



COMUNE DI BUSTO ARSIZIO
Via F.lli D'Italia n. 12
Busto Arsizio (VA)



AGESP Attività Strumentali s.r.l.
via M. Polo n. 12
21052 Busto Arsizio (VA)

SCUOLE TOMMASEO
Via Raffaello Sanzio

**INTERVENTI DI ADEGUAMENTO SISMICO
ANTINCENDIO E NORMATIVO**

RELAZIONE GENERALE

il Progettista
ing. Massimo Croci (capogruppo)
ing. Giorgio Pramma

il R.U.P.

•Introduzione

La presente relazione illustra globalmente le criticità riscontrate nel plesso scolastico Niccolò Tommaseo, dal punto di vista statico, sismico e normativo.

Si è proceduto, su incarico di AGESP SERVIZI, ad effettuare analisi in loco e calcoli e verifiche degli edifici siti in Busto Arsizio, via Raffaello Sanzio, denominati scuole Tommaseo, e più precisamente costituiti da:

- scuola elementare primaria Niccolò Tommaseo
- scuola media secondaria Fabrizio Prandina
- scuola dell'infanzia Luigi e Luigia Bandera
- palestra scolastica (a servizio delle scuole elementari e medie).

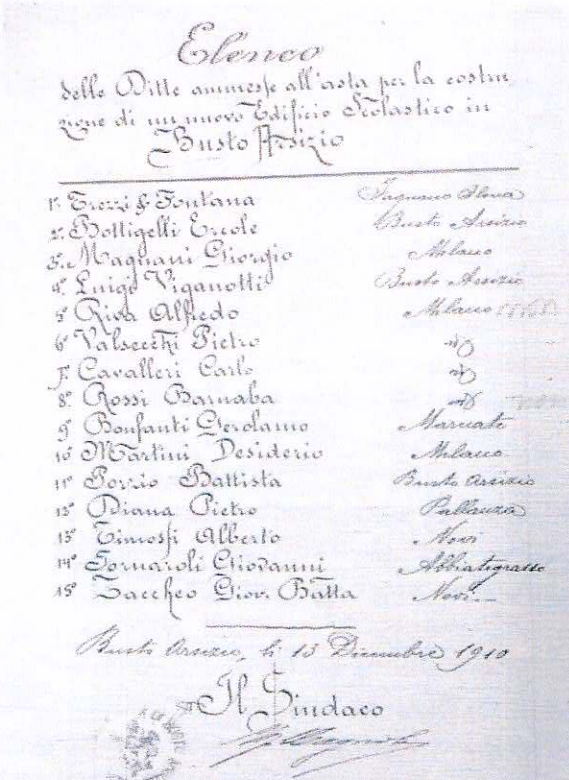
Nonostante le richieste effettuate non è stato possibile reperire alcun progetto originario degli edifici (è tavole di concessione edilizia, né tavole strutturali), ad eccezione di alcuni verbali di collaudo statico e certificati di idoneità statica (riguardanti solai del plesso elementari-medie e delle 3 scale di emergenza esterne).

•Analisi storico-critica

Ai fini di una corretta individuazione del sistema strutturale esistente e del suo stato di sollecitazione è stato importante ricostruire il processo di realizzazione e le successive modificazioni subite nel tempo dal manufatto, nonché gli eventi che lo hanno interessato. Viene di seguito indicata la documentazione reperita e vengono esplicitate le informazioni desunte da ciascuno dei documenti esaminati.

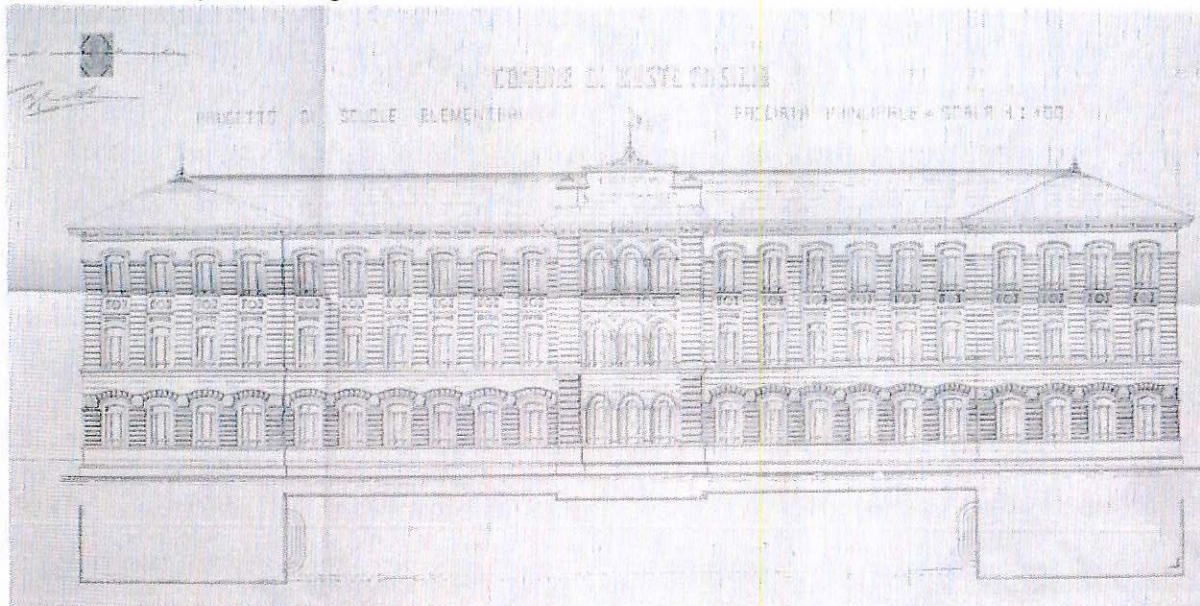
Non è stato possibile reperire i progetti originari del plesso scolastico che si è sviluppato in diverse epoche storiche.

La parte originaria iniziale, elementari Niccolò Tommaseo, risalgono al 1911 e sono state progettate dall'ing. Wlassics, ingegnere capo del Comune di Busto Arsizio; realizzate dalla ditta Bonfanti Girolamo di Marnate con un bando di gara di £ 170.000.

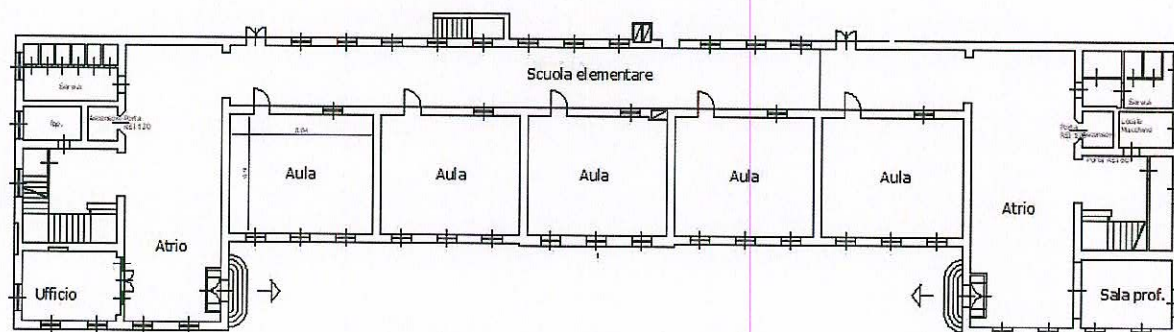


Elenco dei 15 partecipanti alla gara di appalto

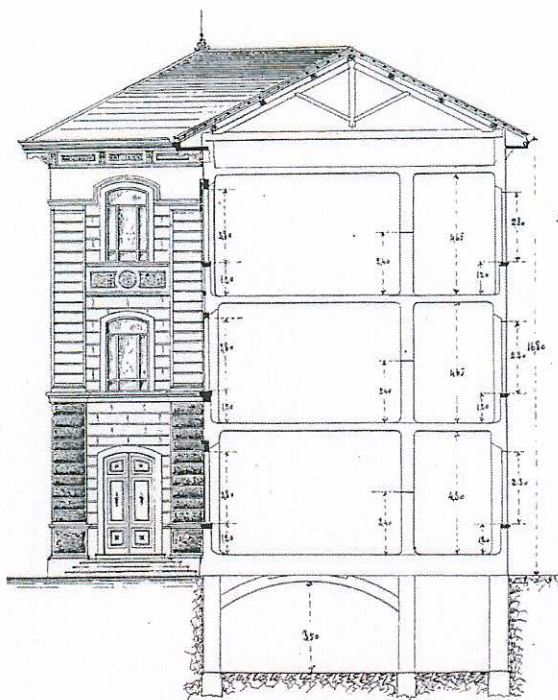
La parte iniziale era relativa al solo edificio prospiciente la via Raffaello Sanzio, interamente realizzato in mattoni pieni con solai in putrelle in acciaio (IPN200) e voltine di laterizio riempite con scorie leggere di fonderia. Questa porzione di edificio presenta un piano cantina (che si estende per circa metà dell'edificio) e n. 3 piani fuori terra, oltre ad un sottotetto non agibile. La copertura è lignea con capriate in legno.



PIANO RIALZATO



SITUAZIONE INIZIALE 1911



Sezione trasversale. Scala 1:100

Successivamente (presumibilmente negli anni '30) l'edificio è stato ampliato con l'ala Sud (su vicolo Gubbio) con medesima tipologia architettonica (murature in mattoni pieni e soli in putrelle, copertura lignea con capriate) ma con l'aggiunta di cerchiature perimetrali dei solai realizzate con cordoli in c.a. debolmente armati. Di tale ampliamento non sono stati reperiti progetti o documenti. Tale ala, rispetto a quella originaria, è priva di piano interrato e del rivestimento in pietra sul piano terra della facciata esterna.



Successivamente avviene la realizzazione dell'ala Nord, originariamente il solo piano seminterrato e rialzato (attuale sede della scuole dell'infanzia Ligi e Luigia Bandera), successivamente nel 1963-1964 il sopralzo di n. 2 piani fuori terra, oltre ad un sottotetto non agibile. Tale porzione ha struttura a telaio in calcestruzzo armato, solai laterocementizi con soletta mista della ditta D.M.Z da 32 cm. La copertura è in elementi di laterizio con travi di tipo varese con catene in acciaio (tiranti). Anche di questa porzione mancano le tavole progettuali ma sono presenti i verbali di collaudo a firma dell'ing. Piero Lana relative al progetto n. 53 del 27/02/1961 (redatto secondo il R.D. 2229 del 16/11/1939) a firma dell'ing. Dante Brigatti dell'ufficio tecnico comunale, con DL dell'ing. Antonio Picarreta, impresa esecutrice E. Moretti & C. di eredi Eligio Moretti. Con questo intervento finale l'edificio assume la forma attuale a "U".



•Indagini conoscitive

Per identificare la natura e tipologia dei materiali ed effettuare una caratterizzazione degli stessi si è proceduto ad effettuare analisi demolitive con l'ausilio di ditta edile che ha permesso di indagare:

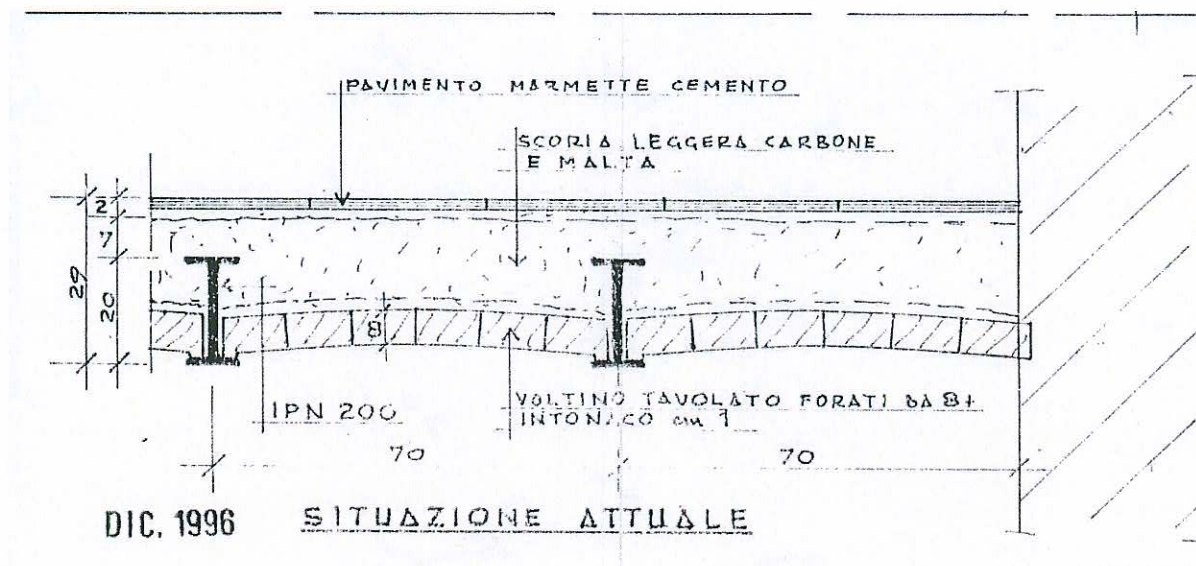
- solai
- murature (mattoni)
- fondazioni
- copertura
- struttura in c.a. (trave e pilastri materna, pilastri e muri palestra)

Le prove sono documentate nella relazione fotografica INDAGINI IN SITU.

Tali prove hanno fatto emergere quanto segue:

SOLAI

I solai del plesso originario (elementari) e dell'immediato ampliamento lato sud (su vicolo Gubbio) sono realizzati in putrelle IPN200 poste ad interasse di cm 70, semplicemente appoggiate nelle murature perimetrali realizzate in mattoni pieni.

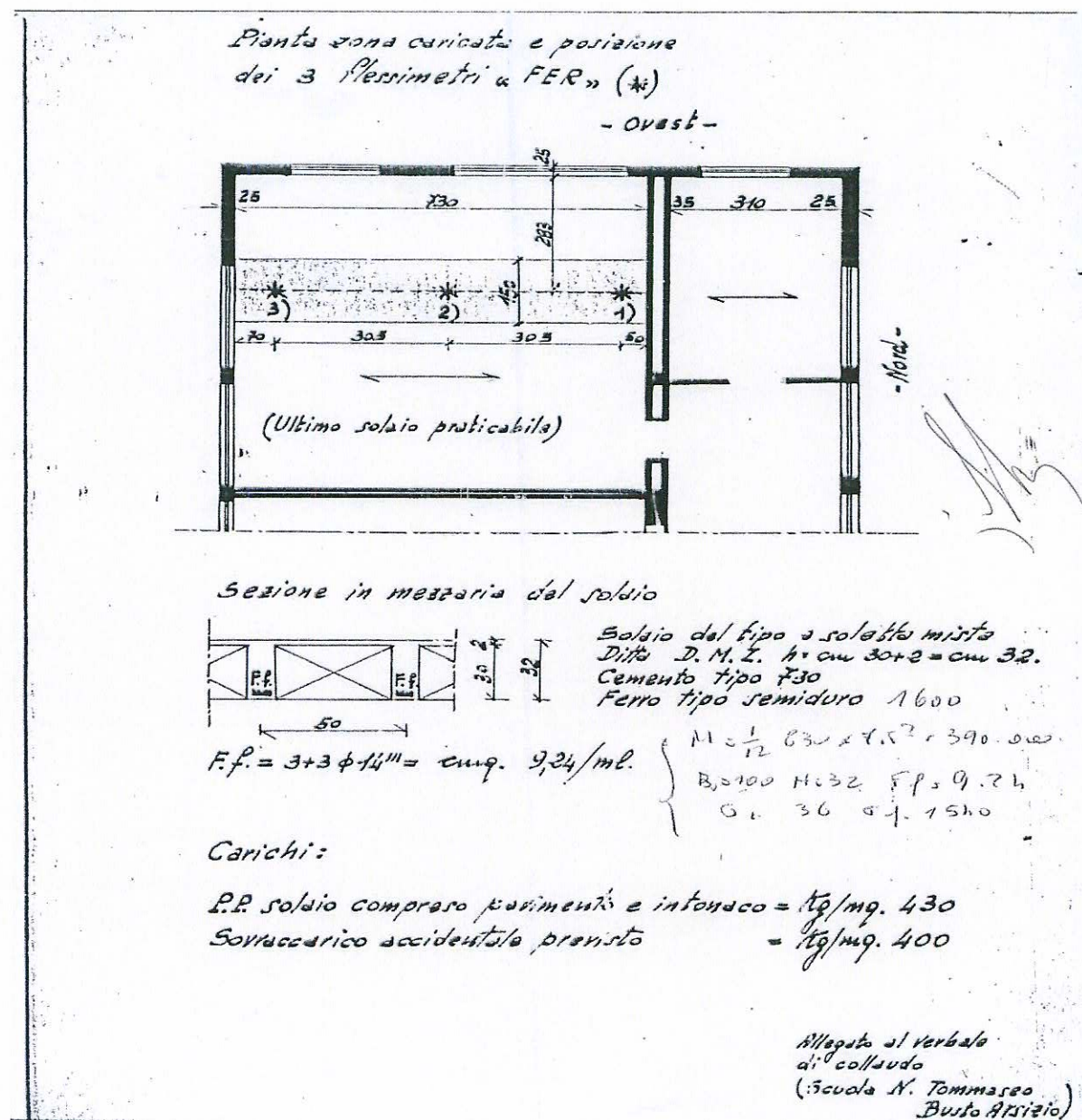


La porzione di primo ampliamento (si vicolo Gubbio), ha una cerchiatura perimetrale realizzato con cordolo in c.a. armato (tale elemento è soggetto a fenomeni corrosivi delle armature e di distacco del copriferro, ben visibili sul fronte lato ingresso carraio del cortile).

I solai del piano terra sulla porzione cantinata (solo metà edificio su via Sanzio) sono realizzati in volte di mattoni pieni e, in considerazione dell'elevato spessore e della natura costruttiva non presentano evidenti problematiche.



I solai della porzione più recente (materne e sovrastanti medie) sono del tipo a soletta mista da 32 cm realizzati dalla ditta DMZ, con cemento 730 e ferro semiduro, come si evince dalle prove di carico del collaudo statico dei solai a firma dell'ing. Piero Lana del 1969.



MURATURE

I muri, in mattoni pieni, hanno buone caratteristiche tecniche, con malta legante qualitativamente ottima. Non sono presenti evidenti fessure o cedimenti, ad eccezione di una crepa verticale posta a circa 8-10 m dal limite dell'ala Sud, già oggetto in tempi passati di monitoraggio e parziale rappezzo.

Tali segni sono tutt'ora evidenti, come evidenziate nella RELAZIONE FOTOGRAFICA CRITICITA'.

Le murature hanno spessore crescente col crescere dei piani: 80 cm in cantina, 60 cm a piano

terra, 50 cm a piano primo 40 cm a piano secondo e sottotetto.

FONDAZIONI

La porzione originaria in mattoni è pressoché priva di fondazioni: lo spessore dei muri, unito alla presenza del piano cantinato (metà edificio circa) assolve a tale scopo.

Lo spessore misurato è di circa 80 -100 cm.

Le strutture più moderne (palestra e materna) realizzate in calcestruzzo armato hanno fondazioni nastriformi (travi rovesce) e plinti isolati (per i pilastri centrali) di dimensioni ignote.

Non avendo reperito tavole strutturali, nelle verifiche statiche e sismiche si sono ipotizzati tali elementi con misure minime, allineate con le scelte progettuali dell'epoca costruttiva.

COPERTURA

La copertura dell'edificio originario è in legno con capriate e sovrastante manto di tegole.

La parte più recente della scuola materna ha copertura laterocementizia con travetti tipo varese e catene in acciaio al piede, con tavelloni e sovrastanti pannelli sandwich il lamiera simil-coppo isolata con poliuretano.

La copertura della palestra ha tegoli preformati a doppia falda con solaio in opera cementizio.

STRUTTURE IN C.A.

La struttura della materna è in c.a. con struttura intelaiata a pilastri e travi, simile a quella della palestra, il cui muro controterra è in calcestruzzo armato.

Si è provveduto alla rottura di alcuni copriferri per indagare la quantità e tipologia di armature (diametro, numero, passo). In alcuni casi i fenomeni corrosivi che hanno messo in evidenza le armature (con distacco del copriferro) sono stati utili alla ricostruzione sommaria delle armature.

Per gli elementi in cui è stato impossibile effettuare analisi più precise (demolitive o radiografiche) si è proceduto in maniera cautelativa ipotizzando il minimo di armatura da normativa relativa al periodo originario di progettazione ed esecuzione.

•CRITICITA'

Il plesso scolastico, sia per vetustà che per carenza di importanti interventi manutentivi straordinari negli anni, presenta ora certe criticità che vengono di seguito elencate:

- copertura
- solai
- facciate
- bagni
- serramenti interni
- palestra

Copertura

La copertura dal punto di vista statico appare in buono stato conservativo, anche grazie all'assenza di fenomeni infiltrativi che avrebbero potuto provocare marciscenza del legno.

La situazione più critica è rappresentata dall'enorme quantità di guano di piccioni che ricopre in maniera pressoché uniforme tutto il solaio di sottotetto, ove sono presenti diversi cm di spessore di guano e carcasse di animali (morti e morenti). I volatili si insinuano nel sottotetto dalle numerose fessure tra le tegole e nello spazio di gronda, senza poi riuscire a trovare l'uscita. Tale situazione non è tollerabile dal punto di vista igienico sanitario.

La sostituzione del manto di tegole con pannelli in lamiera simil coppo, coibentati con poliuretano, permetterebbe molteplici vantaggi:

- impedimento di accesso al sottotetto di volatili,
- deciso miglioramento termico del locale sottotetto la cui temperatura interna risulterebbe più mitigata sia in inverno che in estate con diretto miglioramento termico delle sottostanti aule scolastiche,
- analisi puntuale di tutta l'orditura lignea con trattamento antifungo-antitarlo della stessa onde evitare fenomeni di marciscenza con possibili fragilità struttura e conseguenti crolli,
- realizzazione di un botola passa uomo per l'accesso in copertura e di una linea vita certificata per future ispezioni-manutenzioni delle gronde,
- prolungamento dei camini esalatori delle colonne di scarico dei servizi igienici che oggi sfociano nei locali di sottotetto.
- miglioramento sismico del piano copertura grazie alla legatura delle capriate lignee con irrigidimento del piano assolto dalla nuova orditura secondaria in progetto.

Solai e controsoffitti

I solai sono stati oggetto di prove, certificazioni statiche e collaudi nel tempo. Quelli in putrelle sono stati parzialmente oggetto di rinforzo (piano primo e secondo) nell'anno 2000 con progetto a firma dell'ing. Piero Lana e successivo collaudo statico del 2009 a firma dell'ing. Attilio Bianchi, mediante il posizionamento di putrelle HEB400 ortogonali in mezzeria alle aule e agli atri scale.

Tali putrelle hanno permesso di dimezzare la luce dei solai (7 m circa) con una considerevole riduzione della freccia; tuttavia i solai sono tutt'ora soggetti ad una forte elasticità (e comunque privi di cordolatura perimetrale).

Tale elasticità può provocare lo sfondellamento degli elementi in laterizio posti tra le varie putrelle. I solai sono già stati oggetto di posizionamento di rete porta intonaco strutturale antisfondellamento saldata all'intradosso delle putrelle (IPN200), il tutto occultato con controsoffitto in lastre di gesso.

Le lastre a controsoffitto, ad eccezione di quelle della scuola materna nei piani seminterrato e rialzato che sono di recente realizzazione, sono tenute in opera con semplici legature in fil di ferro agganciate alle piastrine saldate alle putrelle, quali sostegno della rete porta intonaco. Tale metodologia di legatura non è certificata né certificabile e non fornisce alcuna garanzia di tenuta. Per tale motivo deve essere sostituita da una nuova struttura con pendinature avvitate alle flange delle putrelle, il tutto con un sistema garantito e certificato. Per fare tale lavorazione è previsto lo smontaggio, accantonamento e rimontaggio di tutti i punti luce a plafone.

Il controsoffitto deve essere rimosso anche per permettere il rinforzo statico dei solai che ha una duplice valenza:

- aumentare la portata del solaio (con diminuzione della freccia)
- realizzare una cordolatura perimetrale di cerchiatura di tutti i solai, elemento assolutamente necessario ai fini del miglioramento sismico della struttura.

Il rinforzo del solaio prevede la rimozione della pavimentazione sino al filo superiore delle putrelle (estradosso), posizionamento dei pioli di connessione mediante chiodatura e getto di una cappa in

cls armato con rete elettro-saldato. Per non variare le quote di pavimento finito si utilizzerà un massetto a basso spessore (2 cm) con nuova pavimentazione in gres.

La cordolatura perimetrale, da eseguirsi sul perimetro di tutti i solai, avviene mediante l'infissione di barre di ferro d'armatura in fori diagonali riempiti con resina chimica, realizzati al piede della muratura, con piega della barra e annegamento della stesa nel getto di rinforzo del solaio. Tale legatura permette di rendere solidale i solai con i muri, rendendo di fatto il livello di piano infinitamente rigido.

Tale intervento deve essere effettuato nel corpo dell'edificio in mattoni per i piani primo, secondo e sottotetto (solaio, quest'ultimo, non soggetto a permanenza di persone e privo di pavimentazione).

Il progetto di rinforzo è basato su alcune indagini demolitive effettuate a campione e sulla scorta della limitata documentazione messa a disposizione dalla committenza.

Si demanda alla Direzione Lavori il controllo e la verifica delle ipotesi progettuali qui formulate, controllandone l'effettiva applicabilità alla struttura in oggetto.

I solai di piano terra sulla porzione cantinata non necessitano di alcun rinforzo statico.

Il progetto di realizzazione dei nuovi controsoffitti (in parte normali e in parte antisfondellamento) è basato sulla scorta della documentazione messa a disposizione dalla committenza, tramite il Libretto Sanitario sullo sfondellamento dei solai del 21/06/2018 e sulla Relazione Illustrativa, datati 21/06/2018 a firma dell'ing. Gallotta della Tecnoindagini srl appositamente commissionanti dalla Committenza.

Si demanda alla Direzione Lavori il controllo e la verifica delle ipotesi progettuali qui formulate, controllandone l'effettiva applicabilità alla struttura in oggetto, durante l'esecuzione dei lavori

Facciate

Le facciate presentano un grado di deterioramento elevato, soprattutto nella porzione lato cortile e lati perimetrali (vicolo Gubbio e ingresso materna).

Le facciate evidenziano diffusi fenomeni di sfioramento delle pitture e degli intonaci.

Le gronde evidenziano pericolosi fenomeni di distacco di materiale con esposizione dei ferri di armatura e distacco di copriferro. Le stesse sono posizionate direttamente sopra agli ingressi e alle zone di stazionamento degli alunni e genitori nei momenti di entrata e uscita e in cortile durante la ricreazione all'aperto.

La fascia marca piano della porzione di edificio in affaccio su vicolo Gubbio è in più punti distaccata e crollata. Quella in opera presenta pericolosi segni di distacco e cedimento. Tale fascia, posta sopra al marciapiede, deve essere ripristinata e messa in sicurezza.

In cortile è presente il camino a servizio della dismessa centrale termica che evidenzia un fuori piombo. Per tale motivo è prevista la sua demolizione.

Le facciate lato strada (ricche di decori) e quelle dell'edificio nord (materna e medie) realizzate con colonne in mattoni paramano, verranno riverniciate, quelle lato cortile verranno rivestite con cappotto termico da 4 cm di spessore (spessore dettato dalle sporgenze dei davanzali esistenti).

Tale intervento permette un deciso miglioramento della trasmittanza termica del muro che passerebbe dall'attuale valore di 1,319 W/mqK a 0,508 W/mqK, comportando un risparmio energetico per il periodo di riscaldamento ed un miglioramento termico nel periodo estivo.

interno

esterno

Totale: 465 mm

Ordine	DESCRIZIONE DELLO STRATO (dall'interno all'esterno)	s (mm)	C (W/m²K)	M.V. (Kg/m³)	Px10 ¹² (Kg/msPa)	R (m²K/W)
	Adduttanza interna		7.7			0.13
1	Intonaco di calce e gesso	20	0.7000	1400	18.00	0.029
2	Mattoni pieni in laterizio	425	0.8000	1800	20.57	0.531
3	Intonaco di calce e gesso	20	0.7000	1400	18.00	0.029
	Adduttanza esterna		25.0			0.04

s = Spessore dello strato; C = Conduttività termica del materiale; M.S. = Massa superficiale; P = Permeabilità al vapore; R = Resistenza termica

Trasmittanza (W/m²K): **1.319 > 0.3** (Valore di legge)

Massa superficiale (Kg/m²): **821**

Resistenza termica (m²K/W): **0.758**

Spessore totale (mm): **465**

Comune di Busto Arsizio

Zona Climatica: E, Gradi Giorno 2861

T interna (°C): 20.0

T esterna (°C): -5.0

diagramma Glaser Muro esistente

interno

esterno

Totale: 505 mm

Ordine	DESCRIZIONE DELLO STRATO (dall'interno all'esterno)	s (mm)	C (W/m²K)	M.V. (Kg/m³)	Px10 ¹² (Kg/msPa)	R (m²K/W)
	Adduttanza interna		7.7			0.13
1	Intonaco di calce e gesso	20	0.7000	1400	18.00	0.029
2	Mattoni pieni in laterizio	425	0.8000	1800	20.57	0.531
3	Intonaco di calce e gesso	20	0.7000	1400	18.00	0.029
4	Polistirene espanso estruso-XPS (con pelle)	40	0.0330	30	0.94	1.212
	Adduttanza esterna		25.0			0.04

s = Spessore dello strato; C = Conduttività termica del materiale; M.S. = Massa superficiale; P = Permeabilità al vapore; R = Resistenza termica

Trasmittanza (W/m²K): **0.508 > 0.3** (Valore di legge)

Massa superficiale (Kg/m²): **822**

Resistenza termica (m²K/W): **1.97**

Spessore totale (mm): **505**

Comune di Busto Arsizio

Zona Climatica: E, Gradi Giorno 2861

T interna (°C): 20.0

T esterna (°C): -5.0

diagramma Glaser Muro con cappotto

Medesimo intervento è previsto anche per la palestra delle scuole medie (piano rialzato) ove nelle facciate terminali presenta gravi fenomeni di condensa con formazioni di muffe.

Internamente è prevista la completa pitturazione di tutte le pareti verticali di tutti gli ambienti (aule, corridoi, uffici, locali tecnici, bagni, spogliatoi, palestre, etc.), comprese le sottorampe delle scale.

Bagni

E' previsto il completo rifacimento dei bagni lato nord e lato sud a piano primo e secondo con demolizione completa e rifacimento (alcune turche vengono sostituite con vasi, per i servizi delle alunne, mentre per gli alunni resteranno le turche).

Serramenti interni

Le porte interne delle aule e le finestre tra aule e corridoi sono originarie dell'epoca costruttiva e presentano vetrature in vetro semplice. Tali elementi, in pieno contrasto con la normativa vigente, devono essere sostituiti. Considerata l'antieconomicità di modifica su elementi così vetusti è preferibile economicamente la sostituzione dei serramenti con porte in legno e finestre in PVC con vetri antisfondamento.

Le porte di emergenza sulle scale esterne hanno vetri semplici, gli stessi vanno sostituito con vetri antisfondamento certificati.

Nelle aule sono presenti gli oscuranti (del tipo a veneziana saliscendi con doghe metalliche orientabili). Nella scuola sono presenti circa 120 elementi oscuranti e di questi la metà non sono funzionanti: è prevista la sostituzione.

Le porte delle scale in accesso ai corridoi sono fuori norma (vetrate semplici) e non necessarie (mai utilizzate): è prevista la loro rimozione senza sostituzione.

Porta REI sottotetto

Palestra

La palestra a piano seminterrato presenta gravi fenomeni infiltrativi per umidità di risalita al piede delle murature e della pavimentazione che, in caso di piogge, manifesta allagamenti con bagnatura del pavimento in linoleum e formazione di muffe rendendo inutilizzabili gli ambienti.

Tale struttura è priva di un valido vespaio aerato, per tale motivo si prevede la sua realizzazione mediante demolizione della pavimentazione esistente, scavo per circa 35 cm, formazione di vespaio aerato mediante igloo da 20 cm con cappa in cls armato da 5 cm, con nuova pavimentazione in gomma; il tutto senza variare le quote di pavimento finito.

Si prevede la completa pitturazione dei locali interni.

Sistemazioni esterne

Nel cortile interno della scuola si è evidenziato il cedimento di un pozzetto in ghisa nella zona ex centrale termica della palestra che necessita la rimessa in pristino.

Si è rilevata una criticità relativa alle scale di emergenza realizzate in cortile in quanto i primi pianerottoli delle rampe scale sono posizionati ad una quota di circa 170 cm dal terreno, creando un potenziale pericolo per le persone che vi transitano al di sotto. E' sufficiente realizzare una piccola interdizione con un elemento fisso (tipo dissuasore del traffico o fioriera) in modo da impedire il passaggio delle persone.