

POLITECNICO DI TORINO

Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Edile



Tesi di Laurea Magistrale

Edilizia scolastica nel comune di Cesena: interventi di adeguamento normativo e riqualificazione funzionale

Relatore

Prof. Ing. Roberto Vancetti

Candidato

Federica Monti

A.A.2017/2018

Indice

Introduzione.....	1
1. Il patrimonio edilizio scolastico in Italia.....	4
1.1 L’edilizia scolastica in Emilia Romagna.....	8
1.2 L’edilizia scolastica riferita alle scuole primarie del Comune di Cesena	10
1.2.1 Metodo di indagine.....	10
1.2.2 Risultati ottenuti	35
1.3 Considerazioni.....	39
2. Caso Studio: Scuola Primaria “Dante Alighieri” – Quartiere Oltre Savio, Cesena (FC).....	42
2.1 Analisi delle documentazioni fornite	49
2.1.1 Analisi documentazione inerente alla vulnerabilità sismica	49
2.1.1.1 Parametri utilizzati e configurazione del modello di calcolo.....	50
2.1.1.2 Risultati ottenuti dall’analisi di vulnerabilità sismica.....	52
2.1.1.3 Soluzioni di miglioramento proposte.....	62
2.1.2 Analisi sicurezza antincendio	65
2.1.3 Analisi documentazione inerente la Diagnosi Energetica.....	68
2.1.3.1 Caratteristiche componenti edilizi	68
2.1.3.1 Interventi di miglioramento energetico proposti.....	81
2.1.3.2 Interventi di miglioramento energetico eseguiti	83
2.2 Analisi dell’accessibilità ai sensi della L. 13/1989 (D.P.R. 503/1996).....	84
2.3 Analisi delle esigenze didattiche	87
2.4 Soluzioni progettuali di messa a norma	94
2.4.1 Verifica standard esistenti seguendo le Linee Guida 2013 del MIUR.....	94
2.4.2 Proposta di riorganizzazione funzionale degli ambienti	111
2.4.3 Proposta di intervento strutturale	125
2.4.3.1 Rinforzo dei solai.....	125
2.4.3.2 Ammorsamento murario e rinforzo delle pareti.....	127
2.4.4 Progetto preliminare di ampliamento uffici e ricostruzione corpo palestra	128
Conclusioni.....	133
Bibliografia e sitografia	135

Riferimenti Normativi.....	136
Allegati.....	137

Introduzione

Il patrimonio edilizio scolastico italiano presenta uno scenario estremamente diffuso sia in termini di distribuzione sia in riferimento ai periodi storici nei quali si collocano gli edifici, evidenziando inoltre una notevole valenza sociale nei confronti della collettività.

Il percorso educativo di un alunno ricopre un arco temporale estremamente ampio. Si ha il primo approccio al nido e alla scuola dell'infanzia, proseguendo nella scuola primaria e successivamente secondaria. Per l'anno scolastico 2017/2018 risultano quasi 8 milioni ¹ gli alunni iscritti ai diversi istituti scolastici presenti nel nostro paese. Per questa ragione ogni percorso di apprendimento richiede specifiche caratteristiche e attenzioni progettuali in rapporto alla fascia di età dei fruitori e alle necessità educative. A tale scopo si creano spazi e aree nel rispetto delle normative vigenti, le quali impongono standard prestazionali specifici in riferimento ad ogni aspetto progettuale.

Il quadro normativo di riferimento risulta datato e in alcuni casi superato, il testo fondamentale a cui ancora oggi si fa riferimento è il D.M. 18/12/1975 “*Norme tecniche aggiornate relative all'edilizia scolastica, ivi compresi gli indici di funzionalità didattica, edilizia ed urbanistica, da osservarsi nella esecuzione di opere di edilizia scolastica*”. Tale decreto è stato emanato in seguito alla necessità di ricostruire e ridare forma e immagine agli edifici scolastici distrutti in seguito agli eventi bellici che hanno interessato il nostro paese durante la Seconda Guerra Mondiale. Fu tra i primi a prescrivere standard precisi per l'edilizia scolastica e oggi, in mancanza di un nuovo decreto, si fa ancora riferimento ad esso anche se tali standard risultano superati. Il D.M. 18/12/1975 risulta diviso in sei diverse aree tematiche e, per ognuna di esse, fornisce le prescrizioni proprie di ogni tipologia di edilizia scolastica.

In Italia, oltre il 60% degli edifici scolastici è stato edificato prima dell'entrata in vigore della sopracitata norma e nella maggior parte dei casi sono necessari interventi di manutenzione o di riqualificazione. E' stato riscontrato inoltre che, in molti casi gli edifici scolastici non risultano adeguati rispetto la normativa vigente in materia di sicurezza.

Per far fronte all'evoluzione del “Sistema Scolastico” e delle esigenze educative è necessario che vi sia una normativa sempre aggiornata in tali termini. Ad oggi risulta infatti fondamentale valutare l'interdisciplinarietà dell'educazione, la necessità di avere aule e ambienti polifunzionali e versatili nei quali l'alunno non deve rimanere seduto per tutto il corso della lezione, ma possa diventare parte integrante di essa. Questi aspetti aiutano e incentivano l'apprendimento soprattutto di alunni appartenenti alle prime fasce di età. A tale scopo, nel 2013 il MIUR ² ha emanato linee guida nazionali per la progettazione di edifici scolastici con le quali vengono trattati sia aspetti distributivo funzionali sia di carattere impiantistico e di gestione e manutenzione degli edifici. Le linee guida evidenziano

¹ Focus “Anticipazione sui principali dati della scuola statale”, Statistica e Studi MIUR. Gli alunni iscritti alle scuole statali per l'a.s. 2017/2018 risultano 7.757.849, per un totale di 370.697 classi.

² Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca.

l'importanza di abbandonare la visione tradizionale di scuola attraverso la quale l'aula viene identificata come unico luogo destinato alla didattica e dove gli altri spazi rappresentano ambienti secondari. In quest'ottica anche le parti di collegamento interno possono diventare parte integrante e attiva per l'apprendimento. Nelle linee guida sono presenti indicazioni riferite alle dotazioni impiantistiche e all'uso dei materiali con riferimento all'importanza di mantenere sempre una corrispondenza tra tutti gli aspetti della progettazione e come ognuno di essi possa massimizzare le prestazioni dell'edificio. Ad esempio risulta fondamentale la valorizzazione della radiazione naturale la quale, se ben studiata, consente di beneficiare degli apporti positivi abbattendo i consumi energetici.

Nel presente lavoro di tesi si è scelto di focalizzare l'attenzione su una delle tipologie scolastiche, la scuola primaria. Tale scelta è stata fatta per l'importanza che il percorso di formazione ricopre nella vita e nella formazione dell'alunno. All'interno della scuola primaria infatti, il bambino vive due passaggi fondamentali, quello dalla scuola dell'infanzia e la preparazione per il passaggio successivo alla scuola primaria di secondo grado. Con il primo egli vive il passaggio dall'ambiente prevalentemente ludico a quello dell'apprendimento vero e proprio. Cambiano inoltre anche gli spazi, nel primo caso infatti vi sono sezioni ampie dove vengono svolte attività collettive e dove il movimento e il toccare con mano ciò che si sta apprendendo risulta fondamentale. All'interno della scuola elementare invece il bambino apprende le nozioni prevalentemente seduto ad un banco ascoltando l'insegnante.

Nel secondo momento l'alunno affronterà il passaggio alla scuola media. In questo caso gli insegnamenti dovranno essere propedeutici a quelli successivi e agli insegnanti è richiesto il compito di preparare l'alunno per gli anni successivi che dovrà affrontare.

In entrambi i casi sono richiesti spazi adeguati, dove nel primo biennio il bambino apprende, entra nell'ottica del comportamento da tenere in aula, senza distaccarsi repentinamente dall'ambiente da cui proviene. Risulta quindi necessario mantenere spazi lucidi simili a quelli presenti nella scuola dell'infanzia, ma adattati alla nuova fascia di età e versatili al fine di soddisfare le diverse esigenze.

L'elaborato si pone l'obiettivo di analizzare il contesto attuale nel quale si trovano gli edifici scolastici, in particolare le scuole primarie, e affrontare tutti i passaggi necessari al fine di intervenire all'interno di realtà esistenti. Considerando il territorio comunale di Cesena (FC) verranno analizzate tutte le scuole elementari, per un totale di 23, costruendo un quadro dello stato di fatto attraverso l'elaborazione di una schedatura per ogni scuola. Tramite la conoscenza dell'età anagrafica degli edifici, delle tipologie costruttive, degli interventi che sono stati eseguiti quali ampliamenti o opere di messa a norma è possibile evidenziare le carenze presenti, se sono presenti criticità comuni e quali sono gli aspetti che necessitano di interventi immediati. In questo modo è possibile definire vere e proprie linee guida necessarie per l'approccio alla progettazione degli interventi. Approfondendo l'analisi su un caso studio, ovvero la scuola primaria "Dante Alighieri" sita all'interno del quartiere Oltre Savio, ogni capitolo costituisce un passaggio progressivo all'intervento. Partendo dagli aspetti più generali di contestualizzazione del fabbricato e analisi strutturale e distributivo funzionale, sono stati poi analizzati aspetti riferiti allo stato in cui si trova l'edificio dal punto

di vista strutturale, grazie alla documentazione inerente allo studio della vulnerabilità sismica, e dal punto di vista energetico, attraverso lo studio della documentazione riferita alla diagnosi energetica. Attraverso questi due documenti è stato possibile creare un primo quadro di intervento. Nel contempo sono stati analizzati gli aspetti riferiti all'antincendio e all'accessibilità. Conseguentemente all'analisi degli aspetti sopracitati e considerando la normativa vigente riferita ai diversi aspetti si è ritenuto necessario ampliare una parte del fabbricato per la collocazione di uffici e demolire e ricostruire il corpo contenente la palestra e il teatro.

1. Il patrimonio edilizio scolastico in Italia

La situazione scolastica da sempre rispecchia le condizioni di una società, evidenziando i problemi e le risorse presenti. L'istruzione rappresenta infatti uno degli indicatori del benessere per uno stato e di conseguenza si riflette nell'edilizia scolastica, la quale mostra il mutamento delle condizioni sociali e dell'evoluzione dei principi educativi.

Attualmente in Italia è presente una situazione complessa e molto critica a riguardo. Le amministrazioni locali devono far fronte alle necessità di ristrutturazione e messa a norma degli edifici senza però disporre dei fondi necessari da parte dello Stato.

La sensibilizzazione alle tematiche in materia di sicurezza sono sorte soprattutto in seguito agli eventi calamitosi di tipo sismico che hanno interessato il nostro paese partendo dal terremoto dell'Aquila nel 2009, proseguendo con il sisma dell'Emilia nel 2012 e quello del Centro Italia nel 2016. Da questi eventi sono emerse le carenze degli edifici che sono state motivo di studio e lentamente stanno portando a un cambiamento a livello normativo e a una maggiore erogazione dei fondi necessari per le ricostruzioni e ristrutturazioni, anche se questi ultimi risultano ancora insufficienti a colmare tutte le necessità. Dagli studi effettuati da Legambiente risulta che nel 2017 oltre il 41% delle scuole si trova in zona sismica 1 e 2, dove il 43,4% di questi edifici risalgono a prima del 1976, ovvero dell'entrata in vigore della normativa antisismica, e solo il 12,3% risulta progettato o adeguato alla normativa tecnica di costruzione antisismica. Gli edifici che necessitano di manutenzioni urgenti risultano invece il 43,8% del totale nazionale.

L'individuazione delle modalità e degli strumenti necessari per pianificare e progettare azioni di riqualificazione sul patrimonio edilizio scolastico italiano necessitano in primis di un'ottima conoscenza del quadro normativo vigente. Di seguito è fondamentale un'analisi conoscitiva del parco di edifici scolastici esistenti nel territorio nazionale, regionale e comunale. Da queste fonti è possibile redigere un quadro generale della situazione immobiliare, delle criticità ricorrenti e delle strategie di intervento.

Legambiente pubblica annualmente un quadro completo sullo stato dell'edilizia scolastica esistente in Italia, cercando di colmare le carenze dei dati presenti all'interno dell'Anagrafe Scolastica ³. Nel rapporto di Legambiente "Ecosistema Scuola" ⁴ sono indicate le problematiche più ricorrenti e si cerca di stabilire quali siano le priorità di intervento, attraverso la conoscenza delle caratteristiche territoriali e la collaborazione con i Comuni capoluogo di provincia.

L'elaborazione dell'indagine avviene grazie alla collaborazione con 92 Comuni Capoluogo che, attraverso la compilazione di un questionario, ha permesso di rilevare il quadro nazionale riferito alle seguenti indicazioni:

- Informazioni generali ed anagrafiche degli edifici;

³ Presente all'interno de Portale Unico dei Dati della Suola del MIUR.

⁴ "Ecosistema Scuola" XVIII Rapporto di Legambiente sulla qualità dell'edilizia scolastica, delle strutture e dei servizi, Roma, 17 ottobre 2017.

- Certificazioni, sicurezza e manutenzione;
- Efficienza energetica e utilizzo di energia da fonti rinnovabili;
- Diffusione di situazioni di rischio.

I dati di seguito riportati fanno riferimento all'anno 2016 quando gli edifici scolastici totali rilevati risultarono 6.029 e una popolazione scolastica pari a 1.123.978 studenti.

Il primo elemento che emerge dai dati è l'età anagrafica delle scuole, il 63,3% è stato edificato antecedentemente alla normativa antisismica del 1974 e di collaudo statico del 1971. La costruzione di nuovi edifici scolastici risulta invece molto scarsa, solo il 4,9% risulta edificato tra il 2000 e il 2016.

Tabella 1 - Anno di realizzazione edifici scolastici in Italia. Fonte: "Ecosistema scuola" Legambiente, 2017

Anno di Realizzazione Edifici Scolastici	
Edifici realizzati prima del 1900	8,4%
Edifici realizzati tra il 1900 e il 1940	15,1%
Edifici realizzati tra il 1941 e il 1974	40,1%
Edifici realizzati tra il 1975 e il 1990	26,5%
Edifici realizzati tra il 1991 e il 2000	5,0%
Edifici realizzati tra il 2001 e il 2016	4,9%

Il trentennio tra il 1941 e il 1974 è stato caratterizzato dalla massima espansione del patrimonio edilizio, frutto di molteplici fattori. Negli anni che intercorrono tra il secondo dopo guerra e gli anni '50 vi è stata la necessità di ricostruire gli edifici distrutti dall'evento bellico. Successivamente l'Italia ha attraversato un periodo di forte crescita economica e sviluppo tecnologico, il cosiddetto "Boom Economico" che ha portato agli anni della speculazione edilizia. Negli stessi anni vi fu anche un forte incremento della scolarizzazione, aumentarono perciò le necessità di spazi idonei dove inserire gli alunni.

A livello progettuale molto spesso le scelte sono ricadute sugli edifici a telaio in calcestruzzo armato, ma la necessità di costruire e il desiderio di guadagno nella maggior parte dei casi hanno portato a una scarsa cura per la scelta dei materiali, a un ridotto studio delle prestazioni nonché a un'inaccurata messa in opera delle quantità degli stessi.

Queste scelte si ripercuotono ancora oggi nel parco edilizio esistente e sono visibili anche negli edifici scolastici i quali presentano forti danneggiamenti a livello strutturale pericolosi per la sicurezza dei fruitori degli stessi, accentuati dalla mancanza di manutenzione eseguita nel corso degli anni.

La vetustà degli edifici spesso è accompagnata da carenze a livello dell'adeguatezza funzionale, riscontrabile dall'analisi della presenza o assenza di certificazioni richieste dalla normativa.

Tabella 2 - Certificazioni edifici scolastici in Italia. Fonte: "Ecosistema scuola" Legambiente, 2017

Certificazioni	Anno 2016
Certificato di collaudo statico	54,4%
Certificato idoneità statica	49,6%
Certificato di agibilità	61,2%
Certificato agibilità igienico-sanitaria	73,8%
Certificato prevenzione incendi	47,4%
Impianti elettrici a norma	84,2%

Sono indicati solo i parametri riferiti all'anno 2016, ma analizzando gli stessi riferiti agli ultimi cinque anni si nota che solo il parametro riferito ai certificati di prevenzione incendi ha avuto un aumento di 11,5 punti percentuali rispetto al 2012, anche se continua a rappresentare la carenza maggiore.

Risultano preoccupanti anche i dati riferiti alle verifiche di vulnerabilità sismica. Come in precedenza evidenziato, oltre il 40% degli edifici scolastici si trova in zona sismica 1 o 2, ma solo nel 36,0% dei casi è stata eseguita verifica di vulnerabilità sismica tra i Comuni ad alto rischio sismico.

Tabella 3 - Edifici costruiti con criteri di bioedilizia e antisismici e con presenza di verifica di vulnerabilità sismica in Italia. Fonte: "Ecosistema scuola" Legambiente, 2017

Sicurezza	Anno 2016
Edifici costruiti secondo criteri di bioedilizia	0,8%
Edifici costruiti secondo criteri antisismici	13,8%
Edifici in cui è stata eseguita la verifica di vulnerabilità sismica	29,3%
Edifici in cui è stata eseguita la verifica di vulnerabilità sismica tra i Comuni ad elevato rischio sismico (zona 1 e 2)	36,0%

Risulta invece abbastanza positiva l'analisi riferita ai requisiti in materia di accessibilità, presenti nell'81% delle scuole italiane, anche gli interventi previsti per eliminare le barriere architettoniche risultano essere solo 5,8%. Ciò significa che è presente una grande sensibilità e rispetto della normativa in termini di accessibilità ed eliminazione delle barriere architettoniche.

In riferimento alla manutenzione che è stata svolta negli ultimi anni o che deve essere ancora effettuata si evince che il 43,6% degli edifici necessita di interventi urgenti di manutenzione, mentre il 48,9% sono stati interessati da interventi di manutenzione straordinaria negli ultimi 5 anni.

Infine, in riferimento all'utilizzo di energie da fonti rinnovabili è evidente che gli impianti maggiormente utilizzati sono i pannelli fotovoltaici (78,8%), seguiti dai solari termici (24,1%). Il trend risulta positivo, ma ancora solo il 48% delle scuole copre i propri consumi da fonti rinnovabili, questa percentuale è però prevista in crescita grazie al recepimento delle normative europee in materia di risparmio energetico e al lento aggiornamento di quella italiana. Tra le direttive europee vi è la 2012/27/UE ⁵, che sensibilizza e guida gli stati membri verso la riqualificazione del patrimonio edilizio pubblico fissando la soglia minima di ristrutturazione degli edifici pubblici al 3%, e l'ultima direttiva europea 2018/844/UE ⁶.

Tabella 4 - Utilizzo di fonti di energia rinnovabili. Fonte: "Ecosistema scuola" Legambiente, 2017

Energie Rinnovabili	Anno 2016
Fonti di energia rinnovabile	18,1%
Edifici con impianti solari termici	24,1%
Edifici con impianti solari fotovoltaici	79,6%
Edifici con impianti geotermia e/o pompe di calore	3,9%
Edifici con impianti a biomassa	0,4%
Edifici con impianti a biogas	0,0%
Edifici che utilizzano il mix di fonti rinnovabili	10,1%
Edifici serviti da teleriscaldamento	7,1%
Copertura dei consumi da fonti rinnovabili	48,0%

Dall'analisi è riscontrabile come, nonostante vi sia un lento miglioramento che sta interessando la nazione in questi ultimi anni, risulta ancora alto il numero degli edifici con problemi di fruibilità e sicurezza, nonché con gravi carenze dal punto di vista strutturale ed energetico. Questa situazione è più accentuata nelle regioni meridionali, dove il 56% degli edifici necessita di manutenzione urgente.

⁵ Direttiva 2012/27/UE del Parlamento Europeo e del Consiglio, del 25 ottobre 2012 sull'efficienza energetica, che modifica le direttive 2009/125/CE e 2010/30/UE e abroga le direttive 2004/8/CE e 2006/32/CE.

⁶ Direttiva 2018/844/UE del Parlamento Europeo e del Consiglio, del 30 maggio 2018 che modifica la direttiva 2010/31/UE sulla prestazione energetica nell'edilizia e la direttiva 2012/27/UE sull'efficienza energetica. Entrata in vigore il 9 luglio 2018, dovrà essere recepita entro il 20 marzo 2020.

1.1 L'edilizia scolastica in Emilia Romagna

Gli edifici scolastici dei Comuni capoluogo dell'Emilia Romagna sono mediamente di più recente costruzione, il 45,5% risulta infatti edificato dopo il 1975, rispetto al 36,4% della media nazionale.

La maggior parte degli edifici scolastici è stata costruita nel trentennio compreso tra il 1941 e il 1974 in linea con i dati nazionali, ma rispetto al 4,9% di edifici edificati tra il 2001 e il 2016 in Italia, in Emilia Romagna circa un edificio su dieci è stato realizzato in quegli anni.

Tabella 5 - Anno di realizzazione edifici scolastici in Emilia Romagna. Fonte: "Ecosistema scuola" Legambiente, 2017

Anno di Realizzazione Edifici Scolastici	
Edifici realizzati prima del 1900	1,6%
Edifici realizzati tra il 1900 e il 1940	14,0%
Edifici realizzati tra il 1941 e il 1974	38,9%
Edifici realizzati tra il 1975 e il 1990	27,9%
Edifici realizzati tra il 1991 e il 2000	6,1%
Edifici realizzati tra il 2001 e il 2016	11,5%

L'Emilia Romagna risulta essere una tra le regioni con più bassa necessità di interventi di manutenzione urgente, solo il 23,8% nel 2016 a fronte del 93,8% in Abruzzo (giustificato dal sisma che ha colpito la regione nel 2009) e del 89,2% in Sardegna. Il primato resta però al Trentino Alto Adige con solo lo 0,8% di necessità di interventi di manutenzione urgente.

Per la manutenzione straordinaria di ogni edificio sono stati stanziati circa 18.000 € e 7.397 € per quella ordinaria. Ravenna risulta essere la città capoluogo italiana con la maggiore capacità di spesa per la manutenzione straordinaria, con una media di 85.512 € a edificio. Rimini rientra tra le prime cinque in Italia per la manutenzione ordinaria.

In riferimento alle certificazioni in possesso degli edifici scolastici regionali risulta molto più alta la media rispetto a quella nazionale soprattutto per il Certificato prevenzione incendi dove in Emilia Romagna si raggiunge il 27,1% in più.

Una grande attenzione è rivolta anche alle esigenze di accessibilità e abbattimento delle barriere architettoniche, infatti nove scuole su dieci dispongono dei requisiti di accessibilità e solo il 2,9% necessita di interventi per eliminazione barriere architettoniche, la metà rispetto alla media italiana.

Tabella 6 - Certificazioni edifici scolastici in Emilia Romagna. Fonte: "Ecosistema scuola" Legambiente, 2017

Certificazioni	Anno 2016
Certificato di collaudo statico	67,3%
Certificato idoneità statica	64,4%
Certificato di agibilità	95,0%
Certificato agibilità igienico-sanitaria	97,6%
Certificato prevenzione incendi	75,5%
Impianti elettrici a norma	100%

Il territorio regionale si trova interamente collocato all'interno delle zone 2 e 3 nei confronti del rischio sismico, solo una piccolissima parte, prevalentemente nella parte nord della provincia di Piacenza, in zona 4. Questo porta ad investire maggiormente sulla messa in sicurezza degli edifici, in quasi un edificio su due è stata infatti eseguita la verifica di vulnerabilità sismica, come indicato nella tabella sotto riportata.

Tabella 7 - Edifici costruiti con criteri di bioedilizia e antisismici e con presenza di verifica di vulnerabilità sismica in Emilia Romagna. Fonte: "Ecosistema scuola" Legambiente, 2017

Sicurezza	Anno 2016
Edifici costruiti secondo criteri di bioedilizia	3,6%
Edifici costruiti secondo criteri antisismici	17,1%
Edifici in cui è stata eseguita la verifica di vulnerabilità sismica	48,8%

Infine, confrontando i risultati riferiti all'uso di energia da fonti rinnovabili, i dati sono incoraggianti soprattutto considerando la quota di energia proveniente dall'utilizzo di pannelli fotovoltaici, ma considerando che la copertura dei consumi da fonti rinnovabili ricopre solo il 34,2% è evidente come ancora non sia sufficiente a raggiungere un buon livello in termini di utilizzo di queste fonti.

Tabella 8 - Utilizzo di energia da fonti rinnovabili per le scuole in Emilia Romagna. Fonte: "Ecosistema scuola" Legambiente, 2017

Energie Rinnovabili	Anno 2016
Edifici che utilizzano fonti rinnovabili	29,9%
Edifici con impianti solare termico	23,6%
Edifici con impianti solari fotovoltaici	83,0%
Edifici con impianti geotermia e/o pompe di calore	6,7%
Edifici con impianti a biomassa	0,6%
Edifici con impianti a biogas	0,0%

Edifici che utilizzano il mix di fonti rinnovabili	21,8%
Edifici serviti da teleriscaldamento	0,0%
Copertura dei consumi da fonti rinnovabili	34,2%

1.2 L'edilizia scolastica riferita alle scuole primarie del Comune di Cesena

Il comune sul quale si è scelto di focalizzare l'attenzione è quello di Cesena, il quale risulta tra i comuni virtuosi che dichiara di essere in possesso di certificato di collaudo statico, di agibilità, di prevenzione incendi, impianti elettrici a norma e agibilità igienico-sanitaria per tutti gli edifici scolastici. Risulta inoltre che negli ultimi due anni ha effettuato le indagini diagnostiche dei solai di tutti gli edifici scolastici.

In questa indagine ci si è focalizzati sull'analisi di una delle tipologie di edilizia scolastica presente all'interno del territorio comunale, ovvero le scuole primarie.

1.2.1 Metodo di indagine

All'interno del comune di Cesena sono presenti 23 scuole primarie, tutte di proprietà del Comune. La ricerca è volta alla compilazione di una schedatura per ogni fabbricato atta ad evidenziare lo stato di fatto nel quale si trova l'edificio stesso, ottenendo in questo modo una panoramica completa delle criticità e delle potenzialità del parco edilizio analizzato. Questo strumento rappresenta un punto di partenza per la futura programmazione degli interventi e un'indicazione sulle modalità di approccio alle diverse criticità.

Grazie alla disponibilità del Dirigente del Settore Edilizia Pubblica è stato possibile accedere all'archivio comunale ed effettuare una ricerca su tutta la documentazione presente relativa alle scuole. Al termine dell'analisi è stato possibile elaborare un quadro completo associando le informazioni reperite. I dati recuperati sono stati aggregati in tre macro categorie, all'interno delle quali sono presenti diversi aspetti:

- Dati generali:
 - Localizzazione;
 - Anno di costruzione;
 - Numero alunni a.s. 2017/2018;
- Dati tecnici:
 - Superficie utile lorda;
 - Tipologia costruttiva;
 - Numero piani;
 - Ampliamenti eseguiti;

- Interventi di adeguamento conformi alla normativa vigente:
 - Interventi di rifunzionalizzazione degli spazi;
 - Interventi di manutenzione straordinaria e/o adeguamento normativo;
 - Interventi di messa a norma antisismici;
 - Interventi di miglioramento energetico;
 - Dichiarazione conformità impianto elettrico;
 - Attestato di agibilità;
 - Abbattimento barriere architettoniche;
 - Adeguamento luoghi di lavoro;
 - Certificato Prevenzione Incendi;
 - Verifica di Sicurezza.

Le schedature redatte sono di seguito riportate.

Tabella 9 - Schedatura scuola primaria di Borello

SCUOLA PRIMARIA DI BORELLO - BORELLO (FC)		
 <p style="text-align: center;"><i>Fotografia fronte di ingresso scuola primaria di Borello</i></p>	DATI GENERALI	
	Localizzazione	P.zza Indipendenza, 30 - Borello
	Anno di Costruzione	1929
	Numero Alunni a.s. 2017/2018	193
	DATI TECNICI	
	Superficie Utile Lorda	1089,7 m ²
	Tipologia costruttiva	Struttura in muratura portante; Solai in latero-cemento; Copertura lignea con presenza puntuale di capriate in ferro.
Numero Piani F.T.	2	
Ampliamenti	1998 inserimento palestra e nuovo corpo aule a Nord	
INTERVENTI DI ADEGUAMENTO CONFORMI ALLA NORMATIVA VIGENTE (DM 18/12/1975)		
Interventi di rifunionalizzazione degli spazi	Chiusura di una parete portante con la formazione di due aule in corrispondenza dell'ampliamento (intervento del 2015); Rilevato cambiamento nella collocazione della mensa.	
Interventi di manutenzione straordinaria e/o adeguamento normativo	Intervento di manutenzione straordinaria anno 1973: - consolidamento orditura solai; - rifacimento copertura; - ripresa intonaco esterno; - interventi riparazione impianto igienico sanitario. Rifacimento intonaco e rifiniture esterne ed interne anno 2015.	
Antisismica	Intervento di miglioramento sismico effettuato nel 2015: - rifacimento copertura e rinforzo capriate metalliche presenti; - inserimento catene e controventi di falda; - rinforzo maschi murari principali con ristilatura armata profonda e interventi con FRP; - demolizione e ricostruzione scala interna.	
Interventi di miglioramento energetico	Isolamento termico copertura; Sostituzione serramenti (anno 2015); Installazione di nuova caldaia per la sola parte di riscaldamento avente potenza di 315,5 kW (anno 2017);	
Impiantistica	Adeguamento impianto elettrico (anno 2015)	
Attestato di Agibilità	NO	
Abbattimento barriere architettoniche	SI	
Adeguamento luoghi di lavoro	SI	
Certificato Prevenzione Incendi	SI	
Verifica di Sicurezza	SI	

Tabella 10 - Schedatura scuola primaria "Franco Gambini", Calisee

SCUOLA PRIMARIA "FRANCO GAMBINI" - CALISESE (FC)		
 <p><i>Fotografia fronte di ingresso scuola primaria "Franco Gambini", Calisee</i></p>	DATI GENERALI	
	Localizzazione	Via Capranica, 223 - Calisee
	Anno di Costruzione	1958
	Numero Alunni a.s. 2017/2018	149
	DATI TECNICI	
	Superficie Utile Lorda	1291,75 m ²
	Tipologia costruttiva	Struttura in c.a. e laterizi; Solai in latero-cemento; Copertura in latero-cemento.
Numero Piani F.T.	1 + Seminterrato	
Ampliamenti	Non sono stati eseguiti ampliamenti	
INTERVENTI DI ADEGUAMENTO CONFORMI ALLA NORMATIVA VIGENTE (DM 18/12/1975)		
Interventi di rifunionalizzazione degli spazi	Non sono stati eseguiti interventi di rifunionalizzazione degli spazi	
Interventi di manutenzione straordinaria e/o adeguamento normativo	Intervento di manutenzione straordinaria per ristrutturazione copertura e partizioni verticali (anno 1972)	
Antisismica	Non sono stati eseguiti interventi di miglioramento sismico	
Interventi di miglioramento energetico	Installazione di nuova caldaia per produzione acqua calda sanitaria e riscaldamento avente potenza di 216,0 kW (anno 2017)	
Impiantistica	Adeguamento impianto elettrico (anno 2007)	
Attestato di Agibilità	NO	
Abbattimento barriere architettoniche	SI	
Adeguamento luoghi di lavoro	SI	
Certificato Prevenzione Incendi	SI	
Verifica di Sicurezza	SI	

Tabella 11 - Schedatura scuola primaria "Carducci", Cesena

SCUOLA PRIMARIA "CARDUCCI" - CESENA (FC)		
 <p style="text-align: center;"><i>Fotografia fronte di ingresso scuola primaria "Carducci", Cesena</i></p>	DATI GENERALI	
	Localizzazione	Viale Carducci, 43 - Cesena
	Anno di Costruzione	1920
	Numero Alunni a.s. 2017/2018	274
	DATI TECNICI	
	Superficie Utile Lorda	2760,25 m ²
	Tipologia costruttiva	Struttura in muratura portante; Solai in latero-cemento; Copertura lignea.
Numero Piani F.T.	3 + Seminterrato	
Ampliamenti	1900 sopraelevazione per costruzione primo piano; 1960 costruzione secondo piano; 1979 ampliamento adiacente al corpo nord-ovest esistente.	
INTERVENTI DI ADEGUAMENTO CONFORMI ALLA NORMATIVA VIGENTE (DM 18/12/1975)		
Interventi di rifunionalizzazione degli spazi	Non sono stati eseguiti interventi di rifunionalizzazione degli spazi	
Interventi di manutenzione straordinaria e/o adeguamento normativo	Intervento di manutenzione straordinaria anno 2014: - sostituzione manto di copertura e lucernai; - inserimento controsoffitti con corpi illuminanti secondo piano; - sistemazione rete fognaria acque nere.	
Antisismica	Non sono stati eseguiti interventi di miglioramento sismico	
Interventi di miglioramento energetico	Installazione di nuova caldaia per produzione acqua calda sanitaria e riscaldamento avente potenza di 353,0 kW (anno 2013)	
Impiantistica	Adeguamento impianto elettrico (anno 2015)	
Attestato di Agibilità	NO	
Abbattimento barriere architettoniche	SI	
Adeguamento luoghi di lavoro	SI	
Certificato Prevenzione Incendi	SI	
Verifica di Sicurezza	SI	

Tabella 12 - Schedatura scuola primaria "Salvo D'Acquisto", Cesena

SCUOLA PRIMARIA "SALVO D'ACQUISTO" - CASE FINALI (FC)		
 <p><i>Fotografia fronte di ingresso scuola primaria "Salvo D'Acquisto", Cesena</i></p>	DATI GENERALI	
	Localizzazione	Via Padre David Turollo, 120 - Cesena
	Anno di Costruzione	1968
	Numero Alunni a.s. 2017/2018	141
	DATI TECNICI	
	Superficie Utile Lorda	1571,10 m ²
	Tipologia costruttiva	Struttura in c.a e tamponamenti in laterizi; Solai in latero-cemento; Copertura in latero-cemento.
	Numero Piani F.T.	3
	Ampliamenti	1977 ampliamento parte est del fabbricato per inserimento laboratori e mensa
INTERVENTI DI ADEGUAMENTO CONFORMI ALLA NORMATIVA VIGENTE (DM 18/12/1975)		
Interventi di rifunzionalizzazione degli spazi	Non sono stati eseguiti interventi di rifunzionalizzazione degli spazi	
Interventi di manutenzione straordinaria e/o adeguamento normativo	Primi anni 2000 rifacimento copertura e inserimento linea vita	
Antisismica	Non sono stati eseguiti interventi di miglioramento sismico	
Interventi di miglioramento energetico	Installazione di nuova caldaia per produzione acqua calda sanitaria e riscaldamento avente potenza di 280,0 kW (anno 2014)	
Impiantistica	Adeguamento impianto elettrico (anno 2014)	
Attestato di Agibilità	NO	
Abbattimento barriere architettoniche	SI	
Adeguamento luoghi di lavoro	SI	
Certificato Prevenzione Incendi	SI	
Verifica di Sicurezza	SI	

Tabella 13 - Schedatura scuola primaria "Fiorita", Cesena

SCUOLA PRIMARIA "FIORITA" - FIORITA (FC)		
 <p style="text-align: center;"><i>Fotografia fronte di ingresso scuola primaria "Fiorita", Cesena</i></p>	DATI GENERALI	
	Localizzazione	Via Veneto, 195 - Cesena
	Anno di Costruzione	1958
	Numero Alunni a.s. 2017/2018	185
	DATI TECNICI	
	Superficie Utile Lorda	2566,85 m ²
Tipologia costruttiva	Struttura in muratura portante; Solai in latero-cemento; Copertua in latero-cemento.	
Numero Piani F.T.	2 + Seminterrato	
Ampliamenti	1979 ampliata parte sud-est del fabbricato per inserimento aule e laboratori	
INTERVENTI DI ADEGUAMENTO CONFORMI ALLA NORMATIVA VIGENTE (DM 18/12/1975)		
Interventi di rifunzionalizzazione degli spazi	Parziale demolizione dei tamponamenti nella parte degli uffici per un miglioramento igienicosanitario (intervento previsto per l'estate 2018)	
Interventi di manutenzione straordinaria e/o adeguamento normativo	Sistemazione muro recinzione esterno e sostituzione manto di copertura (anno 2016); Tinteggiature interne nelle aree interessate dagli interventi (anno 2016); In progetto intervento di riparazione del degrado della parte di fabbricato non ancora interessata da interventi, rifacimento dei marciapiedi e della pavimentazione esterna (estate 2018).	
Antisismica	Rinforzo strutturale solaio di copertura (anno 2015); Risanamento e adeguamento sismico di parte delle strutture murarie (anno 2016); Rinforzo strutturale pensilina esterna (anno 2016); In progetto intervento di adeguamento strutturale che interesserà la restante parte del fabbricato (estate 2018).	
Interventi di miglioramento energetico	Installazione di nuova caldaia per la sola parte di riscaldamento avente potenza di 298,2 kW (anno 2013); Installazione pannelli fotovoltaici in copertura (anno 2015); Posa di isolamento termico nel solaio del sottotetto e in corrispondenza dell'estradosso della copertura (anno 2016); Prevista installazione di isolamento termico delle pareti perimetrali e sostituzione dei serramenti esistenti (estate 2018).	
Impiantistica	Adeguamento impianto elettrico (anno 2014)	
Attestato di Agibilità	NO	
Abbattimento barriere architettoniche	SI	
Adeguamento luoghi di lavoro	SI	
Certificato Prevenzione Incendi	SI	
Verifica di Sicurezza	SI	

Tabella 14 - Schedatura scuola primaria "Gianni Rodari", Gattolino

SCUOLA PRIMARIA "GIANNI RODARI" - GATTOLINO (FC)		
 <p><i>Fotografia fronte di ingresso scuola primaria "Gianni Rodari", Gattolino</i></p>	DATI GENERALI	
	Localizzazione	Via Renato Medri, 1136 - Gattolino
	Anno di Costruzione	1966
	Numero Alunni a.s. 2017/2018	123
	DATI TECNICI	
	Superficie Utile Lorda	1137,65 m ²
	Tipologia costruttiva	Struttura in c.a e tamponamenti in laterizi; Solai in latero-cemento; Copertura in latero-cemento.
Numero Piani F.T.	1 + Seminterrato	
Ampliamenti	1998 ampliamento parte sud fabbricato per l'inserimento palestra e due aule	
INTERVENTI DI ADEGUAMENTO CONFORMI ALLA NORMATIVA VIGENTE (DM 18/12/1975)		
Interventi di rifunionalizzazione degli spazi	Non sono stati eseguiti interventi di rifunionalizzazione degli spazi	
Interventi di manutenzione straordinaria e/o adeguamento normativo	Non sono stati rilevati interventi di manutenzione straordinaria sostanziali	
Antisismica	Non sono stati eseguiti interventi di miglioramento sismico	
Interventi di miglioramento energetico	Installazione di nuova caldaia per produzione acqua calda sanitaria e riscaldamento avente potenza di 173,8 kW (anno 1997)	
Impiantistica	Adeguamento impianto elettrico (anno 2014)	
Attestato di Agibilità	NO	
Abbattimento barriere architettoniche	SI	
Adeguamento luoghi di lavoro	SI	
Certificato Prevenzione Incendi	SI	
Verifica di Sicurezza	SI	

Tabella 15 - Schedatura scuola primaria "Macerone", Macerone

SCUOLA PRIMARIA "MACERONE" - MACERONE (FC)		
 <p style="text-align: center;"><i>Fotografia fronte di ingresso scuola primaria "Macerone", Macerone</i></p>	DATI GENERALI	
	Localizzazione	Via Olof Palme, 140 - Macerone
	Anno di Costruzione	2005
	Numero Alunni a.s. 2017/2018	139
	DATI TECNICI	
	Superficie Utile Lorda	2106,95 m ²
	Tipologia costruttiva	Struttura in c.a e tamponamenti in laterizi; Solai prefabbricati; Copertua in latero-cemento rivestita con pannelli in alluminio.
Numero Piani F.T.	2	
Ampliamenti	Non sono presenti ampliamenti	
INTERVENTI DI ADEGUAMENTO CONFORMI ALLA NORMATIVA VIGENTE (DM 18/12/1975)		
Interventi di rifunionalizzazione degli spazi	L'edificio è stato progettato seguendo la normativa vigente in termini di distribuzione degli spazi interni	
Interventi di manutenzione straordinaria e/o adeguamento normativo	Non sono stati rilevati interventi di manutenzione straordinaria sostanziali	
Antisismica	Non sono stati eseguiti interventi di miglioramento sismico in quanto progettata e realizzata seguendo la normativa antisismica	
Interventi di miglioramento energetico	Presenza di isolamento termo-acustico in corrispondenza delle chiusure verticali esterne; Presenza di serramenti aventi doppi vetri e taglio termico; Presenza di pannelli fotovoltaici in copertura; Installazione di nuova caldaia per la sola parte di riscaldamento avente potenza di 245,0 kW (anno 2005); Presente unità di trattamento aria che serve sia il corpo aule sia la palestra.	
Impiantistica	Dichiarazione di conformità impianto elettrico (anno 2006)	
Attestato di Agibilità	SI	
Abbattimento barriere architettoniche	SI	
Adeguamento luoghi di lavoro	SI	
Certificato Prevenzione Incendi	SI	
Verifica di Sicurezza	SI	

Tabella 16 - Schedatura scuola primaria "Martorano", Martorano

SCUOLA PRIMARIA "MARTORANO" - MARTORANO (FC)		
 <p style="text-align: center;"><i>Fotografia fronte di ingresso scuola primaria "Martorano", Martorano</i></p>	DATI GENERALI	
	Localizzazione	Via Ravennate, 2439 - Martorano
	Anno di Costruzione	1948
	Numero Alunni a.s. 2017/2018	99
	DATI TECNICI	
	Superficie Utile Lorda	1113,40 m ²
	Tipologia costruttiva	Struttura in muratura portante; Solai in latero-cemento; Copertura con capriate prefabbricate in c.a.
Numero Piani F.T.	2 + Seminterrato	
Ampliamenti	Anni '70 ampliato lato sud per ospitare scuola dell'infanzia (in seguito trasferita); 1995 ampliamento lato ovest, progettato antisismico, per inserimento aule, laboratori didattici e ripostiglio.	
INTERVENTI DI ADEGUAMENTO CONFORMI ALLA NORMATIVA VIGENTE (DM 18/12/1975)		
Interventi di rifunionalizzazione degli spazi	Progetto riqualificazione distributiva funzionale degli spazi secondo le disposizioni della normativa vigente (estate 2018).	
Interventi di manutenzione straordinaria e/o adeguamento normativo	Progetto ristrutturazione interna ed esterna (estate 2018).	
Antisismica	Progetto di miglioramento sismico intero fabbricato (estate 2018)	
Interventi di miglioramento energetico	Presenza di pannelli fotovoltaici in copertura; Progetto di miglioramento energetico intero fabbricato con realizzazione di isolamento termico e sostituzione infissi esistenti (estate 2018); Progetto di intervento sugli impianti esistenti (estate 2018).	
Impiantistica	Verrà eseguita al termine della realizzazione del progetto	
Attestato di Agibilità	NO	
Abbattimento barriere architettoniche	IN PROGETTO	
Adeguamento luoghi di lavoro	IN PROGETTO	
Certificato Prevenzione Incendi	SI	
Verifica di Sicurezza	SI	

Tabella 17 - Schedatura scuola primaria "Dante Alighieri", Cesena

SCUOLA PRIMARIA "DANTE ALIGHIERI" - OLTRE SAVIO (FC)		
 <p><i>Fotografia fronte di ingresso scuola primaria "Dante Alighieri", Cesena</i></p>	DATI GENERALI	
	Localizzazione	Via Quarto dei Mille, 175 - Cesena
	Anno di Costruzione	1965
	Numero Alunni a.s. 2017/2018	311
	DATI TECNICI	
	Superficie Utile Lorda	3794,60 m ²
	Tipologia costruttiva	Struttura in muratura portante e c.a.; Solai in latero-cemento; Copertura in latero-cemento.
Numero Piani F.T.	2 + Seminterrato	
Ampliamenti	1977 ampliati i due corpi di fabbrica minori ai lati del connettivo	
INTERVENTI DI ADEGUAMENTO CONFORMI ALLA NORMATIVA VIGENTE (DM 18/12/1975)		
Interventi di rifunionalizzazione degli spazi	1977 modifica spogliatoi in corrispondenza della palestra per inserimento uffici e ripostigli; 1977 inserimento di un'alula e di un ripostiglio al piano primo in corrispondenza del corpo di fabbrica a destra del connettivo.	
Interventi di manutenzione straordinaria e/o adeguamento normativo	2012 rifacimento parte copertura per installazione pannelli fotovoltaici	
Antisismica	Non sono stati eseguiti interventi di miglioramento sismico	
Interventi di miglioramento energetico	Installazione di nuova caldaia per produzione acqua calda sanitaria e riscaldamento avente potenza di 321,8 kW (anno 1997); Installazione di pannelli fotovoltaici in copertura (anno 2012); Installazione nuova caldaia a condensazione (anno 2018).	
Impiantistica	Adeguamento impianto elettrico (anno 2016)	
Attestato di Agibilità	NO	
Abbattimento barriere architettoniche	SI	
Adeguamento luoghi di lavoro	SI	
Certificato Prevenzione Incendi	SI	
Verifica di Sicurezza	SI	

Tabella 18 - Schedatura scuola primaria "Pievesestina", Pievesestina

SCUOLA PRIMARIA "PIEVESESTINA" - PIEVESESTINA (FC)		
 <p><i>Fotografia fronte di ingresso scuola primaria "Pievesestina", Pievesestina</i></p>	DATI GENERALI	
	Localizzazione	Via Dismano, 4758 - Cesena
	Anno di Costruzione	1999
	Numero Alunni a.s. 2017/2018	199
	DATI TECNICI	
	Superficie Utile Lorda	2409,65 m ²
	Tipologia costruttiva	Struttura in c.c.a. tamponamenti in laterizi; Solai prefabbricati e in latero-cemento; Copertura in latero-cemento.
Numero Piani F.T.	2	
Ampliamenti	2012 ampliato lato sud per inserimento di aule, laboratori e biblioteca	
INTERVENTI DI ADEGUAMENTO CONFORMI ALLA NORMATIVA VIGENTE (DM 18/12/1975)		
Interventi di rifunzionalizzazione degli spazi	L'edificio è stato progettato seguendo la normativa vigente in termini di distribuzione degli spazi interni	
Interventi di manutenzione straordinaria e/o adeguamento normativo	Non sono stati rilevati interventi di manutenzione straordinaria sostanziali	
Antisismica	Non sono stati eseguiti interventi di miglioramento sismico successivi alla costruzione in quanto progettata e realizzata seguendo la normativa antisismica	
Interventi di miglioramento energetico	Installazione di caldaia per la sola parte di riscaldamento avente potenza di 235,0 kW (anno 2001); Presente strato isolante in corrispondenza delle pareti esterne e serramenti che contribuiscono a ridurre il consumo energetico; Presenza di moduli fotovoltaici in copertura.	
Impiantistica	Dichiarazione di conformità impianto elettrico (anno 2013)	
Attestato di Agibilità	NO	
Abbattimento barriere architettoniche	SI	
Adeguamento luoghi di lavoro	SI	
Certificato Prevenzione Incendi	SI	
Verifica di Sicurezza	SI	

Tabella 19 - Schedatura scuola primaria "Don Carlo Baronio", Ponte Abbadesse

SCUOLA PRIMARIA "DON CARLO BARONIO" - PONTE ABBADESSE (FC)		
 <p><i>Fotografia fronte di ingresso scuola primaria "Don Carlo Baronio", Ponte Abbadesse</i></p>	DATI GENERALI	
	Localizzazione	Via Bruno Giorgi, 41 - Ponte Abbadesse
	Anno di Costruzione	1965
	Numero Alunni a.s. 2017/2018	230
	DATI TECNICI	
	Superficie Utile Lorda	2347,35 m ²
	Tipologia costruttiva	Struttura mista in muratura e in c.a.; Solai e copertura in latero-cemento.
Numero Piani F.T.	2 + Seminterrato	
Ampliamenti	1996 ampliamento parte nord-est per collocazione palestra e aule	
Note	Scuola primaria in adiacenza con scuola dell'infanzia	
INTERVENTI DI ADEGUAMENTO CONFORMI ALLA NORMATIVA VIGENTE (DM 18/12/1975)		
Interventi di rifunionalizzazione degli spazi	Adeguamento degli spazi interni secondo la normativa vigente in seguito all'intervento eseguito nel 1996	
Interventi di manutenzione straordinaria e/o adeguamento normativo	Non sono stati rilevati interventi di manutenzione straordinaria sostanziali	
Antisismica	Non sono stati eseguiti interventi di miglioramento sismico	
Interventi di miglioramento energetico	Installazione di caldaia per la sola parte di riscaldamento avente potenza di 204,1 kW (anno 2014); Installazione unità di trattamento aria; Installazione di pannelli fotovoltaici in copertura.	
Impiantistica	Dichiarazione di conformità impianto elettrico (anno 2012)	
Attestato di Agibilità	SI	
Abbattimento barriere architettoniche	SI	
Adeguamento luoghi di lavoro	SI	
Certificato Prevenzione Incendi	SI	
Verifica di Sicurezza	SI	

Tabella 20 - Schedatura scuola primaria "Il Gelso", Ponte Pietra

SCUOLA PRIMARIA "IL GELSO" - PONTE PIETRA (FC)		
 <p style="text-align: center;"><i>Fotografia fronte di ingresso scuola primaria "Il Gelso", Ponte Pietra</i></p>	DATI GENERALI	
	Localizzazione	Piazzale Danilo Dolci, 60 - Ponte Pietra
	Anno di Costruzione	1975
	Numero Aluni a.s. 2017/2018	108
	DATI TECNICI	
	Superficie Utile Lorda	1709,30 m ²
	Tipologia costruttiva	Struttura in acciaio e tamponamenti in pannelli prefabbricati; Solai in travetti precompressi e laterizio; Copertura in latero-cemento.
Numero Piani F.T.	2	
Ampliamenti	Non sono stati eseguiti ampliamenti	
INTERVENTI DI ADEGUAMENTO CONFORMI ALLA NORMATIVA VIGENTE (DM 18/12/1975)		
Interventi di rifunionalizzazione degli spazi	La disposizione degli spazi interni è rimasta pressoché invariata negli anni	
Interventi di manutenzione straordinaria e/o adeguamento normativo	Non sono stati rilevati interventi di manutenzione straordinaria sostanziali	
Antisismica	Non sono stati eseguiti interventi di miglioramento sismico	
Interventi di miglioramento energetico	Installazione di nuova caldaia per la sola parte di riscaldamento avente potenza di 488,0 kW (anno 2012); Installazione di moduli fotovoltaici in copertura.	
Impiantistica	Dichiarazione di conformità impianto elettrico (anno 2014)	
Attestato di Agibilità	NO	
Abbattimento barriere architettoniche	SI	
Adeguamento luoghi di lavoro	SI	
Certificato Prevenzione Incendi	SI	
Verifica di Sicurezza	SI	

Tabella 21 - Schedatura scuola primaria "Annalena Tonelli", Ronta

SCUOLA PRIMARIA "ANNALENA TONELLI" - RONTA (FC)		
 <p><i>Fotografia fronte di ingresso scuola primaria "Annalena Tonelli", Ronta</i></p>	DATI GENERALI	
	Localizzazione	Via Ravennate, 5366 - Ronta
	Anno di Costruzione	1965
	Numero Alunni a.s. 2017/2018	114
	DATI TECNICI	
	Superficie Utile Lorda	876,45 m ²
	Tipologia costruttiva	Struttura in muratura portante; Solai in latero-cemento; Copertura in latero-cemento.
Numero Piani F.T.	1 + Seminterrato	
Ampliamenti	Non sono stati eseguiti ampliamenti	
INTERVENTI DI ADEGUAMENTO CONFORMI ALLA NORMATIVA VIGENTE (DM 18/12/1975)		
Interventi di rifunzionalizzazione degli spazi	La disposizione degli spazi interni è rimasta pressoché invariata negli anni	
Interventi di manutenzione straordinaria e/o adeguamento normativo	Non sono stati rilevati interventi di manutenzione straordinaria sostanziali	
Antisismica	Non sono stati eseguiti interventi di miglioramento sismico	
Interventi di miglioramento energetico	Installazione di nuova caldaia per produzione acqua calda sanitaria e riscaldamento avente potenza di 161,4 kW (anno 2013)	
Impiantistica	Dichiarazione di conformità impianto elettrico (anno 2009)	
Attestato di Agibilità	NO	
Abbattimento barriere architettoniche	SI	
Adeguamento luoghi di lavoro	SI	
Certificato Prevenzione Incendi	SI	
Verifica di Sicurezza	SI	

Tabella 22 - Schedatura ingresso scuola primaria "Saffi", Cesena

SCUOLA PRIMARIA "SAFFI" - CESENA (FC)		
 <p style="text-align: center;"><i>Fotografia fronte di ingresso scuola primaria "Saffi", Cesena</i></p>	DATI GENERALI	
	Localizzazione	Piazza San Domenico, 30/34 - Cesena
	Anno di Costruzione	1460
	N. Alunni a.s. 2017/2018	177
	DATI TECNICI	
	Superficie Utile Lorda	1792,20 m ²
Tipologia costruttiva	Struttura in muratura portante; Solai tipo 1: volta in laterizio e materiale di riempimento; Solai tipo 2: putrelle in acciaio e latero-cemento; Solaio tipo 3: travetti "Varese" e tavelloni; Copertura tipo 1 in latero-cemento; Copertura tipo 2 in travetti "Varese" e tavelloni posti all'estradosso.	
Numero Piani F.T.	2	
Ampliamenti	Riscontrati nei secoli numerosi cambi di destinazione d'uso, ma dal momento in cui è stato adibito a scuola non sono state rilevati ampliamenti	
Note	Scuola primaria in adiacenza con scuola secondaria; Edificio oggetto di vincolo Soprintendenza per i Beni Architettonici e per il Paesaggio.	
INTERVENTI DI ADEGUAMENTO CONFORMI ALLA NORMATIVA VIGENTE (DM 18/12/1975)		
Interventi di rifunzionalizzazione	Anni 50' adeguamento degli spazi interni al fine di ospitare la nuova scuola	
Interventi di manutenzione straordinaria e/o adeguamento normativo	2006 intervento di manutenzione straordinaria: - sostituzione parti copertura ammalorate; - realizzazione passerella metallica nel sottotetto; - risanatura lesioni muratura e connessione strutturale tra pareti distaccate con tecnica "scuci-cuci"; - riparazione di murature lesionate; - integrazione e rifacimento di giunti di malta degradati o erosi; - rinforzo paramenti murari attraverso aumento spessore; - allineamento di due finestre.	
Antisismica	2006 intervento di miglioramento sismico: - rinforzo e consolidamento copertura e inserimento tiranti in acciaio in corrispondenza delle capriate esistenti; -rinforzo trave esistente in c.a. con tessuto in fibre di carbonio; - rinforzo estradosale controsoffitto a volta a botte; - sostituzione catene; - inserimento di idonea armatura all'interno dei giunti di malta - rinforzo aperture attraverso telai metallici.	
Interventi miglioram energetico	Non sono stati rilevati interventi di miglioramento energetico	
Attestato di Agibilità	NO	
Abbattimento barriere architettoniche	SI	
Adeguamento luoghi di lavoro	SI	
Certificato Prevenzione Incendi	SI	
Verifica di Sicurezza	SI	

Tabella 23 - Schedatura scuola primaria "Mariani", Saiano

SCUOLA PRIMARIA "MARIANI" - SAIANO (FC)		
 <p style="text-align: center;"><i>Fotografia fronte di ingresso scuola primaria "Mariani", Saiano</i></p>	DATI GENERALI	
	Localizzazione	Via Provinciale Sorrivoli, 4898/5000 - Saiano
	Anno di Costruzione	2007
	Numero Alunni a.s. 2017/2018	93
	DATI TECNICI	
	Superficie Utile Lorda	344,15 m ²
	Tipologia costruttiva	Struttura in c.a. tamponamenti in laterizi; Solai in latero-cemento; Copertura lignea.
	Numero Piani F.T.	1
Ampliamenti	Non sono stati eseguiti ampliamenti	
INTERVENTI DI ADEGUAMENTO CONFORMI ALLA NORMATIVA VIGENTE (DM 18/12/1975)		
Interventi di rifunionalizzazione degli spazi	L'edificio è stato progettato seguendo la normativa vigente in termini di distribuzione degli spazi interni	
Interventi di manutenzione straordinaria e/o adeguamento normativo	Non sono stati rilevati interventi di manutenzione straordinaria sostanziali	
Antisismica	Non sono stati eseguiti interventi di miglioramento sismico in quanto progettata e realizzata seguendo la normativa antisismica	
Interventi di miglioramento energetico	Presenza di pannelli fotovoltaici in copertura (anno installazione 2012); Installazione di nuova caldaia per la produzione di acqua calda sanitaria e riscaldamento avente potenza di 29,0 kW (anno 2012); Presenza di isolamento termico in corrispondenza delle chiusure verticali esterne e serramenti aventi adeguate prestazioni a livello energetico.	
Impiantistica	Dichiarazione di conformità impianto elettrico (anno 2008)	
Attestato di Agibilità	NO	
Abbattimento barriere architettoniche	SI	
Adeguamento luoghi di lavoro	SI	
Certificato Prevenzione Incendi	NO	
Verifica di Sicurezza	SI	

Tabella 24 - Schedatura scuola primaria "Giovanni Montalti", San Carlo

SCUOLA PRIMARIA "GIOVANNI MONTALTI" - SAN CARLO (FC)		
 <p><i>Fotografia fronte di ingresso scuola primaria "Giovanni Montalti", San Carlo</i></p>	DATI GENERALI	
	Localizzazione	Via Pozzuoli, 194 - San Carlo
	Anno di Costruzione	1962
	Numero Alunni a.s. 2017/2018	110
	DATI TECNICI	
	Superficie Utile Lorda	1593,40 m ²
	Tipologia costruttiva	Struttura in c.a e tamponamenti in laterizi; Solai in tavelloni in varesi; Copertura in latero-cemento; Palestra realizzata in C.C.A.P.
Numero Piani F.T.	1 + Seminterrato	
Ampliamenti	1980-82 sopraelevazione del corpo centrale e costruzione della palestra; 2002 ampliamento parte sud-ovest.	
INTERVENTI DI ADEGUAMENTO CONFORMI ALLA NORMATIVA VIGENTE (DM 18/12/1975)		
Interventi di rifunionalizzazione degli spazi	1973 eseguito riadattamento delle aule	
Interventi di manutenzione straordinaria e/o adeguamento normativo	In progetto intervento di ripristino delle porzioni di muratura ammalorate o oggetto di intervento strutturale, sia esterne che interne della palestra; Tinteggiatura degli elementi interessati dai lavori; Riprese alle strutture esterne ammalorate, quali scale, muri di contenimento, ringhiere, ecc. (estate 2018).	
Antisismica	In progetto intervento di miglioramento sismico della palestra (estate 2018): Rinforzo strutturale di tutte le porzioni prefabbricate della palestra tramite interventi di collegamento delle parti edili e strutturali e rinforzo delle colonne, connessioni tegolo-tegolo, tegolo-trave, trave-pilastro-pannello; Rinforzo strutturale di alcuni solai mediante realizzazione di cordoli in spessore e ancoraggio alle strutture esistenti, e rinforzo di elementi esistenti tramite posa di fibre in carbonio.	
Interventi di miglioramento energetico	Non sono stati eseguiti interventi di miglioramento energetico	
Impiantistica	Dichiarazione di conformità impianto elettrico	
Attestato di Agibilità	NO	
Abbattimento barriere architettoniche	SI	
Adeguamento luoghi di lavoro	SI	
Certificato Prevenzione Incendi	SI	
Verifica di Sicurezza	SI	

Tabella 25 - Schedatura scuola primaria "Edmondo De Amicis", San Giorgio

SCUOLA PRIMARIA "EDMONDO DE AMICIS" - SAN GIORGIO (FC)		
 <p style="text-align: center;"><i>Fotografia fronte di ingresso scuola primaria "Edmondo De Amicis", San Giorgio</i></p>	DATI GENERALI	
	Localizzazione	Via San Giorgio, 3042 - San Giorgio
	Anno di Costruzione	1955
	Numero Alunni a.s. 2017/2018	126
	DATI TECNICI	
	Superficie Utile Lorda	1417,40 m ²
	Tipologia costruttiva	Struttura in muratura portante a tre teste; Solai in latero-cemento e prefabbricati; Copertura in latero-cemento.
Numero Piani F.T.	2 + Interrato	
Ampliamenti	1972-75 primo ampliamento scuola primaria; 2007 ampliamento per ospitare scuola media e ampliamento scuola primaria.	
Note	Scuola primaria in adiacenza con scuola secondaria	
INTERVENTI DI ADEGUAMENTO CONFORMI ALLA NORMATIVA VIGENTE (DM 18/12/1975)		
Interventi di rifunzionalizzazione degli spazi	La disposizione degli spazi interni è rimasta pressoché invariata negli anni	
Interventi di manutenzione straordinaria e/o adeguamento normativo	2008 eseguito intervento di manutenzione straordinaria: - posa di isolamento termico acustico in corrispondenza delle chiusure verticali esterne; - sostituzione serramenti con serramenti a doppio vetro e taglio termico; - sostituzione solai ammalorati.	
Antisismica	2008 eseguito intervento strutturale di miglioramento sismico	
Interventi di miglioramento energetico	Presente isolamento termico in corrispondenza delle pareti esterne dell'ampliamento; Installazione di moduli fotovoltaici in copertura.	
Impiantistica	Dichiarazione di conformità impianto elettrico	
Attestato di Agibilità	NO	
Abbattimento barriere architettoniche	SI	
Adeguamento luoghi di lavoro	SI	
Certificato Prevenzione Incendi	SI	
Verifica di Sicurezza	SI	

Tabella 26 - Schedatura scuola primaria "Giovanni Pascoli", San Vittore

SCUOLA PRIMARIA "GIOVANNI PASCOLI" - SAN VITTORE (FC)		
 <p><i>Fotografia fronte di ingresso scuola primaria "Giovanni Pascoli", San Vittore</i></p>	DATI GENERALI	
	Localizzazione	Via San Vittore, 1410 - San Vittore
	Anno di Costruzione	1948
	Numero Alunni a.s. 2017/2018	148
	DATI TECNICI	
	Superficie Utile Lorda	1341,70 m ²
	Tipologia costruttiva	Struttura in c.a e tamponamenti in laterizi; Struttura ampliamento in muratura portante; Solai e copertura in latero-cemento.
Numero Piani F.T.	2 + Seminterrato	
Ampliamenti	Costruzione di fabbricato in pannelli sandwich distaccato dal principale per collocazione mensa e laboratorio (anno 2007)	
INTERVENTI DI ADEGUAMENTO CONFORMI ALLA NORMATIVA VIGENTE (DM 18/12/1975)		
Interventi di rifunionalizzazione degli spazi	La disposizione degli spazi interni è rimasta pressoché invariata negli anni	
Interventi di manutenzione straordinaria e/o adeguamento normativo	Risanamento porzioni di soffitto piano terra aventi rischio di distacco, attraverso rimozione di tali superfici e successiva ricostruzione (anno 2017); Eliminazione fessure arcata del portichetto in corrispondenza dell'ingresso principale (anno 2017); Intervento di manutenzione manto di copertura (anno 2017).	
Antisismica	Non sono stati eseguiti interventi di miglioramento sismico	
Interventi di miglioramento energetico	Installazione di nuova caldaia per la sola parte di riscaldamento avente potenza di 166,2 kW (anno 1993);	
Impiantistica	Dichiarazione di conformità impianto elettrico (anno 1998)	
Attestato di Agibilità	NO	
Abbattimento barriere architettoniche	SI	
Adeguamento luoghi di lavoro	SI	
Certificato Prevenzione Incendi	SI	
Verifica di Sicurezza	SI	

Tabella 27 - Schedatura scuola primaria "Bruno Munari", Sant'Egidio

SCUOLA PRIMARIA "BRUNO MUNARI" - SANT'EGIDIO (FC)		
 <p><i>Fotografia fronte di ingresso scuola primaria "Bruno Munari", Sant'Egidio</i></p>	DATI GENERALI	
	Localizzazione	Via Anna Frank, 185 - Sant'Egidio
	Anno di Costruzione	1976
	Numero Alunni a.s. 2017/2018	310
	DATI TECNICI	
	Superficie Utile Lorda	3366,85 m ²
	Tipologia costruttiva	Struttura portante mista, in parte a pannelli prefabbricati e in parte telai di travi e pilastri nella sola direzione trasversale dell'edificio; Solai e copertura in latero-cemento.
Numero Piani F.T.	3	
Ampliamenti	Non sono stati eseguiti ampliamenti nel corso degli anni	
Note	Scuola primaria in adiacenza con scuola dell'infanzia	
INTERVENTI DI ADEGUAMENTO CONFORMI ALLA NORMATIVA VIGENTE (DM 18/12/1975)		
Interventi di rifunionalizzazione degli spazi	La disposizione degli spazi interni è rimasta pressoché invariata negli anni	
Interventi di manutenzione straordinaria e/o adeguamento normativo	Non sono stati rilevati interventi di manutenzione straordinaria sostanziali	
Antisismica	Intervento di miglioramento sismico previsto per l'estate 2018 prevede: - rinforzo e creazione di giunti sismici nelle strutture prefabbricate; - inserimento di controventamenti; - rinforzo dei solai con inserimento di catene e tiranti.	
Interventi di miglioramento energetico	Installazione di caldaia per la produzione di acqua calda sanitaria e riscaldamento avente potenza di 792,0 kW (anno 2011); Installazione unità di trattamento aria; Installazione di pannelli fotovoltaici in copertura (anno 2011); Previsto intervento di miglioramento energetico (da attuarsi nell'estate 2018) che prevede: - realizzazione di isolamento termico a "cappotto" installato esternamente; - sostituzione dei serramenti esistenti; - coibentazione termica all'estradosso del solaio di copertura.	
Impiantistica	Dichiarazione di conformità impianto elettrico (anno 2009)	
Attestato di Agibilità	NO	
Abbattimento barriere architettoniche	SI	
Adeguamento luoghi di lavoro	SI	
Certificato Prevenzione Incendi	SI	
Verifica di Sicurezza	SI	

Tabella 28 - Schedatura scuola primaria "Don Milani", Torre del Moro

SCUOLA PRIMARIA "DON MILANI" - TORRE DEL MORO (FC)		
 <p><i>Fotografia fronte di ingresso scuola primaria "Don Milani", Torre del Moro</i></p>	DATI GENERALI	
	Localizzazione	Via San Colombano, 235 - Cesena
	Anno di Costruzione	2009
	Numero Alunni a.s. 2017/2018	375
	DATI TECNICI	
	Superficie Utile Lorda	4463,55 m ²
	Tipologia costruttiva	Struttura in c.a e tamponamenti in laterizi; Solai a lastre tralicciate ad armatura lenta e in latero-cemento; Coperture in legno e c.a.
	Numero Piani F.T.	3
Ampliamenti	Non sono stati eseguiti ampliamenti	
INTERVENTI DI ADEGUAMENTO CONFORMI ALLA NORMATIVA VIGENTE (DM 18/12/1975)		
Interventi di rifunzionalizzazione degli spazi	L'edificio è stato progettato seguendo la normativa vigente in termini di distribuzione degli spazi interni	
Interventi di manutenzione straordinaria e/o adeguamento normativo	Non sono stati rilevati interventi di manutenzione straordinaria sostanziali	
Antisismica	Non sono stati eseguiti interventi di miglioramento sismico in quanto progettata e realizzata seguendo la normativa antisismica	
Interventi di miglioramento energetico	Presenza di pannelli fotovoltaici in copertura; Presente centrale di teleriscaldamento avente potenza di 412,0 kW (anno 2009); Presenza di unità di trattamento aria; Presenza di isolamento termico in corrispondenza delle chiusure verticali esterne e di serramenti aventi ottime prestazioni a livello energetico.	
Impiantistica	Dichiarazione di conformità impianto elettrico (anno 2009)	
Attestato di Agibilità	SI	
Abbattimento barriere architettoniche	SI	
Adeguamento luoghi di lavoro	SI	
Certificato Prevenzione Incendi	SI	
Verifica di Sicurezza	SI	

Tabella 29 - Schedatura scuola primaria "Vigne", Cesena

SCUOLA PRIMARIA "VIGNE" - VIGNE (FC)		
 <p style="text-align: center;"><i>Fotografia fronte di ingresso scuola primaria "Vigne", Cesena</i></p>	DATI GENERALI	
	Localizzazione	Via Adone Zoli, 35 - Cesena
	Anno di Costruzione	1968
	Numero Alunni a.s. 2017/2018	298
	DATI TECNICI	
	Superficie Utile Lorda	3600,40 m ²
	Tipologia costruttiva	Struttura in muratura portante; Solai in latero-cemento; Copertua in latero-cemento.
	Numero Piani F.T.	2 + Seminterrato
Ampliamenti	Non sono stati eseguiti ampliamenti	
INTERVENTI DI ADEGUAMENTO CONFORMI ALLA NORMATIVA VIGENTE (DM 18/12/1975)		
Interventi di rifunionalizzazione degli spazi	La disposizione degli spazi interni è rimasta pressoché invariata negli anni	
Interventi di manutenzione straordinaria e/o adeguamento normativo	Non sono stati rilevati interventi di manutenzione straordinaria sostanziali	
Antisismica	Non sono stati eseguiti interventi di miglioranto sismico	
Interventi di miglioramento energetico	Installazione di caldaia per la sola parte di riscaldamento avente potenza di 240,0 kW (anno 2015)	
Impiantistica	Dichiarazione di conformità impianto elettrico (anno 2012)	
Attestato di Agibilità	NO	
Abbattimento barriere architettoniche	SI	
Adeguamento luoghi di lavoro	SI	
Certificato Prevenzione Incendi	SI	
Verifica di Sicurezza	SI	

Tabella 30 - Schedatura scuola primaria "Marino Moretti", Cesena

SCUOLA PRIMARIA "MARINO MORETTI" - VILLARCO (FC)		
 <p><i>Fotografia fronte di ingresso scuola primaria "Marino Moretti", Cesena</i></p>	DATI GENERALI	
	Localizzazione	Via Certaldo, 355 - Cesena
	Anno di Costruzione	1965
	Numero Alunni a.s. 2017/2018	233
	DATI TECNICI	
	Superficie Utile Lorda	1830,90 m ²
	Tipologia costruttiva	Struttura in c.a.; Solai in latero-cemento; Copertura in latero-cemento.
Numero Piani F.T.	2 + Seminterrato	
Ampliamenti	1979 ampliato fabbricato parte est	
Note	Scuola primaria in adiacenza con scuola dell'infanzia	
INTERVENTI DI ADEGUAMENTO CONFORMI ALLA NORMATIVA VIGENTE (DM 18/12/1975)		
Interventi di rifunionalizzazione degli spazi	La disposizione degli spazi interni è rimasta pressoché invariata negli anni	
Interventi di manutenzione straordinaria e/o adeguamento normativo	2007 posa di isolamento termo-acustico pareti est	
Antisismica	Non sono stati eseguiti interventi di miglioramento sismico	
Interventi di miglioramento energetico	2007 posa di isolamento termo-acustico pareti est; Installazione di caldaia per la sola parte di riscaldamento avente potenza di 217,0 kW (anno 2006); Presente unità di trattamento aria.	
Impiantistica	Dichiarazione di conformità impianto elettrico	
Attestato di Agibilità	NO	
Abbattimento barriere architettoniche	SI	
Adeguamento luoghi di lavoro	SI	
Certificato Prevenzione Incendi	SI	
Verifica di Sicurezza	SI	

Tabella 31 - Schedatura scuola primaria "Carlo Collodi", Villa Chiaviche

SCUOLA PRIMARIA "CARLO COLLODI" - VILLA CHIAVICHE (FC)		
 <p style="text-align: center;"><i>Fotografia fronte di ingresso scuola primaria "Carlo Collodi", Villa Chiaviche</i></p>	DATI GENERALI	
	Localizzazione	Via Recoaro, 97 - Cesena
	Anno di Costruzione	1978
	Numero Alunni a.s. 2017/2018	124
	DATI TECNICI	
	Superficie Utile Lorda	2065,30 m ²
	Tipologia costruttiva	Struttura in muratura portante (fabbricato originario) e in c.a. con tamponamenti in laterizio (ampliamento); Solai in latero-cemento; Copertura in latero-cemento.
	Numero Piani F.T.	2
	Ampliamenti	2005 costruzione palestra
	Note	Scuola primaria in adiacenza con scuola dell'infanzia
INTERVENTI DI ADEGUAMENTO CONFORMI ALLA NORMATIVA VIGENTE (DM 18/12/1975)		
Interventi di rifunzionalizzazione degli spazi	La disposizione degli spazi interni è rimasta pressoché invariata negli anni	
Interventi di manutenzione straordinaria e/o adeguamento normativo	Non sono stati rilevati interventi di manutenzione straordinaria sostanziali	
Antisismica	Non sono stati eseguiti interventi di miglioramento sismico	
Interventi di miglioramento energetico	Installazione di caldaia per la produzione di acqua calda sanitaria e riscaldamento, avente potenza di 326,8 kW (anno 2007); Presente unità di trattamento aria; Installati pannelli fotovoltaici in copertura.	
Impiantistica	Dichiarazione di conformità impianto elettrico (anno 2011)	
Attestato di Agibilità	NO	
Abbattimento barriere architettoniche	SI	
Adeguamento luoghi di lavoro	SI	
Certificato Prevenzione Incendi	SI	
Verifica di Sicurezza	SI	

1.2.2 Risultati ottenuti

La distribuzione anagrafica degli edifici scolastici analizzati risulta molto variegata. Circa il 70% delle scuole sono state costruite prima del 1976, un dato maggiore rispetto alla media regionale. Solo una è stata costruita prima del 1900, più precisamente nel 1460, ed è la scuola primaria “Aurelio Saffi”. Collocata all’interno del complesso “San Domenico” la scuola è stata inserita all’interno degli ambienti che un tempo facevano parte di un convento di monaci. Questo complesso scolastico è l’unico del territorio comunale che presenta un vincolo della soprintendenza.

Risulta interessante evidenziare come tra le scuole costruite fino al 1966 vi sia una equa distribuzione tra gli edifici in muratura portante e quelli a telaio in calcestruzzo armato con tamponamenti in laterizio. Generalmente sono costituite da uno o due piani fuori terra e uno seminterrato e, nelle scuole in muratura portante, gli ampliamenti realizzati in epoche successive risultano costruiti con struttura a telaio. Questo ultimo aspetto può generare serie problematiche a livello strutturale e nei confronti del comportamento della struttura al sisma, se durante il progetto e nel corso della realizzazione non è stato eseguito un corretto ammorsamento delle parti interessate.

Tra il 1975 e il 1978 sono state costruite tre scuole primarie: la scuola primaria “Il Gelso” a Ponte Pietra (1975), “Bruno Munari” a Sant’Egidio (1976) e “Carlo Collodi” a Villa Chiaviche (1978). In questo decennio è possibile osservare una sperimentazione di nuove tecnologie costruttive nelle prime due scuole. Nel primo caso la scuola è stata edificata mediante l’utilizzo di strutture in acciaio e tamponamenti in pannelli prefabbricati, mentre nel secondo la struttura portante è di tipo misto, realizzata in parte con pannelli prefabbricati e in parte con telai di travi e pilastri nella sola direzione trasversale dell’edificio. Nella scuola “Carlo Collodi” è presente invece struttura in muratura portante.

Per quanto riguarda solai e coperture risulta che in tutte le scuole, dal 1941 al 1990 siano stati realizzati in latero-cemento; solo in un caso, nella scuola primaria di Martorano i solai risultano composti in elementi prefabbricati.

Nel decennio compreso tra il 1999 e il 2009 sono state costruite quattro nuove scuole avente tutte struttura a telaio in calcestruzzo armato e tamponamenti in laterizio. In due casi sono presenti solai in elementi prefabbricati e copertura in latero-cemento (scuola primaria di Pievesestina e Macerone), mentre nelle altre due i solai sono realizzati in latero-cemento e le coperture in legno (scuola primaria di Saiano e Torre del Moro).

Si riporta di seguito un breve riassunto riferito all’età anagrafica degli edifici, conforme alla scansione degli anni adottata in precedenza.

Tabella 32 - Anno di realizzazione scuole primarie nel comune di Cesena. Fonte: Ricerca di archivio, luglio 2018

Anno di Realizzazione Edifici Scolastici	
Edifici realizzati prima del 1900	4,35%
Edifici realizzati tra il 1900 e il 1940	8,70%
Edifici realizzati tra il 1941 e il 1974	56,52%
Edifici realizzati tra il 1975 e il 1990	13,04%
Edifici realizzati tra il 1991 e il 2000	4,35%
Edifici realizzati tra il 2001 e il 2016	13,04%

Come in precedenza citato, il comune di Cesena si dimostra molto scrupoloso in materia di prevenzioni incendi e certificazione degli impianti, in quanto in tutte le scuole primarie è presente sia il CPI (Certificato di Prevenzione Incendi) e il certificato di conformità per gli impianti elettrici. Inoltre, anche l'eliminazione delle barriere architettoniche e la messa a l'adeguamento dei luoghi di lavoro, secondo il D.lgs. 81/2008 ⁷, è presente per tutti gli edifici, tranne nella primaria di Martorano dove è attualmente in corso l'esecuzione dei lavori di ristrutturazione e riqualificazione degli ambienti, nonché di adeguamento sismico ed energetico. Uno degli obiettivi degli stessi è proprio l'abbattimento delle barriere architettoniche e la rifunzionalizzazione degli spazi.

Analizzando la presenza del certificato di agibilità si riscontra che è presente solo in tre scuole, di più recente costruzione. Questo perché nei decenni scorsi, con la vecchia normativa era sufficiente essere in possesso del certificato di collaudo statico oppure di idoneità statica. Infatti in tutti i restanti casi, ovvero l'86,96% del totale risultano presenti i suddetti documenti.

Tabella 33 - Certificazioni scuole primarie comune di Cesena. Fonte: ricerca di archivio, luglio 2018

Certificazioni	Anno 2016
Certificato di idoneità/collaudo statico	86,96%
Certificato di agibilità	13,04%
Certificato agibilità igienico-sanitaria	100%
Certificato prevenzione incendi	100%
Impianti elettrici a norma	100%

In riferimento alla sicurezza degli edifici si evidenzia il fatto che Cesena si trova in zona sismica 2, è pertanto un comune con elevato rischio sismico. Nel corso degli ultimi anni in tutte le scuole primarie è stata eseguita la verifica di vulnerabilità sismica sintetizzate nella

⁷ D.lgs. 9 aprile 2008, n. 81. Testo coordinato con il D.Lgs. 3 agosto 2009, n. 106. "Testo Unico sulla Salute e la Sicurezza sul Lavoro". Attuazione dell'articolo 1 della Legge 3 agosto 2007, n. 123 in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro. Gazzetta Ufficiale n. 101 del 30 aprile 2008 - Suppl. Ordinario n. 108. Decreto integrativo e correttivo: Gazzetta Ufficiale n. 180 del 05 agosto 2009 - Suppl. Ordinario n. 142/L.

redazione delle Schede di Livello 1 le quali forniscono una base di partenza per la progettazione e la realizzazione degli interventi di miglioramento o adeguamento sismico necessari.

Si ricorda che le Nuove Norme Tecniche delle Costruzione aggiornate nel 2018, al capitolo 8.4 forniscono le seguenti definizioni:

- **Interventi di riparazione o locali:** interventi che interessino singoli elementi strutturali e che, comunque, non riducano le condizioni di sicurezza preesistenti;
- **Interventi di miglioramento:** interventi atti ad aumentare la sicurezza strutturale preesistente, senza necessariamente raggiungere i livelli di sicurezza fissati al § 8.4.3;
- **Interventi di adeguamento:** interventi atti ad aumentare la sicurezza strutturale preesistente, conseguendo i livelli di sicurezza fissati al § 8.4.3.

Nel territorio comunale solo per due scuole primarie sono stati completati gli interventi di miglioramento sismico. Per la scuola elementare “Edmondo De Amicis” di San Giorgio è stato eseguito il rinforzo strutturale degli elementi per cui le verifiche statiche e sismiche non risultavano soddisfatte, mentre nella scuola elementare di Borello l’intervento di miglioramento è stato più complesso. Quest’ultima risale al 1929 e presenta una struttura in muratura portante. In questo caso l’intervento, eseguito nel 2015, ha provveduto al rinforzo dei maschi murari principali con ristilatura armata profonda e interventi con FRP, nonché l’inserimento di catene e controventi di falda e infine il rifacimento della copertura e il rinforzo delle capriate metalliche presenti.

In quattro scuole su ventitré sono in corso di esecuzione i lavori di miglioramento sismico che dovrebbero concludersi entro l’inizio dell’anno scolastico 2018/2019. Al termine dei lavori il 26,09% delle scuole del territorio comunale risulteranno a norma per quanto concerne le verifiche sismiche.

In tredici scuole non sono stati eseguiti interventi di miglioramento sismico, ma i prossimi progetti verranno elaborati per la scuola elementare “Vigne” nell’omonimo quartiere Vigne e la “Dante Alighieri” nel quartiere Oltre Savio.

Infine, solo quattro scuole, ovvero quelle costruite tra il 1999 e il 2009 sono state progettate con criteri antisismici e attualmente non richiedono interventi di miglioramento.

Nella Tabella 34 sotto riportata sono sintetizzati i dati riferiti alla situazione riferita alla sicurezza nei confronti dell’azione del sisma.

Tabella 34 – Scuole primarie costruite con criteri antisismici e con presenza di verifica di vulnerabilità sismica nel comune di Cesena. Fonte: ricerca di archivio, luglio 2018

Sicurezza	Anno 2016
Edifici in cui è stata eseguita la verifica di vulnerabilità sismica	100%
Edifici costruiti secondo criteri antisismici	17,39%

Edifici in cui è stato completato adeguamento/miglioramento sismico	8,70%
Edifici in cui è in corso di esecuzione adeguamento/miglioramento sismico	17,39%
Edifici in cui non è stato eseguito adeguamento/miglioramento sismico	56,52%

L'ultimo aspetto analizzato riguarda la riqualificazione energetica degli edifici. Per le scuole primarie l'analisi risulta eterogenea e complessa in quanto sono presenti diverse situazioni.

Solo nella scuola di Borello sono stati completati i lavori di riqualificazione energetica, i quali hanno comportato la sostituzione dei serramenti con altri maggiormente performanti, della caldaia e l'isolamento della copertura. Per la scuola elementare del quartiere Fiorita sono stati eseguiti i medesimi lavori con la differenza che in quest'ultima nel 2013 sono stati installati pannelli fotovoltaici in copertura e che i lavori per l'isolamento delle pareti esterne è in corso di esecuzione, perciò i lavori si possono ritenere non ancora terminati completamente.

Dodici degli edifici analizzati, ovvero oltre il 50% sfruttano energia da fonti rinnovabili, in particolare tra il 2010 e il 2016 per queste scuole sono stati installati pannelli fotovoltaici sulle coperture delle stesse. In sette risulta unicamente la sostituzione delle caldaie, mentre solo in due scuole non è stato eseguito alcun tipo di intervento migliorativo.

Nel

dei casi ricadono anche gli edifici in cui sono stati effettuati interventi per l'inserimento dell'isolamento termico e/o acustico a livello delle pareti perimetrali e delle coperture. Infine, le scuole di nuova costruzione risultano progettate con alti livelli di prestazione energetica.

Rilevante è la presenza di una centrale di teleriscaldamento a servizio della scuola primaria "Don Milani" di Torre del Moro, avente potenza di 412,0 kW e installata nel 2009 (anno di costruzione dell'edificio).

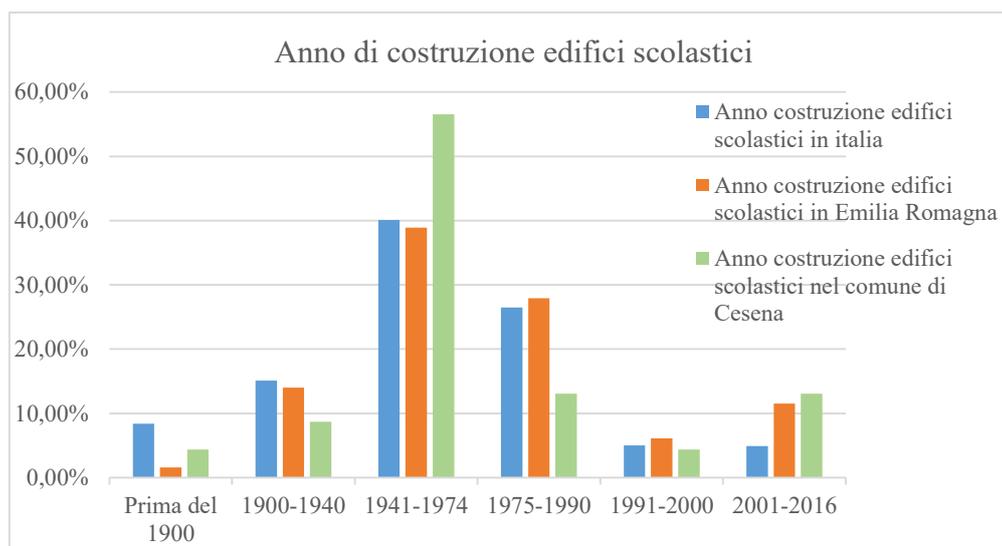
Tabella 35 – Riqualificazioni energetiche e utilizzo di energia da fonti rinnovabili per le scuole primarie del comune di Cesena. Fonte: dati forniti da "Energie per la città s.p.a.", luglio 2018

Energie Rinnovabili	Anno 2016
Riqualificazione energetica eseguita completamente	8,70%
Riqualificazione energetica eseguita in parte	56,52%
Riqualificazione energetica in corso di esecuzione	8,70%
Riqualificazione energetica non ancora eseguita	8,70%
Edifici progettati con alte prestazioni energetiche	17,39%
Edifici che utilizzano fonti rinnovabili	52,17%
Edifici con impianti solari fotovoltaici	52,17%
Edifici serviti da teleriscaldamento	4,35%

1.3 Considerazioni

Dall'analisi condotta è evidente come il patrimonio edilizio sia di antica costruzione sia nel territorio nazionale sia in quello regionale e comunale. Come è possibile vedere dal Grafico 1 solo il 10% degli edifici scolastici è stato costruito dagli anni '90 ad oggi.

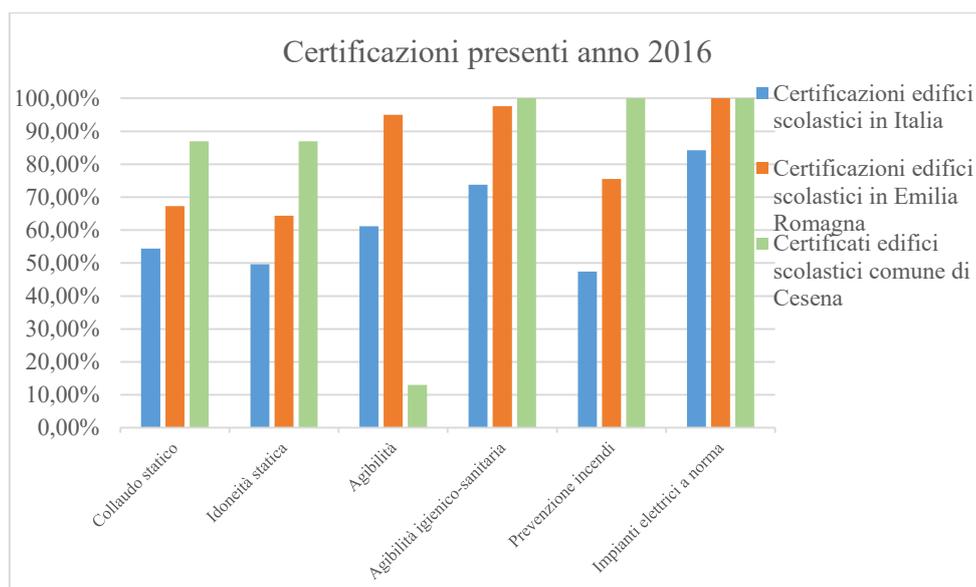
Grafico 1 - Anno di costruzione edifici scolastici



Nel nostro Paese si predilige la ristrutturazione piuttosto che la ricostruzione e questo porta alla presenza di un parco edilizio esistente vetusto e inadeguato, per il quale sono richiesti interventi di manutenzione e ristrutturazione sempre più costosi e meno efficaci, talvolta molto maggiori del valore economico del fabbricato che ne beneficia. Inoltre, l'intervento su questo tipo di edifici è spesso accompagnato dalla presenza di numerosi vincoli i quali non consentono di applicare le soluzioni progettuali più efficienti o innovative. Ciò comporta l'impiego dei fondi a disposizione per le opere di riqualificazione e la sottrazione degli stessi per la realizzazione di nuove strutture più performanti e adeguate ai bisogni educativi attuali.

Negli ultimi anni però è aumentata la sensibilizzazione nei confronti delle certificazioni presenti e necessarie, soprattutto in materia di prevenzione incendi e agibilità igienico-sanitaria. In riferimento al Certificato di Prevenzione Incendi in Emilia Romagna tutti gli edifici scolastici ne sono in possesso, contro l'80% delle scuole in Italia, mentre nei confronti del Certificato di Agibilità igienico-sanitaria tra l'andamento regionale e quello nazionale è presente uno scostamento di circa il 30%.

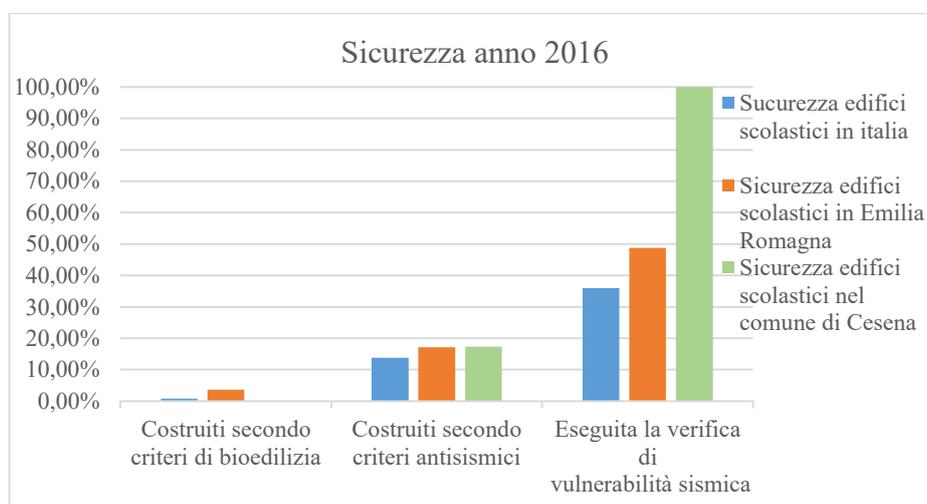
Grafico 2 - Certificazioni presenti per gli edifici scolastici



Poca attenzione è invece rivolta alla messa in sicurezza nei confronti dell'azione sismica, in quanto risultano ancora pochi gli edifici costruiti secondo criteri antisismici (si ricorda che la maggior parte degli immobili risale ad anni precedenti all'entrata in vigore della normativa antisismica) o sui quali sono stati eseguiti interventi di miglioramento o adeguamento sismico. Sicuramente il punto di partenza per comprendere e studiare il problema è sicuramente la verifica di vulnerabilità sismica, attraverso la quale è possibile redigere progetti adeguati alle necessità di ogni singolo edificio. Sotto questo punto di vista il comune di Cesena si sta adoperando per la messa in sicurezza non solo degli edifici ospitanti le scuole primarie, ma per tutti quelli del parco edilizio scolastico. In Italia invece in meno del 40% dei casi tale verifica è stata eseguita.

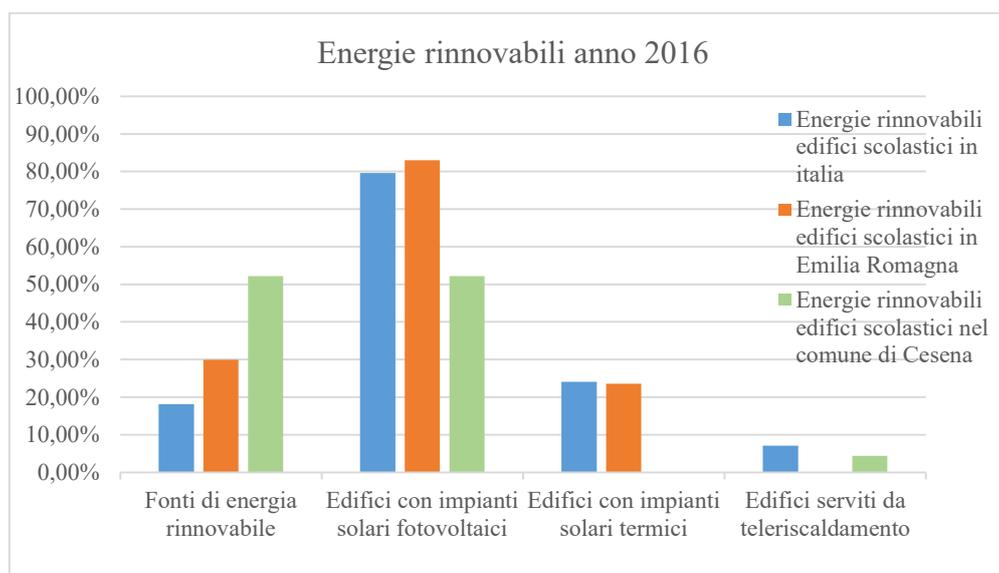
Considerando invece gli edifici costruiti secondo criteri di bioedilizia, anch'essi risultano esigui, seppur questo dato è strettamente collegato alla scarsa presenza di edifici scolastici di nuova costruzione.

Grafico 3 - Edifici costruiti con criteri antisismici e con presenza di verifica di vulnerabilità sismica



Mentre nei confronti dell'emergenza sismica la consapevolezza non è ancora adeguata, per quanto riguarda i consumi e le prestazioni energetiche degli stessi è riscontrabile un aumento nell'utilizzo delle fonti di energia rinnovabile. In particolare un numero sempre maggiore di scuole ha provveduto all'installazione di pannelli fotovoltaici per la copertura dei consumi elettrici e in casi minori di pannelli solari termici. Gli interventi non sono però ancora sufficienti e l'efficienza energetica delle scuole risulta ancora in molti casi trascurata. I consumi continuano ad essere eccessivi a fronte di scarse condizioni di comfort interno da parte di chi usufruisce degli immobili.

Grafico 4 - Riqualificazioni energetiche e utilizzo di energia da fonti rinnovabili per gli edifici scolastici



Da queste considerazioni emergono le maggiori criticità che interessano gli edifici scolastici nel nostro paese e i punti focali sui quali è necessario intervenire. Nel capitolo seguente l'analisi entrerà maggiormente nel dettaglio esaminando la scuola primaria "Dante Alighieri" collocata all'interno del comune di Cesena dove sono riscontrabili diverse criticità, riscontrate grazie all'elaborazione delle schedature, e non sono ancora stati eseguiti interventi di miglioramento sismico ed energetico.

L'edificio risulta ancora da accatastare al Catasto Fabbricati. E' costruito su un terreno individuato al Catasto Terreni con i seguenti estremi: Foglio 123, Particella 1180.

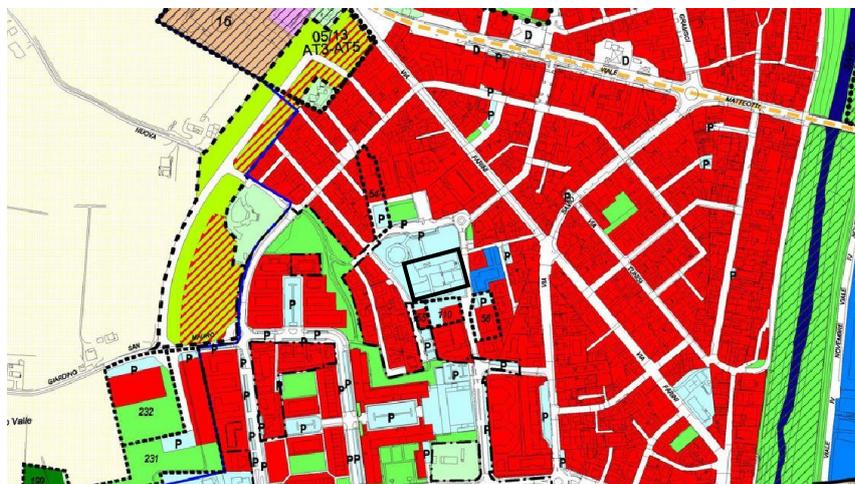


Figura 2 - Individuazione Scuola Primaria "Dante Alighieri". Estratto non in scala. Fonte: P.R.G. Comune di Cesena

Il complesso scolastico è realizzato in muratura portante, fatto salvo per gli ampliamenti costruiti nel 1977 e realizzati mediante telai in calcestruzzo armato con tamponamenti in laterizio. I solai e le coperture risultano tutte in latero-cemento; in particolare, queste ultime si presentano a falda tranne una piana propria del connettivo.

Composto da tre corpi collegati attraverso un connettivo, l'edificio si presenta irregolare sia in pianta sia in altezza. Tale differenza è desumibile dalla fotografia aerea sotto riportata (Figura 3).



Figura 3 - Fotografia aerea scuola primaria "Dante Alighieri". Fonte: Comune di Cesena

Esternamente la scuola si presenta in buono stato conservativo, grazie ai recenti interventi di manutenzione ordinaria attraverso i quali sono state ripristinate le parti che presentavano

distaccamento dell'intonaco e ritinteggiate tutte le pareti esterne. Nel 2012 è stato inoltre eseguito in rifacimento di una delle coperture per l'inserimento di pannelli fotovoltaici che coprono parzialmente il fabbisogno di energia elettrica consumata dalla scuola.

Alla scuola si accede attraverso un doppio ingresso posto su via Quarto dei Mille; tale soluzione consente di chiudere al pubblico i locali della scuola e mantenere accessibile solo la palestra quando quest'ultima viene utilizzata negli orari extrascolastici.

I collegamenti verticali sono realizzati mediante tre corpi scala dislocati nei tre corpi del complesso e collegano tutti i piani degli stessi. Non risultano invece presenti ascensori.

In generale le aule didattiche trovano collocazione in corrispondenza del piano rialzato e primo, mentre i laboratori nei locali del piano seminterrato.

Come precedentemente esplicitato, l'edificio è divisibile in tre diversi corpi collegati da un connettivo. Per semplicità di analisi il complesso verrà analizzato considerando distintamente i corpi che lo compongono.

Di seguito si riporta la planimetria generale e la suddivisione del complesso nei tre diversi corpi.



Figura 4 - Planimetria generale. Fonte: Comune di Cesena

Il **Corpo 1** è suddivisibile a sua volta in due parti distinte a causa di una leggera differenza costruttiva. Entrambe sono costituite da un piano rialzato fuori terra e un seminterrato, ma presentano altezze diverse.



Figura 5 - Fronte nord Corpo 1. Fotografie da sopralluogo in data 18 luglio 2018

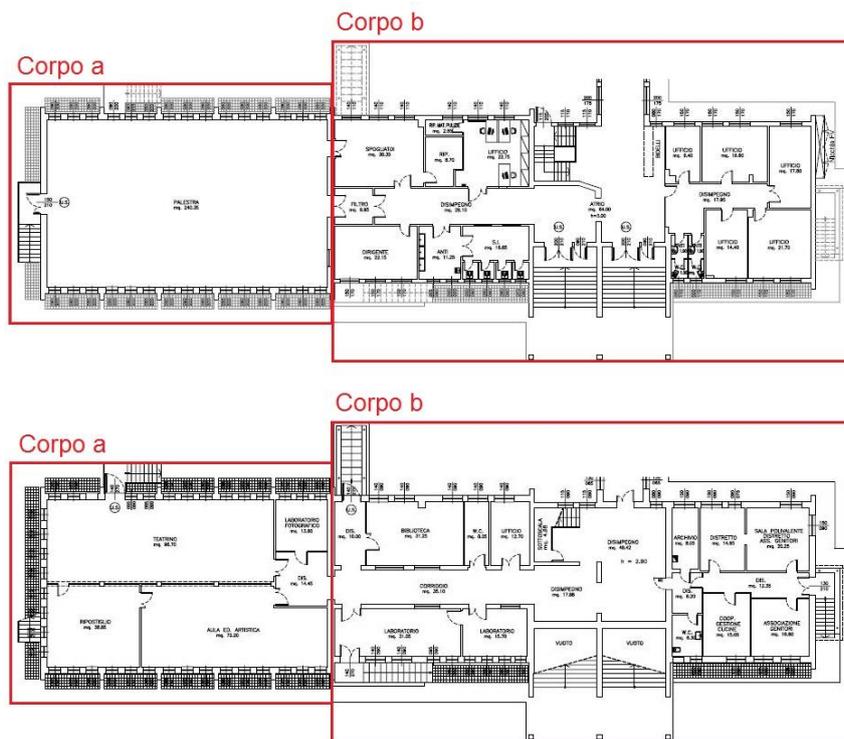


Figura 6 - Suddivisione Corp1. In alto pianta piano rialzato, in basso pianta seminterrato.

In particolare il **Corpo a**, collocato ad est, comprende, nel piano seminterrato: un teatro, un ripostiglio e due laboratori didattici, mentre nel piano rialzato è presente la palestra.



Figura 7 - Fronte sud Corpo 1.a. Fonte: Comune di Cesena

La fondazione è costituita da travi rovesce e plinti isolati in conglomerato cementizio armato. Fino all'altezza di 2 m la muratura perimetrale è realizzata in conglomerato cementizio armato, avente spessore di circa 45 cm. Internamente, nella parte centrale della superficie, si collocano longitudinalmente 4 pilastri in conglomerato cementizio armato aventi dimensione 28x28 cm. Sui pilastri poggia una trave di dimensione 30x60 cm.

Il solaio è composto da travetti in calcestruzzo e pignatte in laterizio (altezza 12 cm), uno strato di massetto e pavimento (spessore 5 cm), per un'altezza complessiva, compreso l'intonaco, pari a 20 cm.

In corrispondenza del piano rialzato la struttura è costituita da muratura portante di mattoni pieni avente spessore pari a 42 cm.

Il solaio di copertura è realizzato in latero-cemento, con pignatte avente altezza pari a 14 cm, poggia su capriate in reticolari in calcestruzzo armato a vista, e presenta uno spessore complessivo di 19 cm.

La palestra è collegata con l'esterno attraverso un'uscita di sicurezza posta sul lato est, mentre dal teatro è possibile uscire all'esterno grazie ad un'uscita posta in prossimità del palco e che giunge all'esterno grazie ad una scala posta sul lato sud.

Il **Corpo b** ospita nei locali seminterrati: la biblioteca, due laboratori didattici, un ufficio non operativo, servizi igienici, il vano scala, un grande disimpegno e gli spazi che rappresentano la sede dell'Associazione Culturale "Dante Alighieri". Tale associazione risulta molto attiva nel territorio comunale e collabora anche con il personale della scuola primaria e dell'infanzia per la realizzazione di diversi progetti e iniziative riguardanti il mondo della scuola.

In corrispondenza del piano rialzato vi sono invece: gli spogliatoi che servono la palestra, i servizi igienici, gli uffici e l'ingresso principale.

La struttura si differenzia dalla precedente per alcuni aspetti. Nel seminterrato sono presenti muri interni portanti in mattoni pieni (spessore 42 cm) in corrispondenza dell'ingresso

principale. La muratura portante del piano rialzato presenta uno spessore di 28 cm, inferiore rispetto a quello che si trova in corrispondenza della palestra. I solai presentano il medesimo spessore di quelli precedenti, ma in questo caso è presente un solaio in latero-cemento di spessore variabile, in corrispondenza del sotto tetto che non è praticabile. In particolare i solai sopra agli uffici presentano pignatte di 14 cm di spessore, mentre la restante parte è caratterizzata da solai aventi pignatte di 12 cm di spessore. La copertura, in latero-cemento, è caratterizzata da uno spessore di 16 cm delle pignatte e 5 cm del manto di copertura. E' inoltre presente un restringimento dello spessore delle pignatte, la cui altezza risulta essere 12 cm, in corrispondenza del colmo nella parte sovrastante gli spogliatoi, l'ufficio della dirigente scolastica e i bagni.

Infine il corpo b presenta un'altezza di 3,55 m inferiore rispetto al corpo a; quest'ultimo presenta infatti un'altezza dal piano di fondazione pari a 6,65 m, mentre quella del corpo b risulta essere 10,20 m.

Gli spazi di questa parte dell'intero complesso vengono utilizzati anche in orari extrascolastici. In particolare la palestra viene utilizzata da diverse associazioni sportive del comprensorio comunale per attività sportive, previa concessione da parte del comune. Durante lo svolgimento di tali attività, al fine di impedire l'accesso a terzi ai locali della scuola, viene tenuto aperto solo uno dei due ingressi posti sul lato nord e viene chiuso il passaggio interno tra i due ingressi attraverso un cancello scorrevole. Per quanto riguarda gli spazi riservati alla sede dell'Associazione "Dante Alighieri" questi possiedono un accesso privato dall'esterno della struttura, ma sono comunicanti con la scuola attraverso una porta collocata in corrispondenza del disimpegno del seminterrato.

Procedendo dall'ingresso in direzione sud, sulla destra si trova il **Corpo 2**. Caratterizzato da due piani fuori terra e un seminterrato, trovano collocazione al suo interno le aule didattiche e i servizi igienici, nel piano rialzato e primo; l'archivio, suddiviso in tre stanze, i ripostigli e il laboratorio di scienze nel seminterrato. L'altezza dell'edificio dal piano di fondazione è pari a 10,20 m.

La struttura è analoga alla precedente. La fondazione è costituita da travi rovesce in conglomerato cementizio armato. Il piano seminterrato è realizzato con muri perimetrali in conglomerato cementizio (spessore circa 45 cm), mentre internamente sono presenti muri portanti in mattoni pieni (spessore 42cm circa).

I piani rialzato e primo sono realizzati completamente in muratura in mattoni pieni (spessore 28cm circa).

I solai sono in latero-cemento con pignatte di altezza variabile tra i 12 e i 26 cm e soletta in calcestruzzo di 5 cm; sono perciò presenti differenze significative nello spessore complessivo dei solai. Anche la copertura è in latero-cemento, realizzata con travetti in calcestruzzo e pignatte di spessore variabile tra i 12 e i 23 cm.

Nel 1977 questa parte del complesso ha subito un ampliamento sul lato ovest, dovuto alla necessità di inserire nuove aule. Tale ampliamento è un prolungamento dell'edificio esistente presentando anch'esso due piani fuori terra e un seminterrato, ma non risulta

ammorsato con la parte di edificio contigua. Il piano seminterrato è realizzato con la stessa tecnologia costruttiva dell'edificio adiacente e presenta uno spessore delle chiusure perimetrali di 35 cm. I piani rialzato e primo sono costituiti da un perimetro a "C" in muratura portante in mattoni pieni e un telaio centrale in c.a. costituito da 2 pilastri collegati con una trave a "T". I solai e la copertura sono realizzati con travetti e pignatte in laterizio aventi spessore di 22 cm.

Su lato ovest del fabbricato è posizionata la scala di emergenza esterna che serve sia il piano rialzato sia il piano primo. In caso di emergenza è invece possibile evacuare dal seminterrato attraverso l'uscita di sicurezza posta sul lato sud.

Infine, speculare al precedente, il **Corpo 3** presenta le stesse caratteristiche costruttive e architettoniche del Corpo 2. Per la descrizione della struttura si rimanda quindi al paragrafo precedente.



Figura 8 - Fronte nord Corpo3 a sinistra. Fotografie da sopralluogo in data 18 luglio 2018. Fronte sud Corpo 3 a destra. Fonte: Comune di Cesena.

A livello distributivo funzionale, la suddivisione degli spazi e la destinazione d'uso è la medesima per i due corpi, fatta eccezione per il piano seminterrato, all'interno del quale, nel Corpo 3 è presente la mensa. Ad essa si accede attraverso la scala interna collocata in adiacenza con il connettivo ed è suddivisa in quattro diverse sale, nelle quali gli alunni vengono divisi per classi. In questo caso i cibi vengono preparati in loco, per questa ragione è presente la cucina e la zona lavaggio, oltre alla dispensa. All'interno di questi spazi sono presenti due diverse uscite di sicurezza, una a sud in corrispondenza della sala più ampia e l'altra a nord nel disimpegno a fianco della zona lavaggio.

2.1 Analisi delle documentazioni fornite

Grazie alla collaborazione e alla disponibilità dei Tecnici del Comune di Cesena è stato possibile reperire materiale fondamentale per ottenere una completa conoscenza del fabbricato in esame, delle criticità relative allo stesso e degli aspetti più significativi sui quali risulta necessario intervenire. In particolare, sono di seguito analizzate la documentazione riferita alla vulnerabilità sismica e alla diagnosi energetica.

2.1.1 Analisi documentazione inerente alla vulnerabilità sismica

L'analisi di vulnerabilità sismica è stata prodotta nel febbraio 2013 per il Comune di Cesena da uno studio ingegneristico esterno e fa parte delle "verifiche tecniche", denominate anche "valutazioni di sicurezza", conformi alle indicazioni definite dalla Regione Emilia Romagna⁸.

La scuola, realizzata nella prima metà degli anni '60, non risulta essere costruita con criteri antisismici.

Il complesso è edificato su un terreno facente parte dell'"Unità di Modena"⁹, ma non sono state eseguite specifiche indagini geologiche che avrebbero permesso di caratterizzare in maniera più approfondita il sito. Nei calcoli, i parametri relativi alla definizione dell'azione sismica di riferimento sono stati dedotti in maniera approssimata attraverso la correlazione con i valori ottenuti da prove penetrometriche eseguite in zona limitrofa al fabbricato da verificare.

Prima di procedere all'analisi è stato effettuato un rilievo conoscitivo tramite la documentazione reperita, attraverso la quale è stata ricostruita la geometria dell'intero fabbricato, e mediante saggi effettuati in sito per la conoscenza del materiale. Questi ultimi sono stati eseguiti sia sugli elementi verticali che orizzontali nonché sui collegamenti, per la conoscenza del materiale e del grado di ammorsamento.

⁸ Deliberazione della Giunta Regionale 23 giugno 2008, n. 936 – Programma delle verifiche tecniche e piano degli interventi di adeguamento e miglioramento sismico previsto all'art. 1, comma 4, lettera c) dell'OPCM 3362/2004 e s.m.i. (annualità 2005).

⁹ "Depositi fluviali intravallivi e di piana alluvionale, costituiti da ghiaie, sabbie, limi e argille di canale fluviale, argine e, localmente di piana inondale.

Limite superiore coincidente con il piano topografico dato da un suolo calcareo di colore bruno olivastro e bruno grigiastro (HUE 2,5Y) privo di reperti archeologici romani, o più antichi, non rimaneggiati e caratterizzato da una buona preservazione delle forme deposizionali originarie (argini e bacini interfluviali). Limite inferiore dato da una superficie di erosione fluviale nelle aree intravallive e dal contatto delle traccimazioni fluviali sul suolo non calcareo di epoca romana nelle aree di pianura.

Include, concettualmente, i depositi fluviali in evoluzione b₁ che però, in accordo con la tradizione della cartografia geologica preesistente, sono stati cartografati separatamente. Spessore massimo in affioramento 3-4 m.

POST-ROMANA (IV-VI sec. d.C. – Attuale; Datazione Archeologica)".

Descrizione inserita all'interno della relazione della verifica di sicurezza sismica.

In riferimento all'analisi sismica si considera il fabbricato diviso nei tre corpi distinti, come indicato in Figura 4. Pertanto si riportano nei paragrafi seguenti i risultati ottenuti separatamente.

Per quanto riguarda i documenti tecnici applicativi a cui si è fatto sistematico riferimento, nell'ambito dello svolgimento della valutazione di sicurezza, si rimanda ai “Riferimenti Normativi” in fondo all'elaborato.

2.1.1.1 Parametri utilizzati e configurazione del modello di calcolo

Per l'analisi dell'edificio si è fatto riferimento al DM 14 gennaio 2008 “Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni” (“NTC08”), secondo il quale l'edificio in esame è situato in Zona Sismica 2 e, ai sensi del punto 8.1 della suddetta norma è da ritenersi “costruzione esistente”.

Con riferimento alla tabella 2.4.I si identifica la “vita nominale” dell'opera strutturale $V_N \geq 50$ anni (Opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale).

Tabella. 1 - Vita nominale V_N per diversi tipi di opere. Fonte: Tabella 2.4.I "NTC08"

TIPI DI COSTRUZIONE		VITA NOMINALE V_N (in anni)
1	Opere provvisorie – Opere provvisionali - Strutture in fase costruttiva	≤ 10
2	Opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale	≥ 50
3	Grandi opere, ponti, opere infrastrutturali e dighe di grandi dimensioni o di importanza strategica	≥ 100

Per quanto riguarda la “Classe d'uso” (punto 2.4.2 delle “NTC08”) la “Circ09”, al 2° capoverso del punto C2.4.2, chiarisce che le scuole ricadono nella Classe III¹⁰.

Il D.M. 14 gennaio 2008, nella tabella 3.1.II, riporta i valori nominali e/o caratteristici dei carichi di esercizio per le diverse categorie di edifici; per quanto riguarda le scuole indica, quale carico verticale uniformemente distribuito, il valore $q_k = 3,00 \frac{kN}{m^2}$ (Ambienti suscettibili di affollamento - Cat. C1), anche in accordo con l'Eurocodice 1 - Parte 1-1, al punto 6.3.1.

Il “periodo di riferimento per l'azione sismica” (punto 2.4.3 delle “NTC08”), considerato che il coefficiente d'uso nel caso in esame vale $C_U = 1,5$ (tabella 2.4.II delle “NTC08”), si

¹⁰ Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.

determina mediante la relazione il periodo di riferimento per l'azione sismica $V_R = V_N \cdot C_U = 50 \cdot 1,5 = 75 \text{ anni}$.

Per l'analisi del fabbricato si è fatto riferimento alla categoria di suolo di tipo C¹¹ e alla categoria topografica di tipo T₁¹²; quest'ultima ottenuta attraverso l'elaborazione dei dati di una prova penetrometrica eseguita in zona limitrofa al sito in esame.

Per l'elaborazione del modello di calcolo sono state considerate diverse assunzioni che vengono di seguito espresse:

- Il piano seminterrato, realizzato in pareti in calcestruzzo non armato, è stato modellato impiegando le caratteristiche della muratura in blocchi di calcestruzzo semipieni, adottando per essa la resistenza a compressione di un calcestruzzo di qualità scadente quale può essere quella di un calcestruzzo tipo Rck200;
- I solai sono stati considerati deformabili nel proprio piano;
- La verifica dell'edificio in oggetto è stata eseguita tenendo conto delle varie porzioni di fabbricato costituenti ed omogenee dal punto di vista strutturale. Tali porzioni possono essere ritenute, rispetto agli altri corpi adiacenti, unità strutturali a sé stanti a cui corrisponde un comportamento dinamico distinto.

All'interno del modello di calcolo, i dati geometrici inseriti riferiti alla muratura sono i seguenti:

Tabella 36 - Dati Geometrici Elementi in Muratura Corpo 1a. Analisi Statica Non Sismica. Fonte: Comune di Cesena

Coefficiente parziale di sicurezza dei materiali γ_M : in analisi sismica [§7.8.1.1]	2,00
SLD in analisi sismica [§7.8.1.1, §7.3.7.1, §4.5.9]	1,00
SLU in analisi statica [§4.5.6.1]	3,00
Livello di Conoscenza	LC2
Per muratura esistente: Fattore di confidenza	1,20

Per un edificio in muratura le analisi lineari non sono in grado di descrivere adeguatamente il comportamento sismico in quanto non riescono a cogliere la capacità resistente effettiva; per contro, la verifica a presso flessione ortogonale è una verifica convenzionale che viene eseguita in campo lineare. Trattandosi di una verifica locale, è indipendente dalle eventuali redistribuzioni di azione sismica.

Per questo motivo per l'edificio oltre all'analisi statica non sismica sono state effettuate:

- Analisi pushover per le verifiche nel piano;
- Analisi sismica dinamica modale per le verifiche fuori piano (presso flessione ortogonale) e geotecniche.

¹¹ Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{SPT,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina). (Tabella 3.2.II "NTC08").

¹² Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$. (Tabella 3.2.IV "NTC08").

2.1.1.2 Risultati ottenuti dall'analisi di vulnerabilità sismica

All'interno di questo paragrafo si analizzano i risultati ottenuti distinti per i tre corpi che compongono il fabbricato.

Partendo dal Corpo 1 si ricorda che esso è suddiviso in Corpo 1a, caratterizzato dalla palestra e dal teatro, e Corpo 1b, comprendente i locali uffici al piano rialzato e i locali dell'Associazione "Dante Alighieri" nel seminterrato.

Di seguito sono riportate le rappresentazioni dei due corpi utilizzate nel modello, partendo dal **Corpo 1a**.

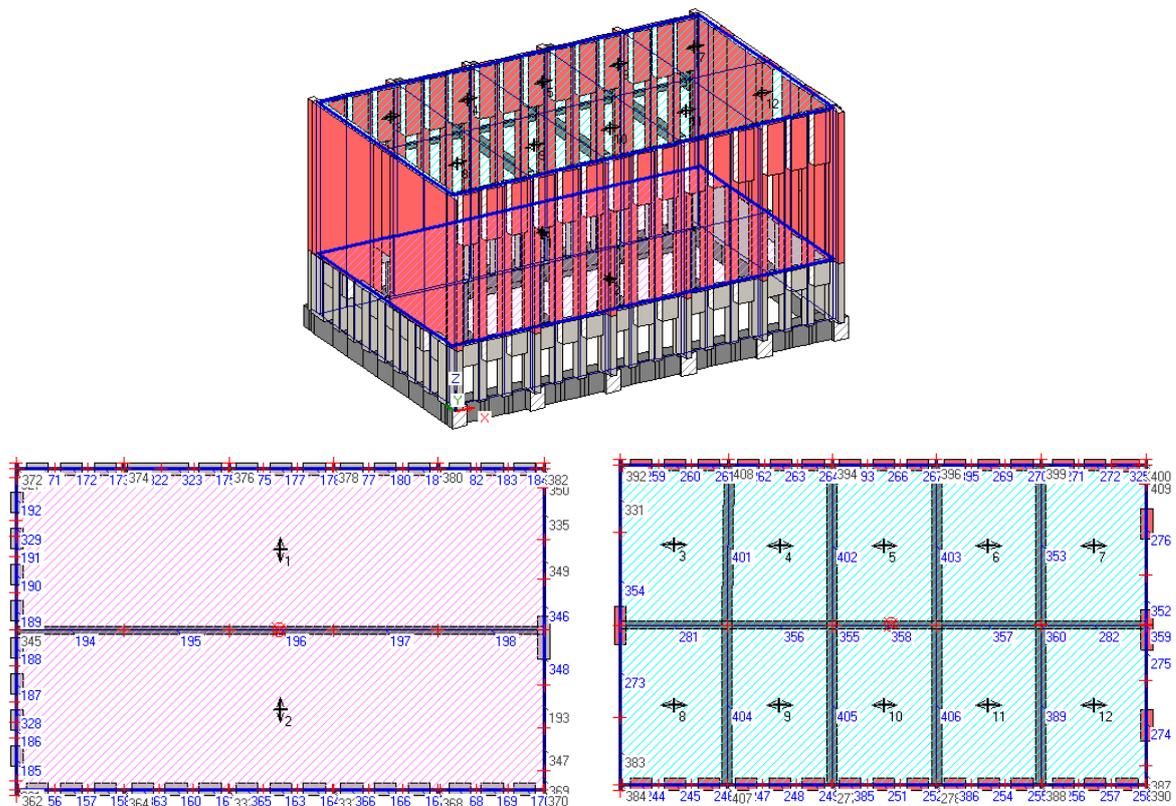


Figura 9 - In alto: modellazione Corpo 1a. A sinistra: pianta seminterrato e centri di massa; a destra: pianta piano rialzato e centri di massa. Fonte: Comune di Cesena

L'edificio è realizzato in pareti in calcestruzzo non armate al piano seminterrato, mentre risulta costituito da muratura di mattoni pieni ai piani superiori. All'interno della parte di fabbricato in esame sono state riscontrate cinque diverse tipologie di materiali.

Tabella 37 - Dati Materiali Corpo 1a. Fonte: Comune di Cesena

N°	Tipologia Materiale	Descrizione [parametri meccanici: kgf/cm ²]
1	Conglomerato Cementizio Armato	Conglomerato Cementizio Armato C25/30
2	Muratura	Muratura in blocchi di calcestruzzo semipieni (forat.<45%)

3	Muratura	Muratura in mattoni pieni e malta di calce
4	Conglomerato Cementizio Armato	Conglomerato Cementizio Armato $R_{ck}104$ (pilastri)
5	Conglomerato Cementizio Armato	Conglomerato Cementizio Armato $R_{ck}194$ (travi)

Dai calcoli è emerso che per la verifica a Stato Limite Ultimo (SLU) non risulta soddisfatta per:

- Solaio livello I;
- Trave Palestra in c.a. nella sezione di mezzeria e a flessione;
- Parte dei puntoni e delle catene facenti parte della capriata in c.a. propria della copertura della palestra.

Si riporta di seguito la rappresentazione degli elementi in c.a. non verificati nella verifica a pressoflessione nel piano.

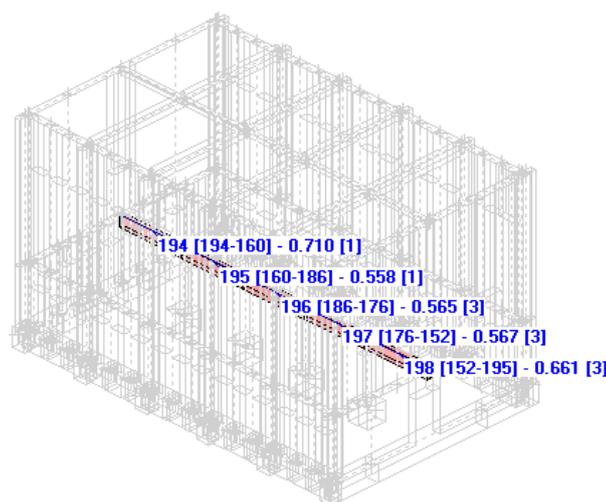


Figura 10 - Elementi in c.a. non verificati nella verifica a pressoflessione nel piano. Fonte. Comune di Cesena.

Per quanto riguarda l'analisi statica non sismica condotta a SLU sulla muratura non risulta soddisfatta solo la verifica di resistenza a pressoflessione complanare per gli elementi di seguito riportati. Non risulta in parte soddisfatta neanche l'analisi sismica statica non lineare e dinamica lineare a SLU sulla muratura.

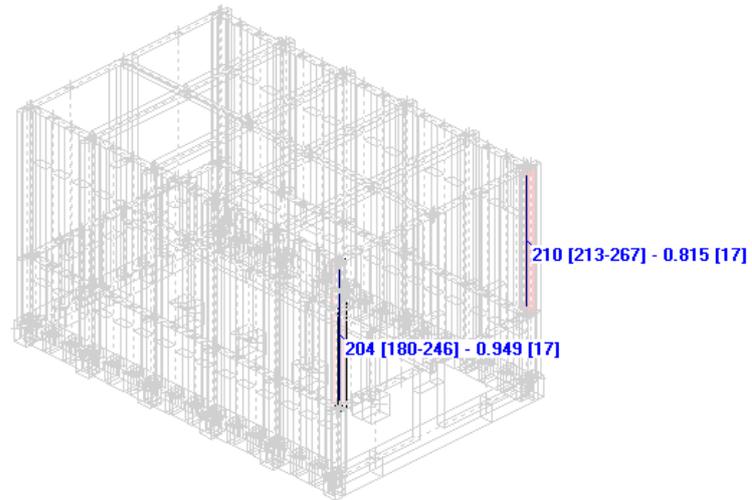


Figura 11 - Elementi in muratura non verificati nella verifica a pressoflessione nel piano. Fonte: Comune di Cesena

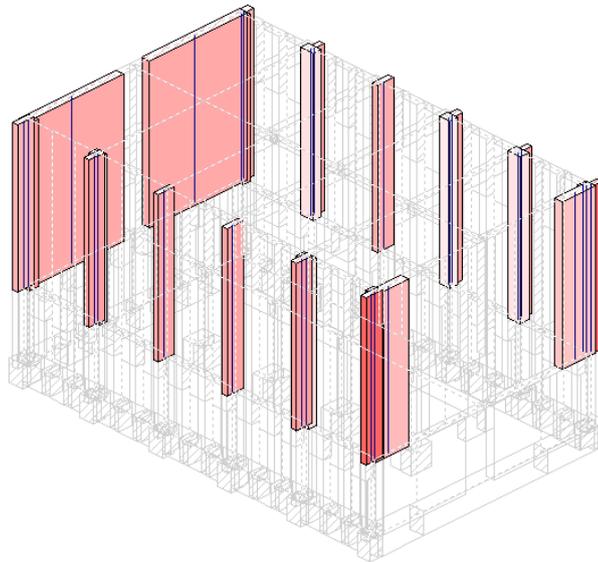


Figura 12 - Aste non verificate nella verifica a pressoflessione ortogonale. Fonte: Comune di Cesena.

Risultano invece soddisfatte le restanti verifiche.

Si procede ora con l'analisi del **Corpo 1b**.

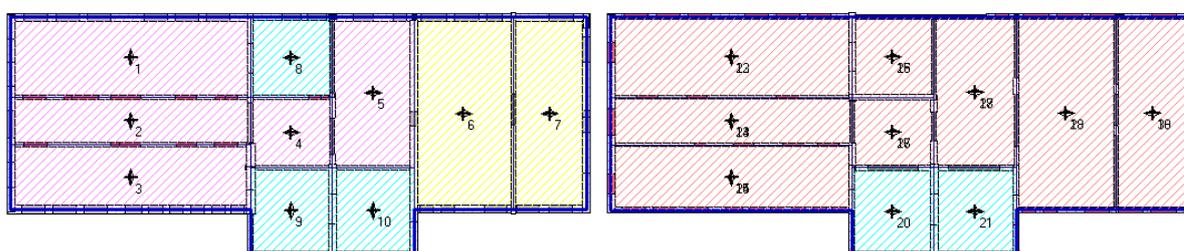


Figura 13 - In alto: modellazione Corpo 1b. A sinistra: pianta solaio piano rialzato e centri di massa; a destra: pianta solaio piano sotto copertura e copertura e centri di massa. Fonte: Comune di Cesena

In questo caso sono stati rilevati tre diversi tipi di materiali, come indicato nella tabella sotto riportata:

Tabella 38 - Dati Materiali Corpo 1b. Fonte: Comune di Cesena

N°	Tipologia Materiale	Descrizione [parametri meccanici: kgf/cm ²]
1	Conglomerato Cementizio Armato	Conglomerato Cementizio Armato C25/30
2	Muratura	Muratura in mattoni pieni e malta di calce
3	Muratura	Muratura in blocchi di calcestruzzo semipieni (foratura <45%)

Dai calcoli è emerso che per la verifica a Stato Limite Ultimo (SLU) non risulta soddisfatta per:

- Alcune parti del solaio livello I sia nelle sezioni di appoggio sia in quelle di mezzeria;
- Due parti del solaio livello III nelle sezioni di mezzeria.

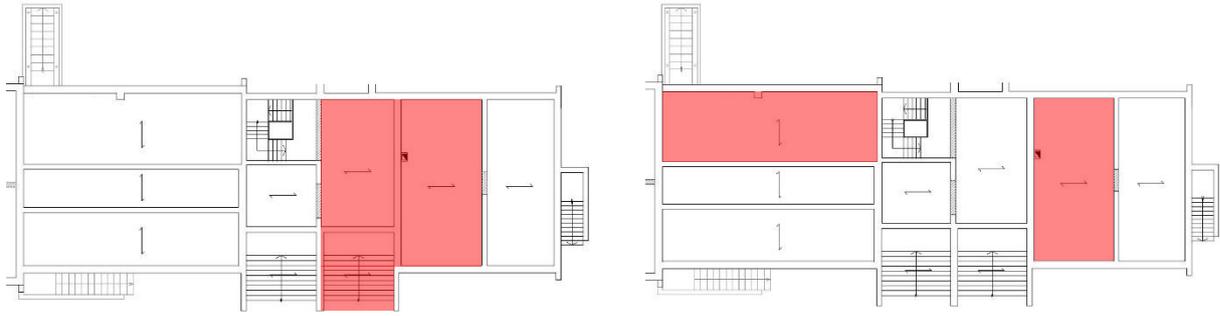


Figura 14 - Rappresentazione Solai non verificati. A sinistra: solaio livello I. A destra: solaio livello III

Non risulta in parte soddisfatta anche l'analisi sismica statica non lineare e dinamica lineare a SLU sulla muratura, in particolare la verifica a pressoflessione ortogonale.

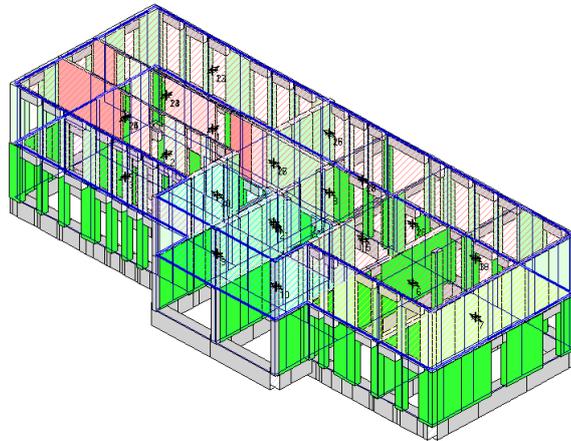


Figura 15 - Risultato verifica a pressoflessione ortogonale. Fonte: Comune di Cesena

Risultano invece soddisfatte le restanti verifiche.

Corpo 2. L'ala ovest del fabbricato è costituita da due piani fuori terra nei quali sono presenti le aule e un seminterrato che ospita ripostigli e l'archivio.

Nell'elaborazione delle analisi il corpo in esame è stato suddiviso in due parti distinte, definendo separatamente la struttura originaria e l'ampliamento realizzato con diversa tecnologia costruttiva.

Si riportano quindi gli esiti della trattazione distintamente, partendo dalla parte originaria della struttura.

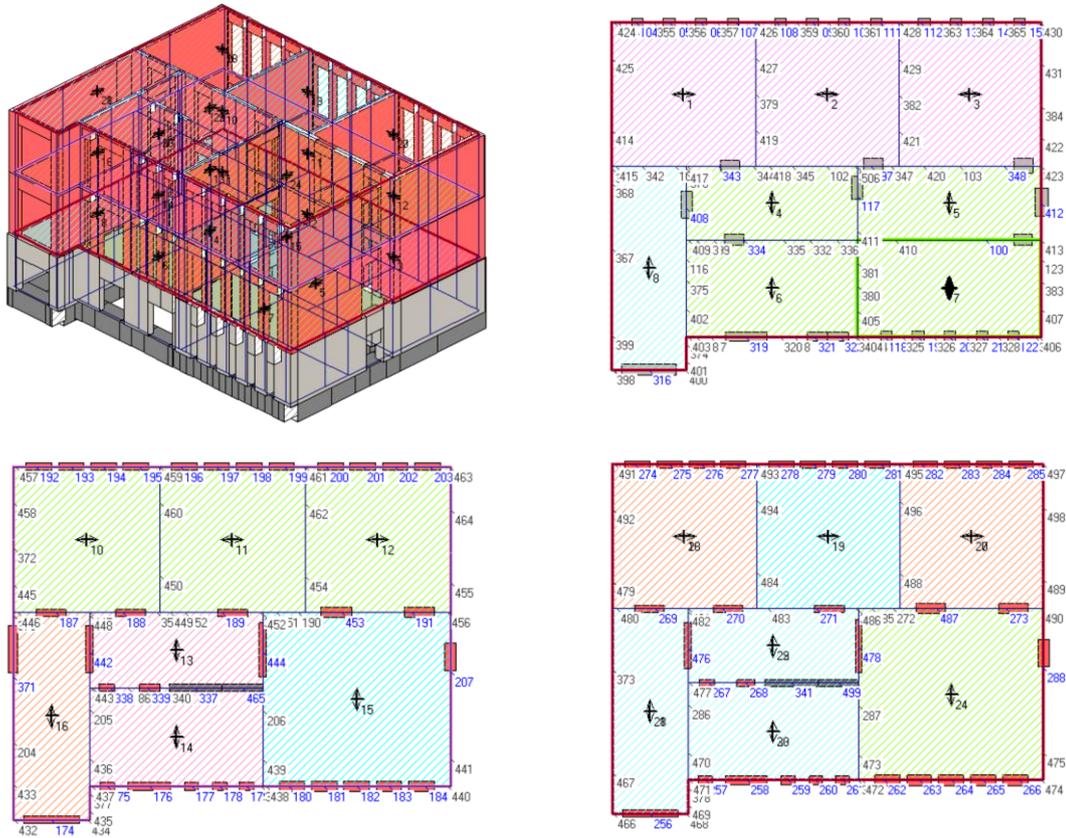


Figura 16 - In alto a sinistra: modellazione parte originaria struttura. In alto a destra: Pianta solaio piano terra. In basso a sinistra: Pianta solaio piano primo. Ogni pianta presenta i centri di massa. Fonte: Comune di Cesena

Le tipologie di materiale riscontrato sono tre e vengono di seguito illustrate:

Tabella 39 - Dati Materiali Corpo 2. Fonte: Comune di Cesena

N°	Tipologia Materiale	Descrizione [parametri meccanici: kgf/cm ²]
1	Conglomerato Cementizio Armato	Conglomerato Cementizio Armato C25/30
2	Muratura	Muratura in blocchi di calcestruzzo semipieni (foratura <45%)
3	Muratura	Muratura in mattoni pieni e malta di calce

Dai calcoli è emerso che per la verifica a Stato Limite Ultimo (SLU) non risulta soddisfatta per:

- Una parte del solaio livello I per la sola sezione di mezzeria;
- Due parti del solaio livello II nelle sezioni di mezzeria e di appoggio;
- La sezione di mezzeria di una parte di solaio del livello III;
- Le sezioni di mezzeria di tre parti di solaio del livello IV;
- La trave del livello II in corrispondenza della sezione di mezzeria.

Sono di seguito rappresentati gli elementi per cui la verifica non è risultata soddisfatta.

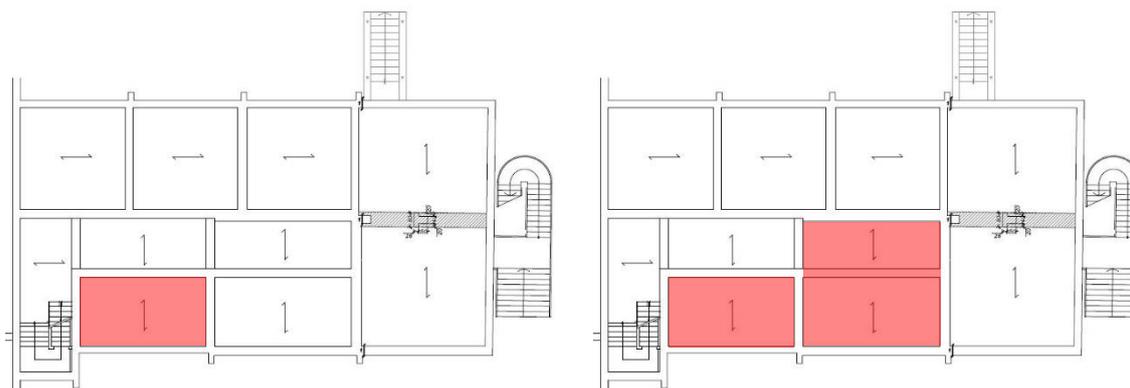


Figura 17 - Rappresentazione Solai non verificati. A sinistra: solaio livello I. A destra: solaio livello II

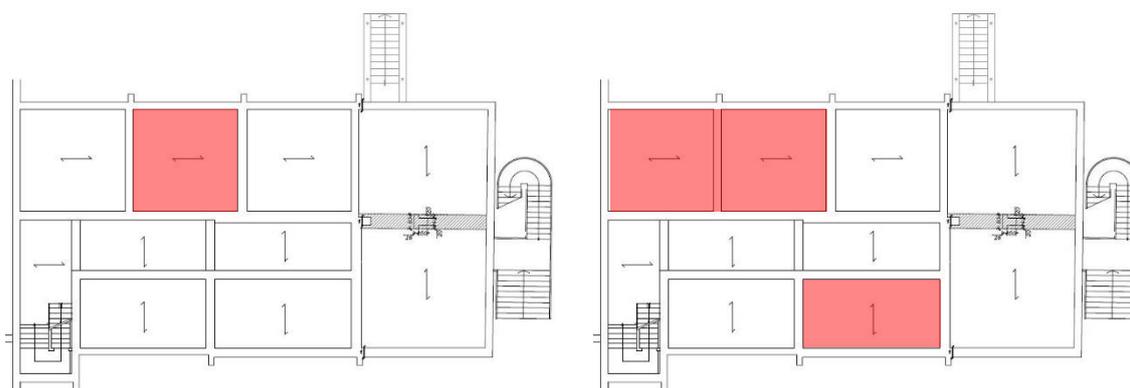


Figura 18 - Rappresentazione Solai non verificati. A sinistra: solaio livello III. A destra: solaio livello IV

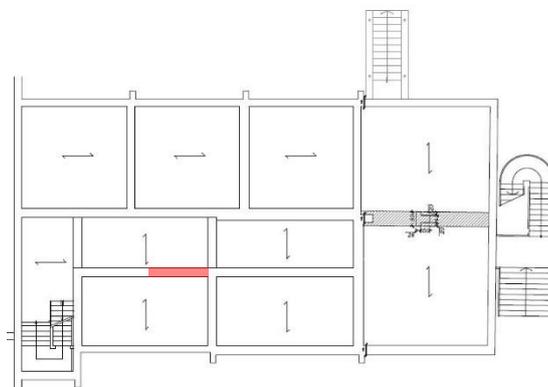


Figura 19 - Rappresentazione trave livello II non verificata

In riferimento all'analisi sismica statica non lineare e dinamica lineare a SLV sulla muratura, non risulta soddisfatta la verifica di resistenza e deformazione nel piano.

Risultano invece soddisfatte le restanti verifiche.

Nel 1977, conseguentemente alla necessità di incrementare il numero di classi presenti nella scuola, sia l'ala ovest sia l'ala est sono state ampliate. Le nuove porzioni di edificio sono caratterizzate da telaio in calcestruzzo armato e tamponature in blocchi di laterizio. Anche questa struttura presenta due piani fuori terra e uno seminterrato. Viene di seguito riportata la modellazione della parte di edificio in esame e piante con i relativi centri di massa.

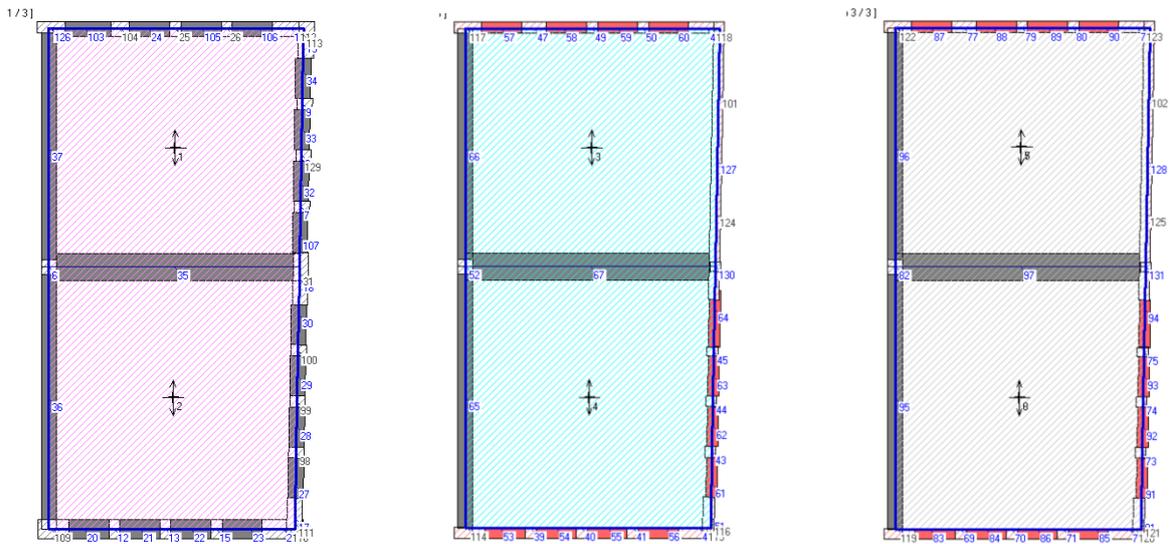
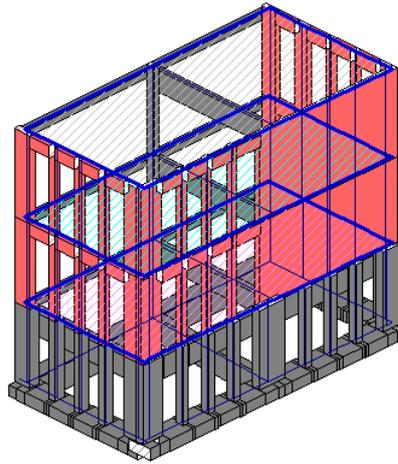


Figura 20 - In alto: modellazione parte originaria struttura. A sinistra: Pianta solaio piano terra. Al centro: Pianta solaio piano primo. A destra: Pianta solaio piano sottocopertura e copertura. Ogni pianta presenta i centri di massa.
Fonte: Comune di Cesena

In questo caso sono stati rilevati cinque diversi tipi di materiali costituenti la struttura.

Tabella 40 - Dati Materiali Ampliamento Corpo 2. Fonte: Comune di Cesena

N°	Tipologia Materiale	Descrizione [parametri meccanici: kgf/cm ²]
1	Conglomerato Cementizio Armato	Conglomerato Cementizio Armato C25/30
2	Muratura	Muratura in blocchi di calcestruzzo semipieni (forat.<45%)
3	Muratura	Muratura in mattoni pieni e malta di calce
4	Conglomerato Cementizio Armato	Conglomerato Cementizio Armato R _{ck} 131 (pilastri)
5	Conglomerato Cementizio Armato	Conglomerato Cementizio Armato R _{ck} 192 (travi)

I parametri utilizzati per l'analisi non sismica sono i medesimi indicati in precedenza.

Per questa parte di struttura la verifica a Stato Limite Ultimo (SLU) non risulta soddisfatta per:

- Una parte del solaio livello IV per la sola sezione di mezzeria;
- Pilastro in c.a. interno alla struttura muraria in corrispondenza del livello I e II.

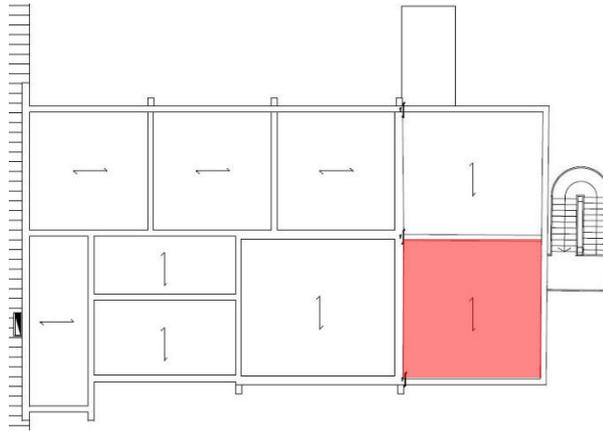


Figura 21 - Rappresentazione Solaio livello IV non verificato

Per quanto riguarda l'analisi sismica statica non lineare e dinamica lineare a SLV sulla muratura, anche in questo caso non risulta soddisfatta la verifica di resistenza e deformazione nel piano.

Risultano soddisfatte le restanti verifiche.

L'ala ovest, ovvero il **Corpo 3**, presenta le medesime caratteristiche proprie del Corpo 2, per tale ragione si considero valide le considerazioni precedenti.

Infine viene trattato il **Connettivo**. Esso è l'elemento attraverso il quale i tre corpi componenti l'edificio vengono collegati e, in particolare consente l'accesso internamente ai corpi 2 e 3. Esso è costituito da un piano fuori terra e uno seminterrato, all'interno del quale si colloca la centrale termica. Presenta una struttura con pareti in calcestruzzo armato al piano seminterrato e una in muratura portante in corrispondenza del piano rialzato.

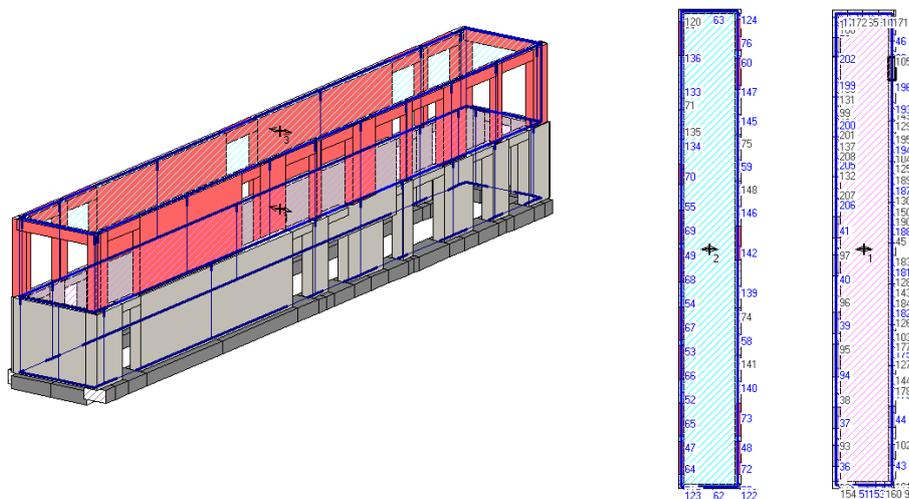


Figura 22 – A sinistra: modellazione struttura connettivo. Al centro: Pianta solaio piano terra. A destra: Pianta solaio piano copertura. Ogni pianta presenta i centri di massa. Fonte: Comune di Cesena

I materiali rilevati nel corso dei saggi sono tre e vengono di seguito riportati:

Tabella 41 - Dati Materiali Connettivo. Fonte: Comune di Cesena

N°	Tipologia Materiale	Descrizione [parametri meccanici: kgf/cm ²]
1	Conglomerato Cementizio Armato	Conglomerato Cementizio Armato C25/30
2	Muratura	Muratura in blocchi di calcestruzzo semipieni (foratura <45%)
3	Muratura	Muratura in mattoni pieni e malta di calce

Analizzando le verifiche svolte si può notare che l'unica verifica non soddisfatta risulta essere la verifica a Stato Limite Ultimo (SLU) per le due parti di solaio che costituiscono il livello I, per le sole sezioni di mezzeria, come di seguito rappresentato.

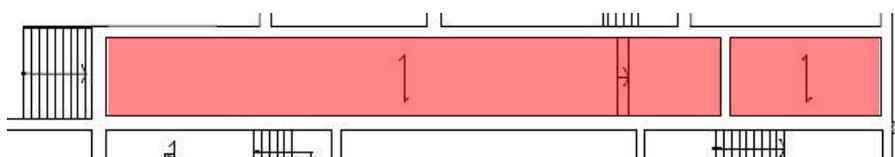


Figura 23 - Rappresentazione Solaio livello I non verificato

Infine, considerando l'edificio nel suo complesso è stato analizzato il comportamento globale nei confronti dell'azione sismica e non.

L'analisi statica ha mostrato i seguenti risultati:

- l'edificio offre buona resistenza alle sollecitazioni di compressione e pressoflessione complanare, la quale risulta soddisfatta in quasi tutte le porzioni di edificio esaminate;
- la muratura resiste bene sia nei confronti del taglio per scorrimento che del taglio per fessurazione diagonale;
- la muratura offre buona resistenza in termini di pressoflessione ortogonale.

L'analisi sismica ha mostrato i seguenti risultati:

- il fabbricato nel complesso non offre sufficiente risposta sismica complanare: l'analisi pushover risulta non soddisfatta in gran parte delle porzioni esaminate;
- la muratura non presenta adeguata resistenza in termini di pressoflessione ortogonale.

Il fabbricato inoltre presenta le seguenti criticità fondamentali:

- numerose e/o ampie aperture su quasi tutti i prospetti;
- distanza eccessiva tra allineamenti murari paralleli ovvero carenza di pareti in grado di resistere alle azioni orizzontali agenti nel proprio piano (zona biblioteca e laboratorio piano rialzato, zona spogliatoi e laboratorio piano primo Corpo 1);
- assenza di pareti murarie al piano primo nella zona uffici del Corpo 1;

- assenza di comportamento scatolare del complesso costituito da edifici costruiti in aderenza e carenti di un lato;
- assenza di collegamento in fondazione tra i plinti nella zona della palestra.

2.1.1.3 Soluzioni di miglioramento proposte

I risultati delle analisi condotte permettono di trarre le seguenti conclusioni:

- sono presenti variazioni di rigidezza e resistenza in elevazione tali da poter ritenere l'edificio non regolare in altezza;
- l'edificio risulta molto articolato sia in pianta che in elevazione, caratteristica che influisce negativamente sulla risposta sismica;
- evidenziata scarsa presenza di pareti trasversali in grado di assorbire le azioni orizzontali;
- assenza di adeguato ammorsamento tra le pareti ortogonali delle varie parti strutturali costituenti il complesso scolastico.

Nell'analisi sono evidenziate le soluzioni ritenute più idonee al fine di migliorare le prestazioni strutturali del fabbricato sia in riferimento alle sue parti distintamente, sia globalmente.

Per quanto riguarda il **Corpo 1a** l'analisi della struttura ha quindi permesso di rilevare una scarsa resistenza a taglio della capriata in copertura, una scarsa resistenza a pressoflessione del telaio in c.a. interno alla palestra oltre che ad alcune pareti murarie snelle. Sono state inoltre riscontrate carenze sui solai del livello I (piano rialzato).

Al fine di garantire al fabbricato il grado di sicurezza dovuto nei confronti delle verifiche statiche è necessario intervenire aumentando la resistenza degli elementi inadeguati.

In riferimento alla verifica sismica sono evidenti criticità nei confronti delle verifiche fuori dal piano, dovuto anche dalle numerose aperture sui prospetti; si potrebbe quindi valutare la riduzione di tali aperture.

In riferimento al **Corpo 1b** l'analisi non sismica della struttura muraria ha evidenziato una buona resistenza sia a pressoflessione che a taglio.

Le verifiche statiche effettuate sui solai hanno riscontrato una scarsa resistenza sui solai di livello I e di livello III.

Non si evidenziano particolari interventi da eseguire a livello statico sulle murature, mentre è necessario intervenire per aumentare la resistenza dei solai suddetti.

L'edificio in fase di analisi sismica si è manifestato inadeguato nei confronti delle verifiche fuori piano.

Gli interventi che possono essere ritenuti migliorativi ai fini della sicurezza nei confronti delle azioni sismiche sono:

- Riduzione delle aperture sui prospetti;
- Inserimento di pareti murarie trasversali resistenti alle azioni orizzontali nella zona degli spogliatoi e del laboratorio a piano primo;
- Realizzazione di nuovi maschi murari portanti e di controvento nella zona degli uffici.

Per il **Corpo 2** e **Corpo 3** l'analisi non sismica della struttura muraria della parte originaria ha evidenziato una buona resistenza sia a pressoflessione che a taglio.

Le verifiche statiche effettuate sui solai e sulle travi hanno riscontrato una scarsa resistenza di alcuni solai in corrispondenza del livello I, II III e IV e su una trave a livello II.

Il comportamento statico delle murature risulta quindi buono, mentre risulta necessario intervenire sui solai sopra citati al fine di aumentarne la resistenza.

L'edificio in fase di analisi sismica ha mostrato carenze nei confronti delle verifiche nel piano.

Uno degli interventi migliorativi ai fini della sicurezza nei confronti delle azioni sismiche è la riduzione delle aperture sui prospetti.

In riferimento alla parte di ampliamento l'analisi non sismica della struttura muraria ha evidenziato una buona resistenza sia a pressoflessione che a taglio. Si è però riscontrata una scarsa resistenza a flessione del pilastro in c.a. interno alla struttura muraria.

Oltre a ciò si evidenziano carenze sui solai del livello IV (solaio di copertura).

Non si evidenziano particolari interventi da eseguire a livello statico sulle murature, mentre è necessario intervenire per aumentare la resistenza del solaio suddetto e del telaio interno in c.a..

L'edificio in fase di analisi sismica ha mostrato carenze nei confronti delle verifiche nel piano, mostrando invece risultati soddisfacenti per le verifiche fuori piano. La verifica a pressoflessione condotta sul pilastro in c.a. interno alla muratura è risultata non soddisfatta.

E' da sottolineare che la porzione esaminata, ampliamento della struttura originaria, è realizzata in aderenza e tale da risultare addossata alla porzione muraria esistente. Ne risulta quindi una porzione in muratura con perimetro aperto in quanto mancante della quarta parete a chiudere la scatola muraria.

Tra gli interventi migliorativi ai fini della sicurezza nei confronti delle azioni sismiche vi sono:

- Riduzione delle aperture sui due prospetti di minore lunghezza;

- Accorpare l'edificio in ampliamento all'edificio esistente rendendolo un tutt'uno, prestando particolare attenzione all'ammorsamento murario delle pareti in ampliamento con quelle esistenti;
- Realizzare un giunto sismico adeguato rendendo la porzione in ampliamento sismicamente indipendente rispetto all'edificio originario, provvedendo inoltre alla realizzazione di una nuova parete a chiusura della struttura muraria a sé stante.

Per quanto riguarda il **Connettivo**, l'analisi non sismica della struttura muraria ha evidenziato una buona resistenza sia a pressoflessione che a taglio.

Le verifiche statiche effettuate sui solai hanno riscontrato una scarsa resistenza su una parte di solaio del livello I.

Non si evidenziano particolari interventi da eseguire a livello statico sulle murature, mentre è necessario intervenire per aumentare la resistenza del solaio suddetto.

La porzione di edificio in fase di analisi sismica ha mostrato un buon comportamento sia nei confronti delle verifiche nel piano che fuori piano.

Non si evidenziano particolari interventi da eseguire a livello sismico sulle murature.

Infine, complessivamente è possibile concludere che:

- L'analisi non sismica condotta sulle varie porzioni in muratura evidenzia alcune carenze a livello dei solai oltre che su elementi in c.a. interni alle strutture in muratura;
- Dal complesso delle porzioni esaminate attraverso l'analisi sismica, emerge una scarsa resistenza degli elementi sia nei confronti delle verifiche complanari che fuori piano;
- Oltre agli interventi sopra esposti per le varie porzioni costituenti, un ulteriore intervento migliorativo volto ad eliminare le criticità presenti producendo consistenti benefici strutturali è la realizzazione di idonei ammorsamenti fra gli edifici contigui.

2.1.2 Analisi sicurezza antincendio

La sicurezza antincendio per gli edifici scolastici è regolata dal D.P.R. 1 agosto 2011, n. 151¹³, individuata la n. 67 “*Scuole e simili, con riferimento di persone presenti > 300*”. Secondo il DM 26 agosto 1992 “*Norme di prevenzione incendi per l’edilizia scolastica*” l’edificio in esame è classificato di tipo 2 “*Scuole con numero di presenze contemporanee da 301 a 500 persone*” (art. 1.2). La scuola dispone del Certificato di Prevenzione Incendi (CPI) considerando le seguenti attività:

- Scuole e simili, con numero di persone presenti > 300;
- 1 locale di spettacolo con capienza > 100 persone (fino a 200 persone);
- 2 impianti di produzione calore con potenzialità superiore a 350 kW (fino a 700 kW).

Analizzando le disposizioni del DM 26 agosto 1992 si denota la rispondenza delle stesse con lo stato attuale in materia di prevenzione incendi presente all’interno dell’edificio in esame. Le considerazioni di seguito espresse sono frutto dell’analisi del CPI fornito dai tecnici del Comune di Cesena e del sopralluogo effettuato in data 18 luglio 2018.

Il fabbricato risulta indipendente dagli edifici limitrofi e ubicato lontano da attività comportino gravi rischi di incendio e/o di esplosione. Gli accessi all’area rispettano i requisiti minimi per il corretto intervento dei mezzi di soccorso dei Vigili del Fuoco, ovvero:

- larghezza: 3,50 m;
- altezza libera: 4 m;
- raggio di volta: 13 m;
- pendenza: non superiore al 10%;
- resistenza al carico: almeno 20 tonnellate (8 sull’asse anteriore e 12 sull’asse posteriore; passo 4 m).

Le strutture presentano una resistenza al fuoco:

- R 60 per le strutture portanti;
- REI 60 per le strutture separanti.

Non si hanno però a disposizione documentazioni che consentano di definire la resistenza al fuoco dei diversi materiali.

Secondo quanto espresso nella Tabella A dell’art. 4 per edifici avente altezza fino a 12 m la massima superficie del compartimento deve essere di 6000 m² e questa limitazione risulta rispettata a tutti i piani.

¹³ “Regolamento recante semplificazione della disciplina dei pro-cedimenti relativi alla prevenzione incendi, a norma dell’articolo 49 comma 4-quater, decreto-legge 31 maggio 2010, n. 78, convertito con modificazioni, dalla legge 30 luglio 2010, n. 122”. Allegato I “Elenco delle attività soggette alle visite e ai controlli di prevenzione incendi”.

Per quanto riguarda le scale presentano tutte larghezza maggiore di 1,20 m e superficie netta di aerazione permanente in sommità non inferiore ad 1 mq. Anche la rampa esterna rispetta le prescrizioni presenti all'art. 4.1.

Le aule non contengono in nessun caso un numero maggiore di 26 persone (compreso l'insegnate). In riferimento alle uscite di sicurezza in corrispondenza del Corpo 2 e Corpo 3 sono presenti due scale di emergenza, una per ogni corpo, che servono sia il piano prima sia il piano rialzato, mentre per il Corpo uno sono presenti tre uscite di sicurezza, una nella palestra e due in corrispondenza dell'ingresso principale. Nel seminterrato sono presenti invece: 2 uscite di sicurezza nei locali della mensa, 1 nella parte di archivio e 2 nel Corpo 1, 1 nel teatro e 1 nella biblioteca. Le uscite di sicurezza sono state studiate in modo da non raggiungere in nessun caso una lunghezza maggiore a 60 m per raggiungere le stesse, inoltre tutte le uscite presentano larghezza > 1,20 m.

Gli spazi per le esercitazioni sono ubicati prevalentemente al livello del seminterrato, ma nella parte di laboratori non è presente compartimentazione degli ambienti. Per i locali di depositi e magazzini valgono le stesse prescrizioni, inoltre la superficie massima lorda di ogni singolo locale non può essere superiore a:

- 1000 m² per i piani fuori terra;
- 500 m² per i piani 1° e 2° interrato;

Come espresso all'art. 6.2:

- I suddetti locali devono avere apertura di aerazione di superficie non inferiore ad 1/40 della superficie in pianta, protette da robuste griglie a maglia fitta;
- Il carico di incendio di ogni singolo locale non deve superare i 30 kg/m², qualora venga superato il suddetto valore, nel locale dovrà essere installato un impianto di spegnimento a funzionamento automatico;
- Ad uso di ogni locale dovrà essere previsto almeno un estintore, di tipo approvato, di capacità estinguente non inferiore a 21 A, ogni 200 m² di superficie.

Tali prescrizioni risultano rispettate a tutti i livelli.

Il teatro viene denominato "*Spazi per l'informazione e le attività parascolastiche*", collocato nel seminterrato si trova ad una quota superiore rispetto ai -7,50 m massimi prescritti ed essendo la capienza superiore a 100 persone devono essere rispettate le norme di sicurezza per i locali di pubblico spettacolo.

Nella scuola è presente un interruttore generale, in posizione segnalata e posto all'ingresso della palestra al piano rialzato ed è munito di comando di sgancio a distanza, posto all'ingresso. L'impianto di sicurezza è alimentato da sorgente distinta da quella ordinaria, presenta autonomia non inferiore a 30' e, come prescritto al punto 7, alimenta:

- Illuminazione di sicurezza, compresa quella indicante i passaggi, le uscite ed i percorsi delle vie di esodo che garantisca un livello di illuminazione non inferiore a 5 lux;
- impianto di diffusione sonora e/o impianto di allarme.

Sono inoltre presenti illuminazioni di sicurezza indicanti i passaggi, le uscite ed i percorsi delle vie di esodo e altoparlanti per la segnalazione di pericolo collegato al sistema di rivelazione fumi.

Infine, la rete di idranti presente segue le prescrizioni presenti al punto 9.1 mentre per gli estintori al punto 9.2 “Devono essere installati estintori portatili di capacità estinguente non inferiore 13 A, 89 B, C di tipo approvato dal Ministero dell’interno in ragione di almeno un estintore per ogni 200 m² di pavimento o frazione di detta superficie, con un minimo di due estintori per piano”.

2.1.3 Analisi documentazione inerente la Diagnosi Energetica

Al fine di ottenere una visione completa del comportamento e delle prestazioni di un edificio, fondamentale risulta essere l'analisi energetica dello stesso. Come primo parametro si fa riferimento ai limiti forniti dalla normativa nazionale e regionale circa la trasmittanza termica ammessa in funzione della zona climatica in cui è sito l'edificio.

“Energie per la Città s.p.a.”¹⁴ nel 2018 ha elaborato per il Comune di Cesena la Diagnosi Energetica del fabbricato in esame, si riportano di seguito i risultati ottenuti.

Il Comune di Cesena, e di conseguenza l'edificio in esame, risulta essere in zona climatica E pertanto, il limite riferito ai valori di trasmittanza¹⁵, è il seguente:

- Strutture opache verticali: $0,26 \frac{W}{m^2 K}$;
- Strutture opache orizzontali o inclinate di copertura: $0,22 \frac{W}{m^2 K}$;
- Strutture opache orizzontali o inclinate di pavimento: $0,26 \frac{W}{m^2 K}$;
- Serramenti: $1,40 \frac{W}{m^2 K}$;
- Divisori: $0,80 \frac{W}{m^2 K}$.

2.1.3.1 Caratteristiche componenti edilizi

Sono di seguito rappresentate le caratteristiche termiche dei componenti disperdenti verso l'esterno e verso il terreno maggiormente rappresentativi che compongono l'involucro edilizio.

Si riportano le caratteristiche dei diversi elementi edilizi in forma tabellare la cui simbologia rappresenta:

- **s**: spessore dello strato considerato espresso in [*m*];
- **λ**: conducibilità termica espressa in [$\frac{W}{mK}$];
- **R**: resistenza termica ottenuta come il rapporto $R = \frac{s}{\lambda}$ ed espressa in [$\frac{m^2 K}{W}$];

¹⁴ Società con socio unico, soggetta all'attività di direzione e coordinamento del Comune di Cesena.

¹⁵ “Atto di Coordinamento Tecnico Regionale per la definizione dei requisiti minimi di prestazione energetica degli edifici” (Allegato: Artt. 25 e 25-bis L.R. 26/2004 e s.m.).

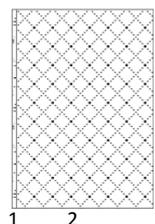
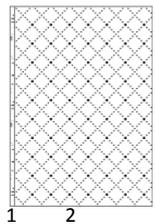
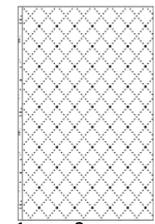
- ρ : densità espressa in $[\frac{kg}{m^3}]$;
- s_{TOT} : spessore totale dell'elemento edilizio espresso in $[m]$;
- U : trasmittanza totale dell'elemento espressa in $[\frac{W}{m^2K}]$.

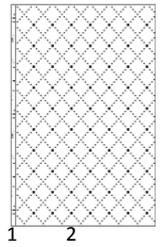
- **Pareti Portanti**

Si ricorda che il complesso ha una struttura in muratura portante, ad eccezione dei due ampliamenti.

Vengono di seguito riportate le principali tipologie di pareti riscontrate e le relative caratteristiche partendo dalle pareti contro terra.

Tabella 42 – Trasmittanza Pareti Contro Terra

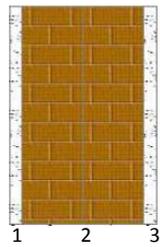
PARETE 40 cm CONTRO TERRA									
Codice		N.	Descrizione strato	s [m]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]	ρ [kg/m ³]	s_{TOT} [m]	U [W/m ² K]
P1		-	Resistenza sup. interna	-	-	0,130	-	0,40	2,976
		1	Intonaco	0,01	1,000	0,010	1800		
		2	Calcestruzzo armato	0,39	2,500	0,156	2400		
		-	Resistenza sup. esterna	-	-	0,040	-		
PARETE 48 cm CONTRO TERRA									
Codice		N.	Descrizione strato	s [m]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]	ρ [kg/m ³]	s_{TOT} [m]	U [W/m ² K]
P2		-	Resistenza sup. interna	-	-	0,130	-	0,48	2,717
		1	Intonaco	0,01	1,000	0,010	1800		
		2	Calcestruzzo armato	0,47	2,500	0,188	2400		
		-	Resistenza sup. esterna	-	-	0,040	-		
PARETE 55 cm CONTRO TERRA									
Codice		N.	Descrizione strato	s [m]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]	ρ [kg/m ³]	s_{TOT} [m]	U [W/m ² K]
P3		-	Resistenza sup. interna	-	-	0,130	-	0,55	2,525
		1	Intonaco	0,01	1,000	0,010	1800		
		2	Calcestruzzo armato	0,54	2,500	0,216	2400		
		-	Resistenza sup. esterna	-	-	0,040	-		

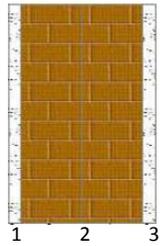
PARETE 45 cm CONTRO TERRA										
Codice		N.	Descrizione strato	s [m]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]	ρ [kg/m ³]	s _{TOT} [m]	U [W/m ² K]	
P4		-	Resistenza sup. interna	-	-	-	0,130	-	0,45	2,809
		1	Intonaco	0,01	1,000	0,010	1800			
		2	Calcestruzzo armato	0,44	2,500	0,176	2400			
		-	Resistenza sup. esterna	-	-	0,040	-			

Tutte le pareti contro terra sono realizzate in calcestruzzo armato e presentano una trasmittanza termica nettamente superiore a quella prescritta per legge. Inoltre non è presente alcuno strato di impermeabilizzazione, ciò non consente di proteggere le pareti dall'umidità e dalla risalita capillare, causando anche l'insorgere di muffe.

Si riportano ora le tipologie di pareti confinanti con locali non riscaldati:

Tabella 43 - Trasmittanza Pareti Verso Locale non Riscaldato

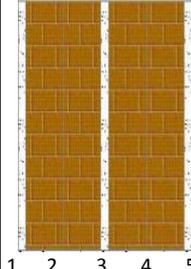
PARETE 56 cm VERSO LOCALE NON RISCALDATO										
Codice		N.	Descrizione strato	s [m]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]	ρ [kg/m ³]	s _{TOT} [m]	U [W/m ² K]	
P5		-	Resistenza sup. interna	-	-	-	0,130	-	0,56	0,835
		1	Intonaco	0,01	1,000	0,010	1800			
		2	Muratura	0,54	0,590	0,915	1600			
		3	Intonaco	0,01	0,800	0,013	1600			
-	Resistenza sup. esterna	-	-	-	0,130	-				

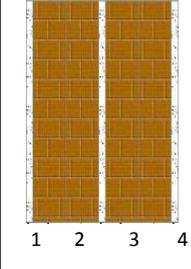
PARETE 51 cm VERSO LOCALE NON RISCALDATO										
Codice		N.	Descrizione strato	s [m]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]	ρ [kg/m ³]	s _{TOT} [m]	U [W/m ² K]	
P6		-	Resistenza sup. interna	-	-	-	0,130	-	0,51	0,898
		1	Intonaco	0,01	1,000	0,010	1800			
		2	Muratura	0,49	0,590	0,831	1600			
		3	Intonaco	0,01	0,800	0,013	1600			
-	Resistenza sup. esterna	-	-	-	0,130	-				

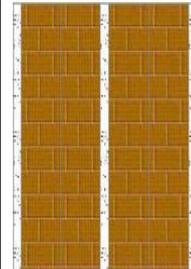
Anche in questo caso i valori di trasmittanza risultano essere maggiori rispetto al limite prescritto.

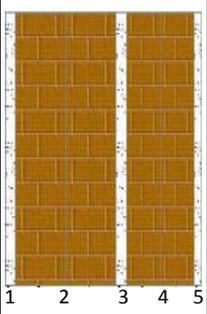
Di seguito vengono illustrate le caratteristiche proprie delle pareti esterne:

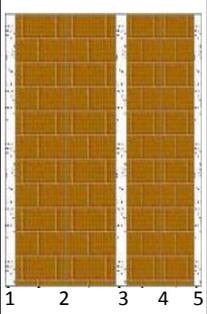
Tabella 44 - Trasmittanza Pareti Esterne

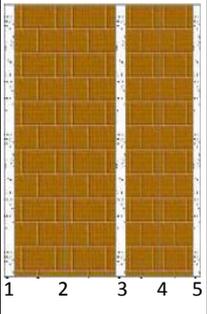
PARETE 27 cm ESTERNA									
Codice		N.	Descrizione strato	s [m]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]	ρ [kg/m ³]	s _{TOT} [m]	U [W/m ² K]
P7		-	Resistenza sup. interna	-	-	0,130	-	0,27	1,996
		1	Intonaco	0,01	1,000	0,010	1800		
		2	Mattone pieno	0,12	0,800	0,150	1800		
		3	Malta	0,01	0,900	0,011	1800		
		4	Mattone pieno	0,12	0,800	0,150	1800		
		5	Intonaco	0,01	1,000	0,010	1800		
		-	Resistenza sup. esterna	-	-	0,040	-		

PARETE 30 cm ESTERNA									
Codice		N.	Descrizione strato	s [m]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]	ρ [kg/m ³]	s _{TOT} [m]	U [W/m ² K]
P8		-	Resistenza sup. interna	-	-	0,130	-	0,31	1,783
		1	Intonaco	0,01	1,000	0,010	1800		
		2	Mattone pieno	0,14	0,778	0,180	1800		
		3	Malta	0,01	0,900	0,011	1800		
		4	Mattone pieno	0,14	0,778	0,180	1800		
		5	Intonaco	0,01	1,000	0,010	1800		
		-	Resistenza sup. esterna	-	-	0,040	-		

PARETE 32 cm ESTERNA									
Codice		N.	Descrizione strato	s [m]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]	ρ [kg/m ³]	s _{TOT} [m]	U [W/m ² K]
P9		-	Resistenza sup. interna	-	-	0,130	-	0,32	1,752
		1	Intonaco	0,015	1,000	0,015	1800		
		2	Mattone pieno	0,14	0,778	0,180	1800		
		3	Malta	0,01	1,400	0,007	2000		
		4	Mattone pieno	0,14	0,778	0,180	1800		
		5	Intonaco	0,015	0,800	0,019	1600		
		-	Resistenza sup. esterna	-	-	0,040	-		

PARETE 40 cm ESTERNA									
Codice		N.	Descrizione strato	s [m]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]	ρ [kg/m ³]	s _{TOT} [m]	U [W/m ² K]
P10		-	Resistenza sup. interna	-	-	0,130	-	0,40	1,493
		1	Intonaco	0,01	1,000	0,010	1800		
		2	Mattone pieno	0,25	0,781	0,320	1800		
		3	Malta	0,01	1,400	0,007	2000		
		4	Mattone pieno	0,12	0,800	0,150	1800		
		5	Intonaco	0,01	0,800	0,013	1600		
		-	Resistenza sup. esterna	-	-	0,040	-		

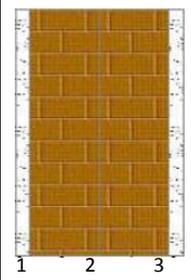
PARETE 43 cm ESTERNA									
Codice		N.	Descrizione strato	s [m]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]	ρ [kg/m ³]	s _{TOT} [m]	U [W/m ² K]
P11		-	Resistenza sup. interna	-	-	0,130	-	0,43	1,407
		1	Intonaco	0,015	1,000	0,015	1800		
		2	Mattone pieno	0,25	0,781	0,320	1800		
		3	Malta	0,01	1,400	0,007	2000		
		4	Mattone pieno	0,14	0,778	0,180	1800		
		5	Intonaco	0,015	0,800	0,019	1600		
		-	Resistenza sup. esterna	-	-	0,040	-		

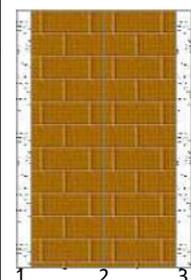
PARETE 46 cm ESTERNA									
Codice		N.	Descrizione strato	s [m]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]	ρ [kg/m ³]	s _{TOT} [m]	U [W/m ² K]
P12		-	Resistenza sup. interna	-	-	0,130	-	0,46	1,332
		1	Intonaco	0,015	1,000	0,015	1800		
		2	Mattone pieno	0,28	0,778	0,360	1800		
		3	Malta	0,01	1,400	0,007	2000		
		4	Mattone pieno	0,14	0,778	0,180	1800		
		5	Intonaco	0,015	0,800	0,019	1600		
		-	Resistenza sup. esterna	-	-	0,040	-		

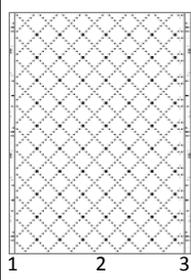
PARETE 47,5 cm ESTERNA									
Codice		N.	Descrizione strato	s [m]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]	ρ [kg/m ³]	STOT [m]	U [W/m ² K]
P13		-	Resistenza sup. interna	-	-	0,130	-	0,475	1,313
		1	Intonaco	0,015	1,000	0,015	1600		
		2	Mattone pieno	0,14	0,778	0,180	1800		
		3	Malta	0,01	1,400	0,007	2000		
		4	Mattone pieno	0,14	0,778	0,180	1800		
		5	Malta	0,015	1,400	0,011	2000		
		6	Mattone pieno	0,14	0,778	0,180	1800		
		7	Intonaco	0,015	0,800	0,019	1800		
		-	Resistenza sup. esterna	-	-	0,040	-		

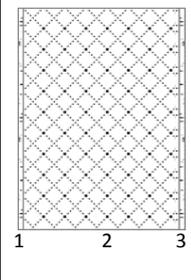
PARETE 56 cm ESTERNA									
Codice		N.	Descrizione strato	s [m]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]	ρ [kg/m ³]	STOT [m]	U [W/m ² K]
P14		-	Resistenza sup. interna	-	-	0,130	-	0,56	1,137
		1	Intonaco	0,01	0,800	0,013	1600		
		2	Mattone pieno	0,28	0,778	0,360	1800		
		3	Malta	0,01	1,400	0,007	2000		
		4	Mattone pieno	0,25	0,781	0,320	1800		
		5	Intonaco	0,01	1,000	0,010	1800		
		-	Resistenza sup. esterna	-	-	0,040	-		

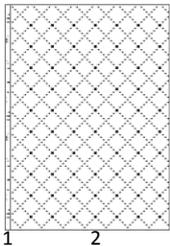
PARETE 34 cm ESTERNA									
Codice		N.	Descrizione strato	s [m]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]	ρ [kg/m ³]	STOT [m]	U [W/m ² K]
P15		-	Resistenza sup. interna	-	-	0,130	-	0,34	1,508
		1	Intonaco	0,01	1,000	0,010	1800		
		2	Muratura	0,32	0,680	0,471	1600		
		3	Intonaco	0,01	0,800	0,013	1600		
		-	Resistenza sup. esterna	-	-	0,040	-		

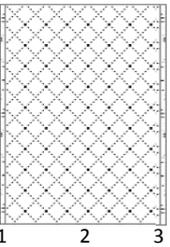
PARETE 38 cm ESTERNA										
Codice		N.	Descrizione strato	s [m]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]	ρ [kg/m ³]	STOT [m]	U [W/m ² K]	
P16		-	Resistenza sup. interna	-	-	-	0,130	-	0,38	1,385
		1	Intonaco	0,01	1,000	0,010	1800			
		2	Muratura	0,36	0,680	0,529	1600			
		3	Intonaco	0,01	0,800	0,013	1600			
		-	Resistenza sup. esterna	-	-	-	0,040	-		

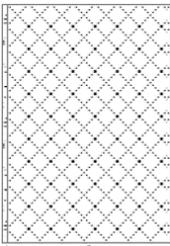
PARETE 36 cm ESTERNA										
Codice		N.	Descrizione strato	s [m]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]	ρ [kg/m ³]	STOT [m]	U [W/m ² K]	
P17		-	Resistenza sup. interna	-	-	-	0,130	-	0,36	1,444
		1	Intonaco	0,01	1,000	0,010	1800			
		2	Muratura	0,34	0,680	0,500	1600			
		3	Intonaco	0,01	0,800	0,013	1600			
		-	Resistenza sup. esterna	-	-	-	0,040	-		

PARETE 39 cm ESTERNA										
Codice		N.	Descrizione strato	s [m]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]	ρ [kg/m ³]	STOT [m]	U [W/m ² K]	
P18		-	Resistenza sup. interna	-	-	-	0,130	-	0,39	2,907
		1	Intonaco	0,015	1,000	0,015	1800			
		2	Calcestruzzo armato	0,36	2,500	0,144	2400			
		3	Intonaco	0,015	1,000	0,015	1800			
		-	Resistenza sup. esterna	-	-	-	0,040	-		

PARETE 40 cm ESTERNA										
Codice		N.	Descrizione strato	s [m]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]	ρ [kg/m ³]	STOT [m]	U [W/m ² K]	
P19		-	Resistenza sup. interna	-	-	-	0,130	-	0,40	2,874
		1	Intonaco	0,015	1,000	0,015	1800			
		2	Calcestruzzo armato	0,37	2,500	0,148	2400			
		3	Intonaco	0,015	1,000	0,015	1800			
		-	Resistenza sup. esterna	-	-	-	0,040	-		

PARETE 45 cm ESTERNA									
Codice		N.	Descrizione strato	s [m]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]	ρ [kg/m ³]	s _{TOT} [m]	U [W/m ² K]
P20		-	Resistenza sup. interna	-	-	0,130	-	0,45	2,809
		1	Intonaco	0,01	1,000	0,010	1800		
		2	Calcestruzzo armato	0,44	2,500	0,176	2400		
		-	Resistenza sup. esterna	-	-	0,040	-		

PARETE 48 cm ESTERNA									
Codice		N.	Descrizione strato	s [m]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]	ρ [kg/m ³]	s _{TOT} [m]	U [W/m ² K]
P21		-	Resistenza sup. interna	-	-	0,130	-	0,48	2,674
		1	Intonaco	0,01	1,000	0,010	1800		
		2	Calcestruzzo armato	0,46	2,500	0,184	2400		
		3	Intonaco	0,01	1,000	0,010	1800		
		-	Resistenza sup. esterna	-	-	0,040	-		

PARETE 55 cm ESTERNA									
Codice		N.	Descrizione strato	s [m]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]	ρ [kg/m ³]	s _{TOT} [m]	U [W/m ² K]
P22		-	Resistenza sup. interna	-	-	0,130	-	0,55	2,488
		1	Intonaco	0,01	1,000	0,010	1800		
		2	Calcestruzzo armato	0,53	2,500	0,212	2400		
		3	Intonaco	0,01	1,000	0,010	1800		
		-	Resistenza sup. esterna	-	-	0,040	-		

Le pareti esterne sono caratterizzate da muratura portante, ad eccezione di quelle del seminterrato composte da calcestruzzo armato. In tutti i casi si è rilevata una trasmittanza maggiore rispetto a quella prescritta da normativa, soprattutto nelle pareti in calcestruzzo armato, dove si è raggiunto un massimo di $2,907 \frac{W}{m^2 K}$.

Si nota inoltre che in nessun caso sono presenti strati aggiuntivi rispetto alla muratura stessa, quali ad esempio strati di isolamento termico e/o acustico oppure guaine impermeabilizzanti. Questo aspetto è rilevante al fine di una valutazione di riqualificazione energetica in quanto l'inserimento di tale strato contribuirebbe al miglioramento delle prestazioni dell'involucro e all'abbattimento del valore della trasmittanza termica.

- **Strutture opache orizzontali**

I solai analizzati risultano essere: solai contro terra, solai verso locali non riscaldati, solai verso il sottotetto e solai di copertura. In particolare si evidenzia che tutti i corpi che compongono l'edificio possiedono un sottotetto non riscaldato e non praticabile, mentre nella palestra e nel connettivo non sono presenti sottotetti, perciò le rispettive coperture si trovano a diretto contatto con l'esterno.

Tabella 45 Trasmittanza Solaio Contro Terra

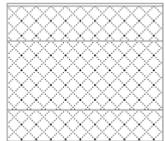
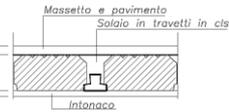
SOLAIO CONTRO TERRA									
Codice		N.	Descrizione strato	s [m]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]	ρ [kg/m ³]	STOT [m]	U [W/m ² K]
S1		-	Resistenza sup. esterna	-	-	0,000	-	0,46	1,398
		1	Pavimento	0,01	1,300	0,008	2300		
		2	Sottofondo	0,03	0,700	0,043	1600		
		3	Calcestruzzo	0,12	0,320	0,375	600		
		4	Calcestruzzo armato	0,30	2,500	0,120	2400		
		-	Resistenza sup. interna	-	-	0,170	-		

Tabella 46 - Trasmittanze Solai Verso Locali non Riscaldati

SOLAIO VERSO LOCALE NON RISCALDATO SO. 3-4-5									
Cod.		N.	Descrizione strato	s [m]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]	ρ [kg/m ³]	STOT [m]	U [W/m ² K]
S2		-	Resistenza sup. esterna	-	-	0,170	-	0,28	1,342
		1	Pavimento	0,01	1,300	0,008	2300		
		2	Massetto	0,04	0,700	0,057	1600		
		3	Solaio in latero-cemento	0,20	0,660	0,303	1100		
		4	Intonaco	0,03	0,800	0,038	1600		
		-	Resistenza sup. interna	-	-	0,170	-		

SOLAIO VERSO LOCALE NON RISCALDATO SO. 1-2									
Cod.		N.	Descrizione strato	s [m]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]	ρ [kg/m ³]	STOT [m]	U [W/m ² K]
S3		-	Resistenza sup. esterna	-	-	0,170	-	0,35	1,236
		1	Pavimento	0,01	1,300	0,008	2300		
		2	Massetto	0,05	1,490	0,034	2200		
		3	Sottofondo	0,04	0,700	0,057	1600		
		4	Solaio in latero-cemento	0,22	0,660	0,333	1100		
		5	Intonaco	0,03	0,800	0,038	1600		
-	Resistenza sup. interna	-	-	0,170	-				

SOLAIO VERSO LOCALE NON RISCALDATO SO. 7									
Cod.		N.	Descrizione strato	s [m]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]	ρ [kg/m ³]	STOT [m]	U [W/m ² K]
S4		-	Resistenza sup. esterna	-	-	0,170	-	0,22	1,488
		1	Pavimento	0,01	1,300	0,008	2300		
		2	Sottofondo	0,04	0,700	0,057	1600		
		3	Solaio in latero-cemento	0,14	0,610	0,230	1100		
		4	Intonaco	0,03	0,800	0,038	1600		
		-	Resistenza sup. interna	-	-	0,170	-		

Tabella 47 - Solaio verso Sottotetto

SOLAIO VERSO SOTTOTETTO SO. 1-2									
Cod.		N.	Descrizione strato	s [m]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]	ρ [kg/m ³]	STOT [m]	U [W/m ² K]
S5		-	Resistenza sup. esterna	-	-	0,100	-	0,25	1,752
		1	Solaio in latero-cemento	0,22	0,660	0,333	1100		
		2	Intonaco	0,03	0,800	0,038	1600		
		-	Resistenza sup. interna	-	-	0,100	-		

SOLAIO VERSO SOTTOTETTO SO. 3-4-5									
Cod.		N.	Descrizione strato	s [m]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]	ρ [kg/m ³]	STOT [m]	U [W/m ² K]
S6		-	Resistenza sup. esterna	-	-	0,100	-	0,17	2,141
		1	Solaio in latero-cemento	0,14	0,610	0,230	1100		
		2	Intonaco	0,03	0,800	0,038	1600		
		-	Resistenza sup. interna	-	-	0,100	-		

SOLAIO VERSO SOTTOTETTO SO. 6									
Cod.		N.	Descrizione strato	s [m]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]	ρ [kg/m ³]	STOT [m]	U [W/m ² K]
S7		-	Resistenza sup. esterna	-	-	0,100	-	0,19	2,001
		1	Solaio in latero-cemento	0,16	0,610	0,262	1100		
		2	Intonaco	0,03	0,800	0,038	1600		
		-	Resistenza sup. interna	-	-	0,100	-		

SOLAIO VERSO SOTTOTETTO SO. 7-8-9									
Cod.		N.	Descrizione strato	s [m]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]	ρ [kg/m ³]	STOT [m]	U [W/m ² K]
S8		-	Resistenza sup. esterna	-	-	0,100	-	0,17	2,141
		1	Solaio in latero-cemento	0,14	0,610	0,230	1100		
		2	Intonaco	0,03	0,800	0,038	1600		
		-	Resistenza sup. interna	-	-	0,100	-		

SOLAIO VERSO SOTTOTETTO SO. 10-12-13-14-15-16									
Cod.		N.	Descrizione strato	s [m]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]	ρ [kg/m ³]	STOT [m]	U [W/m ² K]
S9		-	Resistenza sup. esterna	-	-	0,100	-	0,15	2,303
		1	Solaio in latero-cemento	0,12	0,610	0,197	1100		
		2	Intonaco	0,03	0,800	0,038	1600		
		-	Resistenza sup. interna	-	-	0,100	-		

SOLAIO VERSO SOTTOTETTO SO. 11									
Cod.		N.	Descrizione strato	s [m]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]	ρ [kg/m ³]	STOT [m]	U [W/m ² K]
S10		-	Resistenza sup. esterna	-	-	0,100	-	0,17	2,141
		1	Solaio in latero-cemento	0,14	0,610	0,230	1100		
		2	Intonaco	0,03	0,800	0,038	1600		
		-	Resistenza sup. interna	-	-	0,100	-		

Tabella 48 - Trasmittanze Solai di Copertura

SOLAIO COPERTURA PALESTRA SO. 17									
Cod.		N.	Descrizione strato	s [m]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]	ρ [kg/m ³]	STOT [m]	U [W/m ² K]
S11		-	Resistenza sup. esterna	-	-	0,040	-	0,20	2,004
		1	Tegola	0,02	1,000	0,020	2000		
		2	Malta	0,03	1,400	0,021	2000		
		3	Solaio in laterizio	0,14	0,500	0,280	1450		
		4	Intonaco	0,03	0,800	0,038	1600		
		-	Resistenza sup. interna	-	-	0,100	-		

SOLAIO COPERTURA CONNETTIVO									
Cod.		N.	Descrizione strato	s [m]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]	ρ [kg/m ³]	STOT [m]	U [W/m ² K]
S12		-	Resistenza sup. esterna	-	-	0,040	-	0,15	2,153
		1	Guaina	0,008	0,170	0,047	1200		
		2	Solaio in latero-cemento	0,12	0,500	0,240	1450		
		3	Intonaco	0,03	0,800	0,038	1600		
		-	Resistenza sup. interna	-	-	0,100	-		

E' evidente come neppure i solai di copertura rispettino il limite imposto per la trasmittanza, la quale deve essere inferiore o pari a $0,22 \frac{W}{m^2 K}$. Anche in questo caso le coperture non risultano isolate e impermeabilizzate, riducendo in questo modo le prestazioni delle stesse.

- **Serramenti**

La maggior parte dei serramenti sono a vetro singolo con telaio in legno; alcuni serramenti sono, invece, a doppio vetro con telaio in PVC. Le caratteristiche dei serramenti quali misure di superficie e spessore del telaio sono state fornite dal Comune; attraverso di esse sono stati calcolati i dati relativi alle trasmittanze attraverso software conforme alle norme UNI TS 11300.

Sono stati catalogati 34 diversi tipi di serramenti all'interno dell'edificio, si riportano di seguito alcune delle finestre presenti:

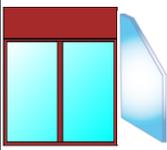
Tabella 49 - Trasmittanze Serramenti

FINESTRA 65X100 cm TELAIO IN LEGNO VETRO SINGOLO										
Cod.		N.	Descrizione strato	s [m]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]	U _g [W/m ² K]	U _w [W/m ² K]	U _f [W/m ² K]	U [W/m ² K]
F1		-	Resistenza a sup. interna	-	-	0,130	5,747	5,931	7,000	5,287
		1	Primo vetro	0,004	1,000	0,004				
		-	Resistenza a sup. esterna	-	-	0,040				

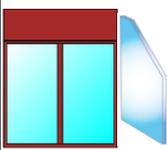
FINESTRA 110X100 cm TELAIO IN LEGNO VETRO SINGOLO										
Cod.		N.	Descrizione strato	s [m]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]	U _g [W/m ² K]	U _w [W/m ² K]	U _f [W/m ² K]	U [W/m ² K]
F2		-	Resistenza a sup. interna	-	-	0,130	5,747	5,940	7,000	5,310
		1	Primo vetro	0,004	1,000	0,004				

		-	Resistenz a sup. esterna	-	-	0,040				
--	--	---	--------------------------------	---	---	-------	--	--	--	--

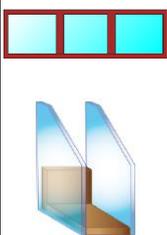
FINESTRA 115X90 cm TELAIO IN LEGNO VETRO SINGOLO

Cod.		N .	Descrizio ne strato	s [m]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]	U_g [W/m ² K]	U_w [W/m ² K]	U_f [W/m ² K]	U [W/m ² K]
F3		-	Resistenz a sup. interna	-	-	0,130	5,747	6,117	7,000	5,050
		1	Primo vetro	0,004	1,000	0,004				
		-	Resistenz a sup. esterna	-	-	0,040				

FINESTRA 90X200 cm TELAIO IN LEGNO VETRO SINGOLO

Cod.		N .	Descrizio ne strato	s [m]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]	U_g [W/m ² K]	U_w [W/m ² K]	U_f [W/m ² K]	U [W/m ² K]
F4		-	Resistenz a sup. interna	-	-	0,130	5,747	4,605	1,800	5,342
		1	Primo vetro	0,004	1,000	0,004				
		-	Resistenz a sup. esterna	-	-	0,040				

FINESTRA 240X70 cm TELAIO IN PVC VETRO DOPPIO

Cod.		N .	Descrizio ne strato	s [m]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]	U_g [W/m ² K]	U_w [W/m ² K]	U_f [W/m ² K]	U [W/m ² K]
F5		-	Resistenz a sup. interna	-	-	0,130	2,611	2,937	2,800	2,937
		1	Primo vetro	0,008	1,000	0,008				
		2	Intercape dine	-	-	0,197				
		3	Secondo vetro	0,008	1,000	0,008				
		-	Resistenz a sup. esterna	-	-	0,040				

Per quanto riguarda il limite di trasmittanza dei serramenti, per la zona climatica E è pari a $1,40 \frac{W}{m^2 K}$. Anche in questo caso i limiti imposti da normativa non sono rispettati e la sostituzione degli stessi con nuovi serramenti a vetro doppio e telaio in PVC o alluminio, unita ad altre azioni applicate all'involucro, migliorerebbe le prestazioni energetiche dell'edificio.

2.1.3.1 Interventi di miglioramento energetico proposti

All'interno della diagnosi energetica, sulla base dei risultati ottenuti, sono state studiate e valutate le possibili azioni al fine di ridurre i consumi energetici e aumentare le prestazioni dell'edificio. I risparmi calcolati sono stati applicati ai consumi reali misurati di gas naturale ed energia elettrica, per stimare i risparmi ottenibili rispetto ai consumi storici.

Il gas naturale è stato considerato con un valore unitario di riferimento pari a 0,60 €/Smc (IVA esclusa), mentre il costo unitario totale dell'energia elettrica è stato considerato pari a 0,18 €/kWh (IVA esclusa).

In corrispondenza di ciascun intervento, è stato stimato l'investimento, il tempo di ritorno semplice dello stesso e la possibilità di ottenere incentivi o contributi per aiutare il committente a selezionare gli interventi da realizzare.

Di seguito si riportano sinteticamente le valutazioni sviluppate dalla diagnosi energetica.

Tabella 50 - Riassunto valutazioni economiche. Fonte: Diagnosi Energetica 2018. Energie per la città s.p.a

Intervento	Costo investimento stimato (IVA esclusa)	Risparmio annuale stimato (IVA esclusa)	Tempo di ritorno semplice
a) Sostituzione generatori di calore con generatori a condensazione	80.000 €	4.400 €	12 anni
b) Installazione impianto solare termico	15.000 €	300 €	>20 anni
a) + b): Riqualificazione impianto termico	95.000 €	4.700 €	14 anni
c) Riqualificazione impianto illuminazione	25.000 €	2.000 €	8 anni
d) Isolamento pavimento verso locali non riscaldati	10.000 €	670 €	8 anni
e) Sostituzione Serramenti	175.000 €	3.400 €	>20 anni

Tabella 51 - Riassunto interventi suggeriti. Fonte: Diagnosi Energetica 2018. Energie per la città s.p.a

Intervento	Stima risparmio annuale di energia primaria e riduzione di consumo di vettore energetico	Stima risparmi o annuale di emissioni di CO₂	Stima investimenti considerand o incentivi e contributi ottenibili (IVA esclusa)	Stima risparmio economico annuale (IVA esclusa)	Tempo di ritorno semplice
a) Sostituzione generatori di calore con generatori a condensazione	16% 3.170 Smc/anno	6,0 t/anno	17.000 €	1.900 €/anno	9 anni
b) Installazione impianto solare termico	11% 2.200 Smc/anno	4,1 t/anno	10.400 €	1.300 €/anno	8 anni

a) + b): Riqualificazione impianto termico	20% 3.950 Smc/anno	7,4 t/anno	9.350 €	2.370 €/anno	4 anni
c) Riqualificazione impianto illuminazione	5% 1.000 Smc/anno	1,9 t/anno	3.000 €	600 €/anno	5 anni
d) Isolamento pavimento verso locali non riscaldati	2% 400 Smc/anno	0,8 t/anno	1.675 €	240 €/anno	7 anni
e) Sostituzione Serramenti	14% 2.800 Smc/anno	5,3 t/anno	7.450 €	1.700 €/anno	5 anni
g) Installazione valvole termostatiche sui corpi scaldanti	6% 2.200 Smc/anno	2,3 t/anno	4.500 €	720 €/anno	6 anni
h) Riqualificazione impianto di illuminazione	50% en. el. per illuminazion e 7.500 kWhc/anno	3,2 t/anno	20.000 €	1.350 €/anno	5 anni

Gli interventi proposti devono essere accompagnati dalla sensibilizzazione del personale scolastico e degli studenti sul corretto comportamento da applicare al fine di ridurre i consumi stessi. Vi sono infatti molti accorgimenti che contribuirebbero a una significativa riduzione dei consumi energetici globali (circa il 5%).

Come indicato all'interno della diagnosi: "sarebbe importante definire delle linee guida volte a fornire suggerimenti sul corretto utilizzo delle apparecchiature elettriche e dell'illuminazione, sull'utilizzo dei sistemi di controllo delle temperature interne durante il periodo invernale e dei sistemi di regolazione dell'impianto di riscaldamento, sull'apertura delle finestre per il tempo minimo necessario a ricambiare l'aria mentre è acceso l'impianto di riscaldamento e su altri accorgimenti finalizzati alla riduzione del consumo energetico dell'edificio.

Tale programma di sensibilizzazione potrebbe essere attuato tramite la diffusione di materiale informativo rivolto agli utenti che indichi come realizzare azioni per il risparmio energetico".

2.1.3.2 Interventi di miglioramento energetico eseguiti

Nel corso degli anni, al fine di migliorare le prestazioni energetiche del complesso scolastico sono stati eseguiti due interventi. Il primo ha riguardato l'installazione di pannelli fotovoltaici per la produzione di energia elettrica, mentre con il secondo intervento è stata sostituita la vecchia caldaia risalente al 1997.

A parziale copertura del fabbisogno di energia elettrica dell'edificio, nel 2012 è stato installato sulla copertura della scuola e della palestra un impianto fotovoltaico, costituito da 172 moduli fotovoltaici in silicio monocristallino per una potenza complessiva pari a 41,28 kWp, che consente di produrre circa 49.400 kWh di energia elettrica all'anno, permettendo così di coprire parzialmente il fabbisogno di energia elettrica consumata dalla scuola, ridurre le emissioni di anidride carbonica e sensibilizzare gli studenti ed i genitori sui delicati temi della tutela ambientale.

L'impianto è complanare alla copertura della scuola e quindi senza impatto architettonico.



Figura 24 - Vista dell'impianto fotovoltaico sul tetto della scuola e della palestra. Fonte: Comune di Cesena

A luglio 2018 è stata invece sostituita la vecchia caldaia con una nuova a condensazione. Precedentemente il sistema di generazione dell'edificio scolastico era formato da due generatori di calore tradizionali a combustione atmosferica installati all'interno della centrale termica. Tali generatori erano dedicati alla climatizzazione invernale e utilizzavano come combustibile gas metano di rete. Entrambi erano caratterizzati da potenza termica del focolare pari a 321,8 kW e potenza termica utile 291,0 kW. Dalle simulazioni effettuate nel corso della redazione della diagnosi energetica è emerso il generatore era sovradimensionato rispetto al fabbisogno termico dell'edificio pertanto, come intervento prioritario, il committente ha deciso di procedere con la sostituzione degli stessi e inserire due caldaie a condensazione avente ognuna una potenza nominale di 291,0 kW.

L'intervento di sostituzione ha richiesto la revisione tutto il sistema di evacuazione dei fumi delle caldaie. Gli attuali camini, in elementi prefabbricati, non sono idonei per i nuovi generatori. Per consentire l'installazione dei nuovi camini, parzialmente a vista e parzialmente intubati, si rende necessario la loro demolizione parziale. I nuovi camini e

canali fumi, uno per ogni caldaia, saranno in acciaio inox, certificati CE, idonei per il funzionamento a umido e in pressione, la tenuta avverrà tramite apposite guarnizioni. La loro installazione è per ora solo in progetto e non ancora in fase di realizzazione.

2.2 Analisi dell'accessibilità ai sensi della L. 13/1989 (D.P.R. 503/1996)

La normativa italiana è volta a garantire la completa accessibilità di tutti gli ambienti che compongono un edificio, da parte degli utenti che ne usufruiscono. Il superamento e l'eliminazione delle barriere architettoniche rappresenta uno dei fattori fondamentali per tutti i tipi di edifici: privati, pubblici e privati ad uso pubblico. La regolamentazione di tali aspetti è fornita principalmente dalla L. 13/1989 *“Disposizioni per favorire il superamento e l'eliminazione delle barriere architettoniche negli edifici privati”* e dalla L. 104/1992, *“Legge-quadro per l'assistenza, l'integrazione sociale e i diritti delle persone handicappate”*. In particolare, in riferimento alle disposizioni di carattere edilizio per la progettazione di nuovi edifici pubblici o per l'intervento su quelli esistenti si fa riferimento al D.P.R. 503/1996, *“Regolamento recante norme per l'eliminazione delle barriere architettoniche negli edifici, spazi e servizi pubblici”*.

Nella progettazione è necessario considerare non solo le disabilità permanenti, ma anche le forme di disabilità temporanea quali rotture di arti che pregiudicano temporaneamente la mobilità di un individuo, stati di gravidanza ecc. Ragionando in quest'ottica risulta necessario inserire all'interno della progettazione strumenti che permettano la fruizione degli spazi in maniera agevolata, quali ad esempio rampe, ascensori e servoscala. E' evidente però che ciò non è sufficiente, in quanto tali ragionamenti devono essere integrati alle disposizioni in caso di pericolo in tutti i casi in cui risulta necessario evacuare. In caso di incendio, ad esempio, non è possibile utilizzare ascensori e servoscala, perciò dovranno essere studiate disposizioni per permettere alle persone con ridotta o impedita capacità motoria di evacuare. Perciò ogni soluzione progettuale atta a garantire l'accessibilità deve essere idonea a prevedere un'adeguata distribuzione degli ambienti e specifici accorgimenti tecnici per contenere i rischi di incendio.

Considerando soprattutto gli interventi sugli edifici esistenti, spesso è riscontrabile la mancanza di ascensori. In questi casi, oltre a valutare la destinazione d'uso dell'edificio, la tipologia dello stesso e il tipo di utenza che ne usufruisce, è necessario valutare se vi è la possibilità di inserire un dispositivo di sollevamento verticale e se ciò sfocia in un beneficio reale o in un'ulteriore complicazione valutando una ipotetica situazione di emergenza. Se tale intervento dovesse limitare la fruizione e l'evacuazione degli spazi nei casi di emergenza si possono disporre indicazioni tali per cui in determinate situazioni necessità si potrebbe cambiare temporaneamente o definitivamente la collocazione degli spazi.

Proprio in questo ragionamento si collega il caso di studio in esame. Come in precedenza indicato, il complesso scolastico “Dante Alighieri” presenta due piani fuori terra e un

seminterrato, per un totale di tre livelli. L'accesso al piano rialzato del fabbricato è garantito, alle persone disabili, grazie ad una rampa posta in corrispondenza della parte est del connettivo, come possibile vedere in Figura 25.



Figura 25 - Prospetto est su rampa di accesso Scuola Primaria "Dante Alighieri". Fonte: Comune di Cesena

In questo modo tutti i locali del piano risultano accessibili. A questo livello è inoltre presente un bagno per disabili in corrispondenza del Corpo 3.

All'interno di tutto l'edificio i corridoi e le porte presentano dimensioni idonee per il passaggio di carrozzine, non sono inoltre presenti ostacoli che possano impedire o limitare lo stesso.

In particolare, con riferimento al D.P.R. 503/1996:

- Le rampe presentano larghezza di 1,50 m e pendenza inferiore all'8%. Sono presenti due piani orizzontali, uno di essi in corrispondenza della porta, di larghezza 1,50 m;
- Le scale hanno tutte larghezza maggiore di 1,20 m e rispettano tutte le prescrizioni presenti all'art. 7;
- I corridoi presentano larghezza maggiore di 1,50 m;
- Le porte presentano larghezza di 0,90 m;
- Il servizio igienico per disabili presenta dimensioni 2,7 m x 3,85 m e rispetta tutte le prescrizioni presenti all'art. 8.

Nel fabbricato non è presente ascensore, le accortezze prese dalla direzione didattica in merito a questa problematica sono quelle di collocare gli alunni non deambulanti nelle aule a piano rialzato e di spostare temporaneamente le aule del piano primo a piano rialzato nel caso in cui vi sia la presenza di un alunno con temporanea difficoltà di deambulazione. Questa scelta è data soprattutto dalla conformazione dell'edificio ed è supportata dalle prescrizioni del D.P.R. 503/1996 all'art. 23 comma 4, secondo cui: *“Nel caso di edifici scolastici a più piani senza ascensore, la classe frequentata da un alunno non deambulante*

deve essere situata in un'aula al pianterreno raggiungibile mediante un percorso continuo orizzontale o raccordato con rampe”.

Risulta invece diversa la situazione per il piano seminterrato dove, l'accesso ai locali della mensa è consentito grazie ad una porta posta sul lato sud del Corpo 3, mentre ai locali della biblioteca, dei laboratori e del teatro non è possibile accedere agevolmente in presenza di persone con disabilità permanente o temporanea. In entrambi i casi la situazione non è ottimale. Nel primo caso infatti la persona interessata, per poter accedere alla mensa, è costretta a uscire dall'edificio e percorrere un lungo tratto non riparato dagli agenti atmosferici prima di giungere all'accesso sopra citato. Nel secondo caso invece risulta necessaria la presenza di individui preposti al trasporto di carrozzine passando dalle scale presenti, per permettere la fruizione dei locali seminterrati del Corpo 1. In questi due casi è dunque necessario adottare soluzioni idonee al fine di consentire il corretto utilizzo dei suddetti spazi.

2.3 Analisi delle esigenze didattiche

Al fine di ottenere un quadro conoscitivo completo del manufatto in esame, oltre alla ricerca e al reperimento di tutti i dati presenti riferiti allo stesso, risulta fondamentale riscontrare ed elaborare le criticità e le esigenze direttamente dai fruitori del complesso. Per questa ragione ci si è serviti della collaborazione della dirigente scolastica, del personale dell'ufficio dell'amministrazione e del Secondo Circolo Didattico e del personale A.T.A presente al momento del sopralluogo. Dalle diverse testimonianze raccolte è stato possibile evidenziare tutti gli aspetti sui quali risulta necessario intervenire e le necessità immediate.

Per quanto riguarda gli spazi esterni, la scuola dispone di un'ampia area, avente superficie maggiore di 6000 m², e nel cortile compreso tra il Corpo 1 e il Corpo 3 vi è un piccolo campo da basket.



*Figura 26 - A sinistra: area esterna in corrispondenza dell'ingresso principale. A destra: campo da basket esterno.
Fotografie da sopralluogo in data 18 luglio 2018*

L'area verde, seppur estesa risulta priva di manutenzione, vi sono zone in cui non è presente il manto erboso, creando problemi di pulizia soprattutto nei periodi invernali, sia degli spazi interni sia di quelli esterni. Non sono inoltre presenti giochi e spazi ricreativi nei quali le classi possono svolgere, oltre a momenti di svago, attività educative seguiti dagli insegnanti. Risulta inoltre pericolosa la parte est del fabbricato (come indicato in Figura 27) in quanto il passaggio di automezzi, presente per la manutenzione e il rifornimento della mensa, non è diviso dalla zona di gioco dei bambini, seppur l'ingresso al quale accedono sia diverso rispetto a quello principale di accesso alla scuola stessa. Di conseguenza risulta non protetto per la sicurezza dei bambini anche il campo da basket sia per la presenza di automezzi in movimento sia per il materiale di cui è costituito, ovvero un getto di calcestruzzo con pietrisco fine.



Figura 27 - Ingresso carrabile e percorso automezzi nel cortile interno

Analizzando la distribuzione funzionale degli spazi interni sono state riscontrate diverse problematiche, evidenziate nelle immagini seguenti. Le prime incongruenze sono visibili già dal piano rialzato, nella collocazione degli spazi per gli uffici nel Corpo 1. La scuola primaria “Dante Alighieri” è sede della Direzione Didattica del Secondo Circolo che raggruppa due scuole per l’infanzia e cinque scuole primarie, sono quindi presenti gli uffici per la segreteria della scuola sia quelli per la Direzione Didattica, oltre all’ufficio della dirigente. Sono in tutto presenti: 10 persone che lavorano negli uffici, 1 dirigente e 5 del personale ATA (diventano 6 solo in circostanze di necessità particolari). La superficie destinata a tale attività risulta insufficiente perciò, per cercare di contenere tale disagio, l’ufficio della dirigente è stato posto in prossimità della palestra e, sempre nello stesso corridoio sono state ricavate due postazioni ufficio. Il primo è stato ricavato da un ripostiglio, risulta poco illuminato e con forti problematiche a livello termico, causate dai serramenti, soprattutto nei mesi invernati quando la stanza risulta molto fredda. Il secondo ufficio è stato invece ricavato da uno spazio che in precedenza era occupato da servizi igienici non utilizzati. Quest’ultima suddivisione implica forti problematiche a livello acustico causate dal continuo via vai dei bambini che passano dal corridoio per andare nello spogliatoio e dall’attività svolta in palestra. Inoltre ciò ha portato ad avere un unico spogliatoio non diviso tra maschi e

femmine, così come i servizi igienici. Si ricorda che la palestra viene utilizzata anche nelle ore extra scolastiche, perciò le problematiche dovute al rumore spesso persistono durante l'arco dell'intera giornata e l'unione degli spazi tra maschi e femmine risulta non ottimale.



Figura 28 - A sinistra: ufficio dirigente. A destra: corridoio palestra piano rialzato. Fotografie da sopralluogo in data 18 luglio 2018

Alcune aule risultano di dimensioni ridotte al fine di ospitare le numerose classi che vi sono in questi anni e solo poche riescono a contenere 25 alunni. In particolare vi è la presenza di due aule a piano primo e una al piano rialzato che presentano una superficie di circa 26 m² e, considerando le disposizioni date dal DM 18/12/1975 per le scuole primarie ¹⁶, per l'attività didattica normale sono richiesti 1,80 m²/alunno. Ciò significa che in un'alula di 26,30 m² possono rientrare al più 14 alunni, mentre le necessità richiedono la presenza di aule con un maggior numero di alunni. Si è riscontrato che tali superfici potrebbero essere ampliate sfruttando i ripostigli adiacenti agli stessi e spesso poco utilizzati.

Per quanto riguarda il seminterrato, sono presenti diversi ambienti non utilizzati o da riqualificare. In corrispondenza del Corpo 2, di fianco all'archivio e al magazzino trova collocazione il laboratorio di scienze il quale non risulta utilizzato perché solitamente gli insegnanti preferiscono portare il materiale da mostrare direttamente in aula. Nel Corpo 1, scendendo le scale vi è un grande disimpegno non pienamente sfruttabile a causa della presenza di una parte di muro portante che separa lo spazio. In adiacenza a questo spazio è presente un ufficio e un piccolo bagno dell'associazione AIMC (Associazione Italiana Maestri Cattolici), ma che non è più operativa all'interno della scuola, pertanto i due locali non vengono utilizzati. Anche il laboratorio di artistica viene poco utilizzato mentre il teatro, progettato per una capienza di circa 200 persone, risulta sottodimensionato perché utilizzato sia per le rappresentazioni teatrali sia come sala riunioni e aula formazione per gli insegnanti e il personale. A tal proposito è stato espresso il desiderio di ottenere uno spazio più ampio

¹⁶ Tabella 6 – Standard di superficie: Scuola Elementare.

polifunzionale dall'unione del teatro con l'aula di educazione artistica e il ripostiglio adiacente.

Tutte le necessita e le criticità riscontrate verranno considerate nell'elaborazione per progetto di riqualificazione illustrato nel prossimo capitolo.

Si riportano di seguito le piante non in scala dei diversi livelli con l'indicazione degli ambienti che presentano criticità o non vengono utilizzati e la relativa legenda.

LEGENDA:

	Laboratorio inutilizzato
	Ufficio e servizio igienico inutilizzato
	Teatro
	Aula
	Ufficio dirigente
	Ufficio ricavato da altre destinazioni d'uso
	Uffici

Figura 29 - Legenda quadro esigenziale

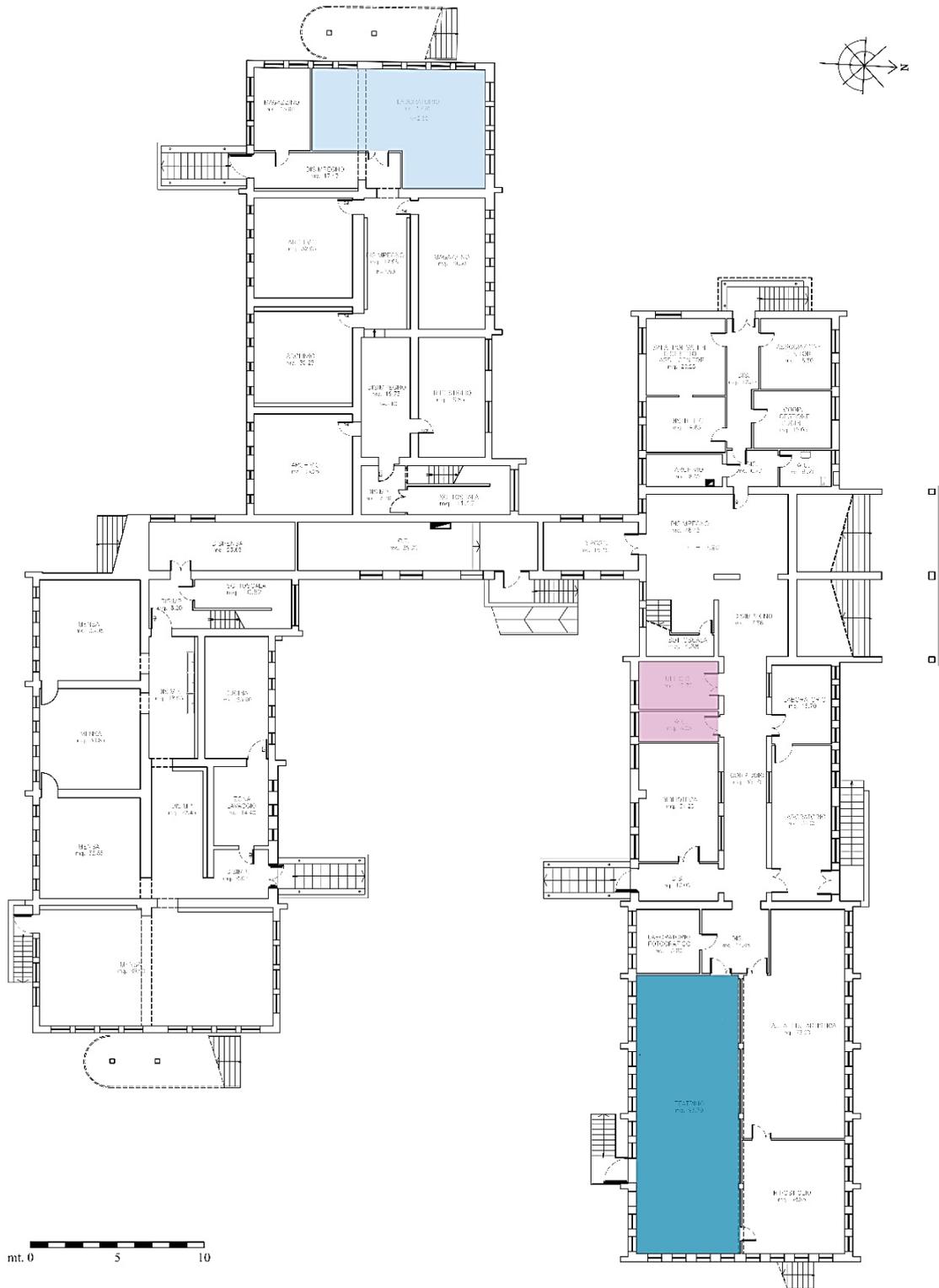


Figura 30 - Pianta piano seminterrato, esigenze didattiche



Figura 31 - Pianta piano rialzato, esigenze didattiche

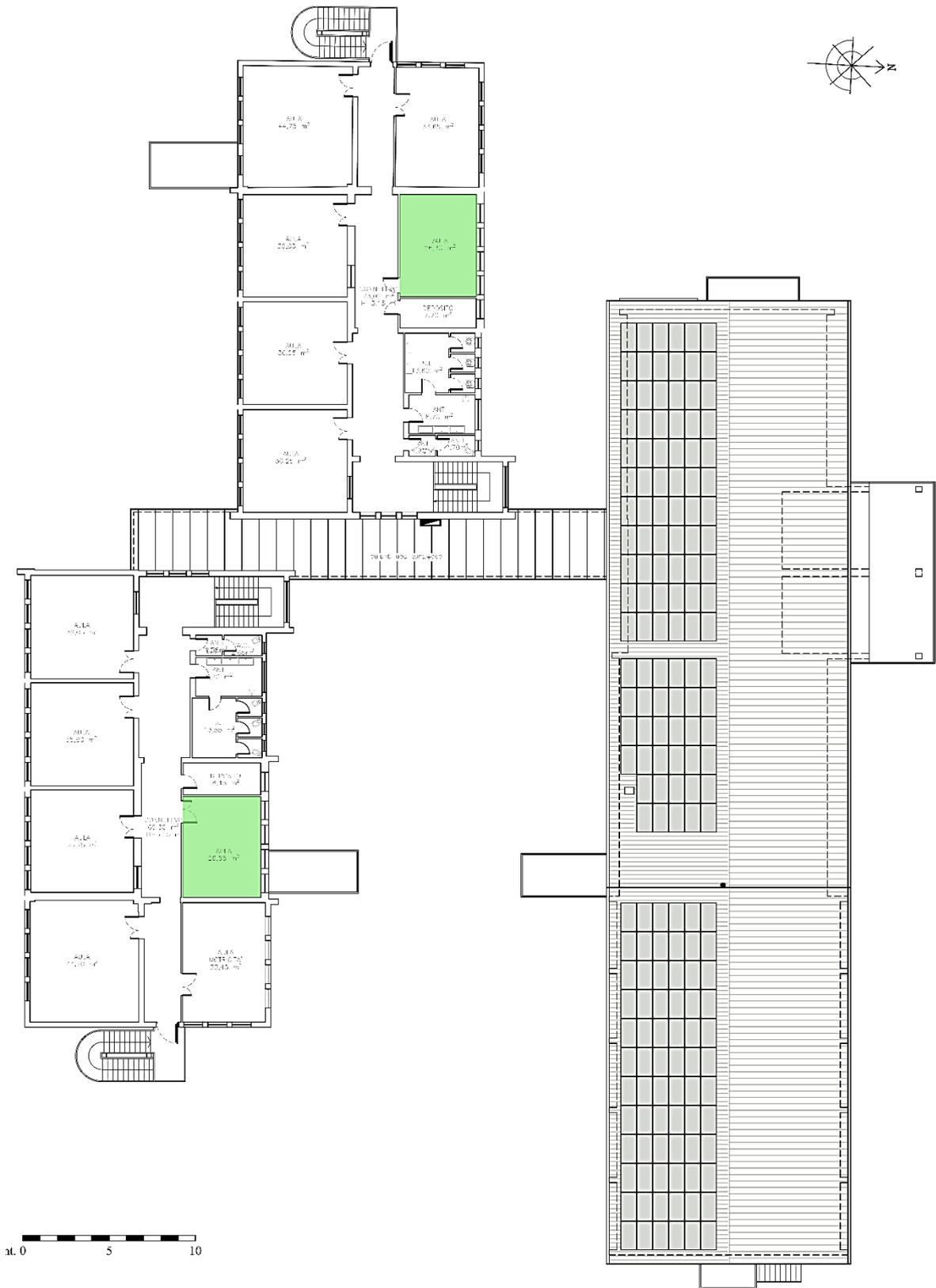


Figura 32 - Pianta copertura, esigenze didattiche

2.4 Soluzioni progettuali di messa a norma

L'analisi approfondita di tutti gli aspetti riferiti all'edificio in esame ha permesso di ottenere una visione completa dello stato attuale in cui si trova il manufatto. La piena conoscenza del fabbricato risulta fondamentale al fine di poter procedere con un preciso programma progettuale per far fronte agli interventi di riqualificazione funzionale, strutturale ed energetica. I due aspetti risultano quindi inscindibili in quanto le linee guida accompagnano il susseguirsi e la concatenazione degli interventi attraverso una logica ben definita e la conoscenza dello stato e delle criticità insite all'interno del fabbricato consente di elaborare e realizzare un progetto ad hoc per quel particolare edificio. Consente quindi di dirigere le scelte progettuali verso gli interventi più efficaci ed efficienti per quel edificio, evitando di adattare soluzioni "standard" alla specifica esigenza, ma quanto più modellando il giusto intervento all'edificio. In questa fase è fondamentale procedere rispettando e seguendo le normative vigenti, ed è proprio da questo punto che si desidera partire.

2.4.1 Verifica standard esistenti seguendo le Linee Guida 2013 del MIUR

Il testo ancora vigente al quale si fa riferimento in materia di edilizia scolastica è il D.M. 18/12/1975, anche se in diversi punti risulta superato. Per cercare di far fronte alle mancanze di tale decreto e per cercare di colmare le nuove esigenze riferite all'evoluzione della didattica sono state emanate nel 2013 le Linee Guida nazionali per la progettazione di edifici scolastici redatte dal MIUR¹⁷. In questo paragrafo verranno esaminate punto per punto le risposdenze riferite agli aspetti presenti all'interno delle Linee Guida, parallelamente alle indicazioni fornite dal D.M. 18/12/1975.

Attraverso le Linee Guida si sta cercando di svoltare la visione secondo la quale l'aula rappresenta lo spazio centrale all'interno di una scuola e i restanti ambienti e spazi risultano secondari e accessori. Oggi risulta fondamentale per gli alunni e per il personale che fruisce della scuola, poter vivere a trecentosessanta gradi la scuola e gli spazi di cui è composta. I corridoi non devono rappresentare più solo ambienti di transito, ma luoghi di aggregazione e interazione, arricchiti con postazioni o pannelli illustrativi possono diventare anch'essi spazi per l'apprendimento. I laboratori, salvo casi in cui sono richiesti strumentazioni e postazioni particolari, non devono essere più divisi per settori, ma possono diventare ambienti polifunzionali che grazie alla giusta progettazione architettonica ed impiantistica permettono diverse configurazioni e organizzazioni degli spazi. Altro aspetto indispensabile risulta la presenza di spazi dove il singolo possa esercitare la propria individualità; spazi in

¹⁷ "Norme tecniche-quadro, contenenti gli indici minimi e massimi di funzionalità urbanistica, edilizia, anche con riferimento alle tecnologie in materia di efficienza e risparmio energetico e produzione da fonti energetiche rinnovabili, e didattica indispensabili a garantire indirizzi progettuali di riferimento adeguati e omogenei sul territorio nazionale", 11 aprile 2013.

cui possa studiare, leggere o semplicemente rilassarsi trovandosi in accordo con le proprie esigenze e i propri ritmi.

Questa polifunzionalità emerge nelle scuole primarie forse più rispetto alle altre realtà, in quanto gli alunni hanno una fascia di età che necessita di diverse modalità di insegnamento a seconda che gli stessi si trovino nei primi anni oppure nell'ultimo triennio.

Le linee guida analizzano molteplici aspetti divisi in macro categorie:

- Aspetti urbanistici;
- Spazi per le attività scolastiche;
- Impianti tecnologici;
- Materiali;
- Sicurezza;
- Arredi.

Di seguito verranno analizzati tutti i punti presenti all'interno delle Linee Guida, in conformità con le prescrizioni del D.M. 18/12/1975 con riferimento alla scuola primaria "Dante Alighieri".

- **Aspetti Urbanistici**

L'area in cui si colloca la scuola si trova nel cuore del quartiere Oltre Savio di Cesena, quartiere prevalentemente residenziale lontano da aree produttive. L'edificio scolastico si trova lontano da strade con alta intensità di traffico e basso livello di inquinamento acustico. E' raggiungibile a piedi attraverso percorsi ciclo-pedonali oppure attraverso la rete viaria. La scuola è inoltre servita dalla rete dei mezzi pubblici. Per quanto riguarda il numero di posti auto, secondo le linee guida, al punto II.2: "I posti auto necessari ad uso esclusivo del plesso scolastico sono definiti in funzione della superficie lorda dell'edificio, attribuendo mq 1 di superficie di parcheggio ogni mq 5 di superficie lorda edificata ed il numero di posti auto si ottiene dividendo la superficie destinata al parcheggio per mq 25, valore che comprende oltre allo spazio di sosta quello di manovra. Devono essere previsti posti auto riservati ai disabili in ragione di 1 ogni 40 posti auto".

Considerando che la superficie lorda del fabbricato risulta essere di 3794,60 m² risultano necessari minimo 31 posti auto e 1 posto auto riservato ai disabili. La copertura del numero minimo di posti auto risulta quindi garantita. Non risultano però presenti rastrelliere dove poter posteggiare in sicurezza le biciclette.

- **Spazi per le attività scolastiche**

Il primo ambiente che si incontra entrando all'interno di una scuola è senza dubbio l'**atrio**. L'atrio rappresenta la zona filtro tra interno ed esterno, nonché zona di accoglienza e attesa, esso deve avere una propria identità e può essere arricchito da strumenti di informazione di elettronici, quali monitor, si cartacei, quali bacheche o poster informativi.

Vi sono diversi tipi di ingressi e ognuno presenta proprie funzioni:

- Ingresso degli allievi;
- Ingresso del personale docente ed amministrativo ed ausiliario fuori dell'orario scolastico;
- Ingresso alla palestra, se questa viene utilizzata dalla comunità fuori dell'orario scolastico;
- Ingresso per il rifornimento delle cucine e degli uffici amministrativi;
- Ingresso per ambulanze, mezzi per la manutenzione, per i Vigili del Fuoco.

Nella scuola "Dante Alighieri" gli studenti accedono dall'ingresso principale, vigilati dal personale addetto che dispone di una propria postazione presente nell'atrio. Dallo stesso ingresso, passando per l'atrio è possibile accedere agli uffici amministrativi e alla palestra (negli orari extrascolastici l'accesso per la sola parte di palestra è reso indipendente dai locali della scuola). Le cucine vengono invece rifornire da un ingresso secondario posto in prossimità del cortile interno, accedendo al lotto da un ingresso carrabile secondario e dallo stesso ingresso carrabile hanno accesso i mezzi di soccorso e per la manutenzione.

Successivamente all'atrio vengono analizzati gli **spogliatoi**, definendo diverse tipologie:

- Spogliatoi per gli allievi;
- Spogliatoi per il personale amministrativo e docente;
- Spogliatoi per il personale ausiliario;
- Spogliatoio per i tecnici;
- Spogliatoi per l'auditorium o aula magna;
- Spogliatoi per le attività motorie o per la palestra.

Nella scuola è presente un solo spogliatoio per la palestra non diviso per sesso, per il personale ausiliario sono presenti piccoli locali dove potersi cambiare e per gli insegnanti o istruttori sportivi non è presente nessun spogliatoio.

In riferimento ai servizi igienici, le prescrizioni indicano che all'interno dei bagni propri degli spogliatoi per le attività motorie sia necessaria la presenza di docce oltre che di lavandini e wc, non riscontrabile nella scuola in esame. Dovranno inoltre essere presenti bagni con docce all'interno degli insegnanti e degli istruttori sportivi.

Per l'entità dell'edificio in esame all'interno degli spogliatoi della palestra deve essere presente un servizio adeguatamente attrezzato per il primo soccorso.

Proseguendo con l'analisi vengono introdotto gli spazi relativi a **segreteria e amministrazione**. Esse devono poter essere raggiunte facilmente dall'atrio della scuola e senza interferire con le attività didattiche, inoltre devono poter funzionare indipendentemente dalle stesse e possedere una gestione autonoma degli impianti. Devono disporre di idonei spazi per l'attesa e per i colloqui nonché spazi per la pausa e il ristoro del personale sia amministrativo, sia docente, sia ausiliario. Sotto questo aspetto è presente una carenza in quanto all'interno dei locali scolastici non è presente una sala d'attesa per gli uffici amministrativi, una sala riunioni e nemmeno un ambiente in cui il personale possa ristorarsi.

Gli spazi che acquisiscono importanza maggiore all'interno delle nuove linee guida sono la **piazza** e l'**agorà**.

*“La Piazza ospita le funzioni pubbliche della scuola, è il luogo delle riunioni e delle feste della comunità scolastica, rappresenta il suo elemento simbolico più importante ed è anche il principale punto di riferimento per la distribuzione dell'intero edificio”*¹⁸.

Essa si trasforma in Agorà quando le dimensioni dell'edificio diventano più consistenti, in questo caso: *“E' il cuore funzionale e simbolico della scuola, è il centro di distribuzione dei percorsi orizzontali e verticali ed è connessa a tutte le attività pubbliche con le quali può all'occasione integrarsi e sovrapporsi”*¹⁹. Questo spazio rappresenta quindi il cuore della scuola è più contenere molteplici attività di riunione, educative, extra scolastiche, l'agorà per scuole con oltre 250 alunni può coincidere anche con un auditorium. Per le attività che verranno svolte all'interno di questi spazi grande attenzione va posta agli aspetti impiantistici e acustici, evitando tempi di riverberazione superiori a 1,2 secondi.

All'interno della scuola è presente un piccolo **teatro**, utilizzato sia per le rappresentazioni scolastiche sia come aula magna sia come sala nella quale vengono svolti corsi di formazione per gli insegnanti. Collocato al piano seminterrato presenta una capienza maggiore di 200 posti. E' possibile accedervi attraverso la scala posta in prossimità dell'atrio, e nella sala è presente un'uscita di sicurezza esterna. La regolamentazione di tale ambiente fa riferimento alle *“norme di sicurezza per i locali di intrattenimento e di pubblico spettacolo”*, Decreto del Ministero dell'Interno 19 agosto 1996, nel quale sono sinteticamente indicate le disposizioni riferite a:

- Comunicazione con la scuola può avvenire solo attraverso filtri a prova di fumo;
- Disposizione delle sedute di 16 posti per fila con 10 file come limite;
- Dimensionamento di corridoi, spazi di esodo, scale e vie di fuga;
- Dimensionamento delle uscite di sicurezza;
- Disposizioni particolari per la scena;
- Utilizzo di materiali di adeguata aula di reazione al fuoco, evitando in particolare il rischio di produzione di fumi tossici.
- Verifica dell'accessibilità da parte dei mezzi di soccorso dei Vigili del fuoco.

Queste disposizioni fanno riferimento alle prescrizioni antincendio trattate nei capitoli precedenti.

Al punto III.5 vengono analizzati la **cucina** e la **mensa** i quali possono anch'essi diventare spazi per attività laboratoriali sia per gli alunni sia per i genitori. In questi ambienti possono essere allestiti corsi che permettono di insegnare l'importanza del cibo e dell'alimentazione. Nelle mense dove è presente anche la preparazione dei cibi, come nel caso in esame, devono essere presenti zone per il lavaggio delle verdure, spazi per la preparazione e la cottura dei cibi nonché per il lavaggio dei piatti. La cucina, essendo alimentata da gas metano, è compartimentata attraverso porte REI. Anche in questo caso,

¹⁸ Punto III.4.1 Linee Guida MIUR 2013.

¹⁹ Punto III.4.2 Linee Guida MIUR 2013.

essendo i locali della mensa soggetti ad alto livello di rumorosità è necessario contenere il tempo di riverberazione sotto il valore di 1,2 secondi. Secondo il D.M. 18/12/1975 la mensa non deve avere superficie maggiore di 375 m².

Proseguendo si giunge all'analisi delle **aule**, le quali perdono la centralità passata e diventano luoghi in cui si svolgono attività in piccoli o grandi gruppi di lavoro, un luogo nel quale l'alunno può stabilire un legame affettivo e può partecipare attivamente all'apprendimento. Nelle prime due classi della scuola primaria l'aula deve mantenere un contatto con l'ambiente da cui proviene il bambino, ovvero la scuola dell'infanzia, mentre nelle ultime tre classi l'aula può iniziare ad assumere le caratteristiche della scuola media. In entrambi i casi emerge l'importanza della modularità e della variazione degli spazi e di conseguenza dei sistemi impiantistici.

Nella scuola primaria analizzata sono presenti 21 classi, ma ancora tutte possiedono l'impostazione pregressa, ovvero sono presenti file di banchi con a capo la cattedra dove si siede l'insegnante.

Un altro ambiente che può possedere diverse valenze è il **laboratorio**. Nelle nuove linee guida i laboratori sono ambienti nei quali sono presenti attrezzature specifiche e non sempre spostabili, per questa ragione non sono molto versatili. Quando però vi è la possibilità di cambiare la configurazione degli spazi, grazie anche ad un ottimo studio e integrazione della dotazione impiantistica, tali ambienti possono diventare **atelier**. *“Si tratta di spazi generici che si specializzano con le dotazioni tecnologiche e gli arredi e svolgono un ruolo di attrattori nel tessuto ambientale: dispensano possibilità, sono luoghi attrezzati e spesso più specializzati, ma non dedicati a una sola disciplina”*²⁰.

Sotto questo punto di vista la “Dante Alighieri” ha molto potenziale in quanto all'interno dell'edificio sono presenti numerosi laboratori inutilizzati che possono essere riqualificati e riconvertiti in atelier. Nella scuola elementare infatti non sono richiesti laboratori contenenti attrezzature particolari e di difficile movimentazione, per questa ragione è possibile pensare di progettare meno spazi adibiti al tale funzione rispetto a quelli ora presenti, ma allo stesso tempo renderli più versatili e funzionali, di interazione e convivialità.

Un altro importante spazio di interazione è la **palestra**, adibita allo svolgimento di attività motoria sia in orario scolastico sia extrascolastico. In essa possono essere allestite feste, momenti di interazione sociale e assemblee. Nel caso in esame la palestra viene utilizzata anche da associazioni sportive in orari extrascolastici, ma solo per allenamento, non dispone infatti di tribune o spazi per il pubblico. Questo ambiente, come il teatro, rispetta le *norme di sicurezza per i locali di intrattenimento e di pubblico spettacolo*”, Decreto del Ministero dell'Interno 19 agosto 1996 e devono risultare soddisfatte le seguenti prescrizioni:

- Completa accessibilità dei locali da parte di utenti con disabilità;
- Presenza di superfici vetrate di classe 2B2, come prescritto dalla direttiva UNI EN 12600, e di classe 1B1 per le superfici finestate ad altezza parapetto fino a cm 90 da terra o comunque a pericolo di caduta;

²⁰ Punto III.7.1 Linee Guida MIUR 2013.

- Mantenere tempi di riverberazione adeguati al volume dell'ambiente;
- Gli spazi di distribuzione e le scale dovranno essere di facile leggibilità per favorire la mobilità di disabili ed ipovedenti e per orientare in modo semplice e intuitivo verso le uscite di sicurezza, che sono da realizzare secondo la normativa vigente;
- Valutare con attenzione anche la qualità del ricambio dell'aria e la qualità e distribuzione dell'illuminazione naturale ed artificiale, per evitare fenomeni di abbagliamento cruciali per i giochi di squadra;
- Prevedere un'infermeria ben collegata con l'accesso delle ambulanze, che può coincidere con l'ingresso carrabile per la manutenzione;
- Comprendere tutti gli attrezzi fissi e le attrezzature necessarie allo svolgimento delle diverse attività sportive all'interno e all'esterno della palestra.

Le aree esterne possono essere attrezzate per lo svolgimento di attività sportive e didattiche, nonché con luoghi per il relax e la sosta degli studenti.

Infine, il punto III.12 si occupa dei **magazzini** e degli **archivi** i quali devono rappresentare rispettivamente aree di deposito materiale e di conservazione della documentazione e del materiale didattico.

Per quanto riguarda le dimensioni e gli standard di superficie, per ogni funzione si fa riferimento agli indici contenuti all'interno del D.M. 18/12/1975, suddividendo gli ambienti nella medesima modalità presente all'interno della normativa. Si riporta di seguito un quadro riassuntivo in forma tabellare della distribuzione attuale degli spazi all'interno dell'edificio scolastico, a livello di superfici. Ogni ambiente è riferito al proprio indice, espresso in $\left[\frac{m^2}{alunno} \right]$, in questo modo risulta possibile definire se le superfici minime necessarie risultano rispettate.

Per l'anno scolastico 2018/2019 sono previsti:

- 315 studenti;
- 10 personale uffici;
- 6 personale ATA.

Si riporta di seguito l'attuale distribuzione funzionale degli ambienti divisi per piano, ognuno dei quali fa riferimento ad un'unica legenda.

Si evidenzia che il codice riferito agli ambienti è così composto:

SF_Y_Z0

Dove:

- SF indica che ci si sta occupando dello Stato di Fatto;
- Y indica il piano ovvero: S seminterrato, R piano rialzato e P piano primo;
- Z0 indica l'ambiente e il numero è progressivo dal piano seminterrato al primo.



Figura 33 - Stato di fatto, distribuzione funzionale piano seminterrato

Tabella 52 - Stato di fatto, superfici nette piano seminterrato divise per attività

Descrizione attività		Tipo di Spazio	Codice locale	P. Seminterrato A [m ²]	Sup. tot A _{TOT} [m ²]
Attività didattiche	Att. Interciclo	Laboratori	SF_S_L1	57,65	190,20
			SF_S_L2	72,20	
			SF_S_L3	13,60	
			SF_S_L4	31,05	
			SF_S_L5	15,70	
Attività collettive	Att. Integrative e parascolastiche	Biblioteca alunni	SF_S_B	31,25	31,25
		Teatro	SF_S_T	96,70	96,70
	Mensa e relativi servizi	Mensa	SF_S_M1	89,90	191,55
			SF_S_M2	33,85	
			SF_S_M3	33,85	
			SF_S_M4	33,95	
		Cucina	SF_S_LC	25,91	25,91
		Dispensa	SF_S_D2	23,65	23,65
Zona Lavaggio	SF_S_ZL	14,41	14,41		
Attività complementari	Connettivo e servizi igienici	Connettivo/Disimp.	SF_S_C1	8,920	264,92
			SF_S_C2	22,45	
			SF_S_C3	18,55	
			SF_S_C4	8,20	
			SF_S_C5	7,26	
			SF_S_C6	19,73	
			SF_S_C7	17,96	
			SF_S_C8	17,45	
			SF_S_C9	14,45	
			SF_S_C10	10,00	
			SF_S_C11	52,98	
			SF_S_C12	48,42	
			SF_S_C13	6,20	
			SF_S_C14	12,35	
		Servizi Igienici	SF_S_SI1	8,05	14,35
			SF_S_SI2	6,30	
Spazi direzione didattica	Uffici	Uffici	SF_S_U1	12,70	12,70
Non previsti dal decreto		Archivio	SF_S_AR1	33,25	104,50
			SF_S_AR2	30,25	
			SF_S_AR3	32,95	
			SF_S_AR4	8,05	
		Centrale Termica	SF_S_CT	39,01	39,01
		Deposito	SF_S_D1	10,62	152,72
			SF_S_D3	11,17	
			SF_S_D4	26,85	
			SF_S_D5	29,30	
			SF_S_D6	15,60	
			SF_S_D7	38,85	
			SF_S_D8	4,88	
		SF_S_D9	15,45		
		Locali Ass. Genitori	SF_S_AG1	14,65	66,75
			SF_S_AG2	20,25	
			SF_S_AG3	15,05	
SF_S_AG4	16,80				



Figura 34 - Stato di fatto, distribuzione funzionale piano rialzato

Tabella 53 - Stato di fatto, superfici nette piano rialzato divise per attività

Descrizione attività		Tipo di Spazio	Codice locale	P. Rialzato A [m ²]	Sup. tot A _{TOT} [m ²]
Attività didattiche	Att. normali	Aule	SF_R_A1	44,75	354,40
			SF_R_A2	35,75	
			SF_R_A3	35,90	
			SF_R_A4	36,05	
			SF_R_A5	33,45	
			SF_R_A6	26,30	
			SF_R_A7	36,25	
			SF_R_A8	36,25	
			SF_R_A9	36,05	
			SF_R_A10	33,65	
	Att. Interciclo	Laboratori	SF_R_L6	44,75	79,10
			SF_R_L7	34,35	
Attività complementari	Connettivo e servizi igienici	Connettivo/Disimp.	SF_R_C15	55,35	347,14
			SF_R_C16	14,80	
			SF_R_C17	86,55	
			SF_R_C18	15,77	
			SF_R_C19	56,67	
			SF_R_C20	6,95	
			SF_R_C21	29,10	
			SF_R_C22	64,00	
			SF_R_C23	17,95	
			Servizi Igienici		
	SF_R_SI4	8,65			
	SF_R_SI5	4,25			
	SF_R_SI6	3,40			
	SF_R_SI7	8,50			
	SF_R_SI8	13,55			
	SF_R_SI9	28,10			
	SF_R_SI10	3,40			
	Spazi ed. fisica	Palestra, servizi palestra, ecc. (Tipo A ₁ , da 10 a 25 classi)	Palestra	SF_R_P	240,35
Spogliatoi Palestra			SF_R_S	30,35	30,35
Spazi direzione didattica	Uffici	Uffici	SF_R_U2	22,15	126,80
			SF_R_U3	22,75	
			SF_R_U4	9,40	
			SF_R_U5	18,60	
			SF_R_U6	17,80	
			SF_R_U7	21,70	
Non previsti dal decreto		Deposito	SF_R_D10	8,65	21,35
			SF_R_D11	1,15	
			SF_R_D12	8,70	
			SF_R_D13	2,85	

Tabella 54 - Stato di fatto, superfici nette piano primo divise per attività

Descrizione attività		Tipo di Spazio	Codice locale	P. Primo A [m ²]	Sup. tot A _{TOT} [m ²]
Attività didattiche	Att. normali	Aule	SF_P_A11	44,70	365,8
			SF_P_A12	35,75	
			SF_P_A13	35,80	
			SF_P_A14	36,05	
			SF_P_A15	26,55	
			SF_P_A16	36,25	
			SF_P_A17	36,25	
			SF_P_A18	36,05	
			SF_P_A19	44,75	
			SF_P_A20	33,65	
			SF_P_A21	26,30	
	Att. Interciclo	Laboratori	SF_P_L8	33,45	33,45
Attività complementari	Connettivo e servizi igienici	Connettivo/Disimp.	SF_P_C24	69,30	142,32
			SF_P_C25	73,02	
		Servizi Igienici	SF_P_SI12	22,25	53,60
			SF_P_SI13	4,50	
			SF_P_SI14	22,25	
			SF_P_SI15	4,60	
Non previsti dal decreto		Deposito	SF_P_D14	8,45	16,15
			SF_P_D15	7,7	

LEGENDA:

	Archivio		Locali Ass. Genitori
	Aula		Mensa
	Biblioteca		Palestra
	Centrale termica		Servizio Igienico
	Connettivo		Spogliatoio
	Cucina e Zona Lavaggio		Teatro
	Deposito		Ufficio
	Laboratorio		

Figura 36 - Legenda riferita ai diversi ambienti

Riassumendo le superfici riferite allo stato di fatto e divise per attività:

Tabella 55 – Superfici nette per piano e totali, divise per attività

Descrizione attività		Tipo di Spazio	P. Seminterrato A [m ²]	P. Rialzato A [m ²]	P. Primo A [m ²]	Sup. tot per piano A _{TOT} [m ²]
Attività didattiche	Att. normali	Aule	-	320,95	365,80	686,75
	Att. Interciclo	Laboratori	190,24	134,70	33,45	358,39
Attività collettive	Att. Integrative e parascolastiche	Biblioteca alunni	31,25	-	-	31,25
		Teatro	96,70	-	-	96,7
	Mensa e relativi servizi	Mensa	191,55	-	-	191,55
		Cucina	25,91	-	-	25,91
		Dispensa	23,65	-	-	23,65
		Zona Lavaggio	14,41	-	-	14,41
Att. complementari	Biblioteca insegnanti	-	-	-	-	
	Connettivo e servizi igienici	Connettivo/Disimp	264,92	347,14	142,32	754,38
		Servizi Igienici	14,35	85,70	53,60	153,65
Spazi ed. fisica	Palestra, servizi palestra, ecc. (Tipo A ₁ , da 10 a 25 classi)	Palestra	-	240,35	-	240,35
		Spogliatoi Palestra	-	30,35	-	30,35
Alloggio custode		-	-	-	-	
Spazi direzione didattica		Uffici	12,70	126,80	-	139,5
Non previsti dal decreto		Archivio	104,42	-	-	104,42
		Centrale Termica	39,01	-	-	39,01
		Deposito	152,72	21,35	16,15	190,22
		Locali Ass. Genitori	66,75	-	-	66,75

All'interno della scuola gli ambienti più significativi si riferiscono alle aule, ovvero "Attività normali" e ai laboratori, "Attività interciclo". Sono presenti 21 aule, per una superficie totale di 686,75 m², mentre i laboratori sono 9 e occupano 358,39 m².

Tabella 56 – Superfici nette totali divise per attività e standard minimi

Descrizione attività		Tipo di Spazio	Sup. tot A _{TOT} [m ²]	Indice [m ² /alunno]	Sup. minima [m ²]
Attività didattiche	Att. normali	Aule	686,75	1,8	567
	Att. Interciclo	Laboratori	358,39	0,64	201,6
Attività collettive	Att. Integrative e parascolastiche	Biblioteca alunni	127,95	0,4	126
		Teatro			
	Mensa e relativi servizi	Mensa	255,52	0,7	220,5
		Cucina			
		Dispensa			
Zona Lavaggio					
Att. complementari	Biblioteca insegnanti	-	-	0,13	40,95
	Connettivo e servizi igienici	Connettivo/Disimp. Servizi Igienici	908,03	1,54	485,1
Spazi ed. fisica	Palestra, servizi palestra, ecc. (Tipo A ₁ , da 10 a 25 classi)	Palestra	270,7	-	330
		Spogliatoi Palestra			
Alloggio custode		-	-	-	80 m ² netti
Spazi direzione didattica		Uffici	139,5	-	100 m ² netti
Non previsti dal decreto		Archivio	-	-	-
		Centrale Termica			
		Deposito			
		Locali Ass. Genitori			

Confrontando i dati ottenuti in Tabella 55 con le superfici minime richieste per ogni attività è possibile evidenziare il rispetto di tutti gli indici minimi salvo per gli spazi adibiti all'educazione fisica, i quali risultano sottodimensionati. In particolare la palestra risulta avere dimensioni ridotte soprattutto considerando che viene utilizzata non solo dai giovani alunni della scuola primaria, ma anche in orario extrascolastico come luogo di allenamento da parte dei componenti di diverse associazioni sportive.

Interessante risulta valutare la situazione riferita agli uffici. Considerando gli indici presenti all'interno del D.M. '75 essi presentano una superficie sufficiente a coprire il fabbisogno, ma il quadro esigenziale dovuto alla presenza degli uffici del Secondo Circolo Didattico essi risultano sottodimensionati.

In riferimento alle aule si ricorda che alcune di esse possono contenere solo un numero limitato di alunni, creando disagi sia nella distribuzione degli studenti sia nella formazione di classi sempre più numerose dovute a un incremento costante degli alunni stessi.

Si evidenzia inoltre la presenza di ambienti non presenti all'interno della normativa, quali: archivio, centrale termica, locali deposito/magazzino, locali per attività secondarie (in questo

caso specifico si fa riferimento agli spazi che ospitano l'associazione genitori). Per tali funzioni non risultano presenti indici minimi, ma dal sopralluogo e dall'intervista effettuata al personale sia scolastico sia comunale si ritiene che essi siano sufficienti.

- **Impianti tecnologici**

Il punto focale delle linee guida in riferimento alla parte impiantistica è la flessibilità degli impianti stessi. Infatti ambienti flessibili, versatili e polifunzionali devono potersi adattare perfettamente alle diverse condizioni di necessità sia spaziale sia propria degli utenti che stanno usufruendo di quello spazio in quel momento.

Per quanto riguarda l'**impianto elettrico** questa flessibilità è ottenibile compartimentando i diversi ambienti inserendo un diverso quadro elettrico per ognuno di essi e progettando un sistema di distribuzione che favorisca la possibilità di modificare il tipo di servizio fornito nei terminali. Anche la quantità e la qualità dei corpi illuminanti risulta fondamentale perché, insieme a un attento studio e utilizzo della luce naturale, consente di ottenere l'ambientazione luminosa per l'attività che si sta svolgendo.

Attente valutazioni devono essere eseguite se la scelta della tipologia di **ventilazione**. Ad oggi, soprattutto per gli ambienti pubblici, si predilige la ventilazione meccanica, ma in determinate condizioni può essere anche naturale. Nelle scuole primarie o di ordine superiore, lo sfruttamento studiato della ventilazione naturale può rappresentare una risorsa, ma in ogni caso l'importante è garantire un'ottima qualità dell'aria interna e i ricambi di aria necessari per mantenerla. La sensibilità e la preparazione del progettista devono portare alla scelta migliore in relazione all'edificio che si sta analizzando e sul quale si sta intervenendo.

Attualmente nella scuola "Dante Alighieri" la ventilazione è di tipo naturale, favorita da una buona parte di infiltrazioni provenienti dai serramenti presenti a vetro singolo e scarsa tenuta all'aria. Per la parte di climatizzazione è presente un impianto di riscaldamento alimentato da caldaia a gas metano e avente come terminali radiatori. Nel 2005 è stato installato un impianto di raffrescamento nei locali della mensa, della cucina e negli uffici.

L'**impianto idrico**, secondo le linee guida, deve favorire il ricircolo delle acque piovane per uso sanitario e irriguo.

Viene effettuato un richiamo anche per l'utilizzo di **energia da fonti rinnovabili** per la copertura dei consumi il quale, oltre ad un obbligo di legge, risulta essere un valore didattico e pedagogico.

Riguardo a questo tema nella scuola sono stati installati pannelli fotovoltaici a parziale copertura dei consumi elettrici, educando gli alunni sull'importanza dell'argomento.

Tutti gli interventi devono essere accompagnati dall'informazione e dall'educazione sia degli alunni sia del personale, è importante che tutte le informazioni siano accessibili e di facile comprensione anche per chi non è competente in materia. La giusta informazione può consentire di migliorare ulteriormente le prestazioni e ridurre i consumi. Fondamentale risulta inoltre la manutenzione e il monitoraggio periodico degli impianti stessi che è

necessario progettare a priori e in molti casi risulta possibile svolgerla da remoto, la domotica spesso aiuta in questo.

- **Materiali**

La scelta di tutti i materiali risulta fondamentale. I materiali di finitura sono importanti perché contribuiscono alla percezione che si ha di un ambiente, mentre la scelta dei materiali da costruzione determina le prestazioni del manufatto e la sua durabilità nel tempo (quest'ultima deve essere sempre accompagnata da interventi di manutenzione). Secondo le linee guida *“i materiali di una scuola devono avere una durata appropriata (non necessariamente superiore alla obsolescenza di un edificio, bensì proporzionata), devono essere protetti dalle intemperie o dall'uso se la durata può essere critica, devono avere una manutenzione facile o almeno possibile, devono avere un costo adeguato all'investimento, non devono rilasciare sostanze tossiche, non devono derivare da una filiera produttiva inquinante, devono privilegiare una provenienza locale a favore della sostenibilità e della reperibilità futura, devono consentire assemblaggi e montaggi sostenibili, favorire un comportamento di contenimento energetico dell'edificio responsabile e rispondere ai requisiti prestazionali previsti dall'art. 3, comma 1, lettera e) della legge 26 ottobre 1995, n. 447. E devono essere belli, cioè partecipare al progetto di identità dell'edificio, in esterni come in interni: tra le prestazioni valutate ci deve essere anche quella estetica”*.

Oltre alla manutenzione risulta importante definire le modalità di invecchiamento di un materiale sia dal punto di vista prestazionale sia estetico.

- **Sicurezza**

Il punto VI delle linee guida raggruppa diversi aspetti legati alla sicurezza:

- Parcheggi e percorsi di accesso devono essere accessibili da parte delle persone affette da disabilità;
- In ogni piano dell'edificio dovrà essere presente un servizio igienico per disabili facilmente raggiungibile;
- Gli edifici devono rispettare la vigente norma antisismica;
- La sicurezza dai rischi elettrici sarà affidata a differenziali ed alla suddivisione degli impianti. Saranno inoltre presenti scaricatori di sovratensione al fine di proteggere la strumentazione informatica, mentre le cucine è preferibile che siano alimentate da energia elettrica;
- I pavimenti delle zone che possono essere facilmente bagnate, come i servizi igienici, le cucine e le pavimentazioni esterne, dovranno essere realizzati con materiali aventi prestazioni antisdrucchiolo appropriate e certificati;
- Per i parapetti si consiglia di mantenere una altezza superiore a quella minima di legge, ed è consigliabile utilizzare quote di cm 115-120 per evitare scavalcamenti;

- Gli infissi dovranno rispondere alla recente normativa europea ed essere realizzati con vetri antisfondamento sia all'interno che all'esterno dell'infisso, di classe 2B2, come prescritto dalla direttiva UNI EN 12600, e di classe 1B1 per le superfici finestrate ad altezza parapetto fino a cm 90 da terra o comunque a pericolo di caduta;
- I progetti dovranno rispettare i criteri di sicurezza previsti dalla normativa vigente per quanto riguarda la resistenza al fuoco delle strutture, il dimensionamento delle vie di fuga, delle scale, delle zone sicure, rispettando la resistenza al fuoco prevista nella norma citata dei materiali, con particolare attenzione ad escludere quei materiali, in genere isolanti, che bruciando producono fumi tossici;
- Gli edifici dovranno essere dotati di linee-vita per tutti i lavori di manutenzione e di un adeguato piano di sicurezza per la gestione delle emergenze.

- **Arredi**

Come ultimo punto trattato dalle linee guida vi sono gli arredi i quali rappresentano lo strumento che dà identità allo spazio e contribuiscono alla flessibilità dell'architettura. *“Gli arredi sono l'interfaccia di uso tra gli utenti e lo spazio, consentono la declinazione dell'uso: hanno il compito di dare concretezza alle possibilità, di innescare le relazioni; sono i veri tools della scuola”*.

2.4.2 Proposta di riorganizzazione funzionale degli ambienti

L'analisi della rispondenza dello stato di fatto del fabbricato in esame con le linee guida stilate dal MIUR e il D.M. 18/12/1975, unite al quadro esigenziale fornito dal personale della scuola hanno reso possibile la progettazione degli interventi da applicare all'edificio stesso. Prima tra tutti viene trattata la riorganizzazione funzionale degli spazi, sia interni sia esterni.

L'intervento più rilevante è stato operato sul Corpo 1 il quale ha presentato le carenze maggiori, sia dal punto di vista distributivo funzionale sia strutturale. All'interno di tale Corpo sono stati inoltre effettuati due ampliamenti, uno riferito agli uffici e l'altro ha interessato la palestra e il teatro. In questo ultimo caso si è operato demolendo e ricostruendo la parte interessata. Questi due interventi verranno trattati nel dettaglio all'interno del capitolo dedicato.

I cambiamenti maggiori sono stati apportati al piano seminterrato. In corrispondenza del Corpo 1 si è voluto creare un ambiente polifunzionale interamente dedicato all'attività laboratoriale. Per questa ragione i locali riservati all'associazione genitori presente nella parte ovest del fabbricato, sono stati spostati all'interno del Corpo 2 eliminando il laboratorio di scienze che non veniva utilizzato, un magazzino e chiudendo il passaggio tra questa parte di edificio e la parte di archivio. Si riporta di seguito la nuova suddivisione degli ambienti dedicati all'associazione genitori in contrapposizione a quelli ora presente.

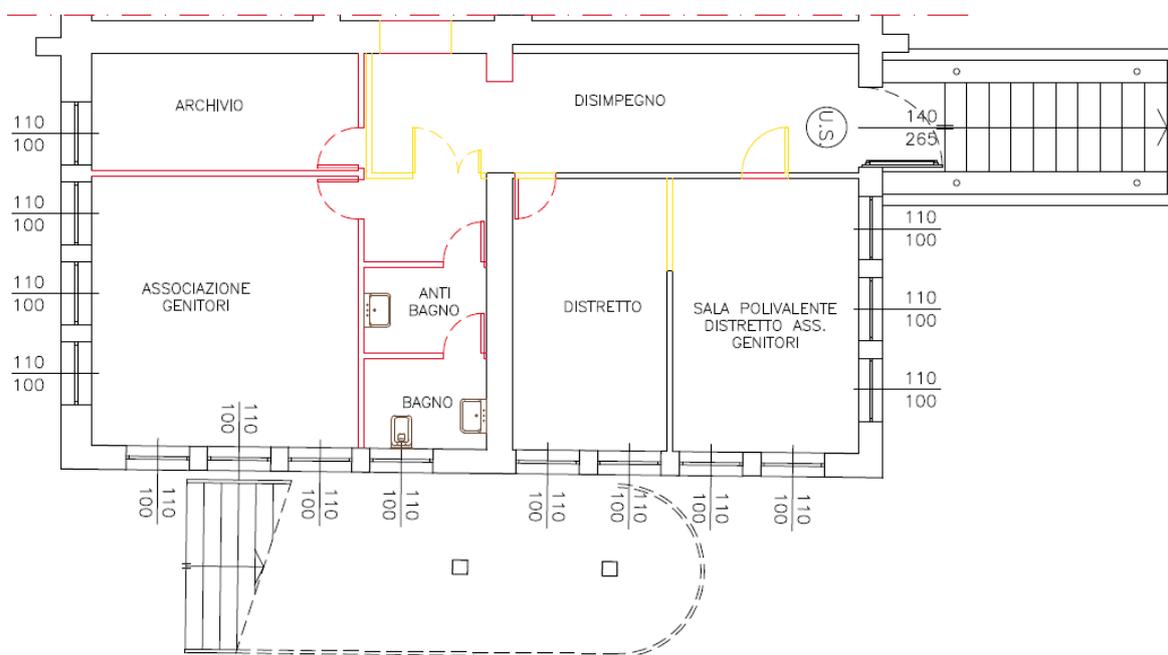


Figura 37 - Nuova collocazione Associazione Genitori all'interno del Corpo 2. Fuori scala

In questo modo è stato possibile mantenere un accesso indipendente, rispetto a quello proprio della scuola sfruttando quello già presente e la stessa superficie presente in precedenza.

Negli spazi recuperati del Corpo 1 sono stati inseriti un deposito per materiale scolastico da 33,20 m² nella parte nord mentre nella parte sud, dove è presente un maggiore apporto di luce naturale è stato collocato un atelier di 40,46 m², come evidenziato in Figura 38. Quest'ultimo, come definito dalle linee guida del MIUR è definito come uno spazio generico che è possibile generalizzare con le dotazioni tecnologiche e gli arredi, non sono riservati quindi ad una sola disciplina, ma possono "adattarsi" in base alle necessità. Tale aspetto risulta fondamentale all'interno di una scuola primaria, dove la didattica può essere svolta in molteplici modi in riferimento alla materia e alla fascia di età degli alunni, risulta quindi fondamentale la presenza di ambienti versatili nei quali è possibile applicare insegnamenti trasversali. L'atelier si può quindi prestare alla giusta "ambientazione" per lo svolgimento di diversi tipi di laboratori e attività. All'interno dello spazio in esame è stato collocato un servizio igienico comprensivo di due wc. I due ambienti ora definiti sono stati delimitati inserendo due muri portanti trasversali al fine di mantenere una continuità con la restante parte di struttura. E' stata poi mantenuta la porta REI presente al fine di compartimentare tali ambienti dalla restante parte dei locali.

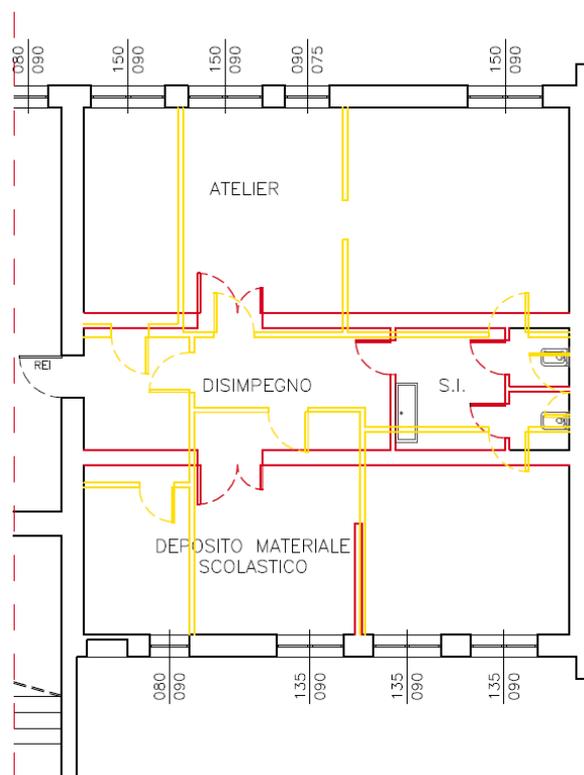


Figura 38 – Indicazione delle modifiche apportate nel seminterrato ala ovest Corpo 1. Fuori scala

Procedendo l'analisi in direzione est si era riscontrata la mancanza di compartimentazione in corrispondenza della scala che collega i due piani del Corpo 1. Per porre rimedio a tale condizione è stato inserito un muro portante trasversale di fronte all'ingresso della scala e una porta REI di 1,20 m di larghezza.

In corrispondenza dell'ufficio non utilizzato dell'Associazione Italiana Maestri Cattolici con il relativo servizio igienico, sono stati abbattuti i tramezzi che delimitavano gli spazi a fronte

dell'ampliamento della biblioteca scolastica e dell'inserimento dell'ufficio per la gestione delle cucine. Quest'ultimo si è deciso di collocarlo all'interno di tale posizione in quanto risulta vicino ai locali cucine presenti all'interno del Corpo 3.

I due laboratori presenti di fronte alla biblioteca sono stati mantenuti con la stessa distribuzione, ma la destinazione d'uso è stata trasformata da laboratorio a aule pre-scuola, le quali accolgono quindi i bambini prima dell'inizio del normale orario scolastico. presentano ingresso indipendente sul fronte principale dell'edificio, ma sono comunicanti con i locali interni. In questo modo è possibile far accedere gli alunni dall'ingresso esterno quando la scuola non è ancora aperta e consentire il raggiungimento delle aule dall'interno. Tali aule possono fungere da atelier e quindi modificare la propria configurazione in base all'occorrenza. E' stata mantenuta anche l'uscita di sicurezza presente di fianco alla biblioteca.

Di seguito sono indicati i cambiamenti sopra descritti.

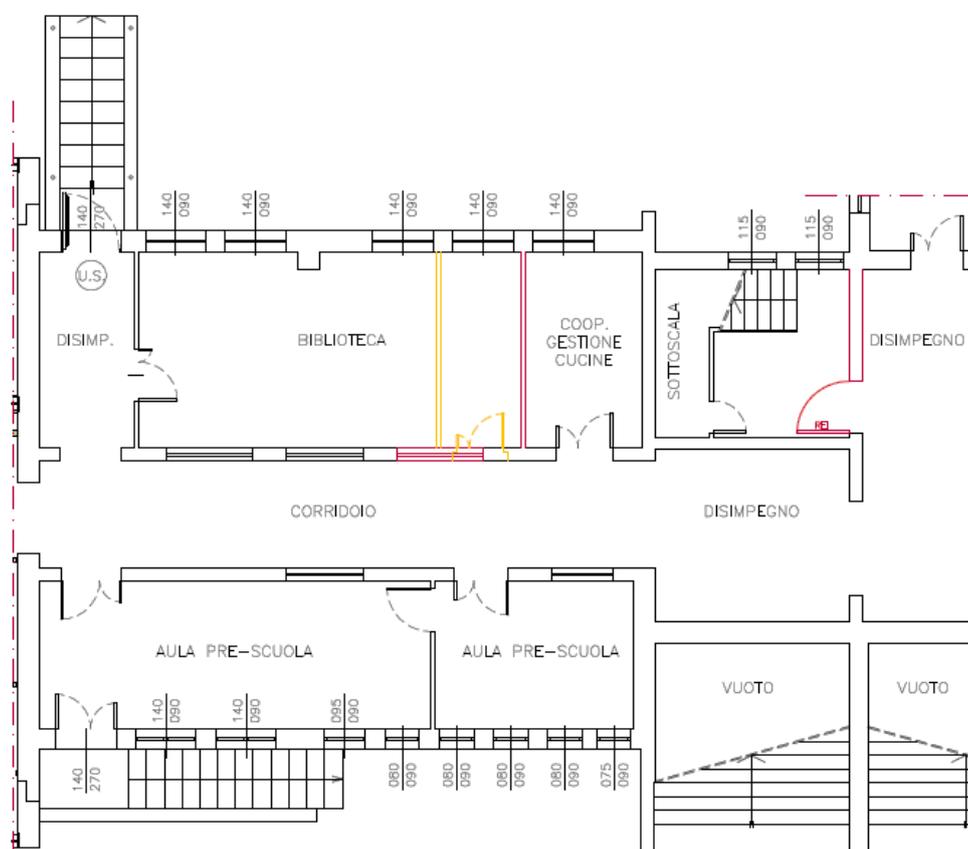


Figura 39 – Indicazione delle modifiche apportate nel seminterrato ala centrale Corpo 1. Fuori scala

Nella parte più a est del Corpo 1 è presente il teatro che verrà trattato in seguito.

Per la restante parte di piano seminterrato, ovvero parte del Corpo 2 e i locali dedicati alla mensa all'interno del Corpo 3 non sono state invece apportate modifiche.

Si riporta di seguito la nuova distribuzione degli spazi del seminterrato e le relative superfici in forma tabellare e la legenda riferita ai diversi ambienti.

In questo caso il codice a cui fanno riferimento gli ambienti è il seguente:

SP_Y_Z0

Dove:

- In SP indica che ci si sta occupando dello Stato di Progetto;
- Y indica il piano ovvero: S seminterrato, R piano rialzato e P piano primo;
- Z0 indica l'ambiente e il numero è progressivo dal piano seminterrato al primo.

LEGENDA:

	Archivio		Locali Ass. Genitori
	Aula		Mensa
	Biblioteca		Palestra
	Centrale termica		Servizio Igienico
	Connettivo		Spogliatoio
	Cucina e Zona Lavaggio		Teatro
	Deposito		Ufficio
	Laboratorio		

Figura 40 - Legenda riferita ai diversi ambienti



Figura 41 - Stato di progetto, distribuzione funzionale piano seminterrato.

Tabella 57 - Stato di progetto, superfici nette piano seminterrato divise per attività

Descrizione attività		Tipo di Spazio	Denominazione locale	P. Seminterrato A [m ²]	Sup. tot A _{TOT} [m ²]	
Attività didattiche	Att. Interciclo	Laboratori	SP_S_L1	147,62	234,92	
			SP_S_L2	31,24		
			SP_S_L3	15,60		
			SP_S_L4	40,46		
Attività collettive	Att. Integrative e parascolastiche	Biblioteca alunni	SP_S_B	40,16	40,16	
		Teatro	SP_S_T	191,48	191,48	
	Mensa e relativi servizi	Mensa	SP_S_M1	89,90	191,55	
			SP_S_M2	33,85		
			SP_S_M3	33,85		
			SP_S_M4	33,95		
		Cucina	SP_S_LC	25,91	63,97	
		Dispensa	SP_S_D2	23,65		
Zona Lavaggio	SP_S_ZL	14,41				
Attività complementari	Connettivo e servizi igienici	Connettivo/Disimp.	SP_S_C1	8,92	269,72	
			SP_S_C2	22,45		
			SP_S_C3	18,55		
			SP_S_C4	8,20		
			SP_S_C5	7,26		
			SP_S_C6	19,73		
			SP_S_C7	17,96		
			SP_S_C8	22,10		
			SP_S_C9	10,70		
			SP_S_C10	48,35		
			SP_S_C11	35,74		
			SP_S_C12	33,40		
			SP_S_C13	16,36		
	Servizi Igienici	Servizi Igienici	SP_S_SI1	6,65	35,67	
			SP_S_SI2	20,60		
			SP_S_SI3	8,42		
Spazi direzione didattica		Uffici	SP_S_GC	12,27	12,27	
Non previsti dal decreto	Archivio		SP_S_A1	33,25	106,00	
			SP_S_A2	30,25		
			SP_S_A3	32,95		
			SP_S_A4	9,55		
	Centrale Termica		SP_S_CT	39,01	39,01	
	Deposito			SP_S_D1	10,62	131,47
				SP_S_D3	11,17	
				SP_S_D4	26,85	
				SP_S_D5	29,30	
				SP_S_D6	4,88	
				SP_S_D7	15,45	
	Locali Ass. Genitori			SP_S_AG1	15,57	50,31
				SP_S_AG2	12,84	
SP_S_AG3				21,90		

Si prosegue ora analizzando la distribuzione funzionale del piano rialzato. Anche in questo caso gli interventi maggiori sono stati eseguiti in corrispondenza del Corpo 1 dove si è dovuto far fronte soprattutto alla distribuzione degli uffici e alla ridefinizione degli spogliatoi per la palestra. Nel primo caso, oltre a un sottodimensionamento degli ambienti, il problema maggiore risiedeva nella collocazione dell'ufficio del dirigente e di altre due postazioni uffici in adiacenza alla palestra. Per questa ragione si è ritenuto necessario operare ampliando il fabbricato nella parte ovest edificando un corpo ad un solo piano. In questo modo è stato possibile collocare l'ufficio del dirigente all'ingresso della zona uffici, in adiacenza a una piccola sala riunioni di 16,60 m² che prima non era presente. Di fronte è stata inserita una sala d'attesa al posto di una postazione ufficio. I restanti locali adibiti ad ufficio hanno una superficie media di 23 m² e ognuno presenta due postazioni, collocando così le dieci postazioni necessarie. L'ampliamento presenta le stesse caratteristiche di quota del fabbricato originario e al suo interno, oltre agli uffici, sono presenti due servizi igienici non divisi per sesso e una sala ristoro di circa 20 m².

I servizi igienici presenti sono stati ridefiniti in modo da disporre l'apertura delle porte verso l'esterno. Si riporta di seguito un'indicazione delle modifiche apportate.

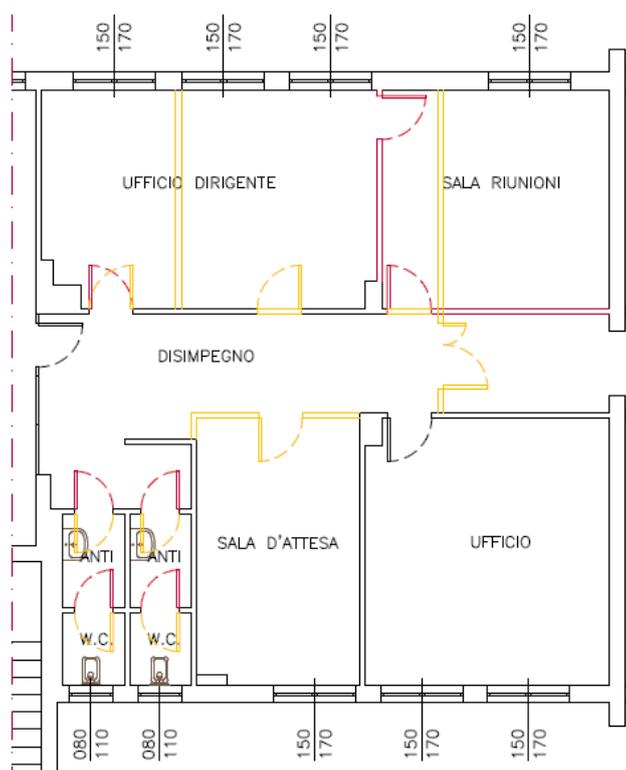


Figura 42 - Indicazioni modifiche apportate alla zona uffici nel piano rialzato del Corpo 1. Fuori scala

Grazie alla nuova collocazione degli uffici è stato possibile creare a est un ambiente all'interno del quale sono presenti tutti i locali propri della palestra. Essi sono comunicanti con la scuola, ma allo stesso tempo negli orari extrascolastici è possibile dividere tali ambienti permettendo la unica fruizione degli stessi per lo svolgimento di attività sportive. In particolare sono presenti due spogliatoi divisi per sesso con una superficie maggiore di 40

m² l'uno e per ognuno di essi sono presenti servizi igienici e docce, in uno degli spogliatoi è presente un bagno per disabili. In adiacenza a uno dei due spogliatoi è stato ricavato uno spogliatoio per insegnanti dotato di servizio igienico con doccia. Considerando il tipo di utilizzo della palestra anche al di fuori degli orari scolastici non si è ritenuto necessario inserire due diversi spogliatoi per insegnanti divisi per sesso. Inoltre, mantenendo la porta già presente direttamente comunicante con la palestra è stato ampliato il deposito per il materiale utile alla palestra.

Le indicazioni citate sono riportate in Figura 43.

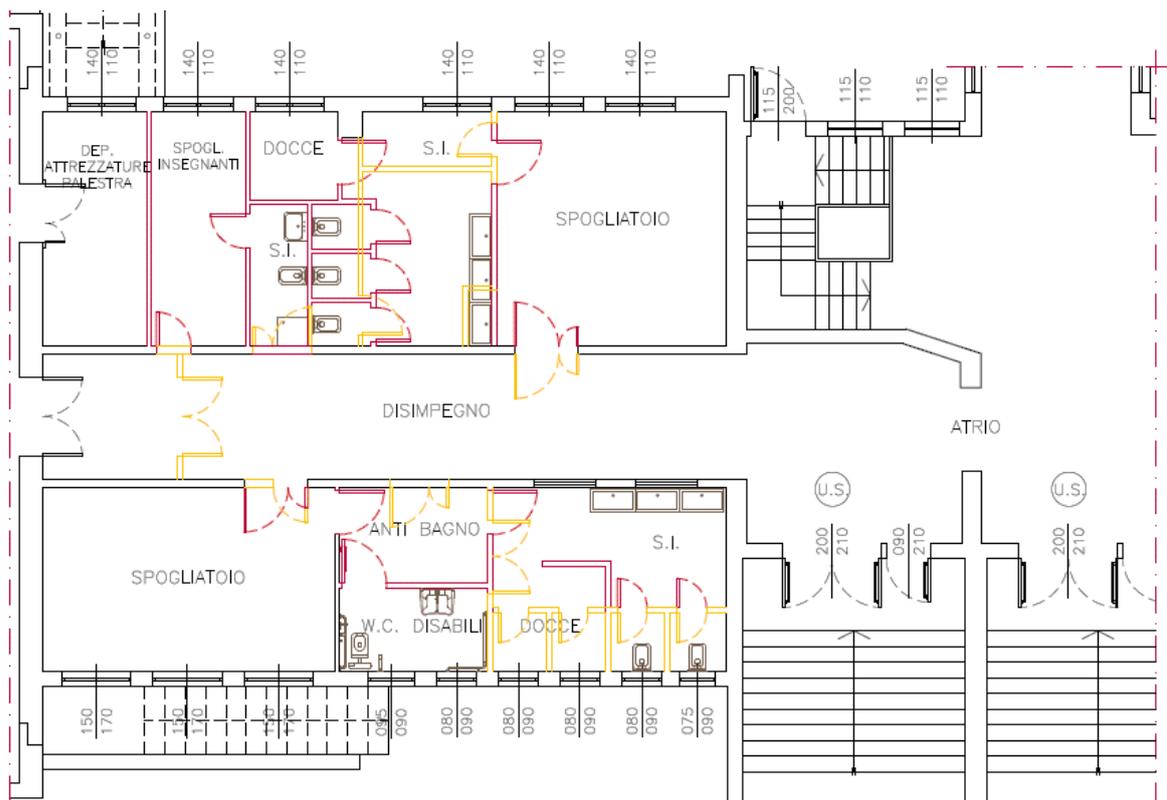


Figura 43 - Indicazioni modifiche apportate agli spogliatoi nel piano rialzato del Corpo 1. Fuori scala

A livello del piano rialzato non sono state apportate modifiche nei corpi 1 e 2.

Si riporta di seguito la nuova distribuzione degli spazi del piano rialzato e le relative superfici in forma tabellare.



Figura 44 - Stato di progetto, distribuzione funzionale piano rialzato.

Tabella 58 - Stato di progetto, superfici nette piano rialzato divise per attività

Descrizione attività		Tipo di Spazio	Codice locale	P. Rialzato A [m ²]	Sup. tot A _{TOT} [m ²]	
Attività didattiche	Att. normali	Aule	SP_R_A1	44,75	354,40	
			SP_R_A2	35,75		
			SP_R_A3	35,90		
			SP_R_A4	36,05		
			SP_R_A5	33,45		
			SP_R_A6	26,30		
			SP_R_A7	36,25		
			SP_R_A8	36,25		
			SP_R_A9	36,05		
			SP_R_A10	33,65		
	Att. Interciclo	Laboratori	SP_R_L5	44,75	79,10	
SP_R_L6			34,35			
Attività complementari	Connettivo e servizi igienici	Connettivo/Disimp.	SP_R_C14	55,35	336,80	
			SP_R_C15	14,80		
			SP_R_C16	86,55		
			SP_R_C17	15,77		
			SP_R_C18	56,89		
			SP_R_C19	60,82		
			SP_R_C20	46,62		
		Servizi Igienici	SP_R_SI4	12,45	119,01	
			SP_R_SI5	8,65		
			SP_R_SI6	4,25		
	SP_R_SI7		3,40			
	SP_R_SI8		8,50			
	SP_R_SI9		13,55			
	SP_R_SI10		11,65			
	SP_R_SI11	7,00				
	SP_R_SI12	18,96				
	SP_R_SI13	27,96				
	SP_R_SI14	2,64				
	Spazi ed. fisica	Palestra, servizi palestra, ecc. (Tipo A1, da 10 a 25 classi)	Palestra	SP_R_P	375,76	375,76
			Spogliatoi Palestra	SP_R_S1	22,23	48,38
SP_R_S2				22,15		
SP_R_S3				4,00		
Spazi direzione didattica	Uffici	Uffici	SP_R_U1	23,87	139,27	
			SP_R_U2	22,20		
			SP_R_U3	22,20		
			SP_R_U4	24,65		
			SP_R_U5	24,65		
			SP_R_U6	21,70		
Non previsti dal decreto		Deposito	SP_R_D9	8,65	18,40	
			SP_R_D10	1,15		
			SP_R_D11	8,60		
		Sala Riunioni	SP_R_SR	16,60	16,60	
		Sala Ristoro	SP_R_RI	19,18	19,18	
Sala d'attesa	SP_R_SA	14,40	14,40			

Infine viene analizzato il piano primo dove si è riscontrata la necessità di aumentare la dimensione di alcune aule. Per questa ragione sia nel Corpo 2 sia nel Corpo 3 si è provveduto alla ricollocazione dei due depositi adiacenti ai servizi igienici all'interno degli stessi e ottenendo in questo modo due aule con una superficie avente 8 m² in più per ogni aula. Considerando che all'interno di una scuola primaria vengono considerati 1,80 m²/alunno per quanto riguarda le aule didattiche, ciò significa che con questa operazione è stato possibile inserire 4 alunni in più all'interno di ogni aula.

Nelle immagini seguenti sono indicate le modifiche apportate, in particolare si evidenzia che in corrispondenza dei servizi igienici di entrambi i corpi sono state invertite le aperture delle porte in modo da farle aprire verso l'esterno. Questa modifica è resa necessaria la diminuzione della superficie dei servizi igienici a fronte dell'aumento di quella dell'antibagno.

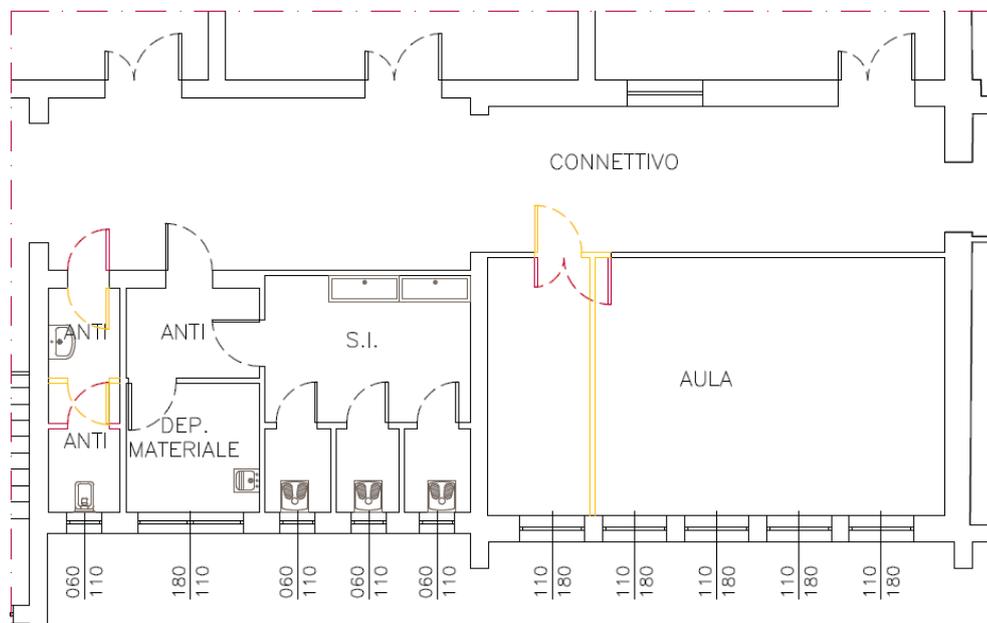


Figura 45 - Indicazione delle modifiche apportate in corrispondenza del Corpo 2. Fuori scia

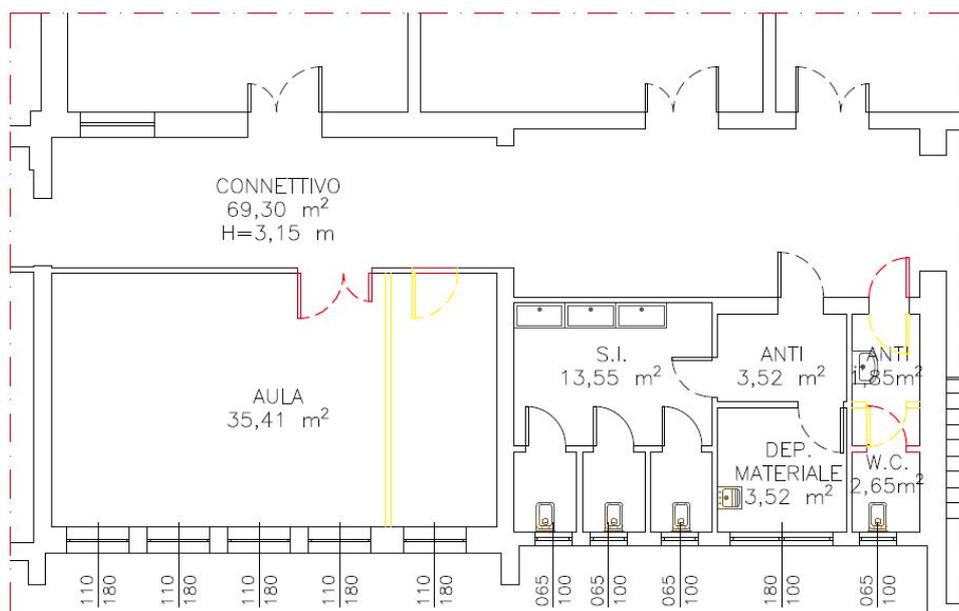


Figura 46 - Indicazione delle modifiche apportate in corrispondenza del Corpo 3. Fuori scala

Si riporta di seguito la nuova distribuzione degli spazi del piano primo e le relative superfici in forma tabellare.

Tabella 59 - Stato di progetto, superfici nette piano primo divise per attività

Descrizione attività		Tipo di Spazio	Codice locale	P. Primo A [m ²]	Sup. tot A _{TOT} [m ²]
Attività didattiche	Att. normali	Aule	SP_P_A11	44,70	374,25
			SP_P_A12	35,75	
			SP_P_A13	35,80	
			SP_P_A14	36,05	
			SP_P_A15	35,00	
			SP_P_A16	36,25	
			SP_P_A17	36,25	
			SP_P_A18	36,05	
			SP_P_A19	44,75	
			SP_P_A20	33,65	
		Att. Interciclo	Laboratori	SP_P_L7	33,45
Attività complementari	Connettivo e servizi igienici	Connettivo/Disimp.	SP_P_C21	69,30	142,32
			SP_P_C22	73,02	
		Servizi Igienici	SP_P_SI15	22,25	63,60
			SP_P_SI16	4,50	
			SP_P_SI17	22,25	
			SP_P_SI18	4,60	
Non previsti dal decreto		Deposito	SP_P_D12	5,00	
			SP_P_D13	5,00	

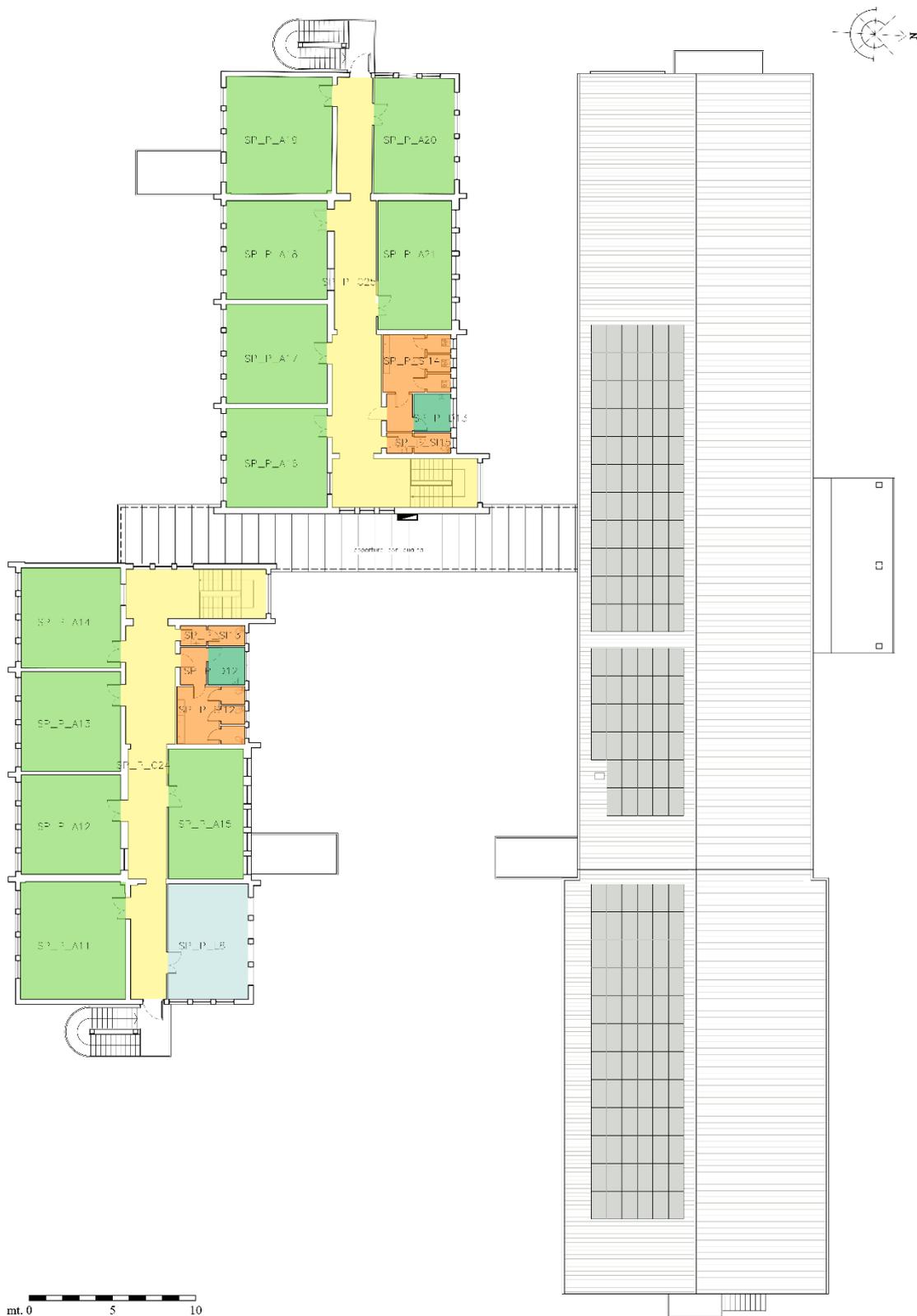


Figura 47 - Stato di progetto, distribuzione funzionale piano primo

In seguito all'applicazione delle scelte analizzate, in Tabella 60 è possibile confrontare le superfici tra stato di fatto e progetto.

Tabella 60 - Confronto superfici stato di fatto e progetto

Descrizione attività		Tipo di Spazio	Indice [m ² /al anno]	Sup. min. [m ²]	Sup. tot stato di fatto [m ²]	Sup. Stato di fatto [m ²]	Sup. tot stato prog. [m ²]	Sup. Stato prog. [m ²]
Attività didattiche	Att. normali	Aule	1,8	567	686,75	686,75	728,65	728,65
	Att. Interciclo	Laboratori	0,64	201,6	358,39	358,39	347,47	347,47
Attività collettive	Att. Integrative e parascolastiche	Biblioteca alunni	0,4	126	31,25	127,95	40,16	231,64
		Teatro			96,70		191,48	
	Mensa e relativi servizi	Mensa	0,7	220,5	191,55	255,52	191,55	255,52
		Cucina			25,91		25,91	
		Dispensa			23,65		23,65	
Zona Lavaggio		14,41			14,41			
Attività complement.	Connettivo e servizi igienici	Connettivo/ Disimp.	1,54	485,1	754,38	908,03	748,84	957,12
		Servizi Igienici			153,65		208,28	
Spazi ed. fisica	Palestra, servizi palestra, ecc. (Tipo A ₁ , da 10 a 25 classi)	Palestra	-	330	240,35	270,7	375,76	424,14
		Spogliatoi Palestra			30,35		48,38	
Spazi direzione didattica		Uffici	-	100 m ² netti	139,50	139,5	151,54	151,54
Non previsti dal decreto		Archivio	-	-	104,42	400,4	106	405,37
		Centrale Termica			39,01		39,01	
		Deposito			190,22		159,87	
		Locali Ass. Genitori			66,75		50,31	
		Sala Riunioni			-		16,60	
		Sala Ristoro			-		19,18	
		Sala d'attesa			-		14,40	

Con il nuovo intervento è stato possibile far fronte alla necessità di una superficie maggiore da destinare agli uffici, introducendo spazi quali sala riunioni, sala ristoro e sala d'attesa, e al sottodimensionamento dei locali della palestra. Sono stati incrementati anche i servizi igienici e ridotti in modo non significativo le superfici dei corridoi, le quali presentano una metratura molto maggiore rispetto a quella necessaria. Un incremento significativo della superficie ha interessato anche il teatro il quale ha subito un incremento di circa 100 m².

2.4.3 Proposta di intervento strutturale

Analizzando i risultati ottenuti dalla verifica di vulnerabilità sismica si analizzano di seguito le soluzioni adottabili per la messa a norma strutturale dell'edificio al fine di garantire un comportamento adeguato in caso di azione sismica.

Partendo dal Corpo 1 è stato evidenziato che la parte di fabbricato nella quale si collocano il teatro al piano seminterrato e la palestra al piano rialzato presenta diverse criticità sia per le verifiche statiche sia per quelle sismiche. In particolare sono state rilevate:

- Scarsa resistenza a taglio della capriata in copertura;
- Scarsa resistenza a pressoflessione del telaio in c.a. interno alla palestra oltre che ad alcune pareti murarie snelle;
- Scarsa resistenza dei solai del livello I (piano rialzato);
- Criticità nei confronti delle verifiche fuori dal piano, dovuto anche dalle numerose aperture sui prospetti.

Valutando quindi le diverse problematiche presenti all'interno di questa parte di fabbricato si è ritenuto più conveniente demolire e ricostruire questa porzione piuttosto che intervenire consolidando e rinforzando ogni parte che la costituisce. Si è deciso inoltre di ricostruire la porzione sempre addossata all'edificio principale, ma ampliata. Gli aspetti riferiti a tale progettazione verranno trattati all'interno del capitolo dedicato.

Una criticità rilevata su tutto l'edificio risulta essere la presenza di un numero eccessivo di aperture sui prospetti che ne pregiudicano il comportamento corretto soprattutto in riferimento all'azione sismica. Una riduzione delle aperture sui prospetti potrebbe essere una buona soluzione, ma questo in molti casi inciderebbe negativamente sui rapporti areo illuminanti dei diversi ambienti imposti per legge. Si ritiene per tanto non appropriato un intervento di questo genere.

Si analizzano ora le possibili soluzioni applicabili per i diversi casi riscontrati, ovvero:

- Scarsa resistenza dei solai;
- Scarso ammorsamento murario delle pareti.

2.4.3.1 Rinforzo dei solai

In diverse parti dell'edificio è stata riscontrata una scarsa resistenza dei solai. In particolare dalle analisi i solai sono risultati realizzati in latero-cemento e costituiti da solette in calcestruzzo poco o non armato. L'intervento proposto è dunque volto al rinforzo strutturale attraverso la posa di collettori per calcestruzzo. Questa soluzione consente di intervenire su un solaio esistente in maniera non invasiva, garantendo un'ottima adesione tra la parte esistente e quella applicata.

L'intervento si realizza fissando specifici connettori sui travetti in calcestruzzo esistenti e applicandoli su una piastra. In particolare la piastra è studiata per fornire una migliore

aderenza allo scorrimento tra il connettore e il travetto e per consentire una migliore distribuzione degli sforzi di taglio sulla superficie.

Successivamente viene posizionata sul solaio, privato del massetto e del pavimento, la rete elettrosaldata e gettata la nuova soletta collaborante di calcestruzzo. In Figura 48 sono evidenziati tutti gli elementi appena citati.



Figura 48 - Rinforzo solaio in latero-cemento attraverso connettori. Fonte: immagine fornita da produttore

Questa soluzione garantisce:

- Maggiore resistenza meccanica;
- Miglior comportamento nei confronti delle azioni sismiche;
- Maggiore rigidezza flessionale;
- Miglior isolamento termico acustico e al fuoco;
- Interventi puntuali e localizzati;
- Bassi spessori;
- Elevata resistenza alla corrosione.

La corretta esecuzione di tale applicazione dipende soprattutto dal corretto collegamento tra la parte esistente e la nuova soletta, evitando quindi lo scorrimento tra le due parti. Inoltre, operando all'estradosso del solaio è necessario rimuovere preventivamente gli strati sovrastanti la parte strutturale ovvero massetti e pavimentazione.

Negli ultimi anni si stanno sviluppando metodologie di rinforzo strutturale dei solai attraverso l'utilizzo di solette in FRC (Fiber Reinforced Concrete) ovvero un materiale composito a matrice cementizia (calcestruzzo o malta) additivato con fibre di varia natura e geometria. In questo modo il calcestruzzo acquisisce una duttilità migliore e una maggiore resistenza al taglio rispetto ai calcestruzzi tradizionali, a fronte di spessori molto ridotti (circa 25 mm). In questo modo i pesi del nuovo strato e lo spessore totale del solaio risultano minori. Le modalità di posa risultano le stesse descritte in precedenza.

2.4.3.2 Ammorsamento murario e rinforzo delle pareti

L'ammorsamento tra le diverse pareti può essere realizzato attraverso la tecnica del “cuciscuci” o collegamenti puntuali se sono presenti porzioni di muratura particolarmente danneggiate oppure attraverso l'inserimento di tiranti.

Per migliorare la resistenza delle murature e favorire un comportamento scatolare dell'edificio, per un miglior comportamento in presenza di azioni sismiche, è possibile operare attraverso la posa di intonaco armato con rete in fibra di vetro. L'operazione avviene sulla muratura perfettamente pulita e priva di rasatura o intonaco, procedendo inizialmente con l'applicazione del primo strato di malta (punto 1). Successivamente viene applicata la rete in fibra di vetro (punto 2) per poi stendere un ulteriore strato di malta (punto 5). I punti 3 e 4 rappresentano connettori sempre in fibra di vetro.



Figura 49 - Intonaco armato su muratura. Fonte: immagine fornita dal produttore

I vantaggi ottenibili da questa tecnica risultano molteplici:

- Miglioramento delle caratteristiche della muratura;
- La rete contribuisce al miglioramento del comportamento a trazione;
- Aumento dello spessore strutturale della muratura;
- Migliore resistenza al fuoco.

Per l'ottenimento di migliori prestazioni è consigliabile l'applicazione dell'intonaco armato con rete su entrambi i lati della muratura.

2.4.4 Progetto preliminare di ampliamento uffici e ricostruzione corpo palestra

Come in precedenza indicato, in seguito alle considerazioni effettuate riguardo lo stato attuale del fabbricato e il quadro esigenziale emerso, si è ritenuto opportuno ampliare parte della struttura esistente. In particolare gli ampliamenti hanno interessato il corpo uffici e la palestra. A causa degli spazi limitati dove poter operare e non volendo inserire nuovi corpi all'interno del giardino, sottraendo in questo modo spazi alle aree verdi e di gioco, si è deciso di creare un naturale proseguimento del Corpo 1 sia sul lato est sia sul lato ovest. In questo modo i due ampliamenti risultano ammortati e internamente collegati con il corpo esistente. Esternamente si è voluto mantenere corrispondenza con l'edificio esistente, seppur operando con tecnologie costruttive diverse rispetto a quelle presenti.

Sfruttando le nuove superfici, in particolare per quanto riguarda la parte della palestra, è stato chiuso il precedente ingresso carrabile di servizio e spostato di circa 26 m verso sud. In questo modo il cortile interno viene completamente adibito ad area di servizio per l'ingresso di mezzi sia di soccorso sia ordinari e a luogo sicuro in seguito ad eventuali evacuazioni. Dividendo in questo modo gli spazi, il passaggio di veicoli in movimento non rappresenta più un pericolo per i bambini che si trovano nel giardino della scuola e la sorveglianza degli stessi risulta facilitata.

Per quanto riguarda la parte degli uffici, con l'inserimento di un nuovo ingresso laterale si è proceduto con l'ampliamento della superficie pavimentata lungo il perimetro interessato.

Tutti gli interventi eseguiti rispettano le distanze minime dal confine pari a 5 m imposte dal PRG del comune di Cesena.



Figura 50 - Planimetria area con superfici ampliate. Fuori scala

In Figura 50 è riportata la nuova planimetria contenente le modifiche apportate. Le due porzioni di edificio campite con tratto obliquo rappresentano i due ampliamenti, mentre con tratto pieno è rappresentata la struttura esistente.

Tutti gli elaborati grafici riferiti ai due ampliamenti si trovano al termine del lavoro di tesi come allegati.

Analizzando come primo elemento la parte degli uffici, il numero totale di postazioni necessarie è risultato pari a 11, compreso l'ufficio del dirigente. Conseguentemente alle modifiche apportate agli spogliatoi si è ritenuto opportuno accorpate tutte le postazioni in un'unica parte del complesso. L'ampliamento risulta ad un unico piano, si estende per circa 14,50 m di lunghezza e 11,60 m di larghezza terminando così alla stessa altezza del Corpo 2. Non è risultato necessario edificare la porzione in esame a due livelli, come la restante parte di edificio, essa presenta quindi un dislivello in corrispondenza delle fondazioni di circa 1,80 m rispetto a quelle esistenti ed è inoltre costituita da un unico piano che si trova alla stessa quota del piano rialzato esistente. La continuità tra le due parti è garantita da un'apertura creata all'intero della muratura di 1,20 m di larghezza.

All'interno dell'ampliamento sono stati inseriti quattro uffici, due presentano una superficie pari a 20,20 m², mentre i restanti due di 24,65 m²; in ognuno di essi sono presenti 2 postazioni. Oltre agli uffici è presente una sala ristoro di 19,18 m² e due servizi igienici, uno dei quali per disabili. Sul lato ovest si trova l'uscita di sicurezza di 1,20 m di larghezza servita da una scala che conduce al luogo sicuro.

In riferimento al secondo ampliamento in questo caso, analizzando i risultati riferiti all'analisi di vulnerabilità sismica, si è ritenuto più opportuno demolire e ricostruire la parte di fabbricato. Anche in questo caso si è scelto di mantenere una struttura conforme all'originaria, addossata alla stessa e costituita da un piano fuori terra e un seminterrato. In precedenza la palestra, collocata al piano rialzato, non presentava dimensioni del campo regolamentari sia per la pallavolo che per il basket. Per questa ragione, in seguito alla demolizione si è scelto di ricostruire la stessa in modo tale che potesse ospitare un campo da pallavolo regolamentare, ovvero con una larghezza di 9 m, lunghezza 18 m, altezza 7 m e fasce di rispetto laterali e di fondo di 2 m. Considerando poi le dimensioni di un campo da pallacanestro pari a 15 m x 28 m e 2 m di fasce di rispetto laterali e di fondo, e considerando la superficie esterna sfruttabile e le regolamentazioni riferite alla distanza da rispettare dai confini, non è stato possibile ampliare a tal punto la struttura. Considerando inoltre che le associazioni sportive che sfruttano la palestra in orari extrascolastici la utilizzano soprattutto per gli allenamenti di pallavolo, si è scelto di inserire un campo da pallavolo regolamentare e sulle fasce di rispetto dello stesso collocare il campo da pallacanestro, il quale presenta quindi dimensioni pari a 14 m di larghezza e 22 m di lunghezza. In totale le dimensioni esterne di questa porzione di edificio sono pari a circa 25 m di lunghezza e 16 m larghezza. In riferimento ai serramenti sono state inserite 5 finestre di 3,50 m x 2,50 m sul lato nord e 5 finestre 3,50 m x 0,75 m in corrispondenza del lato sud. Questa scelta è dovuta alla valutazione dell'abbagliamento durante il gioco, una maggiore apertura sul fronte nord

garantisce infatti il giusto apporto luminoso senza rendere difficoltosa l'attività sportiva. Inoltre si è considerato che la palestra è un luogo nel quale il controllo delle condizioni termo-igrometriche è regolato complementariamente dalla parte impiantistica e quindi si può valutare di sfruttare una parte minore di apporti gratuiti, quali la radiazione solare, a discapito di un consumo leggermente maggiore di energia.

Per quanto riguarda le uscite di emergenza è stata inserita nuovamente l'uscita di emergenza al fondo della palestra sul lato ovest ampliando il pianerottolo consentendo in tal modo l'uscita e la sosta momentanea di eventuali disabili.

Nel piano seminterrato il teatro è stato ripensato e organizzato in modo tale da rappresentare una sala versatile e polifunzionale. L'ambiente di circa 340 m² di superficie, è diviso virtualmente in due parti da una fila di pilastri, nella parte nord si colloca il teatro, per il quale sono stati mantenuti 200 posti, mentre la parte sud è riservata a molteplici funzioni. In questo spazio possono essere allestite piccole mostre, oppure può essere sfruttata per attività laboratoriali o ancora come punto di ritrovo per le feste organizzate dalla scuola. In questo caso anche la struttura, ovvero i pilastri, può diventare parte integrante della trasformazione della sala e inserendo pannelli scorrevoli su guide, i due spazi possono essere divisi non solo virtualmente, ma anche realmente; o ancora separando lo spazio adiacente al palco dalla restante parte di ambiente è possibile creare camerini utili per la messa in scena di piccole rappresentazioni teatrali. Le linee guide del MIUR in precedenza citate trovano piena applicazione proprio in questo spazio. Al fondo della sala sono stati inseriti servizi igienici divisi per sesso ed è inoltre presente un bagno per disabili.

All'interno della sala sono stati inseriti serramenti di 3,50 m x 0,90m, presentano quindi una dimensione maggiore rispetto a quelli presenti nel fabbricato originario, ma risultano necessari per garantire i giusti rapporti illuminanti e aeranti.

Infine, in riferimento alla sicurezza antincendio il teatro è stato compartimentato dalla restante parte di fabbricato attraverso una porta REI 60. In riferimento alle uscite di sicurezza, seguendo la normativa per i locali di pubblico spettacolo²¹ contenendo l'ambiente un numero maggiore di 150 persone, sono state collocate tre uscite di sicurezza in corrispondenza del lato sud. Tali uscite affacciano su un patio esterno di 3 m di larghezza; il luogo sicuro, che si trova alla quota del piano campagna, è raggiungibile attraverso una scalinata di 2,40 m di larghezza.

Entrambe le strutture di nuova progettazione presentano un'ossatura in acciaio ed elementi quali tamponature, coperture e solai realizzati a secco. I sistemi costruttivi a secco garantiscono tempi e costi di realizzazione minori nonché ridotto impatto ambientale sia durante la fase di costruzione sia in previsione del termine della vita utile del manufatto. L'unione di questi fattori consente di ottenere strutture più leggere con luci maggiori, ma allo stesso tempo resistenti e con elevate prestazioni anche in zona ad elevato rischio sismico.

²¹ Decreto del Ministero dell'Interno 19 agosto 1996, "Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, costruzione ed esercizio dei locali di intrattenimento e di pubblico spettacolo"

Per quanto riguarda le tamponature esterne, considerando le attività che si svolgeranno soprattutto all'interno della palestra e del teatro, si è scelto di inserire un sistema di tamponatura che consenta di ottenere ottime prestazioni termoacustiche. In particolare si è pensato all'inserimento di un doppio strato isolante in lana di roccia posato all'interno di un'orditura in profili metallici racchiuso da lastre in cemento rinforzato, composte da inerti e cemento portland e armate con rete in fibra di vetro sulle superfici ²².

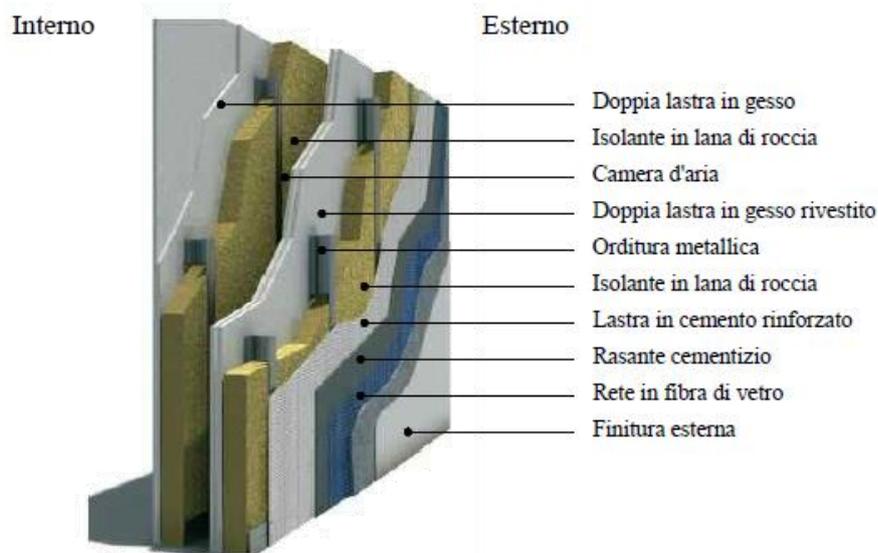


Figura 51 - Stratigrafia tamponatura esterna. Fonte: stratigrafia fornita dall'azienda produttrice, Knauf

Le divisioni interne sono state pensate con tecnologia simile, ovvero isolante acustico inserito all'interno di orditura metallica singola e racchiuso da doppia lastra di gesso rivestito in modo da garantire alte prestazioni fonoassorbenti e di resistenza al fuoco.

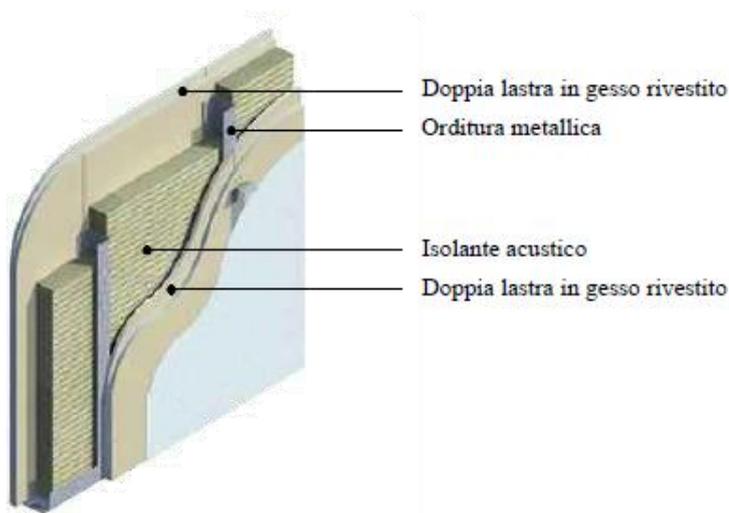


Figura 52 - Stratigrafia parete divisoria interna. Fonte: stratigrafia fornita dall'azienda produttrice, Knauf

²² Lastre di tipo "Aquapanel Outdoor" dell'azienda Knauf.

Le partizioni orizzontali sono costituite da lamiera grecata sulle quali viene fissato meccanicamente un tavolato in legno (come indicato in Figura 53), al di sopra del quale vengono posati l'isolamento termoacustico, il sottofondo e la pavimentazione. Questo sistema costruttivo non richiede l'utilizzo di cassetture garantendo anche in questo caso tempi di esecuzione ridotti.

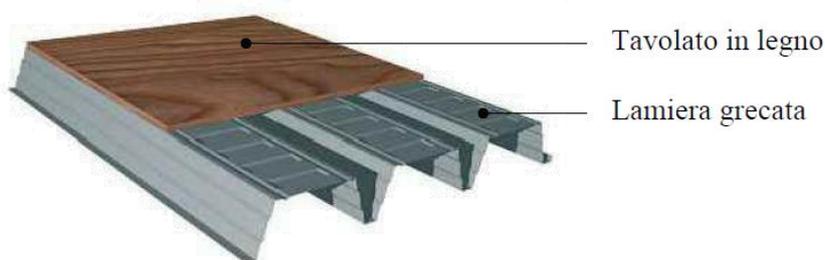


Figura 53 - Solaio in lamiera grecata e tavolato in legno. Fonte: immagine fornita dal produttore

Infine, entrambe le coperture sono a doppia falda e composte da lamiera metalliche prefabbricate con profilo grecato a 5 greche di tipo sandwich coibentate attraverso uno strato in poliuretano. Le lastre presentano spessore variabile in base alle esigenze e lunghezza di 1 m. I pannelli poggiano su travetti i quali sono ancorati all'orditura principale in acciaio. Al termine della copertura sono presenti i canali di gronda. Seppur la tecnologia costruttiva utilizzata è diversa, per l'estetica della copertura si è scelto un colore che si avvicinasse a quello delle tegole presenti.

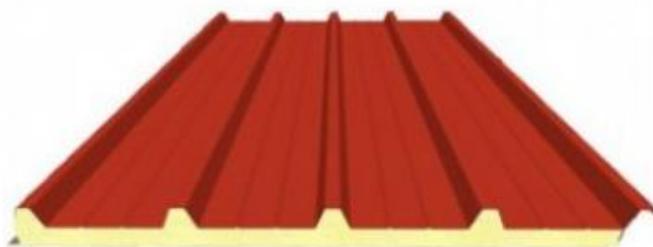


Figura 54 - Pannello di copertura. Fonte: materiale fornito dalla ditta produttrice, Isopan

Questa scelta costruttiva consente di ottenere coperture leggere, ma con elevate prestazioni meccaniche, termo-acustiche e di resistenza al fuoco.

Le scelte progettuali effettuate sono volte al raggiungimento di prestazioni elevate da parte dei due corpi di ampliamento, garantendo tempi di esecuzione ridotti e costi contenuti. Si è inoltre cercato di mantenere continuità con la struttura esistente e con le relative caratteristiche architettoniche seppur le tecnologie costruttive impiegate sono molto diverse tra loro.

Conclusioni

Lo studio del parco edilizio scolastico all'interno di una realtà come quella del comune di Cesena ha consentito di mettere in luce la condizione attuale in cui si trovano le scuole non solo in una realtà comunale, ma anche nel quadro più ampio nazionale. Spesso ci si trova di fronte ad edifici vetusti i quali attualmente non sono più in grado di rispondere alle esigenze attuali riferite sia agli ambienti interni, sia alle prestazioni degli stessi, sia ai parametri di sicurezza e accessibilità imposti dalle normative vigenti. Nel momento in cui ci si trova di fronte a tali condizioni ci si chiede quale sia la strada migliore per poter intervenire su di essi e spesso si conclude che particolari interventi di riqualificazione sono caratterizzati da costi troppo elevati rispetto ai benefici che si ottengono dagli stessi. Inoltre è necessario considerare che tali edifici nel corso dei decenni sono stati spesso protagonisti di interventi di ampliamento o riqualificazione parziale, perciò quello che si presenta è un quadro composto dalla sovrapposizione di più elementi spesso non adeguatamente interconnessi tra loro. Attualmente in Italia la presa di coscienza riferita all'emergenza di messa a norma e adeguamento delle scuole sta avvenendo molto lentamente e questo è accentuato anche da un quadro normativo frastagliato e per molti aspetti obsoleto.

Cesena sotto questo punto di vista si colloca tra i comuni italiani virtuosi in quanto sta affrontando seriamente tale problematica cercando di mettere a norma i diversi edifici scolastici del territorio dal punto di vista strutturale, energetico e di messa in sicurezza. Numerosi sono infatti gli interventi eseguiti negli ultimi anni e quelli in corso di esecuzione, ma ancora il programma non è del tutto completato.

In un contesto di adeguamento o riqualificazione di un edificio scolastico risulta fondamentale l'approccio che si ha nel momento in cui si decide di operare su di esso. Come evidenziato all'interno dell'elaborato il primo passo che è necessario svolgere è la raccolta di tutto il materiale presente riferito al manufatto in esame che consenta di ottenere il quadro completo dello stato attuale in cui si trova il fabbricato. Ciò comporta ricerche di archivio e la collaborazione di figure o studi che hanno svolto particolari progetti o lavorazioni nel corso degli anni. Questo però non è sufficiente perché per poter aver ben chiare le esigenze attuali di cui l'edificio scolastico ha bisogno risulta necessario interfacciarsi e raccogliere le testimonianze dei fruitori della scuola ovvero dirigenti scolastici, insegnanti e operatori. Solo dopo aver chiari tutti gli aspetti è possibile programmare e progettare gli interventi. In particolare essi devono rispettare le nuove esigenze riferite della didattica, quali ambienti interattivi versatili e polifunzionali, spazi dove gli alunni vengono sempre più coinvolti durante le ore di lezione e dove i laboratori sono in grado di ospitare molteplici attività. In un'ottica di cambiamento risulta fondamentale il ruolo del quadro normativo e la connessione tra tutti gli aspetti che concorrono a formare il complesso edilizio; aspetti architettonici, strutturali ed impiantistici devono trovarsi in sinergia tra loro e non far parte di una progressione di momenti. Solo in questo modo è possibile mettere in opera un progetto che davvero riesca a soddisfare tutte le esigenze degli utenti e dar vita a spazi flessibili che contribuiscano ad incrementare l'interesse e la voglia di mettersi sempre in gioco degli studenti e degli insegnanti.

Attraverso questo lavoro di tesi si è voluto fornire uno strumento orientativo all'approccio di tali problematiche che ha quindi interessato l'acquisizione delle informazioni e dei dati necessari e la successiva elaborazione, trovando applicazione nel caso studio della scuola primaria "Dante Alighieri" di Cesena. In tale caso sono stati applicati tutti gli aspetti sopra descritti focalizzando l'attenzione sulla riqualificazione funzionale degli ambienti e l'adeguamento normativo dell'intero edificio. In questo caso si è potuto concludere che un intervento di riqualificazione è possibile, ma in altre situazioni e contesti, dove lo stato di fatto dell'edificio presenta carenze maggiori non risulta possibile garantire il soddisfacimento di elevate qualità tecnologiche, prestazionali nel rispetto delle attuali esigenze didattiche. In questi casi è quindi conveniente operare nell'ottica di costruzione di edifici ex novo seguendo criteri di flessibilità in modo tale che l'edificio sia in grado di adattarsi alla continua evoluzione delle esigenze didattiche.

Bibliografia e sitografia

- Miur: www.miur.gov.it/
- Focus “Anticipazione dati sui principali dati della scuola statale”, Statistica e Studi MIUR:
<http://www.miur.gov.it/documents/20182/0/Dati+Avvio+anno+scolastico+2017-2018/a4826bd1-c9d4-4c8c-a662-f133d79c9e0f?version=1.1>
- Scuole in chiaro: cercalatuascuola.istruzione.it/cercalatuascuola/
- Edilizia in chiaro: miurjb16.pubblica.istruzione.it/pes/
- Ecosistema Scuola, dati Legambiente 2017:
www.legambiente.it/sites/default/files/docs/ecosistema_scuola_2017.compressed
- P.R.G città di Cesena: www.comune.cesena.fc.it/urbanistica/prg
- Scuola primaria “Dante Alighieri”:
www.ddcesena2.gov.it/categorie02.asp?id_categoria=1&id_sottocategoria=1
- Rinforzo solai attraverso connettori:
www.leca.it/prodotti/connettore-calcestruzzo/
- Rinforzo solai attraverso connettori e calcestruzzi fibrorinforzati:
www.tecnaria.com/connettori-e-calcestruzzi-fibrorinforzati-frc/
- Rinforzo della muratura:
www.e-weber.it/home/sismica-le-soluzioni-weber-per-il-consolidamento-e-il-rinforzo-delle-murature.html
- Tamponatura a secco: <http://www.knauf.it/soluzioniScheda.aspx?id=18>
- Lamiera grecate per solai:
<http://www.sandrinimetalli.it/lamiera-grecate/lamiera-grecate-per-solai-strutturali>
- Copertura in lamiera coibentata: <http://www.isopan.it/coperture/isocop>

Riferimenti Normativi

- D.M. 18 dicembre 1975, “*Norme tecniche aggiornate relative all’edilizia scolastica, ivi compresi gli indici minimi di funzionalità didattica, edilizia ed urbanistica da osservarsi nella esecuzione di opere di edilizia scolastica*”;
- Linee guida MIUR (2013), “*Norme tecniche-quadro, contenenti gli indici minimi e massimi di funzionalità urbanistica, edilizia, anche con riferimento alle tecnologie in materia di efficienza e risparmio energetico e produzione da fonti energetiche rinnovabili, e didattica indispensabili a garantire indirizzi progettuali di riferimento adeguati e omogenei sul territorio nazionale*”;
- L. 11 gennaio 1996, n.23, “*Norme per l’edilizia scolastica*”;
- D.M. 14 gennaio 2018, “*Norme Tecniche per le Costruzioni*”;
- D.P.R. 1 agosto 2011, n. 151 “*Regolamento recante semplificazione della disciplina dei pro-cedimenti relativi alla prevenzione incendi, a norma dell’articolo 49 comma 4-quater, decreto-legge 31 maggio 2010, n. 78, convertito con modificazioni, dalla legge 30 luglio 2010, n. 122*”. Allegato I “*Elenco delle attività soggette alle visite e ai controlli di prevenzione incendi*”;
- D.lgs. 29 dicembre 2006, n. 311 recante “*Disposizioni correttive ed integrative al decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192, recante attuazione della direttiva 2002/91/CE, relativa al rendimento energetico nell’edilizia*”;
- D.P.R. 2 aprile 2009, n. 59 recante “*Regolamento di attuazione dell’articolo 4, comma 1, lettere a) e b), del decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192, concernente attuazione della direttiva 2002/91/CE sul rendimento energetico in edilizia*”;
- D.L. 63/2013 relativo alle “*Disposizioni urgenti per l’attuazione di obblighi comunitari e per il recepimento della direttiva 2010/31/UE in materia di prestazione energetica nell’edilizia*”;
- UNI TS 11300 “*Prestazioni Energetiche degli Edifici*”;
- L. 9 gennaio 1989, n. 13, “*Disposizioni per favorire il superamento e l’eliminazione delle barriere architettoniche negli edifici privati*”;
- L. 5 febbraio 1992, n. 104, “*Legge-quadro per l’assistenza, l’integrazione sociale e i diritti delle persone handicappate*”;
- D.P.R. 24 luglio 1996, n. 503, “*Regolamento recante norme per l’eliminazione delle barriere architettoniche negli edifici, spazi e servizi pubblici*”;
- Decreto del Ministero dell’Interno 19 agosto 1996, “*Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, costruzione ed esercizio dei locali di intrattenimento e di pubblico spettacolo*”;

Allegati

Tav. 1 – Ampliamento palestra/teatro pianta piano seminterrato

Tav. 2 – Ampliamento palestra/teatro pianta piano rialzato

Tav. 3 – Ampliamento palestra/teatro pianta copertura

Tav. 4 – Ampliamento palestra/teatro prospetto nord e prospetto sud

Tav. 5 – Ampliamento palestra/teatro prospetto est sezione B-B e nodo copertura

Tav. 6 – Ampliamento palestra/teatro sezione A-A, nodo fondazione e nodo parete-solaio

Tav. 7 – Ampliamento uffici pianta piano rialzato e pianta copertura

Tav. 8 – Ampliamento uffici prospetti, sezione C-C e sezione D-D