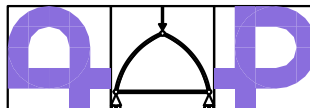




COMUNE DI BORGO SAN LORENZO (FI)  
SERVIZIO TECNICO

Piazza Dante n.2  
50032 - Borgo San Lorenzo (FI)



ING. ANDREA PAGLIAZZI  
INGEGNERE CIVILE

Via di Novoli, 97/D  
50127 Firenze  
Tel. 3288264047

COMUNE DI BORGO SAN LORENZO (FI)  
PROGETTO DI MIGLIORAMENTO SISMICO DELLA SCUOLA PRIMARIA  
"DON MINZONI" SITUATA IN VIA DON MINZONI, LOC. CAPOLUOGO  
CON RIFACIMENTO DELL'ATRIO DI INGRESSO  
PROGETTAZIONE ESECUTIVA

|  |  |
|--|--|
| COMMITTENTE  | ELABORATO                              |
| COMUNE DI<br>BORGO SAN LORENZO   | STRUTTURALE -                          |
| Servizio Tecnico<br>Piazza Dante n.2<br>50032 - Borgo San Lorenzo (FI) | <u>A3 - RELAZIONE TECNICA GENERALE</u> |

|   |        |   |  |
|---|--------|---|--|
| IL TECNICO INCARICATO   | TIMBRO |   | COLLABORAZIONE<br>AL PROGETTO<br>ARCHITETTONICO                            |
| Ing. Andrea Pagliazzi<br>Via di Novoli, 97/D<br>50127 Firenze<br>Tel. 3288264047<br>e-mail: a.pagliazzi@gmail.com |        |  | Arch. Paola Guidotti<br>Arch. Andrea Sighieri<br>Dott.ssa Sandra Gualtieri |

|                    |                |                       |              |            |
|--------------------|----------------|-----------------------|--------------|------------|
| FILE<br>BSL_ST_670 | REVIS. N°<br>0 | DATA<br>FEBBRAIO 2018 | TAV.<br>REL. | SCALA<br>- |
|--------------------|----------------|-----------------------|--------------|------------|



| Rev. | Data          | Descrizione / Motivo della revisione | Redatto                     | Controllato / Approvato     |
|------|---------------|--------------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| 0    | Febbraio 2018 | Progetto esecutivo                   | Dott. Ing. Andrea PAGLIAZZI | Dott. Ing. Andrea PAGLIAZZI |

E' fatto obbligo alla ditta esecutrice dei lavori verificare le quote riportate nella presente documentazione, confrontarle con quelle del progetto architettonico e del progetto della ditta prefabbricatrice. Eventuali difformità dovranno essere comunicate alla D.L. che provvederà alle eventuali revisioni o chiarimenti.

PROPRIETA' RISERVATA. VIETATA LA RIPRODUZIONE E LA DIFFUSIONE

## A3 – RELAZIONE TECNICA GENERALE

La presente relazione si propone di illustrare in dettaglio le particolarità del metodo di calcolo adottato nel dimensionamento delle strutture portanti in oggetto inquadrando tale metodo nell'ambito della normativa vigente.

In particolare verranno illustrati i seguenti punti:

**A3.1 - RELAZIONE GENERALE ILLUSTRATIVA DELL'OPERA**

**A3.2 - NORMATIVE DI RIFERIMENTO**

Occorre premettere una cronologia essenziale degli eventi relativi all'intervento e alla pratica in oggetto:

- a seguito di incarico professionale (Det. Dir. n. 457/2012) il sottoscritto depositava in data 29/03/2013 presso il Comune di Borgo San Lorenzo le verifiche tecniche relative alla Succursale della Scuola Primaria "Dante Alighieri" in via Don Minzoni eseguite ai sensi della nuova Normativa Tecnica per le Costruzioni (D.M. 14.01.2008 e relativa Circolare n. 617 del 02.02.2009) e per le finalità di cui all'Art. 2, commi 2, 3 e 4 dell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri del 20 Marzo 2003, n. 3274 e Succ.;
- a seguito di incarico professionale (Det. Dir. n. 456/2013) il sottoscritto depositava in data 05/06/2014 presso il Comune di Borgo San Lorenzo l'aggiornamento e l'integrazione delle verifiche tecniche di cui al punto precedente, resesi necessarie a seguito dell'estensione delle indagini sui materiali e del ritrovamento di nuovi importanti documenti progettuali nell'Archivio Comunale, al fine di aumentare il livello di conoscenza rispetto alla verifica precedentemente depositata; tra le prestazioni dell'incarico era richiesto di individuare a livello preliminare i provvedimenti più idonei da mettere in atto per la messa in sicurezza dell'edificio in oggetto;
- in data 15/09/2014 presso il Coordinamento Regionale Protezione Sismica della Regione Toscana, alla presenza del sottoscritto, degli Amministratori e del Responsabile dell'Ufficio Tecnico del Comune di Borgo San Lorenzo, e dei funzionari regionali del Genio Civile preposti in materia di controllo delle verifiche tecniche su edifici pubblici rilevanti, si è svolto un incontro al fine di valutare gli esiti delle verifiche svolte nonché individuare i primi necessari interventi di messa in sicurezza dell'edificio in oggetto;
- in data 13/10/2014 veniva affidato al sottoscritto incarico professionale (Det. Dir. n. 554/2014) per la progettazione definitiva/esecutiva e Direzione Lavori delle opere di consolidamento statico (1° stralcio) dell'edificio in oggetto. I lavori sono stati regolarmente autorizzati dall'Ufficio del Genio Civile di Firenze (autorizzazione/progetto n. 4128 del 24/11/2014) e sono stati regolarmente iniziati, eseguiti e conclusi durante il periodo delle Festività Natalizie del medesimo anno 2014;
- in data 27/12/2016 veniva affidato al sottoscritto incarico professionale (Det. Dir. n. 851/2016) per la progettazione preliminare e definitiva/esecutiva delle opere di consolidamento statico (2° stralcio) e al contempo delle opere di miglioramento sismico dell'edificio in oggetto, sulla base del Documento Preliminare alla progettazione firmato dal Responsabile del Procedimento Ing. Emanuele Grazzini, al quale si rimanda integralmente per la descrizione delle finalità del progetto e per la quantificazione delle risorse disponibili all'uopo da parte dell'Amministrazione;
- in data 30/01/2017 il sottoscritto depositava all'indirizzo pec del Comune di Borgo San Lorenzo il progetto preliminare (fattibilità tecnica ed economica) di cui al punto precedente, nei tempi e nei contenuti stabiliti dal Documento Preliminare alla progettazione;
- in data 28/02/2017 veniva affidato al sottoscritto incarico professionale (Det. Dir. n. 134/2017) rimodulato per la sola progettazione preliminare e definitiva sulla base di un'ipotesi di incremento delle risorse disponibili da parte dell'Amministrazione (fondi statali ex. L. 289/2002). A tal fine, si specificava nella suddetta nota che con l'intervento in progetto era necessario raggiungere, ai sensi delle Direttive Regionali D.1.9, l'obiettivo di miglioramento sismico con indicatore di rischio maggiore o uguale a 0,65;
- in data 28/02/2017 il sottoscritto depositava all'indirizzo pec del Comune di Borgo San Lorenzo l'aggiornamento del progetto preliminare (fattibilità tecnica ed economica) di cui al punto precedente;
- in data 03/03/2017 il sottoscritto depositava presso il Comune di Borgo San Lorenzo il progetto definitivo a completamento dell'incarico di cui sopra che veniva trasmesso in forma cartacea alla Regione Toscana – Settore Sismica per le finalità suddette (ottenimento dei fondi statali ex. L. 289/2002);
- in data 31/07/2017 veniva affidato al sottoscritto incarico professionale (Det. Dir. n. 496/2017) per la progettazione esecutiva delle opere di miglioramento sismico dell'edificio in oggetto;
- in data 26/09/2017 presso il Settore Sismica della Regione Toscana, alla presenza del sottoscritto, del Responsabile dell'Ufficio Tecnico del Comune di Borgo San Lorenzo, e dei funzionari regionali del Genio Civile preposti in materia di controllo dei progetti su edifici pubblici rilevanti, si è svolto un incontro al fine di valutare il progetto definitivo presentato nel marzo precedente: a seguito di tale incontro, è stato deciso di inoltrare un quesito ufficiale al Comitato Tecnico Scientifico in materia di rischio sismico della Regione Toscana per chiarire se l'intervento sull'edificio esistente (scuola primaria) con inserimento di giunto tecnico per la parte dell'atrio di

ingresso, poteva essere classificato come intervento di miglioramento sismico. In data 02/10/2017 veniva inoltrato il quesito ed in data 09/11/2017 veniva depositato un documento integrativo per le richieste formulate dal Comitato nella seduta del 11/10/2017. Il Comitato Tecnico Scientifico esprimeva parere favorevole;

- in data 16/02/2018 il Comune di Borgo San Lorenzo richiedeva al Settore Sismica della Regione Toscana il parere tecnico sul progetto definito presentato, che a sua volta rispondeva definitivamente con esito favorevole.

La presente relazione descrive pertanto le verifiche effettuate per gli interventi di miglioramento sismico della scuola primaria "Don Minzoni", situata in via Don Minzoni nel Comune di Borgo San Lorenzo (FI), committente il Comune di Borgo San Lorenzo, con contestuale inserimento di giunto tecnico con l'atrio di ingresso e demolizione e ricostruzione di quest'ultimo.

Per una descrizione dettagliata dell'edificio, delle sue caratteristiche costruttive e dei materiali, delle indagini svolte, dei livelli di conoscenza raggiunti e delle verifiche tecniche effettuate relative allo stato attuale, nonché degli interventi di consolidamento statico (1° stralcio) si faccia riferimento alle relazioni tecniche precedentemente depositate presso il Comune di Borgo San Lorenzo e presso l'Ufficio del Genio Civile di Firenze (verifiche tecniche consegnate in data 29/03/2013 e in data 05/06/2014; progetto strutturale autorizzato con n. 4128 in data 24/11/2014).

### A3.1 – RELAZIONE GENERALE ILLUSTRATIVA DELL'OPERA

Il presente progetto strutturale riguarda gli interventi di miglioramento sismico della scuola primaria "Don Minzoni" situata in via Don Minzoni nel Comune di Borgo San Lorenzo (FI), committente il Comune di Borgo San Lorenzo, con contestuale inserimento di giunto tecnico con l'atrio di ingresso e demolizione e ricostruzione di quest'ultimo.

In sintesi (rimandando alle relazioni delle precedenti verifiche tecniche per una descrizione dettagliata dello stato di fatto) l'aggregato strutturale esistente (prescindendo dalla adiacente scuola media separata da giunto tecnico) oggetto delle suddette verifiche tecniche e del presente intervento di miglioramento sismico, presenta un unico edificio formato da due corpi di fabbrica (denominati nel seguito "Scuola primaria", quello principale a due piani fuori terra ed "Atrio d'ingresso" quello secondario ad un solo piano fuori terra), a struttura in conglomerato cementizio armato formata da telai trasversali monodirezionali di travi e pilastri (nella direzione di minore lunghezza in pianta). La copertura della Scuola è realizzata con solaio latero-cementizio a falde inclinate con tipologia a capanna, sostenute da timpani in muratura al di sopra del solaio latero-cementizio del sottotetto. I solai di piano sono del tipo latero-cementizio gettati in opera. Le strutture di fondazione sono a travi rovesce in conglomerato cementizio armato. La copertura dell'Atrio d'ingresso è piana con solaio latero-cementizio. Esiste un corpo scala centrale rispetto alla pianta della Scuola primaria per il collegamento tra il piano terra ed il piano primo. La Scuola primaria presenta anche una piccola porzione con due vani interrati in corrispondenza del fronte dell'edificio lato pubblica via.

Per i principali risultati delle verifiche tecniche nei confronti dei carichi verticali e dell'azione sismica si rimanda alle precedenti verifiche tecniche già depositate. A partire dall'analisi delle carenze strutturali emerse in tali verifiche sono stati progettati gli interventi di miglioramento sismico per l'edificio, di cui si riportano le verifiche.

Gli interventi in progetto riguardano in particolare:

**A) "separazione dell'Atrio di ingresso dalla Scuola primaria e successiva demolizione e ricostruzione di nuovo Atrio e pensilina esterna":** la soluzione progettuale prevede di regolarizzare la forma irregolare, sia in pianta che in elevazione, dell'attuale aggregato strutturale attraverso l'inserimento di un giunto di separazione tra la Scuola primaria e l'Atrio di ingresso. Operativamente si procederà previo adeguato puntellamento, al taglio delle strutture orizzontali esistenti di connessione tra i due corpi di fabbrica in corrispondenza dei pilastri P17, P23 e P29. Successivamente verrà demolito l'intero Atrio di ingresso fino alla quota di estradosso delle attuali travi di fondazione e verrà ricostruita una nuova struttura indipendente in carpenteria metallica con telai di colonne scatolari e travi ad un solo piano fuori terra e di volumetria minore rispetto a quella esistente (con funzione di nuovo ingresso e di atrio di collegamento tra la Scuola media e la Scuola primaria). Rispetto alla Scuola primaria sarà interposto un giunto tecnico di circa 10 cm, rispetto alla scuola media di circa 20 cm (come quello attuale). Il nuovo edificio avrà una parte chiusa ed una pensilina esterna a copertura della rampa di accesso disabili. Il solaio di copertura della porzione chiusa sarà in lamiera grecata e getto di soletta in conglomerato cementizio armato alleggerito mentre la copertura della pensilina sarà in semplici pannelli in lamiera.

**B) "interventi di consolidamento statico (2° stralcio)":** l'obiettivo è quello di eliminare alcune residue carenze strutturali non trattate nel 1° stralcio degli interventi di consolidamento statico attraverso una serie di

interventi sui singoli elementi strutturali, tra cui:

- 1) rinforzo a flessione e taglio di alcune travi di fondazione (quelle interessate dal montaggio dei controventi dissipativi ed altre nella zona centrale dell'edificio, oltre alla fondazione della parete P36) attraverso ringrosso della sezione resistente;
- 2) rinforzo a presso-flessione di pilastri in c.a. mediante ringrosso della sezione resistente (P11, P17, P33 al piano terra e P11, P17, P20, P26, P32, P33 al piano primo);
- 3) rinforzo a presso-flessione di pilastri in c.a. mediante incamiciatura in acciaio (P25 al piano primo);
- 4) rinforzi di pareti in c.a. mediante incamiciatura in conglomerato cementizio armato (P14 e P36 al piano terra);
- 5) rinforzo statico a flessione e taglio mediante inserimento di architravi in profili metallici posizionate all'intradosso della travata centrale in conglomerato cementizio armato, formata da tre campate, in corrispondenza del soffitto del vano interrato (tra i pilastri P5, P6, P7 e P8);
- 6) rinforzo statico a flessione e taglio mediante inserimento di architravi in profili metallici posizionate all'intradosso della campata centrale delle sette travate principali in conglomerato cementizio armato, in corrispondenza del soffitto del corridoio del piano terra (tra le coppie di pilastri P6-P7, P12-P13, P18-P19, P24-P25, P30-P31, P34-P35 e P38-P39);
- 7) rinforzo statico a taglio mediante fasciature "ad U" con nastri in materiale composito FRP applicati sulle parti ricalate, al di sotto del solaio del piano primo, della campata laterale di maggior luce, rispetto al corridoio, appartenenti alle tre travate principali in conglomerato cementizio armato (tra le coppie di pilastri P19-P20, P25-P26, P31-P32).
- 8) inserimento di profili angolari metallici in corrispondenza degli appoggi sulle travi principali dei 4 solai di maggior luce del piano sottotetto (campi di solaio centrali della Scuola primaria), al fine di ridurre la lunghezza libera del travetto di solaio ed aumentare il grado di vincolo alle estremità;

**C) "sostituzione della copertura pesante esistente con nuova copertura leggera metallica":** la soluzione progettuale prevede di demolire completamente la copertura esistente pesante in latero-cemento a falde inclinate, oltretutto mal vincolata alle murature trasversali del sottotetto, compresa la gronda piana in c.a. perimetrale, e di ricostruire una nuova copertura (ed una nuova gronda) leggera in profili metallici e pannelli in lamiera coibentata, con riduzione delle altezze (e conseguente alleggerimento) delle murature del sottotetto. Su queste ultime, sagomate con le nuove pendenze, saranno gettati in opera i nuovi cordoli in conglomerato cementizio armato per l'alloggiamento dei profili metallici portanti il manto di copertura. Lungo tutto il perimetro del piano sottotetto saranno rialzate le travi perimetrali mediante aumento di sezione in conglomerato cementizio armato, ed a queste ultime sarà collegata la nuova gronda metallica.

**D) "inserimento di controventi dissipativi con dispositivi fluido-viscosi a comportamento isteretico fortemente smorzanti tipo "D2S - Dyna Shock System SAS – BA5A-105 Fa":** la soluzione progettuale prevede di inserire nella maglia strutturale dell'edificio, nelle due direzioni principali e ai due piani, una serie di controventi metallici con nodi ad elevata dissipazione concentrata al fine di ridurre l'energia del sisma in ingresso, senza apportare significativi aumenti di rigidità al sistema. Tale scelta progettuale è stata positivamente confermata nei diversi incontri svolti dal sottoscritto presso la Facoltà di Ingegneria di Firenze con la gentilissima consulenza offerta dalla Prof.ssa Ing. G. Terenzi (esperta in tecniche di dissipazione supplementare di energia) e del Prof. Ing. S. Sorace (uno dei massimi esperti di queste tecnologie innovative). Contestualmente all'inserimento dei controventi dissipativi, per permettere una migliore ripartizione delle azioni sismiche ai vari elementi ed una maggiore efficacia dei controventi dissipativi stessi, si procederà all'inserimento di croci orizzontali in tondini metallici a livello di estradosso del solaio di sottotetto. Sulla base di quanto sopra, è possibile incrementare l'indice di rischio calcolato allo Stato limite di salvaguardia della vita (SLV) fino al valore indicato nelle Direttive Regionali ed al quale deve essere fatto necessariamente riferimento per l'ammissione a finanziamento degli interventi. In particolare è stato studiato l'inserimento nella struttura esistente in conglomerato cementizio armato di una configurazione di rinforzi mediante 10 controventi dissipativi per piano (4 in direzione trasversale e 6 in direzione longitudinale), ciascuno funzionante con una coppia interna di dispositivi fluido-viscosi a comportamento isteretico fortemente smorzanti precaricati e posizionati in opera a metà corsa. I controventi saranno realizzati in profili metallici con diagonali "a K". A livello delle fondazioni esistenti saranno previsti ringrossi delle sezioni per raggiungere la quota di montaggio delle piastre di nodo dei controventi dissipativi al piano terra; per lo stesso motivo al livello del piano primo, in direzione longitudinale sarà previsto l'allargamento della trave di bordo esistente nello spessore del solaio sulla quale poi verrà ricostruito anche la muratura di tamponamento.

Per quanto riguarda le caratteristiche tecniche di progetto ed i particolari costruttivi si rimanda agli elaborati grafici di corredo.

### A3.2 – NORMATIVE DI RIFERIMENTO

Gli interventi descritti ai punti precedenti rientrano per la Scuola primaria nella tipologia degli interventi di Miglioramento sismico ai sensi del punto 8.4 “Classificazione degli interventi” della normativa vigente, ossia il D.M. 14/01/2008, mentre per l'Atrio d'ingresso nelle “Nuove costruzioni”.

Dal punto di vista della classificazione sismica il Comune di Borgo San Lorenzo (FI) appartiene alla zona 2 ai sensi della nuova classificazione regionale approvata con Del. G.R.T. n. 878 del 08/10/2012 e succ. aggiornamenti.

Il presente lavoro è stato condotto con riferimento alle seguenti normative vigenti:

**D.M. Infrastrutture 14/01/2008** “Norme tecniche per le costruzioni”

**Circolare n. 617/C.S.LL.PP. Del 02.02.2009.**

In relazione all'applicazione della normativa tecnica suddetta, vale quanto disposto dal recente D.M. 17/01/2018 “Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni” all'art. 2 “Ambito di applicazione e disposizioni transitorie”: *“per i progetti definitivi o esecutivi già affidati prima della data di entrata in vigore delle norme tecniche per le costruzioni di cui all'art. 1, si possono continuare ad applicare le previgenti norme tecniche per le costruzioni fino all'ultimazione dei lavori ed al collaudo statico degli stessi”*. Dal momento che l'affidamento della progettazione esecutiva è stato affidato al sottoscritto dal Comune di Borgo San Lorenzo in data 31/07/2017 (vedi cronologia riportata in premessa), quindi anteriormente al 22/03/2018, data di entrata in vigore del D.M. 17/01/2018, il caso in esame rientra pienamente nelle disposizioni transitorie dell'art. 2 sopra citato.

In particolare, per aspetti specifici, si è fatto riferimento anche alle seguenti normative:

- Sismica

EC8 EN1998-1:2005: *“Progettazione delle strutture per la resistenza sismica”*

Ordinanza P.C.M. n.3316 del 02.10.2003 e Ordinanza P.C.M. n. 3431 del 3.5.2005 recanti Modifiche e Integrazioni alla Ord. 3274

D.P.C.M. del 21.10.2003: *“Disposizioni attuative dell'art.2, commi 2, 3 e 4, dell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n.3274 del 20 marzo 2003”*

Ordinanza P.C.M. n.3274 del 20.03.2003: *“Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica”*

D.M. Min.LL.PP. 16.01.1996: *“Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche.”*

Circolare Min.LL.PP. n.65 del 10.04.1997: *“Istruzioni per l'applicazione delle “Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche” di cui al D.M. 16.1.1996.”*

D.M. Min.LL.PP. 02.07.1981: *“Normativa per le riparazioni ed il rafforzamento degli edifici danneggiati dal sisma nelle regioni Basilicata, Campania e Puglia.”*

Circolare Min.LL.PP. n.21745 del 30.07.1981: *“Istruzioni relative alla normativa tecnica per la riparazione ed il rafforzamento degli edifici in muratura danneggiati dal sisma.”*

Legge n.64 del 02.02.1974: *“Provvedimenti per le costruzioni, con particolari prescrizioni per le zone sismiche.”*

- Strutture

D.M. Min.LL.PP. 09.01.1996: *“Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso ed a struttura metallica. Istruzioni per l'applicazione.”*

Legge n.1086 del 05.11.1971: *“Norma per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio, normale e precompresso ed a struttura metallica.”*

- Acciaio

CNR-UNI 10011: *“Costruzioni di acciaio. Istruzioni per il calcolo, l'esecuzione, il collaudo e la manutenzione.”*

- Carichi e sovraccarichi

D.M. Min.LL.PP. 16.01.1996: *“Norme tecniche relative ai Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e dei sovraccarichi.”*

Circolare Min.LL.PP. n.156AA.GG./STC. del 04.07.1996: *“Istruzioni per l'applicazione delle Norme tecniche relative ai Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e dei sovraccarichi di cui al D.M. 16 Gennaio 1996.”*

*Il Progettista*

*Dott. Ing. Andrea Pagliazzi*