme a quanto richiesto per le nuove costruzioni nella normativa dell’epoca di edificazione del fabbricato in esame, l’identificazione della classe dell’acciaio dell’edificio in oggetto si otterrà mediante estrazione di campioni di armatura su cui dovranno essere eseguite prove di trazione fino a rottura con determinazione della resistenza a snervamento e dell’allungamento a rottura.

Per l’esecuzione della prova di trazione si farà riferimento alle NTC08 e s.m.i. e alla norma UNI EN ISO 6892-1:2009 “Materiali metallici – prova di trazione”.

Per tutte gli spezzoni di armatura testati dovrà essere prodotto un rapporto ufficiale di prova emesso da laboratori di cui all’art. 59 del DPR n. 380/2001.

Le ubicazioni degli elementi strutturali oggetto di prelievo e le posizioni dei campioni prelevati dovranno essere chiaramente indicati su piante, sezioni e prospetti in scala 1:100. Alla relazione dovrà essere allegata la documentazione fotografica relativa a tutte le fasi di prova. In particolare, si prevede:

-
- n.1 estrazione di barra di armatura ed esecuzione di prova di trazione, per quel che riguarda gli elementi strutturali in c.a..

N.B. il quantitativo di prove distruttive risulta già ridotto di una quota pari al 50%, in favore di un più ampio numero, almeno il triplo, di prove non distruttive, singole o combinate, tarate su quelle distruttive.

2.2 Prove non distruttive

In riferimento alle note esplicative alla Tab. C8A.1.3, ai fini delle prove sui materiali, è consentito sostituire alcune prove distruttive, non più del 50%, con un più ampio numero, almeno il triplo, di prove non distruttive, singole o combinate, tarate su quelle distruttive.

Pertanto, nella determinazione delle proprietà meccaniche dei materiali, dovranno essere effettuate estese indagini non distruttive che, non possono essere impiegati in completa sostituzione dei metodi distruttivi, ma solo a loro integrazione, purché i risultati siano tarati su quelli ottenuti dalle prove distruttive.

a. Prove non distruttive cls

Di seguito si riporta un elenco indicativo e non esaustivo comprendente alcune delle indagini diagnostiche non distruttive.

• Prova sclerometrica

L'indagine sclerometrica, sarà finalizzata alla valutazione della durezza superficiale del calcestruzzo e può essere utilizzata per valutarne l'omogeneità in sito, per stimare le variazioni nel tempo delle proprietà meccaniche e per individuare zone di degrado del calcestruzzo. La resistenza del calcestruzzo può essere valutata in funzione dell'indice di rimbalzo utilizzando il diagramma fornito dal costruttore dello strumento.

La normativa di riferimento per le prove sclerometriche è la UNI EN 12504-2:2012 "Prove sul calcestruzzo nelle strutture - Prove non distruttive - Determinazione dell'indice sclerometrico".

Il report delle prove sclerometriche dovrà contenere una chiara indicazione delle aree di indagine su piante, sezioni e prospetti strutturali in scala 1:100.

Per ciascuna area indagata dovranno essere riportati in forma tabellare l'eventuale codice identificativo dell'area di prova, l'elemento strutturale oggetto di prova, gli indici di rimbalzo di tutte le battute, il valore dell'indice di rimbalzo medio, la posizione dello strumento (verticale, orizzontale, inclinato) e la resistenza stimata del calcestruzzo. Dovrà essere, inoltre, allegata la documentazione fotografica relativa alla prova su DVD.

• Prova sonica

Nel caso del conglomerato cementizio il metodo ultrasonico è utilizzato per valutare l'omogeneità in situ e stimare la resistenza degli elementi strutturali. Oltre che per la stima della resistenza meccanica del calcestruzzo, le prove ultrasoniche consentono di rilevare:

- il grado di omogeneità del materiale;
- la presenza di vuoti, lesioni o discontinuità delle strutture;
- i difetti di getto;
- le eventuali variazioni delle proprietà nel tempo causate dalla storia dell'elemento (manutenzione, sollecitazioni, degrado, ecc.).

La normativa di riferimento per le prove ultrasoniche è la UNI EN 12504-4:2005 “Prove sul calcestruzzo nelle strutture - Parte 4: Determinazione della velocità di propagazione degli impulsi ultrasonici”.

In esito alle prove soniche l'Aggiudicatario dovrà produrre una relazione contenente una chiara indicazione delle aree di indagine su piante, sezioni e prospetti strutturali in scala 1:100. Per ciascuna area indagata dovranno essere riportati in forma tabellare l'eventuale codice identificativo dell'area di prova, l'elemento strutturale oggetto di prova, le velocità misurate e la resistenza stimata del calcestruzzo.

Dovrà essere, inoltre, allegata la documentazione fotografica relativa alla prova su DVD.

• **Metodo Sonreb**

Il metodo Sonreb consiste nella combinazione dei risultati dell'indagine ultrasonica e sclerometrica con l'obiettivo di ottenere risultati più attendibili sulla stima della resistenza a compressione del calcestruzzo.

Il metodo consente di superare gli errori che si ottengono utilizzando separatamente il metodo sclerometrico, che è un metodo di indagine superficiale, e il metodo ultrasonico, che invece è un metodo di indagine volumetrico. In pratica la combinazione delle due tecniche di indagine permette di correlare la resistenza meccanica misurata in superficie (prova sclerometrica) con la tessitura strutturale in profondità (trasmissione ultrasuoni), coinvolgendo in definitiva l'intero corpo della struttura indagata. Per il report dei risultati si dovrà indicare, per ogni area di indagine, la resistenza stimata del calcestruzzo ottenuta combinando i risultati dei due metodi mediante formule di letteratura, di comprovata validità, di cui si dovrà indicare il riferimento bibliografico.

• **Prova Pull-out**

La metodologia consente di determinare la resistenza media del calcestruzzo, mediante l'estrazione di un tassello post-inserito. Le caratteristiche meccaniche del calcestruzzo vengono determinate mediante la misurazione della forza necessaria per estrarre l'ancorante metallico dovuta alla rottura di un cono di calcestruzzo.

In particolare, con il fine di determinare la resistenza media del calcestruzzo ed in sostituzione di non più del 50% delle prove distruttive (secondo quanto previsto dalle note esplicative alla tab. C8A.1.3, allegata alle NTC) si prevedono:

- n.3 prove non distruttive, per quel che riguarda gli elementi strutturali in c.a.

b. Prove non distruttive acciaio

• **Prova Pacometrica**

La prova pacometrica è finalizzata al rilievo delle armature su manufatti per i quali non è nota la disposizione delle armature e consente di conoscere la loro effettiva posizione, il diametro e il loro numero, senza danneggiare la struttura in esame.

L'utilizzo del pacometro, come strumento di prova non distruttivo, è regolato dalla norme BS 1881- 204:1988 “Testing concrete. Recommendations on the use of electromagnetic covermeters”.

In particolare, si prevedono:

- prove pacometriche condotte su almeno il 35% degli elementi strutturali presenti.

• **Misura del potenziale di corrosione**

La mappatura del potenziale di corrosione consente in modo non distruttivo di valutare lo stato corrosivo delle armature di elementi in calcestruzzo armato.

La tecnica prevede la misura del potenziale delle armature attraverso un elettrodo di riferimento (Cu/CuSO₄), appoggiato sulla superficie del calcestruzzo mediante una spugna umida per garantire il contatto elettrolitico.

Questa caratteristica consente di definire estensione e intensità del fenomeno corrosivo sulle barre dell'armatura causato da diminuzione dell'alcalinità del calcestruzzo dovuta a fenomeni di carbonatazione o attacchi di sostanze aggressive.

Le norme di riferimento per le misure sono le UNI 10174:1993 "Istruzioni per l'ispezione delle strutture di cemento armato esposte all'atmosfera mediante mappatura di potenziale", le UNI 9535 "Determinazione del potenziale dei ferri di armatura" e le ASTM C876:09 "Standard Test Method for Half-Cell Potentials of Uncoated Reinforcing Steel in Concrete". Le zone indagate dovranno essere individuate in piante, sezioni e prospetti in scala 1:100 e, per ciascuna misura, dovranno essere riportate le mappe di potenziale.

La relazione finale dovrà raccogliere, per ogni area di prova i risultati in forma tabellare con l'indicazione dei valori minimi, medi e massimi del potenziale.

Sulla base della norma di riferimento utilizzata dovranno essere indicate per ogni area le probabilità di corrosione.

In particolare, visto lo stato di conservazione del fabbricato, si prevede:

- mappatura esaustiva del potenziale di corrosione delle barre di armature presenti.

• **Prova Leeb**

Il metodo di misura della durezza Leeb è conforme alle norme ASTM A956.

La sonda Leeb viene utilizzata per misurare la durezza di oggetti massicci (più di 5 kg e più di 10 mm) e realizzati in acciai non ferrosi, ghise, materiali a grana grossa, ecc.

Il metodo consiste nel posizionare la sonda sull'oggetto testato verticalmente sulla superficie dell'oggetto, spingere la sonda per caricare la molla, premere il pulsante sulla sommità della sonda per effettuare la misura e salvare il valore di durezza mostrato sul display. In particolare, in sostituzione di non più del 50% delle prove distruttive (secondo quanto previsto dalle note esplicative alla tab. C8A.1.3, allegata alle NTC), si prevedono:

- n.3 prove Leeb, per quel che riguarda gli elementi strutturali in c.a.

3. CARATTERIZZAZIONE MECCANICA DELLA MURATURA

La conoscenza della costruzione in muratura oggetto della verifica è di fondamentale importanza ai fini di una adeguata analisi e dovrà essere eseguita in linea con i principi descritti nel C8A.1.A della Circolare Ministeriale del 02 febbraio 2009. Nella Tab. C8A.2.1 sono indicati i valori di riferimento che possono essere adottati nelle analisi, secondo quanto indicato al § C8A.1.A.4 funzione del livello di conoscenza LC2.

Il livello di conoscenza LC2 si intende raggiunto quando siano stati effettuati il rilievo geometrico, verifiche in situ estese ed esaustive sui dettagli costruttivi ed indagini in situ estese sulle proprietà dei materiali; il corrispondente fattore di confidenza è FC=1.2

La scelta del numero, della tipologia e della localizzazione delle prove distruttive da effettuare deve essere ben motivata e concordata con gli uffici della Soprintendenza.

Di particolare importanza risulta essere l'acquisizione dei seguenti elementi:

- la presenza di elementi trasversali (diatoni), di collegamento tra i paramenti murari;

-
- la forma, tipologia e dimensione degli elementi;
 - il riconoscimento di una disposizione regolare e pressoché orizzontale dei corsi (o, in alternativa, la presenza di listature a passo regolare);
 - la buona tessitura, ottenuta tramite l'ingranamento degli elementi (numero ed estensione dei contatti, presenza di scaglie) ed il regolare sfalsamento dei giunti;
 - la natura delle malte ed il loro stato di conservazione.

La lettura dello schema strutturale di funzionamento dell'immobile necessita di una conoscenza dei dettagli costruttivi e delle caratteristiche di collegamento tra i diversi elementi; in particolare:

- tipologia della muratura (in mattoni, in pietra – squadrata, sbozzata, a spacco, ciottoli - o mista; a paramento unico, a due o più paramenti) e caratteristiche costruttive (tessitura regolare o irregolare; con o senza collegamenti trasversali, ecc.);
- qualità del collegamento tra pareti verticali (ammorsamento nei cantonali e nei martelli, catene, ecc.);
- qualità del collegamento tra gli orizzontamenti piani e pareti, con rilievo dell'eventuale presenza di cordoli di piano o di altri dispositivi di collegamento (catene, ecc.);
- elementi di discontinuità determinati da cavedi, canne fumarie etc.
- tipologia degli orizzontamenti in riferimento alla loro rigidità nel piano;
- tipologia ed efficienza degli architravi, degli archi (compresi gli archi di scarico) e delle piattabande al di sopra delle aperture;
- presenza di elementi strutturalmente efficienti atti ad equilibrare le spinte eventualmente presenti;
- presenza di elementi, anche non strutturali, ad elevata vulnerabilità;
- tipologia delle fondazioni.

3.1 Prove distruttive

Di seguito si illustrano le tipologie di prove di cui si propone l'utilizzo per la determinazione della resistenza a compressione della muratura.

Quando le prove sono eseguite su campioni prelevati in sito i prelievi devono essere eseguiti nelle zone di minor sollecitazione degli elementi strutturali interessati.

L'Aggiudicatario dovrà valutare, sotto la sua responsabilità, l'opportunità di ricorrere al puntellamento fin quando i danni prodotti dal prelievo non saranno ripristinati.

Vale precisare che l'esecuzione delle prove distruttive induce sugli elementi indagati un danneggiamento e, quindi, necessita di cautela e di personale specializzato sia per la loro realizzazione sia per il conseguente ripristino strutturale, a cura e a carico dell'Aggiudicatario.

• Martinetti piatti

La misura diretta dei parametri meccanici della muratura, in particolare di quelli di resistenza, non può essere eseguita se non attraverso prove debolmente distruttive o distruttive, anche se su porzioni limitate. Le calibrazioni di prove non distruttive con prove distruttive possono essere utilizzate per ridurre l'invasività delle indagini di qualificazione. La caratterizzazione degli elementi costituenti (malta; mattoni o elementi lapidei) può essere eseguita in sito o su campioni di piccole dimensioni, prelevati e successivamente analizzati in un laboratorio, di cui all'art. 59 del DPR 380/2001.

Le caratteristiche meccaniche della muratura possono essere desunte dalle proprietà degli elementi costituenti solo nel caso della muratura di mattoni o di elementi naturali squadri ed a tessitura regolare; in questo caso è possibile fare riferimento alle indicazioni contenute nel punto 11.10 delle NTC o in altri documenti di riconosciuto valore scientifico e tecnico. Negli altri casi, è possibile, per la determinazione del modulo di elasticità normale e della resistenza a compressione, far ricorso alle seguenti metodologie di prova in sito:

a) doppio martinetto piatto (tecnica debolmente distruttiva, in quanto eseguita su una porzione limitata di un paramento murario sottoposto ad una sollecitazione massima corrispondente all'innescio della fessurazione, da realizzare mediante l'esecuzione di tagli di piccole dimensioni, preferibilmente eseguiti nei giunti di malta e quindi facilmente ripristinabili);

b) prova a compressione su un pannello murario (molto invasiva, in quanto coinvolge una porzione rilevante di muratura, dell'ordine del metro, e richiede l'esecuzione di tagli di notevoli dimensioni per l'alloggiamento dei martinetti e spesso di onerose strutture di contrasto).

La prova di tipo b) va limitata ai soli casi in cui le altre metodologie di indagine non forniscano valutazioni sufficientemente attendibili o quando siano disponibili murature di sacrificio;

La norma di riferimento da rispettare nell'esecuzione della prova con martinetto e nell'elaborazione dei risultati è la ASTM C1196-04, "Standard test method for in situ compressive stress within so/id unii masonry estimated using flatjack measurements" e la ASTM C1197-04, "Standard test method tor in situ measurement of masonry deformabilità properties using flatjack method".

In particolare, si prevede:

- n.1 prova con martinetti piatti doppi per quel che riguarda gli elementi strutturali in muratura di conci di tufo.

3.2 Prove debolmente distruttive

• Endoscopie

L'indagine endoscopica consente l'ispezione visiva diretta di cavità all'interno dello spessore murario e il rilevamento di eventuali discontinuità del tessuto murario.

I punti di indagine dei campioni dovranno essere indicati in piante, sezioni e prospetti in scala 1:100. Le sezioni murarie dovranno essere rappresentate in scala 1:5 o 1:10.

Per tutti i campioni estratti dovrà essere fornita una documentazione fotografica mentre per le endoscopie dovranno essere allegati agli elaborati grafici i DVD con i video registrati in ogni foro.

In particolare, si prevede:

- n.1 indagine endoscopica per quel che riguarda gli elementi strutturali in muratura di conci di tufo.

3.3 Prove non distruttive

• Prova con radar

Il Georadar è un sistema di indagine geofisica che può essere utilizzata per le indagini su strutture murarie (adottando trasduttori con frequenze che generalmente superano i 900

MHz) al fine di individuare variazioni centimetriche all'interno del manufatto in esame, dunque di indagare lo stato di conservazione in generale. In particolare potranno essere rilevate:

- fratture e cavità,
- discontinuità murarie e murature tra loro non connesse,
- disomogeneità,
- altre anomalie.

La relazione finale delle indagini con Georadar dovrà riportare su piante in scala 1:100 l'indicazione delle murature indagate. Per ciascun prospetto dovranno essere fornite le scansioni radar 2D e 3D se disponibili.

I risultati dovranno essere forniti alla Stazione Appaltante anche in formato DWG. Dovrà essere, inoltre, allegata la documentazione fotografica relativa alla prova su DVD.

In particolare, si prevede:

- mappatura esaustiva effettuata con Georadar per quel che riguarda gli elementi strutturali in muratura.

4. CARATTERIZZAZIONE MECCANICA DELLA MALTA

Per quanto riguarda le malte possono essere eseguite, tra le altre:

- a) prove sclerometriche e penetrometriche;
- b) analisi chimiche, su campioni prelevati in profondità in modo da non essere soggetti al degrado superficiale, per la caratterizzazione della malta.

Le prove di caratterizzazione delle malte sono principalmente finalizzate a definire le caratteristiche compositive e tessiturali degli impasti identificando i costituenti mineralogici del legante e dell'aggregato, anche con un'indicazione della granulometria dell'aggregato e della porosità totale nei limiti imposti dal tipo di analisi eseguite, e a valutare qualitativamente lo stato di consistenza e conservazione delle malte.

La caratterizzazione delle malte può essere utile anche ai fini della selezione dei materiali da impiegare per gli interventi di consolidamento.

Le prove più comunemente utilizzate sono:

- osservazioni allo stereomicroscopio su campioni tal quali per una descrizione macroscopica delle caratteristiche morfologiche (Normal 14/83);
- studio petrografico al microscopio ottico polarizzatore per l'identificazione dei componenti mineralogici (UNI 11176; Normal 14/83); diffrattometria ai raggi X (XRD) per l'identificazione qualitativa e semiquantitativa delle principali fasi cristalline (Normal 34/91);
- studio della distribuzione granulometrica mediante setacciatura dell'aggregato (UNI EN 933-1).

Altre prove, di utilizzo meno comune e di tipo più specialistico, sono:

- la spettrofotometria infrarossa per il riconoscimento di sostanze organiche e inorganiche;
- l'osservazione al microscopio elettronico a scansione (SEM) con associata microanalisi in dispersione d'energia (EDS) per la caratterizzazione morfologica e chimica di materiali inorganici (Normal 8/81).

• **Prove penetrometriche**

La prova consiste nella misurazione dell'energia spesa per praticare una cavità in un giunto di malta con un normale processo di foratura realizzato mediante trapano strumentato. Durante la prova è mantenuta costante la forza di foratura: dall'analisi statistica dei dati rilevati è possibile correlare la resistenza alla perforazione della malta con le sue caratteristiche meccaniche. La taratura dello strumento viene effettuata misurando l'energia di foratura rilevata su giunti di murature realizzate in laboratorio con malte di riferimento la cui resistenza è stata misurata con prove standard a compressione (UNI EN 1015-11/2007): se non è realizzata un'opportuna taratura, i risultati possono essere interpretati solamente in termini relativi e non assoluti.

In particolare, si prevede:

- n.1 prova penetrometrica su giunto di malta, per quel che riguarda gli elementi strutturali in muratura.

5. ORIZZONTAMENTI PIANI

Le indagini sui solai si eseguiranno per le seguenti finalità:

- determinazione stratigrafia impalcati (mediante eventuale prova endoscopica/georadar);
- analisi dello stato di degrado delle strutture dell'impalcato;
- verifica dello stato deformativo dell'impalcato;
- verifica del grado di connessione con le pareti, oltre all'eventuale cordolo.

• **Prove di carico**

Le prove di carico dovranno essere eseguite su tutti gli orizzontamenti assimilabili per caratteristiche dimensionali e di orditura. Il carico sarà tale da indurre le massime sollecitazioni di esercizio "per combinazioni rare".

La relazione finale sulla prova dovrà descrivere le modalità di esecuzione della stessa e indicare con chiarezza il campo di solaio oggetto della prova su una pianta in scala 1:100; Si dovrà rappresentare, inoltre, lo schema della prova e il grafico della curva carico spostamento ottenuta per ciascun punto di misura.

In aggiunta, i risultati dovranno essere riportati in forma tabellare indicando lo step di carico, il valore del carico e le misure degli spostamenti rilevate da ogni strumento utilizzato. Nella relazione dovranno essere indicate le date di taratura delle celle di carico (per le prove con carichi concentrati equivalenti) o dei conta-litri (se il carico viene applicato con serbatoi flessibili). Alla relazione dovrà essere allegata, infine, la documentazione fotografica relativa a tutte le fasi di prova e alla disposizione degli strumenti.

Per gli elementi non strutturali è fondamentale, al fine di evitare potenziali crolli locali, l'indagine visiva ed il controllo dello stato di manutenzione degli elementi di ancoraggio. Pertanto, sarà necessario effettuare:

- ispezioni visive e rilievo fotografico finalizzati alla rappresentazione dello stato di intradosso dei solai;
- indagine mediante battitura manuale finalizzata ad individuare fenomeni di "sfondellamento" e distacco pareti di solaio;
- indagini strumentali sempre finalizzate ad individuare fenomeni di "sfondellamento" in atto;
- saggi esplorativi sulle parti non strutturali dei solai (intonaci, pignatte ecc.).

In particolare, si prevedono:

- n.1 prova di carico per tipologia di orizzontamento;
- mappatura esaustiva effettuata con battitura manuale per quel che riguarda gli orizzontamenti piani in latero-cemento.

N.B. Preventivi alla prova di carico saranno tutti gli interventi di messa in sicurezza, ritenuti necessari per la libera fruizione dei luoghi e per lo svolgimento in piena sicurezza della prova stessa.

Indagini non distruttive a complemento

• Prova termografica

L'analisi termografica dovrà essere condotta in modo esteso al fine di individuare la presenza di strutture, modificazioni della stessa, giunti sismici o comunque elementi non visibili ad occhio nudo.

La relazione finale dell'indagine termografica dovrà contenere una pianta in scala 1:100 con l'indicazione delle pareti murarie e dei solai oggetto di indagine. Per ciascuna di esse dovranno essere riportate le immagini termografiche, in scala opportuna, con una legenda che associ ad ogni colore il corrispondente intervallo di temperatura. I risultati dovranno essere forniti anche in formato DWG.

La relazione, inoltre, dovrà contenere una descrizione dei risultati ottenuti e la loro interpretazione ai fini del rilievo di tutti gli aspetti di cui sopra in tutti gli elementi strutturali indagati. In particolare, si prevede:

- mappatura esaustiva effettuata con indagine termografica.

• Indagini strati di finitura

Si ritiene opportuno effettuare un programma di indagini sui materiali costitutivi delle facciate esterne che, in accordo con la Soprintendenza, conservano maggiormente i caratteri originari. Pertanto si propone la seguente tipologia d'indagine:

- n.1 tassello stratigrafico eseguito da un restauratore specializzato mediante bisturi per la rimozione selettiva delle tinte sovrapposte ed evidenziare in tal modo la successione temporale dei vari strati di tinteggiatura;
- n.1 sezione lucida trasversale e sezione sottile con micro-spettrofotometria infrarossa con trasformata di Fourier in HATR (FT-IR) per individuare la sequenza dei differenti strati degli intonaci e ottenere la caratterizzazione chimico/mineralogica dei campioni, eseguendo i prelievi nei punti prescelti con trapano munito di punta a tazza diamantata.

6. RELAZIONE SULLE FONDAZIONI

Descrizione dettagliata ed esaustiva del sistema di fondazione che caratterizza l'opera da esaminare.

In particolare dovranno essere riportate le seguenti informazioni:

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

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

A titolo esemplificativo e non esaustivo, si riporta un elenco di indagini diagnostiche da effettuare per la conoscenza del sistema di fondazione:

- n.1 saggi a pozzo.

I pozzi d'ispezione e le trincee dovranno essere scavati a mano e dovranno avere dimensioni di 1,5m x 1,5m per una profondità tale da raggiungere la quota d'imposta delle fondazioni. I lati dello scavo dovranno essere resi sicuri con qualsiasi mezzo si renda necessario per garantire un accesso sicuro allo scavo per visionare le fondazioni ed estrarre eventuali campioni.

- mappatura esaustiva eseguita con prova Georadar con antenne a varie frequenze (in relazione alla profondità e del dettaglio richiesto) per quel riguarda le strutture di fondazione, sottoservizi, disomogeneità del terreno, individuazione delle cavità, mappatura della disposizione dei ferri di armatura nel cls.

7. RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA

La definizione del modello geotecnico di sottosuolo per l'esecuzione di studi di risposta sismica locale (RSL) e per le verifiche agli stati limite ultimi (SLU) e di esercizio (SLE) di opere che interagiscono con il terreno richiede l'uso di metodi di indagine convenzionali e/o propri della dinamica dei terreni:

In particolare si prevedono:

- n.1 sondaggio geognostico;
- n.1 prova penetrometrica dinamica (DPSH);
- n.1 prove geofisiche in situ (MASW);
- relazione geologica e coordinamento.

In ogni caso, si specifica che la quantità e la tipologia delle indagini geotecniche, in accordo con le NTC (DM 14/01/2008), saranno definite dall'Aggiudicatario, che se ne assume la responsabilità, in funzione del tipo di intervento e tenendo conto del modello geologico riportato nella relazione geologica.

Le indagini dovranno permettere la definizione dei modelli geotecnici di sottosuolo necessari alla verifica di vulnerabilità sismica ed alle relative verifiche allo SLU e allo SLE.

Le indagini dovranno, quindi, essere programmate non solo per lo studio della risposta sismica locale ma, in generale, anche per la caratterizzazione fisico-meccanica dei terreni al fine delle verifiche di stabilità e di esercizio delle opere che interagiscono con essi. Quale che sia la metodologia impiegata, la caratterizzazione geotecnica deve essere estesa a un volume significativo legato alla natura delle sollecitazioni e al problema oggetto di studio.

Riepilogando, la caratterizzazione geotecnica dovrà avere come obiettivi minimi:

- a) la caratterizzazione stratigrafica del sottosuolo;
- b) la conoscenza del regime delle pressioni interstiziali (superficie libera della falda, condizioni di quiete o di moto dell'acqua);

c) la conoscenza delle proprietà fisiche e meccaniche dei diversi terreni ricadenti nel volume significativo;

d) la valutazione dell'analisi della risposta sismica locale del sito, con particolare attenzione

Nel caso si riscontrino problematiche geotecniche più severe, quali sottodimensionamento delle fondazioni e/o instabilità dell'area in cui è localizzata la struttura (rischio di frana o di liquefazione), le indagini andranno incrementate in numero, estensione e qualità (anche indagini di laboratorio) per consentire di effettuare le opportune verifiche.

A conclusione delle indagini sul terreno di sedime, si procederà con la redazione di:

- Relazione Geologica, redatta ai sensi del punto 6.2.1 NTC 08, che include il modello geologico del terreno e la caratterizzazione sismica, finalizzata alla attribuzione della categoria sismica di suolo;
- Relazione Geotecnica, redatta ai sensi del punto 6.2.2 NTC.

8. Quadro di sintesi

Di seguito si riporta il quadro di sintesi riguardante la campagna diagnostica oggetto del presente capitolato.

Si precisa che il seguente elenco è da intendersi indicativo e non esaustivo, in quanto riporta il quantitativo minimo delle indagini diagnostiche al fine del raggiungimento del livello di conoscenza pari a LC2, da verificare e/o eventualmente integrare in base alle diverse tipologie costruttive e alle direttive dell'Aggiudicatario incaricato dell'indagine che sarà responsabile delle prove e che deciderà quali risultassero applicabili e necessarie caso per caso.

	Tipo di Indagine	Piano terra	Totale Prove	Note
Fondazioni	Pozzi di ispezione		1	
	Indagine georadar		Completo	
Indagini geologiche e di caratterizzazione geotecnica	Sondaggio geognostico		1	Caratterizzazione e relativa analisi sono compresi nella relazione geologica dell'impresa esecutrice
	Prova penetrometrica dinamica (DPSH)		1	
	Masw		1	
	Relazione geologica e coordinamento		1	
Elementi strutturali in muratura	Rilievo murature ed eventuale quadro fessurativo e defomativo (****)		Completo	È compreso il ripristino di tutte le parti in cui vengono eseguite le prove
	Esame visivo incroci murari		Completo	Esame esteso in maniera sistematica all'intera struttura
	Esame visivo incroci ammassature solai alle pareti d'ambito		Completo	Esame esteso in maniera sistematica all'intera struttura
	Martinetti piatti	1	1	
	Indagini Endoscopiche	1	1	
	Prove penotrometriche giunto di malta	1	1	
	Georadar		Completo	
	Indagine Termografica		Completo	
Elementi strutturali in c.a.	Rilievo Strutturale in c.a.		Completo	È compreso il ripristino di tutte le parti in cui vengono eseguite le prove
	Rilievo dettagli, assaggi visivi (quantità, diametro e disposizione armatura) (*)	>35% elementi	>35% elementi	
	Carotaggi (**)	1	1	
	Prelievo barre armatura (**)	1	1	
	Prova di carbonatazione	1	1	
	Indagini Sclerometriche o Ultrasonica o Sonreb o Pull-Out (***)	3	3	
	Leeb (***)	3	3	
	Misura del potenziale di corrosione		Completo	
Orizzontamenti piani in latero-cemento	Indagine termografica		Completo	
	Prova di carico			
	Verifica a sfondellamento mediante battitura manuale		Completo	
Strati di finitura	Tassello stratigrafico di intonaco	1	1	
	Sezione lucida trasversale e sezione sottile con micro-spettofotometria	1	1	
(*) Nel controllo del raggiungimento delle percentuali di elementi indagati ai fini del rilievo dei dettagli costruttivi si tiene conto delle eventuali situazioni ripetitive, che consentano di estendere ad una più ampia percentuale i controlli effettuati su alcuni elementi strutturali facenti parte di una serie con evidenti caratteristiche di ripetibilità, per uguale geometria e ruolo nello schema strutturale.				
(**) Le prove a carattere distruttivo sono state ridotte del 50% perché combinate/integrate con quelle di natura non distruttiva, ai sensi delle note esplicative alla TAB. C8A.1.3 .				
(***) Prove a carattere non distruttivo in sostituzione delle prove distruttive.				
(****) Il rilievo deve essere eseguito su tutti gli elementi in muratura, incluse eventuale nicchie, cavità, canne fumarie , il rilievo del solaio e della copertura (tipologia e orditura), delle scale (tipologia strutturale). Dovrà essere rilevato l'eventuale quadro fessurativo e defomativo. La rappresentazione dei risultati del rilievo dovrà essere effettuato attraverso piante, alzate e sezioni.				

9. SINTESI CONOSCITIVA

A completamento della fase IV dovrà essere predisposto un documento finale di sintesi conoscitiva, contenente le seguenti informazioni:

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

In sostanza l'Aggiudicatario dovrà mostrare quale formula di letteratura e di comprovata affidabilità ha utilizzato per determinare i valori di progetto:

- per le strutture in CA, riportare i calcoli relativi all'elaborazione dei dati di prova quando essi siano trattati attraverso prove combinate;
- per le strutture in CA, 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;
- 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 richiamate, l'Aggiudicatario dovrà dichiarare il Livello di Conoscenza ed il relativo FC acquisito attraverso le indagini, per poi definire i valori dei parametri di calcolo da utilizzare 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.

Elaborati di sintesi della Fase di Conoscenza dell'Edificio

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

- 1 - relazione sulla documentazione esistente;
- 2 - relazione descrittiva dell'immobile, articolata in:
 - descrizione generale dell'immobile;
 - relazione sulle fondazioni;
 - rilievo fotografico dell'immobile (corredato da idonea documentazione grafica per l'indicazione dei diversi punti di scatto);
 - rilievo grafico dell'immobile;
 - rilievo grafico e fotografico del quadro fessurativo (corredato da idonea documentazione grafica);
 - rilievo e relazione strutturale;
 - relazione sullo stato generale di conservazione dell'opera.

Unitamente alla relazione descrittiva si riporta l'elenco indicativo e non esaustivo degli elaborati da restituire graficamente:

- pianta quotata del piano terra (scala 1:50/1:100);
 - pianta quotata della copertura (scala 1:50/1:100);
 - prospetti (scala 1:50/1:100);
 - sezioni architettoniche (scala 1:50/1:100);
 - carpenterie 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 tipologia dei solai, dei corpi scala, ecc.);
 - sezioni strutturali prodotte in numero tale da descrivere la struttura per il livello di conoscenza da raggiungere (minimo due).
- 3 - documento di progetto per l'esecuzione delle prove;
 - 4 - indagini strumentali sui terreni, articolata in:
 - relazione geologico-geotecnica;
 - relazione sulle indagini geofisiche;
 - caratterizzazione topografica della zona - situazioni particolari;
 - caratterizzazione geotecnica dei terreni fondali compresi gli esiti delle prove di laboratorio.
 - 5 - indagini strumentali sull'immobile, articolata in:
 - relazione sulle indagini eseguite sull'immobile;
 - relazione sulle caratteristiche dei materiali;
 - relazione sugli approfondimenti conoscitivi ai solai.
 - 6 - relazione di sintesi della fase conoscitiva;

7 - valutazione critica delle risultanze dei rilievi e delle indagini eseguite.

FASE V: modellazione strutturale e verifiche di vulnerabilità sismica

In questa fase, con riferimento alle informazioni dedotte dalle fasi precedenti, l'Aggiudicatario 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, si dovranno 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.

Le attività afferenti questa fase saranno le seguenti:

- Modellazione strutturale
 - definizione dei dati di base della modellazione strutturale;
 - definizione dei criteri generali e particolari di valutazione della vulnerabilità sismica dell'edificio;
 - modellazione della struttura e metodi di analisi adottati.
- Validazione del modello strutturale (intesa ai sensi del capitolo 10 delle NT costruzioni DM 14/1/2008 come "giudizio motivato di accettabilità dei risultati" a cura dell'Aggiudicatario)
- Vulnerabilità sismica
 - verifiche di vulnerabilità;
 - determinazione degli indicatori di rischio e di sicurezza.

1.0 Modellazione strutturale

In questo primo momento di analisi strutturale, l'Aggiudicatario 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 l'Aggiudicatario dovrà perfezionare il modello da assumere e i metodi di analisi che intenderà utilizzare.

L'analisi di modellazione si articolerà in quattro momenti specifici:

- definizione dei dati di base della modellazione strutturale;
- definizione dei criteri generali e particolari di valutazione della vulnerabilità sismica dei fabbricati;
- modellazione della struttura e metodi di analisi adottati;
- validazione del modello strutturale (intesa ai sensi del capitolo 10 delle NT costruzioni DM 14/1/2008 come "giudizio motivato di accettabilità dei risultati" a cura dell'Aggiudicatario). Tutti gli aspetti di seguito descritti dovranno essere organizzati ed illustrati in una specifica Relazione sulla modellazione strutturale.

Come specificato in seguito, a corredo di tale relazione e sempre nell'ambito di questo primo momento di modellazione ed analisi strutturale, l'Aggiudicatario 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.

1.1 Definizione dei dati di base della modellazione strutturale

L'Aggiudicatario 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.

1.1.1 Valutazione della sicurezza

L'Aggiudicatario dovrà effettuare la valutazione della sicurezza con riferimento agli stati limite definiti dalle norme con particolare attenzione verso lo stato limite di salvaguardia della vita (SLV).

L'Aggiudicatario dovrà quindi specificare la valutazione di sicurezza per gli stati limite con l'utilizzo dei criteri previsti nel §C3.2.1 delle Istruzioni al DM08.

1.1.2 Vita Nominale, Classi d'Uso e Periodo di Riferimento

L'Aggiudicatario dovrà quindi procedere all'assegnazione della Vita Nominale dell'opera strutturale oggetto di valutazione. Il numero di anni per il quale la struttura potrà essere utilizzata per lo scopo al quale sarà destinata viene definito ai sensi del presente capitolato in almeno 50 anni, fermo restando la verifica critica della compatibilità di tale valore con la tipologia e con lo stato di conservazione del fabbricato.

Sarà 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 (specificare quindi la data di scadenza della valutazione di vulnerabilità).

Si procederà, quindi, alla attribuzione della Classe d'Uso (§2.4.2 del DM08), ricordando che quella prevista dal presente capitolato in relazione alla tipologia di destinazione d'uso prevista è la Classe IV.

Sarà facoltà della Stazione Appaltante, qualora in corso di esecuzione del servizio in oggetto dovessero sopravvenire particolari condizioni, richiedere di procedere nella modellazione e verifica mediante attribuzione della Classe d'Uso III o II in caso di declassamento di uso dell'immobile.

Infine il Calcolo del Periodo di Riferimento (VR) per l'azione sismica sarà definito nel rispetto dei valori fissati nel §2.4.3 del DM08.

1.1.3 Azioni sulla costruzione

L'Aggiudicatario 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, etc. Dovrà essere indicata, se 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). Si procederà alla specifica delle combinazioni di analisi adottate, ricordando che:

- le combinazioni sismiche saranno quelle previste al §3.2.4 del DM08, specificando in maniera chiara i valori dei coefficienti ψ_{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 dei fabbricati sarà quella che prevede i carichi gravitazionali combinati come nel caso sismico.

L'Aggiudicatario dovrà determinare l'azione sismica di riferimento per gli stati limite soggetti a verifica; si determineranno, in base ai criteri riportati nei §§3.3-4-5-6 del DM08, le azioni sulla costruzione relative a:

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

L'Aggiudicatario avrà 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.

1.2 Definizione dei criteri generali e particolari di valutazione della vulnerabilità sismica del complesso

L'Aggiudicatario 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.

L'Aggiudicatario dovrà, inoltre, esprimersi in merito alla idoneità statica del manufatto nella sua interezza e degli impalcati, sia in relazione alle implicazioni con le successive verifiche di vulnerabilità sia prospettando, laddove ritenuto necessario, interventi urgenti alla struttura.

1.2.1 Analisi di regolarità

In conformità alle indicazioni presenti al §7.2.2 del DM08 e del §C7.2.2 delle istruzioni, l'Aggiudicatario dovrà eseguire un'analisi della regolarità strutturale (ad eccezione del punto "g" controllabile solo a posteriori), riportando, anche mediante l'utilizzo di opportuni elaborati grafici e fogli elettronici allegati, i calcoli analitici richiesti per il soddisfacimento delle condizioni imposte dai succitati punti normativi.

1.2.2 Classificazione degli elementi strutturali

Qualora la distinzione degli elementi in "duttili" e "fragili" risulti essere una condizione a cui non sarà possibile prescindere per la verifica della vulnerabilità del fabbricato (ad es. negli edifici in c.a.), in questa sezione l'Aggiudicatario dovrà descrivere il criterio di classificazione adottato (§C8.7.2.5 delle Istruzioni al DM08).

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

1.2.3 Presenza di elementi strutturali secondari e di elementi costruttivi senza funzione strutturale sismicamente rilevanti.

Qualora si rilevi la presenza di elementi strutturali "secondari" ai sensi delle indicazioni presenti al §7.2.3 del DM08, l'Aggiudicatario dovrà relazionare circa gli aspetti salienti che essi possono avere nell'ambito della verifica della vulnerabilità sismica del fabbricato.

Qualora l'Aggiudicatario 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.

1.2.4 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, sarà 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 statiche per 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 l'Aggiudicatario dovrà eseguire una verifica dei solai nel rispetto degli Stati Limite previsti per le condizioni di esercizio relative all'utilizzo degli stessi.

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

- 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;
- i dati di input ed output uscenti dal programma di calcolo;
- le verifiche eseguite agli elementi strutturali e ai solai;
- la capacità portante dei solai;
- allegati grafici in cui siano evidenziati gli elementi in crisi per carichi statici, con riportata la motivazione delle crisi (pressoflessione, taglio, ecc.).

1.3 Modellazione della struttura e metodi di analisi adottati

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

1.3.1 Modellazione della struttura

L'Aggiudicatario dovrà riportare una descrizione dettagliata del modello di calcolo utilizzato per la valutazione della vulnerabilità sismica degli edifici esaminati.

In particolare dovranno essere riportate le seguenti informazioni:

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

dell'interazione tra unità strutturale in esame e strutture aderenti;

L'input completo di calcolo, per ogni struttura oggetto di verifica, andrà fornito su supporto Informatico (Cd/Dvd), nei formati digitali sorgenti / richiesti per i software utilizzati.

1.3.2 Metodo di analisi adottato e criteri di ammissibilità

L'Aggiudicatario dovrà indicare il metodo di analisi che verrà utilizzato per la verifica di vulnerabilità sismica dei fabbricati, 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, 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, si dovrà considerare l'analisi dei meccanismi locali, ai sensi delle indicazioni riportate al §C8.7.1.1.

I metodi di analisi adottabili saranno i seguenti:

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

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

Informatico (Cd/Dvd), nei formati digitali sorgenti / richiesti per i software utilizzati.

2.0 Validazione del modello strutturale

I risultati delle elaborazioni dovranno essere sottoposti a controlli che ne comprovano l'attendibilità.

Tale valutazione comprenderà il confronto con i risultati di semplici calcoli, eseguiti con metodi tradizionali e adottati anche in fase di primo proporzionamento della struttura. Inoltre, sulla base di considerazioni riguardanti gli stati tensionali e deformativi determinati, si dovrà valutare la validità delle scelte operate in sede di schematizzazione e di modellazione della struttura e delle azioni.

In base a quanto detto (ai sensi del capitolo 10 delle NT costruzioni DM 14/1/2008 come "giudizio motivato di accettabilità dei risultati" a cura dell'Aggiudicatario), si potrà asserire che l'elaborazione è **corretta ed idonea al caso specifico**, pertanto i risultati di calcolo sono da ritenersi **validi ed accettabili**.

3.0 Vulnerabilità sismica

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 che il tecnico riterrà necessarie

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.

3.1 Verifiche di vulnerabilità

L'Aggiudicatario dovrà eseguire, e quindi relazionare in merito, le opportune verifiche di vulnerabilità, illustrando i meccanismi di crisi globali e locali conseguenti alle modellazioni strutturali effettuate.

Le verifiche andranno condotte in riferimento alle diverse tipologie costruttive e strutturali rilevate. Per una miglior visione del quadro d'assieme in termini di grado di diffusione degli elementi non verificati nell'ambito del complesso strutturale esaminato, l'Aggiudicatario 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.

3.1.1 Verifiche di vulnerabilità di edifici isolati in muratura

Le verifiche di sicurezza del fabbricato dovranno 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 intenderanno 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 l'Aggiudicatario 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 potranno essere effettuate separatamente secondo la procedura prevista nel medesimo punto normativo. Dovranno 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 dovranno 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 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 §7.3.4 delle Istruzioni al DM08, con le precisazioni e differenze contenute nel §7.8.1.6 del DM08.

3.1.2 Verifiche di vulnerabilità di edifici in cemento armato

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

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

Nel caso di analisi statica non lineare, le verifiche andranno condotte attraverso il confronto tra la curva di capacità globale 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 dinamica non lineare, le verifiche andranno condotte in analogia a quanto previsto per l'analisi statica non lineare.

3.1.3 Verifiche di vulnerabilità di edifici misti

Esse potranno 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 potranno 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 dall'Aggiudicatario 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.

3.1.4 Verifiche di vulnerabilità degli elementi non strutturali e degli impianti

Qualora ricorrano le condizioni relative all'individuazione dei componenti non strutturali da sottoporre a valutazione sismica, sarà necessario procedere alle verifiche sismiche di questi elementi.

Allo scopo sarà necessario includere, nella Relazione sulle verifiche di vulnerabilità eseguite, la seguente documentazione:

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

3.2 Determinazione degli indicatori di rischio (IR)

Le procedure di determinazione dell'Indicatore di Rischio saranno le seguenti:

3.2.1 Indicatore di Rischio per le strutture in cemento armato

Procedura di determinazione di I_R mediante spettro elastico

Con questa procedura sarà 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 step di 10 anni) fino a trovare il valore di $T_{R,C}$ sotto il quale saranno 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 sarà possibile valutare lo stato limite di collasso SLC);

- si dovrà determinare il valore di T_R e a_g sotto il quale saranno 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 dovrà calcolare il seguente rapporto

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

- sarà 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 ricaverà un indicatore di rischio relativo al comportamento "globale" della struttura e non vincolato alla crisi di un solo elemento.

3.2.2 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 sarà 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 saranno 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 saranno 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 IR mediante pushover

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

- il raggiungimento dello spostamento ultimo per lo SLV

- 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 dovrà calcolare il seguente rapporto $I_{R,SL} = (T_{R,C} [PGA_C] / T_{R,D} [PGA_D])^{0,41}$

- sarà 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 ricaverà 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 sarà 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 corrisponderà con l'accelerazione al suolo, ovvero lo spettro elastico definito nel §3.2.3 del DM08, valutato per $T=0$;

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

- nel caso valido per lo SLV, l'indicatore di rischio sarà 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 riguarderà un elemento isolato o una porzione della costruzione comunque sostanzialmente appoggiata a terra, l'accelerazione di picco corrisponderà a quella definita in §3.2.3.2.1 del DM08 divisa per q, preso uguale a 2,0; se il meccanismo locale

interesserà una porzione della costruzione posta ad una certa quota, si dovrà 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 otterrà 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 sarà 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.

3.2.3 Indicatore di Rischio per le strutture miste

La presenza di apparati strutturali di diversa tipologia costringerà l'Aggiudicatario a determinare l'Indice di Rischio differenziando le procedure a seconda della natura materica che caratterizzerà 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 differenti tipologie 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 tipologie strutturali presenti, la procedura di determinazione di I_R sarà quella valida per le strutture di tale natura.

3.2.4 Determinazione degli indicatori di cui al DM n.58 del 28/02/2017 e s.m.i.

Onere dell'Aggiudicatario, al termine delle attività di valutazione della vulnerabilità sismica del fabbricato in oggetto, sarà la determinazione ed attribuzione della Classe di Rischio, dell'Indice di Sicurezza Strutturale (IS-V) e del Valore della Perdita Media Annuale (PAM) come da D.M. n. 58 del 28/02/2017 s.m.i. e relativi allegati tecnici.

Si precisa che la definizione della Classe di Rischio dovrà essere condotta secondo il Metodo Convenzionale, così come inteso da D.M. n. 50 del 28/02/2017 s.m.i.

A completamento delle attività oggetto del servizio, sarà altresì onere dell'Aggiudicatario la redazione della "Scheda di sintesi di Livello 1/2 di edifici strategici ai fini della Protezione Civile o rilevanti in caso di collasso a seguito di evento sismico", secondo l'Ordinanza n. 3274/2003 – Articolo 2, commi 3 e 4, D.M. 14/01/2008, circolare DPC/SISM n. 31471 del 21.04.2010, unitamente ad un primo elenco di ipotesi di interventi strutturali, volti ad accrescere il livello di sicurezza strutturale del fabbricato, qualora necessario.

Elaborati di sintesi della Fase di Modellazione strutturale e Verifiche di vulnerabilità

Si riassumono, di seguito, i documenti che dovranno essere redatti e trasmessi alla Stazione Appaltante nel corso della fase di modellazione strutturale e verifiche di vulnerabilità sismica del fabbricato in oggetto.

Relazione sulla modellazione strutturale

1. Relazione sulla vulnerabilità statica ;
2. Relazione sull'identificazione degli interventi urgenti;
3. Relazione sulle verifiche delle vulnerabilità;

-
4. Relazione sull'attribuzione Classe di Rischio, Indice di Sicurezza Strutturale (IS-V) e Valore della Perdita Media Annuale (PAM) ai sensi del D.M. n. 58 del 28/02/2017 s.m.i.;
 5. scheda di sintesi di Livello 1/2 di edifici strategici ai fini della Protezione Civile o rilevanti in caso di collasso a seguito di evento sismico, comprensiva di un elenco sommario di interventi strutturali, volti ad accrescere il livello di sicurezza strutturale del fabbricato, qualora necessario.

Art.5 Corrispettivo

A titolo di corrispettivo per le attività previste nell'incarico, è prevista una remunerazione il cui importo massimo, al netto dell'IVA e degli altri oneri fiscali, è pari al ribasso offerto in sede di gara. Il corrispettivo per tutte le attività è stato determinato in base alle attività da svolgere, facendo riferimento alle aliquote di cui al D.M. 17/06/2016 pubblicato sulla GU. n.174 del 27/07/2016.

L'importo s'intende fisso e invariabile per tutta la durata del contratto; non sarà pertanto riconosciuta alcuna maggioranza dello stesso né abbuono in caso di aumento di costi derivante da qualsivoglia ragione. Gli importi devono intendersi inclusivi di tutte le spese (incluse quelle relative alla redazione dei necessari rilievi, indagini, campagne diagnostiche e geognostiche e relative attività edili accessorie, relazione geologica, prove di carico, prove in situ comprensivo di trasporto a rifiuto dei materiali e ogni altra tipologia di indagine ed analisi necessarie per l'individuazione dei livelli di sicurezza sismica richiesti dalla normativa statale e regionale vigente), e di qualsiasi altro onere necessario per lo svolgimento dell'incarico. Nessun rimborso sarà dovuto dall'Agenzia ad eccezione di quanto specificato dal presente capitolato. I costi relativi alle pratiche per l'occupazione di suolo pubblico, la predisposizione della documentazione necessaria e l'ottenimento dei permessi, certificati di prove in laboratorio ed in genere tutti gli oneri relativi sono a carico dell'aggiudicatario. I risultati delle prove di laboratorio dovranno essere certificati da laboratori accreditati ai sensi della vigente normativa.

Art.6 Durata

Le attività in oggetto dovranno essere svolte entro 90 giorni naturali e consecutivi dalla data del verbale di avvio delle prestazioni. L'Agenzia del Demanio si riserva la facoltà, motivandone le ragioni, di prorogare la scadenza delle attività o di sospendere le tempistiche relative alla conclusione delle stesse, qualora ne sopravvenisse la necessità, senza che l'affidatario del servizio abbia nulla a pretendere al riguardo.

Condizioni dello svolgimento del servizio

Sono a carico dell'affidatario del Servizio tutti gli oneri e rischi relativi alla prestazione oggetto del contratto, intendendosi remunerati con il prezzo contrattuale ogni attività e relativi oneri che si rendessero necessari per l'espletamento degli stessi o, comunque, necessari per un corretto e completo adempimento delle obbligazioni previste.

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

Art.7 Collaudo

Il Direttore per la fase di esecuzione del servizio, redigerà le verifiche finali atte a dimostrare che i servizi forniti siano conformi alle caratteristiche previste dagli atti di gara e

all'offerta presentata in sede di gara e siano in grado di soddisfare le richieste del presente capitolato.

Art.8 Pagamenti

Per le prestazioni oggetto del presente contratto, le fatture verranno liquidate in un'unica soluzione previa verifica del servizio reso, nonché della regolarità contributiva come risultante dal Documento Unico di Regolarità Contributiva (DURC).

Le fatture dovranno essere trasmesse in formato conforme alle specifiche tecniche definite dall'allegato A di cui all'art. 2 comma 1 del D.M. 55 del 03/04/2013, disciplinante la gestione dei processi di fatturazione elettronica mediante il sistema di interscambio (SDI), intestandola all'Agenzia del Demanio, C.F. 06340981007, Via Barberini n.38, 00187 Roma, riportando obbligatoriamente all'interno del tracciato il codice IPA, il numero di ODA, il CIG, nonché il numero di riferimento/repertorio/protocollo del contratto che verranno forniti dalla Stazione Appaltante. Eventuali ulteriori informazioni da inserire all'interno del tracciato verranno comunicate dal RUP, da contattare preliminarmente all'emissione della fattura per il tramite del SDI. Quanto dovuto sarà liquidato non oltre 30 giorni dalla ricezione della fattura a mezzo bonifico bancario sul conto dedicato indicato dal professionista. Ai fini dei pagamenti, la Stazione Appaltante effettuerà le verifiche di cui all'art.48 bis del D.P.R. 602/1973 secondo le modalità previste dal D.M. 40/2008.

Art.9 Penali

L'affidatario del Servizio è responsabile dell'esatto adempimento delle obbligazioni nascenti dal contratto e delle esecuzione delle attività appaltate.

Per ogni giorno lavorativo di ritardo, non imputabile all'Amministrazione ovvero a forza maggiore o caso fortuito è fissata una penale pari al **1 per mille** del corrispettivo della prestazione oggetto di inadempimento, fatto salvo il risarcimento del maggior danno.

Il limite massimo delle penali applicabili e pari al **10%** del valore del presente contratto: ove le penali raggiungano tale ammontare l'Amministrazione avrà facoltà di risolvere il contratto. Gli eventuali inadempimenti contrattuali che daranno luogo all'applicazione delle penali di cui al precedente paragrafo verranno contestati per iscritto all'affidatario dall'Ente; l'Aggiudicatario dovrà comunicare in ogni caso le proprie deduzioni all'Ente nel termine massimo di n. 10 (dieci) giorni dalla stessa contestazione. Qualora dette deduzioni non siano accoglibili a giudizio dall'Ente, ovvero non vi sia stata risposta o la stessa non sia giunta nel termine indicato, saranno applicate all'affidatario le penali come sopra indicate a decorrere dall'inizio dell'inadempimento e l'affidatario dovrà consegnare tutta la documentazione conoscitiva raccolta e gli elaborati redatti alla data di cui sopra.

L'affidatario è responsabile anche per gli eventuali inadempimenti (totali o parziali) dovuti a soggetti terzi coinvolti dallo stesso nell'esecuzione dell'appalto.

L'Amministrazione potrà compensare i crediti derivanti dall'applicazione delle penali di cui al presente articolo con quanto dovuto all'affidatario a qualsiasi titolo, ovvero avvalersi della garanzia ove prevista o delle eventuali altre garanzie rilasciate dall'affidatario senza bisogno di diffida, ulteriore accertamento o procedimento giudiziario.

La richiesta e/o il pagamento delle penali di cui al presente articolo non esonera in nessun caso l'affidatario del servizio dall'adempimento dell'obbligazione per la quale si è reso inadempiente e che ha fatto sorgere l'obbligo di pagamento della medesima penale.

L'affidatario del Servizio prende atto che l'applicazione delle penali previste dal presente articolo non preclude il diritto dell'Amministrazione a richiedere il risarcimento degli eventuali maggior danni.

Art.10 Sorveglianza e monitoraggio del servizio

L'Amministrazione ha facoltà di nominare, dandone comunicazione scritta al fornitore, un responsabile tecnico (Direttore dell'esecuzione del contratto) con il compito di vigilare sulle attività nell'ambito delle rispettive competenze e collaborare con lui per la migliore riuscita del servizio. Al fine di controllare lo svolgimento delle attività, l'affidatario del servizio è tenuto ad inviare alla stazione appaltante un report settimanale delle indagini e verifiche eseguite presso il compendio, che si avviano quindi alla fase di valutazione scientifica per il completamento. La stazione appaltante potrà avvalersi di unità specializzate in materia per la valutazione degli elaborati presentati.

Art.11 Obblighi dell'affidatario del servizio

L'Affidatario del Servizio si impegna, oltre a quanto già previsto nel presente capitolato, anche a:

- effettuare il servizio impiegando, a propria cura e spese, tutte le strutture ed il personale necessario per la realizzazione degli stessi secondo quanto precisato nel presente capitolato;
- a dotare il personale impiegato di tutta la strumentazione e i Dispositivi di Protezione individuali per eseguire le lavorazioni e i rilievi richiesti in tutta sicurezza manlevando la Stazione Appaltante da ogni responsabilità in materia;
- nell'adempimento delle proprie prestazioni ed obbligazioni osservare tutte le indicazioni operative, di indirizzo e di controllo che a tale scopo saranno predisposte e comunicate dall'Amministrazione;
- comunicare tempestivamente all'Amministrazione le eventuali variazioni della propria struttura organizzativa coinvolta nell'esecuzione dell'appalto, indicando analiticamente le variazioni intervenute ed i nominativi dei nuovi responsabili;
- mettere a disposizione e garantire il corretto funzionamento dei recapiti fax, telefono ed e-mail utilizzati per l'invio di tutte le comunicazioni relative all'affidamento.

Art.12 Obblighi derivanti dal rapporto di lavoro

L'Affidatario del Servizio si impegna, altresì, a:

- predisporre tutti gli strumenti e le metodologie, comprensivi della relativa documentazione, atti a garantire elevati livelli qualitativi dei servizi, ivi compresi quelli relativi alla sicurezza,
- osservare, nell'adempimento delle proprie prestazioni ed obbligazioni, tutte le indicazioni operative, di indirizzo e di controllo emanate dai competenti Enti;
- consegnare, ai competenti uffici prima della stipula del contratto, copia autentica delle assicurazioni di legge di cui al presente capitolato e quelle relative al proprio personale e collaboratori e per la copertura di eventuali danni a terzi nell'esercizio di quanto richiesto dal presente capitolato;
- inviare all'amministrazione i dati di sintesi relativi al monitoraggio del servizio ed alla verifica dell'applicazione delle condizioni contrattuali.

L'Affidatario del Servizio si obbliga:

- ad ottemperare a tutti gli obblighi verso i propri dipendenti derivanti da disposizioni legislative e regolamentari vigenti in materia di lavoro, previdenza e disciplina infortunistica, assumendo a proprio carico tutti gli oneri relativi.

Art.13 Obblighi di riservatezza

L'Affidatario ha l'obbligo di mantenere riservati i dati e le informazioni, ivi comprese quelle che transitano per le apparecchiature di elaborazione dati, di cui venga in possesso e, comunque, a conoscenza, di non divulgarli in alcun modo e in qualsiasi forma e di non farne oggetto di utilizzazione a qualsiasi titolo per scopi diversi da quelli strettamente necessari all'esecuzione del Contratto.

L'obbligo di cui al precedente comma sussiste, altresì, relativamente a tutto il materiale originario o predisposto in esecuzione del presente Contratto.

L'Affidatario è responsabile per l'esatta osservanza da parte dei propri dipendenti, consulenti e collaboratori, nonché di subappaltatori e dei dipendenti, consulenti e collaboratori di questi ultimi, degli obblighi di segretezza anzidetti.

In caso di inosservanza degli obblighi di riservatezza, l'Amministrazione ha la facoltà di dichiarare risolto di diritto il presente Contratto, fermo restando che l'Affidatario sarà tenuto a risarcire tutti i danni che dovessero derivare alla stessa.

Art.14 Trattamento dei dati

L'Affidatario si impegna, altresì, a rispettare quanto previsto dal D.Lgs. 196/2003 in materia di trattamento dei dati personali.

Art.15 Danni e responsabilità

L'Affidatario solleva la Committente da ogni eventuale responsabilità penale e civile verso terzi comunque connessa alla realizzazione ed all'esercizio delle attività di servizio affidate incluso l'esecuzione delle prove sulle strutture. Nessun ulteriore onere potrà dunque derivare a carico dell'Amministrazione, oltre al pagamento del corrispettivo contrattuale.

L'Affidatario è responsabile dei danni derivanti e/o connessi all'esecuzione del presente servizio. L'Affidatario è responsabile dei danni di qualsiasi natura, materiali o immateriali, diretti o indiretti, che dovessero essere causati da parte dei propri dipendenti, consulenti o collaboratori nonché da parte dei dipendenti, consulenti o collaboratori di questi ultimi, alla Committente ed al suo personale, ai suoi beni mobili e immobili, anche condotti in locazione, nonché ai terzi, ivi incluso il caso in cui tali danni derivino da informazioni inesatte o false colposamente fornite dall'affidatario nell'ambito dell'erogazione dei servizi di cui all'oggetto.

Art.16 Cauzione definitiva e garanzie

L'aggiudicatario è obbligato, contestualmente alla sottoscrizione del contratto, a produrre una polizza assicurativa a garanzia della responsabilità civile per danni causati a terzi nell'esecuzione del servizio per la parte relativa alle indagini in sito ed alla esecuzione di saggi, prelievi e ripristini. La polizza assicurativa è prestata da un'impresa di assicurazione autorizzata alla copertura di rischi ai quali si riferisce l'obbligo di assicurazione.

La polizza assicurativa di responsabilità civile per danni causati a terzi deve essere stipulata per una somma assicurata non inferiore ad € 500.000,00 .

Inoltre, l'Aggiudicatario, ai sensi dell'articolo 103 comma 1 del Decreto Legislativo n. 50 del 2016, dovrà presentare una garanzia a titolo di "garanzia definitiva" a sua scelta sotto forma di cauzione o fideiussione con le modalità di cui all'articolo 93, commi 2 e 3.

La cauzione è prestata a garanzia dell'adempimento di tutte le obbligazioni del contratto e del risarcimento dei danni derivanti dall'eventuale inadempimento delle obbligazioni stesse, nonché a garanzia del rimborso delle somme pagate in più all'esecutore rispetto alle risultanze della liquidazione finale, salva comunque la risarcibilità del maggior danno verso l'appaltatore. La garanzia cessa di avere effetto solo alla data di emissione del certificato di collaudo provvisorio o del certificato di regolare esecuzione.

Detta garanzia, dovrà essere prodotta obbligatoriamente in originale con espressa menzione dell'oggetto, può essere rilasciata dai soggetti di cui all'articolo 93, comma 3 del D.lgs. 50/2016. La garanzia deve prevedere espressamente:

la rinuncia al beneficio della preventiva escussione del debitore principale;

la rinuncia all'eccezione di cui all'articolo 1957, secondo comma, del codice civile;

l'operatività della garanzia medesima entro quindici giorni, a semplice richiesta scritta della stazione appaltante. L'Aggiudicatario è obbligato a reintegrare immediatamente (e, comunque, nel termine di giorni quindici dalla data di ricevimento della comunicazione) la cauzione di cui la Stazione Appaltante abbia dovuto valersi, in tutto o in parte, durante la vigenza contrattuale. La cauzione resta vincolata per tutta la vigenza del contratto e sarà svincolata entro due mesi dalla scadenza del medesimo subordinatamente alla verifica della regolarità del servizio svolto e dell'ottemperanza a tutti gli adempimenti ed obblighi contrattuali. La mancata costituzione della cauzione definitiva determina la decadenza dall'affidamento nei confronti dell'aggiudicatario, fermo restando il risarcimento dei danni nei confronti dell'Agenzia.

Art.17 Divieto di cessione del contratto

E' fatto assoluto divieto all' Affidatario di cedere, a qualsiasi titolo, il contratto a pena di nullità della cessione medesima.

Art.18 Subappalto

È fatto assoluto divieto all'Aggiudicatario di cedere, a qualsiasi titolo, il contratto a pena di nullità. Il subappalto è consentito nei limiti e nei termini di legge fermo restando che i pagamenti dei corrispettivi avverranno direttamente a favore dell'Aggiudicatario.

Qualora invece l'Aggiudicatario abbia dichiarato di non avvalersi del subappalto ovvero non abbia indicato, in sede di offerta, le attività, tra quelle consentite per legge, da subappaltare, è fatto divieto all'Appaltatore di ricorrere al subappalto. In caso di inosservanza di tale obbligo, l'Agenzia, fermo restando il diritto al risarcimento di ogni danno e spesa, avrà facoltà di risolvere immediatamente il contratto e di commissionare a terzi l'esecuzione delle residue prestazioni contrattuali in danno dell'Appaltatore.

Art.19 Obblighi di tracciabilità dei pagamenti

Ai sensi e per gli effetti di cui all'art. 3 della legge 136/2010, l'Aggiudicatario si obbliga ad utilizzare il conto corrente bancario o postale dedicato alla commessa che sarà comunicato prima della stipula del contratto unitamente all'indicazione dei soggetti abilitati ad eseguire movimentazioni sullo stesso.

L'Aggiudicatario si impegna a comunicare alla Stazione Appaltante, entro 7 giorni, ogni eventuale variazione relativa al predetto conto ed ai soggetti autorizzati ad operare su di

esso. L'Aggiudicatario si obbliga, altresì, ad inserire nei contratti sottoscritti con i subappaltatori e subcontraenti un'apposita clausola, a pena di nullità, con la quale ciascuno di essi assume gli obblighi di tracciabilità finanziaria prescritti dalla citata Legge.

L'Aggiudicatario si impegna a dare immediata comunicazione alla Stazione Appaltante ed alla Prefettura-Ufficio territoriale del Governo della provincia competente, della notizia dell'inadempimento della propria controparte (sub Aggiudicatario/subcontraente) agli obblighi di tracciabilità finanziaria.

L'Aggiudicatario si impegna, inoltre, a trasmettere i predetti contratti alla Stazione Appaltante, ai fini della verifica di cui al comma 9 dell'art. 3 della legge n. 136/2010.

L'inadempimento degli obblighi previsti nel presente punto costituisce ipotesi di risoluzione espressa del contratto ai sensi dell'art. 1456 c.c.

In caso di cessione del credito derivante dal contratto, il cessionario sarà tenuto ai medesimi obblighi previsti per l'Aggiudicatario nel presente punto e ad anticipare i pagamenti all'Aggiudicatario mediante bonifico bancario o postale sul conto concorrente dedicato.

Art.20 Clausola risolutiva espressa e risoluzione del contratto

Il contratto potrà essere risolto in tutti i casi di inadempimento di non scarsa importanza, ai sensi dell'art. 1455 c.c., previa diffida ad adempiere, mediante raccomandata a/r, entro un termine non superiore a 15 (quindici) giorni dal ricevimento di tale comunicazione.

L'Agenzia procederà alla risoluzione del contratto per una delle seguenti clausole risolutive espresse:

- grave inadempimento successivo a tre diffide, comunicate ai sensi del comma 1, aventi ad oggetto prestazioni anche di diversa natura;
- applicazione di penali per un importo totale superiore 10% (dieci) dell'importo contrattuale;
- mancata reintegrazione, nel termine di 10 giorni, della cauzione in esito all'escussione della stessa;
- violazione del divieto di cessione del contratto;
- adozione di comportamenti contrari ai principi del Codice Etico dell'Agenzia;
- inadempimento agli obblighi di tracciabilità.

La risoluzione in tali casi opera allorché l'Agenzia comunichi per iscritto con raccomandata a/r all'Aggiudicatario di volersi avvalere della clausola risolutiva ex art 1456 c.c. In caso di risoluzione sarà corrisposto all'Aggiudicatario il prezzo contrattuale del servizio effettuato, dedotte le eventuali penalità e spese di cui ai precedenti punti.

La Stazione Appaltante, ai sensi dell'art. 1373 c.c., si riserva la facoltà di recedere unilateralmente dal contratto, anche laddove esso abbia avuto un principio di esecuzione, fatto salvo il pagamento delle prestazioni effettuate dall'Aggiudicatario.

Art.21 Controversie

Eventuali controversie derivanti dall'esecuzione del contratto saranno devolute all'Autorità giudiziaria del Foro di Bari.

Art.22 Codice etico

L'Aggiudicatario nell'espletamento dell'incarico si impegna ad osservare il Modello di organizzazione, gestione e controllo dell'Agenzia ex D.lgs. 231/2001 s.m.i, reperibile sul

sito istituzionale, e ad adottare comportamenti in linea con quanto previsto nel Codice Etico dell'Agenzia e, comunque, tali da non esporre l'Agenzia al rischio dell'applicazione delle sanzioni previste dal predetto decreto.

L'inosservanza di tale prescrizione costituirà grave inadempimento contrattuale tale da comportare la risoluzione del contratto, ai sensi e per gli effetti di cui all'art. 1456 del codice civile, fermo restando il risarcimento dei danni.

Art.23 Norme di rinvio

Per quanto non specificatamente previsto nel presente Capitolato, si fa riferimento alle vigenti disposizioni normative.

Art.24 Spese contrattuali

Sono a carico dell'aggiudicatario tutte le spese relative alla stipula ed alla registrazione del contratto, nonché tasse e contributi di ogni genere gravanti, secondo la normativa vigente, sulla prestazione, come ogni altra spesa concernente l'esecuzione dello stesso.