

Indice generale

1	INTRODUZIONE	2
2	INQUADRAMENTO TERRITORIALE	2
3	CRITERI DI PROGETTAZIONE.....	5
4	PREMESSA STORICA E SUCCESSIVI AMPLIAMENTI E MODIFICAZIONI.....	5
5	SCHEMA STATICO E TIPOLOGIA DEI MATERIALI	6
6	RIEPILOGO DELLE ATTIVITA' DI VERIFICA DI STATICITA' E INDAGINI ESEGUITE.....	6
7	RISULTANZE DELLE VERIFICHE.	7
8	INDAGINI RECENTI UTILI A DEFINIRE LE STRATEGIE DI INTERVENTO.....	11
9	PRIMI RISCONTRI DEL SOPRALLUOGO.	15
10	RIEPILOGO INTERVENTI DA ESEGUIRE:	16
11	PROGETTO DEFINITIVO/ESECUTIVO.....	17
12	SCELTE PROGETTUALI E VALUTAZIONI TECNICO-ECONOMICHE.....	18
13	CONFORMITA' URBANISTICA ED ALLE NORME AMBIENTALI.	20
14	FATTIBILITÀ AMBIENTALE, GEOLOGICA E GEOTECNICHE.....	20
15	DISPOSIZIONI AI FINI DELLA SICUREZZA.	20
16	PIANIFICAZIONE DEI LAVORI.....	21
17	DISPONIBILITÀ DELLE AREE	22
18	COSTI DI REALIZZAZIONE	22
19	REQUISITI E PRESTAZIONI	23
20	CRONO PROGRAMMA	23
21	DOCUMENTI DEL PROGETTO DEFINITIVO/ESECUTIVO.	23

1 INTRODUZIONE

il presente progetto definitivo ed esecutivo prevede la realizzazione di opere di “ restauro e risanamento conservativo solai ala est ed atrio con intervento di consolidamento strutturale “, (compresa scala interna a servizio di tutti i piani) della Scuola Primaria “ Milite Ignoto “ in Via De Amicis n° 1 a Casorate Sempione. L’obiettivo è quello di migliorare in generale lo stato di conservazione delle caratteristiche prestazionali e strutturali dei solai di copertura della mensa e dell’atrio a piano terra, e migliorare le caratteristiche di portanza della scala retrostante l’atrio che serve tutti i piani oltre a migliorare le caratteristiche strutturali dell’edificio stesso, come anche momento conoscitivo dell’opera su cui si interviene, e che per mezzo di studi interdisciplinari concorre alla ricostruzione del bene. Le opere previste sono quel “complesso di strategie e di interventi utili a garantire il mantenimento in efficienza dello stato di consistenza raggiunto dal manufatto”.

Si eseguiranno dunque opere di consolidamento delle criticità emerse nel corso degli anni a seguito di indagini conoscitive e non distruttive eseguite sul fabbricato. Nel progetto di fattibilità sono state esaminate diverse soluzioni progettuali in funzione anche di progettazioni e/o lavori già eseguiti per trovare il miglior rapporto tra sicurezza/costo. Sulla base delle indicazioni contenute nel progetto di fattibilità è stata eseguita la progettazione definitiva ed esecutiva con le scelte progettuali indicate di seguito.

2 INQUADRAMENTO TERRITORIALE

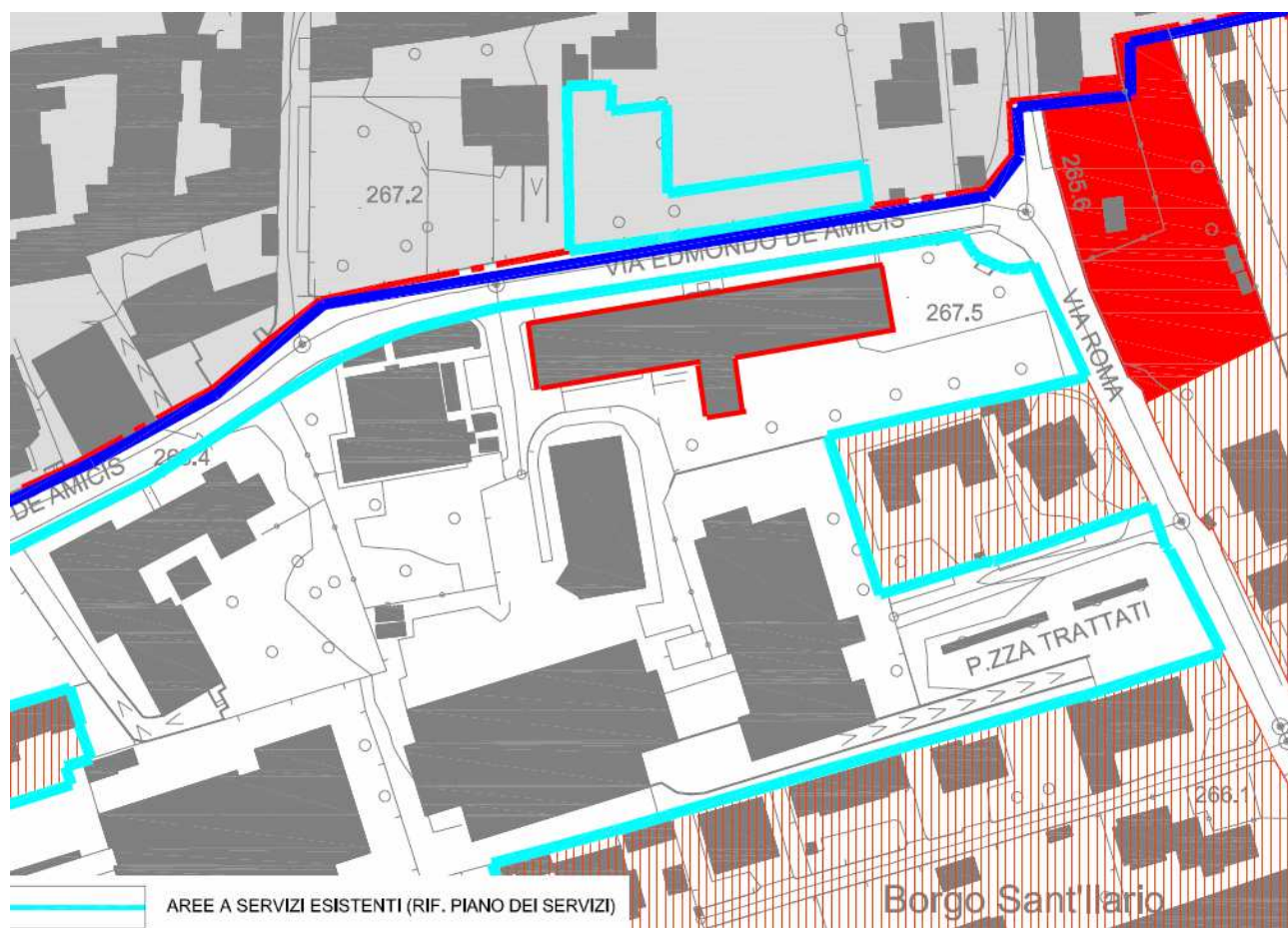
L’immobile sul quale si deve intervenire è ubicato in Via De Amicis n° 1 a Casorate Sempione.

Di seguito viene individuato l’immobile su:

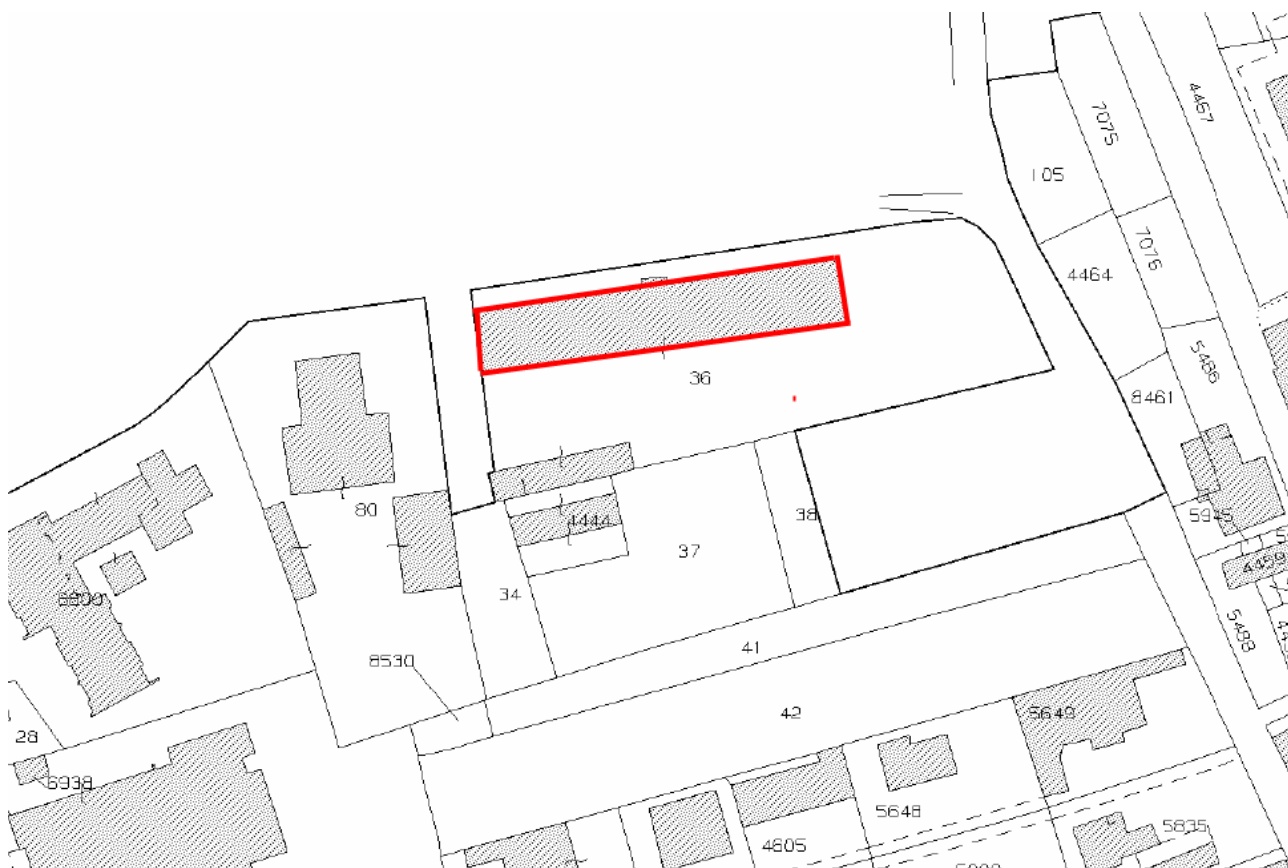
- Estratto foto satellitare
- Estratto P.G.T.
- Estratto mappa



Individuazione su estratto foto satellitare

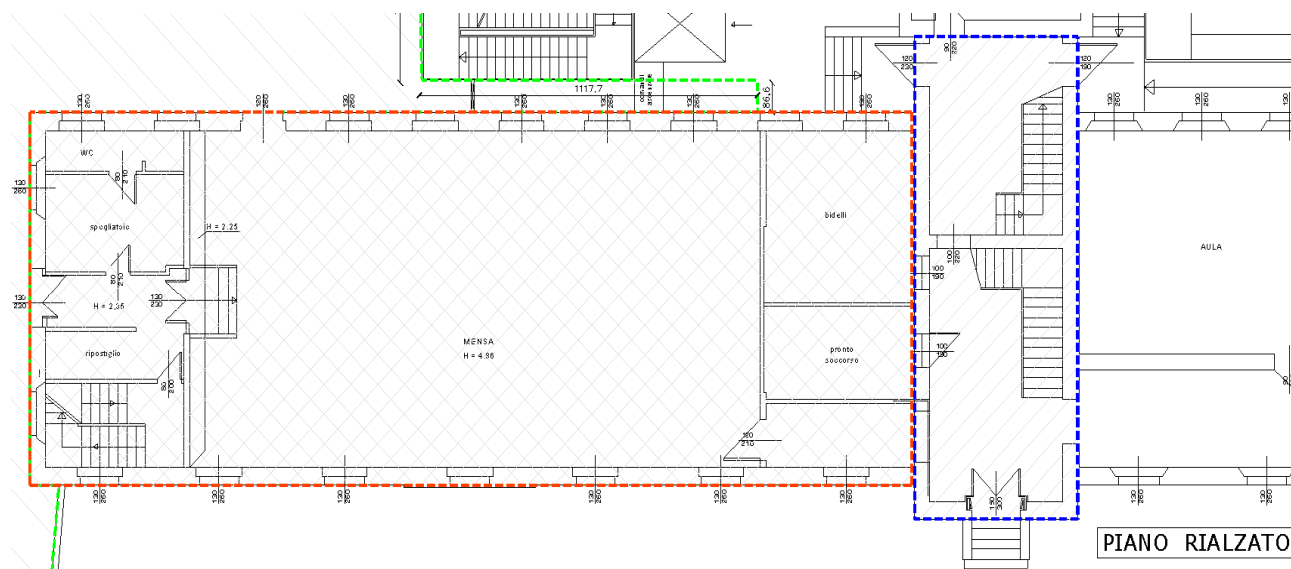


Individuazione su estratto P.G.T.



Individuazione su estratto mappa

La parte su cui si interviene è l'ala Est della scuola e precisamente l'intervento riguarda il consolidamento del solaio di copertura della mensa, il solaio dell'atrio lato nord e la scala interna di accesso a tutti i piani lato Sud.



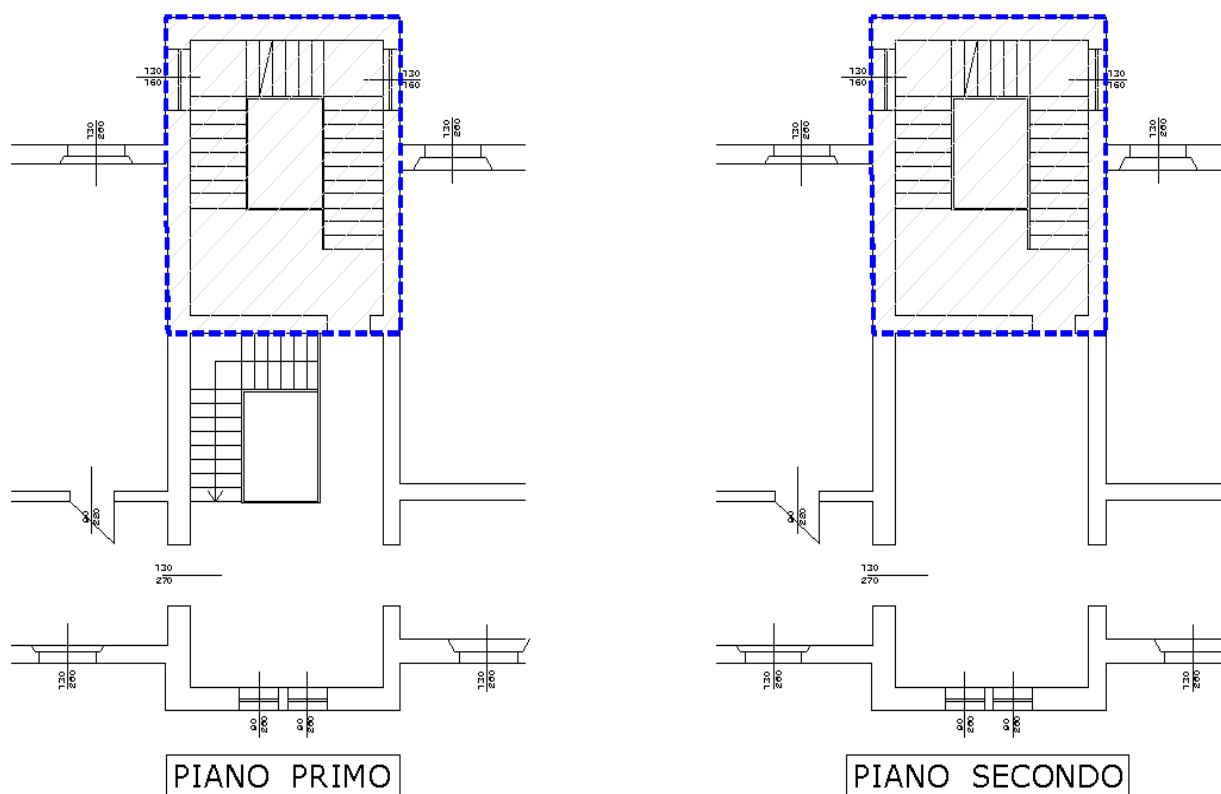
Zone di intervento piano rialzato



Intervento zona mensa



Intervento atrio e scala



Zone di intervento piano primo e secondo

3 CRITERI DI PROGETTAZIONE.

In considerazione delle valutazioni compiute nelle realizzazioni dei precedenti progetti, dai dati raccolti nei sopralluoghi e dalle comunicazioni con gli utenti, con i responsabili dei servizi e con i tecnici comunali e dalle verifiche ed indagine eseguite sulla scuola negli anni, si è ottenuto un quadro generale su cui programmare gli interventi in progetto.

4 PREMESSA STORICA E SUCCESSIVI AMPLIAMENTI E MODIFICAZIONI

La scuola è stata edificata all'inizio del secolo scorso, presumibilmente nel 1912, ed in origine comprendeva il Corpo Ovest su due livelli, mentre il corpo Est prevedeva il solo piano terra, adibito a palestra.

Negli anni '30 la scuola ha subito un primo ampliamento che ha interessato il corpo Est, con la realizzazione delle aule al secondo piano.

Tra gli anni 1952 e 1953 la scuola ha subito un ulteriore importante ampliamento che ha previsto la realizzazione di un'ulteriore piano, oltre al nuovo vano scala per raggiungere il secondo piano, assumendo la configurazione attuale.

Successivamente sono stati eseguiti altri interventi minori, che non hanno interessato il corpo principale della scuola.

Nel 1992 sono stati rifatti i bagni al primo piano dell'Ala Est ed è stata realizzata la rampa

disabili posta nel cortile interno e successivamente è stata realizzata una scala di sicurezza, con struttura metallica, in corrispondenza del corpo Est

L'impianto strutturale originario, in particolare dell'Ala Est non è stato mai modificato e per lasciare la massima fruibilità del piano terreno, in origine utilizzato come palestra ed ora come mensa, ha mantenuto l'impostazione originaria con solai di grande luce (oltre 10 mt) ed in campata unica.

Nel corso degli anni sono state eseguite numerose verifiche di portata dei solai.

5 SCHEMA STATICO E TIPOLOGIA DEI MATERIALI

La struttura portante del corpo principale della scuola è costituita da muratura portante in mattoni pieni con solai di differente fattura.

In particolare si riscontra un solaio gettato in opera con alleggerimento in laterizio per il primo solaio del corpo Est (realizzazione 1930) e solai gettati in opera, di differente tipologia, per il secondo solaio (e presumibilmente per il sottotetto) di entrambi i corpi di fabbrica.

Le scale interne sono realizzate con gradini prefabbricati incastrati nella muratura prefabbricata.

Per quanto riguarda i materiali si hanno informazioni dalle analisi del 2007, che indicano un calcestruzzo di classe Rck 200 o Rck250 daN/cm², con acciaio tondo liscio, che a seconda delle epoche costruttive, potrebbe appartenere alla tipologia AQ50 o Feb32k, con tensioni di snervamento tra 1200 e 1600 daN/cm².

Le prove con martinetto piatto hanno fornito invece una resistenza a rottura della muratura pari a 27 daN/cm², con tensione di esercizio di circa 6,5 daN/cm².

Facendo riferimento alla indagine geologica eseguita a supporto della progettazione del vano ascensore, risulta che il terreno, presenta uno strato soffice a partire dai 2 mt di profondità fino ad arrivare a 5-6 mt dal piano di campagna.

Tenendo conto di una possibile quota di imposta delle fondazioni a circa 1 mt di profondità, si deduce un carico di rottura del terreno di circa 5 daN/cm², con una pressione ammissibile di circa 1,5 daN/cm² (Fs=3,00), da limitare ulteriormente per evitare cedimenti eccessivi.

6 RIEPILOGO DELLE ATTIVITA' DI VERIFICA DI STATICITA' E INDAGINI ESEGUITE

La scuola risulta essere, un edificio di "vecchia data" con tutte le criticità derivanti sia dalle tecnologie costruttive utilizzate, sia dall'invecchiamento ed usura dei materiali.

L'edificio ha manifestato già da tempo delle criticità, tanto che già dal 1991 si ha traccia di perizie statiche sull'edificio.

La prima perizia di cui si ha traccia è stata redatta nel 1991 dall'ing. Pariani.

Tale perizia ha riguardato la staticità del solaio dei bagni di primo piano sia dell'Ala Ovest (si segnalavano fessure nel solaio ed uno "scollamento" della facciata), che dell'Ala Est (grossa

fessura a pavimento e nel tavolato che separa la zona servizi dalla prima aula). Inoltre è stata eseguita una verifica sulla scala che porta al secondo piano, per la quale era stata evidenziata una eccessiva flessibilità e sulla quale era stata eseguito un intervento di “legatura” con profili metallici, tuttora visibile.

Tale perizia ha confermato le criticità, non ravvisando un pericolo imminente, ma raccomandando degli interventi sia di monitoraggio che di ripristino.

In particolare era raccomandata la modifica della struttura di “legatura” della scala (NON ESEGUITA).

Esistono poi certificati di idoneità statica rilasciati nel 1994 (ing Pariani) e 1996 (ing. Guenzani). Tra il 2007 e 2009 è stata poi eseguita una estesa campagna di verifiche strutturali affidata agli ing. Moglia e ing. Piccinin.

Lo scopo delle verifiche, oltre alla determinazione delle portate dei solai, evidenziava una eccessiva flessibilità dei solai degli atri scala e una deformazione evidente dei solai dell’Ala Est.

La campagna di indagini ha previsto la realizzazione di n° 6 prove di carico ed una prova con martinetti piatti (determinazione delle caratteristiche della muratura) affidate ad una ditta specializzata. Oltre a queste indagini sono stati eseguiti saggi strutturali su tutti i solai calpestabili ed un rilievo, sia all’intradosso che all’estradosso, delle frecce inelastiche dei solai, in particolare le frecce del solaio di copertura della mensa e dell’atrio della scuola al quale si accede dalla porta presente su Via De Amicis.

7 RISULTANZE DELLE VERIFICHE.

In generale tutte le verifiche e perizie eseguite hanno evidenziato le stesse criticità dell’edificio:

Solai:

Tutti i solai sono stati realizzati secondo la regola d’arte vigente all’epoca della realizzazione. Risultano quindi tutti privi di una cappa di ripartizione in calcestruzzo armato, in particolare il primo solaio dell’Ala Est, risulta carente di un qualsiasi elemento di collegamento trasversale. Mentre i solai dell’Ala Ovest risultano disposti in continuità su due campate (configurazione che assicura una maggiore rigidezza del solaio) il solaio dell’Ala Est è disposto in semplice campata, con notevoli carichi in campata (il tavolato del corridoio). Questa configurazione risulta sempre critica, in quanto si sviluppano maggiori deformazioni in campata (possibili fessurazioni nei tavolati portati) e rotazioni agli appoggi (fessurazioni nelle murature di facciata).

A riprova di tale affermazione si possono confrontare le deformazioni rilevate, già nel 2007, che sono pari a circa 10 mm nell’Ala Ovest, mentre raggiungono una media di 50 mm per l’ala Est. Per quanto riguarda le portate risultano inferiori alle prescrizioni di legge per l’Ala Est (la perizia del 2007 riporta infatti delle limitazioni all’utilizzo di tali solai).

Dal punto di vista sismico i solai risultano carenti in quanto non costituiscono un valido piano rigido di ripartizione (raccomandato dalla normativa) vista la mancanza di una idonea cappa di ripartizione armata.

Sfondellamento dei solai

I solai in latero-cemento sono costituiti da travetti portanti tralicciati, interposti da elementi di alleggerimento in laterizio detti pignatte, al cui intradosso è stato eseguito un intonaco di spess. cm. 1,5/2. Nei bangi inoltre era stato appeso al solaio un controsoffitto modulare in pannelli minerali per nascondere gli impianti di scarico dei bagni. Negli edifici con orizzontamenti in cemento armato e laterizio, a distanza di qualche decina di anni dalla realizzazione, si verifica nei solai il distaccamento del fondello della pignatta e del fondello in laterizio del travetto e se presente del sottostante intonaco, il cui peso è all'incirca di Kg. 40/50 mq, con conseguente grave pericolo per gli addetti.

Lo sfondellamento viene spesso sottovalutato in quanto non provoca danni strutturali al solaio in laterocemento in quanto in diversi studi è stato possibile affermare che non ne riduce le capacità portanti. Tuttavia è pericoloso per la sicurezza.

Le conseguenze di un episodio di sfondellamento, infatti, sono imprevedibili: dal caso in cui il crollo di materiale rende inagibili locali e ne danneggia il contenuto, fino a situazioni di vera emergenza in cui sono coinvolte persone.

Spesso lo sfondellamento passa inosservato: basta una controsoffittatura per nascondere il solaio e coprire così i segnali d'allarme che anticipano uno sfondellamento. Tuttavia, in questo caso il crollo potrebbe assumere conseguenze ancora maggiori per la presenza di persone maggiormente più vulnerabili (bambini).

Se quindi attualmente non sono emerse criticità derivanti da uno sfondellamento imminente, bisogna ricordare che il fenomeno non è "prevenibile", e che una volta iniziato, lo stesso non è arrestabile e non può che peggiorare. Pertanto se nell'immediato è necessario eseguire una verifica accurata della situazione di tutti gli intradossi (per scongiurare eventuali distacchi) è altresì necessario mettere in atto delle soluzioni differite nel tempo per proteggere persone e cose da eventuali danni conseguenti al crollo di porzioni di pignatte.

Il verificarsi dello sfondellamento non è mai legato ad un'unica criticità ma è un fenomeno che cresce e si evolve nel tempo in conseguenza di diversi fattori.

In alcuni casi il soprappeso, alcune destinazioni d'uso, la qualità dei manufatti e l'età degli edifici possono determinare tensioni, compressioni o dilatazioni che sollecitano i solai. Tali fenomeni possono manifestarsi con crepe, incrinature e essudazioni che possono essere localizzate, diffuse o addirittura provocare cedimenti e crolli. In alcuni casi le infiltrazioni sono uno dei fattori scatenanti del fenomeno dello sfondellamento perché saturando d'acqua la soletta creano dilatazione nei laterizi.

La dilatazione può trasformarsi in compressione tra il laterizio e i travetti in cemento armato. Gli elementi sottoposti alle sollecitazioni possono innescare un invecchiamento precoce dell'intradosso del solaio.

Da non trascurare è anche l'effetto negativo dell'acqua e/o umidità sui ferri d'armatura dei travetti che accelera l'insorgere di ossidazione corrosiva: "ruggine" che, a sua volta, influisce

sulla base delle pignatte e talvolta sulla rigidità stessa dell'impalcato.

Le principali cause sono:

- **Errato disegno delle pignatte:** Lo sfalsamento in orizzontale dei setti interni delle pignatte, può provocare la rottura dei setti verticali dei blocchi. Tale rottura è dovuta alla concentrazione di sforzi nei nodi che non sono in grado di trasmettere da un lato all'altro, lungo i setti orizzontali, gli sforzi di compressione. Ne deriva una eccessiva sollecitazione a trazione per flessione nei setti verticali.
- **Difetti di progettazione strutturale:** Alcune scelte progettuali possono influenzare il comportamento della struttura, per questo motivo è bene evitare:
 - luci di solaio eccessivamente diverse tra loro tali da creare tratti di solaio interamente compressi;
 - luci eccessive nelle travi in spessore, in modo da evitare tensioni eccessivamente elevate sotto i carichi permanenti che accentuano le deformazioni differite;
 - luci delle travi dello stesso ordine di grandezza delle luci dei solai, perché questo determina effetti piastra di cui difficilmente si tiene conto.
- **Cattivo riempimento dei travetti :**
 - barre d'acciaio poggiate sul fondo del travetto a contatto del laterizio e non smosse e sollevate durante il getto, per cui il ricoprimento ed avvolgimento dell'acciaio da parte del getto di calcestruzzo non avviene;
 - granulometria del calcestruzzo eccessivamente elevata (fino al oltre 40 mm di diametro max degli inerti) rispetto alle dimensioni del travetto e mancata vibratura del getto.
- **Sfondellamento locale dovuto agli impianti appesi.**
- Trascurata manutenzione e infiltrazioni d'acqua.
- Fenomeni non sufficientemente previsti in sede di progettazione o costruzione quali importanti dilatazioni termiche, dilatazioni igrometriche impediti, ritiro differenziale dei componenti del solaio, altri fatti accidentali e localizzati.

Nel caso in esame non si sono mai verificati fenomeni di distacchi di pignatto ed intonaco ma sono presenti delle criticità che sicuramente non devono passare inosservate (anche alla luce dei fatti di cronaca recenti , riguardanti fenomeni di sfondellamento nelle scuole):

- Vi è sicuramente una forte differenza di luci di solaio tra la zona corridoio e la zona delle aule che crea forti compressioni all'estradosso nella zona delle aule e forti compressioni all'intradosso nella zona dei corridoi. Questo fenomeno, accompagnato dalla mancanza in alcuni solai della cappa di cls superiore , può provocare forti compressioni anche sulle pignatte (elemento non progettato per sopportare sforzi di pressione ma utilizzato solamente come elemento di alleggerimento) con conseguente distacco dei fondelli e dell'intonaco.
- V'è sicuramente una componente di forte umidità nella zona mensa e bagni, che

può provocare, a lungo termine, fenomeni di corrosione delle barre di armatura con conseguente dilatazioni indotte al cls ed alle pignatte.

- Sicuramente i lavori che si sono eseguiti e che si dovranno eseguire, indurranno forti vibrazioni a tutta la struttura e soprattutto ai solai. Tale fenomeno può accentuare il distacco di pignatto ed intonaco

Scale:

Le scale interne risultano essere a sbalzo dalle murature, realizzate con manufatti prefabbricati. Tale configurazione non prevede una collaborazione tra i gradini e ciascuno di essi ha un comportamento indipendente.

L'intervento di collegamento tra i gradini eseguito in data antecedente alla perizia del 1991, per quanto ispirato da un'intenzione corretta, è stato eseguito in maniera non corretta, scaricando il peso dei gradini sui ripiani d'angolo invece che sulle murature portanti, creando una deleteria concentrazione di sforzi su un elemento non correttamente dimensionato. Inoltre questa configurazione risulta intrinsecamente fragile e quindi problematica nei confronti delle azioni dinamiche in caso di sisma.



Foto scala e collegamento gradini

Murature:

Le murature sono realizzate con materiale di buona qualità ma presentano alcune criticità evidenziate più volte:

Le murature di facciata sono collegate e solidarizzate dai solai ad esse ortogonali, (anche se tale collegamento risulta sottodimensionato per le verifiche sismiche). Per le murature di testata, come verificato durante i lavori di posizionamento dei tiranti alla Ovest eseguiti a fine 2015 inizio 2016, è stato possibile stabilire che le stesse, pur ordinate parallelamente allo sviluppo dei travetti del solaio, risultano completamente collegate al solaio mediante cordoli di piano che sul

lato Ovest presentano al loro interno tiranti in ferro. Nonostante le murature siano completamente legate ai solai ed ammorsate negli angoli, le stesse presentano delle criticità nei confronti del sisma anche a causa della presenza del terzo piano che ne aumenta notevolmente i carichi statici applicati ad esse.

Fondazioni:

Non è mai stata fatta alcuna considerazione sulle fondazioni dell'edificio.

Una prima considerazione da fare è che, quanto meno, la pressione in fondazione è almeno raddoppiata rispetto alle ipotesi del progetto originale (aggiunta di un piano) e non si ha notizia di alcun intervento di consolidamento su di esse nella fase di ampliamento del 1952-53.

Con semplici considerazioni si può dedurre che la pressione sul terreno si avvicina di molto a quella ammissibile, a meno che non esistano fondazioni con larghezze maggiori di un metro cosa molto improbabile. Risulta quindi necessaria la necessità di rinforzare le fondazioni oppure di trovare una soluzione che permetta di scaricare i muri di facciata dai carichi tuttora agenti

8 INDAGINI RECENTI UTILI A DEFINIRE LE STRATEGIE DI INTERVENTO

Per meglio valutare le strategie di intervento, recentemente sono state eseguite nuove indagini conoscitive e precisamente sono state eseguite dei carotaggi sulla pavimentazione della mensa per poter eseguire delle nuove prove penetrometriche sul terreno sottostante il pavimento della mensa.

Durante l'esecuzione dei sondaggi e delle prove penetrometriche si è potuto verificare l'esatta consistenza della pavimentazione della mensa. In tale sede si è riscontrato quanto segue:

La pavimentazione della mensa è composta da:

- Un primo strato in piastrelle di ceramica con sottostante sottofondo in sabbia e cemento alleggerito con palline vergini di polistirolo per uno spessore totale di cm. 7. Alla base è presente rete zincata 5*5 spess. 2 mm.
- Un secondo strato (vecchio pavimento della palestra) costituito da una pavimentazione in gomma spess. cm. 1,5.
- Un terzo strato, avente funzione di supporto alla pavimentazione in gomma, costituito da un sottofondo in calcestruzzo per uno spessore di circa cm. 6/7.
- Un terzo strato costituito da ciottoli e mista avente una funzione di vespaio per uno spessore totale di cm. 40/50.



Foto pavimentazione mensa



Foto massiciata di sottofondo pavimento mensa

Le prove geotecniche eseguite sono riportate nella relazione del geologo Cristiano Nericcio, allegata al presente progetto definitivo/esecutivo insieme anche alle prove geotecniche eseguite per la costruzione della scala esterna in acciaio ed ad altre prove eseguite in cantieri limitrofi.

Sono stati eseguiti sondaggi sulle murature dell'ala Est per verificare l'esatta consistenza delle stesse ed il grado di ammassamento verticale lungo gli angoli e se fossero presenti cordoli di piano in calcestruzzo.

In tale sede si è riscontrato quanto segue:

Le murature del piano secondo dell'ala Est risultano eseguite in blocchi svizzeri perfettamente legate lungo gli angoli e a giunti verticali sfalsati, con presenza di cordoli di piano in cls. Probabilmente sono stati eseguite in tempi relativamente recenti.



FOTO 1



FOTO 2

Le murature del piano rialzato e primo sono in mattoni pieni e risultano perfettamente ammorsate sugli angoli verticali della parete lato Est. Ad ogni piano si è riscontrata la presenza di un cordolo in calcestruzzo.

Le murature non presentano superfici di discontinuità verticali, sia parallele al muro (presenza dei diatoni), sia ortogonali al muro (presenza ortostati) e l'unica superficie di discontinuità presente è quella orizzontale, sulla quale agisce uno sforzo di compressione dovuto ai carichi verticali (peso proprio e carichi trasmessi alla muratura dagli orizzontamenti e dalla copertura)

La muratura risulta realizzata "a regola d'arte", ha:

- filari orizzontali e i giunti verticali sfalsati
- forma e dimensioni degli inerti regolari



FOTO 3

Per quanto riguarda la fessurazione verticale presente lungo la parete lato est è, si è riscontrata la presenza di uno scarico dei bagni all'interno del muro in mattoni pieni che come per il lato Ovest in quel punto risulta legata solamente da un paramento interno ed esterno di muro in mattoni pieni a una testa.



FOTO 4

Sono state anche eseguite delle indagini per individuare esattamente la composizione del solaio dell'atrio, il quale risulta costituito da una serie di profilati metallici IPN 180 ad una distanza di circa 80 cm. con interposizione di tavelloni in laterizio. Soprastante è presente un pavimento in marmette di cemento posato su letto di sottofondo in sabbia e cemento.

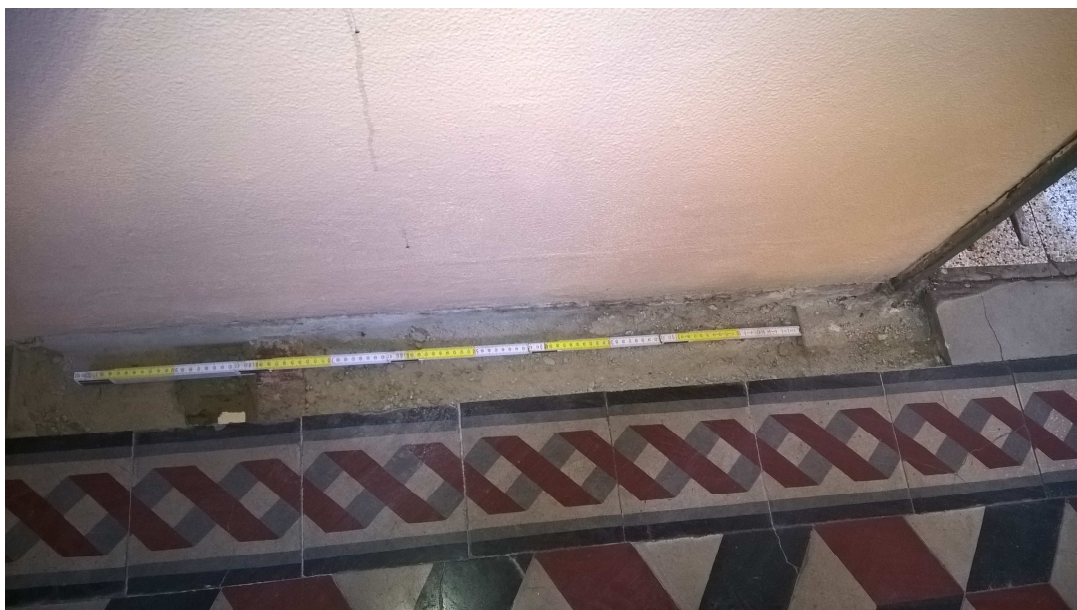


Foto posizione profili IPN 180



Foto distanziamento profili IPN 180

9 PRIMI RISCONTRI DEL SOPRALLUOGO.

In particolare si possono evidenziare due ordini di verifiche da eseguire: una prima verifica di “staticità” dell’edificio in modo da garantire la sicurezza nei confronti delle azioni verticali ed una verifica di “vulnerabilità sismica” dell’edificio nei confronti delle azioni orizzontali dovute al sisma, come prescritto dalle recenti normative.

Dall’ispezione visiva eseguita e sulla base della conoscenza di analoghi edifici si possono evidenziare una serie di criticità:

Criticità nei confronti dei carichi verticali:

Le murature portanti presentano una serie di piccole lesioni che, allo stato dei fatti, non evidenziano importanti cedimenti fondazionali. Risulta comunque auspicabile una verifica della

resistenza delle murature con particolare attenzione all'incremento di carico derivante dalle sopraelevazioni (le murature del piano terreno sono rimaste quelle originarie).

L'Ala Est presenta invece delle criticità maggiori legate principalmente alla flessibilità dei solai che sono impostati in campata singola. In particolare a piano terreno l'edificio è a pianta libera (mensa) mentre ai piani superiori è presente un tavolato di separazione tra le aule ed il corridoio, realizzato con materiale pesante e direttamente impostato sul solaio.

In tale tavolato si evidenziano delle fessurazioni ed un distacco a livello dell'incrocio tra tavolato e intradosso solaio, indicatore evidente di un assestamento del solaio. Tutti i solai presentano delle frecce, anche significative, che sono tipiche dei solai storici, che venivano realizzati con spessori ridotti e senza cordoli di ripartizione.

A scopo cautelativo, lo scorso anno si era provveduto alla puntellazione del solaio della mensa.

Criticità nei confronti delle azioni sismiche:

L'edificio non è stato evidentemente progettato per resistere alle azioni sismiche e quindi, nel caso di interventi di ristrutturazione/rinforzo, la normativa impone il miglioramento sismico della struttura.

L'edificio non rientra nella casistica degli edifici semplici (luci dei solai maggiori di 6 mt e distanza tra pareti portanti maggiori di 7 mt) e quindi non è possibile eseguire un'analisi semplificata della struttura.

Le norme tecniche per le costruzioni forniscono delle linee guida per l'adeguamento, evidenziando che deve essere perseguito il comportamento scatolare dell'edificio, mediante l'incatenamento delle murature negli angoli, il collegamento dei solai alle murature mediante cordoli di piano e la realizzazione di piani rigidi, per quanto possibile, per la ripartizione delle azioni sismiche.

10 RIEPILOGO INTERVENTI DA ESEGUIRE:

Sulla base della documentazione disponibile è stata eseguita la presente progettazione definitiva ed esecutiva per le seguenti attività che saranno da eseguire per portare ad un miglioramento rispetto alle norme antisismiche dell'edificio scolastico oltre ad una protezione passiva rispetto a fenomeni non prevedibili come lo sfondellamento delle pignatte:

Interventi non strutturali

Esecuzione controsoffitti antisfondellamento come protezione per fenomeni di sfondellamento dei solai cominciando dalle solette dei bagni piano terra e primo nonché solaio copertura della mensa

Interventi di rinforzo strutturale.

Rinforzo dei solai dell'Ala Est.

Completamento intervento di solidarizzazione dei gradini scala.

Rinforzo dei solai dell'atrio scala che ha portata idonea ma eccessiva flessibilità.

Inserimento di nuove strutture verticali per scaricare le murature.

Rinforzo strutturale delle murature mediante l'esecuzione di betoncino armato con rete in fibra di vetro su entrambe le facce, solo piano terra ala Est.

Realizzazione del "piano rigido" in corrispondenza dei solai mediante la realizzazione di un graticcio in ferro all'intradosso del solaio.

Interventi di adeguamento sismico.

Realizzazione di cordolo di piano mediante formazione di cordolo esterno in frp e placcaggio interno con profilo UPN in metallo.

11 PROGETTO DEFINITIVO/ESECUTIVO

Sulla base delle osservazioni sopra menzionate si è redatto il presente progetto definitivo/esecutivo, che comprende interventi specifici sul fabbricato, da eseguirsi previa valutazione tecnico – economica e verifica delle disponibilità degli spazi oggetto di intervento.

Gli interventi ipotizzati sono coerenti con le considerazioni precedenti.

Strategia di intervento

In funzione di quanto sopra esposto si è individuata una metodologia di intervento e delle soluzioni progettuali per risolvere alcune delle criticità presenti ed innanzitutto la necessità di effettuare delle opere che permettano la rimozione della struttura provvisoria in mensa.

Gli interventi riguardano principalmente il risanamento delle problematiche evidenziate al punto 10.

A tal fine si sono evidenziate le situazioni più critiche della struttura e si procederà al loro risanamento ottenendo un **CONSOLIDAMENTO STRUTTURALE** del fabbricato, da inquadrare come prima fase di una serie di interventi che porteranno al completo adeguamento dell'edificio.

In particolare si procederà a:

- Realizzare un rinforzo intradossale per il solaio dell'ala Est (mensa), in singola campata, al fine di aumentarne le portate e ridurre la flessibilità mediante realizzazione di quattro pilastri in acciaio con relativa trave di ripartizione dei carichi del solaio. Inoltre questo intervento riduce le sollecitazioni sulle murature di facciata.
- Realizzazione delle fondazioni della struttura sopra descritta con plinti in c.a. su micropali
- Realizzazione di un graticcio metallico a intradosso del primo solaio ala Est per riprodurre il comportamento di solaio rigido e ripristinare il comportamento scatolare di questa porzione di fabbricato.
- Realizzare un rinforzo, mediante betoncino armato, dei maschi murari del piano terra ala est per migliorarne il comportamento statico e incrementare la duttilità.

- Realizzare un controsoffitto antisfondellamento in corrispondenza del locale mensa e nei bagni, dove si sono evidenziate alcune lesioni non strutturali, per prevenire possibili distacchi di pignatto o porzioni di intonaco.
- Rinforzo del solaio dell'atrio mediante l'inserimento di travi rompitratta in acciaio;
- Rinforzo della scala mediante inserimento di profili in acciaio che scaricano gli sforzi sui muri perimetrali

12 SCELTE PROGETTUALI.

In funzione di quanto sopra esposto e di quanto indicato nel progetto di fattibilità, si sono valutate diverse soluzioni, forti anche delle avvenute progettazioni precedenti, di cui si è chiaramente tenuto conto e pertanto le scelte progettuali risultano le seguenti:

1 – Consolidamento solaio mensa.

Per il consolidamento del solaio della mensa sono state effettuate le seguenti scelte.

1.A – Struttura fuori terra.

Per la struttura fuori terra è stata adottata la seguente soluzione:

- Si prevede la realizzazione di incatenamenti con tiranti metallici ad intradosso della soletta del piano primo, la realizzazione di un portale in acciaio su quattro pilastri con trave superiore in acciaio come rompitratta e rinforzo intradossale per i solai dell'ala Est, in singola campata, al fine di aumentarne le portate e ridurre la flessibilità. Inoltre questo intervento riduce le sollecitazioni delle murature di facciata che risultano particolarmente sollecitate. Realizzazione di un graticcio metallico a intradosso del primo solaio ala Est per riprodurre il comportamento di solaio rigido e ripristinare il comportamento scatolare di questa porzione di fabbricato. Realizzare un rinforzo, mediante betoncino armato, dei maschi murari del piano terra ala est per migliorarne il comportamento statico e incrementare la duttilità. Unitamente al betoncino armato verrà realizzato un cordolo in frp con placcaggio interno mediante UPN 200. Il cordolo in fibra di carbonio verrà fissato negli angoli ed all'inizio della stesura mediante inserimento di corde in fibra di carbonio. Tale soluzione progettuale assicura pari prestazioni e grado di sicurezza, e consente l'esecuzione delle opere anche in presenza della puntellatura, riducendo al minimo le interferenze con gli impianti esistenti (elettrico/riscaldamento) e con le fondazioni esistenti. Inoltre, avendo anche una funzione di rompitratta e supporto nei confronti del solaio va a scaricare le murature perimetrali. Per i pilastri, non essendo posizionati sul perimetro, non si rende necessaria una analisi approfondita per stabilire la profondità dei muri perimetrali onde

verificare la necessità o meno di sottomurazione che comunque risultano costose. Chiaramente si ottiene anche un vantaggio economico in quanto si adotta una soluzione più semplice e meno invasiva che ci mette al riparo da imprevisti che risulterebbero costosi.

1.B – Struttura fondazionali.

Per le strutture fondazionali è stata adottata la seguente soluzione:

– Fondazioni profonde con plinti su micropali e pilastri in acciaio.

Per le motivazioni già espresse nel progetto di fattibilità si è optato per la realizzazione di plinti su pali e soprastante pilastri in acciaio che risultano di più facile realizzazione in quanto la struttura di rinforzo del solaio è totalmente in acciaio. Per le opere fondazionali verranno utilizzati micropali (diam. 90 mm.) con lunghezze variabili da 12 m. a 14 m. in base ai carichi trasmessi dai pilastri. Con questa soluzione fondazionale, si evita di dover procedere alla demolizione della pavimentazione esistente ed al relativo scavo. La testa dei pali (disposti a quadrato rispetto ai pilastri) si attesterebbe a livello del terreno esistente. Sopra la testa dei pali si procederà alla formazione di plinti in cemento armato (150*150), dal centro dei quali partiranno i pilastri in acciaio. I pilastri verranno eseguiti con profilati in ferro HEB.

2 – Controsoffitto antisfondellamento.

Si è scelto di partire, nella realizzazione del controsoffitto antisfondellamento, dalla zona dei bagni e della mensa oggetto di intervento.

Per la realizzazione del controsoffitto si è scelta una soluzione con controsoffitto antisfondellamento con l'utilizzo di lastre tipo celenit e struttura appesa al solaio esistente in quanto tale soluzione permette di nascondere, in mensa la struttura di rinforzo del solaio e nei bagni gli scarichi esistenti ed essere comunque ispezionabile.

Tali lastre assicurano anche buone caratteristiche di isolamento acustico (utili per attutire l'effetto di riverbero nella mensa), termico e contro l'umidità (utile sia in mensa che nella zona dei bagni).

3 – Rinforzo solaio atrio.

Per il rinforzo del solaio dell'atrio è stata adottata la seguente soluzione:

– Rinforzo all'intradosso mediante graticcio di travi principali e secondarie.

Tale soluzione risulta molto semplice e economica mediante inserimento di due rompitratta perpendicolari all'orditura esistente e di una trave principale per il sostegno degli stessi verso il lato scala. Tale soluzione permette con un costo basso di assicurare la rigidità necessaria del solaio alle vibrazioni, senza dover asportare la pavimentazione superiore per permettere l'esecuzione del rinforzo e si evitano problemi di quote nei confronti della scala esistente e dei piani delle due ali a causa dell'aumento di spessore.

4 – Rinforzo scala.

Anche in questo caso si è scelta la seguente soluzione:

- Rinforzo mediante profili in acciaio all'intradosso delle rampe esistenti che vanno però a scaricare i carichi sui muri perimetrali**

Tale soluzione permette di scaricare gli sforzi sui muri perimetrali, senza dover intervenire con scavi per la realizzazione di fondazioni (che tra l'altro sarebbe impossibile per la presenza all'interrato del cunicolo di passaggio dell'impianto di riscaldamento).

13 CONFORMITA' URBANISTICA ED ALLE NORME AMBIENTALI.

Per il tipo di intervento progettato, su immobili esistenti, le opere di questo progetto definitivo/esecutivo risultano conformi alle norme urbanistiche ed edilizie. La verifica è stata condotta dai tecnici del comune, sulle norme del P.G.T. vigente. Saranno inoltre rispettate le normative ambientali, igieniche e impiantistiche.

Per quanto concerne le nuove normative antisismiche, il Comune di Casorate Sempione è classificato in zona 4.

14 FATTIBILITÀ AMBIENTALE, GEOLOGICA E GEOTECNICHE.

Trattandosi di edifici esistenti e considerando il tipo di intervento previsto, che non determina alcun impatto diverso rispetto alle componenti ambientali, non è necessario prevedere uno studio specifico di prefattibilità ambientale. Per la tipologia dei lavori da eseguire si sono già eseguite indagini geologiche e geotecniche che fanno parte integrante del progetto definitivo/esecutivo.

15 DISPOSIZIONI AI FINI DELLA SICUREZZA.

Durante l'esecuzione dei lavori, sarà necessario provvedere ad opere accessorie e di sicurezza per l'accessibilità ai fabbricati oggetto dell'appalto; in particolare sarà cura del Responsabile della Sicurezza concordare e controllare tutte le necessarie opere provvisorie di lavoro e delle aree dove si allestiranno i cantieri.

La programmazione di massima dei singoli interventi, di inizio e consegna parziale degli immobili, secondo i "fogli di lavoro", sarà poi concordata con l'impresa per gli adempimenti di legge. L'impresa potrà attuare l'intervento anche per stralci funzionali purché completi e realizzati nei tempi e nei modi previsti dal contratto. I lotti o zone di intervento, saranno poi da concordare con la D.L. e gli utilizzatori/gestori dell'edificio. Si avviseranno dunque preventivamente i responsabili dei servizi ospitati all'interno delle strutture e l'Ufficio Tecnico del Comune di Casorate Sempione al fine di divulgare l'informazione relativa ai lavori che si

andranno a realizzare. Ogni variazione successiva al programma ed al piano di sicurezza, realizzata in corso d'opera, sarà da integrare con un nuovo piano di coordinamento, le cui modifiche dovranno essere trasmesse ed accettate sia dal Responsabile della Sicurezza che dal Direttore dei Lavori.

Particolare attenzione è stata data alle perimetrazioni degli spazi di lavorazione e manovra di mezzi a protezione degli spazi di pubblica frequentazione.

Tutte le lavorazioni relative alla **prima fase (1/A)** dovranno essere eseguite a scuola chiusa in quanto si dovrà intervenire sui bagni e nella zona dell'atrio e scala che sono punti nevralgici per il passaggio dell'utenza scolastica e quindi saranno da eseguire nel periodo che va da inizio Giugno a inizio Settembre.

16 PIANIFICAZIONE DEI LAVORI

Per quanto riguarda la pianificazione dei lavori, considerato che i lavori verranno in parte eseguiti nel periodo estivo a scuola chiusa, sono state esaminate nel dettaglio le problematiche emerse per assicurare la sicurezza dei lavoratori e nel dettaglio le lavorazioni si svilupperanno come segue:

FASE 1: Lavori di ristrutturazione all'interno della mensa, consolidamento solaio atrio e scala e controsoffittature.

SOTTOFASE 1/A: DA ESEGUIRSI A SCUOLA CHIUSA

In questa fase si procederà in primo luogo al rinforzo della soletta dell'atrio e solo successivamente si potrà procedere alla esecuzione del controsoffitto dei bagni piano primo ala Est ed Ovest e piano terra ala Ovest. Contestualmente alla posa del controsoffitto potrà essere eseguito anche il rinforzo della scala esistente. Il tutto secondo l'ordine seguente:

1 - Rinforzo solaio atrio

2 - Esecuzione controsoffitto bagni piano terra e primo nonché rinforzo scala. Le lavorazioni al punto 2 potranno essere eseguite contemporaneamente a patto che gli addetti al controsoffitto utilizzino l'accesso da Via De Amicis e gli addetti al rinforzo scala utilizzino l'accesso dal cortile retrostante la scuola.

Si procederà alla posa dei rompitratta del solaio dell'atrio e dei rinforzi della scala che collega tutti i piani dell'edificio. I lavori verranno eseguiti nei periodi di chiusura della scuola. Si è pertanto data la precedenza al rinforzo del solaio dell'atrio e della scala che sono punti di convergenza dei flussi di alunni e personale da e per le aule. **Tali lavorazioni verranno terminate per forza di cose con l'inizio delle attività scolastiche e saranno soggette a collaudo parziale.**

SOTTOFASE 1/B - LAVORAZIONI ALA EST/MENSA

Questa fase sarà parzialmente eseguita a scuola chiusa e da Settembre, le lavorazioni,

proseguiranno con la scuola in funzione a patto che la mensa e l'ala est a piano primo sia libera da attività scolastiche. In questo caso il servizio mensa dovrà essere spostato in altra struttura e l'ala Est dovrà comunque essere libera da attività scolastiche in quanto le lavorazioni saranno rumorose.

In questa fase si procederà alla sistemazione della soletta della mensa sulla base del progetto esecutivo, il tutto secondo l'ordine seguente a partire dal mese di Giugno 2017:

- 1 - Posa ponteggi esterni ala Est
- 2 - Demolizione intonaci interni ed esterni
- 3 - Demolizione pavimentazione e sottofondo
- 4 - Scavo per plinti
- 5 - Esecuzione pali e relative prove di carico
- 6 - Esecuzione plinti
- 7 - Formazione betoncino armato e cordolo in frp
- 8 - Esecuzione struttura in acciaio per rinforzo solaio mensa
- 9 - Esecuzione rasatura interna ed intonaco civile esterno
- 10 - Esecuzione imbiancatura interna
- 11 - Esecuzione pavimentazioni interne
- 12 - Esecuzione imbiancatura esterna
- 13 - Smontaggio ponteggio esterno
- 14 - Rimozione recinzioni e consegna opere

17 DISPONIBILITÀ DELLE AREE

Gli edifici oggetto degli interventi sono di proprietà pubblica, per questo non sussistono problemi, ma si dovrà concordare con la dirigenza scolastica, il comune, l'impresa nonché la direzione lavori tempi e modi di esecuzione delle opere, in funzione del fatto che i lavori di consolidamento della soletta dell'atrio e della scala dovranno inderogabilmente avvenire nel periodo di chiusura della scuola.

18 COSTI DI REALIZZAZIONE

La stima dei costi di realizzazione delle opere sono stati desunti dal prezzo della Camera di Commercio della Regione Lombardia, da listini di riferimento dell'Amministrazione Comunale per interventi analoghi realizzati negli anni precedenti e da indagini di mercato acquisendo preventivi da ditte specializzate.

I prezzi sono poi stati opportunamente rivalutati e riferiti alle attuali condizioni del mercato, in considerazione delle varie tipologie di lavorazione (incidenza della mano d'opera specializzata, di forniture speciali, degli oneri per le difficoltà di esecuzione).

Fanno parte integrante del presente progetto definitivo/esecutivo computo metrico, elenco prezzi, quadro economico.

19 REQUISITI E PRESTAZIONI

I requisiti e le prestazioni che la struttura dovrà possedere fanno riferimento a quanto sin qui argomentato e menzionato. In ogni caso dovranno essere sempre rispondenti alle normative vigenti menzionate o di riferimento.

20 CRONO PROGRAMMA

Si definisce un crono programma esecutivo delle varie fasi lavorative. Nella fattispecie riguarderà l'attività di esecuzione dei lavori ed in fine di collaudo. Il crono programma viene riportato tra la documentazione del progetto. La consegna definitiva delle opere collaudate è prevista per Gennaio 2018.

21 DOCUMENTI DEL PROGETTO DEFINITIVO/ESECUTIVO.

- Relazione illustrativa.
- Relazioni tecniche: Relazioni di calcolo
 Relazioni Geotecniche
- Elenco prezzi
- Computo metrico estimativo
- Quadro economico
- Capitolato: Parte economica
 Parte tecnica
- Piano di sicurezza e coordinamento
- Cronoprogramma lavori.
- Tavole di progetto.

Il progettista - Ing. Mario Palazzi

