



Comune di Palermo  
Area Gestione del Territorio  
Settore Opere Pubbliche

---

PIANO DI INDAGINI PRELIMINARI FINALIZZATO ALLA REDAZIONE DEL PROGETTO PER  
"LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE INTERNA PER ADEGUAMENTO ALLA NORMATIVA VIGENTE  
DELL'ASILO NIDO DRAGO"

---

RELAZIONE TECNICA

Dicembre 2013

ing. Roberto Cairone

**PIANO DI INDAGINI PRELIMINARI FINALIZZATO ALLA REDAZIONE DEL PROGETTO PER  
“LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE INTERNA PER ADEGUAMENTO ALLA NORMATIVA VIGENTE  
DELL’ASILO NIDO DRAGO”**

- **Consistenza**

L’edificio è costituito da un unico corpo strutturale a struttura portante in cemento armato (travi e pilastri), orizzontamenti piani in laterocemento. Si sviluppa interamente al piano terra con una copertura a tetto piano a livelli sfalsati.

L’opera oggi sorge in zona sismica di 2<sup>a</sup> Categoria.

L’indagine visiva effettuata durante le fasi di rilievo non ha messo in evidenza alcuno stato di degrado degli elementi portanti, in corrispondenza dei quali l’intonaco non presenta evidenti lesioni né distacco incipiente.

- **Normativa sismica**

Con D.D.G. n. 1372 del 28 Dicembre 2005 Dipartimento Regionale di Protezione Civile la Regione Siciliana ha emanato gli *“Indirizzi Regionali per l’effettuazione delle verifiche tecniche di adeguatezza sismica di edifici ed infrastrutture strategiche ai fini di protezione civile o rilevanti in conseguenza di eventuale collasso”* a seguito della individuazione ed adempimento (tramite il D.D.G. del Dipartimento Regionale di Protezione Civile n. 3 del 15/01/2004) degli obblighi connessi con l’entrata in vigore **dell’Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 Marzo 2003** avente ad oggetto *“Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica”*.

In uno con il D.D.G. n.3 del 15/01/2004 sono stati formulati gli elenchi (non esaustivi) degli edifici di interesse strategico e delle opere infrastrutturali la cui funzionalità durante gli eventi sismici assume rilievo fondamentale per le finalità di protezione civile (Elenco A) e degli edifici ed opere infrastrutturali che possono assumere rilevanza in relazione alle conseguenze di un eventuale collasso (Elenco B).

- **Indagine conoscitiva e verifiche tecniche**

La Scuola in questione fa parte dell’ Elenco B. Per tali opere necessita porre in essere le **verifiche tecniche** finalizzate alla determinazione dei livelli di adeguatezza sismica rispetto a quanto previsto dalle norme tecniche vigenti in zona sismica.

Il Decreto n.3/2004 individua nei soggetti proprietari l’obbligo delle suddette verifiche finalizzate alla determinazione dei livelli di adeguatezza sismica delle opere rispetto agli standards definiti dalle norme tecniche e dalla classificazione sismica vigente, intendendo per valutazione della sicurezza un procedimento quantitativo volto a stabilire se un edificio esistente è in grado o meno di resistere alla combinazione sismica di progetto prevista dalle norme tecniche vigenti in zona sismica.

Le risultanze delle verifiche, complete degli indicatori di rischio di collasso e di inagibilità previsti dall’Allegato n.1 dell’Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n 3362 dell’08 Luglio 2004, consentiranno di pianificare gli interventi di adeguamento strutturale nell’ambito di una programmazione che

ha come obiettivo il recupero del complesso scolastico; cosicché le strutture potranno essere oggetto, secondo il disposto delle norme tecniche di cui al D.M. 14 Settembre 2005 e degli allegati n. 2 e 3 dell'O.P.C.M. n. 3274/2003 e sue mm. ed ii., ai suddetti interventi.

Il citato D.D.G. n. 1372/2005 definisce gli steps necessari alla verifica sopra illustrata.

**Il primo passo** è costituito dalla acquisizione dei dati e di verifica, rappresentato da un Primo Livello di indagine (**Livello 0**), i cui elementi essenziali sono volti alla conoscenza appunto ed al rilievo della struttura. Devono quindi essere raccolte tutte le informazioni e la documentazione disponibile sul sito della costruzione, sull'epoca di costruzione, in modo tale da poter definire la tipologia strutturale; essenziale è anche, ai fini delle verifiche, riconoscere la regolarità in pianta ed in elevazione dell'edificio.

Inoltre è richiesta l'attribuzione ad una delle categorie di suolo descritte nelle Norme Tecniche, sulla base sia di studi esistenti e ove questi non siano sufficienti ricorrendo a prove sperimentali.

I livelli di indagine successivi denominati **Livello 1 e Livello 2** si differenziano per il diverso livello di conoscenza e per i diversi strumenti di analisi e di verifica e si applicano in funzione della regolarità della struttura oggetto di verifica.

Per l'effettuazione delle verifiche di Livello 1 e Livello 2, l'obiettivo minimo da perseguire è la definizione di 3 livelli di accelerazione al suolo corrispondenti ai 3 stati limite definiti dalle norme tecniche vigenti (Stato limite di collasso CO ; Stato limite di danno severo DS; stato limite di danno lieve DL) e dei loro rapporti con le accelerazioni attese con probabilità del 2%, 10% e 50% in 50 anni per le strutture in c.a..

Un possibile indicatore del rischio di collasso ( $\alpha_u$ ) e di inagibilità ( $\alpha_e$ ) dell'edificio è dato dal rapporto tra le citate accelerazioni stimate di collasso, di danno severo e danno lieve e le corrispondenti accelerazioni al suolo con le probabilità di accadimento sopra citate.

Tab.1 INDICATORI DI RISCHIO E DI INAGIBILITA' PER STRUTTURE IN C.A.

$\alpha_u = \frac{PGA_{CO}}{PGA_{2\%50anni}}$	$\alpha_u = \frac{PGA_{DS}}{PGA_{10\%50anni}}$	$\alpha_e = \frac{PGA_{DL}}{PGA_{50\%50anni}}$
---	--	--

Come definito dalla norma *“la valutazione di sicurezza sismica è il procedimento quantitativo volto a stabilire se una struttura esistente è in grado o meno di resistere alla combinazione sismica di progetto prevista dalla normativa”*; sarà quindi necessario definire il grado di vulnerabilità della struttura (rappresentato in Tab.1) espresso in termini di rapporto fra capacità della struttura e domanda a seguito dell'introduzione di forze orizzontali. Tale rapporto esprime **il livello di adeguatezza rispetto agli stati limite** di cui sopra riscontrabili a seguito della verifica tecnica effettuata con il Decreto Ministero Infrastrutture 14/01/2008 (NTC).

- **Valutazione della sicurezza**

Per la valutazione degli edifici esistenti si ritengono rispondenti maggiormente alle finalità in esame le modalità di verifica non lineari sia statiche (PUSHOVER) che dinamiche (TIME HISTORY).

Le verifiche saranno condotte con l'ausilio del programma SISMICAD della Concrete s.r.l., in dotazione del Settore OO.PP.

La determinazione dei requisiti di sicurezza degli edifici esistenti richiede la considerazione di uno stato limite aggiuntivo rispetto quelli definiti dalla norma per edifici di nuova costruzione (Stato limite Ultimo SLU e stato limite di danno SLD) in quanto essi non soddisfanno né i principi di gerarchia delle resistenze né posseggono adeguata duttilità.

Come già accennato, i requisiti di sicurezza definiti dalla normativa tecnica hanno come riferimento lo stato di danneggiamento della struttura definito mediante i seguenti tre Stati Limite :

- Stato Limite di Collasso (CO)
- Stato Limite di Danno Severo (DS)
- Stato Limite di Danno Lieve (DL).

Lo Stato Limite di Collasso corrisponde ad una azione di progetto più elevata, caratterizzata da una più bassa probabilità di superamento, non superiore al 2% in 50 anni, gli stati limite di Danno Severo (DS) e Danno Lieve (DL) corrispondono agli stati limite ultimi (SLU) e limite di danno (SLD) definiti dalla normativa vigente per gli edifici di nuova costruzione.

Le verifiche tecniche per stabilire il grado di vulnerabilità strutturale degli edifici esistenti rispetto agli stati limite definiti in tab. 1 devono essere condotti secondo il DM 14/01/2008, ai quali dedica il cap. 8. Gli esiti delle verifiche consentiranno di definire i provvedimenti da adottare affinché l'uso della struttura sia adeguato al livello di sicurezza delle NTC, che consentano di definire l'intervento definito dalla Norma, e cioè il miglioramento ovvero l'adeguamento (Cap. 8.4 NCT)

Per stabilire la performance della struttura volta a quantificare il grado di vulnerabilità strutturale, si potrà fare ricorso ad un rapporto capacità/domanda effettuato in termini di spostamento.

Ai sensi delle NCT sarà necessario procedere all'analisi storico-critica della costruzione (Cap. 8.5 NCT), cercando di ricostruire la storia edificatoria dell'edificio (eventuale progetto iniziale, eventuali modifiche, eventuali terremoti già occorsi); sulla base dei dati raccolti nella fase di ricerca storica, si potranno trarre le conclusioni di tipo operativo per la modellazione meccanica globale dell'edificio.

Un passo fondamentale dettato dalla norma è quello del **rilievo della geometria strutturale** (Cap. 8.5.2 NCT). Il rilievo si compone di un insieme di procedure relazionate e mirate alla conoscenza della geometria esterna della struttura e dei dettagli costruttivi.

Questi ultimi sono occultati alla vista (ad esempio la disposizione delle armature negli elementi strutturali) e richiedono pertanto rilievi a campione, **effettuati con metodi invasivi o non invasivi (questi ultimi non superiori al 50%)**, che concorre alla definizione del modello strutturale necessario alla valutazione della sicurezza per le azioni prese in esame.

Trattandosi di struttura intelaiata in cemento armato, sarà necessario valutare le caratteristiche per ogni tipo di elemento primario (trave-pilastro); in particolare per l'elemento pilastro sarà necessario indagare

almeno uno in posizione centrale ed uno in posizione esterna per ogni tipologia (forma e dimensione) sia per gli allineamenti di pilastri esterni che per quelli interni. Per le travi sarà necessario studiare in numero adeguato in posizione interna e in posizione esterna per ogni tipologia (forma e dimensione) su cui gravano i carichi dei solai, almeno una su cui grava solo il carico del tamponamento, almeno una trave di collegamento, etc. Per i solai sarà necessario definire con accuratezza i vari campi con le relative dimensioni, direzioni di orditure, presenza di più campate e sbalzi.

- **Caratterizzazione meccanica dei materiali**

Ricostruito l'organismo strutturale sarà necessario caratterizzare dal punto di vista meccanico di materiali (Cap. 8.5.3 NCT). Tra le indagini distruttive si annoverano il prelievo di carote di cls, secondo la UNI EN 12504, la profondità di carbonatazione secondo la UNI 9944 1992 e UNI EN 14630 2007, il prelievo di campioni di acciaio da sottoporre a prova di trazione secondo la UNI EN 10002, tra le prove non distruttive dovranno essere effettuate prove con pacometro ed un rilievo con termocamera ad infrarossi, in modo tale che il confronto dei dati potrà fornire una ricostruzione quanto più vicina possibile al comportamento reale della struttura.

Le NCT introducono a tal proposito il “**fattore di confidenza**”, strettamente legato al livello di conoscenza conseguito nelle indagini conoscitive e che va preliminarmente a ridurre i valori medi di resistenza dei materiali della struttura esistente, per ricavare i valori da adottare nella verifica, e da ulteriormente ridurre mediante i coefficienti di sicurezza.

La norma distingue tre livelli di conoscenza :

- LC1 : Conoscenza Limitata
- LC2 : Conoscenza Adeguata;
- LC3 : conoscenza Accurata.

Esperienze già eseguite in questo campo determinano un rapporto accettabile tra costi e benefici legati al **livello LC2**, con un **fattore di confidenza FC = 1,20**. Pertanto l'indagine conoscitiva sarà orientata a perseguire tale livello di conoscenza.

In ossequio a quanto dettato dalle NCT, nelle costruzioni esistenti in cemento armato soggette ad azioni sismiche deve essere attivata la capacità di elementi e meccanismi resistenti, che possono essere “duttili” o “fragili”.

I meccanismi duttili possono essere attivati in maniera diffusa su tutta la costruzione, oppure in maniera non uniforme, ad esempio localizzandosi in alcune parti critiche o su un unico piano. La plasticizzazione di un elemento o l'attivazione di un meccanismo duttile in genere non comportano il collasso della struttura.

I meccanismi fragili possono localizzarsi in qualsiasi punto della struttura e possono determinare il collasso dell'intera struttura.

L'analisi sismica globale deve utilizzare metodi di analisi che consentono di valutare in maniera appropriata sia la resistenza che la duttilità disponibile.

I meccanismi “duttili” si verificano controllando che la domanda non superi la corrispondente capacità in termini di deformazione. I meccanismi “fragili” si verificano controllando che la domanda non superi la corrispondente capacità in termini di resistenza. Per il calcolo della capacità di elementi/meccanismi duttili o fragili si impiegano le proprietà dei materiali esistenti, divise per i fattori di confidenza in relazione al livello di conoscenza raggiunto. Per il calcolo della capacità di resistenza degli elementi fragili primari, le resistenze dei materiali si dividono per i corrispondenti coefficienti parziali e per i fattori di confidenza in relazione al livello di conoscenza raggiunto.

Per i materiali nuovi o aggiunti si impiegano le proprietà nominali.

- **Progetto di adeguamento sismico**

A seguito della verifica sarà possibile effettuare il progetto degli interventi per soddisfare la verifica sismica, che di seguito vengono elencati.

- **Interventi in fondazione**

L'inadeguatezza delle fondazioni è raramente la causa del danneggiamento osservato nei rilevamenti post-sisma. Comunque, nel caso in cui la fondazione poggi su terreni dalle caratteristiche geomeccaniche inadeguate al trasferimento dei carichi, o di cedimenti fondali localizzati in atto si dovrà procedere al consolidamento delle fondazioni, attuando uno dei seguenti tipi di intervento, o una loro combinazione opportuna, o interventi equipollenti, previo rilievo delle fondazioni esistenti.

1. Allargamento della fondazione realizzato in modo tale da far collaborare adeguatamente le fondazioni esistenti con le nuove, curando in particolare la connessione fra nuova e vecchia fondazione al fine di ottenere un corpo monolitico atto a diffondere le tensioni in modo omogeneo. Deve essere realizzato un collegamento rigido (travi in c.a. armate e staffate, traversi in acciaio di idonea rigidità, barre post-tese che garantiscono una trasmissione per attrito) in grado di trasferire parte dei carichi provenienti dalla sovrastruttura ai nuovi elementi. In presenza di possibili cedimenti differenziali della fondazione è opportuno valutarne gli effetti sull'intero fabbricato, e decidere di conseguenza la necessaria estensione dell'intervento di allargamento.
2. Consolidamento dei terreni di fondazione. Gli interventi di consolidamento dei terreni possono essere effettuati mediante iniezioni di miscele cementizie, resine (ad es. poliuretani che si espandono nel terreno), od altre sostanze chimiche.
3. Inserimento di sottofondazioni profonde (micropali, pali radice). L'esecuzione di questo tipo di intervento può essere effettuata in alternativa al precedente; nel caso di cedimenti che interessino singole porzioni di fabbricato, l'intervento può essere effettuato anche limitatamente alle porzioni interessate, purché omogenee dal punto di vista delle problematiche fondali. Si dovrà in generale prevedere una idonea struttura di collegamento tra micropali e muratura esistente (ad es. un cordolo armato rigidamente connesso alla muratura), a meno che i micropali stessi non siano trivellati attraverso la muratura, con una lunghezza di perforazione sufficiente a trasferire i carichi ai micropali per aderenza.

- **Realizzazione dei giunti sismici**

La realizzazione di giunti può essere opportuna nei casi di strutture adiacenti con marcate differenze di altezza che possano martellare e quindi dar luogo a concentrazioni di danno in corrispondenza del punto di contatto con la sommità della struttura più bassa.

#### ○ **Incamicatura in cemento armato**

A pilastri o pareti possono essere applicate camicie in c.a. per conseguire tutti o alcuni dei seguenti obiettivi:

- aumento della capacità portante verticale;
- aumento della resistenza a flessione e/o taglio;
- aumento della capacità deformativa;
- miglioramento dell'efficienza delle giunzioni per sovrapposizione.

Lo spessore delle camicie deve essere tale da consentire il posizionamento di armature trasversali con un copriferro adeguato.

Se le camicie servono ad aumentare la resistenza flessionale, le barre longitudinali devono attraversare il solaio in apposite forature continue e essere ancorate con adeguata staffatura alle estremità del pilastro inferiore e superiore.

Se le camicie servono solo per aumentare la resistenza a taglio e la deformabilità, o anche a migliorare l'efficienza delle giunzioni, esse devono fermarsi a circa 10mm dal solaio.

#### ○ **Incamicatura in acciaio**

Camicie in acciaio possono essere applicate principalmente a pilastri o pareti per conseguire tutti o alcuni dei seguenti obiettivi:

- aumento della resistenza a taglio;
- aumento della capacità deformativa;
- miglioramento dell'efficienza delle giunzioni per sovrapposizione.
- aumento della capacità portante verticale (effetto del confinamento, espressione (C8A.7.6 delle NCT)).

Le camicie in acciaio applicate a pilastri rettangolari sono generalmente costituite da quattro profili angolari sui quali vengono saldate piastre continue in acciaio o bande di dimensioni ed interasse adeguati, oppure vengono avvolti nastri in acciaio opportunamente dimensionati. I profili angolari possono essere fissati con resine epossidiche o semplicemente resi aderenti al calcestruzzo esistente.

#### ○ **Placcatura e Fasciatura in materiali compositi**

L'uso di idonei materiali compositi (o altri materiali resistenti a trazione) nel rinforzo sismico di elementi in c.a. è finalizzato agli obiettivi seguenti:

- aumento della resistenza a taglio di pilastri e pareti mediante applicazione di fasce con le fibre disposte secondo la direzione delle staffe;
- aumento della resistenza nelle parti terminali di travi e pilastri mediante applicazione di fasce con le fibre disposte secondo la direzione delle barre longitudinali ed opportunamente ancorate;

- aumento della duttilità nelle parti terminali di travi e pilastri mediante fasciatura con fibre continue disposte lungo il perimetro; miglioramento dell'efficienza delle giunzioni per sovrapposizione, sempre mediante fasciatura con fibre continue disposte lungo il perimetro;

Ai fini delle verifiche di sicurezza degli elementi rafforzati con FRP si possono adottare le Istruzioni CNR-DT 200/04.

La decisione relativa alla tipologia di adeguamento sismico è il frutto di una matrice di variabili, la cui soluzione potrà essere esplicitata solo quando le variabili stesse saranno definite.

Infatti sarà necessario primariamente ricostruire l'organismo strutturale in uno con le caratteristiche dei materiali, al fine di definire la distribuzione delle masse e delle rigidità, e di conseguenza stabilire l'intervento idoneo a ristabilire la capacità sismica dell'organismo rispetto alla domanda sismica.

Come già descritto in precedenza, gli interventi alternativi possono essere di seguito sintetizzati:

1. Fasciatura pilastri e nodi , per aumentare la duttilità;
2. Inserimento di controventi in acciaio, per l'incremento di resistenza e rigidità lasciando la duttilità quasi invariata;
3. Incamiciatura in cemento armato di alcune colonne per l'incremento sia di resistenza, che duttilità globali;
4. Riduzione della domanda sismica tramite l'isolamento alla base.

La scelta di uno degli interventi di cui sopra è influenzata anche da ulteriori considerazioni legate al costo di monitoraggio per la tipologia di intervento legata alla vita utile dell'edificio. Ad esempio l'applicazione di materiali compositi, essendo stata introdotta in tempi recenti, richiede un costo aggiuntivo per il monitoraggio della durabilità del materiale stesso, invero i controventi in acciaio in quanto opere metalliche devono essere controllate da personale tecnico specializzato in maniera periodica, così come le strutture in cemento armato richiedono anch'esse un costo aggiuntivo di monitoraggio come peraltro i dispositivi antisismici.

Una ulteriore considerazione è legata alla durata dei lavori per tipologia ed all'impiego di mano d'opera specializzata, in quanto potrà essere stabilito di svolgere l'appalto in un tempo più ristretto interrompendo l'attività scolastica, ovvero procedere inibendo l'attività scolastica parzialmente, intervenendo così per settori disponibili e pertanto compilando un crono programma delle lavorazioni che contempli una durata di esecuzione maggiore.

Considerazioni di carattere generale inducono a valutare opportuni interventi volti a migliorare la duttilità locale.



## **COSTO INDAGINI**

Il progetto di indagini strutturali e geognostiche è finalizzato alla valutazione dell'efficienza di singoli elementi ed unità strutturali e alla caratterizzazione dei materiali al fine di valutare la soluzione tecnicamente ed economicamente più efficace per interventi locali o di riparazione nell'edificio oggetto di studio.

In particolare i dati acquisiti attraverso la campagna di indagini sperimentali, considerate le particolari condizioni di degrado in cui versa il complesso, potranno essere utilizzati per una valutazione della sicurezza secondo quanto previsto al capitolo 8 "Costruzioni esistenti" delle NTC limitatamente agli elementi interessati e a quelli con essi interagenti.

Le indagini sul suolo, quelle per la caratterizzazione meccanica dei materiali e per la definizione costruttiva degli elementi strutturali – insieme alla documentazione inerente il progetto originario e al rilievo geometrico-costruttivo – contribuiranno all'individuazione del livello di conoscenza raggiungibile e, conseguentemente, ai fattori di confidenza applicabili.

A tal fine, si prevede di poter attuare un piano di indagini adeguato al conseguimento di un livello di conoscenza LC2 (conoscenza adeguata) che, per edifici in c.a. prevede:

TABELLA C8A.1.3a - Definizione orientativa dei livelli di rilievo e prove per edifici in c.a.

Livelli di conoscenza	Verifiche limitate	Rilievo dei dettagli costruttivi	Prove sui materiali	Dettagli costruttivi	Prove sui materiali		Superficie piano (mq)	Numero elementi primari	
					cls	acciaio		Pilastrati	Travi
ELEVAZIONE "0"	LC1 Conoscenza limitata	Per ogni tipo di elemento Quantità e disposizione dell'armatura è verificata per almeno il 15% degli elementi	Prove sui materiali "primario" (trave, pilastrato, ...) 1 provino di cls per 300 m <sup>2</sup> di piano 1 campione di armatura per piano dell'edificio	16	3	1	650	28	76
	LC2 Conoscenza adeguata	Quantità e disposizione dell'armatura è verificata per almeno il 35% degli elementi	2 provino di cls per 300 m <sup>2</sup> di piano 2 campione di armatura per piano dell'edificio	37	6	2	650	28	76
	LC3 Conoscenza accurata	Quantità e disposizione dell'armatura è verificata per almeno il 50% degli elementi	3 provino di cls per 300 m <sup>2</sup> di piano 3 campione di armatura per piano dell'edificio	52	9	3	650	28	76

TOTALE PROVE E DETTAGLI COSTRUTTIVI	Dettagli costruttivi	Prove sui materiali	
		cls	acciaio
LC1 Conoscenza limitata	16	3	1
LC2 Conoscenza adeguata	37	6	2
LC3 Conoscenza accurata	52	9	3

Il piano di indagini comprende:

- 1) esecuzione di saggi in corrispondenza delle strutture di fondazione, dei pilastri e delle travi d'impalcato;
- 2) estrazione di carote da strutture in calcestruzzo;
- 3) determinazione in situ della profondità di carbonatazione su strutture in c.a.;
- 4) indagini su calcestruzzi (analisi chimica e prove meccaniche);
- 5) indagini magnetometriche puntuali con pacometro;
- 6) estrazione di barre di armatura da sottoporre a prove di trazione;
- 7) prove di carico su solaio o trave eseguite con 5 comparatori analogici centesimali e serbatoio flessibile riempibile di acqua;
- 8) indagini geologiche e geotecniche;
- 9) indagini sismiche;
- 10) elaborazione dei dati mediante software adeguati, e redazione di apposite planimetrie, relazioni, dettagli strutturali restituiti su supporto cartaceo e digitale.

Tutte le prove comprendono l'onere del ripristino dei luoghi.

Le indagini dovranno essere eseguite nel rispetto di quanto previsto ed indicato nella normativa specifica di settore, nel D.M.I. 14/01/2008 e ss. mm. e ii. nonché nel rispetto delle norme di sicurezza previste nel D.Lgs 81/2008 e nell'allegato VIII del D.Lgs 163/2006.

## **INDAGINI IN SITU**

In relazione alla tipologia di fondazione, le indagini dovranno essere svolte mediante saggi in corrispondenza delle sezioni caratterizzanti: nel caso di travi rovesce sarà eseguito un saggio in mezzzeria ed uno in prossimità degli incastri per determinare quantità e diametro dei ferri di armatura longitudinali e relative staffe; in caso di plinti si prevede un saggio in testa ed uno al piede.

È prevista l'esecuzione di saggi in corrispondenza dei pilastri: uno al piede, uno in testa, per determinare quantità e diametro dei ferri di armatura longitudinali e relative staffe e in corrispondenza delle travi di impalcato: uno in mezzzeria all'intradosso, l'altro in prossimità degli incastri all'estradosso, per determinare quantità e diametro dei ferri di armatura longitudinali e relative staffe.

Dovrà inoltre procedersi all'estrazione di carote o microcarote dalle strutture in calcestruzzo o muratura, di diametro da 40 a 100 mm da eseguirsi con carotatrice a corona diamantata fino alla profondità di cm 50 e all'estrazione di barre di armatura da sottoporre a prove di trazione,

prevedendo naturalmente la sostituzione delle barre estratte. Sarà inoltre determinata in situ la profondità di carbonatazione sui campioni estratti dalle strutture in c.a..

Si prevede l'indagine magnetometrica con pacometro tarato attraverso un congruo numero di saggi puntuali per la misura dello spessore del copriferro e la verifica della posizione e delle dimensioni dei ferri di armatura superficiali.

Il piano di indagini prevede anche l'esecuzione di prove di carico su solai o travi (per riferimento normativo vedi Norma tecniche per le Costruzioni D.M. 14-01-2008) a carico uniformemente distribuito eseguite con lettura degli spostamenti effettuata con trasduttori longitudinali e trasversali (precisione di 1/100 mm) in numero adeguato alla luce del solaio; la prova potrà essere eseguita con serbatoio flessibile riempibile con acqua.

### **INDAGINI DI LABORATORIO**

Relativamente alle indagini da eseguire in laboratorio si prevede:

Determinazione delle caratteristiche meccaniche dei calcestruzzi con prove di resistenza a compressione monoassiale su provini estratti con carotaggio.

Analisi chimiche sui calcestruzzi ordinari al fine di accertare la presenza di sali solubili.

Prove di trazione sugli acciai (tondi ad aderenza migliorata o tondi lisci) con determinazione di snervamento, rottura, allungamento.

Tutte le indagini che prevedano interventi distruttivi prevedono altresì i relativi interventi di ripristino.

A riepilogo di quanto accertato nella campagna di indagini, dovrà essere prodotta una relazione esaustiva riguardo l'intera analisi e una documentazione grafica completa dell'immobile con dettagli strutturali in grado di consentire l'eventuale messa a punto di un modello strutturale idoneo ad un'analisi lineare o non lineare. Dovranno altresì essere fornite annotazioni riguardanti gli spessori del copriferro, la consistenza degli elementi non strutturali, quali muri di tamponamento, tramezzi, ecc.

Tutta la documentazione dovrà essere fornita in formato digitale. Una copia cartacea dovrà essere consegnata sottoscritta da un tecnico abilitato.

### **INDAGINI GEOGNOSTICHE E SISMICHE**

Riguardo le indagini geognostiche e sismiche si rimanda alla relazione del geologo incaricato dott. Giuseppe Vinti.

Le prove di laboratorio dovranno essere eseguite da laboratori appositamente autorizzati ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. n. 380 del 06/06/2001, che fanno parte dell'apposito elenco depositato presso il Servizio Tecnico Centrale del Ministero delle Infrastrutture.

La scelta del laboratorio presso il quale eseguire le prove dovrà essere preliminarmente sottoposta all'assenso del RUP che potrà, a proprio insindacabile giudizio esprimere il proprio diniego.

**Le quantità delle suddette indagini sono indicate nel computo metrico. I punti di prelievo e di esecuzione delle prove saranno definiti in relazione all'esito di sopralluoghi e risultati delle prime indagini.**

A riepilogo di quanto accertato nella campagna di indagini, dovrà essere prodotta una relazione esaustiva riguardo l'intera analisi e una documentazione grafica completa dell'immobile con dettagli strutturali in grado di consentire la messa a punto di un modello strutturale idoneo ad un'analisi lineare o non lineare. Dovranno altresì essere fornite annotazioni riguardanti gli spessori del coprifermo, la consistenza degli elementi non strutturali, quali muri di tamponamento, tramezzi, ecc....

Tutta la documentazione dovrà essere fornita in formato digitale. Una copia cartacea dovrà essere consegnata sottoscritta da un tecnico abilitato.

La durata prevista per le indagini è di 60 giorni (naturali e consecutivi), comprensiva del tempo necessario per le indagini in situ e per le prove di laboratorio.

Gli elaborati sono stati redatti ai sensi dell'art. 279 del D.P.R. 207/2010 secondo l'elenco di seguito riportato:

- Relazione tecnica
- Calcolo della spesa
- Elenco prezzi
- Quadro economico
- Capitolato speciale descrittivo e prestazionale
- Elaborati grafici

## **SICUREZZA**

Per la fase esecutiva delle indagini, si ritiene che possa essere eseguita anche da più ditte contemporaneamente, per cui dovranno essere rispettate le norme di sicurezza contemplate nel D. Lgs. 81/2008.

Dal momento che l'asilo in questione risulta chiuso e privo di qualsiasi attività, non è necessario redigere il DUVRI, cioè il documento che si occupa della valutazione dei rischi da interferenze che possono esistere nell'esecuzione della commessa fra le attività della committenza e quelle dell'appaltatore.

In ogni caso vengono comunque determinati i costi della sicurezza afferenti all'esercizio dell'attività svolta da ciascuna ditta, resta immutato l'obbligo per le stesse di elaborare il proprio documento di valutazione e di provvedere all'attuazione delle misure necessarie per eliminare o ridurre al minimo i rischi. I suddetti costi sono a carico dell'impresa, la quale deve eventualmente dimostrare, in sede di verifica dell'anomalia delle offerte, che gli stessi sono congrui rispetto a quelli desumibili dai prezzi o dal mercato.

Il Progettista

(Ing. Roberto Cairone)

