



CITTÀ DI VIBO VALENTIA

SETTORE 5 - TECNICO

Nuove Opere – Manutenzione Reti e Servizi – Manutenzione Esterna

**POR Calabria FESR 2007/2013 – POC Calabria 2007/2013 dgr 234 del
27.06.2013- ASSE VIII Città- Obiettivo specifico 8.1 obiettivo operativo 8.1.2.
– Asse IV- Obiettivo specifico 4.2 – Obiettivo operativo 4.2.2.**

**“Progetto per la creazione di una rete di accoglienza abitativa e di
inclusione sociale nelle aree urbane per i lavoratori immigrati e le loro
famiglie” - Esecuzione di una campagna di indagini strutturali e verifica
dell’efficienza e dell’idoneità statica**

CUP E41H14000100006 CIG ZD213CFE31

PIANO D’INDAGINI

PREMESSA

Il presente piano riguarda l’esecuzione di una campagna di indagini strutturali, prove di laboratorio e verifica dell’efficienza e dell’idoneità statica, necessarie per la redazione del “Progetto per la creazione di una rete di accoglienza abitativa e di inclusione sociale nelle aree urbane per i lavoratori immigrati e le loro famiglie”, finanziato con i fondi del POR Calabria e POC Calabria 2007/2013, e descrive i servizi da espletare sui fabbricati interessati dall’intervento.

Il bagaglio di conoscenza da acquisire dovrà essere frutto da un lato di una ricerca storico-critica, dall’altro costituito da una serie di indagini in sito e prove sui materiali che consentiranno di acquisire tutte le caratteristiche necessarie alla conoscenza delle strutture portanti. In relazione al grado di completezza di queste informazioni, le NTC 2008 individuano tre diversi livelli di conoscenza, ed il livello che occorre acquisire è almeno il livello LC2 di conoscenza adeguata.

I fattori che contribuiscono a definire il livello di conoscenza sono rappresentati da:

- geometria (caratteristiche geometriche degli elementi strutturali);
- dettagli strutturali (quantità, disposizione e forma delle armature longitudinali e staffe);
- materiali (proprietà meccaniche dei calcestruzzi e dell’acciaio di armatura e di tutti gli eventuali materiali strutturali);

Dal livello di conoscenza ottenuto discendono sia i fattori di confidenza da applicare alle proprietà dei materiali, che il metodo di analisi da utilizzare.

Il servizio in questione riguarda pertanto l'esecuzione delle indagini sperimentali da eseguirsi sui fabbricati in c.a., facenti parte del complesso dei mercati generali in località aeroporto del Comune di Vibo Valentia, finalizzate alla redazione anche di una perizia di verifica di efficienza ed idoneità statica, ed alla individuazione dei necessari interventi di adeguamento statico e sismico.

La verifica dell'efficienza e dell'idoneità statica dei fabbricati in questione risulta, in questa fase, indispensabile per individuare e programmare le attività necessarie per il recupero degli immobili. La progettazione degli interventi deve necessariamente basarsi su una conoscenza approfondita delle attuali caratteristiche della struttura e della sua efficienza statica e funzionale.

Il compenso per i servizi, ammontante a complessivi Euro 25.920,00 oltre iva al 22%, è da considerarsi a corpo ed onnicomprensivo di ogni onere e spesa, compresi tutti gli oneri afferenti la sicurezza previsti dal D. Lgs. 81/08s.m.i., Sono compresi ogni onere e spesa per l'esecuzione dei servizi e/o forniture secondo il seguente elenco generale:

1. Compensi ed oneri accessori (rimborso spese, etc.. etc..) per l'espletamento dell'attività relativa alla esecuzione delle indagini sperimentali da eseguirsi sui fabbricati in c.a. finalizzate alla emissione di una perizia di verifica di efficienza ed idoneità statica ed alla individuazione dei necessari ed immediati interventi di adeguamento statico e sismico;
2. Compensi ed oneri accessori (rimborso spese, etc.. etc..) spettanti per la redazione della relazione tecnico-descrittiva di accompagnamento alla verifica di idoneità statica e sismica, comprensiva di tavole grafiche in adatta scala, secondo quanto richiesto dalle norme di riferimento, sintesi delle attività di indagine effettuate, nonché contenente le informazioni tese ad evidenziare la situazione di degrado strutturale degli stabili e l'indicazione degli interventi indifferibili ed urgenti per il recupero degli immobili ai fini dell'ottenimento dell'agibilità degli stessi;
3. Compensi ed oneri accessori (rimborso spese, etc.. etc..) spettanti per l'organizzazione, il coordinamento e l'esecuzione dei sondaggi e delle indagini analitiche finalizzate alla redazione degli elaborati di cui sopra mediante ditte specializzate e laboratori accreditati. Tale attività comprende:
 - tutte le attrezzature di campionamento che dovessero rendersi necessarie (strumentazioni, contenitori, attrezzature per lo stoccaggio provvisorio dei campioni, etc..);
 - effettuazione delle operazioni di prelievo di campioni con le modalità previste per legge;
 - ritiro e trasporto dei campioni da parte del personale di fiducia incaricato, su un mezzo idoneo, dal luogo del prelievo alla sede del Laboratorio di analisi;

- le spese relative al trasporto e allo smaltimento dei campioni dopo l'effettuazione delle analisi;
- è ricompresa anche la pulitura ed il decespugliamento degli accessi agli immobili;
- sarà onere dell'esecutore munirsi di tutte le attrezzature e degli oneri necessari per il corretto e sicuro svolgimento dei lavori, predisponendo tutte le misure di sicurezza.

Le attività sopra elencate sono da considerarsi minimali.

La stima dei costi delle indagini è stata effettuata sulla base dei prezzi di mercato rilevati che, per come di seguito specificato, si riferiscono alle voci descritte nel presente piano, comprensive di ogni onere e magistero e dei ripristini, e specificate per i due corpi di fabbrica, per un importo complessivo di Euro 25.920,00 oltre iva al 22%:

STRUTTURA 1				
			cad	Totali
Pulizia accessi			1	€ 100.00
Carotaggi, prove di carico e carbonatazione				
	P. fondazioni	4		
	P. terra (pil. + travi)	4+4		
	P. primo (pil. + travi)	<u>4+4</u>		
	n°	20	€ 110.00	€ 2,200.00
Prelievi armature e prove di carico	n°	6	€ 120.00	€ 720.00
Prove carico sui solai	n°	2	€ 1,100.00	€ 2,200.00
Indagini pacometriche	n°	35	€ 45.00	€ 1,575.00
Indagini radar	n°	6	€ 150.00	€ 900.00
Termografi	n°	10	€ 85.00	€ 850.00
Verifica di efficienza ed idoneità statica	n°	1	€ 3,000.00	€ 3,000.00
				€ 11,445.00

STRUTTURA 2				
			cad	Totali
Pulizia accessi			1	€ 100.00
Carotaggi, prove di carico e carbonatazione				
	P. fondazioni	6		
	P. terra (pil. + travi)	6+6		
	P. primo (pil. + travi)	<u>6+6</u>		
	n°	30	€ 110.00	€ 3,300.00
Prelievi armature e prove di carico	n°	9	€ 120.00	€ 1,080.00
Prove carico sui solai	n°	2	€ 1,100.00	€ 2,200.00
Indagini pacometriche	n°	45	€ 45.00	€ 2,025.00
Indagini radar	n°	9	€ 150.00	€ 1,350.00
Termografi	n°	12	€ 85.00	€ 1,020.00
Verifica di efficienza ed idoneità statica	n°	1	€ 3,500.00	€ 3,500.00
				€ 14,475.00

A.RILIEVO DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI

Dovrà essere realizzato un rilievo degli elementi strutturali in modo da ottenere le seguenti informazioni:

- verifica delle caratteristiche geometriche delle sezioni in cls di tutti i pilastri e di tutte le travi;
- mappatura delle barre di armatura dei pilastri e delle travi;
- caratteristiche geometriche delle sezioni dei solai;
- mappatura delle barre di armatura dei solai, mediante l'ausilio di appositi rilevatori elettromagnetici e/o scarificazione superficiale del cls.

B.PROGRAMMAZIONE DELLE INDAGINI DIAGNOSTICHE

Sono indicate le tipologie di indagine diagnostica previste:

- 1) valutazione della resistenza del cls mediante carotaggio;
- 2) valutazione delle caratteristiche meccaniche delle barre di armatura;
- 3) prove di carico solai;
- 4) carotaggi;
- 5) prove pacometriche;
- 6) radar;
- 7) prove termografiche;

1) e 2) Prove su calcestruzzi, acciai, mattoni e materiali lapidei in genere

Le prove sono generalmente quelle individuate nella Circolare 08 settembre 2010, n.7617 / STC e dovranno essere eseguite da laboratorio autorizzato ex legge 1086/71. Prove di trazione su barre di armature d'acciaio estratte dalla struttura. Si tratta della classica prova di trazione su barre d'armatura, così come regolata dalle NTC08 e dalla norma UNI EN 10002/1.

Contrariamente al calcestruzzo, l'acciaio, essendo un prodotto industrializzato, possiede un'elevata stabilità di comportamento e le sue caratteristiche, all'epoca della realizzazione della struttura, sono accertate già presso lo stabilimento di produzione. Pertanto, soprattutto per le strutture recenti, quando ne è nota la provenienza e si dispone delle certificazioni, potrebbe risultare superfluo eseguire prelievi di barre d'armatura. In ogni caso appare opportuno limitarne il numero, data la notevole invasività dell'operazione e, per quanto detto, l'usuale buona costanza di caratteristiche dell'acciaio.

Lo spezzone di barra da prelevare deve avere una lunghezza pari a circa 450 mm, per poter essere sottoposto alla prova di rottura per trazione in conformità alle norme.

E importante che il prelievo venga effettuato su elementi poco sollecitati, e dunque preferibilmente nei sottotetti o nell'ultimo piano, ovviamente laddove si abbia certezza che il tipo di acciaio sia lo stesso in tutta la struttura. E inoltre preferibile che la barra, se prelevata da un pilastro, non sia una barra d'angolo, essendo la sua funzione strutturale sicuramente più importante di quella delle eventuali barre intermedie. Analogamente, se si opera su una trave, sarà opportuno prelevare da barre non sollecitate a trazione.

La barra di armatura verrà di seguito ripristinata, interponendo un altro elemento equivalente, avente diametro e spessore uguale al campione estratto, con la saldatura. Particolare cura dovrà essere posta nel ripristino

della capacità resistente originaria dell'elemento strutturale, verificando la saldabilità delle barre in opera, adottando l'opportuno tipo di elettrodo ed effettuando la saldatura tra il nuovo spezzone e la barra esistente con cordoni d'angolo di adeguata lunghezza, in ogni caso non mediante saldatura di testa.

3) Prove statiche – prova di carico su solaio

Le prove statiche dovranno essere eseguite applicando sul manufatto un complesso di carichi che determinino negli elementi strutturali le sollecitazioni dell'ordine di quelle ammissibili secondo uno schema ben ragionato.

Scopo delle suddette prove sarà quello di determinare i cedimenti delle zone di appoggio, la deformata dell'impalcato, il comportamento di sezioni tipo e di verificare l'insorgere di concentrazioni di sforzi.

Il procedimento di prova da adottare a riassunto nelle seguenti fasi:

- posizionamento attrezzatura di prova sul solaio da provare ed effettuazione letture iniziali dei rilevatori di spostamento dopo un precarico di 1 KN;
- incremento del carico, fino al raggiungimento del valore di prova riportando gli spostamenti rilevati ad intervalli regolari di tempo;

A raggiungimento del carico massimo lo stesso viene mantenuto fino a stabilizzazione degli spostamenti prima di intraprendere le operazioni di scarico, eseguite con le stesse modalità delle operazioni di caricamento.

Infine, a carico assente dopo la stabilizzazione degli spostamenti, si procede al rilevamento della freccia residua del solaio.

4) Carotaggi

Il prelievo di calcestruzzo indurito costituisce il miglior modo per pervenire ad una stima della resistenza del calcestruzzo posto in opera.

Un limite è costituito soprattutto dal danneggiamento che si produce durante il prelievo, che fa classificare tale metodo come "localmente distruttivo".

Tali prove devono essere eseguite presso laboratori specializzati, che garantiscono la qualità delle attrezzature ed il rispetto delle procedure.

L'esecuzione dei carotaggi è regolata dalla norma UNI 12504-1 [UNI 2009]. La prova di compressione, invece, è regolata dalla norma UNI EN 12390. Individuato il reticolo delle armature mediante il pacometro, il prelievo dovrà avvenire nei campi, privi di armatura. Nel caso in cui le prove distruttive sono integrate con prove non distruttive tipo SONREB, queste ultime in numero superiore al fine di ottenere un quadro più ampio dello stato del calcestruzzo della struttura, sarà opportuno eseguire i carotaggi in corrispondenza dei punti in cui sono state eseguite alcune delle prove sclerometriche ed ultrasoniche, al fine di ricavare le corrette correlazioni con i risultati delle indagini non distruttive. Le operazioni di prelievo devono scongiurare l'inclusione di armature metalliche nelle carote per evitare:

- la significativa riduzione della capacità resistente dell'elemento strutturale su cui si effettua il prelievo;
- l'aggravio del disturbo al campione nelle fasi di prelievo determinato dall'incremento delle vibrazioni;
- l'alterazione dei valori della prova di compressione per la presenza della barra d'armatura.

Quando la maglia delle armature è tale da non consentire il prelievo di carote prive di inclusioni e preferibile prelevare carote con diametro minore. In ogni caso, qualora una o più barre d'armatura vengano tranciate, è necessario procedere al ripristino.

Nel corso delle operazioni di prelievo delle carote è opportuno misurare anche la profondità di carbonatazione del calcestruzzo, così da valutare il potenziale grado di protezione alla corrosione delle barre di armatura. La misura della profondità di carbonatazione è regolata dalla norma UNI 9944. Essa avviene osservando il viraggio della fenoftaleina, che, in ambiente basico, ovvero in assenza di carbonatazione, si colora di rosso — violetto. Pertanto, spruzzando sulla superficie cilindrica del campione, immediatamente dopo l'estrazione, una soluzione di fenoftaleina all'1‰ in alcol etilico, osservabile il calcestruzzo carbonatato come quella parte che non mostra una colorazione rosso-violetto. La profondità di carbonatazione andrà misurata con la precisione del millimetro.

È di fondamentale importanza verificare, nel corso dei prelievi, che la macchina carotatrice non abbia significative vibrazioni dell'asse di rotazione e che la velocità di avanzamento sia bassa, onde evitare un eccessivo danneggiamento del campione. Pertanto occorre adottare gli accorgimenti necessari ad evitare la vibrazione del sistema di carotaggio (carotatrice e relativo supporto) e inoltre la velocità di avanzamento per il prelievo di campioni dovrà essere ben minore di quella abitualmente adottata per la realizzazione di fori nel calcestruzzo, preferibilmente inferiore a 600 giri/min.

Il diametro delle carote, come indicato dalle norme UNI, deve essere almeno pari a tre volte il diametro massimo dell'inerte presente nel calcestruzzo. Il diametro comunemente utilizzato nei prelievi è di circa 100 mm e, di conseguenza, l'altezza della carota prelevata deve essere di circa 280 mm, affinché possa ottenersi un campione lungo 200 mm o, meglio, due campioni con rapporto altezza/diametro unitario.

Ogni foro da cui è stata prelevata una carota andrà adeguatamente sigillato; la sigillatura dei fori verticali realizzati lavorando dall'alto potrà essere realizzata tramite l'impiego di malta cementizia colabile di resistenza non inferiore a quella del cls della carota, premiscelata, espansiva o antiritiro, a spessore centimetrico. Per chiusure di fori aventi diametro $D > 10$ cm sarà possibile "tagliare" la malta fino al 40% con ghiaietto di opportuna granulometria. La chiusura dei fori sub-orizzontali o verticali realizzati lavorando dal basso (sopra-testa) potrà essere realizzata tramite l'impiego di malta cementizia tixotropica, premiscelata, espansiva o antiritiro, a spessore centimetrico, applicata per riporti successivi di spessore massimo pari a 5 cm. La preparazione del supporto richiede l'eliminazione di parti friabili, polverosità ed un accurato lavaggio a saturazione delle superfici.

5) Indagini pacometriche

L'indagine pacometrica, o prova pacometrica, è una prova non distruttiva per l'identificazione delle armature all'interno dei getti di calcestruzzo: mediante tale indagine di tipo magnetico è possibile rilevare con buona precisione la posizione di barre di armatura presenti nelle membrature di calcestruzzo armato, la loro profondità (copriferro) ed il loro diametro.

Tali prove consentono di "leggere", in proiezione sulla superficie di calcestruzzo, la posizione delle armature, così da consentire una stima della

misura dell'interfero e del copriferro delle armature longitudinali, presenti nel piano parallelo al piano d'indagine, e del passo delle staffe.

L'utilizzo del pacometro, come strumento di prova non distruttivo, é regolato dalla norme BS 1881:204.

Su ogni faccia delle superfici di calcestruzzo e individuabile la posizione delle barre di armatura. Ripetendo l'operazione su più sezioni dell'elemento, e disegnando sulla superficie dello stesso, mediante una matita o altro, una retta che passi per i punti individuati, sarà possibile tracciare il reticolo delle armature presenti in vicinanza della superficie indagata. La prova pacometrica consente anche di individuare le zone dell'elemento prive di armatura nelle quali eseguire le indagini finalizzate alla conoscenza delle caratteristiche del calcestruzzo, quali, ad esempio, il prelievo di carote, le prove sclerometriche e quelle ultrasoniche. Ne consegue che l'indagine pacometrica deve essere preliminare a qualsiasi altro tipo di indagine, distruttiva e non, condotta su elementi in cemento armato.

In funzione del tipo di strumento, noto il copriferro, e anche determinabile il diametro delle barre di armatura. Si sottolinea che gli abachi standardizzati a corredo di alcuni pacometri, indicanti il diametro delle armature in funzione del copriferro (trasversale al piano su cui si sta lavorando), devono essere utilizzati con molta cautela, a causa dell'elevata incertezza sulla conoscenza del reale spessore del copriferro presente in corrispondenza di ciascuna barra posta.

6) RADAR

Esecuzione di indagine radar con assetto tramite antenna singola. Esecuzione di indagine georadar lungo percorsi longitudinali, con passate trasversali ogni 5 m o a maglia predeterminata, su di una fascia di ampiezza massima di 1 m, con assetto di investigazione tramite antenna singola, di opportuna frequenza atta a raggiungere la maggior definizione e profondità possibile in relazione agli obiettivi della prospezione ed alle caratteristiche del sottosuolo e della struttura, compresa la restituzione dei dati di campagna su supporto cartaceo o informatico. E' compreso quanto occorre per dare l'indagine completa.

7) PROVE TERMOGRAFICHE

Esecuzioni di indagini termografiche utilizzando una telecamera sensibile all'infrarosso che riprende la superficie da esaminare, sollecitata termicamente (o tramite insolazione naturale o tramite dispositivi artificiali), con restituzione di immagine videoregistrata o ripresa fotograficamente, procedendo poi alla realizzazione di una mappa termografica in cui l'andamento delle bande di colore corrisponde alle linee isoterme, finalizzata all'analisi delle seguenti problematiche:

- analisi di omogeneità di paramenti murari;
- ricerca di cavità in paramenti murari;
- analisi di fenomeni fessurativi al disotto di rivestimenti;
- analisi di distacchi di rivestimenti;
- mappatura del livello di umidità di paramenti murari;
- ricerca di fenomeni di punti di condensazione climatica;
- ricerca di punti di dispersione termica;

- analisi critico architettonica sotto intonaci e/o rivestimenti (ricerca di archi, architravi, camini occlusi, porte o finestre tamponate, elementi strutturali estranei inglobati, vecchie canalizzazioni in disuso, individuazione e dimensionamento di diversi periodi costruttivi con diversi materiali o tecniche);
- analisi di microlesioni di opere d'arte (statue, affreschi, pitture murali, dipinti);
- analisi di distacchi tra pellicole affrescate e intonachino sottostante;
- analisi di distacchi tra supporto affrescato o intonaco e muro sottostante.

E' compreso quanto altro occorre per dare i risultati delle indagini complete. Il prezzo è riferito per ciascuna unità di superficie (metro quadrato) oggetto di indagine, con restituzione di tutta la documentazione grafica, magnetica e fotografica necessaria per l'individuazione della problematica indagata, unitamente ad idonea relazione tecnica interpretativa dei rilievi effettuati.

C. COSTRUZIONE DEL MODELLO STRUTTURALE

I risultati del rilievo degli elementi strutturali, delle indagini conoscitive e delle prove, dovranno garantire la corretta verifica della quantità e disposizione delle armature presenti per almeno il 35% degli elementi strutturali.

I risultati di cui sopra garantiranno l'alimentazione del modello di comportamento della struttura attuale, che come già affermato costituirà la base per i futuri interventi di progettazione strutturale. Gli aspetti pregnanti che dovranno essere considerati per l'elaborazione e l'interpretazione del modello saranno i seguenti:

- a) caratteristiche geometriche della struttura;
- b) analisi dei carichi agenti;
- c) studio della natura del suolo di fondazione;
- d) studio della interazione suolo-struttura;
- e) determinazione delle proprietà meccaniche dei materiali;
- f) stato dei vincoli e dei collegamenti.

D. VERIFICA DI EFFICIENZA ED IDONEITA' STATICA

La struttura verrà modellata, sulla base dei dati di input derivanti dai risultati delle prove sperimentali e dal rilievo geometrico, e riprogettata con i metodi di calcolo attualmente vigenti e con l'ausilio di apposito software di calcolo.

Il calcolo dovrà essere effettuato nella situazione attuale al fine di individuare tutti gli elementi deboli e di conseguenza i necessari interventi di adeguamento statico e sismico, e nella situazione di progetto con l'inserimento di tutti gli interventi previsti al fine di restituire un calcolo con esito delle verifiche positive.

La verifica dell'efficienza e dell'idoneità statica dei fabbricati in questione risulta, in questa fase, è indispensabile per individuare e programmare le attività necessarie per il recupero degli immobili

Essendo richiesto l'utilizzo di un software strutturale è pretesa la restituzione degli elaborati di calcolo sia nello stato attuale e nell'ipotesi di adeguamento sismico con inserimento degli interventi da realizzare e con particolari grafici da fornire in formato dwg.

E. TERMINI DI ESPLETAMENTO DELL'INCARICO

Per l'espletamento dei servizi di cui trattasi è stabilito un termine pari a 30 gg solari consecutivi a decorrere dalla data di sottoscrizione del contratto, includendo i tempi tecnici per l'esecuzione dei sondaggi e prelievo campioni,

campionamento, analisi e quant'altro necessario ai fini della predisposizione degli elaborati richiesti e del certificato d'idoneità statica.

La durata è da intendersi suscettibile di possibili traslazioni temporali dettate da eventuali sospensioni verbalizzate dal Responsabile del Procedimento per cause di forza maggiore non imputabili all'aggiudicatario.

Decorso il termine di cui al comma 1) del presente articolo, fatte salve le eventualità di cui al comma 2), senza la consegna degli elaborati richiesti e del certificato d'idoneità statica saranno applicate le penalità previste di legge.

Il Progettista
Ing. Alfredo Santini