



DOTT. ING. MARCO MORICCI
via Galileo Galilei, 18
50032 Borgo San Lorenzo (FI)
tel. 0558458892

Borgo San Lorenzo, giovedì 18 luglio 2019

Elaborato 20

Relazione Strutturale:

Relazione Tecnica Generale

COMUNE: BORGO SAN LORENZO (FI)

VIA CADUTI DI MONTELUONGO

PROGETTO ESECUTIVO – LOTTO 1

INTERVENTI DI MIGLIORAMENTO TERMICO, FUNZIONALE, DI ADEGUAMENTO SISMICO E
IMPIANTISTICO PRESSO LA SCUOLA DELL'INFANZIA ARCOBALENO DI VIA CADUTI DI
MONTELUONGO

FINANZIAMENTO: DECRETO MIUR N. 1007/2017 – FONDO ART.1, COMMA 140 LEGGE N.
232 11/12/2016 – COMUNI

IL COMMITTENTE:

Comune di Borgo San Lorenzo



IL RUP:

dott. ing. Pietro BENZAIA

IL PROGETTISTA:

dott. ing. Marco MORICCI



PREMESSA

Si specifica che nella relazione in oggetto sono state inserite alcune integrazioni rispetto al medesimo elaborato contenuto nel progetto n. 64409 depositato al Genio Civile in data 14/05/2019.

Tale documento infatti è stato modificato in seguito alla richiesta di integrazioni da parte del Genio Civile ricevuta in data 11/06/2019 a cui è stato risposto in data 13/06/2019.

Le integrazioni introdotte per questo elaborato riguardano:

- esecuzione di prove di pull-out per quantificare la resistenza in situ del calcestruzzo della fondazione e del magrone;
- saggi in fondazione in modo tale da verificare in situ l'effettiva presenza e spessore dello strato di magrone al di sotto delle fondazioni stesse.

Normativa di Riferimento

Il calcolo delle strutture è svolto in ottemperanza alle normative vigenti con particolare riferimento al

- D.M. Infrastrutture 17 gennaio 2018 Aggiornamento delle “Norme tecniche per le costruzioni”;
- Circolare 21 gennaio 2019 n. 7/C.S.LL.PP.;
- Giunta Regionale Toscana “Orientamenti interpretativi in merito agli interventi locali e di riparazione degli edifici esistenti” del 28 settembre 2009;
- Deliberazione di Giunta Regionale n. 841 del 26 novembre 2007 “Aggiornamento elenco dei Comuni a maggior rischio sismico della Toscana”;
- UNI EN 1990: 2006 - Eurocodice - Criteri generali di progettazione strutturale
- UNI ENV 1991-1-1: 2004; -1-2; 1-3; 1-5 ; UNI ENV 1991-2-4: 1997 - Azioni sulla struttura;
- Eurocodice 2 - Progettazione delle strutture in calcestruzzo
UNI ENV 1992-1-1 Parte 1-1:Regole generali e regole per gli edifici;
- Eurocodice 3 – Progettazione delle strutture in acciaio
UNI ENV 1993-1-1 - Parte 1-1:Regole generali e regole per gli edifici;
- UNI EN 206-1: 2001 - Calcestruzzo. Specificazioni, prestazioni, produzione e conformità
- Servizio Tecnico Centrale del Ministero dei Lavori Pubblici – “Linee Guida sul calcestruzzo strutturale”.

RELAZIONE TECNICA GENERALE

PREMESSA

L'edificio oggetto di intervento è situato in via Caduti di Montelungo, contiene una Scuola dell'Infanzia comunale ed è di proprietà del Comune di Borgo San Lorenzo.

L'immobile è identificato al N.C.E.U. del Comune di Borgo San Lorenzo al Foglio n. 80, particelle 671 e 672.

Il fabbricato su cui si interviene non è confinante con altri edifici.

Le opere da eseguire saranno conformi con quanto dettato dal vigente strumento urbanistico, al Regolamento Edilizio e rispettano le norme igienico-sanitarie.

Le opere sono oggetto di finanziamento secondo il "Decreto MIUR n. 1007/2017 - Fondo art.1, comma 140 Legge n. 232 11/12/2016 - Comuni".

DESCRIZIONE DELL'EDIFICIO OGGETTO DI INTERVENTO

L'edificio, realizzato ad inizio anni '80, si sviluppa con un piano singolo principale, presenta una zona centrale con altezza maggiorata e un vano interrato di altezza ridotta (1.3m circa) al quale si accede mediante una botola ricavata nel solaio di calpestio e che presenta delle 'bocche di lupo' verso l'esterno. La struttura portante è a pareti verticali di calcestruzzo armato alleggerito prefabbricate (spessore 24cm per le pareti esterne e 18cm per quelle interne) realizzate con il sistema 'Belloni'. I collegamenti tra tali pareti prefabbricate sono realizzati mediante getto di cls di completamento in opera e spezzoni di ferro di collegamento. Per una descrizione più dettagliata si rimanda alle pagine seguenti.

Il solaio di calpestio del piano terra è realizzato con delle lastre nervate realizzate in cls armato non alleggerito spesse circa 24cm ed è poggiante direttamente sulla parte in elevazione della fondazione (alta circa 1.3m e costituente l'involucro che contiene il vano seminterrato) realizzata anch'essa in cls armato non alleggerito. La fondazione distribuisce il suo carico su uno strato di magrone compatto non armato di spessore circa 1.1m e larghezza variabile. La giunzione tra la parte in elevazione della fondazione, il solaio di calpestio del piano terra e la parete del piano terra stesso, è realizzata mediante getto di cls di completamento in opera e spezzoni di ferro di collegamento. Per una descrizione più dettagliata si rimanda alle pagine seguenti.

I solai di copertura sono realizzati con lastre piene di calcestruzzo armato alleggerito spesse 24cm. Così come le strutture descritte precedentemente, anche in questo caso il collegamento tra i vari elementi strutturali è eseguito mediante getto di cls di completamento in opera e spezzoni di ferro di collegamento. Per una descrizione più dettagliata si rimanda alle pagine seguenti.

Pochi anni fa è stato eseguito un intervento di manutenzione all'edificio nel quale è stato eliminato lo strato di ghiaia presente nella vecchia copertura piana ed è stato installato un nuovo tetto a falde leggero realizzato con un'intelaiatura in legno e delle lamiere coibentate.

Si riportano alcune foto esemplificative delle strutture appena descritte. Per una descrizione più esaustiva si rimanda alla valutazione di sicurezza (vulnerabilità sismica) già depositata presso l'Ufficio Tecnico del Genio Civile di Firenze in data 29/09/2011 con verifiche consegnate al Comune di Borgo San Lorenzo in data 30/08/2011 con prot. del Comune 14367 (integrazione degli elaborati presentati al GC in data 30/03/2009 e 03/06/2011).



Figura 1 – vista esterna



Figura 2 - ambiente a doppia altezza con fori illuminanti nei pannelli di copertura



Figura 3 - vano interrato con solaio nervato di calpestio visto dal basso e parte in elevazione delle fondazioni in ca



Figura 4 - stratigrafia solaio di calpestio (24cm lastre prefabbricate + 6cm soletta + 4cm caldana e pavimentazione)



Figura 5 – particolare nuova copertura in lamierino coibentato

Come già precedentemente accennato, i nodi pareti-pareti e pareti-solai sono stati realizzati gettati in opera con cls e spezzoni di ferro di collegamento.

I nodi pareti-pareti, secondo quanto riportato nel Certificato di Idoneità dei pannelli parete 'Belloni', sono realizzati con le seguenti modalità:

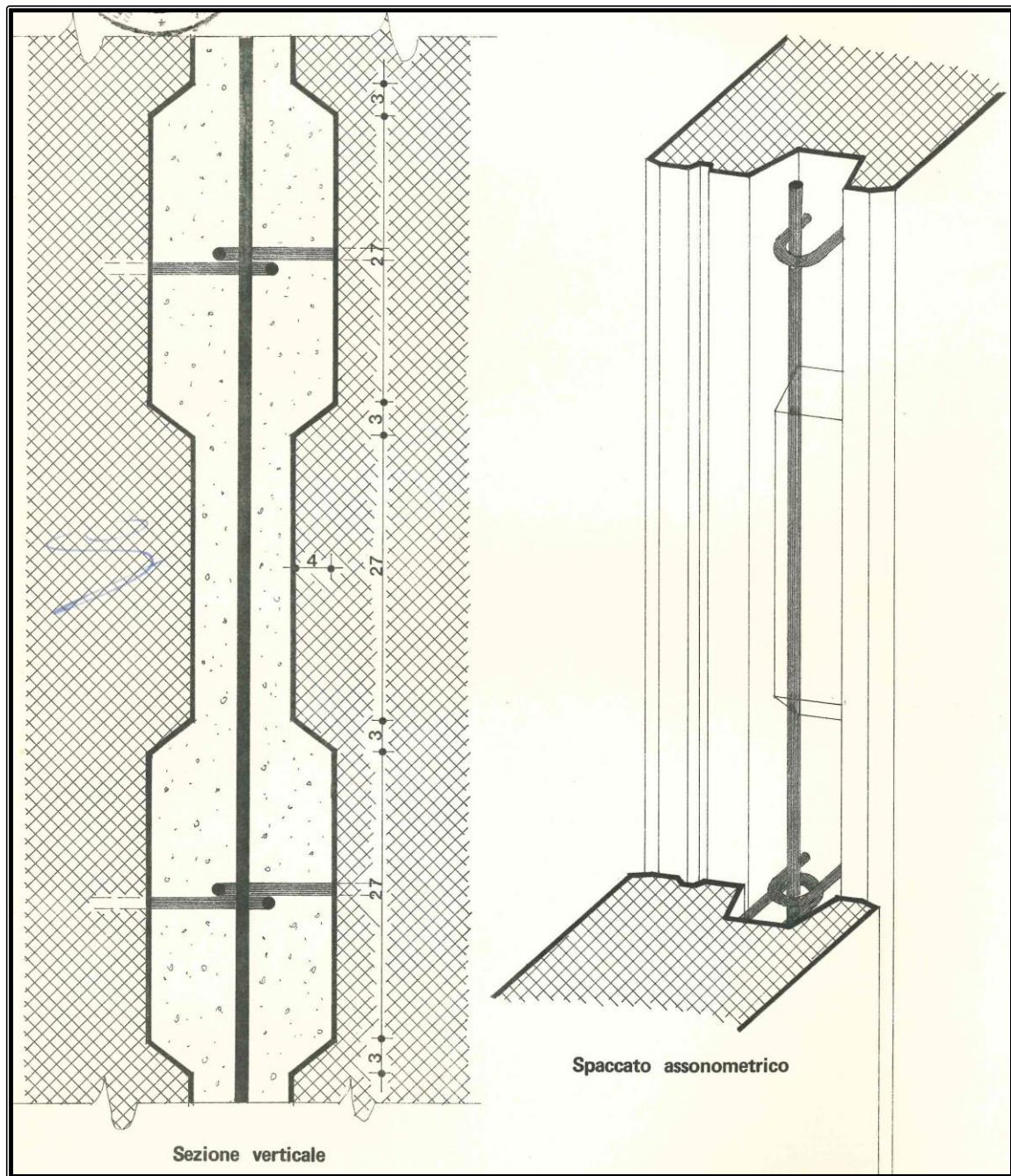


Figura 6 – giunto verticale parete-parete

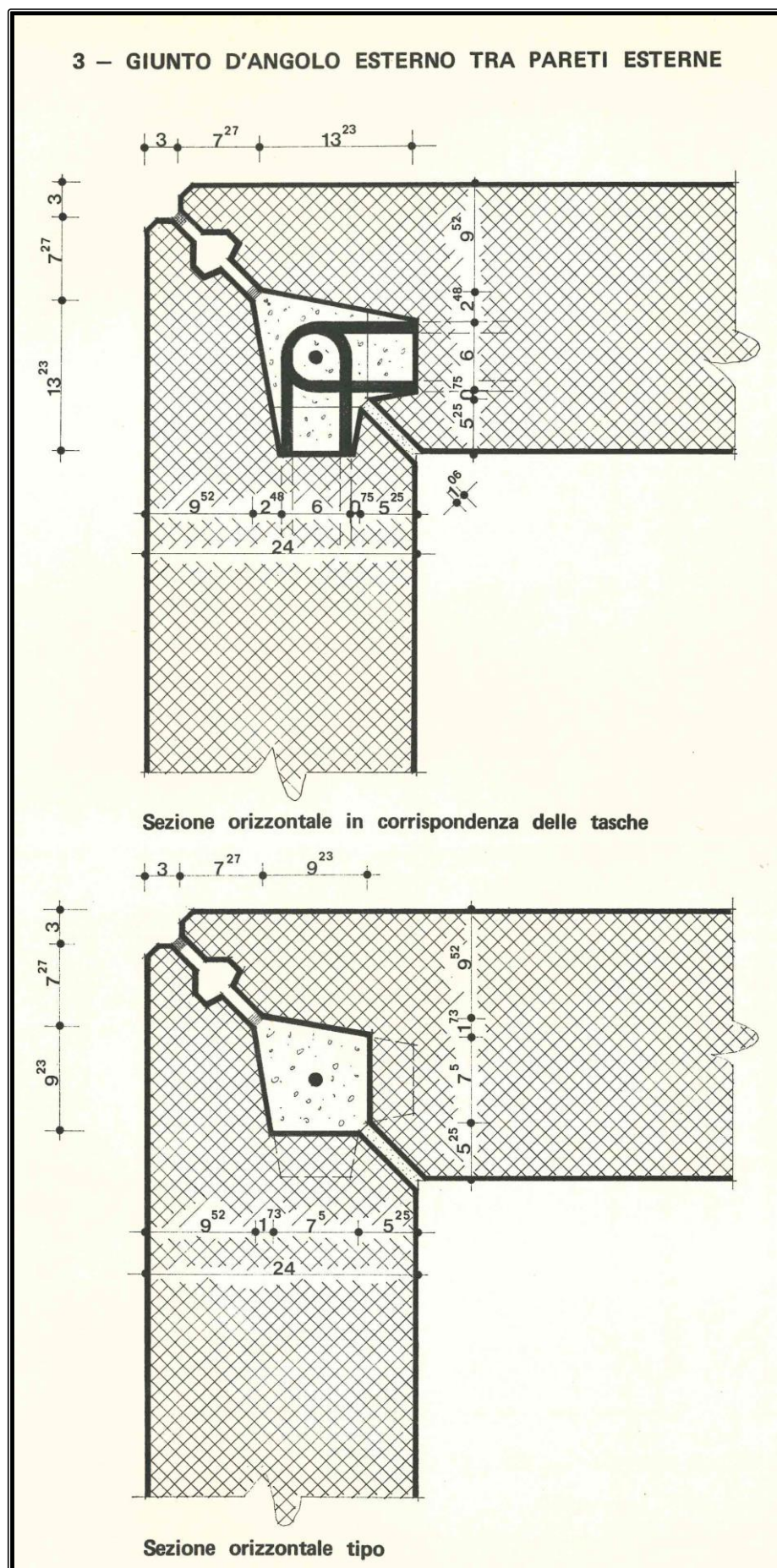


Figura 7 – giunto verticale fra pareti d'angolo

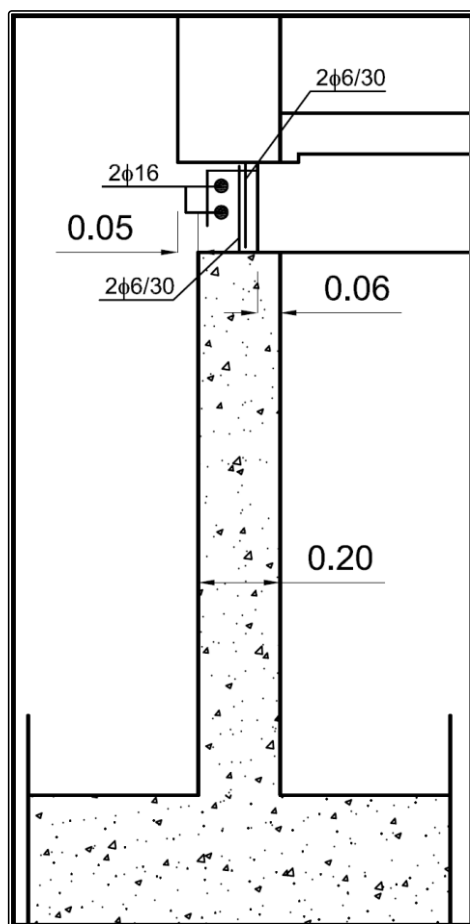


Figura 8 - nodo fondazione - pareti - solaio di calpestio

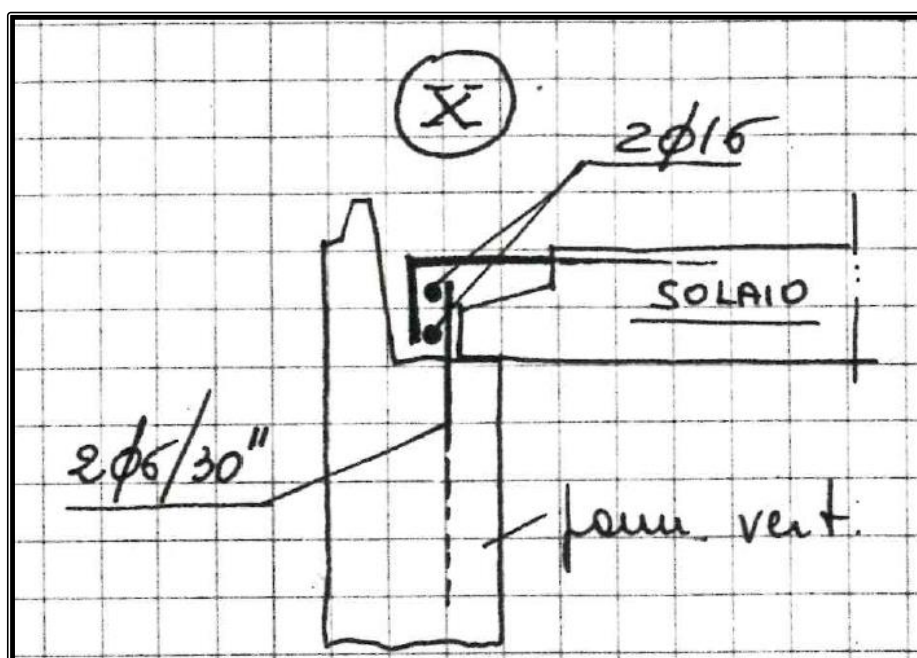


Figura 9 - nodo parete - solaio di copertura

ANALISI DELLO STATO ESISTENTE

Per quanto riguarda le analisi approfondite sullo stato esistente si rimanda a quanto contenuto nella relazione di vulnerabilità, le cui conclusioni sono state valutate attendibili. Di seguito verranno riportate alcune considerazioni in parte tratte da essa ed in parte formulate a seguito di ulteriori approfondimenti.

Da un punto di vista statico l'edificio risulta sopportare bene i carichi gravitazionali. Le maggiori criticità risiedono nell'azione sismica calcolata con le normative attuali, che risulta ben superiore a quella in uso al tempo di edificazione.

Anche sotto l'azione sismica, in ogni caso, alcuni elementi si comportano comunque bene, grazie alla loro robustezza intrinseca e all'assenza di masse importanti.

Dall'analisi dello stato esistente emerge che le pareti, pur non essendo molto armate, a causa dei modesti carichi in gioco e delle ridotte altezze dal suolo non presentano criticità particolari.

Il solaio di copertura realizzato a lastre prefabbricate affiancate, non essendo corredato di soletta strutturale, non riesce di per sé ad esplicare la funzione di piano rigido; ciò comporta una distribuzione non omogenea delle forze sulle pareti, infatti senza piano rigido l'azione sismica non viene ripartita sulle pareti in funzione della loro rigidità ma in funzione della massa gravante su ciascun setto.

Il solaio di calpestio realizzato con lastre nervate prefabbricate invece, risulta più robusto e corredato di soletta strutturale.

I giunti verticali tra pareti realizzati secondo il sistema 'Belloni' risultano robusti e consentono un buon ingranamento tra le pareti.

Differentemente invece i giunti realizzati in opera tra pareti - solai e fondazioni risultano essere il vero punto debole dell'edificio, non riuscendo in modo incisivo a creare degli opportuni vincoli al piede ed in sommità alle pareti.

Infatti il collegamento è affidato interamente a due spezzoni di ferro disposti ogni 30cm uscenti dalle pareti ed annegati nel getto di completamento che risultano poco resistenti a taglio.

La parte in elevazione delle fondazioni risulta poggiante su uno strato di larghezza variabile e profondità 110cm di magrone compatto che è il vero elemento che distribuisce il carico al terreno.

Data l'altezza importante della fondazione in elevazione (130cm circa) esse risultano dimensionate in modo coerente con gli altri elementi della struttura.

DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO

L'intervento prevede l'adeguamento sismico della struttura, richiesto dal committente a seguito di inadeguatezza riscontrata attraverso la valutazione di sicurezza (vulnerabilità sismica) già citata precedentemente.

L'intervento che ci si propone di realizzare nasce dalle considerazioni e dalle verifiche dello stato esistente già svolte con la valutazione di sicurezza e riassunte nel paragrafo precedente.

I principali interventi che verranno realizzati saranno volti ad assicurare un migliore collegamento tra pareti e solai in modo da migliorare il comportamento globale della struttura.

Tutte le pareti, perimetrali ed interne, verranno ammorsate, tramite l'utilizzo di profilati metallici e cordoli in c.a., ai solai e alle pareti che in alcuni casi proseguono sopra di esse. Le fondazioni verranno collegate in modo più sicuro al magrone compatto sottostante. Inoltre verrà creato un piano rigido ai due livelli della copertura mediante la stesura di una soletta in cls leggero strutturale.

Gli interventi sopra descritti non andranno a stravolgere il sistema strutturale resistente, che è stato valutato in buono stato di conservazione, ma ne miglioreranno il funzionamento e consentiranno una migliore distribuzione delle forze sismiche.

I lavori saranno eseguiti seguendo le norme in materia di sicurezza e gli adempimenti igienico sanitari attualmente in vigore.

DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO STRUTTURALE

Nello specifico il progetto strutturale consiste negli elementi di seguito descritti:

- Realizzazione di soletta di spessore 5cm in calcestruzzo leggero strutturale di densità 1600 kg/mc LC 30/33 e armata con rete $\phi 6/15 \times 15$, al fine di creare un piano rigido ai due livelli della copertura e meglio distribuire l'azione sismica in funzione delle effettive rigidità dei pannelli.
- Realizzazione di cordolo in acciaio in copertura in corrispondenza delle pareti esterne. Il cordolo sarà formato da piastre di acciaio 300x400hx10mm collegate tra loro da piatti in acciaio 40x8hx900mm in modo da creare un'unica catena resistente a trazione. Le piastre saranno collegate a dei profili ad 'L' 100x100x10mm posizionati sullo spigolo alto interno mediante barre filettate M12 classe 8.8 inghisate alle pareti. Le piastre esterne saranno collegate anche alla nuova soletta di copertura mediante barre filettate M12 classe 8.8 inghisate. I profili ad 'L' presentano dei fazzoletti di irrigidimento. Vedi "Particolare E" nelle tavole allegate.
- Ammorsamento della testa delle pareti interne con i solai di copertura mediante 2 profili continui a 'L' in acciaio 100x100x10mm tutti collegati mediante barre filettate M16 classe 8.8 inghisate alle strutture esistenti che attraversano. Vedi "Particolare F" nelle tavole allegate.

- Ammorsamento della base delle pareti interne con i solai di calpestio e con la parte in elevazione della fondazione mediante 4 profili a 'L' in acciaio 150x100x12mm tutti collegati mediante barre filettate M16 classe 8.8 inghisate alle strutture esistenti che attraversano. I profili ad 'L' posizionati sotto al solaio di calpestio sono continui e presentano fazzoletti di irrigidimento, mentre quelli posizionati sull'estradosso del solaio e poggianti sulla soletta non sono continui e non presentano fazzoletti di irrigidimento a causa della presenza di impianti interferenti. Vedi "Particolare D" nelle tavole allegate.
- Ammorsamento della base delle pareti esterne con i solai di calpestio e con la parte in elevazione della fondazione mediante l'inserimento di profili in acciaio a 'L' continui 100x100x10mm con fazzoletti di irrigidimento, disposti in corrispondenza dello spigolo interno tra parete della fondazione e intradosso del solaio di calpestio e collegati mediante barre filettate M16 classe 8.8 alla soletta esistente ed ad un nuovo cordolo perimetrale esterno il c.a. di dimensioni 25x50h cm armato con 2+2 $\phi 16$ e 2 $\phi 12$ di parete e staffe $\phi 8$ passo 20cm. Vedi "Particolare C" nelle tavole allegate.
- Miglioramento del collegamento della base della parte di fondazione fuori terra con il magrone compatto di base tramite l'inserimento di profili a 'L' in acciaio con fazzoletti di irrigidimento collegati alla fondazione ed al magrone mediante barre filettate M16 classe 8.8 inghisate. Tale collegamento verrà realizzato su ambo nel caso di pareti interne e solo sul lato interno a vista nel caso di pareti perimetrali controterra. Vedi "Particolare A" e "Particolare B" nelle tavole allegate.

Per maggiori dettagli riguardo agli interventi si rimanda alla relazione di calcolo e alle tavole strutturali allegate.

GENERALITÀ SUL TIPO DI INTERVENTO

Dal punto di vista strutturale gli interventi che verranno realizzati possono essere inquadrati come intervento di adeguamento.

L'intervento di adeguamento è richiesto dal committente a seguito di inadeguatezza riscontrata attraverso la valutazione di sicurezza (vulnerabilità sismica) già citata.

La soletta strutturale di 5cm inserita sulla copertura non comporta un incremento dei carichi globali verticali in fondazione superiori al 10% (8.4.3c NTC2018) in quanto sono stati asportati 20cm di materiale ghiaioso che erano poggiati sopra al solaio di copertura originariamente:

VERIFICA NTC 18 p.to 8.4.3 lettera c computo in combinazione caratteristica rara			
STATO ATTUALE			
tipologia	volume (mc)	peso (kgf/mc)	totale (kgf)
pareti interne dirX	25.72	1450	37'299.51
pareti esterne dirX	35.56	1450	51'566.64
pareti interne dirY	24.72	1450	35'843.13
pareti esterne dirY	13.69	1450	19'849.92
pareti velette rialzate	12.48	1450	18'096.00
fondazioni fuori terra	53.51	2500	133'770.00
tipologia	superficie (mq)	carico (kgf/mq)	totale (kgf)
solaio piano calpestio	600.00	1060	636'000.00
solaio copertura	600.00	536	321'600.00
ghiaia su copertura	600.00	280	168'000.00
		totale (kgf)	1'422'025.20
STATO MODIFICATO			
tipologia	volume (mq)	peso (kgf/mc)	totale (kgf)
pareti interne dirX	25.72	1450	37'299.51
pareti esterne dirX	35.56	1450	51'566.64
pareti interne dirY	24.72	1450	35'843.13
pareti esterne dirY	13.69	1450	19'849.92
pareti velette rialzate	12.48	1450	18'096.00
fondazioni fuori terra	53.51	2500	133'770.00
tipologia	superficie (mq)	carico (kgf/mq)	totale (kgf)
solaio piano calpestio	600.00	1060	636'000.00
solaio copertura	600.00	616	369'600.00
		totale (kgf)	1'302'025.20
incremento rispetto ai carichi originari			
			-8.44%

Come indicato al par. 8.4.3 delle NTC2018 e meglio specificato nel paragrafo C8.4.3 della Circolare 21 gennaio 2019 n.7 verrà effettuata la verifica della struttura utilizzando $\zeta_E=0.8$ in quanto:

- Non si esegue una sopraelevazione;
- Non si amplia la costruzione mediante opere ad essa strutturalmente connesse e tali da alterarne significativamente la risposta;
- Non si effettuano interventi strutturali volti a trasformare la costruzione mediante un insieme sistematico di opere che portino ad un sistema strutturale diverso dal precedente e non si impiegano nuovi elementi verticali portanti su cui grava almeno il 50% dei carichi gravitazionali complessivi riferiti ai singoli piani.

CEDIMENTI

Visto il non aggravio dei carichi in fondazione ed il buono stato di conservazione dell'edificio che non presenta segni di cedimenti assoluti o parziali si ritiene che il terreno sottostante sia sufficientemente compatto e che gli interventi proposti non ne vadano ad aggravare le condizioni.

LIVELLO DI CONOSCENZA E FATTORE DI CONFIDENZA

L'opera è stata realizzata nei primi anni '80 ed è disponibile il progetto originale.

Sull'opera sono stati effettuati rilievi geometrici strumentali al fine di ricostruire la corretta geometria delle strutture portanti.

Sono state eseguite indagini limitate in situ sui dettagli strutturali.

Gli scavi eseguiti fino ad una profondità di circa 110cm mostrano l'effettiva presenza dello strato di magrone come indicato nel progetto strutturale originario.

Gli scavi sono stati eseguiti a campione in corrispondenza di una parete perimetrale e di pareti centrali nelle due direzioni. In ogni scavo è stata riscontrata la presenza di magrone.

In particolare sono stati eseguiti saggi e delle prove di pull-out per verificare l'effettiva presenza e lo stato di conservazione e di resistenza dello strato di magrone al piede delle fondazioni che risulta compatto.

Non si ravvisano sulla struttura segnali di un possibile sottodimensionamento delle fondazioni.

Al fine di caratterizzare il calcestruzzo costituente il magrone di base e la fondazione, sono state eseguite le prove di Pull-Out su tali elementi. Nella "Tabella 1" si riportano i risultati ottenuti da tali prove da cui si evince che i valori di resistenza riscontrati sono conformi a quanto prescritto nel progetto originario.

La localizzazione delle varie prove è riportata nella "Figura 10" a pag.18.

Asilo Arcobaleno			
Prove di pull-out eseguite in data 12/06/2019			
p	pressione dell'olio [bar]		
F	forza di estrazione [kN]		
F _{media}	forza di estrazione media [kN]		
R _{opera,c}	resistenza a compressione del cls in opera [kg/cm ²], relazione sperimentale di F. Meneghetti e T. Meneghetti		
$F = 0.161 \cdot p + 2.566$			
$R_{opera,c} = 0.092 \cdot F_{media} + 94.1$			
N° prova	Punto di prova	p [bar]	F [kN]
1	Magrone	45	9.81
2	Magrone	20	5.79
3	Fondazione	205	35.57
4	Fondazione	90	17.06
5	Magrone	50	10.62
6	Magrone	40	9.01
7	Fondazione	150	26.72
	F _{media} [kN]	R _{opera,c} [kg/cm ²]	
Magrone	8.80	175.10	
Fondazione	26.45	337.42	
Fattore di Confidenza pari a		1.35	
		R _{opera,c} / FC [kg/cm ²]	
Magrone		129.71	
Fondazione		249.94	

Tabella 1 – risultati prove di pull-out sul calcestruzzo delle fondazioni e del magrone di base

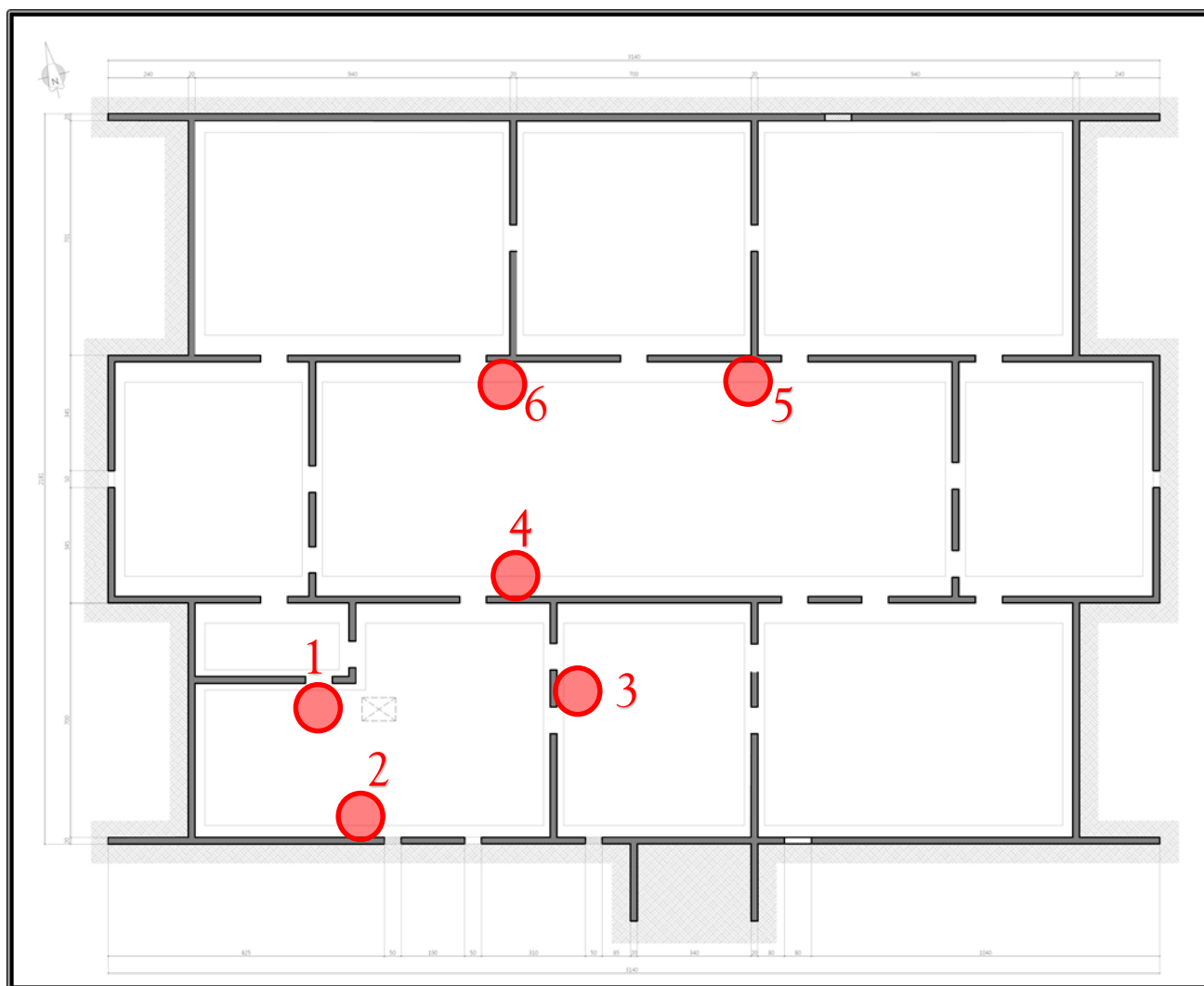


Figura 11 - localizzazione saggi in fondazione

Di seguito si riportano le foto relative ai vari saggi effettuati e i conseguenti spessori del magrone riscontrati.



Figura 12 - saggio n° 1; spessore magrone riscontrato: 115-120cm



Figura 13 - saggio n° 2; spessore magrone riscontrato: 115-120cm



Figura 14 - saggio n° 3; spessore magrone riscontrato: 120cm



Figura 15 - saggio n° 4; spessore magrone riscontrato: 110cm



Figura 16 - saggio n° 5; spessore magrone riscontrato: 105cm



Figura 17 - saggio n° 6; spessore magrone riscontrato: 115cm



Figura 18 – saggio sui ferri di armatura della fondazione

Le proprietà dei materiali sono state assunte sulla base dei valori usuali per la pratica dell'epoca e con riferimento agli elaborati di progetto. Per le specifiche dei materiali assunte si rimanda alla relazione sui materiali.

Inoltre, al fine di meglio caratterizzare i materiali e valutare correttamente le lunghezze di ancoraggio chimico delle barre all'interno dei setti esistenti, verranno eseguite delle prove di Pull-Out sul c.a. che sono opportunamente documentate all'interno della "Relazione Materiali Impiegati".

Sulla base di quanto esposto si è deciso di assumere un Livello di Conoscenza LC1 e di conseguenza un Fattore di Confidenza $FC=1.35$.

Tabella C8.5.IV – Livelli di conoscenza in funzione dell'informazione disponibile e conseguenti metodi di analisi ammessi e valori dei fattori di confidenza, per edifici in calcestruzzo armato o in acciaio

Livello di conoscenza	Geometrie (carpenterie)	Dettagli strutturali	Proprietà dei materiali	Metodi di analisi	FC (*)
LC1		Progetto simulato in accordo alle norme dell'epoca e <i>indagini limitate</i> in situ	Valori usuali per la pratica costruttiva dell'epoca e <i>prove limitate</i> in situ	Analisi lineare statica o dinamica	1,35
LC2	Da disegni di carpenteria originali con rilievo visivo a campione; in alternativa rilievo completo ex-novo	Elaborati progettuali incompleti con <i>indagini limitate</i> in situ; in alternativa <i>indagini estese</i> in situ	Dalle specifiche originali di progetto o dai certificati di prova originali, con <i>prove limitate</i> in situ; in alternativa da <i>prove estese</i> in situ	Tutti	1,20
LC3		Elaborati progettuali completi con <i>indagini limitate</i> in situ; in alternativa <i>indagini esaustive</i> in situ	Dai certificati di prova originali o dalle specifiche originali di progetto, con <i>prove estese</i> in situ; in alternativa da <i>prove esaustive</i> in situ	Tutti	1,00

INDICE

Premessa	2
Normativa di Riferimento	3
Relazione Tecnica Generale	4
Premessa	4
Descrizione dell'Edificio Oggetto di Intervento	4
Analisi dello Stato Esistente	12
Descrizione dell'intervento	13
Descrizione dell'Intervento Strutturale	13
Generalità sul Tipo di Intervento	14
Cedimenti	16
Livello di Conoscenza e Fattore di Confidenza	16
Indice	27