POLITECNICO DI MILANO
Scuola di Architettura e Società
Polo territoriale di Mantova
Laurea Magistrale in Architettura

RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA-AMBINETALE DELL'EDILIZIA SCOLASTICA

IL CASO DELLA PROVINCIA DI MANTOVA

Relatore
Prof. Roberto Bolici

Correlatore
Prof. Nicola Galli

Studente
Kleant Jace
Matr. 815870

Anno Accademico 2014/2015

Dedico questo lavoro come chiusura di un lungo percorso

al Prof. Roberto Bolici, se non fosse per lei probabilmente

non mi sarei mai laureato.

E in maniera particolare lo dedico come ringraziamento per gli sforzi e i

sacrifici che hanno fatto per me ai miei genitori.

Spero che la loro pazienza ora sia stata premiata.

Grazie

INDICE

Abstract

PARTE I EDILIZIA SCOLATICA: LO SCENARIO ATTUALE, INQUADRAMENTO DEL PROBLEMA ENERGETICO. CRITERI E TECNOLOGIE DI RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA-AMBIAMNTALE DELLE SCUOLE.

1.1 Analisi del sistema energetico nazionale 17

1.1.1 Bilancio energetico nazionale 19

1.1.2 Efficienza energetica 22

1.1.3 Piano per l'efficienza energetica 24

1.1.4 Sistema energetico Regione Lombardia 29

1.2 Analisi del patrimonio pubblico 31

1.2.1 Il quadro di riferimento 31

1.2.2 Dati quantitativi 36

1.2.3 Edilizia scolastica: Le nuove direttive del governo 39

1.2.4 La fotografia del patrimonio edilizio scolastico 45

1.3 Il problema energetico nelle scuole 53

1.4.4 Le problematiche del patrimonio edilizio Scolastico 61

1.3.2 Elementi per la diagnosi prestazionale degli edifici scolastici: le condizioni contestuali e il rilievo tecnologico 67

1.3.3 Guida per il contenimento della spesa energetico delle scuole

1.4 Esempi di edifici scolastici 79

1.4.1 Criteri e parametri 79

1.4.2 Esempi di edifici scolastici in Italia 93

- **Montichiari (BS)- Ampliamento dell'I.I.S. "Don Milani"**
- **Sovizzo (VI) - Ampliamento scuole elementari e medie**
- **Vedelago (TV) - Centro scolastico di Fanzolo**
- **Scuola secondaria L. Orsini, Imola**
- **Scuola dell'Infanzia e Asilo Nido, Nonantola (Modena)**
- **Scuola primaria e dell'infanzia, Fabbriche di Vallico (Lucca)**
- **Scuola dell'infanzia, Romeno (Trento)**
- **Scuola 'Marconi', Firenze**
- **Palazzina Scolastica, Montelupo Fiorentino, Firenze**
- **Scuola 'Maria Garagnani', Bologna**

1.4.3 Esempi di edifici scolastici in Europa 149

- **Scuola secondaria, Gelsenkirchen**
- **Scuola superiore, Mader, Austria**
- **Scuola elementare Heinrich-Kromer, Francoforte-Riedberg, Germania**
- **Complesso scolastico del parco, Ostfildern, Germania**
- **Scuola materna, Pliezhausen, Germania**
- **Scuola elementare, Great Notley, Regno Unito**
- **Scuola superiore Leonardo Da Vinci, Calais, Francia**

1.5 Schede di alcune tecnologie e sistemi per la riqualificazione energetico-ambientale di edifici scolastici 169

1.5.1 Criteri di intervento per la riduzione delle dispersioni termiche e controllo solare sulle chiusure esterne esistenti 169

1.5.2 Integrazione di sistemi passivi e attivi per lo sfruttamento della radiazione termica solare 175

1.5.3 Sistemi di raffrescamento passivo e di ventilazione naturale 183

1.5.4 Sistemi di illuminazione naturale 191

1.5.5 Sistemi di risparmio, recupero e riciclo dell'acqua 197

1.5.6 Integrazione della vegetazione nell'edificio e negli spazi aperti 200

PARTE II FOTOGRAFIA DEI COMPLESSI SCOLASTICI DELLA PROVINCIA DI MANTOVA

2.1 **Quadro Complessivo delle Scuole Comunali** **205**

2.1.1 Introduzione 205

2.1.2 Scuola dell'Infanzia 207

2.1.3 Scuola Primaria 239

2.2 **Quadro Complessivo delle Scuole della Provincia di Mantova.** **261**

2.2.1 Presentazione Patrimonio Scolastico della Provincia di Mantova 261

2.2.2 Schedatura dei 22 complessi scolastici 265

- **Ist. Tecn. Geometri "Carlo d'Arco – Ist. Tecn. Commerciale"Pitentino"**
- **I.T.F. "Mantegna"**
- **Liceo Scientifico "Belfiore"**
- **I.P.S.S. "Mazzolari"**
- **I.T.I.S. "Fermi"**
- **I.P.S.I.A. "L. Da Vinci"**
- **I.T.A.S. "Palidano" Corte Bigattera**
- **Liceo Scientifico "Gonzaga"**
- **Istituto d'arte "G. Romano"**
- **Ist. Tecnico Commerciale Falcone**
- **Ist. Tecn. Commerciale "Sanfelice"**
- **Liceo Scientifico "Maggi"**
- **I.P.S.S.I.A. "S. Giovanni Bosco"**
- **Ist. Tecn. Commerciale "Manzoni"**
- **Liceo Scientifico "Manzoni"**
- **I.T.A.S. "Palidano Villa Strozzi"**
- **I.S. "G. Greggiati"**
- **Liceo Scientifico "Galilei"**
- **Ist. Tecn. Geometri "Galilei"**
- **Liceo Scientifico "Manzoni" Ex Conventino**
- **ITF. Mantegna Succursale**
- **Conservatorio di Musica "L. Campiani**

2.2.3 Matrice d'intervento 397

QUADRO LEGISLATIVO

3 Quadro Legislativo 399

3.1 Edilizia Scolastica 399

3.2 In materia energetica 402

3.3 Abbattimento delle barriere architettoniche 407

3.4 Normativa antisismica 408

3.5 Impianti e prevenzioni incendi 408

INDICE E BIBLIOGRAFIA

4.1 Indice delle figure 411

4.2 Indice delle tabelle 416

4.3 Bibliografia 417

Testi

Articoli/riviste

Siti Internet

ABSTRACT

"A ragione vi impegnate per la protezione dell'ambiente, delle piante e degli animali! Dite di si alla vita umana con ancora maggiore convinzione, a quella vita che nella gerarchia della creazione si trova al primo posto tra tutte le realtà create del mondo visibile!"

GIOVANNI PAOLO II, 08.09.1985

Viviamo l'era della pluralità dei saperi, del pluralismo politico-istituzionale e associativo, della complessità della società, dell'inevitabile ormai "performatività" tra costi-benefici, in sostanza quella che ormai tutti definiscono come l'epoca del post moderno.

L'affermarsi della cultura post moderna comporta, quindi, non solo profonde trasformazioni degli assi strutturali che hanno finora caratterizzato l'organizzazione istituzionale (pubblica-privata) della società, ma suggerisce nuove capacità dell'agire socialmente, in relazione a nuovi processi educo-formativi, a nuove modalità di lettura della realtà, a una diversa progettualità delle conoscenze e strategie della comunicazione.

La scuola del futuro sarà il risultato delle azioni combinate di un'equipe multidisciplinare di professionisti, per fornire strumenti di conoscenza omogenei, utili al progettista, all'insegnate, al semplice cittadino e a tutti i stakeholders che a vario titolo sono convolti nell'istituzione scolastica.

Il termine "scuola" associa un duplice significato: la scuola come edificio, come spazio fisico; la scuola come valore educativo e i concetti di didattica e di apprendimento.

Le scuole non possono più essere pensate come strutture monolitiche, in cui non entra il contesto, ma come luogo privilegiato di utilizzo pubblico e di riunione anche al di fuori dell'orario scolastico.

Esse devono quindi essere luoghi aperti, flessibili, trasformabili.

Le scuole da sempre racchiudono una serie di valenze materiali e simboliche: oltre ad essere edifici dove gli utenti trovano soddisfatte le esigenze culturali, sono luoghi di riferimento in cui la comunità si riconosce e rappresentano i valori in cui essa crede. Oggi, in un contesto nazionale dove l'attività edilizia si rivela come uno dei settori di maggiore impatto ambientale ed energetico, l'edilizia pubblica, e in particolare quella scolastica, sta diventando più attenta alle logiche della tematica energetico-ambientale, facendosi portatrice di un messaggio volto a sensibilizzare, attraverso l'ambiente stesso, il linguaggio della forma, della tecnologia e dei materiali, all'uso razionale delle risorse e alla salvaguardia ambientale.

L'aspetto energetico-ambientale dell'edilizia scolastica è oggi una tematica di crescente interesse. Numerosi sono i casi di edifici in cui l'architettura concorre, così come il modello educativo, al raggiungimento degli obiettivi d'informazione, formazione e sensibilizzazione ai principi della sostenibilità ambientale, nella convinzione che un cambiamento sostenibile dei comportamenti possa passare anche attraverso la qualità dello spazio e che, grazie ad essa, si possa impostare l'attitudine ecologica degli adulti di domani. Negli edifici scolastici costruiti secondo principi di risparmio energetico, infatti, l'architettura stessa diventa momento didattico e orientativo nella crescita dell'individuo. Le scuole, oltre ad essere un patrimonio materiale, sono beni educativi e sociali, luoghi ideali per diffondere una cultura basata sull'approccio ambientale. Un cambiamento sostenibile dei comportamenti, che deve trasmettersi a tutta la popolazione, passa attraverso l'informazione, l'educazione e le caratteristiche stesse dell'ambiente in cui si cresce. La qualità dell'ambiente in cui si trascorre la maggior parte della giornata fin da bambini, è in grado di sensiblilizzare in modo spontaneo alla logica dell'uso razionale di energia, acqua e materie prime e a quella della riduzione nella produzione di rifiuti e della raccolta differenziata. Con sempre maggiore evidenza l'attualità di queste considerazioni è recepita nella progettazione e nella costruzione delle nuove scuole. Più complesso è invece l'intervento sull'edilizia scolastica esistente, problema riconosciuto a livello internazionale, che rappresenta, soprattutto in alcuni Paesi come l'Italia, una quota rilevante del patrimonio totale.

La normativa da prendere in considerazione per l'aspetto energetico è la Dir. 2010.31. E.U. e la DIR.2012/27/E.U sull'efficienza Energetica.

La Dir 2010.31.E.U. è recepita dal Dec. 102 del 4 luglio 2014, e a livello Regionale Lombardia dal D.G.R X.31-68 del luglio 2015.

PARTE I EDILIZIA SCOLATICA: LO SCENARIO ATTUALE, INQUADRAMENTO DEL PROBLEMA ENERGETICO. CRITERI E TECNOLOGIE DI RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA-AMBIAMNTALE DELLE SCUOLE.

1.1 ANALISI DEL SISTEMA ENERGETICO NAZIONALE

Dagli anni Settanta, dopo la prima crisi del petrolio, si è iniziato a parlare di risparmio energetico. All'epoca la maggiore preoccupazione riguardava il precoce esaurimento di questa risorsa fossile e la forte dipendenza dei paesi industrializzati dagli Stati dell'OPEC. Oggi, il problema riguarda specialmente l'aumento dei consumi energetici e le conseguenti emissioni di anidride carbonica, derivate dalla combustione di petrolio, carbone e gas naturale, dai quali si produce circa l'80% dell'energia finale.

Una strategia per la riduzione dei consumi energetici è quella dell'efficienza energetica, ovvero la capacità di utilizzare l'energia nel modo migliore, senza sprechi. L'Europa, negli ultimi anni, ha elaborato diverse strategie a favore di un risparmio energetico globale, di una promozione delle fonti rinnovabili e di una riduzione delle emissioni di gas ad effetto serra.

Gli obiettivi proposti dall'Unione Europea fanno riferimento a date di scadenza differenti.

Entro il 2020 la strategia europea propone:

- Una riduzione dei consumi primari di energia del 20%·
- Una riduzione del 20% dei gas da effetto serra.
- Un aumento del 20% della quota di energia proveniente da fonti rinnovabili.

In realtà questo programma definisce solo una tappa intermedia, insieme alla Roadmap 2030, che prevede una riduzione dei consumi energetici dell'ordine del 60%, in vista della politica di decarbonizzazione del sistema energetico ("low-carbon economy") con obiettivi di riduzione del 90% delle emissioni di anidride carbonica per il 2050.

Da un punto di vista legislativo, a sostegno di questi programmi sono state elaborate alcune Direttive che aiutano gli Stati membri ad elaborare piani di attuazione in vista di tali obiettivi. La prima tra queste è la Direttiva Europea EPBD 2002/31/CE, che propone l'adozione di misure migliorative sul rendimento energetico dell'edilizia.

Una maggior efficienza energetica e un aumento della quota di energia da fonti rinnovabili, oltre a garantire una riduzione dei consumi energetici dei Paesi, porterebbe anche a una loro maggiore autonomia economia, senza dover più dipendere dall'importazione di energia di natura fossile.

In questo capitolo è presentato uno scenario che presenta le dinamiche nazionali da un punto di vista energetico e sostenibile. In primo luogo sono analizzati i consumi energetici in Italia distribuiti tra i vari settori: industria, trasporti, usi civili, agricoltura.

Questo inquadramento mostra come gran parte dell'energia primaria utilizzata in territorio nazionale provenga da combustibili fossili e sia fornita da altri Paesi. Per questo motivo, e in vista degli obiettivi europei per gli anni 2020, 2030 e 2050, l'Italia ha messo in atto strategie a favore di una politica a basso consumo.

I programmi promossi (tra cui il PAEE, il PAN e la SEN), insieme all'emanazione di Decreti Legislativi in risposta alle Direttive Europee, aiutano a garantire un'autonomia del Paese in chiave sia energetica che economica, promuovendo l'efficienza energetica e l'utilizzo di fonti rinnovabili, e riducendo il fabbisogno nazionale di energia primaria.

1.1.1 BILANCIO ENERGETICO NAZIONALE

Uno degli strumenti di analisi dei flussi di energia in un Paese è il BEN, Bilancio Energetico Nazionale. Il BEN raccoglie informazioni in territorio nazionale, in termini di energia, sulle entrate e sulle uscite. I dati considerati riguardano la produzione e l'utilizzo di energia nel Paese nell'arco di un anno.

La lettura del Bilancio Energetico Nazionale è possibile grazie all'utilizzo di un'unità di misura comune per tutte le fonti energetiche: la TEP (Tonnellate Equivalenti di Petrolio). Questo consente di sommare tra loro e confrontare i dati relativi alle differenti fonti.

La prima informazione contenuta nel BEN è la disponibilità di energia totale suddivisa per fonti. L'energia fornita dalle fonti primarie può essere di provenienza nazionale oppure importata.

Dalla somma della disponibilità nazionale e delle importazioni delle diverse fonti, si ottiene l'energia primaria totale disponibile. La seconda parte del BEN contiene invece i dati sugli impieghi (o usi) finali di energia, ovvero come utilizza un Paese la disponibilità annuale di fonti energetiche primarie.

Per valutare gli usi finali di energia, parte dell'energia disponibile come fonte primaria deve essere opportunamente trasformata. Nel Bilancio Energetico Nazionale le quantità di energia disponibili per gli usi finali sono espresse per settore: industria, trasporti, civile, agricoltura e bunkeraggi.

Il BEN viene preparato annualmente: questo offre la possibilità di confrontare i consumi di energia nei diversi anni analizzando la provenienza delle fonti, la composizione e l'andamento dei consumi nazionali.

Le informazioni che si possono trarre dal confronto dei consumi di energia nei diversi anni sono molto importanti. Da un lato infatti mostrano un confronto sul consumo primario di energia, dall'altro si può verificare l'avanzamento delle fonti di energia rinnovabile.

Il quadro d'insieme fornisce inoltre indicazioni sulla dipendenza di un Paese dalle importazioni di energia. In Italia, ad esempio, dove le risorse energetiche del sottosuolo sono limitate, è necessario importare dall'estero più dell'80%

dell'energia primaria.

Secondo quanto definito dal Rapporto Annuale sull'Efficienza Energetica, pubblicato da ENEA a dicembre 2012, emerge che, nel 2011, la domanda di energia primaria in Italia è stata di 184,2 Mtep. L'attuale fabbisogno energetico dell'Italia risulta fortemente legato all'uso delle fonti non rinnovabili, perlopiù di importazione estera. Rispetto alla media dei Paesi dell'Unione Europea, l'Italia ricorre a una più alta percentuale di domanda di petrolio, gas ed energia elettrica, mentre risulta ridotto il contributo dei combustibili solidi (8,9% dei consumi primari di energia) e nullo il ricorso a fonte di energia nucleare.

Nello stesso anno, gli impieghi finali di energia sono stati pari a 134,9 Mtep. Se si analizza l'incidenza degli specifici settori, emerge come quello relativo agli usi civili mostri una forte incidenza rispetto gli altri, con una quota del 34,4%.

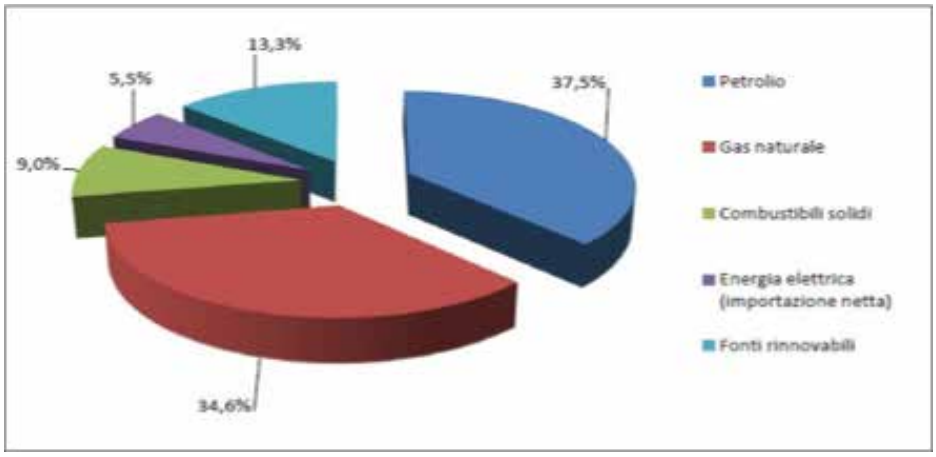


Figura 1. Domanda di energia primaria per fonte su un totale di 184,2 Mtep, anno 2011 (Fonte: ENEA).

Rispetto al 2010 si è assistito a una diminuzione dei consumi energetici che ha riguardato tutti i settori. Questa riduzione è dovuta agli effetti della crisi economica e delle misure di promozione e incentivazione dell'efficienza energetica, promosse in territorio nazionale.

Un'analisi sulle dinamiche dei consumi energetici nei diversi settori per il periodo 2000-2011 evidenzia un andamento crescente del consumo finale fino al 2005, seguito da una progressiva diminuzione, ad eccezione dell'anno 2010, in cui si è manifestato un effetto rimbalzo dopo la forte contrazione del 2009, che ha

riportato nel 2011 il valore dei consumi finali ai livelli del 2000.

Nel confronto tra i dati emerge che nel decennio si è assistito a un significativo aumento dei consumi relativi agli usi civili (+15%).

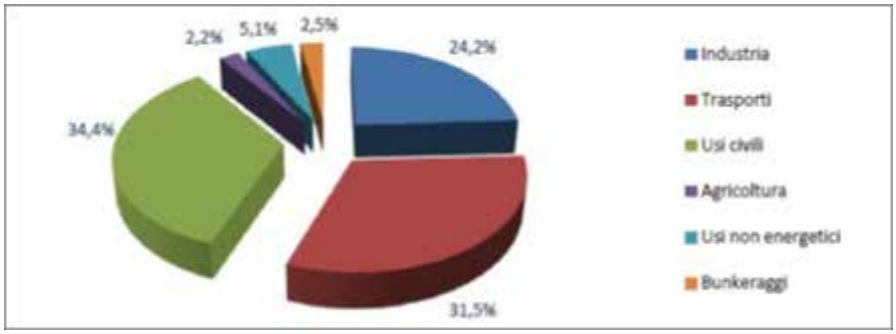


Figura 2. Impieghi finali di energia per settore, anno 2011 (Fonte: ENEA).

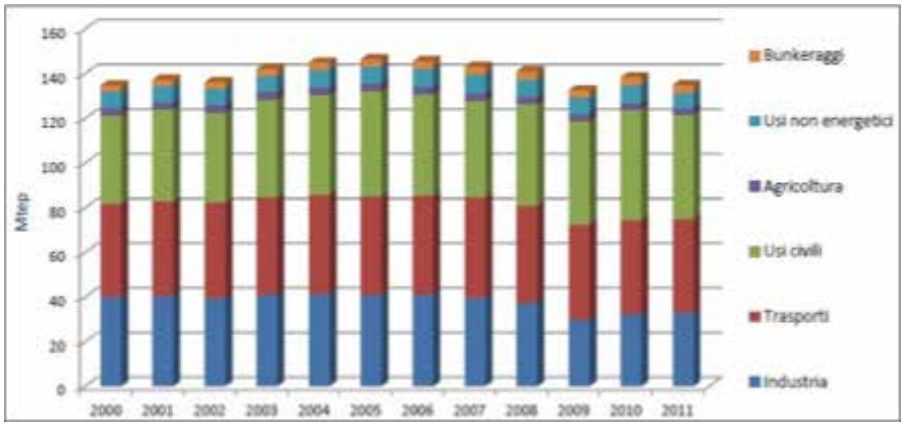


Figura 3. Consumi finali di energia per settore, 200-2011 (Fonte: ENEA).

Lo strumento del Bilancio Energetico Nazionale si rivela quindi utile per ottenere un resoconto annuale del quantitativo energetico utilizzato da un Paese. In questo modo è possibile intervenire nei diversi settori allo scopo di garantire una maggiore autonomia nazionale rispetto alle importazioni di energia, causa di un aumento dei costi e di una forte precarietà del sistema, provvedendo all'incentivazione di un utilizzo delle fonti energetiche rinnovabili nazionali.

1.1.2 EFFICIENZA ENERGETICA

L'efficienza energetica di un sistema è la capacità di utilizzare l'energia nel modo migliore, senza sprechi. L'efficienza energetica viene espressa da un numero compreso tra 0 e 1 (o in percentuale tra 0% e 100%). Lo 0% corrisponde allo "spreco" totale di un sistema che consuma energia senza produrre alcun risultato, mentre il 100% è l'efficienza ideale, dove ogni parte di energia immessa si trasforma in risultato.

In realtà questi due casi sono puramente teorici, in quanto qualunque processo produce almeno qualche soddisfacimento del fabbisogno, mentre nessun processo fisico è in grado di trasformare l'energia senza sprechi e perdite.

"Efficienza energetica" non significa solamente riduzione dei consumi e degli sprechi energetici, ma, associato a questo termine è inclusa anche una diminuzioni dei costi. Con la crisi economica internazionale, agire a favore di una politica fondata sull'efficienza energetica di un Paese significa anche garantirne autonomia e indipendenza rispetto alle importazioni di energia.

Per fare questo, ogni Stato deve incentrare le proprie forze sulle risorse energetiche non finite e disponibili in loco, prediligendo alle fonti di energia fossile importate quelle rinnovabili nel proprio territorio. In questo contesto l'efficienza energetica rappresenta un forte stimolo allo sviluppo economico sostenibile poiché si basa sul progresso tecnologico e nazionale di attività e prodotti innovativi.

Solo così sarà possibile ridurre la dipendenza di un Paese dall'importazione di energia, che comporta una maggiorazione dei costi e una forte precarietà del sistema, dipendente dai rapporti politici e commerciali tra le nazioni. In questa chiave, per realizzare un'economia a basso consumo energetico, più sicura e più sostenibile, in Europa e in Italia sono stati prefissati obiettivi specifici, indetti da provvedimenti di tipo legislativo e da programmi nazionali e internazionali.

Mettendo in atto queste misure di miglioramento dell'efficienza energetica è possibile raggiungere i traguardi proposti e assicurare l'ottenimento di vantaggi economici ed ambientali per i consumatori.

In Italia sono state attuate alcune prescrizioni per la realizzazione di un'economia a basso consumo che promuovesse l'efficienza energetica in tutti i settori:

- PAEE (Piano d'Azione per l'Efficienza Energetica).

Promosso nel 2007, descrive gli orientamenti che il Governo italiano intende perseguire per i raggiungimento degli obiettivi di miglioramento dell'efficienza energetica e dei servizi energetici. Il secondo PAEE è stato presentato nel 2011 e costituisce un quadro di riferimento per le azioni riguardanti l'efficienza energetica attuali e future, in vista del raggiungimento degli obiettivi del 2020 di una riduzione dei consumi pari al 20%.

- PAN (Piano d'Azione Nazionale per le energie rinnovabili).

Su indicazioni della Direttiva Europea 2009/28/CE il PAN è stato trasmesso alla Commissione Europea il 28 luglio 2010. Esso illustra la strategia nello sviluppo delle fonti energetiche rinnovabili e disegna le principali linee d'azione per ciascuna area d'intervento (elettricità, riscaldamento, raffreddamento e trasporti) sul consumo energetico lordo complessivo. Contiene inoltre l'insieme delle misure (economiche, di supporto e di cooperazione internazionale) necessarie per raggiungere gli obiettivi.

- SEN (Strategia Energetica Nazionale).

Introdotta nel 2008 con l'articolo 7 del Decreto Legislativo n. 112. La SEN è uno strumento di indirizzo e programmazione della politica energetica nazionale. Al centro di questo istituto era originariamente prevista l'attivazione di una nuova politica per l'energia nucleare, ma il Decreto Legislativo 34/2011 ha dettato una nuova formulazione senza riferimento al nucleare. Con il Referendum del 12 e 13 giugno 2011 anche quest'ultima formulazione è stata abrogata e nell'ordinamento rimangono una serie di disposizioni concernenti piani sui singoli settori dell'energia (gas, elettricità, rinnovabili, ecc.., escluso il nucleare) e le relative infrastrutture.

1.1.3 PIANO D'AZIONE PER L'EFFICIENZA ENERGETICA

Il primo Piano d'azione Nazionale per l'Efficienza Energetica viene stipulato nel luglio 2007 con l'obiettivo di esprimere, da parte del Governo italiano, le disposizioni in materia di efficienza energetica. La Direttiva Europea 2006/32/CE sull'efficienza degli usi finali dell'energia e i servizi energetici ha infatti previsto che ciascun Paese membro prestabilisse un Piano d'Azione Nazionale in materia di efficienza energetica. Questo primo rapporto definisce le misure da intraprendere per conseguire l'obiettivo previsto dalla Direttiva in termini di risparmio energetico, ovvero una riduzione dei consumi pari al 9,6% entro il nono anno di applicazione della Direttiva (2016), calcolato sull'ammontare medio annuo di consumo energetico relativo all'ultimo periodo di cinque anni precedente l'attuazione della Direttiva.

Nel Piano d'Azione Nazionale per l'Efficienza Energetica tra le misure di miglioramento dell'efficienza energetica sono considerate anche le tecnologie basate sull'utilizzo di fonti rinnovabili in grado di ridurre il fabbisogno di energia primaria nazionale.

Nel 2011 è stato stipulato un secondo Piano d'Azione, che rimarca il ruolo dell'efficienza energetica come strumento imprescindibile in vista del raggiungimento dell'obiettivo dei Paesi membri di riduzione dei consumi del 20% entro il 2020 e pone le basi per la predisposizione di una pianificazione strategica delle misure di efficienza energetica.

Il PAEE 2011 intende dare seguito in modo coerente e continuativo alle azioni e alle iniziative già previste nel primo PAEE 2007. Le modifiche sono rivolte principalmente all'ottimizzazione delle misure di efficienza energetica, dei relativi meccanismi di incentivazione e, in qualche caso, alla revisione della metodologia di calcolo.

Le misure prese nel PAEE 2007 hanno permesso il superamento degli obiettivi del target intermedio stabiliti per il 2010 (3,6% contro il 3% atteso), con un risparmio energetico conseguito pari a 47.711 GWh/anno. Dalla tabella seguente si deduce

che circa il 70% del risparmio energetico annuale conseguito al 2010 proviene dal settore residenziale.

	Risparmio energetico conseguito al 2010 [GWh/anno]	Risparmio energetico atteso al 2010 (PAEE 2007) [GWh/anno]	Risparmio energetico atteso al 2016 (PAEE 2007) [GWh/anno	Risparmio energetico atteso al 2020 (PAEE 2011) [GWh/anno]
Totale Settore Residenziale	31.472	16.998	56.830	77.121
Totale Settore Terziario	5.042	8.130	24.700	29.698
Totale Settore Industria	8.270	7.040	21.537	28.678
Totale Settore Trasporti	2.972	3.490	23.260	49.175
Totale Risparmio energetico atteso (obiettivo nazionale)	47.711	35.658	126.327	184.672

Tabella 1 Sintesi settoriale del risparmio energetico complessivo conseguito al 2010 e atteso al 2010, al 2016 e al 2020 (Fonte: PAEE 2011).

Il PAEE 2007 aveva previsto programmi e misure per il miglioramento dell'efficienza energetica e dei servizi energetici nei diversi settori (residenziale, terziario, industria e trasporti) per un risparmio energetico atteso al 2016 pari a 126.327 GWh/anno. Tale risparmio, pari al 9,6% dell'ammontare medio annuo del consumo nazionale di riferimento, è il risultato della somma dei risparmi energetici ottenuti nel 2016 conseguenti a interventi e azioni durevoli realizzati negli anni del periodo di riferimento e pienamente efficaci al 31 dicembre 2016.

In vista degli obiettivi posti per l'anno 2020 a livello nazionale e comunitario, le misure previste dal PAEE 2011 sono state estese fino al 2020, valutandone gli impatti in termini di energia primaria e di emissioni di CO_2.

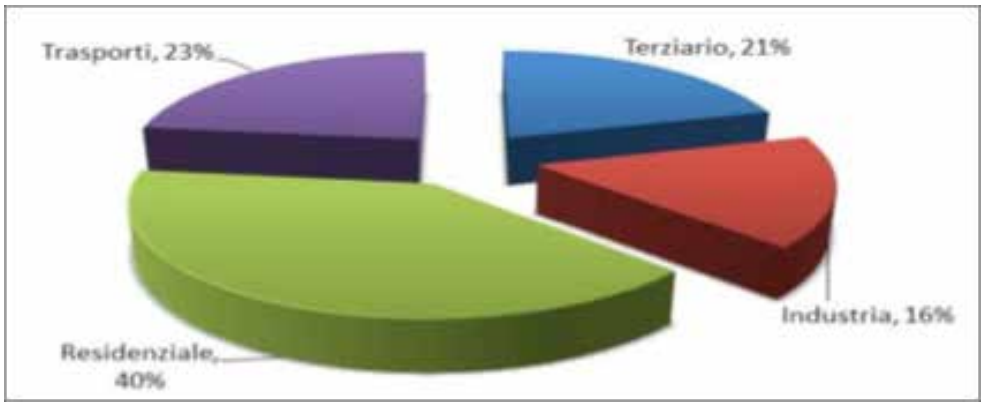


Figura 4. Contributo all'abbattimento di CO2 per settore al 2020 (Fonte: PAEE 2011).

Il risparmio energetico atteso per quell'anno risulta pari a 184.672 Gwh/anno, mentre la previsione delle emissioni di CO_2 evitate è di circa 45 milioni di tonnellate.

La percentuale di incidenza di ciascun settore nella riduzione dei consumi finali di energia attesi al 2016 e al 2020 mostra come oltre i 2/3 del potenziale di risparmio individuato dal PAEE siano relativi ad interventi da realizzarsi nel residenziale e terziario.

	2016	2020
Industria	15,6%	15,7%
Trasporti	17,4%	26,4%
Terziario	19,3%	16,4%
Residenziale	47,7%	41,5%
TOTALE	100%	100%

Tabella 2. Contributo percentuale alla riduzione dei consumi finali attesi al 2016 e al 2020

Per il settore residenziale le misure di miglioramento dell'efficienza energetica individuate nel PAEE si riferiscono a due categorie di intervento:

- Prestazioni energetiche degli edifici (involucri ed impianti).
- Consumi degli apparecchi (elettrodomestici e sorgenti luminose).

Nel primo caso le misure rispondono alle aspettative introdotte dalla certificazione energetica degli edifici, mentre nel secondo si riferiscono al vigente quadro legislativo europeo e nazionale in materia di etichettatura energetica. L'estensione delle misure fino al 2020 determina circa 1,4 Mtep di risparmi aggiuntivi rispetto al valore atteso nel 2016. Di questi, oltre l'80% è imputabile agli interventi relativi alla domanda di riscaldamento ed acqua calda sanitaria.

Applicando le misure previste dal Piano ed estendendole all'anno 2020, si ottiene una riduzione in termini di energia primaria di oltre 18 Mtep. Secondo le analisi è prevista una riduzione di circa il 55% del consumo di gas naturale. Tale diminuzione è imputabile essenzialmente a minori consumi per riscaldamento nel settore civile, per effetto del recepimento del Decreto Legislativo 192 del 2005 e dell'impiego di impianti più performanti. Un significativo contributo alla riduzione del consumo di gas deriva inoltre dalla diminuzione della domanda di energia elettrica: nel settore civile, per l'adozione di elettrodomestici, condizionatori e sistemi per l'illuminazione più prestazionali, nell'industria, per l'impiego di motori ed inverter più efficienti.

La riduzione prevista nel consumo di prodotti petroliferi è invece di circa il 40% del totale dell'energia primaria risparmiata in quell'anno, ed è da attribuire prevalentemente alle misure previste nel settore dei trasporti.

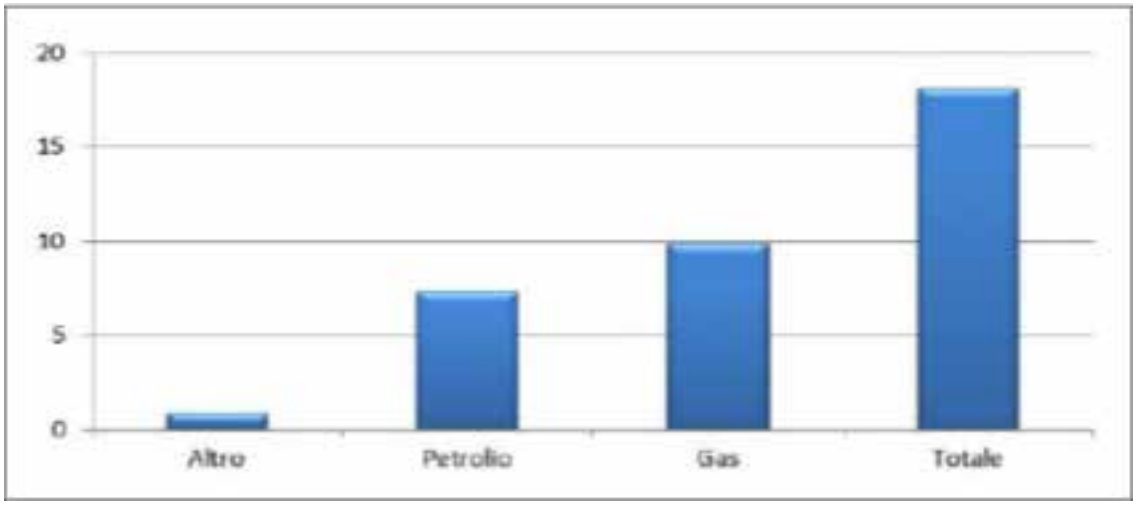


Figura 5. Riduzione in Mtep dell'energia primaria per fonte attesa al 2020 (Fonte: PAEE 2011).

1.1.4 SISTEMA ENERGETICO REGIONE LOMBARDIA

Regione Lombardia ha elaborato una piattaforma Lombardia dedicata all'Analisi Strategica per la Sostenibilità energetica in Lombardia. La piattaforma raccoglie, elabora e mette a sistema l'intero patrimonio informativo della Lombardia relativo al tema dell'energia, offrendo un'analisi strategica a 360° del territorio regionale con l'obiettivo di accompagnare la nuova programmazione regionale verso il raggiungimento dei macro obiettivi del nuovo PEAR – Programma Energetico Ambientale Regionale e degli obiettivi di sostenibilità energetica e ambientale definiti dal Pacchetto europeo Clima-Energia 2020, nonché verso il passaggio a un'economia competitiva a basse emissioni di carbonio entro il 2050, secondo quanto previsto dalla Commissione europea nella Energy Roadmap 2050.

La piattaforma è un luogo di confronto tra tutti i soggetti coinvolti nel settore, tra cui ENEA con cui Finlombarda ha recentemente attivato un'intesa di collaborazione proprio sui temi dell'energia. Particolare attenzione è posta a Efficienza energetica, Sostenibilità ambientale e Competitività delle imprese, irrinunciabili per la programmazione territoriale.

Rispetto all'obiettivo regionale fissato per lo sviluppo delle energie rinnovabili al 2020, la piattaforma sarà lo strumento principale per Regione Lombardia nell'azione di monitoraggio portata avanti insieme al Ministero per lo Sviluppo Sostenibile e al Gestore per i Servizi Energetici (GSE), che detiene il sistema SIMERI (Sistema Italiano per il Monitoraggio statistico delle Energie Rinnovabili), utilizza un approccio trasversale alle analisi, cercando di valutare questioni particolarmente importanti nel contesto contemporaneo, come ad esempio l'housing sociale e gli strumenti di incentivazione economica legati al risparmio energetico. Offre altresì la possibilità di avere informazioni dettagliate (finanche per Provincia e per Comuni, come ad es. numero di impianti termici attivi sul territorio lombardo oppure numero di ACE - Attestati di Certificazione Energetica)

su:

• Contesto energetico della Lombardia, con i dati sui consumi finali di energia e i loro trend a partire dal Bilancio Energetico Regionale e da SIRENA - Sistema Informativo Regionale Energia e Ambiente;

• Efficienza energetica, con i dati sul patrimonio edilizio lombardo, presenti nel CEER - Catasto Energetico Edifici Regionali, e le informazioni relative all'involucro, al rendimento degli impianti termici e alla fonti energetiche rinnovabili;

• Lombardia rinnovabile, con i dati sulle autorizzazioni ex D.Lgs. 387/2003, sugli impianti geotermici e sugli impianti fotovoltaici.

1.2 ANALISI DEL PATRIMONIO PUBBLICO

1.2.1 IL QUADRO DI RIFERIMENTO

“Un patrimonio immobiliare è un'entità eterogenea che ha caratteristiche proprie in termini di dispersione nel territorio, eterogeneità delle destinazioni d'uso, differenti stati di conservazione manutentiva ed adeguamento tecnologico e differenti redditività”.

Il comparto immobiliare pubblico, caratterizzato dalla vastità e la diffusione sul territorio, è contraddistinto da caratteristiche di vetustà e obsolescenza (fisica, funzionale e tecnologica). In Italia la Pubblica Amministrazione è proprietaria e gestisce un patrimonio immobiliare estremamente vasto, sia in termini dimensionali, sia per quanto riguarda la diffusione sul territorio nazionale, raggiungendo una capillarità estrema.

La situazione attuale degli edifici pubblici può essere riassunta attraverso un dato che riporta il 63% del totale del patrimonio edilizio contraddistinto da un'età superiore ai 35 anni, caratterizzato quindi da obsolescenza non solo fisica, ma anche funzionale, tecnologica e normativa.

Un altro dato che avvalora quanto detto è quello della spesa complessiva stimata per il consumo energetico del patrimonio edilizio pubblico distribuito su tutto il territorio nazionale, che risulta essere superiore ai 4,5 miliardi di euro. Si tratta quindi di un patrimonio che necessita di interventi manutentivi, di ristrutturazione e di ammodernamento.

Opportuni interventi di riqualificazione energetica permetterebbero quindi di risparmiare diversi milioni di euro per la gestione, consentendo al tempo stesso una rivalutazione economica degli immobili, la maggior parte dei quali collocati in zone strategiche dei centri abitati e, quindi, decisamente appetibili dal punto di vista dell'utilizzabilità e della domanda sul mercato immobiliare in caso di dismissione.

Un altro problema importante è rappresentato dalla sicurezza, non sempre garantita soprattutto per quelle tipologie immobiliari dove risulta essere carattere imprescindibile (scuole, ospedali, ecc).

La carente attività manutentiva ordinaria è la principale causa della situazione dell'Amministrazione del nostro Paese; la mancanza di manutenzione programmata necessario, sostenendo quindi costi eccessivi.

ha sempre portato il soggetto pubblico a intervenire esclusivamente quando

Per quanto riguarda la grandezza dimensionale del patrimonio pubblico, si conoscono solo le stime di alcuni settori, che però sono in grado di fornire un'idea indicativa:

- 45.000 scuole (MIUR)
- 20.000 immobili di proprietà del demanio (Agenzia del Demanio 2008)
- 654 strutture di ricovero ospedaliero (Ministero della Sanità)
- 10.985 strutture sanitarie pubbliche (Ministero della sanità 2006)
- 13.580 edifici per uffici

Storicamente, fra i grandi patrimoni pubblici si registrano quelli della Chiesa, degli ordini religiosi e delle famiglie nobili a cui, in tempi più recenti, sono andati ad aggiungersi quelli appartenenti al demanio dello Stato e agli enti pubblici (morali, assistenziali, previdenziali). Nella maggior parte dei casi il patrimonio pubblico è caratterizzato da notevole staticità dovuta al mancato rinnovo evolutivo, stato manutentivo non soddisfacente, carenze amministrative (causate da una gestione tecnico/amministrativa non accurata), redditività limitata o inesistente e vendite scarse o nulle. Tale situazione trova origine nelle storiche modalità di acquisizione di questi beni patrimoniali (non strumentali); infatti, molti di questi derivano da donazioni, conferimenti o eredità, senza che sia mai emersa una volontà attiva della Pubblica Amministrazione di acquisirli con scopi istituzionali o strategie gestionali. Questo è il tipico esempio di proprietari “passivi”, ovvero non propriamente interessati alla proprietà. Esempio fra tutti è quello delle strutture ospedaliere, che dispongono di un patrimonio consistente di immobili, frutto di lasciti da parte di donatori.

Questi immobili attualmente costituiscono costi per la proprietà ma, per dimensioni o localizzazione, dispongono di un eventuale potenziale di redditività. La Pubblica Amministrazione trova delle difficoltà a definire quali, fra gli immobili di proprietà, si possono considerare non strumentali e quindi suscettibili a strategie di messa a reddito. Infatti, l'idea principale è che essendo "immobili pubblici", non trovino nella loro funzione quella di produrre reddito, ma di offrire servizi al cittadino.

Questo concetto quindi, almeno idealmente, collocherebbe questi stessi beni nella definizione di "immobili strumentali". Queste considerazioni hanno portato quindi il patrimonio pubblico ad avere bassi rendimenti e alti costi di gestione; lo stesso patrimonio è inoltre spesso caratterizzato da beni in eccesso e da capitale inutilizzato (dead capital).

Vi è poi la convinzione generale che l'uso di immobili pubblici da parte dell'amministrazione sia a costo zero; in realtà, siamo in presenza di un costo implicito per la detenzione degli immobili che è particolarmente elevato. Quindi, alla luce delle considerazioni fatte, risulta evidente che ci troviamo davanti a un patrimonio immobiliare immenso, con un sistema di gestione che necessita di essere rivisto e corretto.

A conferma di quanto detto finora, le tendenze attuali enunciano la predisposizione da parte della Pubblica Amministrazione verso i soggetti privati per quanto riguarda la gestione dei propri immobili. Il continuo incremento dei costi di gestione e la necessità di usufruire di spazi e di servizi sempre più ampi hanno spinto anche la Pubblica amministrazione al passaggio da una gestione immobiliare prevalentemente interna ad una esterna. L'esternalizzazione delle attività di gestione degli edifici può permettere alle Pubbliche amministrazioni di guadagnare in flessibilità, efficienza e qualità dei servizi, trasformando i costi fissi in costi variabili, certi e programmabili.

L'obiettivo finale della pubblica amministrazione dovrà essere quello di muoversi in una direzione dove si sperimenti un modello contrattuale tra ente pubblico e fornitore, che possa assicurare la massima responsabilizzazione del fornitore sui risultati di gestione.

Fondamentale appare infatti conoscere il proprio patrimonio: la P.A. deve

conoscere la consistenza in termini amministrativi, tecnici e giuridici del patrimonio immobiliare e • 16

del suo stato di conservazione, nonché la redditività effettiva e potenziale di ogni singolo immobile. L'esigenza di ricorrere all'outsourcing nasce dalla necessità di concentrarsi sul proprio core business, avvalendosi quindi di soggetti per cui la mission risulta essere proprio l'attività di gestione del patrimonio.

Le tipologie di outsourcing dei servizi no core attraverso le quali la Pubblica Amministrazione può coinvolgere l'attore privato nella gestione del proprio patrimonio riguardano principalmente:

- servizi di facility management a singoli fornitori privati
- servizi di facility management ad un unico fornitore privato mediante contratti di tipo multiservizi;
- servizi di facility management ad un unico fornitore privato mediante contratti di global service
- costituzione di società miste a partecipazione maggioritaria dell'ente pubblico.

L'esternalizzazione dei servizi a singoli fornitori di specifici servizi rappresenta la forma più semplice di outsourcing. Questa tipologia stipula dei contratti con il soggetto privato di tipo "monoservizio", ovvero riferiti a un unico servizio o più servizi della stessa "filiera". In un settore come quello pubblico, dove la concessione di servizi si deve necessariamente svolgere tramite procedura pubblica, l'adozione di questa modalità di terziarizzazione comporta l'indizione di una procedura pubblica per ogni affidamento di servizi che si intende dare in gestione a terzi e, quindi, si vengono a creare un numero di bandi/contratti di appalto da gestire quotidianamente equivalente a quello dei fornitori a cui sono stati affidati i servizi. L'aspetto negativo di questa tipologia è quindi dato dal fatto che la Pubblica Amministrazione avrà tanti interlocutori quanti sono i soggetti aggiudicatari delle singole procedure a evidenza pubblica.

Appare allora più coerente, al fine di ottimizzare tempi, costi e risorse, affidare ad un unico fornitore più servizi di facility management, attraverso un contratto "multi- servizi". La motivazione a tale strategia ha radice nella stessa essenza del processo di esternalizzazione: dal ruolo di "esecutore" dei servizi di passa a quello

di “controllore” e, di conseguenza, risulta più semplice monitorare l'operato di un unico fornitore.

Nell'affidamento di contratti di tipo multi servizi e Global Service o, comunque, ogni qualvolta venga affidata ad un unico operatore la gestione di una molteplicità di servizi, tale soggetto non è mai effettivamente rappresentato da un'unica azienda che sia in grado di erogare tutte le prestazioni ma, al contrario, è quasi sempre rappresentata da un'Associazione Temporanea di Imprese (ATI) o da un Consorzio di imprese.

In fase di gara viene individuato un soggetto “capofila”, unico interlocutore con la Pubblica Amministrazione e punto di riferimento di tutte le imprese appartenenti all'ATI.

Altra tipologia di outsourcing dei servizi si ha attraverso la forma contrattuale “global service”. Anche in questo caso vengono dati in gestione a terzi tutti i servizi no core mediante un modello che si fonda sulla costituzione di rapporti di partnership tra l'azienda che esternalizza e l'impresa già esistente sul mercato in qualità di specialista. Questa strada è preferibile per chi ricerca un partner con il quale avviare congiuntamente investimenti, progettazione e produzione di servizi al fine di acquisire vantaggi non solo sul piano del contenimento dei costi, ma anche su quello del miglioramento continuo della qualità dei servizi esternalizzati.

La pubblica amministrazione costituisce il soggetto che potrebbe trarre maggior beneficio da un contratto di fornitura integrato di servizi del tipo total facility management (global service), grazie alla riduzione e alla semplificazione dell'attività gestionale e amministrativa che ne deriverebbe.

I benefici portati da questa tipologia di outsourcing si possono così sintetizzare:

- snellimento della struttura organizzativa interna all'ente pubblico;
- concentrazione sulle proprie attività strategiche (core business) e aumento della produttività;
- conoscenza dei costi di gestione e certezze contrattuali;
- riduzione dei costi operativi;
- maggior qualità del servizio ed efficienza;
- innovazione alla tecnologia;
- trasferimento di responsabilità.

Il global service è caratterizzato da una pluralità di servizi di manutenzione gestiti insieme da una società appositamente dedicata, trasferendo ad essa la piena responsabilità sui risultati. Il compenso del fornitore è proporzionale al successo della strategia dei servizi concordata. La natura dell'operazione di terziarizzazione richiede però la capacità dell'ente pubblico di valutare sistematicamente la qualità delle prestazioni erogate dal fornitore, nonché la necessità di determinare uno standard qualitativo per effettuare tale valutazione (S.L.A.). Cambia allora il ruolo dell'ente pubblico: dalla gestione e manutenzione diretta del patrimonio immobiliare ed impiantistico ad una gestione "indiretta", dove acquisisce il ruolo di supervisore delle attività di definizione delle strategie di ottimizzazione per quanto riguarda la gestione manutentiva. Il controllo da parte dell'ente pubblico, quindi, non avviene più sulle singole attività operative, ma sul risultato raggiunto dall'impresa affidataria.

1.2.2 DATI QUANTITATIVI

Analizzando con maggior dettaglio il quadro relativo alle consistenze quantitative del patrimonio immobiliare pubblico, si evince che lo stesso patrimonio "è per circa il 20% di proprietà delle Amministrazioni centrali e per l'80% degli Enti territoriali.", dove non vengono computati gli immobili che afferiscono all'Agenzia del Demanio. Per quanto riguarda il patrimonio delle Amministrazioni centrali, esso consta in immobili dello Stato, degli enti pubblici, degli enti previdenziali e delle Università. In particolare, il patrimonio dello Stato ammonta a circa 40 miliardi di immobili strumentali relativi alle funzioni pubbliche ministeriali che si stima possano essere soggetti ad una politica di razionalizzazione degli spazi in grado di ottimizzare il 30% degli stessi. Oltre a questi, vi sono immobili non strumentali stimati in circa 14 miliardi di euro dove, secondo l'Agenzia del Demanio, 2.500 unità immobiliari sarebbero immediatamente alienabili.

Per quanto riguarda le Università, il patrimonio stimato è pari a circa 10 miliardi di euro, del quale però 90% di natura strumentale alle funzioni esercitate dagli stessi

atenei. Considerazioni simili vengono assunte per gli Enti pubblici, dove il patrimonio viene stimato superiore ai 2 miliardi. Il patrimonio immobiliare relativo agli Enti previdenziali invece viene stimato intorno ai 6 miliardi di euro, di natura prevalentemente strumentale. Da questo computo vengono esclusi quelli relativi all'INAIL, investiti a fronte degli impegni assicurativi dell'ente.

Gli Immobili della PA

	Stima del valore di mercato *(miliardi di Euro)*	Stima parte libera*** *(miliardi di Euro)*
Stato	72	7
Regioni	11	2
Province	29	3
Comuni	227	25
ASL	25	4
Università *	*10*	*1*
Altri Enti Pubblici Locali	4	1
*Ed. Residenziale pubblica ** *	*150*	*150*
Totale	368	42

Immagine 9. Gli immobili della PA

Analizzando in maniera più approfondita il patrimonio relativo alle Amministrazioni locali, il valore stimato ammonta a circa 350 miliardi di euro,

dove la maggioranza è di proprietà degli Enti comunali (227 miliardi), dopodichè le Province (29 miliardi) e le Regioni (11 miliardi). Da non sottovalutare è il patrimonio delle ASL, pari a un valore di circa 25 miliardi ed il patrimonio relativo all'Edilizia Residenziale Pubblica, il quale ammonta a circa 1 milione di appartamenti di cui valore stimato nel range 50-150 miliardi di euro.

È evidente quindi la possibilità legata alla valorizzazione e dismissione degli immobili non strumentali; infatti, essi rappresentano l'occasione di recuperare nel prossimo ventennio risorse che vanno dai 2 ai 5 miliardi l'anno (valutazione stimabile in via generale).

Particolare attenzione merita la questione relativa all'Edilizia Residenziale Pubblica, contraddistinta da un patrimonio a cui fanno riferimento circa 1 milione di alloggi in capo a 110 Enti pubblici economici territoriali. A questi vanno sommate altre circa 400 mila unità immobiliari di proprietà degli Enti comunali. Questi patrimoni sono caratterizzati da una gestione deficitaria, dove i costi di manutenzione arrivano ad essere pari al doppio dei redditi generati da locazione.

Ulteriore questione è legata al valore di compravendita di questi immobili; infatti questi sono legati ai valori catastali, evidentemente inferiori rispetto a quelli di mercato.

Rendimento "attuale" e rendimento "potenziale"

Amministrazione	Valore stimato di mercato (mld €)	Rendimento attuale	Rendimento obiettivo
Stato	**185**		
Immobili	72	0,1%	6,0%
Partecipazioni	63	5,4%	7,4%
Concessioni	50	0,5%	6,3%
Regioni, Enti Locali	**406**		
Immobili	348	0,5%	6,0%
Partecipazioni	38	2,0%	4,0%
Concessioni	20	0,5%	6,0%
Totale Amministrazioni pubbliche	**591**	**0,9%**	**5,7%**

Figura 10. Patrimonio dello Stato, Elaborazioni su dati del Conto Patrimoniale della PA. Stime

2001- 2004 (Reviglio, E., Seminario sul patrimonio pubblico, Ministero dell'Economia e delle Finanze, Roma, 30 settembre 2011)

In questa immagine conclusiva, emerge quella che è la consistenza del patrimonio immobiliare pubblico; a conferma degli elementi sopra esposti vi è l'indicatore di Rendimento attuale, che risulta fortemente inferiore rispetto a quello indicato come Rendimento obiettivo dei prossimi anni.

E' evidente la necessità e la possibilità di valorizzare il patrimonio immobiliare pubblico, al fine di permettere una riqualificazione dello stesso patrimonio in modo da poter poi procedere a rinegoziare i canoni di locazione in essere, qualora fossero sottostimati o, più frequentemente, riuscire a collocare sul mercato gli immobili che finora non hanno consentito la messa a reddito per via delle condizioni di forte obsolescenza funzionale e degrado delle componenti tecniche. Così facendo, si collocherebbero sul mercato nuovi asset che fino a quel momento rappresentavano dead capital e, quindi, solo costi per le Pubbliche Amministrazioni.

1.2.3 EDILIZIA SCOLASTICA: LE NUOVE DIRETTIVE DEL GOVERNO

Il "Dario della transizione" del Censis, che fa il punto sullo stato dell'edilizia scolastica, conferma i rapporti pubblicati annualmente da Legambiente.

Su circa 40.000 scuole, 24.000 hanno impianti elettrici, idraulici o termici che non funzionano, oppure sono insufficienti, o addirittura non a norma; 9000 edifici hanno gli intonaci che cadono a pezzi, mentre oltre 7000 hanno bisogno di rifare tetti e coperture; 3600 sedi necessitano di interventi sulle strutture portanti e 2000 espongono i loro studenti al rischio amianto.

Nell'ultimo dossier l'associazione ambientalista fotografa la situazione dell'edilizia scolastica italiana, che continua, è essere in uno stato di continua

emergenza sul fronte dei interventi e della messa in sicurezza. Dal rapporto annuale di Legambiente sulla qualità delle strutture e dei servizi della scuola d'infanzia, primaria e secondaria di primo grado effettuato in 94 capoluoghi di provincia, emerge che oltre il 60% degli edifici scolastici è stato costruito prima del 1974, data di entrata in vigore della normativa anti sismica, il 37,6% avrebbe necessità di interventi di manutenzione urgente, il 40% è privo del certificato di agibilità, il 37% si trova in aree a rischio sismico, quasi il 10% è localizzato in aree a elevato rischio idrogeologico e il 60% non ha il certificato di prevenzione incendi.

I dati confermano lo stallo in cui si trova la qualità del patrimonio dell'edilizia scolastica italiana, che fatica a migliorare nonostante gli investimenti siano ripartiti e sembrano essere per la prima volta più consistenti. Gli unici importanti passi avanti riguardano la crescente capacità delle amministrazioni di rinnovarsi puntando sulla sostenibilità e sull'efficienza energetica.

L'indagine ha preso in esame 5.301 edifici scolastici di competenza dei comuni capoluogo di provincia: di questi solo l'8,8% è stato costruito con criteri antisismici. La verifica di vulnerabilità sismica è stata realizzata solamente sul 27,3% degli edifici, e nei comuni che si trovano in un'area a rischio sismico e idrogeologico tale percentuale è ancora più bassa (21,1%). Sul fronte delle certificazioni, rimangono stabili i dati relativi alle porte antipanico (90,2%) e agli impianti elettrici a norma (83,4%).

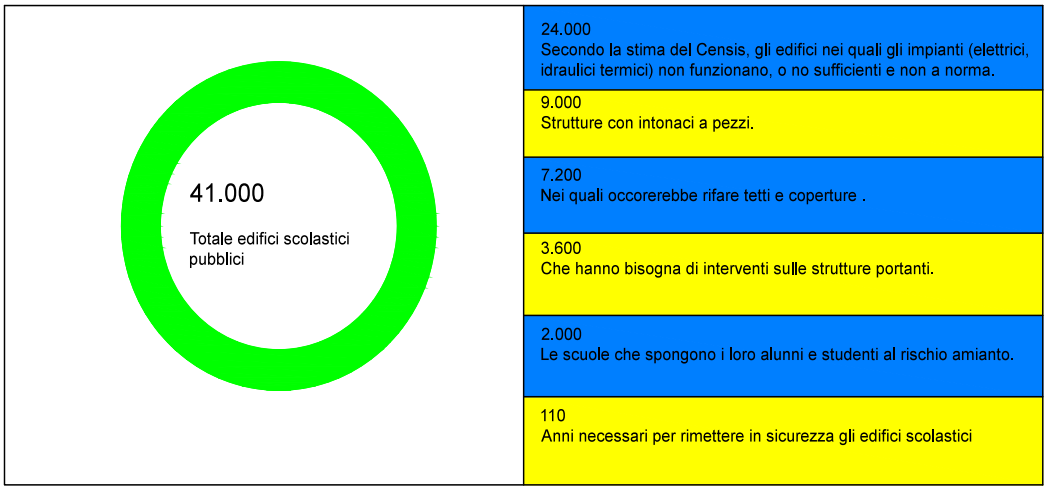


Tabella 3. Tipologia di interventi

Per quanto riguarda la qualità del patrimonio edilizio presente in diverse aree del Paese, si conferma la disparità territoriale tra Nord e Sud: se Trento, Prato e Piacenza sono i primi tre capoluoghi di provincia nella graduatoria di Legambiente per qualità dell'edilizia scolastica, bisogna invece arrivare alla 23esima posizione per trovare il primo capoluogo di provincia del Sud che è l'Aquila, seguita da Lecce alla 27esima posizione.

Il documento segnala anche la disparità egli investimenti per la manutenzione straordinaria e ordinaria, che registra al Nord un media degli investimenti per la manutenzione straordinaria quasi tre volte quella del Sud.

Il rapporto ribadisce come non esista un monitoraggio complessivo e sistematico dello stato di sicurezza delle scuole italiane, infatti non è ancora stata realizzata l'anagrafe dell'edilizia scolastica, istituita dalla legge 23 nel 1996.

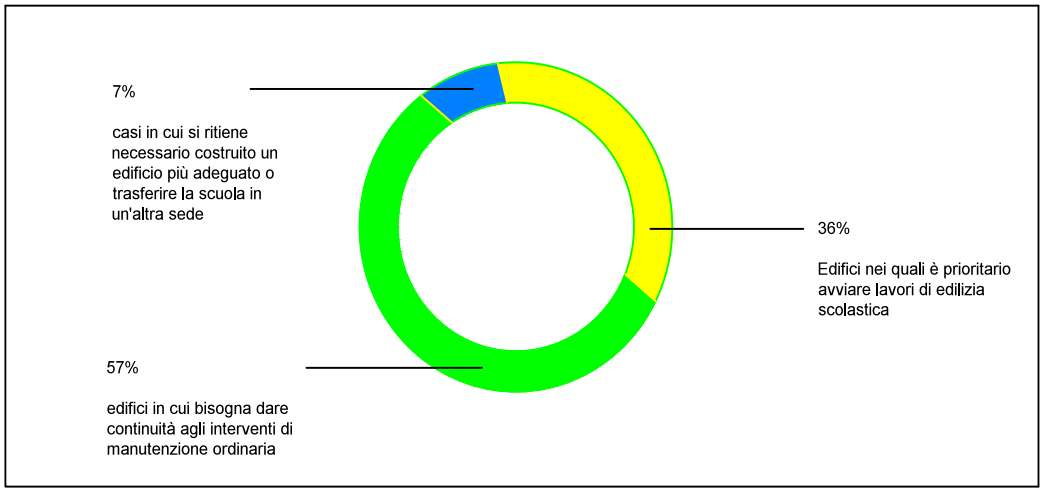


Tabella 4. Necessità di interventi

Secondo il "Dario della transizione" del Censis, ben il 30% delle scuole ha sede in edifici vecchi costruiti prima del 1960 o storici, e nelle maggioranze dei casi quello che manca la manutenzione ordinaria.

Per più della metà dei dirigenti scolastici interpellati dal Censis, la questione principale è dare continuità agli interventi di natura ordinaria, mentre per il 36% servono misure straordinarie.

La situazione del patrimonio edilizio scolastico è tale che, secondo una stima del Minstero delle Infrastrutture pubblicato alla fine dello scorso anno, tenendo questo ritmo si finirebbe di restaurare il patrimonio edilizio scolastico in 110 anni. Inoltre secondo i dirigenti scolastici, la qualità degli interventi realizzati in più di 10.000 scuole negli ultimi tre anni è stata molto scadente.

Sempre secondo il rapporto del Censis, la recente assegnazione del 95, 7% dei 150 milioni di euro stanziati con il Decreto del fare nel 2013 per l'avvio immediato di 603 progetti di edilizia scolastica rappresenta sicuramente un cambio di passo rispetto alle lunghe e farraginose procedure degli anni passati.
Dei 500 milioni di euro attivati con le delibere Cipe del 2004 e del 2006, alla metà del 2013 ne sono stati effettivamente impegnati fattivamente solo 143, per un totale di 527 interventi sui 1659 stimati.

Per quanto riguarda gli stanziamenti successivi, tutti i progetti sono ancora in attuazione oppure in fase progettuale. Sempre il rapporto Censis registra quest'anno quella che viene chiamata "l'operazione edilizia scolastica" messa appunto dall'attuale governo, per censire le priorità d'intervento e le risorse necessarie, alla quale ad ora hanno aderito oltre 4000 Comuni.

Il 2014 registra una novità: il Governo ha varato un piano organico riguardante l'edilizia scolastica che coinvolgerà oltre 20.000 edifici scolatici e un investimento di circa un miliardo di euro.

Tre i filoni che lo compongono e che prende il nome di #scuolenuove[1], #scuolesicure[2], #scuolebelle[3]. Il progetto coinvolgerà una scuola su due e dovrebbe permettere nel giro di due anni di poter contare su scuole puù sicure e più nuove, grazie allo sblocco di risorse dei Comuni dai vincoli del Patto di stabilità per un valore di 244 milioni e al finanziamento per 510 milioni dal Fondo di sviluppo e coesione, per interventi di messa in sicurezza, decoro e piccola manutenzione.

La carta geografica presentata dal governo alla metà di giugno, dopo l'approvazione dello sblocca Italia, riporta tutti i rifermenti di tutti i Comuni e tutte le scuole dove saranno realizzate gli interventi.

Questi ultimi saranno monitorati passo dopo passo da una specifica Unità di missione istituita dalla Presidenza del Consiglio in collaborazione con il Ministero dell'Istruzione, L'Università e la Ricerca per mettere in sicurezza le strutture scolastiche.

Un monitoraggio che avverrà, secondo l'ex sotto segretario Roberto Reggi, attraverso rilievi fotografici che testimonieranno il "primo" e il "dopo", e attraverso sistemi satellitari per verificare l'andamento dei lavori.

[1] Grazie allo sblocco del patto di stabilità nel 2014 saranno finanziati 404 cantieri – in corso o che stanno aprendo, con progetti sull'importo medio di un milione. Questo intervento avrà un valore di 122 milioni sul 2014 e altrettanti sul 2015. Gli oltre 4000 sindaci che hanno risposto all'appello del presidente del Consiglio del 3 marzo scorso, segnalando interventi di edilizia scolastica necessari nell'immediato, hanno infatti trovato accoglimento nei Dpcm firmati dal presidente in giugno.

[2] Messa in sicurezza e messa a norma sono le azioni previste in questi interventi. Con le delibere approvate dal Cipe il 30 giugno sono stati destinati complessivamente 510 milioni di euro all'edilizia scolastica riprogrammando Fondi si sviluppo e coesione. Di questi, 400 milioni sono stati destinati a interventi di messa in sicurezza ed agiblità delle scuole per un totale di 2.480 interventi.

[3] Sempre quest'anno è previsto uno stanziamento di 150 milioni che serviranno a finanziare interventi di piccola manutenzione, decoro e ripristino funzionale su un totale di 7.751 plessi scolastici.

I NUMERI		
#scuolabelle		
Piccola Manutenzione Decoro Ripristino funzionale	Scuole coinvolte 17.961	450.000.000 Euro
#scuolasicure		
Messa in sicurezza Rimozione amianto Barriere Architettoniche	Scuole coinvolte 2.865	400.000.000 Euro
#scuolanuove		
Sblocco Patto Stabilità Subito Cantierabili	Scuole coinvolte 404	244.000.000 Euro
	TOTALE	1.094.000.000 Euro

Tabella 6. Riassunto finanziamenti

1.2.4 LA FOTOGRAFIA DEL PATRIMONIO EDILIZIO SCOLASTICO

La qualità dell'edilizia scolastica esistente nel nostro Paese molto spesso risulta essere inadeguata dal punto di vista fisico, tecnologico, funzionale e normativo.Emblematici in questo senso i risultati pubblicati dalla principale ricerca effettuata sul territorio nazionale, "Ecosistema Scuola", che, in assenza dei dati dell'Anagrafe Nazionale dell'edilizia scolastica, è l'unica a fotografare lo stato di fatto delle scuole in Italia.

I Comuni capoluogo che hanno partecipato all'indagine sono 94, di questi, 10 hanno inviato dati incompleti e per questo non sono stati inseriti in graduatoria. Rispetto allo scorso anno, cresce il numero di Comuni che partecipa alla ricerca ma anche quello degli esclusi dalla graduatoria finale. Le sezioni dove si riscontrano le maggiori carenze di dati sono quelle riguardanti le certificazioni e l'esposizione degli edifici scolastici a situazioni di rischio ambientale. Un problema questo, che accomuna sia le piccole che le grandi città, attestando una scarsa attenzione e un deficit nei monitoraggi di alcuni parametri ambientali.

La graduatoria presenta alcuni ritorni: Roma che da diversi anni faceva pervenire dati insufficienti per poter essere inserita in graduatoria; Verona che invece non ne inviava. Ritorni ma anche nuovi ingressi, come Aosta che per la prima volta partecipa all'indagine. L'ingresso di Roma, con i suoi 1.194 edifici scolastici, incide naturalmente in modo significativo sui dati complessivi.

Il primo elemento che emerge dai dati è legato alla vetustà degli edifici scolastici: su 6.648, circa il 58% è stato costruito prima dell'entrata in vigore della normativa antisismica del 1974, mentre solo il 3,3% tra il 2001 e il 2013. Un dato quest'ultimo di 2 punti percentuali al di sotto rispetto a quello relativo agli edifici realizzati prima del 1900. Segno di un carente investimento in scuole nuove.

Anno di realizzazione edifici scolastici	
Edifici realizzati del 1900	**5,2%**
Edifici realizzati tra il 1900 e il 1940	**12,7%**
Edifici realizzati tra il 1941 e il 1974	**40%**
Edifici realizzati tra il 1975 e il 1990	**29,8%**
Edifici realizzati tra il 1991 e il 2000	**9,0%**
Edifici realizzati tra il 2001 e il 2003	**3,3%**

Scuole vetuste e ancora carenti di alcune certificazioni essenziali, come quella di prevenzione incendi che quest'anno, con un campione di edifici scolastici più alto rispetto agli anni precedenti, scende al 30,9%, cinque punti sotto il dato dello scorso anno. Ancora più significativo è lo scarto rispetto al certificato di agibilità, -8% circa rispetto al 2012, o alla certificazione igienico-sanitaria che segna un -15,7% sui valori precedenti. Gli edifici con impianti elettrici a norma, 83,9%.

Certificazioni	Anno 2009	Anno 2010	Anno 2011	Anno 2012	Anno 2013
Certificato di collaudo statico	48,6%	51,1%	50,4%	52,4%	53,0 %
Certificato idoneità statica	56,0%	52,6%	51,6%	54,2%	42,1 %
Certificato di agibilità	57,7%	54,1%	58,1%	61,2%	53,1 %
Certificato agibilità igenico-sanitaria	69,8%	68,8%	71,9%	73,8%	58,1 %
Certificato prevenzione incendi	35,4%	34,8%	34,5%	35,9%	30,9 %
Scale di sicurezza	51,8%	53,2%	53,2%	54,5%	53,7 %
Porte antipanico	90,1%	88,6%	88,6%	90,2%	96,8 %
Porte di evacuazione	95,1%	93,1%	93,1%	94,4%	98,3 %
Impianti elettrici a norma	79,6%	77,6%	77,6%	83,4%	83,9 %

I dati sulle certificazioni stentano a decollare, anzi se ne riscontra una contrazione, non va meglio sul fronte della costruzione di edifici efficienti e sicuri. Sono solo lo 0,6% quelli costruiti secondo i criteri della bioedilizia, mentre sono il 7,8% quelli edificati con criteri antisismici.

La verifica di vulnerabilità sismica stenta a decollare, anzi, anche in questo caso ne riscontriamo una contrazione rispetto all'anno precedente. Sono solo il 22,2% gli edifici dove è stata effettuata, contro il 27,3% del 2012. Ancora più significativo è il calo se prendiamo in considerazione gli edifici dei soli Comuni considerati a rischio sismico (zona 1 e 2), in questo caso il dato scende addirittura al 14,3%, ben sette punti in meno.

Efficienza e sicurezza	Anno 2010	Anno 2011	Anno 2012	Anno 2013
Edifici costruiti secondo criteri di bioedilizia	0,4%	0,7%	0,6%	0,6%
Edifici costruiti secondo criteri antisismici	10,3%	8,2%	8,8%	7,8%
Edifici in cui è stata eseguita la verifica di vulnerabilità	24,8%	27,5%	27,3%	22,2%
Edifici in cui è stata eseguita la verifica di vulnerabilità antisismica nei Comuni a rischio sismico	-	32,4%	21,1%	14,3%

Scuole non sempre sicure ma sempre più in regola rispetto ai requisiti di accessibilità; sono l'84% gli edifici oramai a norma, tuttavia va evidenziato il calo degli interventi previsti per l'eliminazione delle barriere architettoniche dove ancora presenti, 8,7% contro il 16,4% dell'anno precedente.

Accessibilità	Anno 2010	Anno 2011	Anno 2012	Anno 2013
Requisiti in materia di accessibilità	79,0%	82,2%	82,3%	84,0%
Interventi previsti per eliminazione barriere architettoniche	16,6%	14,5%	16,4%	8,7%

Sul fronte della manutenzione degli immobili, scendono quelli che necessitano di interventi urgenti (32,5%), ma anche quelli che complessivamente hanno goduto di manutenzione straordinaria negli ultimi 5 anni (47,7%).

Manutenzione	Anno 2010	Anno 2011	Anno 2012	Anno 2013
Edifici che necessitano d'interventi di manutenzione urgente	36,5%	35,8%	37,6%	32,5%
Edifici che hanno goduto di manutenzione straordinaria negli ultimi 5 anni	55,2%	56,4%	56,2%	47,7%

Minore necessità di interventi ma anche minori investimenti che complessivamente riguardano sia la manutenzione straordinaria sia, anzi soprattutto, quella ordinaria.

Investimenti	Totale Investimenti 2010	Totale Investimenti 2011	Totale Investimenti 2012	Totale Investimenti 2014
Manutenzione straordinaria	179.642.866 Euro	168.361.086 Euro	127.062.773 Euro	105.683.169 Euro
Manutenzione ordinaria	45.576.021 Euro	47.662.389 Euro	39.582.705 Euro	30.845.442 Euro

L'entità degli investimenti, tuttavia, non sempre è strettamente legata all'effettiva necessità di manutenzione. Se si osserva la tabella relativa alla media degli investimenti regionali in manutenzione straordinaria e la si confronta con quella sulla necessità di interventi urgenti, possiamo osservare due situazioni limite: il Trentino Alto Adige che a fronte di una necessità di interventi sull'1,6% degli edifici si trova a investire una media di quasi € 173.000 ad edificio; la Calabria che, nonostante una necessità d'interventi sull'89,9% degli edifici, si trova a investire mediamente solo € 5.824 a immobile.

Regione	Media investimenti manutenzione straordinaria. Anno 2010	Media investimenti manutenzione straordinaria. Anno 2011	Media investimenti manutenzione straordinaria. Anno 2012	Media investimenti manutenzione straordinaria. Anno 2013
Abruzzo	18.400 Euro	10.000 Euro	13.622 Euro	21.739 Euro
Basilicata	43.447 Euro	13.934 Euro	16.667 Euro	10.909 Euro
Calabria	23.764 Euro	27.489 Euro	23.681 Euro	5.824 Euro
Campania	44.562 Euro	4.677 Euro	5.481 Euro	14.636
Emilia R.	19.991 Euro	14.112 Euro	42.443 Euro	44.331 Euro
Friuli V.G.	29.454 Euro	32.231 Euro	38.311 Euro	44.638 Euro
Lazio	13.483 Euro	13.128 Euro	11.598 Euro	670 Euro
Liguria	11.020 Euro	24.945	11.877	26.157
Lombardia	47.106	70.491	45.617	12.994
Marche	34.351	20.542	1.462	2877
Molise	37.037	107.500	0	0
Piemonte	57.128	63.533	16.164	13.167
Puglia	12.307	10.793	29.473	11.326
Sardegna	37.172	10.536	20.542	10.233
Sicilia	15.611	27.910	2.541	3.742
Toscana	43.229	42.563	39.789	28.287
Trentino Alto A	135.334	58.230	134.630	172.911
Umbria	14.404	9.411	19.429	12.101
V. D'Aosta	n.p	n.p	n.p	n.p
Veneto	26.997	23.164	14.634	17.251

Trentino Alto Adige, Emilia Romagna, Friuli Venezia Giulia le regioni che investono mediamente di più in manutenzione.

Il Molise, con il solo dato di Campobasso, dichiara di non aver previsto investimenti in manutenzione straordinaria. Tale dato è presumibilmente legato alla dichiarata mancanza di una necessità di interventi.

Regione	Necessità di interventi di manutenzione urgente 2010	Necessità di interventi di manutenzione urgente 2011	Necessità di interventi di manutenzione urgente 2012	Necessità di interventi di manutenzione urgente 2013
Abruzzo	81,6%	53,8%	94,5%	87,0%
Basilicata	62,9%	60,7%	32,1%	38,2%
Calabria	33,3%	30,5%	40,8%	89,9%
Campania	47,0%	51,1%	51,8%	31,6%
Emilia R.	16,2%	19,3%	28,4%	33,0%
Friuli V.G.	54,4%	40,7%	44,1%	42,8%
Lazio	31,4%	28,0%	4,7%	20,1%
Liguria	46,2%	36,7%	53,2%	19,2%
Lombardia	43,5%	50,4%	49,1%	49,7%
Marche	17,9%	21,4%	20,0%	8,2%
Molise	63,0%	20,8%	0,0%	0,0%
Piemonte	11,8%	24,2%	39,9%	43,5%
Puglia	43,7%	40,6%	20,5%	29,4%
Sardegna	35,9%	37,5%	28,7%	47,7%
Sicilia	63,0%	57,7%	57,7%	32,5%
Toscana	18,0%	22,7%	14,4%	19,3%
Trentino Alto A	13,7%	13,7%	12,9%	1,6%
Umbria	26,6%	27,1%	26,8%	35,5%
V. D'Aosta				11,1%
Veneto	22,0%	17,7%	63,8%	19,7%

Stupisce tuttavia che sempre in Molise non siano stati almeno previsti investimenti per la manutenzione ordinaria.

Se comunque sul fronte della manutenzione straordinaria il numero delle regioni che hanno aumentato gli investimenti sono pari a quelle che li hanno diminuiti, rispetto all'ordinaria dobbiamo rilevare un generale calo degli investimenti che ha riguardato la maggioranza delle regioni italiane.

Interessanti i dati dell'Abruzzo e delle Marche che presentano una media d'investimento in manutenzione ordinaria significativamente più alta rispetto a quella straordinaria, segno di un'attenzione a intervenire sollecitamente nel caso di interventi di ordinaria necessità. Tuttavia, mentre nelle Marche tale dato potrebbe essere legato a una minore esigenza di interventi urgenti, con l'8,2%, stupisce il

dato dell'Abruzzo con l'87% degli edifici che ne necessitano.

Regione	Media investimenti manutenzione ordinaria Anno 2010	Media investimenti manutenzione ordinaria Anno 2011	Media investimenti manutenzione ordinaria Anno 2012	Media investimenti manutenzione ordinaria Anno 2013
Abruzzo	2.734 Euro	2.112 Euro	1.481 Euro	27.174 Euro
Basilicata	15.241 Euro	2.058 Euro	7.089 Euro	4.233 Euro
Calabria	8.194 Euro	7.612 Euro	8.089 Euro	3.769 Euro
Campania	7.370 Euro	2.599 Euro	3.040 Euro	965 Euro
Emilia R.	10.370 Euro	11.683 Euro	11.651 Euro	7.093 Euro
Friuli V.G.	9.072 Euro	7.979 Euro	14.245 Euro	8.265 Euro
Lazio	3.870 Euro	5.760 Euro	7.473 Euro	n.p.
Liguria	2.250 Euro	3.659 Euro	3.618 Euro	5.600 Euro
Lombardia	15.803 Euro	19.906 Euro	16.224 Euro	7.190 Euro
Marche	3.091 Euro	2.829 Euro	8.346 Euro	12.534 Euro
Molise	18.518 Euro	2.083 Euro	3.333 Euro	0 Euro
Piemonte	4.995	5.544	11.863	3.857
Puglia	9.933	10.540	10.540	4.397
Sardegna	16.019	23.522	2.555	699
Sicilia	7.190	3.237	4.967	6.816
Toscana	12.829	9.366	9.384	11.337
Trentino Alto A	25.547	12.206	13.826	9.914
Umbria	3.375	5.117	4.107	4.343
V. D'Aosta	-	-	-	9.013
Veneto	10.987	8.125	4.039	7.371

Quali i Comuni che mediamente investono di più in manutenzione? Anche quest'anno si conferma la tendenza degli anni passati; sono ancora una volta i Comuni del nord e del centro a far da padroni nelle due top ten degli investimenti. Bolzano, Reggio Emilia, Firenze e Vicenza le 4 città presenti in entrambe le classifiche; nessun Comune del sud invece vi rientra.

Top ten Comuni che investono per manutenzione straordinaria	Media investimenti per singolo edificio scolatico	Top ten Comuni che investono per manutenzione ordinaria	Media investimenti per singolo edificio scolatico
Bolzano	310.000	Firenze	32.254
Gorizia	213.000	Pescara	27.174
Reggio Emila	88.891	Bergamo	13.600
Pavia	83.333	Bolzano	13.512
Pisa	81.579	Vicenza	13.333
Ferrara	57.264	Pesaro	12.727
Firenze	56.750	Mantova	12.690
Trento	45.781	Livorno	11.969
Brescia	38.106	Macerata	11.944
Vicenza	35.833	Reggio Emilia	11.338

1.3 IL PROBLEMA ENERGETICO NELLE SCUOLE

1.3.1 LE PROBLEMATICHE DEL PATRIMONIO EDILIZIO SCOLASTICO

L'analisi è stata affrontata per fornire un quadro d'insieme delle maggiori problematiche ricorrenti nell'edilizia scolastica esistente con la finalità di illustrare quanto sia eterogeneo per tipologia, epoca di costruzione e livelli di adeguatezza funzionale l'attuale patrimonio edilizio che per numero di edifici e indice di popolazione, 42.000 edifici pubblici su tutto il territorio nazionale, in cui lavorano ben 9 milioni di cittadini, risulta essere una realtà non trascurabile nelle politiche di sviluppo.

Safety and security

Uno dei dati più rilevanti è l'età del patrimonio edilizio scolastico in quanto rimane una percentuale di scuole ancora troppo vecchie, quasi il costruite prima del 1974, anno in cui entrano in vigore i provvedimenti per le costruzioni che insistono in area sismica. Un patrimonio di difficile gestione per gli enti proprietari (Comuni e Province), che dichiarano, secondo fonti Legambiente, un 32,82% di edifici che necessitano di manutenzione straordinaria, alla quale fanno fatica a far fronte per difficoltà di reperimento di finanziamenti.

Anno di realizzazione degli edifici scolastici[1]

Edifici realizzati prima del 1900	4,59%
Edifici realizzati tra il 1900 e il 1940	15,02%

[1] Dati da "ECOSISTEMA SCUOLA 2014 - Rapporto di Legambiente sulla qualità dell'edilizia scolastica, delle strutture e dei servizi" a cura di Legambiente, reperibile online: http://www.legambientescuolaformazione.it/documenti/home/ECOSISTEMASCUOLA-2010.pdf

Edifici realizzati tra il 1940 e il 1974	36,02%
Edifici realizzati tra il 1974 e il 1990	36,63%
Edifici realizzati tra il 1990 e il 2007	7,75%

L'edificio scolastico è un spazio fisico sicuramente tra i più vissuti dopo l'abitazione, nel quale si muovono e convivono con modalità e tempi diversi diverse tipologie di utenti per i quali è necessario garantire la necessità di vivere in un luogo sicuro dove devono esser gestiti i rischi legati alla sicurezza alla salute e all'igiene. L'introduzione del D.Lgs. 626 del 1994 ha segnato una fondamentale rivoluzione in merito alla gestione delle diverse tipologie di rischio connesse all'edilizia scolastica. Con tale normativa, gli obblighi relativi alla sicurezza degli edifici ricadono sul datore di lavoro, in questo caso il dirigente scolastico, mentre la realizzazione delle opere di messa a norma spetta invece ai proprietari degli immobili (comuni e province). Sulla base del suddetto decreto si è riscontrato un numero cospicuo di strutture scolastiche che hanno effettuato la valutazione del rischio, la redazione del documento di rischio e la designazione del responsabile del servizio di protezione e prevenzione, ma la realizzazione degli interventi e le relative certificazioni che dovrebbero attestare le reali condizioni di sicurezza degli istituti scolastici tocca percentuali decisamente basse.

Efficienza energetica

Lo stato di efficienza energetica del parco scolastico è critico visto che gran parte di esso è nato nel trentennio 1950-1980 in assenza di normative sul risparmio energetico negli edifici. Le scuole realizzate nel periodo che va dagli anni 80 ai giorni nostri sono state realizzate secondo i criteri definiti dalla legge 373/76 sufficienti forse negli anni '80 ma assolutamente insufficienti per gli standard degli anni successivi. A partire dal 1991 con l'emanazione della Legge 9.1.1991 n. 10, "Norme per l'attuazione del Piano energetico nazionale in materia di uso razionale dell'energia, di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili di energia" le scuole, come tutti gli edifici pubblici nuovi o in ristrutturazione, avrebbero dovuto integrare il risparmio energetico e le fonti rinnovabili negli edifici dichiarati interventi di pubblica utilità e di pubblico interesse. La mancata

applicazione della norma in tutto il territorio nazionale ha portato ad un parco edilizio scolastico di gran lunga lontano dagli standard qualitativi della media europea. Un edificio scolastico di oggi consuma oltre 100 kWh/m^2 all'anno per il solo riscaldamento degli ambienti. I consumi energetici complessivi delle scuole italiane si aggirano attorno ad 1 milione di TEP all'anno di cui il 70% circa per il riscaldamento e il 30% per i consumi di energia elettrica[31]. Le scuole secondarie superiori rappresentano il 27% circa dei consumi complessivi. All'elevato livello dei consumi per il funzionamento delle strutture scolastiche non è contrapposta una efficace politica di gestione energetica sostenibile degli edifici che garantisca il miglioramento della qualità degli ambienti interni in termini di comfort termico e visivo, il contenimento della domanda di energia, l'uso razionale dell'energia, la riduzione delle emissioni inquinanti e la corretta gestione dei servizi energetici.

A volte i tipi di energia utilizzati non risultano i più appropriati al servizio prodotto, altre volte gli impianti per la produzione e la distribuzione di energia presentano bassi rendimenti, oppure l'utilizzo di energia non avviene secondo modalità ottimali, come ad esempio quando si è in presenza di elevate dispersioni di calore o di sovrariscaldamento degli ambienti. In tutti questi casi si ha un impiego di risorse energetiche maggiore di quello necessario, con effetti a volte anche negativi sul comfort degli utenti e uno spreco di denaro.

Dall'analisi dei dati forniti da Comuni e Province di Legambiente si è riscontrato che la tendenza è quella di investire in scuole che incidano il meno possibile in termini di inquinamento e impatto ambientale. Sempre più, infatti, vengono utilizzati materiali sostenibili per la costruzione e ristrutturazione delle scuole e adottate tecniche di bioarchitettura per i nuovi edifici.

Interessante è in tal senso, la scelta di molte amministrazioni di dotare gli edifici scolastici di pannelli solari e fotovoltaici, anche grazie all'accesso a bandi ad hoc. Sul versante del patrimonio esistente va rilevato quanto le potenzialità della riconversione energetica degli edifici scolastici è una pratica che comincia a diffondersi

da parte delle Amministrazioni, ma che andrebbe resa sistematica con incentivi più consistenti. Se fatta a tappeto su gran parte degli edifici scolastici, questa pratica potrebbe, attraverso il meccanismo del "conto energia", rappresentare per i comuni, le province e le scuole, un introito importante da destinare alla manutenzione e miglioramento delle scuole stesse.

Benessere

Le azioni connesse all'attività di insegnamento e apprendimento richiedono un elevato livello di vivibilità degli ambienti. la qualità dell'ambiente interno ed esterno è elemento determinante per lo sviluppo di livelli adeguati di istruzione, educazione e di comportamento sia psicologico che fisico. è evidente quanto sia richiesto un corretto livello di comfort per gli adulti in relazione allo svolgimento di qualsiasi attività in ambiente confinato, a maggior ragione l'attenzione deve essere anche maggiore nel caso di studenti che svolgono attività didattiche. I livelli di benessere termoigrometrico, di qualità dell'aria, di illuminazione naturale e artificiale e quelli acustici per gli edifici scolastici, sono definiti in modo chiaro dalla normativa, ma difficilmente si ha la possibilità di controllare in modo sistematico se tali valori vengano raggiunti e mantenuti o, in caso contrario, di quanto questi valori si scostino dai valori di norma.

Comfort Acustico

Enrico Armelloni, Luca Pasini, Angelo Farina, Monitoraggio dell'inquinamento acusticopresso le scuole del comune di parma e definizione delle priorità degli interventi di bonifica,

"Nella maggior parte dei casi, gli istituti scolastici sono inseriti in aree urbane densamente popolate, con attività commerciali o ancora in prossimità di strade con elevato traffico veicolare che si è dimostrato essere la fonte di rumore predominante tra quelle responsabili dell'inquinamento acustico. Il problema dell'inquinamento acustico in ambiente scolastico riguarda non solo il controllo

del rumore esterno ma anche di quello interno dovuto alla normale attività didattica nelle aule e nelle strutture scolastiche in generale. Il progetto acustico di un'aula scolastica è finalizzato al conseguimento di condizioni ambientali ideali per la comunicazione verbale tra gli allievi e tra questi e l'insegnante. L'elevata rumorosità di fondo e l'eccesso di riverberazione sonora rendono la comunicazione verbale difficoltosa, riducendo l'intelligibilità della parola nelle aule e avendo come conseguenza un calo di apprendimento. inoltre l'eccesso di rumore può provocare disturbo, perdita di concentrazione e affaticamento per studenti e insegnanti. "

Illuminazione

I livelli di illuminazione naturale risultano essere insufficienti specialmente nella stagione invernale, ma anche nelle stagioni intermedie, durante le quali, per raggiungere livelli di illuminamento accettabili, è necessario integrare supplire al deficit con sistemi per l'illuminazione artificiale, che oltre a comportare maggiori consumi elettrici abbassano il livello di benessere psico-fisico legato alla percezione cromatica dei colori. Fenomeni di discomfort visivo (abbagliamento, sfarfallamento, alterazione della percezione del colore) che spesso innescano procedure scorrette nell'uso degli ambienti con immediati riscontri nei consumi finali degli edifici scolastici. gli edifici scolastici presentano carenze importanti nella presenza e nella gestione dei fattori fondamentali propri della progettazione illuminotecnica nei luoghi di apprendimento come:

- comfort visivo, cioè il raggiungimento di una sensazione di benessere che contribuisca a migliorare la produttività degli studenti;
- prestazione visiva, cioè la possibilità, da parte degli studenti e degli insegnanti, di svolgere il loro compito anche in condizioni difficili e a lungo nel tempo;
- sicurezza, cioè la garanzia che l'illuminazione non incida negativamente sulle condizioni di sicurezza degli utenti finali; per le quali spesso si provvede con soluzioni palliative e dettate dall'emergenza (si pensi alla tipica opacizzazione delle vetrate con fogli di carta velina).

Qualità dell'aria

Riccardo Fantanone, Federica Starnini, Qualità dell'aria indoor negli edifici scolastici. Casi studi di due scuola e elementari di Torino,

"La scuola è l'ambiente in cui la qualità dell'aria interna assume un'importanza cruciale per la salute dei suoi occupanti. Gli studi disponibili hanno mostrato che un ambiente indoor poco confortevole o malsano interferisce con le attività d'insegnamento e può causare discomfort, irritazioni alle prime vie respiratorie e vari problemi di salute a breve e lungo termine negli studenti, insegnanti e nel resto dello staff scolastico. Gli inquinanti interni possono a maggior ragione essere particolarmente nocivi per studenti già affetti da allergie e asma. A fronte dell'allarmante situazione italiana e non la commissione europea ha finanziato un progetto per approfondire la conoscenza e le problematiche legate all'ambiente negli edifici scolastici e nelle strutture che si occupano della custodia dei bambini. Finora infatti la qualità dell'aria "indoor" è stata molto meno oggetto di studio rispetto a quella esterna, e anche la regolamentazione in questo campo - in tutta Europa - è molto frammentaria."

Benessere termo igrometrico

Le maggiori condizioni di discomfort si raggiungono durante la stagione estiva dovuti a molteplici fattori quali l'isolamento carente dell'involucro, lo scarso ombreggiamento degli spazi esterni e delle superfici dell'edificio, l'inefficace schermatura delle finestre, l'estesa copertura irraggiata, l'inadeguata gestione della ventilazione naturale. Gli impianti per la climatizzazione invernale, spesso sono in grado di mantenere le condizioni di temperatura interna dei locali richieste ma a costo di un altissimo impiego di energia primaria per il funzionamento di centrali termiche poco efficienti e spesso sottodimensionate.

Se nella stagione invernale, pur con molti sprechi, il sistema edificio impianto si dimostra capace di mantenere condizioni termo igrometriche prossime ai livelli di comfort, nella stagione primaverile-estiva si registrano temperature anche molto lontane dalle prescrizioni normative, producendo situazioni di disagio che si presentano costantemente nell'arco di almeno due mesi. Le cause più frequenti sono:

- eccessivi guadagni termici dalle finestre;
- copertura ad elevato assorbimento termico;
- mancanza di ventilazione notturna degli spazi interni;
- ventilazione diurna non controllata.

Gli spazi per la didattica

Un nuovo approccio per la strutturazione di nuove politiche di rinnovamento delle strutture scolastiche, che sulla base del dibattito teorico sperimentale in ambito pedagogico degli ultimi 50 anni, che richiede di mettere in relazione i tre aspetti fondamentali di :

- metodo di insegnamento;
- caratteristiche e prestazioni degli spazi per la didattica;
- caratteristiche e prestazioni di parti di elementi della costruzione.

Infatti, nella pedagogia contemporanea il problema del metodo educativo è strettamente connesso con l'esigenza di riorganizzare l'ambiente scolastico, derivando da ciò che l'intervento consapevole sugli edifici scolastici esistenti deve recepire istanze provenienti dei modelli educativi adottati, così da rispondere nel modo adeguato alle necessità educative proprie di contesti sociali caratterizzati da un'ampia molteplicità di stimoli ed un elevato livello della domanda educativa. Diventa fondamentale favorire lo sviluppo di strutture scolastiche che possano garantire l'abitabilità formativa dell'ambiente scolastico per accogliere e incentivare metodologie didattiche che superino l'attuale impostazione dell'insegnamento. ll D.M. del 18 dicembre 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" introduceva i concetti di flessibilità e polivalenza come principi fondatori di una "nuova scuola" che divenisse essa stessa edificio educante per garantire "lo sviluppo della sensibilità dell'allievo e diventando esso stesso strumento di comunicazione e di conoscenza" e consentire la trasformabilità nel tempo delle strutture atte ad accogliere metodi didattici per loro natura costantemente aggiornabili. Risulta opportuno valutare quanto e come siano state accolte e messe in pratica le indicazioni fornite dal decreto ministeriale, quanto il concetto di spazialità flessibile abbia configurato la costruzione e la riqualificazione degli edifici scolastici italiani. Ad oggi si rileva come alla domanda di flessibilità sia corrisposto un layout progettuale costituito prevalentemente da un eccessivo numero di spazi suddivisi unicamente da pareti mobili e da grandi spazi aperti progettati senza essere adeguatamente strutturati e senza tener conto delle condizioni specifiche in cui opera la scuola italiana, soprattutto per quanto concerne obiettivi, metodi e strumenti educativi. Alle grandi spazialità non sempre congruenti con il complesso scolastico e con le metodologie didattiche si contrappongono strutture scolastiche caratterizzate dalla tipica sequela delle classi 'monadi', fatte di spazi chiusi e monotoni in cui vige un rapporto d'ineludibile fissità tra singola funzione e spazio che la contiene.

2.3.2 ELEMENTI PER LA DIAGNOSI PRESTAZIONALE DEGLI EDIFICI SCOLASTICI: LE CONDIZIONI CONTESTUALI E IL RILIEVO TECNOLOGICO [2]

Presupposto di qualsiasi intervento sul patrimonio edilizio è la conoscenza del bene architettonico ed ambientale considerato nella sua globalità, nella sua complessiva articolazione.

In base alle più avanzate acquisizioni si deve intendere per rilievo architettonico la primigenia forma di conoscenza e quindi il complesso di operazioni, di misurazioni e di analisi atto a comprendere e documentare il bene architettonico nella sua configurazione complessiva (anche riferita al contesto urbano e territoriale), nelle sue caratteristiche metriche dimensionali, nella sua complessità storica, nelle sue caratteristiche strutturali e costruttive, oltre che in quelle formali e funzionali.

Un rilievo adeguato consente di procedere ad una progettazione accurata e ad una puntuale programmazione della spesa e della esecuzione dei lavori.

Un buon rilievo generale condotto su di un edificio, essenzialmente deve consentire:

- la conoscenza della configurazione morfologica e dimensionale dell'oggetto, nel suo stato fisico attuale, precisa, sicura, criticamente filtrata;
- la conoscenza tecnica, tecnologica e materica dell'oggetto che aiuti a capirne tanto le modalità costruttive quanto le attuali condizioni. Il rilievo dovrà essere mirato anche al rapporto tra l'edificio e il contesto consentendo:

Il rilievo dovrà essere mirato anche al rapporto tra l'edificio e il contesto consentendo:

- la lettura storica dell'edificio;

[2] Verso la carta del rilievo architettonico.

- la sua comprensione progettuale-costruttiva;
- la corretta progettazione dell'intervento e la stima dei relativi costi.

Fondamentale sarà quindi anche la conoscenza del contesto in cui si inserisce l'edificio, in modo da poter considerare i migliori possibili interventi di manutenzione o di progettazione di una nuova costruzione anche in base all'ambiente in cui si inserirà.

ANALISI DEL SITO[3]

L'analisi di sito consente di raccogliere informazioni sull'area oggetto di intervento a scale differenti per verificare, in ogni fase, la coerenza tra le scelte effettuate e le caratteristiche proprie del luogo. L'analisi relativa a tutti gli aspetti legati al clima di una data zona (temperatura dell'aria, umidità relativa, regime dei venti, radiazione solare, stato del cielo, pressione atmosferica e precipitazioni), alla conformazione e alle caratteristiche del territorio (dalla presenza di masse d'acqua, fino al tipo ed alla quantità di vegetazione) assume un'importanza rilevante in relazione alla scelta delle tecnologie e delle soluzioni potenzialmente utilizzabili per la riqualificazione degli spazi esterni e confinati, per il risparmio energetico ed economico, per la sostenibilità dell'edificio. In particolare la conoscenza dei fattori climatici che caratterizzano il sito di progetto permette di effettuare scelte consapevoli nell'ottica dell'uso razionale delle risorse climatiche, energetiche e idriche, e che consentano di soddisfare nel modo migliore le esigenze di benessere, igiene e salute.

Anche per la riqualificazione efficiente di un edificio scolastico occorre dunque conoscere le condizioni contestuali in cui è inserito (compreso il rapporto con gli eventuali edifici limitrofi), rapportarle al suo orientamento, relazionarle all'estensione e alla tipologia delle sue superfici di involucro, alla sua conformazione spaziale e volumetrica. In particolare, per quanto riguarda i siti alla nostra latitudine, i principali obiettivi da perseguire nella riqualificazione sono:

[3] Rogera, A.., Architettura e bicolmatica, Sistemi Editoriali, Napoli 2003.

- protezione dell'edificio dall'irraggiamento solare nei mesi estivi ed in particolare delle superfici più esposte a sud e ad ovest;
- incremento della ventilazione naturale nell'edificio nei mesi estivi;
- incremento dell'irraggiamento solare invernale delle chiusure esterne verticali rivolte a sud;
- protezione dai venti invernali.

Tali obiettivi nel caso di un sito libero dovrebbero essere perseguiti operando in modo appropriato nelle diverse fasi della progettazione, dalla scelta del sito stesso, alla localizzazione, all'orientamento ed alla forma dell'edificio da costruire, ma si possono ottenere risultati significativi anche intervenendo sull'esistente, per migliorarlo dal punto di vista del comfort interno e dei consumi energetici.
L'analisi di sito infatti ha un'enorme potenziale anche per la determinazione di soluzioni e tecnologie idonee a sopperire alla mancanza di scelte opportune in fase progettuale.

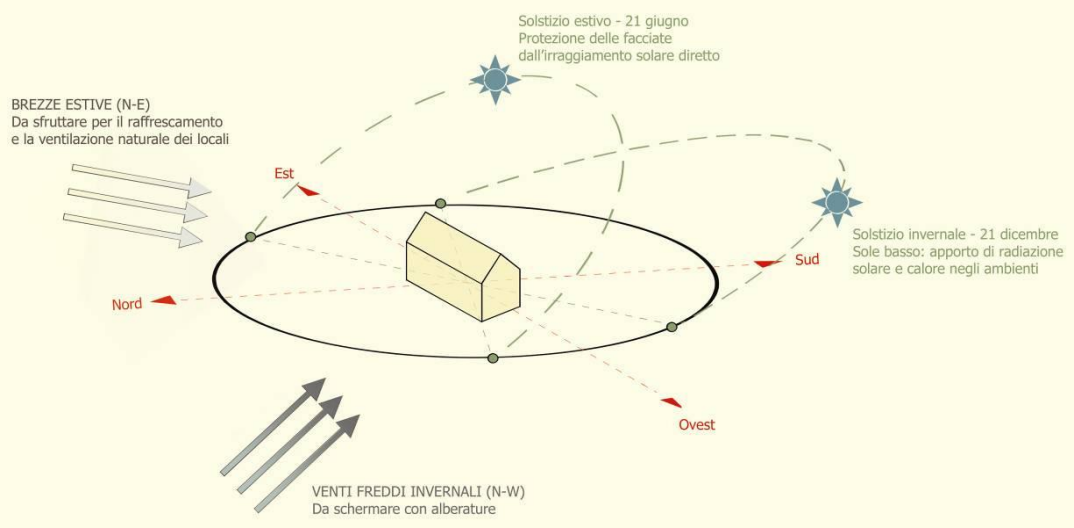


Figura 10. Percorso solare. La conoscenza del percorso solare è fondamentale nello studio dell'energia che il sole può apportare gratuitamente, per poter risparmiare sulla climatizzazione (invernale e estiva) riducendo il fabbisogno energetico da fonti fossili e, di conseguenza, gli impatti negativi sull'ambiente dovuti all'immissione in atmosfera di gas clima-alteranti. Parimenti, ai fini dell'analisi bioclimatica di sito è essenziale anche lo studio dei venti prevalenti (direzione e velocità) estivi e invernali.

Nell'analisi bioclimatica di sito vengono generalmente utilizzati software o strumenti grafici semplificati che forniscono risultati relativi a soleggiamento e ventilazione; queste indicazioni consentono di sfruttare le potenzialità degli apporti termici dovuti all'irraggiamento solare invernale e le potenzialità di raffrescamento dovute all'incidenza dei venti estivi.

In particolare tali strumenti consentono di determinare:

- la dinamica del soleggiamento di determinati punti dell'involucro dell'edificio o sul piano orizzontale e la proiezione d'ombra sull'intera area di influenza di un ostacolo in un determinato istante (attraverso le carte solari e le maschere d'ombra);
- la dimensioni d'ingombro delle scie prodotte da un flusso di vento, in funzione di lunghezza, profondità e altezza dell'edificio, nonché della sua forma e dell'angolo di incidenza del vento (attraverso i diagrammi di Boutet[4]).

ORIENTAMENTO, FORMA E CONFIGURAZIONE PLANIVOLUMETRICA

La scelta del corretto orientamento di un edificio, basato sul percorso solare e funzione della sua ubicazione geografica (altitudine, latitudine, longitudine), influisce notevolmente sulle prestazioni termiche del manufatto e sul comfort degli spazi interni. Quando si interviene su edifici esistenti non è più possibile effettuare questa scelta a monte. E' comunque possibile correggere eventuali situazioni critiche solo conoscendo le dinamiche che sottendono alla relazione energia solare-edificio e intervenendo con sistemi e tecnologie integrate nell'involucro edilizio o nell'intorno dell'edificio. L'identificazione delle condizioni climatiche e fisiche del sito consente di stabilire se nell'edificio da riqualificare esista un rapporto vantaggioso, ai fini del risparmio energetico e del comfort, tra queste caratteristiche contestuali, la forma del manufatto, la sua organizzazione planimetrica e la distribuzione degli spazi al suo interno.

[4] Per approfondimenti sugli strumenti grafici relativi agli effetti del vento e sul loro utilizzo si veda Grosso M., Il raffrescamento passivo degli edifici, Maggioli, Rimini 2008.

Sia la forma dell'edificio sia la suddivisione interna degli spazi dovrebbero essere strettamente correlati alle sollecitazioni termiche dell'area climatica di appartenenza; quando si tratta però di edifici preesistenti, nel caso in cui queste connessioni non fossero state attentamente valutate in fase di progettazione preliminare, è bene sottolineare che è necessario conoscere le dinamiche che regolano il rapporto tra la configurazione planivolumetrica dell'edificio, il clima e il fabbisogno di energia per riscaldare o raffrescare gli ambienti, per poter individuare, ove possibile, eventuali soluzioni correttive.

La forma dell'edificio rappresenta uno strumento di controllo delle sue prestazioni energetiche, in particolare la sua compattezza cioè il rapporto tra estensione della superficie di involucro e volume (S/V).

In zone climatiche caratterizzate da temperature generalmente basse, gli edifici dovrebbero dunque essere il più possibile compatti, mentre in climi caldi, soggetti ad un forte irraggiamento solare, le forme dovrebbero tendere ad allungarsi verso l'asse est- ovest e ad articolarsi per facilitare i movimenti d'aria.

Un altro aspetto che caratterizza il rapporto tra forma dell'edificio e clima esterno è l'organizzazione planimetrica: a ogni forma della pianta (lineare, centrale, radiale, reticolare, aggregata) corrisponde un comportamento energetico specifico, dipendente dall'orientamento.

La forma della pianta in edifici preesistenti non si può certo cambiare, ma allo scopo di risparmiare energia e di migliorare il comfort, si può intervenire sulla distribuzione interna degli spazi. Sarebbe dunque opportuno suddividere l'edificio in zone fredde e zone calde.

Alle nostre latitudini i locali che devono essere riscaldati ed illuminati maggiormente dovranno essere orientati verso sud ed essere dotati di estese superfici vetrate schermabili e opportunamente apribili. Nel caso delle scuole tra questi locali rientrano le aule, da privilegiare rispetto ad altri spazi come i corridoi, i servizi igienici o i ripostigli.

Al contrario in climi caldi in cui l'esigenza primaria è quella di ventilare e di proteggere spazi interni dalla radiazione solare diretta, per non incorrere in un aumento eccessivo della temperatura dei locali e garantire un abbassamento della temperatura dell'aria, lo schema planimetrico più adatto è quello di un edificio

chiuso verso l'esterno e aperto su una corte interna ombreggiata, verso la quale collocare gli ambienti da privilegiare.

RILIEVO TECNOLOGICO

La fase di rilievo tecnologico dell'edificio esistente comporta la definizione delle caratteristiche tecnologiche dei diversi componenti dell'edificio. Ai fini di una raccolta strutturata e completa di tutti i dati, cioè di un rilievo tecnologico sistematico, è necessario acquisire diverse tipologie di informazioni (di tipo geometrico, costruttivo, prestazionale...) in assenza delle quali non è possibile effettuare delle ipotesi di intervento per la riqualificazione energetico-ambientale dell'edificio stesso.

Tale rilievo viene eseguito in base ad indagini visive, ad indagini cartografiche tramite la documentazione di progetto, ad eventuali sondaggi per indagare la stratigrafia di elementi tecnici e ad analogie riscontrabili con soluzioni tecnologiche utilizzate all'epoca della costruzione.

2.3.3 GUIDA PER IL CONTENIMENTO DELLA SPESA ENERGETICA DELLE SCUOLE

Guida per l'uso razionale dell'energia negli edifici scolastici realizzata e proposta dall'Ente per le Nuove Tecnologie, l'Energia e l'Ambiente (ENEA) e la Federazione Italiana per l'uso Razionale dell'Energia (FIRE).

Questa guida è indirizzata al settore delle scuole nella sua ampia articolazione, in particolare ai tecnici anche non specializzati, che operano all'interno delle strutture che gestiscono l'edilizia scolastica. L'utilizzo della guida consente di conoscere la "qualità energetica" delle scuole in esame, valutata rispetto al valore medio del parco scolastico nazionale. Consente inoltre a chi la utilizza di individuare gli interventi più semplici e di minor costo per migliorare la qualità energetica e di valutare l'opportunità di far effettuare, da specialisti energetici, diagnosi più approfondite e progetti di interventi più complessi.

I primi destinatari delle iniziative di contenimento della spesa energetica nelle scuole sono i responsabili decisionali delle istituzioni che hanno la competenza della gestione degli edifici e dei relativi impianti. La guida è stata strutturata anche nel caso in cui la gestione del riscaldamento sia affidata a ditte esterne al fine di seguire i contratti stipulati, di monitorare la qualità del servizio fornito e provvedere alla gestione oculata dei consumi.

Metodologia

Il metodo di analisi proposto per individuare i consumi energetici delle scuole in esame richiede l'inserimento dei dati di base relativi la configurazione della scuola e i suoi consumi: volumetria lorda riscaldata, superficie lorda riscaldata, superficie disperdente, consumi annui di combustibile e di energia elettrica degli ultimi tre anni, gradi–giorno della località del comune di ubicazione dell'edificio.

La valutazione di merito della qualità energetica della scuola in esame avviene attraverso il confronto dei consumi energetici di questa, opportunamente "normalizzati", con quelli medi ottenuti da un campione rappresentativo di scuole

similari. In particolare i consumi specifici della scuola in esame vengono valutati in base alla loro collocazione nelle "classi di merito", elaborate con i consumi specifici del campione. Da questo confronto emerge la "qualità energetica" della scuola nell'ambito delle scuole similari. Quando questa qualità risulta insufficiente, vengono proposte prime misure di contenimento del consumo energetico.

Struttura

La guida è strutturata il sei fasi conoscitive finalizzate alla definizione degli Indicatori Energetici Normalizzati per riscaldamento (IEN_R) e per l'energia elettrica (IEN_E) ed una valutativa nella quale i suddetti indicatori vengono confrontati con i campioni di riferimento relativi ad un campione significativo della realtà nazionale organizzati secondo classi di merito.
Alla valutazione degli edifici in base ai loro consumi seguono due ulteriori sezioni, di cui la prima fornisce indicazioni per la realizzazione di interventi migliorativi effettuati sia con l'ausilio di tecnologie convenzionali che innovative, la seconda criteri per la progettazione di piani manutentivi per l'efficienza energetica.

Rilievo e analisi prestazionale dell'edificio (analisi indicatori e sprechi)

Gli edifici scolastici, come tutti gli altri edifici, consumano energia per il riscaldamento dei locali, per la produzione di acqua calda sanitaria, per l'‘illuminazione e per altri servizi. A volte i tipi di energia utilizzati non sono i più appropriati al servizio prodotto, altre volte gli impianti per la produzione e la distribuzione di energia presentano bassi rendimenti, oppure l'utilizzo di energia non avviene secondo modalità ottimali, come ad esempio quando si è in presenza di elevate dispersioni di calore dagli edifici, di sovra riscaldamento degli ambienti. In tutti questi casi si ha un impiego di risorse energetiche maggiore di quello necessario, con effetti a volte anche negativi sul comfort degli utenti e uno spreco di denaro.
Il consumo complessivo di energia delle scuole ammonta a circa un milione di

Tep/anno (Tonnellate equivalenti di petrolio per anno) a cui corrisponde una spesa di ca.1.500 miliardi di lire all‘anno. Il potenziale di risparmio energetico è stimato tra il 10 e il 20 % del totale.

I primi beneficiari dell'uso razionale dell'energia nelle scuole sono gli alunni e gli operatori scolastici per quanto riguarda il miglioramento del comfort ambientale e le amministrazioni per quanto riguarda il contenimento della spesa energetica. Nel caso delle scuole private è fuor di dubbio che i beneficiari diretti della riduzione della spesa energetica sono gli enti proprietari. Nel caso delle scuole statali i beneficiari diretti sono i comuni, le province e le istituzioni scolastiche delegate, che hanno la competenza della gestione degli edifici scolastici. I risparmi che questi enti riescono a conseguire, oltre che rappresentare un obiettivo dovuto per la pubblica amministrazione, possono rendere disponibili risorse finanziarie utilizzabili per altri scopi, eventualmente all‘interno delle stesse scuole in cui sono stati ottenuti.

L'uso razionale dell'energia nelle scuole attraverso il coinvolgimento attivo degli alunni comporta, oltre che i benefici diretti già menzionati, un grande beneficio di lungo termine per la maggiore sensibilità e attenzione dei giovani verso l‘uso sostenibile delle risorse.

La realizzazione di diagnosi energetiche può rappresentare una buona occasione per sensibilizzare e coinvolgere gli alunni e gli operatori scolastici nella tematica dell‘uso razionale dell‘energia.

Il coinvolgimento può essere di tipo teorico, per esempio svolgendo brevi seminari prendendo spunti dal programma di diagnosi energetica della scuola, ma anche di tipo pratico facendo partecipare, per esempio, gli alunni al programma di rilievo ed elaborazione dati.

La sensibilizzazione dei giovani in particolare sulle tematiche energetiche e ambientali è di importanza fondamentale. I giovani rappresentano un efficace veicolo di diffusione sia spaziale (portano le idee al di fuori della scuola), sia temporale perché trasmetteranno ciò che loro hanno acquisito alle generazioni future.

Analisi degli effettivi bisogni (stima dei fabbisogni)

Coerentemente con gli obiettivi della riqualificazione, deve essere effettuata un'analisi delle prestazioni dell'edificio rispetto al requisito di contenimento dei consumi energetici. L'obiettivo dell'analisi è costituito dalla definizione dello stato attuale, necessario alla successiva individuazione di linee di intervento per il miglioramento prestazionale energetico del complesso edificio-impianto.

Allo scopo di utilizzare una procedura il più possibile obiettiva che renda confrontabili tra loro gli edifici, in linea con i più recenti orientamenti normativi e legislativi, la guida consiglia di adottare una procedura di calcolo semplificata conforme al D.lgs. 19/08/2005 n. 192 e al D.lgs. 29/12/2006 n. 311. La procedura è analoga a quella proposta dalla Provincia di Milano in sede di attuazione del D.lgs. n. 192.

Come è noto le disposizioni citate impongono valori limite della trasmittanza termica unitaria delle singole parti dell'involucro edilizio (coperture, pavimenti verso locali non riscaldati o verso l'esterno, chiusure trasparenti) nonché del rendimento globale medio stagionale dell'impianto termico. Inoltre, viene definito dal D.lgs n. 311/2006 un valore limite dell'indice di prestazione energetica per la climatizzazione invernale, denominato EP parziale. In considerazione della tecnologia costruttiva degli edifici non sempre è possibile rispettare i valori limite riferiti ai singoli elementi di involucro senza interventi complessi e onerosi. Pertanto, viene è ipotizzato di rispettare, con gli interventi realisticamente attuabili in un'ottica di recupero manutentivo energeticamente orientato (retrofit), i soli valori riferiti all'EP parziale.

L'analisi dei fabbisogni energetici dovrà essere fatta su base stagionale considerando le temperature medie mensili della località, i giorni di riscaldamento, una temperatura interna di progetto di 20 °C.

Consumi energetici

I consumi energetici specifici sono distinti nella Guida in consumi di combustibile per il riscaldamento invernale e consumi di energia elettrica per illuminazione ed altri usi.

I consumi per l'acqua calda sanitaria sono considerati all'interno della guida molto

limitati salvo casi particolari. “I consumi energetici di riferimento con i quali confrontare i consumi delle scuole in esame sono stati elaborati con un campione vasto ma relativo solo alle scuole statali che d‘altra parte rappresentano l‘85% circa del consumo totale del settore scuole. Questa Guida è, quindi, particolarmente adatta a tale tipo di scuole ma può essere utilizzata anche per le scuole private con le dovute cautele (p.es. se una scuola privata occupa parte di un edificio avente anche altre destinazioni e l‘impianto di riscaldamento è unico per tutto l‘edificio, difficilmente si può effettuare una diagnosi energetica riguardante solo la scuola).

Il consumo complessivo di energia per l‘insieme delle scuole statali e private è stato stimato in 990.000 Tep/anno di cui 762.000 di combustibile per riscaldamento e 228.000 di energia elettrica. Il consumo globale annuo di prodotti energetici nelle scuole statali è stimato in 848.500 Tep/anno pari all‘ 85,7% del consumo globale annuo del settore scuole in Italia.

CONSUMI ENERGETICI ANNUI DELLE SCUOLE STATALI

Modalità di calcolo dei consumi energetici specifici nelle scuole

I consumi di combustibile e di energia elettrica delle scuole in esame vanno determinati e, quindi, valutatiti confrontandoli con i consumi di riferimento di un campione significativo di scuole. Per la parte riscaldamento i consumi di riferimento delle scuole campione sono riferiti all'unità di volume riscaldato e all'unità di Gradi-Giorno. Questi ultimi rappresentano la quantità di freddo di una certa località durante la stagione di riscaldamento. Ma i consumi di combustibile sono influenzati da altri due principali parametri che sono le ore giornaliere di funzionamento della scuola e la forma dell'edificio. Dall'analisi del campione di scuole, utilizzato come riferimento della comparazione, è stato possibile quantificare, con buona approssimazione, la dipendenza dei consumi da questi due ultimi fattori. I consumi delle scuole in esame vanno quindi corretti (in base al fattore di forma dell'edificio e al numero di ore di funzionamento) con dei cosiddetti fattori di "normalizzazione".

I consumi specifici corretti vengono denominati Indicatori Energetici Normalizzati per riscaldamento IEN_R. Per la parte consumo di energia elettrica delle scuole gli Indicatori Energetici Normalizzati IEN_E sono più semplicemente ricavati dal rapporto tra il con- sumo medio annuo e la superficie ai piani, normalizzato unicamente rispetto all'orario di funzionamento della scuola.

Per la determinazione degli Indicatori Energetici di una determinata scuola viene consigliato di seguire passo passo le fasi di seguito indicate:

- rilevare il consumo di energia elettrica, di combustibile, di acqua calda;
- rilevare la volumetria lorda riscaldata, la superficie lorda ai piani e la superficie disperdente;
- individuare i Gradi Giorno (intesa come quantità di freddo di una certa località durante la stagione del riscaldamento della località;
- individuare i fattori di normalizzazione per la forma dell'edificio e per l'orario

di funzionamento della scuola;

- individuare il fattore di normalizzazione dei consumi di energia per tener conto dell'orario di funzionamento della scuola;
- calcolare gli Indicatori Energetici Normalizzati;
- rilevare le temperature interne delle stanze per rilevare eventuali dispersioni o sovrariscaldamento.

Rilevare il consumo di energia elettrica, di combustibile, di acqua calda.

I consumi di energia per riscaldamento vanno rilevati dalle bollette o fatture della centrale o delle centrali termiche della scuola in esame relative ai 3 anni antecedenti a quello della diagnosi. Si sommano i consumi di combustibile dei tre anni e si dividono per 3 ottenendo così il consumo annuo medio di combustibile. Si prosegue analogamente per l'energia elettrica ottenendo anche in questo caso il consumo medio annuo. Nel caso in cui la gestione degli impianti energetici sia regolata con un contratto di servizio energia, i dati di consumo devono essere forniti dal gestore del servizio che li deve rilevare dal libretto di centrale. Se nei tre anni precedenti a quello della diagnosi si sono avute variazioni significative della volumetria della scuola occorre tenerne conto nel calcolo dei consumi medi, incrementando o riducendo i consumi dell'anno in cui è avvenuta la variazione di una percentuale che tiene conto della variazione di volume e della frazione di anno corrispondente alla variazione. I dati dei consumi annui di combustibile e di energia elettrica vanno, quindi, registrati nelle tabelle che seguono. Nel caso in cui il riscaldamento avvenga utilizzando più tipi di combustibile (es. determinate zone dell'edificio, possono essere riscaldate con impianti autonomi che utilizzano combustibili diversi da quello centralizzato) occorre registrare separatamente i singoli consumi annui espressi nelle relative unità di misura commerciali. Successivamente, nella fase di calcolo degli indicatori energetici, i consumi saranno trasformati in KWht e sommati tra di loro.

Rilevare la volumetria lorda riscaldata, la superficie lorda ai piani e la superficie disperdente

- Volumetria lorda riscaldata (V)

Si ricava dai disegni, se sono disponibili, oppure si misura l'edificio con una fettuccia metrica dall'esterno. Nella V vanno compresi i muri esterni e vanno escluse quelle parti dell'edificio non riscaldate (interrati, mansarde, magazzini, garage, etc.). Se la scuola si compone di più edifici, V sarà la somma delle volumetrie dei singoli edifici.

- Superficie lorda ai piani (Ap)

Analogamente alla volumetria, la superficie ai piani viene ricavata dalle planimetrie degli edifici o, in mancanza di queste, con rilievi diretti comprendendo nelle misure anche i muri divisori, esclusi i muri perimetrali. Se la scuola si compone di più edifici Ap sarà la somma delle superfici ai piani dei singoli edifici.

- Superficie disperdente (S)

La superficie disperdente è data dalla somma delle singole superfici che avvolgono il volume lordo riscaldato V (pareti perimetrali, tetti, solai di piano terra). Se la scuola si compone di più edifici S sarà la somma delle superfici disperdenti dei singoli edifici.

V = ... m

Ap =..... m^2

S = ... m^2

Individuare i Gradi Giorno della località

Per i confronti tra i consumi di combustibile per riscaldamento occorre tenere conto delle differenze climatiche delle località in cui sono situate le scuole. A tale scopo i consumi specifici vengono "destagionalizzati" attraverso i Gradi-Giorno (GG) che sono ottenuti come sommatoria delle differenze tra la temperatura interna di progetto (20 °C) e la temperatura media giornaliera esterna, per tutti i giorni di riscaldamento della stagione invernale di una determinata località.

Poiché per la maggior parte dei comuni non sono disponibili i GG effettivi anno per anno, si adottano quelli di legge (All. A del DPR 412/93), calcolati su base pluriennale. Se fossero disponibili quelli effettivi, si assumerebbe il valore medio dei GG degli ultimi tre anni, in analogia a quanto fatto per i consumi di combustibile.

Individuare i fattori di normalizzazione per la forma dell'edificio e per l'orario di funzionamento della scuola

A parità di volume riscaldato di due edifici quello che ha una maggiore superficie disperdente consuma necessariamente più energia per il riscaldamento. L'incidenza di questo elemento è notevole per cui il consumo specifico della scuole in esame, perché sia comparabile con i consumi di riferimento delle scuole campioni, deve essere normalizzato, rispetto alla forma media di queste ultime, con un fattore che tenga conto della sua forma. Quest'ultima viene espressa dal rapporto tra la superficie disperdente dell'edificio e il suo volume lordo riscaldato (S/V).
In corrispondenza di questo rapporto e della tipologia di scuola in esame si ricava, dalla tabella che segue, il fattore di normalizzazione Fe. Il fattore Fe sarà moltiplicato successivamente per il consumo specifico per riscaldamento.

V =	m^3
S =	..... m^2
S/V =	m^2 / m^3

Fattore di normalizzazione F_e

Materne		Elementari		Medie - Secondarie Superiori	
S/V m^2/m^3	F_e	S/V m^2/m^3	F_e	S/V m^2/m^3	F_e
sino a 0,40	1,2	sino a 0,30	1,2	sino a 0,25	1,1
da 0,41 a 0,50	1,1	da 0,31 a 0,35	1,1	da 0,26 a 0,30	1,0
da 0,51 a 0,60	1,0	da 0,36 a 0,40	1,0	da 0,31 a 0,40	0,9
oltre 0,60	0,9	da 0,41 a 0,45	0,9	oltre 0,40	0,8
		oltre 0,45	0,8		

Tabella 4. Fattori di Normalizzazi

Individuare il fattore di normalizzazione dei consumi di energia per tener conto dell'orario di funzionamento della scuola

In questo caso il fattore di normalizzazione vale sia per i consumi di energia termica che per quelli di elettricità in quanto entrambi dipendono dalle ore di funzionamento della scuola. La normalizzazione dei consumi medi deve essere effettuata per le scuole Elementari, Medie e Secondarie Superiori, dati i diversi orari di presenza e quindi di consumi per riscaldamento, per illuminazione e per gli altri servizi. Le scuole Materne presentano in massima parte uno scarto di orario di funzionamento limitato (da 6 a 8 ore al giorno) tale da non comportare apprezzabili differenze dei consumi.

Nella tabella che segue sono riportati i valori dei fattori di normalizzazione (F_h) dei consumi di combustibile e dei consumi di energia elettrica relativi alle ore di funzionamento giornaliero delle scuole. Il fattore F_h trovato per la scuola in esame sarà successivamente moltiplicato per il consumo specifico per riscaldamento e per il consumo specifico di energia elettrica della stessa scuola.

Fattore di normalizzazione Fh Elementari - Medie, Secondarie Superiori

Ore/giorno	
sino a 6	1,2
7	1,1
8 - 9	1,0
10 - 11	0,9
oltre 11	0,8

Tabella 7. Fattori di Normalizzazione F_h.

Calcolare gli Indicatori Energetici Normalizzati

Rilevare le temperature interne delle stanze per rilevare eventuali dispersioni o sovra riscaldamento

Valutazione dei risultati

Classi di merito dei consumi specifici di riferimento per riscaldamento

Wh_t / m^3 x GG x anno

		Sufficiente	Insufficiente
Materne	minore di 18,5	da 18,5 a 23,5	maggiore di 23,5
Elementari	minore di 11,0	da 11,0 a 17,5	maggiore di 17,5
Medie, Secondarie Sup.	minore di 11,5	da 11,5 a 15,5	maggiore di 15,5

Tabella 8. Valutazione dei risultati per il riscaldamento.

Classi di merito dei consumi specifici di riferimento per energia elettrica

kWh_e / m^2 x anno

	Buono	**Sufficiente**	**Insufficiente**
Materne	minore di 11,0	da 11,0 a 16,5	maggiore di 16,5
Elementari, Medie, Secondarie Sup. tranne Ist. Tecn. Ind. e Ist. Prof. Ind.	minore di 9,0	da 9,0 a 12,0	maggiore di 12,0
Ist. Tecn. Ind., Ist. Prof. Ind.	minore di 12,5	da 12,5 a 15,5	maggiore di 15,5

Tabella 9. Valutazione dei risultati per il riscaldamento.

Interventi di uso razionale dell'energia per le scuole

Per conseguire l'obiettivo principale della guida, il risparmio di energia ed il conseguente risparmio economico, vengono indicati i seguenti principali modi:

- con interventi sull'edificio per ridurre le perdite di calore;
- con la sostituzione o il miglioramento dell'efficienza delle apparecchiature di produzione e di controllo del calore;
- con un comportamento più consapevole sulla gestione dell'energia, in relazione ai suoi usi. In particolare, limitando, il riscaldamento e l'illuminazione alle effettive esigenze sia temporali che spaziali;
- con l'adozione di sistemi tecnologici o gestionali innovativi per il settore.

1.4 ESEMPI DI EDIFICI SCOLASTICI

In questo paragrafo vengono presentate le principali ricerche effettuate negli ultimi anni sull'edilizia scolastica.

1.4.1 CRITERI E PARAMETRI

La rassegna di progetti è organizzata in schede, che offrono un quadro di sintesi delle principali caratteristiche degli edifici scolastici analizzati. Per ogni progetto sono stati valutati i seguenti parametri:

- qualità dell'ambiente esterno (orientamento, protezione dai venti prevalenti, uso del verde per la regolazione del microclima, bonifica delle acque e del suolo da agenti inquinanti, ecc.);
- qualità dell'ambiente interno (illuminazione naturale e artificiale, ventilazione naturale e controllata, comfort termico, progetto del colore per gli ambienti interni, arredi ecologici, controllo dell'inquinamento elettromagnetico, ecc.);
- materiali (indicazione del sistema costruttivo e del valore di trasmittanza degli elementi di involucro);
- impianti (tipologia di impianti utilizzati per il riscaldamento dell'edificio, istallazione di impianti solari termici , fotovoltaici, geotermici, di riscaldamento a biomassa, a pellets, impianti di cogenerazione, caldaie a condensazione, impianti di ventilazione controllata, impianti di demotica, impianti di recupero dell'acqua piovana);
- consumo energetico dell'edificio (per riscaldamento e per acqua calda).

QUALITÀ DELL'AMBIENTE ESTERNO
Orientamento dell'edificio che favorisce il comfort interno e un maggior risparmio energetico; protezione dai venti dominanti; sistema di protezione dalla radiazione solare mediante schermature fisse (lamelle in legno) e mobili; protezione dal gas radon e da emissioni elettromagnetiche

QUALITÀ DELL'AMBIENTE INTERNO
Promozione della ventilazione e dell'illuminazione naturali; comfort termo-acustico; serre per l'accumulo termico; progetto del colore degli ambienti realizzato con l'utilizzo di materiali ecologici; arredi realizzati con materiali ecologici

MATERIALI
Pareti esterne: sistema costruttivo in c.a., mattoni porizzati e isolamento in sughero: U=0,33 W/mq K
Solaio controterra: U=0,55 W/mq K
Copertura: tetto verde: U=0,44 W/mq K
Copertura: struttura lignea e isolamento in fibra di legno: U=0,41 W/mq K
Superfici trasparenti: serramenti in legno lamellare con vetri basso emissivi: U=1,65 W/mq K

IMPIANTI
Impianto di riscaldamento e produzione di acqua calda con caldaie ad alto rendimento a condensazione; impianto di distribuzione a bassa temperatura mediante pannelli radianti a parete; predisposizione per l'installazione di pannelli fotovoltaici (20 kW); impianto di ventilazione controllata per il recupero d'aria proveniente dalle serre; impianto di recupero delle acque piovane per lo scarico dei wc e l'irrigazione delle aree verdi

CONSUMO ENERGETICO
Per riscaldamento 64 kWh/mq anno
Per acqua calda 5 kWh/mq anno
Per riscaldamento e acqua calda 69 kWh/mq anno

Figura 8. Esempio di scheda riassuntiva, con le caratteristiche principali del progetto. Scuola dell'infanzia di San Prospero, Imola (BO).

E' possibile effettuare alcune considerazioni sui progetti presentati. Si tratta principalmente di progetti di nuova costruzione e di ampliamento con nuove edificazioni, raramente interventi di riqualificazione dell'esistente. Questo dato può essere interpretato come conferma della necessità di riqualificazione di un ampio patrimonio di scuole esistenti, le cui prestazioni energetico-ambientali sono attualmente insoddisfacenti, ma sulle quali non è ancora stato effettuato alcun intervento.

I casi esaminati sono inoltre destinati prevalentemente alla prima infanzia (asili nido e scuole materne). Gli asili nido nel nostro Paese hanno una storia relativamente recente (dagli anni '70), sono servizi a richiesta e in diverse realtà risultano ancora servizi innovativi: molto spesso questi edifici vengono quindi realizzati adottando soluzioni e strategie progettuali all'avanguardia, mentre le scuole di ordine superiore che fanno parte del patrimonio esistente (in molti casi edifici degli anni '60-'70), vengono al più adeguate per rispondere a norme di sicurezza.

Nel panorama di casi presentati è dunque scarsa la presenza di interventi di

recupero/riqualificazione in chiave riqualificazione energetico-ambientale. Nemmeno gli alti costi di gestione hanno indotto le Amministrazioni Pubbliche alla revisione dell'efficienza energetica degli edifici, probabilmente per l'onere economico che questa comporterebbe.

Diverso risulta invece l'impiego di fonti energetiche alternative: i contributi nazionali e regionali relativi all'installazione di impianti solari termici e fotovoltaici, hanno incentivato l'uso di queste tecnologie, spesso però in netta contraddizione con le caratteristiche dell'involucro altamente disperdenti.

I progetti esaminati presentano inoltre caratteristiche comuni e scelte progettuali ricorrenti, che risultano essere quelle consolidate nelle architetture con buone qualità energetico-ambientali.

1.4.2 ESEMPI DI EDIFICI SCOLASTICI IN ITALIA

Montichiari (BS)- Ampliamento dell'I.I.S. "Don Milani"

Figura 9. Vista dall'alto dell'ampliamento dell'Istituto Don Milani con la facciata est e la copertura curva.

SCHEDA SOSTENIBILITA'

QUALITÀ DELL'AMBIENTE ESTERNO

Orientamento dell'edificio che favorisce il comfort interno e un maggior risparmio energetico; protezione dai venti dominanti tramite l'orientamento e le strutture frangisole.

QUALITÀ DELL'AMBIENTE INTERNO

Favorita la ventilazione e l'illuminazione naturali attraverso ampie aperture laterali a distanza regolare (circa 2,5 metri di distanza l'una dall'altra) e un facciata continua a doppia pelle; progetto realizzato mediante l'utilizzo di materiali ecologici

MATERIALI

Pareti esterne: sistema costruttivo in muratura con laterizi porizzati: U=0,29 W/mq K

Copertura: struttura in lamiera di alluminio preverniciata: U=0,24 W/mq K

Superfici trasparenti: serramenti in alluminio a taglio termico con vetri basso emissivi: U=1,60 W/mqK

Sottofondi pavimenti con aggregati plastici di riciclo.

IMPIANTI

- Impianto fotovoltaico (con potenza pari a 8,5 kwp) integrato in facciata vetrata strutturale inclinata;
- impianto geotermico: a) integrazione al sistema di riscaldamento radiante con pompa di calore acqua- acqua di potenza 17.8 kW e sonde geotermiche orizzontali in polietilene; b) pre-riscaldamento/raffrescamento dell'aria nel sistema di ventilazione forzata mediante scambiatori interrati in polipropilene;
- centralina mini idroelettrica (con potenza pari a 7 kw);
- impianti di distribuzione a bassa temperatura a pavimento;
- impianti di recupero delle acque piovane per l'irrigazione delle aree verdi ;
- Illuminazione esterna a basso consumo (led);
- Illuminazione interna con sensori di accensione e spegnimento automatico.

CONSUMO ENERGETICO

Per riscaldamento 34 kWh/mq anno.

FABBISOGNO ENERGETICO ANNUO PER IL RISCALDAMENTO

42 kWh/m2 di superficie utile, calcolato mediante la procedura CasaClima 2.3.

Contesto

L'edificio si sviluppa su tre piani ed accoglie 20 aule e 10 laboratori, di cui quello per una palestrina (originariamente era prevista una officina meccanica) di 350 m^2 per 3,50 m di altezza oltre agli spazi per servizi e connettivo per complessivi 3.600 m^2 di superficie utile. Particolare attenzione è stata data all'analisi del clima locale, all'utilizzo di una forma compatta, ad un efficace isolamento, ad un uso passivo e attivo dell'energia solare e di quella geotermica, all'utilizzo di serramenti e soluzioni impiantistiche ad alta efficienza energetica.

Figura 10. Atrio dell'Istituto

Figura 11. Particolare del prospetto est della scuola

Dal punto di vista formale si è cercato di dare grande importanza all'aspetto della comunicazione con l'esterno. L'edificio è riconoscibile da chi passa in lontananza. Allo stesso tempo permette di "vedere" anche dall'interno, opportunamente filtrato, lo spazio esterno. Da qui la possibilità di riconoscere la mutevolezza del tempo, rifuggendo ambienti anonimi e socialmente debilitanti.

Caratteristiche del progetto

Dal punto di vista compositivo, il progetto si confronta con il tema dell'ampliamento di un edificio scolastico esistente, in questo caso rappresentato da un fabbricato di quattro piani, con prospetto lineare, allungato. L'area di sedime era originariamente occupata da un campo di calcio in terra. Sulla scorta di uno studio di fattibilità è emersa quale soluzione più efficace sotto il profilo della funzionalità complessiva, quella di concentrare nel nuovo ampliamento solo aule didattiche e laboratori, mantenendo nel corpo esistente la parte amministrativa.

Si è quindi pensato un corpo distinto ma con lo stesso allineamento dell'esistente in modo che pur differenziandosi, ne venga comunque recuperata la funzione tramite la definizione di una corte. Così i prospetti, mentre quello a Est è particolarmente innovativo, quello a Ovest, verso l'esistente è di impronta più tradizionale.

Il rapporto con l'esistente è ulteriormente rafforzato dall'allineamento del nuovo porticato di ingresso che è in prosecuzione di quello esistente. Un elemento caratterizzante l'intervento è l'atrio a tutta altezza, su cui si affacciano i ballatoi.

Delimitato da una facciata vetrata strutturale continua, alta 11 m e rivolta ad est, realizzata con serramenti in alluminio con taglio termico e vetrocamere bassoemissive per una trasmittanza termica complessiva pari a 1,6 W/m2K.

Figura 12. viste delle sistemazioni esterne

Figura 13. Facciata fotovoltaica veduta esterna

Figura 14. Facciata fotovoltaica veduta interna

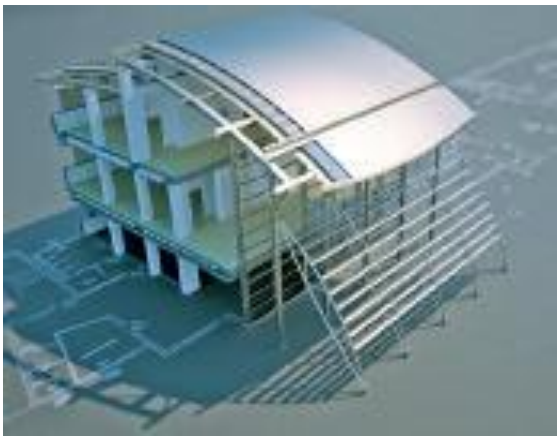


Figura 15. sezione prospettica dell'edificio.

Questo fronte è segnato dalla presenza di colonne in acciaio culminanti in sommità con un appoggio reticolare a forma di mano.

Sostenibilità ed efficienza energetica

L'importanza del fronte Est è ulteriormente rafforzata dalla presenza del vuoto creato all'esterno da una struttura frangisole, montata su elementi portanti curvi a forma di fuso, portanti pale a sezione elissoidale e forata. Anche qui come all'interno dell'atrio, si sono ricavati spazi che consentono e facilitano i contati sociali, sia spontanei che organizzati.

L'involucro esterno della facciata ovest è in buona parte opaco e rivestito con un cappotto isolante con spessore medio di 7 cm realizzato nella parte di piano terra con doppio strato di rasatura e doppia rete per una maggiore resistenza meccanica (finiture Rosso 515/S,Giallo 146/4,Grigio 146/4).

La copertura metallica è curva e con ampi sporti che favoriscono ombreggiamenti e turbolenze e quindi una ventilazione della superficie

sottostante. Un'ulteriore particolarità è data dall'andamento della linea di gronda che è anch'essa curvilinea, a suggerire l'idea di una forma naturale, come i margini di una foglia, analogia sottolineata anche dalla colorazione verde scelta per la lamiera. Il deflusso dell'acqua meteorica è garantito dalla presenza nella falda di un canale di gronda intermedio.

I pluviali sono stati ricavati all'interno degli elementi portanti, risultando quindi completamente mascherati alla vista. La facciata rivolta a Sud, che ospita la scala di sicurezza, è ruotata nel piano ed inclinata rispetto alla verticale per ottimizzare l'esposizione del serramento dotato di moduli fotovoltaici che sono integrati nella struttura. Questi hanno una superficie di circa 80 m^2, posizionati su 4 diverse giaciture di pendenza variabile da 17° a 87°.

L'impianto è collegato alla rete elettrica di distribuzione mediante un contratto di scambio sul posto e permette quindi alla scuola di detrarre dai costi per l'energia l'ammontare corrispondente alla produzione totale dell'impianto. Inoltre dal 30 agosto 2007 l'impianto è ammesso al programma di incentivazione "Conto Energia", ricevendo quindi un finanziamento annuo pari a circa 4.200,00 euro. Infine, le vetrate delle parti superiori ed inferiori della facciata sono realizzate in vetro stratificato e sono caratterizzate dall'utilizzo di intercalari colorati.

L'impianto di riscaldamento è parzialmente alimentato da una pompa di calore che utilizza come sorgente termica il sottosuolo mediante uno scambiatore di calore costituito da un serpentino in polietilene (diametro esterno 32 mm, passo 250 mm) posato orizzontalmente a livello del piano di fondazione della parte nord dell'edificio. Il coefficiente di performance COP del dispositivo è molto elevato essendo pari a circa 4,5. L'energia primaria risparmiata mediante l'adozione di questo sistema è pari a 32.500 kWh/anno.

Al di sotto della parte sud dell'edificio è stato realizzato un reticolo interrato di canali, attraverso il quale mediante l'azione di un ventilatore viene fatta fluire l'aria di rinnovo dell'atrio interno. Il sistema ha una doppia funzionalità: nella stagione fredda, l'aria si preriscalda al contatto con la superficie dei condotti interrati, per poi essere immessa a livello del pavimento radiante tramite diffusori a dislocamento. Nella stagione calda l'effetto è quello opposto: a contatto con la superficie delle tubazioni l'aria si pre-raffredda cedendo calore

al sottosuolo, venendo poi immessa nella parte bassa dell'atrio, mentre l'aria più calda trova sfogo nelle aperture collocate nella parte più alta dell'atrio; in questo modo si attiva un ciclo che riduce l'accumulo di calore all'interno dell'edificio.

Le tubazioni in polipropilene, di 400 mm di diametro, sono interrate a livello del piano di fondazione ovvero a quota –1,80 m. L'aria esterna è forzata a fluire nei condotti interrati mediante un ventilatore a velocità variabile controllato da un inverter sulla base della temperatura di immissione. I condotti sono posati in pendenza per raccogliere la condensa e permettere un lavaggio periodico grazie ad un apposito pozzetto di raccolta dotato di pompa di svuotamento.

Mediante un software di calcolo agli elementi finiti è stato definito il risparmio di energia primaria conseguibile mediante questo sistema: 8.380 kWh/anno. È attualmente in fase di progettazione esecutiva un intervento per sfruttare l'energia idroelettrica dal canale artificiale che costeggia l'area della scuola in prossimità di un mulino abbandonato. Tramite una coclea, si è in grado di produrre una potenza di 7 kW per una resa annua di 52.000 kWh elettrici.

Per avvalorare la funzione didattica dell'intervento, è stato installato un datalogger collegato ad un quadro sinottico collocato nell'atrio, in modo da visualizzare alcuni valori dei parametri climatici quali temperatura ed umidità dell'aria, oltre ai dati relativi alla produzione in tempo reale dell'energia fotovoltaica nonchè il minor consumo di CO2 ottenuto.

Anche gli impianti di illuminazione sono stati pensati con un'attenzione al risparmio. Quelli nei locali di servizio hanno sensori automatici di accensione e spegnimento. Le luci esterne oltre che antinquinamento luminoso, sono a led con un bassissimo consumo energertico.

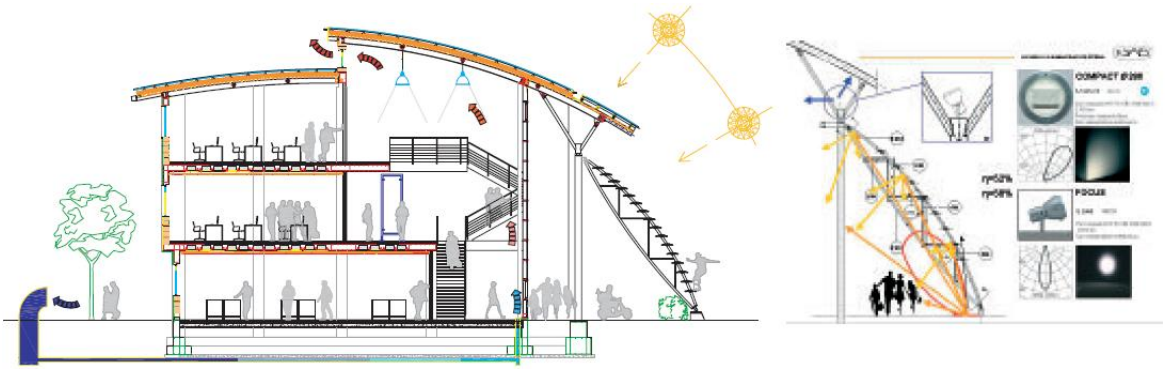


Figura 16. Schema del sistema di illuminazione della scuola e caratteristiche dei corpi illuminanti.

Il tema come detto è quello della sostenibilità ambientale e l'immagine scelta rappresenta un elefante ed un bambino che legge. Molti, al di là della emozione che si prova vedendo un'opera artistica, sono i significati che ognuno vi può leggere.

È la rappresentazione della ricerca, a volte difficile ma possibile, di dialogo tra uomo e natura. È l'importanza dell'educazione nelle nuove generazioni.

Nuovo Auditorium

In continuità al nuovo ampliamento dell'Istituto Don Milani, recentemente ultimato, è stata prevista la realizzazione di un nuovo auditorium. La sala, di forma ovale con assi di 15 e 25 m, è capace di 300 posti a sedere. È previsto inoltre uno spazio bar, depositi e servizi per complessivi 600 m2.

L'intervento è caratterizzato formalmente da una forma ellissoidale che aiuta il raccordo del dislivello del terreno e dall'applicazione di un materiale innovativo per il rivestimento di facciata realizzato da un intreccio di profili circolari in PRFV (fibre di Poliestere Rinforzato con Fibre di vetro) a richiamare l'idea di un "nido".

Scheda intervento

Importo complessivo: euro 1.600.000,00

Importo lavori a base d'asta: euro 1.300.000,00

Progetto architettonico: ing. Carlo Lazzaroni - Assessorato Edilizia Scolastica Provincia di Brescia, arch. ing.Giuliano Venturelli - Brescia

Progetto impianti: ing. Andreoli - Breno

Progetto strutture: arch. ing.Giuliano Venturelli

Inizio lavori: novembre 2008

Consegna prevista lavori: dicembre 2009

Direzione Lavori: ing. Carlo Lazzaroni, geom. Ubaldo Copeta

Figura 17. Sezione prospettica del nuovo auditorium

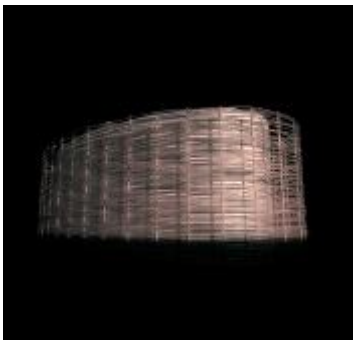


Figura 18. Simulazione notturna

Scheda Progetto

Ubicazione: via Brescia, Montichiari (BS)

Committente: Provincia di Brescia

Responsabile del procedimento: arch. Daniela Massarelli - Ass. Edilizia Scolastica della Provincia di Brescia

Progetto architettonico: ing. Carlo Lazzaroni - Ass. Edilizia Scolastica della Provincia di Brescia; collaboratori: arch. Daniele Bilios - Ass. Edilizia Scolastica della Provincia di Brescia; arch.ing. Giuliano Venturelli - Brescia

Strutture e Sicurezza: arch.ing. Giuliano Venturelli - Brescia

Impianti: ing. Giovanni Ziletti - Brescia

Scultore: Stefano Bombardieri - Brescia

Direttore dei lavori: ing. Carlo Lazzaroni

Ass. Edilizia Scolastica della Provincia di Brescia, geom. Ubaldo Copeta

Inizio lavori: maggio 2005

Fine lavori prevista: febbraio 2007

Numero utenti ampliamento: 500

Numero totale utenti intera scuola: 1.200

Superficie fondiaria: 12.000 mq

Superficie coperta: 1.200 mq Superficie utile: 3.600 mq

Superficie verde: 10.000 mq

Importo dell'opera: 3.300.000 Euro

Finanziamento: 50% Comune di Montichiari e 50% Provincia

Sovizzo (VI) - Ampliamento scuole elementari e medie

Figura 19.Vista da nord-est

SCHEDA SOSTENIBILITA'

QUALITÀ DELL'AMBIENTE ESTERNO

Orientamento dell'edificio che favorisce il comfort interno e un maggior risparmio energetico; attenzione al comfort termico: uso del verde come sistema per la regolazione del microclima; attenzione all'ombreggiamento; protezione dai venti dominanti.

QUALITÀ DELL'AMBIENTE INTERNO

Il progetto favorisce la ventilazione e l'illuminazione naturali attraverso numerose aperture esterne; utilizzo di frangisole e di sistemi di schermatura della luce regolabili.

MATERIALI

Pareti esterne: sistema costruttivo in laterizio: U=0,322 W/ mq K.

Solaio contro terra: U=0,30 W/mq K.

Copertura: struttura metallica e triplo strato di feltri resinati in fibre di vetro: U=0,252 W/mq K.

Superfici trasparenti: serramenti in pvc con vetri basso emissivi U=1,504 W/mq K.

IMPIANTI

Impianto geotermico: potenza 39,6 kW. Impianti di distribuzione a bassa temperatura: pannelli radianti a pavimento. Impianti di ventilazione controllata con recupero di calore; impiego di lampade ad alta efficienza luminosa.

CONSUMO ENERGETICO

Per riscaldamento 29 kWh/mq anno.

Figura 20. Vista da sud-est

Contesto

Il progetto riguarda l'ampliamento del Complesso delle Scuole elementare e media nel Capoluogo di Sovizzo, e costituirà il primo momento di un programma di tre fasi finalizzato ad adeguare tali scuole alla popolazione scolastica prevista per i prossimi 10- 15 anni, con un aumento della capienza attuale di 500 persone circa, ad una di 670;

l'ampliamento sarà realizzato all'interno del vasto terreno destinato dal PRG all'edilizia scolastica del Capoluogo, dove già sono esistenti le Scuole elementari e medie.

Caratteristiche del progetto

I criteri generali che hanno guidato le scelte progettuali hanno considerato la globalità delle problematiche e delle esigenze connesse con la funzionalità del futuro organismo scolastico.
L'edificio, verificato con il foglio di calcolo di CasaClima, risulta essere di classe A per quanto riguarda l'efficienza energetica; inoltre, questo intervento è stato inserito nei progetti segnalati dalla Sustainable Energy Europe Campaign 2005 - 2008. Complessivamente, il nuovo edificio, che prevede un piano terra ed un primo piano, è inscrivibile in un perimetro rettangolare - pur non avendo una pianta regolare - con l'asse principale orientato quasi esattamente da est a ovest. Le aule didattiche normali sono rivolte a sud, mentre sul lato nord prospettano le aule speciali ed i servizi. Il progetto prevede la realizzazione di un nuovo atrio, funzionale al programma di spostare in futuro l'ingresso della Scuola media; questo atrio, raccordato all'edificio esistente da un breve percorso chiuso che consente una leggera differenza di quota fra l'esistente e l'ampliamento, verrà a trovarsi in posizione baricentrica nel futuro assetto della Scuola media.

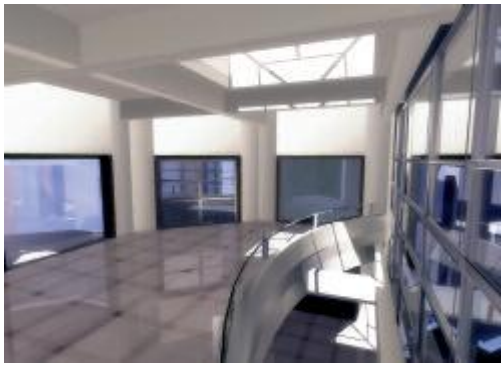


Figura 21. Vista del nuovo atrio, primo piano

Figura 22. Vista del nuovo atrio dall'alto

Figura 23. Vista del nuovo atrio dal portico

Figura 24. Vista dell'ingresso principale nel nuovo atrio volume ottagonale, dall'altezza del primo piano

L'atrio, individuabile nella composizione come un unico volume, rivestito in mattoni, che funge da cerniera tra l'ala esistente e quella di nuova costruzione, prevede un portico rivolto verso sud-ovest per proteggere l'ingresso vetrato, ed un grande lucernario in copertura per illuminare l'ambiente in modo naturale.

Le caratteristiche di questo spazio (luminosità, doppia altezza, zona porticata antistante) permettono di svolgere in pieno la funzione di zona filtro e di passaggio graduale dall'esterno, agli spazi didattici interni. Il nuovo ampliamento in progetto prevede complessivamente cinque aule normali e due aule per lavoro in piccoli gruppi, rivolte a sud; sul fronte nord si affacceranno invece le aule speciali, complessivamente quattro, nonchè la sala professori al piano terra e la biblioteca al piano primo, posti in adiacenza al nuovo atrio. Le aule ordinarie avranno un'ampiezza di 51 mq circa ciascuna, ottimale specialmente in relazione al ridotto affollamento previsto per aula (max 25 alunni per aula); le aule di lavoro per piccoli gruppi saranno invece di circa 25 mq, in previsione di un affollamento di 12-15 alunni ciascuna.

La copertura sarà in struttura e manto metallici; la sezione evidenzia come il manto metallico sia scostato, grazie alla struttura di sostegno, fino ad una distanza di 2 metri, dall'ultimo solaio, protetto da più strati di materassini in lana di vetro; è possibile così creare, sotto la copertura metallica, una buffer zone ventilata (tramite apposite bocchette di ventilazione) che possa mitigare l'effetto dell'irraggiamento solare sulla copertura e garantire agli ambienti del primo piano un comfort termico migliore. Le bocchette sono rivolte verso nord, in coerenza con i venti dominanti della zona (nord-est in inverno, nord/nordovest in estate).

La copertura metallica è collegata nel fronte sud ad una serie di pilastri, cavi internamente, che fungono sia da montanti per i frangisole metallici fissi che da elementi di scolo delle acque piovane. Il sistema montanti più frangisole è stato predisposto per una futura integrazione con pannelli solari per la produzione di energia elettrica. La posizione e l'inclinazione dei frangisole sono state calcolate in base alle tabelle dell'inclinazione solare della zona.

Complessivamente, il sistema di copertura, montanti e frangisole costituisce un portico che, trovandosi rivolto verso sud, espleta funzione di regolatore climatico dell'interno dell'edificio, coadiuvando il rivestimento a cappotto che avvolge l'intera costruzione. Nella facciata sud, le porte-finestra delle aule al piano terra sono protette da portali di mattoni posati a faccia a vista.

Nell'angolo orientato nord-est, il più esposto, sono stati privilegiati materiali con maggiore massa e spessore: al rivestimento a cappotto sarà sovrapposto uno strato di mattoni in cemento pigmentato. Le uniche superfici vetrate rivolte a nord sono quelle che illuminano le aule, nonché gli spazi per biblioteca e sala insegnanti, più quattro finestre per il gruppo servizi. Le aule a nord sono state predisposte per attività quali lettura, disegno e attività artistiche, poiché godono di una illuminazione naturale intensa, ma indiretta, ideale per questo tipo di attività.

Completano il programma edilizio dell'ampliamento due gruppi di servizi igienici, e spazi minori di servizio.

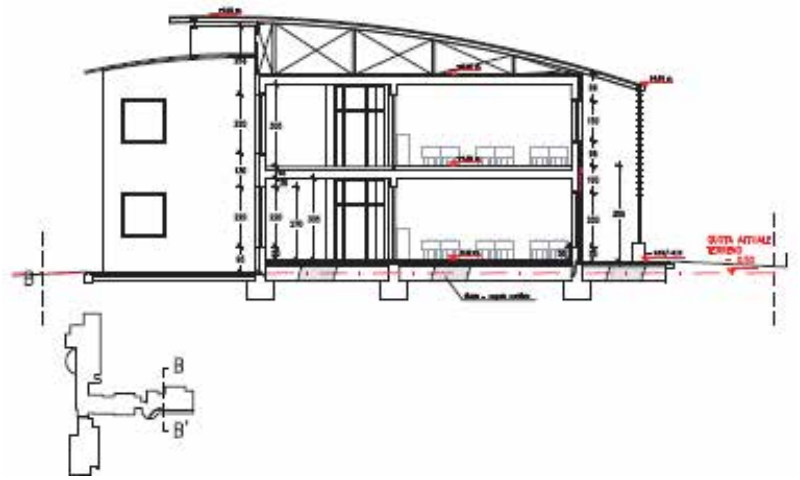


Figura 25. Sezione trasversale B-B

Qualità dell'ambiente interno

È stata posta grande attenzione all'illuminazione naturale, non solo rispettando i rapporti previsti dalla legge, ma cercando di creare degli ambienti quanto più possibile confortevoli e luminosi, per ridurre al minimo l'utilizzo dell'illuminazione artificiale. A questo scopo, sono state studiate le distanze tra i vari elementi di facciata per evitare irraggiamento diretto e abbagliamento.

Inoltre, attraverso la luce naturale si è cercato di esprimere la funzione dell'ambiente nel quale il fruitore si veniva a trovare: nell'atrio di ingresso, infatti, la quantità di luce naturale è molto maggiore rispetto al resto dell'edificio ed entra più liberamente che nelle aule e nei corridoi: questo per creare un effetto di lanterna e segnale di ingresso non solo con la composizione volumetrica e con i materiali, ma anche interessando la percezione della luminosità dei fruitori. Al contrario c'è un grande controllo della luce nelle aule, dove, per evitare quanto più possibile l'irraggiamento diretto, sono previsti, oltre ai frangisole, anche sistemi di schermatura della luce regolabili, come tendine chiare poste all'interno del serramento.

Molta attenzione è stata posta alla qualità dell'aria negli ambienti, anche attraverso la progettazione di un sistema di ventilazione meccanica controllata, costituito da unità di ventilazione per l'estrazione e l'immissione di aria esterna con recupero di calore. Il recuperatore di calore avrà un'efficienza minima del 51%.

Scheda progetto

Ubicazione: Comune di Sovizzo (VI)

Committente: Comune di Sovizzo

Progetto architettonico e strutture: Dalla Vecchia Ing. Arch. Associati - Vicenza; Progettista incaricato ing. Lorenzo Dalla Vecchia; Coprogettista arch. Massimo Dalla Vecchia

Collaboratori: arch. Elisa Dalla Vecchia, arch. Michele Jodice

Progetto impianti elettrici: ing. Matteo Munari

Progetto impianti meccanici: p.i. Luciano Sozza

Calcoli efficienza energetica: p.i. Giorgi

Data assegnazione incarico: anno 2001

Data rilascio titoli autorizzativi: 28 Febbraio 2002

Inizio lavori: giugno 2006

Data programmata fine lavori: settembre 2007

Numero degli utenti nell'ampliamento: 170

Numero totale degli utenti nella scuola: 670

Superficie fondiaria: 20.000 mq

Superficie utile: 1.110 mq

Importo totale dell'opera: 1.385.000 Euro

Vedelago (TV) - Centro scolastico di Fanzolo

Figura 26. Centro scolastico di Vedelago - simulazione

SCHEDA SOSTENIBILITA'

QUALITÀ DELL'AMBIENTE ESTERNO

Orientamento dell'edificio che favorisce il comfort interno e un maggior risparmio energetico; attenzione al comfort termico: uso del verde come sistema per la regolazione del microclima; protezione dai venti dominanti; protezione dall'inquinamento acustico e luminoso; estensione di aree verdi per la sosta all'aperto

QUALITÀ DELL'AMBIENTE INTERNO

Promozione della ventilazione e dell'illuminazione naturali; ampie vetrate schermate ed ombreggiate; progetto del colore degli ambienti mediante utilizzo di materiali ecologici; arredi con materiali ecologici.

MATERIALI

Pareti esterne: sistema costruttivo in legno e isolamento in fibra di legno: U=0,18 W/mqK.

Solaio controterra: U= 0,23 W/mq K.

Copertura: struttura in legno e isolamento in fibra di legno: U=0,14 W/mq K.

Superfici trasparenti: serramenti in legno-alluminio con vetri basso emissivi: U=1,20 W/mq K.

IMPIANTI

Impianto solare termico di superficie pari a 12 mq; impianto di distribuzione a bassa temperatura a pavimento; predisposizione per l'istallazione di impianto fotovoltaico; impianti di ventilazione controllata ad attivazione automatica con rilevamento delle presenze; pompa di calore geotermica alimentata a gas metano della potenza di 60 kw, coadiuvata da caldaia a condensazione; sistemi per la riduzione di dell'uso di acqua potabile

CONSUMO ENERGETICO

Per riscaldamento e acqua calda 50 kWh/mq anno.

Figura 27. Centro scolastico di Vedelago - simulazione

Contestualizzazione

L'Amministrazione Comunale di Vedelago ha stabilito di realizzare un nuovo Istituto Comprensivo nella frazione di Fanzolo, comprendente Scuola Primaria e Scuola Secondaria di primo grado nello steso lotto in cui è stata realizzata la palestra del vecchio Plesso Scolastico.

La realizzazione avverrà in due lotti funzionali, il primo dei quali costituito

dalla Scuola Primaria, il secondo dalla Scuola Secondaria e dagli uffici della direzione didattica. Il lotto acquistato dall'Amministrazione Comunale, di circa 10.000 mq, ha la forma di un rettangolo irregolare allungato lungo la direttrice Nord-Sud. La scuola insisterà sulla porzione di lotto libero a Nord della palestra, alla quale sarà collegata da un percorso coperto.

Caratteristiche del progetto

Al fine di creare all'esterno dell'edificio un luogo d'incontro e di aggregazione il progetto prevede la realizzazione di una piccola piazza in corrispondenza del nuovo ingresso alla Scuola Elementare e dell'attuale ingresso alla palestra. Questo luogo, di ridotte dimensioni va ad inserirsi nel tessuto abitativo e, con le sue attrezzature aperte alla collettività, diventa spazio urbano di sosta e di gioco.

La forma del lotto, irregolare ed allungata, ha determinato l'orientamento principale del percorso interno lungo l'asse Nord-Sud curvando verso Est o verso Ovest a secondo della necessità, da ciò scaturisce un andamento non sempre rettilineo che induce ad un dinamismo percettivo, che sollecita le capacità cognitive e orientative del bambino.

Dai calcoli effettuati è risultato che, per ottenere il massimo apporto energetico, l'edificio dovrebbe essere orientato di 5° verso Est da Sud. La larghezza del lotto non è tale però da consentire il posizionamento di tutti gli ambienti didattici lungo il fronte Sud; inoltre a Sud si trova la palestra da cui è indispensabile tenersi ad idonea distanza. Si è reso quindi indispensabile scostarsi dall'orientamento ottimale, ruotando i corpi verso Est. In questo modo si avrà un massimo apporto della luce solare nelle ore del mattino, quando presumibilmente le aule saranno occupate. L'orientamento prescelto è pertanto 40° Est da Sud.

Nei mesi invernali, la pareti finestrate delle aule sono esposte al sole fino alle prime ore del pomeriggio; mentre nei mesi caldi le aule sono protette dal sole, soprattutto nelle calde ore pomeridiane. Il sistema di schermatura è costituito da una pensilina a lamelle oblique, parallele alla facciata. Questo sistema con le dimensioni e l'inclinazione delle lamelle, ha un diagramma di mascheramento in grado di schermare il sole più caldo, cioè quando la

temperatura dell'aria esterna supera i 26°C. Oltre al sistema della pensilina è stato studiato un sistema mobile di tende (una esterna e l'altra interna) che vanno a schermare le porzioni di cielo non "raggiunte" dalla pensilina. Un sistema di light- shelves, studiato per essere posizionato internamente alle aule, inoltre, consente di avere un maggior apporto luminoso naturale.

Scheda progetto

Ubicazione: via Col di Lana - Frazione di Fanzolo – Vedelago (TV)

Committente: Comune di Vedelago

Responsabile del procedimento: ing. Danile Mirolo

Progetto: arch. Alessandro Castelli (capogruppo coordinatore), arch. Paolo Castelli - Macerata

Gruppo di lavoro: arch. Patrizia Cercone - Macerata, arch. Francesca Olivieri - Civitanova Marche (MC)

Strutture, impianti e sicurezza: ing. Fabrizio Cioppettini – Macerata

Collaboratore per le strutture: ing. Alessandro Monachesi - Macerata

Collaboratore per gli impianti: ing. Alessio Trapé - Macerata

Elaborazione grafica: Bianca Coppari - Macerata

Renderings: geom. Alessandro Tosoroni - Macerata

Direttore dei lavori: ing. Milko Roncato - Vedelago (TV)

Data assegnazione incarico: maggio 2006

Fase di progettazione: progetto preliminare

Numero totale degli utenti: 125

Superficie fondiaria: 9.230 mq

Superficie coperta: 2.400 mq

Superficie verde: 3.104 mq Importo totale dell'opera: 4.500.000 Euro

Scuola secondaria L. Orsini, Imola

L’impegno verso la sostenibilità e la grande cura per gli ambienti interni fanno di questo edificio un modello per la scuola secondaria

Figura 28. Scuola secondaria Orsini, Imola

La nuova scuola secondaria L. Orsini, voluta dall’impegno dell’amministrazione comunale di Imola (Bologna), è nata come modello di edificio ecologico per promuovere la cultura della sostenibilità nell’intera comunità e nei giovani allievi.

Nelle intenzioni della committenza e dei progettisti l’obiettivo prioritario era realizzare un edificio che - oltre a rispondere in maniera ottimale alle esigenze di tipo funzionale - rappresentasse un esempio concreto di applicazione dei principi di ecosostenibilità e biocompatibilità.

Figura 29. A sinistra, il ritmo dei torrini verticali, l'alternarsi delle schermature e le differenze di colore tra i rivestimenti formano un insieme che, con eleganza, compone le facciate e ne muove il profilo.

Figura 30. A destra, il grande atrio centrale a tripla altezza

In particolare, la sostenibilità è stata intesa come valore guida che si attua riconoscendo la complessità dei processi del costruire, e afferisce quindi ad un insieme di fattori che vanno dalla scelta dei materiali alla qualità delle performances energetiche, dalla valutazione dei processi di manutenzione alla flessibilità funzionale interna. Gli ambienti interni sono pensati in modo da ottenere la massimavivibilità e funzionalità attraverso lo studio delle migliori condizioni di illuminazione e di comfort termico e acustico, mentre materiali e rivestimenti compongono un paesaggio cromatico armonioso e dotato dei giusti riferimenti.

L'edificio si può considerare una costruzione ecosostenibile sia dal punto di vista architettonico che impiantistico: l'energia solare, ad esempio, è utilizzata per riscaldare, raffrescare, ventilare, illuminare in modo naturale e produrre energia elettrica.

Figura 31. L'ingresso visto dall'interno. L'accuratezza degli accostamenti cromatici e la scelta dei materiali impiegati valorizzano l'ambiente scuola.

Lo sforzo dell'amministrazione comunale rappresenta un esempio importante anche per la scelta di fare di una scuola secondaria inferiore un modello di sostenibilità ambientale, estendendo gli obiettivi di benessere e qualità della fruizione ad un livello scolastico purtroppo spesso trascurato dal punto di vista della qualità degli spazi e degli ambienti interni.

Di particolare rilievo è anche lo studio condotto per arrivare a definire efficaci e completi sistemi di raffrescamento naturale, evitando costosi impianti di condizionamento e rispondendo ad un problema sempre più diffuso anche nelle scuole.

Tutti i criteri di ecosostenibilità e biocompatibilità sono valutati in base ad un vero ecobilancio, ovvero un'analisi sistematica di prodotti, materiali e processi, sia costruttivi che gestionali. La sostenibilità è interpretata sia con l'applicazione dei criteri che sfruttano il funzionamento 'passivo' dei componenti il fabbricato, sia con l'applicazione di impianti e sistemi 'attivi'.

Di particolare rilievo è anche lo studio condotto per arrivare a definire efficaci e completi sistemi di raffrescamento naturale, evitando costosi impianti di condizionamento e rispondendo ad un problema sempre più diffuso anche nelle scuole.

VETRATE

L’ingresso principale è segnato dalla grande vetrata che risalendo in copertura spartisce in due il fabbricato per tutta la sua lunghezza. La grande vetrata trasparente che attraversa tutto il fabbricato permette l’illuminazione zenitale e comprende un sistema diestrazione dell’aria calda attraverso appositi lucernai.

La captazione della radiazione solare diventa uno strumento compositivo che alterna e distribuisce parti opache e parti vetrate nell’edificio, accompagnando l’integrazione tra l’organismo edilizio e le diverse tecnologie solari adottate.

Figura 32. A destra, ingresso principale.

Figura 33: A sinistra, le schermature alle finestre permettono di dosare l’apporto di luce solare e consentono sia un maggiore risparmio, sia un migliore comfort.

AULE

Le aule sono studiate per ottenere il massimo comfort acustico e luminoso: la scelta di colori tenui, il rivestimento in legno su una delle pareti, i pannelli fonoassorbenti al soffitto contribuiscono a renderle ambienti accoglienti e funzionali. Le finestre offrono comode possibilità di apertura e sono dotate di schermature manovrabili a seconda delle necessità.

Figura 34. A destra, materiali e colori nello spazio di raccordo.

Figura 35. A sinistra, interno di un' aula tecnologici si integrano perfettamente nell'architettura.

Le tinte pastello alle pareti, il legno al naturale dei rivestimenti, le molte superfici vetrate formano un paesaggio cromatico omogeneo e curato, punteggiato dalle macchie di colore arancio presenti sulle porte, su scalini e pianerottoli, sul fascione che sovrasta l'ingresso.

La scelta dei particolari rivela il desiderio di creare per i ragazzi un ambiente esteticamente attraente e ricco di attenzioni per il loro benessere e per le loro attività.

EDUCAZIONE AMBIENTALE

L'impiego di numerose tecnologie per la sostenibilità – molte delle quali lasciate volutamente in vista – vuole essere un'importante dimostrazione educativa nei confronti dei ragazzi e creare in loro la consapevolezza che un ambiente sostenibile è possibile, è un diritto ed un dovere al tempo stesso.

All'interno della struttura sarà realizzato anche un angolo attrezzato per la visione in tempo reale di alcune funzioni impiantistiche dell'edificio attinenti al risparmio energetico ed alla produzione di energia da fonti rinnovabili.

TECNICHE COSTRUTTIVE

Sistemi Passivi

L’edificio è stato complessivamente progettato in modo da sfruttare i sistemi energetici ‘passivi': in modo cioè che i propri elementi costituenti (orientamento, massa, forma, ecc.) lavorino al fine di ottenere risultati ottimali dal punto di vista del comfort e del risparmio energetico.

Per migliorare l’isolamento termico del fabbricato sono stati utilizzati elementi strutturali di partizione orizzontale e componenti vetrati ad elevata inerzia termica. Per i tamponamenti esterni sono stati impiegati pannelli con extra isolamento in fibra minerale.

Il buon funzionamento dei sistemi passivi per la ventilazione naturale notturna e la schermatura diurna della facciata sud sono controllati da un sistema automatico di supervisione.

STRATEGIE ENERGETICHE

Raffrescamento

Per evitare gli alti costi di un impianto di condizionamento sono stati adottati sistemi ‘passivi’ che, con minimo dispendio energetico, garantiscono risultati altrettanto efficaci. In particolare sono stati utilizzati sia il RVS (raffrescamento ventilativo strutturale), sia il RGV (raffrescamento ventilativo geotermico). Quest’ultimo ha previsto la realizzazione di condotti interrati che captando l’aria esterna ne trasferiscono il calore al terreno, raffreddandola prima dell’ingresso in ambiente. In inverno lo stesso sistema è utilizzato per preriscaldare l’aria di ventilazione.

Figura 36. Impianti in parete

COMFORT E SALUTE

Riscaldamento

Gli impianti sono suddivisi in modo che il funzionamento sia consono all'effettivo utilizzo degli ambienti, mentre l'intero edificio è connesso alla rete di teleriscaldamento cittadina per l'integrazione del fabbisogno termico invernale. I collettori solari ad acqua posti in copertura producono acqua calda sanitaria per i bagni e integrano il fabbisogno dei pannelli radianti posti a pavimento, mentre sulla facciata sud è collocata una serie di collettori solari ad aria per il preriscaldamento dell'aria.

Gestione delle acque

Un sistema di recupero dell'acqua piovana ne consente l'utilizzo per l'alimentazione delle cassette di scarico dei wc in tutti i servizi igienici ai vari piani.

Comfort acustico

Il rivestimento in doghe di legno alternate, funzionale all'abbattimento acustico, è
presente in molti punti della scuola: nelle aule – dove copre una delle pareti – in alcuni parapetti, sulla parete di appoggio delle scale. Ai soffitti sono applicati pannelli fonoassorbenti.

Luce naturale

La presenza di ampissime vetrate fa della scuola un luogo dove in ogni momento del giorno si può avvertire la presenza ed il variare della luce solare. Luce artificiale. Il progetto ha compreso l'adozione di fotosensori per il controllo del livello di illuminazione in ambiente.
Il sistema di illuminazione si avvale di un rilevatore di presenza per il controllo delle accensioni dei corpi illuminanti e di un dispositivo di variazione del flusso luminosoin relazione al livello di presenza di luce naturale.

REFERENZE

Ubicazione: via Vivaldi 76, Imola
Committente: Amministrazione Comunale di Imola
Progetto: arch. Andrea Dal Fiume (Resp. Settore Opere Pubbliche Comune di Imola)
Progettazione: Inizio Lavori: Fine Lavori:
Preliminare 2003 - Esecutiva 2006 aprile 2007 dicembre 2008
Costo complessivo dell'Opera: 12.700.000 euro

Scuola dell'Infanzia e Asilo Nido, Nonantola (Modena)

Figura 37. Scuola dell'Infanzia e Asilo Nido, Nonantola

Formata da un Asilo Nido a due sezioni e da una Scuola dell'Infanzia a tre sezioni, la nuova scuola di Nonantola è un fabbricato di forma compatta attraversato dagli spazi comuni: le 'piazze' delle rispettive scuole, elementi centrali e generatori del progetto.

Attraverso le 'piazze', aperte con grandi vetrate su un piccolo giardino interno che porta aria e luce naturale, vengono messi in comunicazione visiva gli spazi del Nido e della Scuola dell'Infanzia, disposti nei lati est e ovest. Sulle 'piazze' si aprono tutti gli ambienti destinati alla didattica, mentre una terza struttura, gode di un accesso autonomo dall'esterno che ne permette la funzione in orari liberi

Riconoscendo in primo luogo l'importanza dell'ambiente come fondamentale elemento pedagogico nell'avventura dell'apprendimento, il progetto si pone l'obiettivo di realizzare uno spazio in grado di supportare i processi cognitivi ed i percorsi di crescita dei bambini da 1 a 6 anni.

Per far ciò, oltre all'attenta distribuzione degli spazi, sceglie di utilizzare un linguaggio contemporaneo e innovativo, particolarmente attento alla fruizione percettiva, realizzando un insieme di spazi capaci di emozionare e di parlare alle sensorialità e indicando al contempo nuove soluzioni per gli ambienti destinati alla prima infanzia.

Lo studio del paesaggio materico, cromatico e luminoso è una componente essenziale del progetto, che mira a creare un ambiente-laboratorio stimolante e aperto a molte interpretazioni da parte dei bambini. La coerenza ai principi di eco-sostenibilità e bio-compatibilità è stato l'altro obiettivo cardine del progetto, interpretato come attenzione al contesto climatico, alla salubrità dell'ambiente ed alle prestazioni energetiche.

Questo impegno ha portato a numerose soluzioni che diventano a volte direttamente percepibili, come il foro che lascia vedere il pacchetto della muratura, la vasca di accumulo dell'acqua meteorica usata per gli sciacquoni dei wc, il grigliato della facciata principale che sostiene il rampicante per la schermatura solare.

Figura 38. Pianta

Figura 39. La 'piazza' del Nido

LUCE E CROMATISMI

La scuola offre un'immagine contemporanea e priva delle consuete connotazioni degli ambienti per l'infanzia. Gli spazi sono definiti attraverso campiture colorate sule pareti, originali corpi illuminanti, arredi morbidi e polifunzionali.
Le diverse sorgenti (incandescenti, fluorescenti, alogene, ecc.) e i diversi corpi illuminanti costruiscono un paesaggio luminoso ricco e stimolante, che varia in base alla capacità di generare ombre,di restare fedele alla resa cromatica, di emettere luce diffusa o concentrata.

Allontanandosi decisamente dalla tradizionale immagine dominata dai colori primari (rosso-giallo-blu), l'ambiente è caratterizzato dalla presenza di colori complementari: a bassa saturazione per le superfici più ampie, a saturazione maggiore per gli arredi. Solo al paesaggio degli oggetti e della comunicazione sono riservati i colori più accesi.
La varietà cromatica è comunque ampia e si estende a molte sfumature, sempre bilanciandole: non troppi intorni cromatici nello stesso luogo, bassa saturazione se c'è l'utilizzo di molte tinte, saturazione del colore inversamente proporzionale alla superficie occupata (per vaste superfici saturazione bassa, per piccole superfici saturazione anche alta).

Le tinte sono accostate tono su tono o in contrapposizione tra loro con l'accortezza di limitare il numero di colori percepibili nello stesso colpo d'occhio. La luce è attentamente studiata come elemento di progetto. La luce artificiale, in particolare, è interpretata valorizzandone la complessità, in modo da offrire soluzioni diversificate e distinguibili: ad esempio angoli con luce calda e ombre nette per creare un effetto di protezione, zone con luce bassa e penombra, zone con luce forte in grado di ravvivare i colori.

MATERIALI

Gli arredi destinati ai bambini, ad eccezione di tavoli e sedie, sono prevalentemente morbidi e polifunzionali, privi delle connotazioni iconografiche tradizionalmente attribuite a questi materiali. Nei pavimenti, rivestimenti e finiture sono stati scelti materiali con diverse caratteristiche, in modo da comporre un paesaggio materico capace di offrire un insieme di differenze.

Figura 40. Arredi nella piazza della Scuola dell'Infanzia

ATELIER

Al centro del fabbricato un giardino a cielo aperto porta luce e aria alle piazze del Nido e della Scuola dell'Infanzia, che si guardano attraverso le pareti vetrate a tutta altezza. Pavimentato con ciottoli bianchi, il piccolo giardino rende manifesto il variare delle stagioni e delle condizioni atmosferiche esterne ed ospita arbusti di bambù.

L'Atelier è uno spazio cerniera, collocato al centro della struttura e utilizzabile da entrambe le scuole. L'accesso diretto dall'esterno lo rende disponibile anche durante gli orari non scolastici: la sera, nel week-end o nel periodo estivo.

Questa scelta rappresenta e sottolinea il ruolo importante che il progetto ha attribuito all'atelier ed alle attività espressive nell'apprendimento per i bambini da 1 a 6 anni.

TECNICHE COSTRUTTIVE

Fondazioni

È stato ridotto al minimo l'uso del cemento e del ferro, che troviamo solo nel calcestruzzo armato di fondazione. Anche in questo caso, comunque, è stato impiegato cemento proveniente da lavorazioni che non utilizzano sostanze estranee e/o scarti industriali, quali ad esempio scorie siderurgiche.

L'acciaio impiegato è a bassa conduttività elettromagnetica (acciaio austenitico).

Muratura portante

È realizzata con blocchi semipieni di laterizio microporizzato con farina di legno.

Copertura

La struttura di copertura è in legno lamellare.

STRATEGIE ENERGETICHE

Orientamento

L'esposizione privilegia l'insolazione diretta delle sezioni, localizzate a est e ovest.

Gli spazi comuni, come la piazza e le aree mensa, sono posti nella parte centrale della struttura, mentre servizi, lavanderie e depositi, che necessitano di un minor apporto termico perché utilizzati solo per brevi periodi, sono collocati nella zona nord. Contenimento dispersioni termiche

L'edificio è caratterizzato da una forma compatta che consente il contenimento delle dispersioni di calore verso l'esterno. Le murature presentano diverse tipologie a seconda della loro esposizione: a sud è impiegato termolaterizio con termointonaco, mentre gli altri lati sono costituiti da un doppio strato di termo laterizio separato da isolante di sughero. I serramenti utilizzati sono ad alta resistenza termica.

Ventilazione naturale

Il sistema della ventilazione naturale trasversale è regolato dalla presenza di lucernai e finestre.

Figura 41. Il grigliato sul fronte sud, dove verrà fatto crescere un rampicante a foglia caduca per l'ombreggiamento estivo.

Ombreggiamento

Un grigliato metallico, che serve anche come sistema portante della copertura, verrà ricoperto da rampicanti a foglia caduca, per consentire l'ombreggiamento della parete sud nel periodo estivo. Per i lati est ed ovest, l'aggetto del porticato è stato ideato in modo da consentire la schermatura alle pareti finestrate in primavera ed estate.

Gestione delle acque

L’acqua meteorica proveniente dalla copertura è raccolta da una vasca di 65 mc, equipaggiata con pompa sommersa e idoneo filtro che la convoglia verso una piccola autoclave ubicata all’interno del locale tecnico del nido. Dall’autoclave un impianto duale distribuisce l’acqua alle varie cassette w.c. In caso di livello insufficiente delle acque piovane nel serbatoio, apposite elettrovalvole consentono il riempimento delle cassette con acqua potabile.

Sono stati inoltre previsti sanitari con il doppio tasto di scarico e sistemi frangi getto già incorporati nella rubinetteria, sia per i bagni che per le cucine. Sistemi di riscaldamento passivi. L’atelier, con la grande vetrata della facciata sud, funziona come una serra: la radiazione solare, attraverso la superficie trasparente, penetra nell’ambiente, incide sul pavimento che costituisce la massa di accumulo, viene in parte assorbita e convertita in calore. Un opportuno aggetto della copertura impedisce l’ingresso della radiazione nel periodo estivo, evitando problemi di surriscaldamento.

Riscaldamento

L’impianto di riscaldamento, a bassa temperatura, è realizzato con pannelli a pavimento: l'intera struttura è predisposta per l'allacciamento ad un impianto di cogenerazione di quartiere che mediante uno scambiatore di calore di potenzialità termica pari a 100kw sarà collegato ad una rete di teleriscaldamento.

COMFORT E SALUTE

Materiali

Dove possibile, sono stati preferiti i materiali certificati dal marchio Ecolabel o equivalenti. Nei casi in cui i materiali derivati dalla sintesi petrolchimica si siano rivelati insostituibili (rete Tenax in polipropilene, Tyvek in polietilene), sono stati selezionati quelli non contenenti P.V.C, in quanto ritenuto non adatto alla salute.

Finiture

Nella muratura del lato sud è stato realizzato un termointonaco per aumentare la

coibentazione della parete con finitura a calce; nelle murature restanti e nelle pareti interne è stato applicato un intonaco a base di calce idraulica naturale. La ceramica utilizzata è certificata Ecolabel.

Isolanti

Sono stati utilizzati esclusivamente isolanti ecocompatibili (pannelli di sughero per le murature, fibre di kenaf per la copertura).

REFERENZE

Struttura per 120 bambini da 1 a 6 anni, con 3 sezioni di scuola dell'Infanzia e 2 sezioni di Asilo Nido.

Ubicazione: la struttura è situata all'interno di due comparti: uno pubblico (BIOPEP) e uno privato (S. Francesco), nel Comune di Nonantola, Modena.

Studio Architettura e Urbanistica: arch.Francesca Sorricaro, arch. Rita Stacchezzini; ZPZ e design Partners: arch. Michele Zini;

arch. Mattia Parmiggiani; arch. Claudia Zoboli; arch.Sara Michelini designer Sara Callioni.

Superficie coperta 1.830 mq.

Inizio lavori: marzo 2006

Fine lavori: settembre 2007

Scuola primaria e dell'infanzia, Fabbriche di Vallico (Lucca)

Figura 42. Scuola primaria e dell'infanzia, Lucca

La nuova scuola primaria e dell'infanzia di Fabbriche di Vallico (Lucca), realizzata interamente in legno, nasce come risposta alla necessità dell'adeguamento del patrimonio edilizio scolastico alle normative antisismiche, non essendo possibile sistemare a norma la vecchia struttura.

Da questo punto di partenza, però, il progetto per la nuova scuola ha saputo sviluppare un forte valore aggiunto: la ricerca della qualità come risposta ai requisiti pedagogici ed ai requisiti di eco sostenibilità e biocompatibilità. Un altro fattore, di tipo metodologico, rende questa esperienza particolarmente interessante: l'edificio scolastico è il risultato di un lavoro comune e coordinato che ha visto la partecipazione dell'ente locale, dei progettisti, dei consulenti , della dirigente

scolastica e delle docenti. Il risultato viene quindi da una visione d'insieme, condivisa e partecipata tra tutti i protagonisti del processo. Nella definizione del progetto ha avuto rilievo centrale la partecipazione della scuola al progetto Senza Zaino, una proposta pedagogica che prende spunto dall'invito ad eliminare lo zaino per indicare la strada di un generale rinnovamento nella

scuola primaria e dell'infanzia, secondo una visione globale e sistemica che vuole promuovere autonomia, partecipazione e responsabilità. Il disegno finale, unitamente al progetto degli arredi, è stato elaborato in coerenza con i principi del Senza Zaino: questo ha significato, ad esempio, dare particolare ampiezza allo spazio aula, o anche caratterizzare ogni ambiente attraverso il colore. La scuola di Vallico è stata selezionata per un progetto regionale che prevede l'installazione della Lavagna Interattiva Multimediale (LIM) all'interno delle aule scolastiche, occasione per sperimentare appieno nuovi modelli didattici all'interno di nuovi modelli di spazio. La struttura in legno, diventando visibile, dà un aspetto esteticamente attraente alla copertura degli ambienti interni.

Dal punto di vista della sostenibilità ambientale l'approccio metodologico del progetto architettonico e strutturale si ispira alle Linee guida per la valutazione della qualità energetica ed ambientale degli edifici in Toscana (Delibera della G.R. n.322 del 28/02/2005) con riferimento anche al metodo di calcolo sviluppato dall'agenzia Casaclima.

La scelta di impiegare una struttura in legno ha permesso di ottimizzare i tempi di costruzione, offrendo anche un elevato grado di sicurezza sismica, mentre la coerenza con i principi della sostenibilità del costruire si evidenzia ad esempio nell'obiettivo del massimo comfort abitativo, del risparmio energetico e del minimo impatto ambientale nelle fasi di costruzione ed esercizio.

TECNICHE COSTRUTTIVE

Oltre alla riduzione dei tempi di esecuzione ed alla sicurezza sismica, la struttura in legno offre altri vantaggi, come l'elevata permeabilità delle pareti, che rende la struttura traspirante e salubre migliorando la qualità dell'aria all'interno dell'edificio. La scuola è realizzata interamente con strutture lignee: legno lamellare per le travi curve di copertura, legno massiccio per i telai delle pareti, pannelli di compensato strutturale per i tamponamenti verticali.

Figura 43. A sinistra Impianti posizionati all'esterno, sul lato nord.

Figura 44. A destra Stesura delle tubazioni per l'impianto di riscaldamento

Coibentazione

Oltre ad un buon isolamento termico rispetto al freddo, l'edificio assicura anche una buona protezione rispetto al surriscaldamento estivo, grazie ad un'idonea composizione delle pareti esterne portanti e dei solai.

Riscaldamento

Coerentemente con l'impostazione del progetto di minimizzare l'impatto ambientale in fase di gestione, è stato scelto un impianto di riscaldamento a pavimento, a bassa temperatura.

Attraverso le soluzioni costruttive e impiantistiche adottate è stato possibile ottenere un risparmio dell'energia impiegata di circa il 20% in meno rispetto a quella impiegata in un edificio analogo con costruzione tradizionale in latero-cemento.

Questo permetterà agli utenti di ottenere un notevole risparmio sulle spese di riscaldamento.

COMFORT E SALUTE

Infissi

Anche per gli infissi è stato scelto legno trattato al naturale, materiale che contribuisce a dare alle aule un aspetto accogliente e caldo.

Illuminazione

Oltre all'abbondante luce naturale, ottenuta grazie all'esposizione a sud-est, le aule possono contare su un'adeguata illuminazione artificiale, di tipo antiabbagliante.

Materiali

In tutto il progetto è stato preferito l'uso di materiali naturali, per ottenere il massimo comfort.

REFERENZE

Struttura per circa 45 alunni

Ubicazione: Località Isola, Comune di Fabbriche di Vallico (Lucca)

Responsabile Unico del procedimento: geom. Antonio Miniati

Progetto architettonico: arch. Massimiliano Casu

Progetto strutturale: ing. Maurizio Martinelli

Consulenza al progetto architettonico: arch. Maria Grazia Mura; dott. Marco Orsi

Durata lavori: 2007-2009

Scuola dell'infanzia, Romeno (Trento)

Nata da una progettazione condivisa con i docenti, la scuola di Romeno è una struttura innovativa, un'architettura risolta con competenza ecologica e arricchita da molti e preziosi materiali naturali.

Figura 45. Scuola dell'infanzia, Romeno

La nuova scuola dell'infanzia di Romeno, comune dell'Alta val di Non, in provincia di Trento, nasce come intervento partecipato, frutto della stretta collaborazione tra progettisti e docenti. Il processo progettuale si è evoluto rispecchiando le molte e complesse esigenze di bambini e insegnanti, che hanno trovato modo di esprimersi nel lavoro condiviso.

Il progetto è interpretato in un'ottica di complessità, che si esprime non solo nella struttura di forma non tradizionale, ma soprattutto nella proposta di uno spazio multiforme, trasformabile e molto ricco dal punto di vista sensoriale. L'edificio si distingue per la presenza dei materiali naturali - utilizzati per la struttura, i rivestimenti e gli arredi - che caratterizzano le innovative volumetrie e vengono reinterpretati, soprattutto negli interni, con raffinati trattamenti artigianali. Tra i materiali è presente soprattutto il legno, che riprende la tradizione locale, impiegato nei rivestimenti e negli arredi e finito con prodotti ecologici e trasparenti che ne lasciano intatta la texture originale; o il marmorino impiegato per il rivestimento della grande parete della sala, offre tutta la ricchezza tattile e visiva della sua superficie materica e vibrante. Dall'esterno l'edificio denuncia la sua particolarità attraverso la sagoma irregolare e la colorazione azzurra sul tavolato in legno di rivestimento.

All’interno materiali, colori e trasparenze caratterizzano l’ambiente rivelando una molteplicità di episodi da incontrare e da scoprire, e componendo un insieme unico e invitante.

Figura 46. Fronte nord.

Figura 47. Le grandi vetrate contribuiscono al comfort interno.

Lo spazio genera attività e relazioni: contiene i segni del lavoro dei bambini e propone soluzioni particolari come la scala-gioco in aula o lo spazio teatro, dove la grande vetrata fa da sfondo alle diverse scenografie. Le scelte architettoniche e tecnologiche sono ispirate a un concetto di ecologia attento alla vivibilità degli ambienti (luce, materiali, colori, sonorità) così come al risparmio energetico, portando ad una consistente riduzione del fabbisogno necessario.

SOLUZIONI INNOVATIVE

Figura 48. Nel salone.

Figura 49. Il soppalco al piano superiore.

Il processo di progettazione condivisa e l'attenzione alle esigenze pedagogiche hanno portato a diverse soluzioni innovative e originali, nate dal lavoro tra progettisti e docenti. Il rialzamento dell'ultima parte della sala comune, ad esempio, ha permesso di creare una zona teatro, chiusa dalla grande vetrata, un 'fondale' che mostra ilsuccedersi delle stagioni. Un locale adiacente serve da camerino per i travestimenti dei bambini.

Alcuni soppalchi hanno accesso anche dal corridoio: questo offre la possibilità di un uso diversificato, ad esempio come biblioteca autogestita dai bambini.

Al piano superiore si trovano anche le due serre, ambienti particolari per luminosità e calore, dotati di acqua corrente e utilizzati anche per coltivazioni e per esperimenti con acqua.

TECNICHE COSTRUTTIVE

La struttura dei due piani fuori terra è in legno di abete lamellare, così come la copertura, mentre per i rivestimenti interni delle pareti sono stati utilizzati prevalentemente pannelli in multistrato di faggio e abete, finiti con olio naturale.

Figura 50. Rivestimenti esterni

La muratura centrale – che funziona anche come massa di accumulo termico - è realizzata in laterizi intonacati a calce naturale e finiti con marmorino in varie colorazioni.

Il piano seminterrato, realizzato in calcestruzzo con tecniche tradizionali, protegge dall'umidità la struttura sovrastante.

STRATEGIE ENERGETICHE

La riduzione del 40% dei consumi energetici è ottenuta attraverso una forte coibentazione e tramite lo sfruttamento passivo dell'energia solare dato dalla presenza delle serre e delle vetrate.

Sistemi passivi

Le vetrate aperte verso sud garantiscono un buon guadagno termico nei mesi invernali. Nel periodo estivo sono schermate da lamelle in legno trattato al naturale, disposte opportunamente.

Riscaldamento e acqua calda sanitaria

Per il riscaldamento e la produzione di acqua calda sanitaria è utilizzata una caldaia a condensazione alimentata sia apelletsche acippato. Il sistema di riscaldamento è apannelli a pavimento.

Figura 51. Particolari del lato sud

Figura 52. Particolari del lato sud

COMFORT E SALUTE

Pavimentazioni

Le aule e le varie sale di attività sono pavimentate in linoleum, mentre nelle zone comuni è utilizzato legno di faggio crudo trattato con oli naturali.

Infissi

Le grandi vetrate poste a sud sono ordite con struttura e telaio in alluminio, gli altri infissi sono in legno di abete lamellare con finitura a smalto all'acqua colore arancio. Illuminazione naturale

L'ampia superficie vetrata assicura un abbondante apporto di luce naturale in tutti gli ambienti interni.

Figura 53. Pavimento in faggio nel soppalco

Figura 54. Schermature solari.

Comfort acustico

I soffitti in legno fonoassorbente garantiscono l'abbattimento acustico.

Materiali

La scelta di materiali biocompatibili ha interessato tutto il progetto. La maggior parte degli arredi, ad esempio, è realizzata con legno derivante da boschi sfruttati con criteri ecologici e trattata con prodotti naturali.

REFERENZE

Scuole dell'infanzia a tre sezioni

Ubicazione: via Luigi Rosati 1, Romeno, Trento.

Comittente: Comune di Romeno (Trento)

Progetto architettonico: arch. Giovanni Berti e Monica Fondriest, Fondo (TN)

Superficie utile: circa 920 mq

Superficie verde: 1.085 mq

Costo: 2.058.00 Euro

Inizio lavori: novembre 2002

Fine lavori: aprile 2004

Scuola Media R. Fucini, Roma

L'intervento di manutenzione in questa scuola si è decisamente orientato verso la sperimentazione di tecnologie ecosostenibili, al punto da far diventare l'edificio una sorta di Laboratorio di Educazione Ambientale Permanente.

Le Aule

Nelle aule è stato effettuato un intervento sperimentale, monitorato dall'ENEA, finalizzato a ottimizzare il calore, la luce, ed il ricambio dell'aria. Il progetto ha previsto la sostituzione dei vecchi infissi degradati con nuovi infissi a taglio termico, corredati da vetri basso emissivi.

Il ricambio dell'aria interna è assicurato da prese d'aria comandate da un sistema

computerizzato, che attraverso un centralina posta nell'aula monitorizza la quantità di CO_2 e la temperatura dell'aria e di conseguenza regola l'apertura digriglie per l'areazione poste sui vetri esterni. Anche l'orientamento delle lamelle frangisole in alluminio, poste all'esterno, è regolato in modo da ottimizzare l'ingresso di aria e calore.

La Biblioteca

Qui è stato realizzato un impianto di ventilazione naturale e climatizzazione passiva che, captando l'aria dall'esterno, la fa passare entro lunghi tubi interrati in modo da farle raggiungere la temperatura di comfort, per poi immetterla dentro la stanza. L'aria viziata in uscita passa attraverso bocchette collocate sul soffitto, che la convogliano verso il camino solare posto in copertura.

La Palestra

Il vasto ambiente della palestra è stato dotato di un impianto di ventilazione naturale e climatizzazione passiva, che permette il continuo ricambio dell'aria grazie a numerose prese distribuite in modo da attivare un continuo ricambio senza disturbare gli utenti.

Il Camino Solare

Un grande camino solare, posto in copertura, capta l'aria calda in uscita dalla palestra e dalla biblioteca e la espelle fuori, permettendo così l'ingresso nei locali di nuova aria pulita dall'esterno.

Figura 55. Il camino solare

Figura 56. Interno del camino solare

Scuola 'Marconi', Firenze

La scuola Marconi, edificata originariamente negli anni ‘60, è stata oggetto di un radicale intervento di ristrutturazione, concluso nel 2005, dove sono state introdotte soluzioni esemplari per quanto riguarda il risparmio energetico, l’uso di fonti rinnovabili, la qualità delle emissioni, il risparmio di risorse idriche.

Oltre al completo adeguamento ambientale, ispirato a standard più alti di quelli indicati dalla normativa vigente, l’intervento ha perseguito anche il valore della biocompatibilità. Per rendere la scuola un luogo vivibile sono state accolte - come obiettivi speciali - le richieste portate avanti da bambini, genitori e insegnanti in merito alla distribuzione degli spazi ed alla scelta di forme, colori e materiali.

L’ampiezza degli obiettivi non ha impedito di contenere i costi: pur con l’impiego di numerose tecnologie bioedili la spesa totale è stata inferiore a 1200 euro al metro quadro, largamente minore del prezzo corrente anche grazie all’ampiezza dell’intervento, che ha spalmato le spese su 4500 mq di superficie coperta.

La richiesta di una ambiente accogliente, ad esempio, è stata tradotta nello studio accurato della luminosità degli interni ed associata sia al risparmio ottenuto tramite sensori applicati ai corpi illuminanti sia alla produzione di energia elettrica tramite il fotovoltaico.

INSEGNARE L'ECOLOGIA

Tutto l'investimento fatto dal progetto nei termini di ecosostenibilità ha un obiettivo didattico e trasmette un messaggio preciso ai bambini e attraverso di loro ai genitori: mostrare come sia possibile costruire ed abitare in modo diverso.

mostrare come sia possibile costruire ed abitare in modo diverso.

Figura 57. Nella mensa una serie di pannelli a scopo didattico dà notizia in tempo reale della produzione di corrente elettrica da parte della batteria di pannelli fotovoltaici. La scuola ha ottenuto un 'conto energia': quella prodotta e non consumata viene in parte rimborsata.

Il complesso è dotato di impianti per ridurre i consumi, utilizzare il più possibile risorse rinnovabili e ridurre gli inquinamenti, e l'edificio stesso diventa un'occasione per attuare e dimostrare questi tre concetti basilari della ecosostenibilità. Oltre al premio ecoefficienza vinto nel 2005 la scuola Marconi si sta avviando ad ottenere la certificazione ISO 14001, un programma che prevede una serie di obiettivi che richiedono la partecipazione di tutti gli attori della scuola.

La ISO 14001 (LINK) - studiando i comportamenti - permette di individuare i processi che sono all'interno della scuola, di focalizzare gli elementi che portano agli sprechi e di stabilire le ottimizzazioni e le relative contromisure, per portare quindi ad un risparmio sui consumi.

L'edificio ristrutturato con criteri ecosostenibili educa e spinge verso la modifica dei comportamenti e delle abitudini e cambia il livello di consapevolezza.

PARTECIPAZIONE

Il contributo fondamentale del mondo della scuola è stato quello di lanciare idee eproposte, recepite dai progettisti come obiettivi speciali: la scelta e la distribuzione delle varie funzioni, la caratterizzazione degli spazi attraverso forme, colori e materiali, la vivibilità perseguita attraverso la cura per l'acustica, l'illuminazione, la leggibilità degli spazi.

In fase esecutiva sono state interpellate le rappresentanze di tutte le parti coinvolte nell'intervento: insegnanti, genitori, direzione didattica e personale di servizio

Altri scambi sono avvenuti nella presentazione pubblica del progetto, mentre in corso d'opera una commissione di genitori ha seguito in particolare molte scelte operative con visite ripetute in cantiere.

TECNICHE COSTRUTTIVE

Risparmio energetico

Per risparmiare energia termica l'edificio si avvale di un sistema passivo: un isolamento termico a cappotto che prevede oltre all'isolante una contro parete esterna in alluminio separata da una lamina d'aria (parete ventilata). La posizione dell'isolante fa sì che il punto di condensa rimanga esterno agli ambienti

La parete di alluminio in estate viene scaldata dai raggi solari e l'alzarsi della temperatura muove l'aria dell'intercapedine interna verso l'alto creando un effetto camino che porta via il calore e rinfresca la parete a contatto con gli ambienti interni. In inverno la parete di alluminio ripara dall'effetto di lavaggio

e dispersione termica causato dal vento sulle pareti.

La parete ventilata evita la necessità dell'impianto di condizionamento in tutta la scuola con evidenti risparmi sui costi di gestione. Tutto è stato progettato anche in funzione di avere i minimi livelli manutentivi.

Gli impianti sono controllati a distanza tramite una stazione di monitoraggio.

STRATEGIE ENERGETICHE

Produzione di energia da fonti rinnovabili

Il costo dell'impianto è stato di circa 60.000 euro, ammortizzabili in circa 10 anni. L'energia prodotta a non consumata viene immessa in rete e monetizzata attraverso un 'conto energia'. I pannelli solari sono utilizzati per l'acqua calda sanitaria e coprono completamente i fabbisogni della palestra da maggio a ottobre, compreso anche l'utilizzo extra scolastico.

Riscaldamento

Per il riscaldamento è stata scelta una caldaia a ciclo continuo e a basso consumo, che permette di tenere l'acqua a bassa temperatura e recuperare i calori dicondensazione. Tutti i corpi radianti hanno una valvola termostatica che permette di regolare la temperatura ed eventualmente escluderne alcuni quando localmente il calore è eccessivo.

Gestione delle acque

È uno dei punti di forza del progetto, con la realizzazione di cisterne per circa 70.000 litri in grado di raccogliere le acque piovane delle coperture, che vengono poi ripompate per gli usi non potabili, gli sciacquoni dei bagni e l'irrigazione.

Nonostante un costo iniziale maggiorato per il doppio impianto, il sistema consente notevolirisparmi: sia in relazione ai costi di consumo, sia nei confronti dell'ente erogatore, rispetto all'emungimento dalla falda e al trattamento dell'acqua.

Un’intera falda della copertura della palestra è rivestita da pannelli fotovoltaici, per un totale di circa 300 mq.

COMFORT E SALUTE

Illuminazione artificiale

Nelle aule i corpi illuminanti hanno un rilevatore di luminosità predisposto in modo che sul piano di lavoro ci siano 400 lux nella condizioni di massima oscurità esterna. Via via che si alza il livello di luminosità esterna la luce si abbassa mantenendo però sempre il livello di 400 lux sul piano di lavoro.

Le lavagne sono dotate di lampade per il lavaggio luminoso.

I sensori leggono automaticamente la quantità di luce naturale proveniente dalle finestre, regolando il flusso luminoso in modo da dare sempre la prevalenza alla luce naturale.

Illuminazione naturale

Tutti gli ambienti sono stati rivitalizzati dall’apporto di luce naturale previsto dal progetto grazie a finestre molto più ampie, a finiture di colori chiari, al recupero della funzione della chiostrina, che grazie alla totale apertura vetrata riesce a portare luce negli ambienti interni al piano terra. Il grande ambiente vetrato della nuova mensa è totalmente schermato da lamelle frangisole, per evitare il surriscaldamento. Anche le aule esposte a sud hanno ilbrise soleil.

Comfort acustico

Per evitare al trasmissione sonora da calpestio in tutti i piani e in tutte le aule è stato impiegato uno strato di sughero nei pavimenti. Per abbattere il riverbero all’interno degli ambienti è stato posizionato uncontrosoffitto fonoassorbente in tutta la scuola. La nuova mensa è divisa in 4 zone per abbattere i livelli di disturbo acustico

Ventilazione naturale

Per favorire il naturale ricambio dell'aria le finestre sono dotate di un dispositivo adanta ribalta. Per motivi di sicurezza l'anta si apre solo parzialmente, evitando la possibilità di affacciarsi.

Impianto elettrico

Pur trattandosi di valori piuttosto bassi, per abbattere le emissioni elettromagnetiche sono stati impiegate canalette metalliche, che offrono una schermatura più efficace rispetto a quelle di plastica.

Palazzina Scolastica, Montelupo Fiorentino, Firenze

Educazione ambientale attraverso l'architettura

La palazzina realizzata nel 2007 dal comune di Montelupo Fiorentino a completamento del nuovo Polo Scolastico di Primaria e Media, rappresenta un esempio di costruzione improntata ai principi della sostenibilità che vuole diventare una reale occasione per insegnare, praticare e verificare cosa significa educazione ambientale

Figura 58. La pensilina davanti all'ingresso

Figura 59. I frangisole in legno, posti nel lato sud, permettono l'insolazione nei mesi invernali e impediscono il surriscaldamento nei mesi estivi

Lo sforzo progettuale, sostenuto interamente all'interno dell'amministrazione, ha avuto come parametro valutativo le Linee guida per la valutazione della qualità energetica ed ambientale degli edifici in Toscana, che assegnano agli edifici un punteggio in base a più aspetti 1. Qualità ambientale esterna, 2. Risparmio di Risorse, 3. Carichi Ambientali, 4. Qualità Ambiente Interno, 5. Qualità del Servizio, 6. Qualità della gestione, 7. Trasporti).

La palazzina ha inoltre ottenuto il massimo della classificazione da parte

dell'Agenzia CasaClima, che ne ha premiato le prestazioni energetiche tenendo conto dell'isolamento termico, del rapporto con le geometrie solari e dello sfruttamento di impianti a fonti rinnovabili.

L'aspettoeducativonon si limita all'aver mostrato come sia possibile realizzare un edificio ecosostenibile: grazie alla collaborazione tra Scuola e Amministrazione i ragazzi parteciperanno, insieme ai tecnici, almonitoraggio periodico delle prestazioni energetiche dell'edificio.

INTERNI

Uno studio attento delle condizioni di illuminazione del sito ha portato alla scelta, inconsueta ma efficace, di posizionare le aule sul fronte nord, in modo da sfruttare l'albedo, ovvero la luce riflessa, ed evitare problemi di abbagliamento. La luce solare diretta colpisce i corridoi, esposti a sud, e da qui, attraverso una sequenza di vetrate alte, arriva nelle aule senza disturbare la concentrazione, evitando cioè di colpire direttamente il piano dei tavoli. Oltre alle aule curricolari, la palazzina comprende una palestra, una mensa, ed alcune aule speciali, tra cui l'aula di musica.

Per le finiture degli interni sono stati utilizzati materiali certificati come biocompatibili.

EDUCAZIONE AMBIENTALE

Figura 60. Pannelli solari in copertura.

Figura 61. Particolare del lato ovest.

L’edificio-scuola rappresenta un esempio concreto di educazione all’ambiente ed è diventato occasione per costruire numerose proposte formative.

DOMOTICA

Nell’atrio è collocato un piccolo schermo che rende visibile ai ragazzi la regolazione di alcune funzioni impiantistiche, come ad esempio l’apporto energetico dei pannelli solari.

STRATEGIE ENERGETICHE

Sistemi passivi

La posizione dell’edificio e la disposizione distributiva interna sono stati pensati in relazione alle geometrie solari, in modo da ottenere il migliore comfort e la massima efficienza energetica. I corridoi, collocati sul lato sud, sono dotati di ampie finestrature per sfruttare l’effetto serranel periodo invernale, e protetti dal surriscaldamento estivo da una pensilina studiata sulla base dell’inclinazione dei raggi solari.

La coibentazione termica è stata pensata per ottenere il massimo risparmio energetico.

Produzione di energia da fonti rinnovabili

L’impiego dei pannelli solari consente un notevole risparmio: coprono infatti tutto il fabbisogno di acqua calda sanitaria ed il 30% dei consumi per il riscaldamento.

Riscaldamento

È realizzato tramite pannelli radianti a pavimento. Richiedendo basse temperature di esercizio, l’impianto funziona per il 30% grazie all’acqua calda prodotta dai pannelli solari.

Gestione delle acque

Una grande cisterna interrata permette di raccogliere le acque piovane, che vengono poi canalizzate tramite una rete duale, e distribuite alle cassette sciacquatrici dei servizi igienici. Le eccedenze vengono invece utilizzate per l'irrigazione del giardino.

COMFORT E SALUTE

Illuminazione artificiale

Grazie a speciali sensori i corpi illuminanti distribuiti nelle aule integrano la luce solare regolando l'intensità a seconda della necessità del momento.
Attraverso l'utilizzo di sensori che rilevano l'intensità della luce naturale e la presenza di persone l'impianto emette un illuminazione graduale sufficiente ad integrare quella solare.

Comfort acustico

I sistemi di isolamento sono studiati in modo da garantire anche il comfort acustico, mentre i controsoffitti fonoassorbenti portano i tempi di riverberazione a valori più efficaci di quelli standard.

Ventilazione

L'impianto di ventilazione garantisce il ricambio d'aria ed il mantenimento dell'umidità relativa indoor intorno al valore di comfort del 50%.

Materiali

Oltre alla ricerca di materiali certificati come biocompatibili, è stato sperimentato l'uso di trattamenti speciali per le tinteggiature ed i rivestimenti interni. Le superfici così trattate, se poste in corrette condizioni di illuminazione, hanno la capacità di reagire con alcune componenti presenti in aria, e quindi contribuire al miglioramento della qualità dell'aria stessa.

Scuola 'Maria Garagnani', Bologna

Occorre saper educare in modo da rimuovere gli ostacoli fisici e animici che si frappongono a quanto di nuovo, grazie ad un ordinamento divino, penetra in ogni epoca nel mondo per mezzo dei bambini; bisogna far sì che i propri allievi vivano in un ambiente in cui il loro spirito possa affrontare la vita in piena libertà ..' (Rudolf Steiner)

Figura 62.Vista del complesso dal lato est con, in bianco, gli ampliamenti previsti. In primo piano l'ingresso.

La scuola Waldorf Maria Garagnani di Bologna, ultimata nel 2001, è un'architettura che interpreta alcune indicazioni della pedagogia steineriana traducendole in scelte volumetriche e formali. Il complesso è stato progettato per accogliere complessivamente 200 bambini tra i 3 ed i 14 anni e sarà ultimato per stralci successivi. Al momento attuale ospita circa 120 allievi: una sezione di scuola primaria dalla prima alla quinta classe, e provvisoriamente, due sezioni di scuola materna ed una di scuola media inferiore.

La forma a spirale di ispirazione organica - l'importanza data al momento dell'ingresso, la centralità dell'aula, la presenza della sala dell'euritmia sono le

scelte fondamentali che hanno orientato la progettazione.

Attraverso la forma circolare ‘a patio’ l’edificio riesce a creare una spazio esterno contestualizzato, pur sorgendo nel mezzo di una aperta campagna pianeggiante. L’impianto è semplice, formato dalla successione delle aule - di forma trapezoidale – disposte secondo una curva sottolineata dal corridoio vetrato affacciato sulla corte interna. Su questa orditura spiccano le due emergenze dell’ingresso e della sala dell’euritmia.

Rispetto ad altre architetture scolastiche gli interni sono fortemente caratterizzati e traducono in forme, colori e materiali i principi della pedagogia steineriana: tutti gli ambienti dove si svolge la vita scolastica sono parte integrante dell’esperienza educativa, non c’è dicotomia tra il contenuto ed il ‘contenitore’ della didattica, ma le due cose sono in profonda unità.

Figura 63. L’ingresso della scuola è collocato esattamente ad est. In questo punto il tetto, con una soluzione che caratterizza fortemente l’edificio, si abbassa ad altezza d’uomo tramite una punta e si incurva come a voler abbracciare i bambini.

Questa visione - che guarda conla stessa attenzione al messaggio educativo e all’ambiente ed ai materiali attraverso cui passa – ha motivato al massimo sforzo nella cura degli spazi. I materiali sono di qualità: il legno massello di infissi e arredi apporta un senso di calore e accoglienza, le tinte delle velature danno profondità alle pareti, il cotone delle tende davanti alle ampie finestre

diffonde una luce vivace e colorata.

I bambini lavorano soprattutto materiali naturali - cera colorata e stoffa nelle prime classi della scuola elementare, creta dalla terza classe in poi. In tutti gli ambienti le immagini sono scelte con cura – per la maggior parte riproduzioni dalla storia dell'arte.

TECNICHE COSTRUTTIVE

Figura 64. La copertura della sala polivalente.

Copertura

La copertura è dotata di un'intercapedine diventilazione che funziona sfruttando l'effetto camino': l'aria calda, più leggera, si muove verso l'alto entrando da una intercapedine posta in basso ed uscendo dal colmo del tetto. Tutta la copertura, ad eccezione di quella sovrastante l'ingresso e i bagni, è in legno, trattato con prodotti ecologici.

Le aule, coperte da travi reticolari, sono controsoffittate, mentre nella sala dell'euritmia l'orditura del tetto è a vista. Per semplificare le lavorazioni, data la forma tondeggiante della sala, in questo punto lo sporto di gronda è stato realizzato in cemento, anziché in legno come per il resto del tetto.

Pertanto nella sala dell'euritmia l'ingresso dell'aria per la ventilazione della copertura è dietro il canale di gronda e l'uscita avviene tramite tegole speciali

poste nella parte alta del manto. Come guaina è stato usato del tessuto-non tessuto perché, a differenza di altri materiali, consente la traspirabilità. L'isolante è in materiale naturale: sughero e fibra di legno. Sono stati evitati guaine e isolanti artificiali anche perché schermano dai campi di radiazione naturale.

Fondamenta

Per la circolazione dell'aria delle fondamenta è stata scelta una struttura a igloo, realizzata con plastiche riciclate.

STRATEGIE ENERGETICHE

Sistemi passivi

Il progetto ha privilegiato sistemi di controllo 'passivi', ottenuti cioè utilizzando strategicamente la struttura architettonica e limitando l'uso degli impianti. La struttura portante, spessa 40 cm, offre una notevole inerzia termica. E' realizzata in termolaterizio termofon, ottenuto da argille prive di scorie con insuflaggio di polvere di legno.

COMFORT E SALUTE

Riscaldamento

E' un sistema misto che funziona prevalentemente a irraggiamento offrendo due vantaggi: risparmio energetico (lavora a bassa temperatura) e clima interno più sano (si evita il sollevamento delle polveri prodotto dal movimento dell'aria dei normali sistemi a corpi radianti). Le serpentine sono sistemate nel pavimento.

Impianto idrico sanitario

E' previsto un impianto per la raccolta delle acque piovane in una cisterna ed il loro riciclo per gli sciacquoni dei wc.

Pavimento

Nelle aule è in linoleum naturale. Nella sala dell'euritmia il linoleum è messo in opera con un pacchetto a 5 strati studiato per assorbire ogni caduta.

Infissi

Tutte le porte sono in legno massello, come anche le finestre, dotate di vetro camera.

Intonaci e pitture

Sia l'intonaco interno che quello esterno sono in calce naturale traspirante (biocalce). Tutte le pitture ed i trattamenti del legno sono eseguiti con prodotti ritenuti non tossici sia in fase di realizzazione che in fase di manutenzione.

Impianto elettrico

Per diminuire i campi magnetici è stato studiato un impianto a stella, con disgiuntori e cavi schermati.

REFERENZE

Ubicazione: Casteldebole, Bologna

Progettisti: ing. Francesco Foti, Bologna; arch. Mario Serantoni, Bologna

Data di completamento primo stralcio: 2001

1.6.1 ESEMPI DI EDILIZIA SCOLASTICA IN EUROPA

Tra i numerosi edifici scolastici realizzati in Europa negli ultimi anni secondo un approccio ecocompatibile, di seguito ne vengono presentati sinteticamente alcuni come esempio, a dimostrazione che non si tratta di realizzazioni isolate ed autoreferenziali, ma di architetture diffuse e comuni, caratterizzate da strategie progettuali simili: la scelta del luogo e dell'orientamento in funzione della topografia e dell'irraggiamento solare, secondo principi bioclimatici; la razionalizzazione dei sistemi di costruzione per limitare la produzione di scarti e di emissioni; l'incremento dell'isolamento termico; la scelta di impianti con prestazioni elevate per evitare gli sprechi, ecc.

Scuola secondaria, Gelsenkirchen

Figura 65. La scuola di Gelsenkirchen – ingresso.

Figura 66. La strada coperta.

La scuola-villaggio di Gelsenkirchen rappresenta un modello particolarmente

significativo e ricco di spunti e proposte da imitare, non solo nei risultati, ma anche nelle modalità partecipative messe in atto nelle fasi di progettazione e di costruzione. Peter Hubner, il progettista tedesco che ne ha guidato la realizzazione, ha voluto creare una scuola come luogo da vivere**,** non solo luogo dove imparare e insegnare**.**

Un modello per la secondaria: una scuola-villaggio pedagogicamente e socialmente attiva, ecologica e multiculturale.

In questo senso la forma del villaggio è straordinariamente efficace, per la sua capacità di generare senso di appartenenza, offrire impressioni diversificate e proporre luoghi da percorrere e abitare in modi diversi, dove studiare e incontrarsi. L'idea di fondo attuata a Gelsenkirchen è quella di interpretare la scuola come una famiglia di case, invece che un blocco monolitico: da qui la scelta di eliminare i corridoi per creare invece una strada coperta dalla forma irregolare, generata dalle sagome dei diversi edifici che qui si attestano.
La biblioteca, la cafeteria, la direzione, il teatro e il cinema sono ospitati in altrettanti fabbricati, mentre lungo la strada si affacciano come botteghe ulteriori spazi di insegnamento utilizzati a rotazione dai diversi gruppi. In fondo, un fabbricato di forma circolare ospita le officine, mentre i 6 blocchi delle aule sorgono ai lati, separati tra loro e circondati da percorsi pedonali nel verde.

Figura 67. A sinistra, i blocchi delle aule. All'interno dei blocchi ogni aula ha un ingresso indipendente, servizi e spogliatoio propri.
Figura 68. A destra, interno della strada coperta.

Rainer Winkel, primo direttore della scuola, ne ha definito le 4 idee-guida dal punto di vista pedagogico.

Il primo obiettivo doveva essere la capacità di ospitare anche ragazzi in difficoltà: il progetto di Peter Hubner ha risposto in modo straordinariamente efficace a questa esigenza, ad esempio attraverso la realizzazione delle aule come 'case' dei gruppi classe, ambienti personalizzabili e differenziati.

In secondo luogo, sebbene la costruzione sia stata promossa dalla Comunità Evangelica, la scuola doveva essere aperta a persone di molte fedi e sostenere processi di integrazione multiculturale e multiconfessionale: per questo il 25% degli alunni sono cattolici e il 30% musulmani.

Ilterzopunto è la proposta - ispirata alle idee di Dewey e Montessori – di unadidattica particolarmente attenta verso il learning by doing, testimoniata anche dalla presenza di numerosi laboratori, atelier e officine. Il quarto punto è la vocazione della scuola ad essere un centro per un nuovo sviluppo non solo educativo ma sociale

Posta in un area problematica, che a seguito della chiusura di una grande miniera si è ritrovata condizionata da forti problemi di disoccupazione e disagio giovanile, doveva diventare un luogo dove i giovani potessero riconoscersi e ritrovarsi, anche fuori dall'orario scolastico, un catalizzatore per tutto il quartiere.

La scuola-villaggio, così ricca di spazi di incontro anche informali, è un luogo attivo e vivo a tutte le ore. Infine, il complesso è un modello di educazione all'ecologia: un atteggiamento presente e forte sia nella didattica, sia nell'architettura, sia nella filosofia che ha guidato alla definizione degli spazi esterni.

Figura 69. Biblioteca.

Figura 70. Esterni.

Le principali intenzioni dei promotori del concorso si riflettono nei tre criteri base del concorso**:**

- l'educazione multiculturale come arricchimento per la società e per l'individuo;
- la consapevolezza della responsabilità verso il Creatocome impegno interdisciplinare per la formazione di una coscienza ecologica;
- la promozione della scuola come polarità nei confronti del quartiere, luogo dove attraverso forme didattiche innovative si costruiscono aperture verso la struttura urbana ed i suoi abitanti.

RELAZIONI CON IL CONTESTO

L'intero profilo dell'intervento, con i suoi volumi frammentati e prevalentemente bassi, favorisce una integrazione equilibrata con il contesto. Il paesaggio esterno è stato oggetto di un'impegnata progettazione: i giardini sono concepiti come luoghi in evoluzione, sostenuti dagli sforzi dei ragazzi.

La filosofia progettuale prevedeva coerentemente di creare ilminimo impatto ambientale nel contesto: anche le molte coperture inerbite hanno anche la funzione di ripristinare la biomassa alterata con l'edificazione. Le ali delle aule sono circondate da spazi verdi, accessibili a tutti, mentre a destra dell'ingresso un laghetto contribuisce a raccogliere l'acqua proveniente dei tetti.

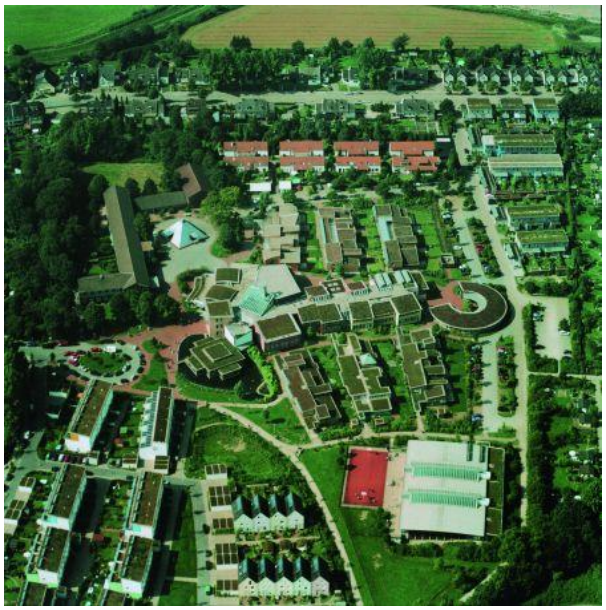


Figura 71. Panoramica.

TECNICHE COSTRUTTIVE

STRATEGIE ENERGETICHE

Tutti gli edifici sono costruiti con l'obiettivo di minimizzare sia i consumi energetici sia l'impiego di materiali e tecnologie. La scelta del legno per i sistemi costruttivi è motivata dal fatto che questo costituisce una risorsa rinnovabile e localmente disponibile. Allo stesso tempo i sistemi utilizzati sono abbastanza flessibili da essere in grado di assorbire tutti gli input, anche complessi, provenienti dalla dimensione partecipativa del progetto. In copertura i numerosi tetti inerbiti compensano la terra sottratta con l'edificazione, assorbono l'acqua e svolgono una funzione isolante.

Strada e Piazza coperta

Priva di riscaldamento, la strada è utilizzata come un ammortizzatore climatico che collabora al comfort ed al benessere termico degli spazi adiacenti.

Per migliorare la climatizzazione viene utilizzato un sistema passivo: l'aria passa attraverso canali interrati che la riscaldano in inverno e la rinfrescano in estate, e viene poi espulsa vero l'alto da un camino solare e da aperture differenziate.

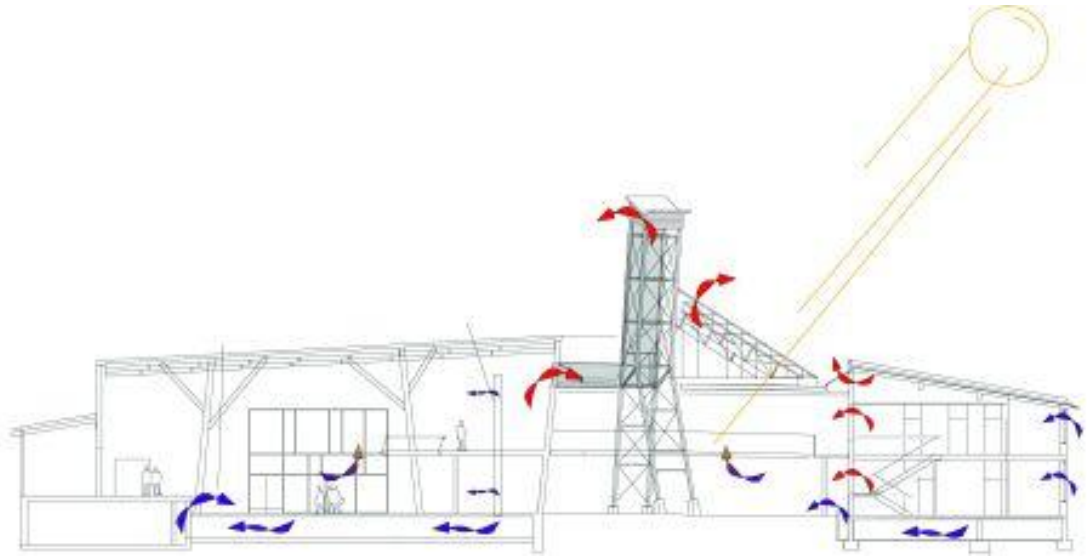


Figura 72. Sistema di ventilazione naturale nella piazza coperta.

Palestra

Un sistema di piastre radianti applicate al soffitto favorisce la variazione della resa termica, necessaria per l'uso molto diversificato della palestra. Anche un sistema passivo di trattamento dell'aria collabora alla climatizzazione: d'inverno l'aria fredda esterna viene preriscaldata attraverso canali sotterranei prima di essere immessa nei locali, mentre in estate gli stessi canali sotterranei rinfrescano l'aria in entrata, che viene poi espulsa verso l'esterno tramite i grandi camini solari posti in copertura.

COMFORT E SALUTE

Figura 73. Rivestimenti in legno.

Figura 74. Illuminazione naturale negli atelier.

Rivestimenti e Infissi

L'uso di pannelli in legno al naturale, specialmente nelle aule delle classi, conferisce un aspetto accogliente e caldo gli interni. Il legno è utilizzato anche per i rivestimenti esterni delle aule e degli edifici lungo la strada coperta e per gli infissi interni ed esterni.

Illuminazione naturale

Le aule sono abbondantemente illuminate dalla luce naturale. Le grandi aperture vetrate sono disposte prevalentemente verso Nord, in modo da avere una luce più uniforme e priva di abbagliamenti.

Ventilazione naturale

In tutto il progetto è stato evitato l'uso di impianti di trattamento dell'aria e di climatizzatori per il raffrescamento estivo. Al loro posto vengono impiegati sistemi passivi: i canali interrati e la buona distribuzione delle aperture.

Scuola in architettura ecologica per bambini da 1 a 14 anni

La scuola di Pfennig-Acker è pensata come un piccolo paese, con una strada, rappresentata dal foyer di raccordo, intorno a cui sono raccolte le case, i singoli blocchi differenziati tra loro.

Figura 75. Scuola pluricomprensiva 'Pfennigacker.

Il costruire ecologico è in profonda sintonia con il costruire per i bambini: il mondo della percezione, è il mezzo privilegiato per dare delle risposte ai loro desideri e per comunicare con la loro sensibilità attraverso i linguaggi dell'architettura. La scuola pluricomprensiva "Pfennigacker" è un centro per 140 bambini da 1 a 14 anni, raccolti in sette gruppi di età diverse.

Posto al limite di un'area verde chiusa tra alti blocchi abitativi a Heumaden, uno dei quartieri meridionali della città di Stoccarda, il complesso delimita davanti a sé uno ampio spazio verde, una piazza appartenente alla scuola e totalmente aperta al quartiere.

Anche nelle aule la ventilazione è totalmente naturale, favorita dalla dimensione relativamente contenuta del corpo di fabbrica che permette un facile ricambio dell'aria.

Anche lo stesso fabbricato ha valenza urbanistica: la scuola non è pensata come un edificio ma come un piccolo paese, con una strada, rappresentata dal foyer interno di raccordo, intorno a cui sono raccolte le case, i singoli blocchi distinti tra loro e facilmente identificabili.

Ogni gruppo di ragazzi ha quindi un luogo di riferimento, una "casa" distinta dalle altre e perfettamente riconoscibile: questo li aiuta ad identificarsi con il proprio spazio e facilita il senso di appartenenza al gruppo. Il progettista, l'architetto Eble – pioniere del movimento per il costruire ecologico in Germania – ed il committente, l'Ufficio Giovani della città di Stoccarda, erano uniti nell'obiettivo di creare un'architettura capace di comunicare con i bambini e attenta ai linguaggi dell'ecologia.

La scuola comprende sette sezioni per gruppi di età mista – con aule e locali funzionali - una sala polivalente, vani per il lavoro comune e lo spazio verde attrezzato. È aperta a tempo pieno, dalle 6,30 alle 17,30 dal lunedì al venerdì, e include anche un centro sociale per tutta la città in cui è integrato un centro di formazione per genitori.

Nella visione olistica di Eble sensorialità e percezione sono strumenti fondanti per la costruzione dell'architettura mentre l'ecologia non si occupa soltanto di strategie energetiche e sostenibilità dei materiali, ma ritorna al suo ruolo principale di scienza delle relazioni, di arte del mettere insieme in armonia.

PANORAMICA

Il complesso si articola in blocchi: in questo modo tutto l'insieme si rende più accessibile e diventa più facile da comprendere percettivamente per un bambino. I toni caldi appartengono ai volumi più bassi mentre gli azzurri distinguono gli edifici più alti.

PARTECIPAZIONE

La struttura nasce per la comunità e con il contributo della comunità: già prima che i lavori avessero inizio, gruppi di genitori si erano attivati perché la proposta progettuale fosse finanziata. Ottenuta nel 1995 la copertura economica, la committenza – l'Ufficio Giovani della città di Stoccarda – ha

voluto coinvolgere i ragazzi più grandi – dai 6 ai 14 anni – in tutto il percorso progettuale: dall'abbattimento del vecchio edificio fino alla realizzazione dei nuovi spazi.

I ragazzi hanno aderito con entusiasmo, contribuendo secondo modalità stabilite dagli educatori: in particolare, per la sistemazione dell'area esterna hanno potuto partecipare al cantiere e costruire alcune tra le proposte, come il tunnel di salici e le panche in legno.

TECNICHE COSTRUTTIVE

Si tratta del primo edificio in Germania costruito interamente con unsistema innovativo che ha dato ottimi risultati sia dal punto di vista della sostenibilità, sia dal punto di vista dei costi: il "Brettstapelbau". È una tecnica che utilizza assi di legno di terza scelta – in essenze poco pregiate – sovrapposte e inchiodate di taglio a formare pannelli prefabbricati.

Il sistema consente un notevole risparmio sia perché rende possibile preparare grandi moduli di pareti e solai già quasi completi, sia perché impiega legno non sfruttabile a livello industriale, che avrebbe difficoltà ad essere commercializzato ed ha perciò costi contenuti.

Figura 76. Il sistema utilizza assi di legno di terza scelta inchiodate di taglio a formare pannelli prefabbricati.

TECNICA BRETTSTAPELBAU

La tecnica del "Brettstapelbau" è un sistema ottimo per l'Europa centrale, ricca di legno, perché ottimizza diversi punti di vista: la salute, perché è possibile utilizzare finiture naturali, la gradevolezza, perché consente ricchezza e varietà, il budget perché è poco costoso. È una tecnologia in aumento sia in Germania che in Scandinavia, con effetti positivi sull'economiadei luoghi, dove consente un ringiovanimento dei boschi importante per la selvicoltura locale.

Servendosi di pannelli di spessore diverso, i progettisti hanno utilizzato questa tecnologia per tutta la struttura dell'edificio – pareti interne ed sterne, solai ecopertura, con l'eccezione del solaio del piano terra. Il legname impiegato proviene dalla vicina foresta di Schonbuch e tutte le ditte impegnate nella costruzione sono locali.

STRATEGIE ENERGETICHE

Isolamento Termico

La scuola è un edificio a basso consumo energetico, con isolamento termico maggiorato per pareti e tetto: rispettivamente composto da 16 e 20 cm di pappa di cellulosa.

Energie rinnovabili

Il complesso è dotato di pannelli solari con un cui viene scaldata tutta l'acqua calda.

Gestione delle acque

Le acque piovane vengono raccolte, depurate e successivamente utilizzate per gli scarichi del wc.

Ventilazione naturale

L'edificio sfrutta un sistema di ventilazione naturale tramite canali interrati eaccumulatori di calore nel terreno. L'aria viene condotta nei singoli blocchi dell'edificio e poi espulsa dal tetto senza ventilatori, per effetto camino.

COMFORT E SALUTE

Finiture

Tutte le vernici e tinteggiature sono a base di sostanze naturali: olio di semi di lino e pigmenti minerali in un solvente a base di olio di arancia. La velatura colorata dei pannelli in legno è in Auro Lazure 130, una finitura trasparente che lascia visibile la trama del legno.

Isolamento acustico

Si avvale di uno strato di 20 mm di fibre di cocco ad assorbimento acustico steso sui pavimenti.

REFERENZE

Struttura per 140 bambini da 1 a 14 anni Pfennig-Acker, quartiere di Heumaden, Stoccarda, (Germania)

Committente: Ufficio Giovani della città di Stoccarda

Progettista: Joachim Eble Architektur, Tubingen, (Germania)

Progetto del colore: Barbara Eble Graebener

Data di completamento: 1998

Scuola superiore, Mader, Austria

Figura 77. Scuola superiore, Mader.

Progettista: Baumschlager + Eberle

Anno: 1995

La scuola è il risultato della strategia ambientale di lungo periodo messa in pratica dal comune, che nel 1993 ha aderito all'Alleanza delle città per il Clima. Di forma semplice e compatta, l'edificio è caratterizzato da un doppio involucro (legno + vetro) studiato in modo tale da sfruttare gli apporti solari invernali e controllare la temperatura in estate (le lastre vetrate della"pelle" esterna si sovrappongono verticalmente lungo i bordi, rimanendo però staccate l'una dall'altra per lasciare filtrare l'aria esterna).

Scuola superiore, Klaus, Austria

Figura 78. Scuola superiore, Klaus.

Situato a Vorarlberg il nuovo edificio scolastico è stato eseguito come una struttura energetica passiva e si affaccia direttamente sulla strada tra la città di Klaus e una zona industriale nelle vicinanze. Un esistente tratto della palestra è stato mantenuto e sarà rinnovato in seguito in una

seconda fase di costruzione. Alla concezione energetica dell'edificio, basata sulla combinazione di misure passive, sulla caratteristiche dell'involucro e su un'impiantistica ottimizzata, ha contribuito l'istituto per l'energia del Voralberg, che dal 1985 svolge attività di consulenza, formazione, informazione e ricerca applicata.

Progettista: Dietrich Untertrifaller, Peter Nussbaumer

Anno: 2003

La scuola superiore di Klaus è il primo complesso scolastico austriaco concepito per rispondere allo standard Passivhaus.

La struttura è composta interamente da elementi prefabbricati in legno, fatta eccezione per i nuclei scala, che sono in cemento armato. Il costo della scuola è solo del tre per cento più di un edificio paragonabile, costruito in maniera convenzionale.

Scuola elementare Heinrich-Kromer, Francoforte-Riedberg, Germania

Figura 79. Complesso scolastico, Stoccarda.

Progettista: Studio di Architettura 4° di Stoccarda

Anno: 2003-2004

Costruito secondo gli standard degli edifici passivi, il complesso è costituito da più corpi organizzati a ferro di cavallo in modo da ricavare una corte orientata verso sud. I fronti sud sono caratterizzati da ampie superfici vetrate e schermature parasole.

Complesso scolastico del parco, Ostfildern, Germania

Progettista: Peter Hubner

Anno: 1994

Il complesso è costituito da una scuola elementare, una media e una palestra. L'edificio è localizzato nel quartiere ecologico di Scharnauser Park, sorto su un'area industriale dimessa, che occupa il cuore di Ostfilder (nella periferia sud-est di Stoccarda). Le strategie ecologiche messe in atto riguardano l'utilizzo razionale dell'energia (la scuola risponde allo standard "Basso consumo"), la gestione del ciclo dell'acqua, la ventilazione e l'illuminazione naturale e l'impiego di materiali naturali.

Figura 80. Scuola elementare, Francoforte.

Scuola materna, Pliezhausen, Germania

Figura 81. Scuola materna, Pliezhausen.

Progettista: D'Inka + Scheible

Anno: 1998

La scuola è divisa in tre blocchi, che costituiscono le aule. Le aule, che si affacciano verso sud e verso il giardino, sono dotate di un doppio involucro vetrato ventilato per ottimizzare il guadagno solare passivo. Un sistema di veneziane all'interno della doppia "pelle" di vetro previene fenomeni di surriscaldamento estivo. Altri elementi che caratterizzano il progetto sono: isolamento termico addizionale, impiego di pannelli solari termici e fotovoltaici, tetto verde, recupero dell'acqua piovana.

Scuola elementare, Great Notley, Regno Unito

Figura 82. Scuola elementare, Great Notley.

Progettista: Allford Hall Monaghan Morris

Anno: 1999

La scuola elementare a Great Notley, nell'Essex, rappresenta bene la politica adottata dalla contea per l'impiego delle tecnologie solari e delle misure di risparmio energetico negli edifici pubblici. Caratteristiche del progetto sono: pianta compatta e flessibilità d'uso, illuminazione e ventilazione naturale, tetto verde ed uso di materiali riciclati.

Scuola superiore Leonardo Da Vinci, Calais, Francia

Figura 83. Scuola superiore Leonardo da Vinci, Calais.

Progettista: Isabelle Colas, Fernand Soupey

Anno: primi anni ‘90

Il liceo Leonardo da Vinci è stato nell’ambito programma costruzione di scuole HQE (avviato dalla regione Nord- Pas-de-Calais. Sia in fase di progetto sia in fase di realizzazione è stato fatto riferimento al sistema di obiettivi HQE: per un maggiore costo pari a circa l’8% rispetto ad un equivalente edificio tradizionale, i consumi di energia e di acqua sono stati ridotti di circa il 30% facendo ricorso ad un’ampia gamma di sistemi: una turbina a vento, un cogeneratore, pannelli solari termici e fotovoltaici, recupero dell’acqua piovana.

1.5 SCHEDE DI ALCUNE TECNOLOGIE E SISTEMI PER LA RIQUALIFICAZIONE ENERGETICO-AMBIENTALE DEGLI EDIFICI SCOLASTICI

1.5.1 CRITERI DI INTERVENTO PER LA RIDUZIONE DELLE DISPERSIONI TERMICHE E CONTROLLO SOLARE

ISOLAMENTO DELL'INVOLUCRO

Un involucro isolato è caratterizzato da bassi valori di trasmittanza termica, che si definisce (UNI EN ISO 6946) come il flusso di calore che attraversa una superficie unitaria sottoposta a differenza di temperatura pari ad 1°C ed è legata alle caratteristiche degli elementi che compongono la stratigrafia (spessore e conduttività termica dei materiali). Per involucro iperisolato si intende un involucro con isolamento maggiore di quello richiesto dalle correnti normative. Si può ottenere semplicemente aumentando lo strato di materiale isolante o con configurazioni evolute, come le pareti ventilate, che sono sistemi di coibentazione dall'esterno costituiti da una parete perimetrale isolata, da un'intercapedine e da uno strato di rivestimento.

Criteri progettuali e applicazioni

Bisogna tenere presente le caratteristiche dei materiali che compongono la stratigrafia, il loro spessore e la loro conduttività termica. Per quanto concerne le pareti ventilate occorre studiare attentamente gli scambi termici, ottimizzare la progettazione della dimensione dell'intercapedine, del posizionamento e delle dimensioni delle aperture inferiori e superiori.

Prestazioni

1. Elevato isolamento termico, quindi diminuzione delle dispersioni di calore e indirettamente, grazie al guadagno sul bilancio termico, minor effetto inquinante dell'edificio.
2. Temperatura superficiale delle pareti più vicina a quella dell'aria interna.
3. Distribuzione più uniforme delle temperature dell'aria eliminando la possibilità di correnti d'aria localizzate.

Riferimenti normativi

D. Lgs. 311/2006. Disposizioni correttive ed integrative al decreto legislativo n. 192 del 2005.

Esempio

Scuola elementare e materna a Pianizza di sopra, Caldano, Bolzano: dopo un intervento di ristrutturazione a scala di involucro, l'edificio ha ottenuto l'etichetta CasaClima gold.

Figura 87. Scuola elementare e materna a Pianizza di sopra, Caldano

ISOLAMENTO E CONTROLLO DELLA PERMEABILITA' ALL'ARIA DEI SERRAMENTI

Gli elementi trasparenti dell'involucro possono costituire un punto di debolezza per quanto riguarda l'isolamento termico. E' possibile migliorare le prestazioni di questi elementi intervenendo in vari modi:

- aggiungendo un ulteriore serramento;
- sostituendo il telaio con un altro realizzato con materiale più isolante o a taglio termico;
- utilizzando vetri ad elevate prestazioni termiche;
- introducendo guarnizioni aggiuntive per agire sulla permeabilità all'aria;
- sostituendo il serramento.

Criteri progettuali e applicazioni

Attenzione va posta alla scelta dei materiali di cui sono costituiti:

- il telaio, che può essere a taglio termico;
- i vetri (basso emissivi, riflettenti, a funzione variabile...).

Prestazioni

- Permeabilità all'aria, isolamento termico di alto livello.
- Maggiore comfort interno.
- Riduzione dei consumi nelle varie condizioni d'uso.

Riferimenti normativi

Il D. Lgs. 311/06 impone dei valori limite di trasmittanza termica sia per il serramento nel suo insieme che per il solo vetro, ed entrambi i valori vanno rispettati (dal 1/1/2008 alcuni valori di trasmittanza termica si possono ottenere solo con vetri ad elevate prestazioni come i basso-emissivi). Le classi di permeabilita' all'aria dipendono dal contesto in cui si trova l'edificio, dall'altezza, dalla zona climatica e dalla zona di vento. (norma UNI EN 12207).

Esempio

I serramenti ad alte prestazioni dell'asilo nido Glaxo Smith Kline a Verona.

Figura 88. Asilo nido Glaxo Smith Kline a Verona.

SCHERMATURE COME ELEMENTI DI CONTROLLO DEI FLUSSI ENERGETICI

Gli schermi sono componenti che contribuiscono a controllare i flussi di energia luminosa, termica ed acustica.

Sono classificabili in base:

- al movimento: fissi (come balconi, logge e aggetti della facciata) o mobili (maggiormente flessibili, si possono movimentare in base alle esigenze);
- alla posizione: interni, esterni (la radiazione solare viene intercettata prima che raggiunga la superficie vetrata ed entri nell'ambiente) o intermedi;
- alla geometria: verticali, orizzontali, inclinati o combinati (in base all'inclinazione dei raggi solari e all'intercettazione che si vuole ottenere);
- alla morfologia: continui (come le tende) o discontinui (come i frangisole a lamelle);
- al materiale: opachi (in legno, acciaio, tela, pvc...) o trasparenti (vetri colorati a protezione solare, vetri selettivi, vetri a prestazioni variabili, vetrocamera con pellicola schermante...).

Criteri progettuali e applicazioni

A partire dalle esigenze che si intendono soddisfare, nella scelta dello schermo bisogna tenere presente l'orientamento e l'inclinazione dei raggi solari. Gli schermi mobili garantiscono maggior efficienza proprio per la loro caratteristica di operabilità, grazie alla quale possono configurarsi in modo diverso al variare delle condizioni climatiche esterne, di giorno e di notte, d'estate e d'inverno. Nei nostri climi, per le facciate esposte a sud, sono preferibili schermi orizzontali: d'estate il sole, alto sull'orizzonte, viene schermato, mentre in inverno, quando il sole è più basso, la radiazione può filtrare liberamente.

Prestazioni

- efficienza per il controllo del benessere termico, acustico e luminoso;
- possibilità di avere caratteristiche isolanti a seconda dei materiali di cui sono costituiti.

Riferimenti normativi

- D. Lgs 311/06, Disposizioni correttive ed integrative al D. Lgs 192/05, recante attuazione della direttiva 2002/91/CE, relativa al rendimento energetico nell'edilizia.
- UNI EN 13363-1:2008, Dispositivi di protezione solare in combinazione con vetrate - Calcolo della trasmittanza solare e luminosa. Metodo semplificato.

Esempio

Gli schermi esterni a rullo dell'asilo Maria Rast a San Michele, Appiano, Bolzano.

Figura 89. Asilo Maria Rast a San Michele, Appiano, Bolzano

1.5.2 INTEGRAZIONE DI SISTEMI PASSIVI E ATTIVI PER LO SFRUTTAMENTO DELLA RADIAZIONE TERMICA SOLARE

COMPONENTI AD ELEVATA MASSA TERMICA

Sono costituiti da materiali ad elevata inerzia termica, cioè ad elevata capacità di immagazzinamento di calore, con effetti sulle prestazioni termiche dinamiche di un edificio. Essi sono in grado, infatti, di accumulare il calore e cederlo con sfasamento temporale, mantenendo una temperatura omogenea, costante e confortevole all'interno, nonostante temperature esterne variabili.

Possono costituire struttura stessa dell'edificio come pareti, solai, pavimenti o essere un sistema isolato esterno all'edificio che, tramite una rete di distribuzione, consente al calore accumulato di essere trasferito agli ambienti.

Criteri progettuali e applicazioni

In inverno, il calore accumulato è restituito nelle ore più fredde in modo da riscaldare i locali. In estate il calore accumulato durante il giorno, può essere dissipato all'esterno durante la notte grazie alla ventilazione naturale o a eventuali sistemi di raffrescamento della massa.

Questo effetto permette di migliorare il comfort e di ridurre i consumi tanto in inverno, quanto in estate e di controllare gli sbalzi termici. All'interno consente spesso, d'estate, di evitare il ricorso al condizionamento estivo. Negli edifici climatizzati o negli ambienti che non possono essere ventilati correttamente, permette di ridurre la potenza di condizionamento installata.

Prestazioni

La massa termica garantisce benessere termico all'interno degli ambienti e carichi

di punta ridotti per gli impianti meccanici. La possibilità di sfruttare le differenze giornaliere di temperatura consente infatti:

- in estate di mantenere fresco l'edificio, poiché il calore accumulato durante il giorno viene dissipato durante la notte. La massa raffreddata cede lentamente il fresco durante la giornata all'edificio per tornare poi a raffreddarsi durante la notte;
- in inverno di prolungare gli effetti della captazione diurna e della produzione interna di calore.

Riferimenti normativi

- UNI EN ISO 13786:2001 Prestazione termica dei componenti per edilizia - Caratteristiche termiche dinamiche - Metodi di calcolo.

Esempio

la serra della facciata sud della scuola dell'infanzia di San Prospero, Imola (BO).

Figura 90. Scuola dell'infanzia di San Prospero, Imola (BO)

SERRE

La serra è uno spazio caratterizzato da un involucro vetrato chiuso che, sfruttando gli apporti gratuiti del sole, consente di scaldare la serra stessa e gli ambienti adiacenti oppure, se non esposto a irraggiamento solare diretto, essere elemento tampone che aumenta l'isolamento termico dell'involucro edilizio e le dispersioni di calore.

Criteri progettuali e applicazioni

Per assicurare livelli di comfort ottimali, il sistema serra deve essere apribile, per garantire la possibilità di ventilazione nelle stagioni calde, ed essere dotato di schermi operabili, per controllare le dispersioni termiche notturne o l'eccessivo incremento termico diurno, l'illuminazione naturale e l'abbagliamento.

La serra può agire come uno spazio non riscaldato a guadagno solare diretto ed avere essa stessa funzione di captatore, accumulo e sistema distributivo dell'energia raccolta; alternativamente è possibile utilizzarla come semplice captatore: in questo caso il calore catturato verrà estratto e trasferito mediante un sistema di ventilazione ad altri dispositivi d'accumulo, situati all'interno o sotto l'edificio da riscaldare, come vespai e solai.

La serra consente anche la coltivazione di piante in un ambiente dal clima favorevole e aumenta gli spazi fruibili.

Prestazioni

- Giorno: incremento termico gratuito se esposta nei quadranti E-O, isolamento termico se esposta a nord.
- Notte: isolamento termico in tutti gli orientamenti.

Riferimenti normativi

- UNI EN ISO 9488:2001. Energia solare. Vocabolario.

- UNI 8477-2:1985. Energia solare. Calcolo degli apporti per applicazioni in edilizia. Valutazione degli apporti ottenibili mediante sistemi attivi o passivi.

Esempio

Ogni classe dell'asilo nido Heumaden a Stoccarda è dotato di una serra parte integrante dell'aula.

Figura 91. Asilo nido Heumaden a Stoccarda

COLLETTORI SOLARI TERMICI

I sistemi solari termici utilizzano la radiazione solare, trasformandola in calore, per riscaldare acqua, per usi sanitari e per il riscaldamento degli ambienti, attraverso un collettore (pannello) solare. La funzione di accumulo e trasporto del calore avviene attraverso un fluido termovettore (aria o acqua) circolante tra i pannelli e il serbatoio di accumulo vero e proprio.

Criteri progettuali e applicazioni

I collettori solari rappresentano una tecnologia ormai consolidata negli anni. Di fondamentale importanza è il loro orientamento e la loro inclinazione per avere il massimo del rendimento in rapporto alla località in cui sono posti. L'orientamento preferenziale è a sud, con una tolleranza di +30°/-30°, e inclinazione tale da massimizzare la radiazione solare incidente in caso di uso stagionale, oppure pari alla latitudine del luogo in caso di impiego annuale del sistema. Deve, inoltre, essere garantita l'accessibilità al soleggiamento, per evitare ombreggiamenti anche parziali o temporanei (altri edifici, vegetazione, ombre portate dall'edficio stesso...). L'abbinamento privilegiato dei collettori solari è con sistemi di riscaldamento radianti, poiché compatibili con le basse temperature di esercizio del sistema solare termico.

Prestazione

2.5.1 riduzione del consumo di energia da combustibile fossile e, di conseguenza, di inquinamento atmosferico;

3.5.1 possibilità di integrazione nell'involucro edilizio e quindi possibilità di eliminazione di elementi di rivestimento.

Riferimenti normativi

- UNI EN 12975-1:2006, Impianti termici solari e loro componenti - Collettori solari – Parte 1: Requisiti generali;
- UNI EN ISO 9488:2001, Energia solare. Vocabolario;
- raccomandazione UNI-CTI R3/03 SC6, Fabbisogni termici per la produzione di acqua calda in funzione della superficie dell'abitazione;
- UNI 8937:1987, Collettori solari piani ad aria. Determinazione del rendimento termico;
- UNI 8477-2:1985, Energia solare. Calcolo degli apporti per applicazioni in edilizia. Valutazione degli apporti ottenibili mediante sistemi attivi e passivi;
- UNI 8211:1981, Impianti di riscaldamento a energia solare. Terminologia, funzioni, requisiti e parametri per l'integrazione negli edifici.

Esempio

I collettori solari sul tetto dell'asilo Trinitas a Riesa, Germania.

Figura 92. Asilo Trinitas a Riesa, Germania.

PANNELLI FOTOVOLTAICI

I pannelli fotovoltaici sono costituiti da celle di materiale semiconduttore che trasformano l'energia solare in energia elettrica. La quantità di corrente elettrica prodotta è proporzionale alla quantità di radiazione solare incidente e alla dimensione del pannello.

Criteri progettuali e applicazioni

I pannelli possono essere montati su apposita struttura, integrati nell'involucro degli edifici (per es. tetti e pareti, come, elemento di rivestimento), oppure essere integrati in elementi di arredo urbano. L'esposizione ottimale è a sud (accettabile anche sud-est e sud-ovest, cioè con una tolleranza di +10°/-10° dal sud, con ridotta perdita di produzione) e l'inclinazione preferenziale dei moduli sul piano orizzontale è pari alla latitudine del luogo meno 15°. Per evitare ombreggiamenti anche parziali o temporanei (altri edifici, vegetazione, ombre portate dall'edficio stesso...) deve essere garantita l'accessibilità al soleggiamento.

Occorre, inoltre, verificare la disponibilità di spazio per la loro installazione: in interventi di retrofit su edifici esistenti, quando non si ha uno spazio unitario sufficiente per la collocazione ottimale della superficie fotovoltaica, è possibile risolvere il problema frammentando i moduli, distribuendoli su eventuali elementi accessori della facciata o della copertura (frangisole, balconi, shed in copertura...).

Prestazioni

- sfruttamento di fonte rinnovabile di energia e, di conseguenza, riduzione dell'inquinamento atmosferico;
- possibilità di integrazione nell'involucro edilizio e quindi possibilità di eliminazione di elementi di rivestimento;
- ridotte esigenze di manutenzione;
- modularità del sistema;
- flessibilità di impiego in moltissime applicazioni.

Riferimenti normativi

- DM 19 febbraio 2007. Criteri e le modalità per incentivare la produzione elettrica mediante conversione fotovoltaica da fonte solare.
- UNI EN ISO 9488:2001. Energia solare. Vocabolario.
- UNI 8477-2:1985. Energia solare. Calcolo degli apporti per applicazioni in edilizia. Valutazione degli apporti ottenibili mediante sistemi attivi o passivi.

Esempio

Inseguitori solari e pannelli fotovoltaici installati sul tetto dell'Istituto ITIS Maxwell, Nichelino

Figura 93. Istituto ITIS Maxwell, Nichelino (TO).

1.5.3 SISTEMI DI RAFFRESCAMENTO PASSIVO E DI VENTILAZIONE NATURALE

SISTEMI DI VENTILAZIONE NATURALE

Per ventilazione naturale si intende l'insieme di operazioni volte a sostituire, in tutto o in parte, l'aria viziata di uno spazio confinato con aria pulita, per mezzo di motori naturali, quali il vento e l'effetto camino, senza l'ausilio di ventilatori meccanici. Tale insieme di operazioni, comprendente l'immissione, l'eventuale filtraggio, la movimentazione e l'espulsione dell'aria, ha come scopo primario quello di garantire la qualità dell'aria negli ambienti interni.

Durante l'estate o in ambienti a forte carico termico interno, la ventilazione naturale ha anche una valenza di raffrescamento corporeo e ambientale. Favorendo la ventilazione naturale si può raffrescare l'edificio, ridurre le temperature interne dei locali e migliorare le condizioni di comfort.

Criteri progettuali e applicazioni

Il movimento dell'aria, relazionato alla forma e alle dimensioni delle aperture dell'edificio, si genera:

- per effetto della differenza di pressione dell'aria - dipendente dalle variazioni di velocità e direzione che caratterizzano il vento - quando il passaggio d'aria in un vano è legato alla presenza di una o più aperture collocate sulla medesima parete esterna (ventilazione a lato singolo);
- per effetto della differenza di pressione del vento, quando il passaggio del flusso d'aria che attraversa uno o più locali avviene attraverso aperture collocate su pareti opposte o adiacenti (ma non complanari), collocate alla stessa altezza dal piano di pavimento (ventilazione passante orizzontale);
- per effetto della differenza di gradiente termico dell'aria tra ambiente esterno ed interno, o tra spazi interni diversi (effetto camino). A differenza della ventilazione naturale da vento (a lato singolo o passante), in questo caso la

portata d'aria non dipende dalla posizione planimetrica delle aperture ma dalla differenza di temperatura tra esterno ed interno, dall'area netta delle aperture, dall'area di sezione del "camino termico" (l'area della stanza) e dalla distanza verticale tra il baricentro delle aperture. La ventilazione naturale da effetto camino si può ottenere tramite la collocazione di aperture ad altezze diverse oppure tramite sistemi appositi, come i torrini di ventilazione, o ancora utilizzando spazi specifici dell'edificio, come atrii e vani scala.

Prestazioni

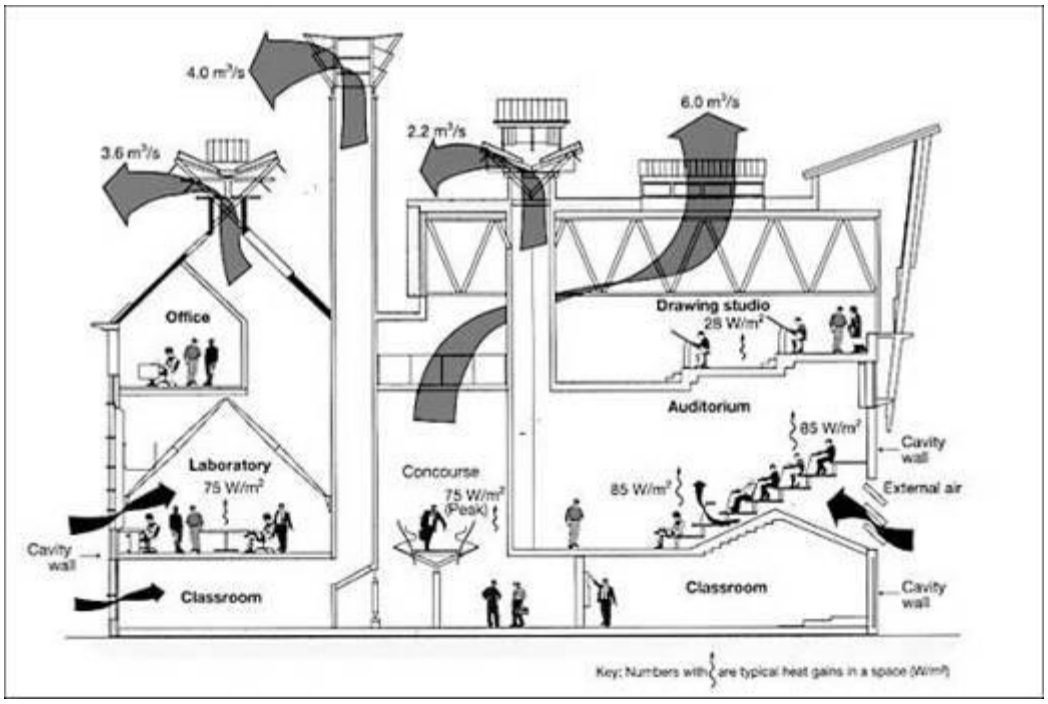
- riduzione dei consumi energetici da fonti non rinnovabili, connessi con le esigenze di ventilazione e, in parte, di raffrescamento, degli ambienti confinati;
- conseguente riduzione delle emissioni inquinanti dell'aria, incluse quelle di gas serra responsabili del progressivo riscaldamento globale medio del pianeta, derivanti dall'utilizzo energetico di combustibili fossili;
- riduzione dei rischi di inquinamento biologico (sick building syndrome, legionella) legati a errori di progetto e/o all'inefficienza di gestione (poca frequenza nella sostituzione dei filtri), che possono caratterizzare gli impianti di condizionamento e ventilazione meccanica.

Riferimenti normativi

- serie di norme UNI EN 13141 sulla ventilazione degli edifici; CEN prENV 1752:1996, Ventilation for Buildings: Design Criteria for the Indoor Environment.

Esempio

Queens building, De Montfort University, Leicester (UK): ventilazione da effetto camino



Figur 94. Queens building, De Montfort University, Leicester (UK)

SISTEMI DI VENTILAZIONE NOTTURNA DELLA MASSA

Il raffrescamento ventilativo (notturno) della massa termica (RVM) di un edificio è una tecnica che consiste nell'introduzione d'aria in ambiente, nel periodo serale e notturno (quando la temperatura dell'aria esterna scende a valori tali che ne consentono un utilizzo per il raffrescamento degli spazi interni), tramite aperture posizionate in modo tale da indurre un flusso che lambisca le superfici interne di strutture massive (solai, pavimenti, pareti).

L'efficacia della tecnica di ventilazione notturna della massa è proporzionale al livello d'escursione termica giornaliera e dipende, sia dalla quantità e posizione della massa esposta, in grado di assorbire il calore prodotto nell'ambiente durante il giorno, sia dalla posizione delle aperture e dalla velocità dell'aria.

Criteri progettuali e applicazioni

Occorre progettare gli spazi interni, nonché le chiusure permeabili verticali, in modo tale da consentire la ventilazione notturna naturale delle masse esposte (intradosso dei solai). Tra gli elementi tecnici massivi utilizzabili come accumulatori/dissipatori del calore generato all'interno degli ambienti, quello più idoneo è il solaio, in quanto, se l'intradosso è esposto, assorbe naturalmente, per convezione ascensionale, il calore prodotto nel locale sottostante.

Le caratteristiche tecnologiche principali di un ambiente, e del relativo solaio, da progettarsi a tale scopo sono:

- la mancanza di controsoffitto e, quindi, la collocazione di cablaggi e condutture a livello di pavimento (pavimento flottante);
- uno spessore consistente (non meno di 10 cm) – dipendente dalle condizioni specifiche d'uso e climatiche dell'edificio in esame – e di materiale ad alta capacità termica (ad esempio, cls), nella parte d'intradosso del solaio;
- la mancanza di partizioni a tutt'altezza, nelle zone in cui si intende utilizzare la tecnica RVM, per l'intero spazio compreso tra due pareti esterne opposte. La

massa esposta dei solai deve essere dimensionata in modo tale da garantire l'accumulo termico del calore prodotto, durante il giorno, all'interno dei corpi di fabbrica. La collocazione e l'area netta d'apertura delle chiusure permeabili verticali devono essere tali da garantire la portata d'aria sufficiente per garantire il raffreddamento della massa esposta, fino a completa dissipazione del calore accumulato nei solai stessi. I principali requisiti delle chiusure permeabili sono: configurazione tale da permettere l'apertura a filo dell'intradosso del solaio; collocazione su due lati opposti, al fine di consentire una ventilazione passante;

- area netta d'apertura idonea, da valutarsi in relazioni alle condizioni specifiche d'uso e climatiche dell'edificio in esame (indicativamente, un'area netta di riferimento può essere pari a 0,05 mq per ogni mq di superficie di pavimento).

Prestazioni

- riduzione dei consumi energetici legati al fabbisogno di raffrescamento;
- riduzione delle emissioni inquinanti;
- riduzione dei rischi di inquinamento biologico;

Riferimenti normativi

- serie di norme UNI EN 13141 sulla ventilazione degli edifici.

SISTEMI GEOTERMICI PER IL RAFFRESCAMENTO NATURALE

La geotermia, cioè lo scambio termico tra l'edificio ed il terreno che sfrutta il salto di temperatura tra i due ambienti utilizzando condotti dove circola un fluido termovettore, consente di raffrescare in modo naturale gli edifici con un ridotto consumo di energia. Il terreno infatti, grazie alla propria elevata inerzia termica, risente in modo marginale e solo negli strati più superficiali delle variazioni giornaliere e stagionali di temperatura.

A una certa profondità, variabile in funzione della natura del terreno, la temperatura del sottosuolo è costante e, nei nostri climi, è più bassa di quella dell'aria esterna in estate. Questa condizione di "stabilità termica" fa sì che il terreno possa essere utilizzato come serbatoio per assorbire il calore estratto dagli edifici e raffrescare l'ambiente interno.

Criteri progettuali e applicazioni

Il raffrescamento mediante geocooling comprende due tipologie principali di sistemi (utilizzabili anche per soddisfare fabbisogni di riscaldamento):

- sonde geotermiche verticali;
- scambiatori geotermici orizzontali;

Le sonde geotermiche verticali, generalmente lunghe dagli 80 ai 200 m, utilizzano una macchina frigorifera a compressione di vapore che, tramite un circuito idraulico, assorbe il calore dall'ambiente e lo cede al terreno attraverso i tubi a doppia U delle sonde stesse. Il fluido termovettore è generalmente una miscela di acqua e antigelo. Gli scambiatori geotermici sono invece tubi orizzontali, interrati ad una profondità modesta compresa tra i 50 cm e i 4 m, attraverso i quali viene fatto scorrere un fluido termovettore, che può essere aria o acqua. Per la circolazione del fluido, che asporta calore dall'ambiente interno e lo riversa nel terreno, è necessario un ventilatore nel caso di aria e una pompa nel caso di acqua, che hanno comunque consumi energetici molto ridotti.

Prestazioni

- riduzione dei consumi energetici (e delle spese conseguenti) per la climatizzazione. Il funzionamento di una macchina frigorifera richiede più elettricità rispetto a un ventilatore o a una pompa, ma è comunque decisamente più efficiente di un sistema a compressione tradizionale (che riversa il calore asportato dall'ambiente interno all'aria esterna) specie se combinato con un sistema di pannelli radianti in ambiente;
- riduzione delle emissioni di CO_2 nell'atmosfera (riduzione dell'inquinamento nel rispetto del Protocollo di Kyoto).

Riferimenti normativi

- UNI 10346:1993. Riscaldamento e raffrescamento degli edifici. Scambi di energia termica tra terreno ed edificio. Metodo di calcolo.

Esempio

Tubazioni interrate sotto il cortile della scuola materna di Mäder, Voralberg, Austria.

Figura 95. Tubazioni interrate sotto il cortile della scuola materna di Mäder, Voralberg, Austria.

1.5.4 SISTEMI DI ILLUMINAZIONE NATURALE

TECNOLOGIE DI ILLUMINAZIONE DALL'ALTO: LUCERNARI, CUPOLINI E SHED

Una parte importante dell'energia che arriva dal sole sulla terra è disponibile sotto forma di energia luminosa sia diretta che riflessa dalla volta celeste e costituisce la cosiddetta luce naturale. La luce naturale può essere introdotta all'interno di un edificio essenzialmente in tre modi: attraverso il soffitto (toplighting), attraverso le pareti laterali (sidelighting) o portando la luce all'interno degli ambienti attraverso dei veri e propri condotti o ricorrendo ad atrii e cortili (corelighting).

Criteri progettuali e applicazioni

Le tecnologie che consentono la penetrazione della luce dall'alto prevedono l'inserimento nello tetto di lucernari, cupolini o shed. In fase di progettazione è necessario porre particolare attenzione al fatto che la luce incidente su una superficie orizzontale è circa tre volte superiore a quella incidente su una superficie verticale; inoltre in estate l'irraggiamento solare può provocare effetti di surriscaldamento e fenomeni di abbagliamento indesiderati se non accuratamente controllato da schermi o superfici riflettenti.

Prestazioni

- riduzione dei consumi energetici per l'illuminazione: le tecniche di illuminazione naturale sono particolarmente utilizzate nella progettazione di ambienti che hanno un uso prevalentemente diurno - come le scuole - per i quali l'entità dei consumi derivanti dall'illuminazione artificiale ne rende più evidenti i vantaggi economici;
- riduzione del fabbisogno di luce artificiale e, pertanto, del condizionamento necessario a smaltire il calore immesso dalle lampade;

- miglioramento del benessere psicofisico degli utenti: le caratteristiche principali che rendono preferibile la luce naturale a quella artificiale sono il suo rendimento nella percezione del colore e le variazioni nel tempo di colore, contrasto e luminanza (brillanza luminosa) di ogni superficie, caratteristiche che non possono essere simulate da nessun tipo di sorgente artificiale.

Riferimenti normativi

- DM 18/12/1975 (indica per l'edilizia scolastica i requisiti di illuminazione naturale e artificiale degli spazi);
- per l'illuminazioni naturale di locali scolastici vedere anche la norma UNI 10840:2000.

Esempio

Gli shed dell'asilo nido Notley Green forniscono un adeguato apporto di luce naturale.

Figura 96. Asilo nido Notley Green (Regno Unito)

TECNOLOGIE DI ILLUMINAZIONE LATERALE: DAVANZALI, MENSOLE E FRANGISOLE RIFLETTENTI

Si può migliorare notevolmente l'illuminazione naturale entrante dalle finestre attraverso una serie di soluzioni innovative, che contribuiscono a deviare una parte del flusso luminoso incidente verso il soffitto, in modo da alterare il percorso naturale finestra-pavimento ed indirizzare la luce in profondità nell'ambiente.

Criteri progettuali e applicazioni

Nuovi materiali ed elementi consentono la realizzazione di grandi superfici vetrate compatibilmente con un buon comportamento termico dell'edificio:

- davanzali e mensole riflettenti, elementi orizzontali che vengono inseriti nella parte inferiore della finestra o al di sopra del livello della vista e la cui superficie superiore è rivestita con materiali altamente riflettenti in modo da deviare la radiazione luminosa all'interno dell'ambiente;
- frangisole riflettenti regolabili che orientano la luce diretta del sole e anche quella diffusa all'interno degli ambienti. Nel "sidelighting" è importante prevedere l'utilizzo di dispositivi di ombreggiamento, che permettono di bloccare o regolare il passaggio della luce all'interno degli spazi. Essi possono essere interni od esterni o essere inseriti all'interno del vetrocamera del serramento. Esistono poi soluzioni e materiali – come i "vetri intelligenti" o come i materiali isolanti trasparenti - capaci di regolare e controllare l'entità dei flussi luminosi e termici.

Prestazioni

- distribuzione più uniforme della luce: queste tecnologie diminuiscono il livello di illuminamento a ridosso della finestra (evitando il pericolo di abbagliamento e surriscaldamento dovuti alla radiazione diretta) e migliorano i livelli di

illuminamento nelle zone dell'edificio lontane dalle zone finestrate portando la luce naturale all'interno di corpi di fabbrica profondi o senza aperture dirette sull'esterno);

- riduzione dei consumi energetici per l'illuminazione;
- miglioramento del benessere psicofisico degli utenti rispetto ad ambienti illuminati artificialmente.

Riferimenti normativi

- DM 18/12/1975 (indica per l'edilizia scolastica i requisiti di illuminazione naturale e artificiale degli spazi);
- per l'illuminazione naturale di locali scolastici vedere anche la norma UNI 10840:2000.

TECNOLOGIE DI ILLUMINAZIONE ALL'INTERNO: POZZI DI LUCE E CONDOTTI SOLARI

È possibile portare la luce all'interno di un edificio: svuotandolo in alcune sue parti, realizzando cioè spazi "cavi" (come atrii, cortili, chiostri...) che aumentano la superficie laterale illuminata dell'involucro; attraverso condotti di luce, lucernari tubolari in grado di convogliare la luce solare all'interno di ambienti poco illuminati o privi di finestre; per mezzo di fibre ottiche.

Criteri progettuali e applicazioni

I pozzi di luce aumentano la superficie laterale illuminata dell'involucro, ma possono comportare un aumento delle dispersioni di calore in inverno. Le dispersioni possono essere diminuite attraverso la copertura di questi spazi con elementi trasparenti, trasformandoli in "spazi tampone", cioè locali con una temperatura maggiore rispetto a quella esterna.

Nei condotti solari invece la luce del sole raccolta da eliostati (specchi controllati da dispositivi computerizzati) o concentrata per mezzo di specchi o lenti, è convogliata verso l'interno dell'edificio attraverso condotti rivestiti internamente da materiali molto riflettenti, che contengono le perdite dovute alle molteplici riflessioni della radiazione solare.

Un altro sistema per far arrivare la luce naturale all'interno dell'edificio è il sistema a fibre ottiche: l'applicazione delle fibre ottiche dipende fondamentalmente dalla disponibilità di radiazione solare. Dato che sono sistemi relativamente costosi da installare, è conveniente il loro utilizzo solo in zone molto soleggiate.

Prestazioni

- riduzione dei consumi energetici per l'illuminazione;
- miglioramento del benessere psicofisico degli utenti rispetto ad ambienti illuminati artificialmente.

Riferimenti normativi

- DM 18/12/1975 (indica per l'edilizia scolastica i requisiti di illuminazione naturale e artificiale degli spazi);
- per l'illuminazioni naturale di locali scolastici vedere anche la norma UNI 10840:2000.

Esempio

Il grande lucernario che sovrasta il foyer della scuola media di Mäder in Svizzera.

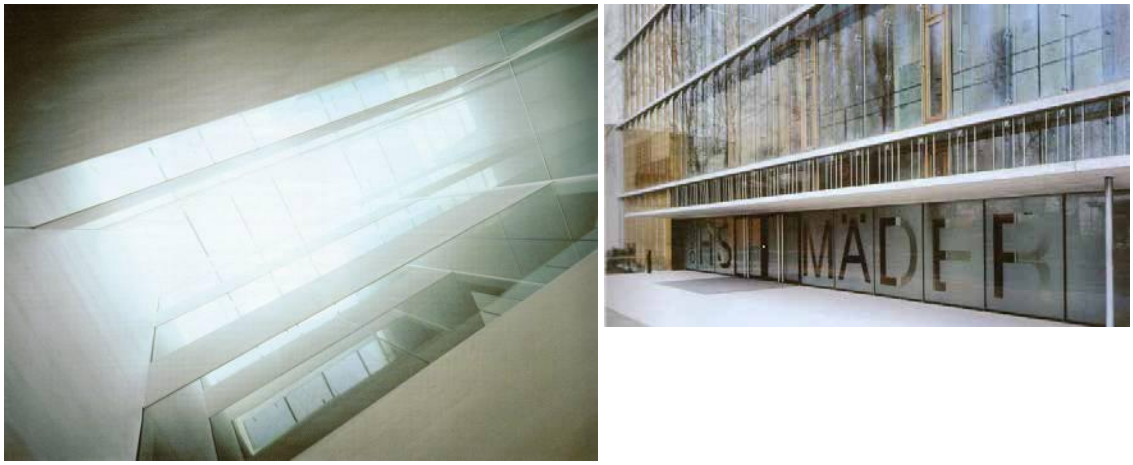


Figura 97. Scuola media di Mäder in Svizzera

1.5.5 SISTEMI DI RISPARMIO, RECUPERO E RICICLO DELL'ACQUA

IL CONTROLLO DEL CICLO DELL'ACQUA

Per controllo del ciclo dell'acqua si intendono tutte quelle azioni atte a prevedere un uso razionale dell'acqua e rispettare il più possibile il ciclo naturale di questa risorsa, cioè a chiuderlo come avviene in natura, favorendo anche, ove possibile, il suo risparmio, riuso, riciclaggio e depurazione con metodi ecocompatibili. Tra i sistemi possiamo avere reti differenziate per i diversi usi, impianti di fitodepurazione, sistemi di raccolta e recupero delle acque meteoriche.

Criteri progettuali e applicazioni

- prevedere sistemi di razionalizzazione e risparmio dell'acqua (miscelatori termostatici, riduttori di flusso, vaschette wc a doppia cacciata, macchine di lavaggio in classe A...);
- raccogliere in appositi serbatoi di accumulo le acque piovane, per recuperarle e riutilizzarle per l'irrigazione di giardini o per usi domestici compatibili (bucati in lavatrice, scarico wc);
- realizzare reti idriche duali per acque meno pregiate;
- prevedere superfici permeabili per far filtrare l'acqua piovana direttamente nel terreno, riducendo così i rischi – frequenti invece in presenza di superfici impermeabili - di sovraccarico idrico delle reti di smaltimento o di allagamento;
- applicare tecniche ecocompatibili di depurazione, come la fitodepurazione, sistema naturale di depurazione delle acque di scarico, costituito da un bacino impermeabilizzato riempito con materiale ghiaioso e vegetato da piante acquatiche in grado di metabolizzare le sostanze inquinanti.

Prestazioni

- salvaguardia dell'ambiente e risparmio di risorse;
- nel caso di impianti di fitodepurazione, aumento del benessere termico e percettivo negli spazi esterni.

Riferimenti normativi

- DIN 1989-1:2002. Rainwater harvesting systems - Part 1: Planning, installation, operation and maintenance.

Esempio

Il recupero dell'acqua piovana nella scuola media di Klaus in Austria.

Figura 98. Scuola media di Klaus in Austria.

SISTEMI AD ACQUA PER IL CONTROLLO BIOCLIMATICO

Integrazione dell'acqua negli spazi aperti e nell'edificio per migliorare il comfort termico attraverso tecnologie bioclimatiche di raffrescamento, evaporazione, accumulo termico.

Criteri progettuali e applicazioni

- raffrescamento per contatto dell'acqua su una superficie più calda e raffrescamento evaporativo;
- uso di masse d'acqua come sistemi ad accumulo termico.

Prestazioni

- salvaguardia dell'ambiente e risparmio delle risorse;
- aumento del benessere termoigrometrico e percettivo negli spazi esterni.

Esempio

Vasche d'acqua nella scuola dell'infanzia di Mezzago (MI).

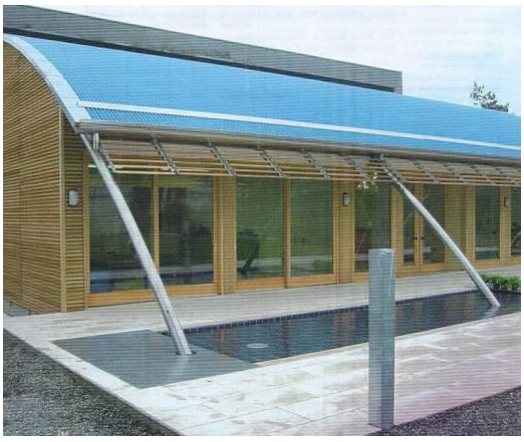


Figura 99. Scuola dell'infanzia di Mezzago (MI).

1.5.6 INTEGRAZIONE DELLA VEGETAZIONE NELL'EDIFICIO E NEGLI SPAZI APERTI

LA VEGETAZIONE

La vegetazione può essere integrata nell'edificio in: tetti, come elemento di rivestimento o giardini pensili; facciate, come elemento di rivestimento; pergole, per creare di spazi a microclima controllato; negli spazi aperti (come pavimentazioni, aree verdi...).

Una corretta struttura del verde costituisce parte integrante di un insediamento ecocompatibile, determina e consolida la sua struttura paesaggistica. Suolo, alberi, arbusti, siepi, prati, aree a bosco sono materiali naturali e quindi elementi del paesaggio che devono entrare a fare parte della città, per creare un più stretto rapporto tra architettura e natura, in base a criteri di riequilibrio e rigenerazione delle risorse naturali e del sistema ecologico, sociale, fruitivo ed estetico, superando la visione puramente formale dell'uso del verde e introducendo tutte le altre funzioni da quelle bioclimatiche a quelle di depurazione dell'aria e dell'acqua.

Prestazioni

- controllo del benessere termoigrometrico: la presenza di vegetazione diminuisce la temperatura dell'aria tramite la fotosintesi clorofilliana e per effetto di ombreggiamento, agisce sull'umidità, ha effetto di isolamento termico e di inerzia termica anche in relazione allo strato di terreno;
- depurazione dell'aria e dell'acqua: la vegetazione metabolizza sostanze inquinanti e depura l'aria e l'acqua;
- permeabilità dei suoli: la vegetazione permette all'acqua piovana di penetrare nel suolo diffusamente e con minor velocità rispetto a superfici pavimentate artificialmente e in modo diffuso, quindi più naturale;
- barriera acustica e barriera al vento;
- genera benessere percettivo e psicofisico.

Criteri progettuali delle superfici verdi negli edifici

Deve essere valutata la scelta della vegetazione in funzione dell'inclinazione del tetto e della parete, del clima, dell'esposizione, della facilità di manutenzione. Particolare cura deve essere posta nella definizione dei diversi strati necessari alla vita della vegetazione stessa e al corretto mantenimento della struttura edilizia sottostante.

Deve essere favorita l'accessibilità e l'uso dei tetti verdi come giardini pensili e spazi verdi aggiuntivi. E' preferibile adottare tecnologie consolidate con utilizzo di terreni speciali alleggeriti e realizzare un idoneo impianto di irrigazione. Occorre valutare attentamente le caratteristiche del materiale vegetale, come per esempio, il fogliame (caduca o sempreverde).

Criteri progettuali delle superfici verdi negli spazi esterni

I criteri fondamentali alla base di questo tipo di approccio alla progettazione del verde sono i seguenti:

- la scelta della vegetazione deve rispondere ad alcuni criteri base, tali da garantire una sufficiente omogeneità ed articolazione degli interventi, tenendo sempre come riferimento il contesto generale in cui ci si colloca;
- sono da preferire specie vegetali prevalentemente di tipo autoctono e coerenti con il sito, privilegiando le specie erbacee, tappezzanti ed arbustive;
- è da valutare l'opportunità di inserire tappeti erbosi anche misti di tipo rustico;
- è da tenere presente che ogni intervento di sviluppo urbano contribuisce alla formazione di un nuovo paesaggio, ma si deve tenere in considerazione la specificità del contesto;
- integrazione del verde, nelle sue differenti tipologie, come fattore privilegiato per la costruzione ed il miglioramento del paesaggio nella città sotto il profilo ecologico, ambientale, funzionale e d'uso, estetico e formale;

- progettazione di uno spazio a verde tale da stabilire coerenti relazioni con il sistema del verde urbano, al fine di trovare gli elementi di connessione necessari secondo criteri di continuità e di integrazione multifunzionale (sistema del verde, sistema idrico superficiale, sistema della viabilità ai vari livelli, sistema degli spazi e funzioni pubbliche più in generale).

Esempio

Il tetto verde della scuola materna di Mäder, Voralberg, Austria.

Figura 100. Scuola materna di Mäder, Voralberg, Austria.

PARTE II FOTOGRAFIA DEI COMPLESSI SCOLASTICI DELLA PROVINCIA DI MANTOVA

2.1 QUADRO COMPESSIVO DELLE SCUOLE COMUNALI

2.1.1 INTRODUZIONE

La legge 23/1996 (Normativa per l'edilizia scolastica) ha ripartito le competenze sull'edilizia scolastica tra Comuni e Provincie:

Ai 69 comuni delle provincia di mantovana stata assegnata la responsabilità per gli immobili per l'istruzione dell'infanzia e Primaria.

Le scuole dell'infanzia presenti nella Provincia di Mantova sono 196 (pubbliche e private).

Abbiamo preso in considerazione solo le 163 scuole pubbliche.

Invece le scuole Primarie complessivamente sono 116 (pubbliche e private); quelle presse in analisi sono le 97 scuole pubbliche.

Di seguito troviamo un elenco delle scuole accompagnate da una foto.

2.1.2 SCUOLE DELL'INFANZIA

Acquanegra sul Chiese

Acquanegra S.C. Scuola dell'Infanzia

Via Cavour 1

46011 **Acquanegra sul Chiese** MN

Asola

Direzione Didattica

Viale Brescia 4

46041 **Asola** MN

Asola

Via Monte Bianco

46041 **Asola** MN

Castelnuovo

Via Solferino

46040 **Asola** MN

Asola

Via Raffaello Sanzio 4

46041 **Asola** MN

Bagnolo san Vito

Bagnolo San Vito

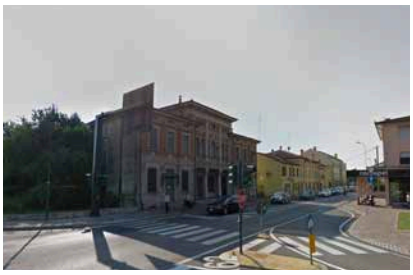
Via Matteotti 23

46031 **Bagnolo San Vito** MN

San Biagio

Via Allende

46030 **Bagnolo San Vito** MN



Bagnolo San Vito - Capoluogo

Via Roma 14

46031 **Bagnolo San Vito** MN

Bigarello

Stradella

Via Stradella 10

46030 **Bigarello** MN

Borgo Virgilio

Via Amendola N. 1

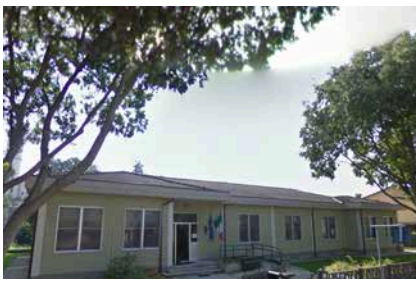
46030 **Borgo Virgilio** MN

Cappelletta

Via Costa 2

46030 **Borgo Virgilio** MN

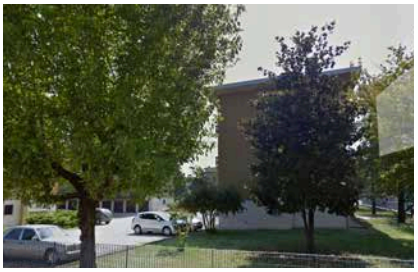
Pietole



Via Georgiche 16

46030 **Borgo Virgilio** MN

Cerese



Via F.Lli Cervi 26

46030 **Borgo Virgilio** MN

Bozzolo

Bozzolo

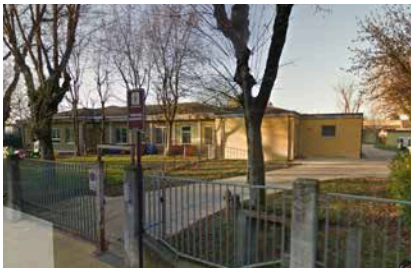
Via Arini 4/6

46012 **Bozzolo** MN

Bozzolo - Via Aporti 'Gonzagà

Via Aporti

46012 **Bozzolo** MN



Canneto sull’Oglio

Canneto sull'Oglio

Via F.Aporti N.5

46013 **Canneto sull'Oglio** MN

Canneto sull'Oglio

Via Leopardi 1

46013 **Canneto sull'Oglio** MN

Carbonara Po

Maria Immacolata Carbonara Po

Via Virgilio 4

46020 **Carbonara di Po** MN

Casalmoro

Casalmoro

Via 4 Novembre N.41

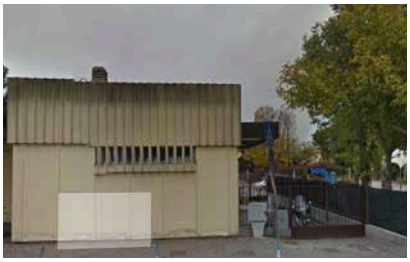
46040 **Casalmoro** MN

Casaloldo

Casaloldo

Via Monte Grappa

46040 **Casaloldo** MN



Casalromano

Casalromano Scuola dell'Infanzia

Via Roma N. 24

46040 **Casalromano** MN

Castel d’Ario

Casteldario

Viale Rimembranze 1

46033 **Castel d'Ario** MN

Castel d'Ario - Capoluogov

Via Marconi 52/A

46033 **Castel d'Ario** MN

Castel Goffredo

Direz. Did.

Via Montegrappa

46042 **Castel Goffredo** MN

San Giuseppe - Castelgoffredo

Via L. da Vinci

46042 **Castel Goffredo** MN

Don Ferrari - Castelgoffredo

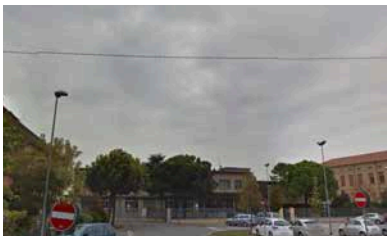
Via Leonardo da Vinci 28

46042 **Castel Goffredo** MN

Castel Goffredo

Viale Montegrappa 94

46042 **Castel Goffredo** MN



Castelbelforte

Castelbelforte

Via Manzoni

46032 **Castelbelforte** MN

Castellucchio

Castellucchio

Via Roma 3/A

46014 **Castellucchio** MN

Castellucchio

Piazza Gardini N.6

46014 **Castellucchio** MN

Sarginesco

Via Mainolda N.10/A

46010 **Castellucchio** MN

Castiglione delle Stiviere

Castiglione Stiviere II

Localita' San Pietro

46043 **Castiglione delle Stiviere** MN

Castiglione Stiviere 1

Via Gridonia Gonzaga 8

46043 **Castiglione delle Stiviere** MN

Bersaglio

Castiglione delle Stiviere

46043 **Castiglione delle Stiviere** MN

Grole

Castiglione delle Stiviere

46043 **Castiglione delle Stiviere** MN

Cavriana

Infanzia

Piazza General Mattioli 2

46040 **Cavriana** MN

Ceresara

Ceresara

Via Roma 53

46040 **Ceresara** MN

Ceresara

Via Tezze 7

46040 **Ceresara** MN

Commessaggio

Sant'Albino

Via Silvio Camicia 33/B

46010 **Commessaggio** MN

Curtatone

Curtatone

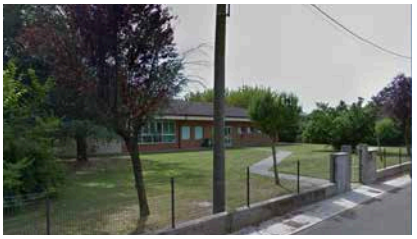
Via Maggiolini 6

46010 **Curtatone** MN

Eremo

Via Silvio Pellico 18

46010 **Curtatone** MN



San Silvestro

Via Neruda 1

46010 **Curtatone** MN

Levata

Via Montessori 2

46010 **Curtatone** MN

Buscoldo

Via Maggiolini 10

46010 **Curtatone** MN

Dosolo

Dosolo

Via 8 Marzo

46030 **Dosolo** MN

Villastrada

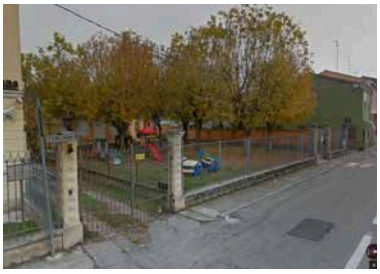
46030 **Dosolo** MN

Felonica

Felonica

Via Garibaldi 83

46022 **Felonica** MN



Gazoldo degli Ippoliti

Infanzia la Coccinella

Via Gerola 2

46040 **Gazoldo degli Ippoliti** MN

Gazzuolo

Gazzuolo – Materna

Via Marconi 9/B

46010 **Gazzuolo** MN

Goito

Goito

Via D.Alighieri 49

46044 **Goito** MN

Goito

Piazza G. Matteotti 22

46044 **Goito** MN

Cerlongo

Piazza San Pio X 4

46040 **Goito** MN

Maioli

Via Statale Goitese

46044 **Goito** MN

Solarolo

Via Solarolo

46040 **Goito** MN

Gonzaga

Gonzaga

Via L. Pedroni 7/B

46023 **Gonzaga** MN

Gonzaga Scuola Infanzia

Via Canaro

46023 **Gonzaga** MN

Palidano Scuola Infanzia

Via Carlo Guerrieri

46020 **Gonzaga** MN

Guidizzolo

Istituto Compr.

Viale Martiri della Liberta' 8

46040 **Guidizzolo** MN

Infanzia

Via Donatori di Sangue 12

46040 **Guidizzolo** MN

Infanzia Birbesi

Via Monumento 2

46040 **Guidizzolo** MN

Magnacavallo

Magnacavallo - Rosa Agazzi

Via Fratelli Ferrari 24

46020 **Magnacavallo** MN

Mantova

Mantova 1

Piazza Seminario 4

46100 **Mantova** MN

Lunetta - 'Bernì

Via Sarajevo 4 - Quartiere Lunetta

46100 **Mantova** MN

Pacchioni

Piazza Tolazzi 1

46100 **Mantova** MN

Mantova 2

Via Grossi 5

46100 **Mantova** MN

Gianni Rodari

Via Platina 1

46100 **Mantova** MN

Anna Frank

Via Volta 10/A

46100 **Mantova** MN

Mantova 3

Via Conciliazione 75

46100 **Mantova** MN

Chiesanuova

Via P.Miglioretti

46100 **Mantova** MN

Collodi

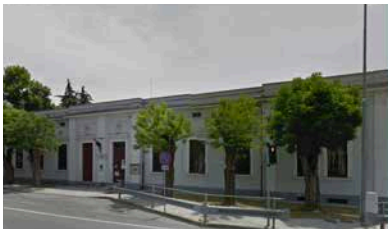
Via Indipendenza 22/A

46100 **Mantova** MN

Angeli - 'Ricordo ai Caduti

Via Cremona 56

46100 **Mantova** MN



Francesco Campogalliani

Via Parilla

46100 **Mantova** MN

Marcaria

Campitello

Via Kennedy N. 11

46010 **Marcaria** MN

Casatico

Via Tartaro N.3

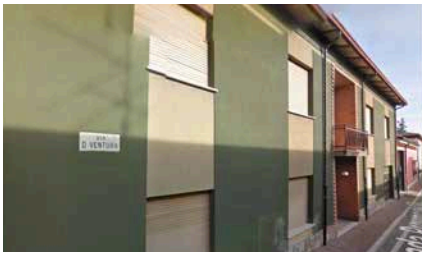
46010 **Marcaria** MN

Mariana Mantovana

Comunale Teresa Chizzoni

Piaza Fario 3

46010 **Mariana Mantovana** MN



Marmirolo

Ist. Compr.

Via Parini 2

46045 **Marmirolo** MN

Pozzolo

Via Reboline 2

46040 **Marmirolo** MN

Marmirolo

Via G.Pacchioni 5

46045 **Marmirolo** MN

Medole

Medole

Via Mazzini 47

46046 **Medole** MN

Moglia

Moglia

Via Leopardi N. 10

46024 **Moglia** MN

Moglia Scuola Infanzia

Via Cavour

46024 **Moglia** MN

Bondanello Scuola Infanzia

Via C. Battisti

46020 **Moglia** MN

Monzambano

Monzambano e Ponti sul Mi

Via Generale Darra 100

46040 **Monzambano** MN

Sc. Infanzia Castellaro Laguse

Via Mazzolari 6

46040 **Monzambano** MN

Darra Cantù

Via Umberto I N.69

46040 **Monzambano** MN

Motteggiana

Villa Saviola

Via Olivieri

46020 **Motteggiana** MN

Ostiglia

Ostiglia

Via Bonazzi 9

46035 **Ostiglia** MN

Adelma Canossa Bozzini Draghi

Via Bonazzi 20

46035 **Ostiglia** MN

Pegognaga

Pegognaga

Via Roma 29

46020 **Pegognaga** MN

Pegognaga Infanzia Madre Noemi

Via Verdi N.14

46020 **Pegognaga** MN

Pieve di Coriano

Pieve Corianom. T. Calcutta

Piazza A. Gramsci 29/B

46020 **Pieve di Coriano** MN

Piubega

Piubega

Via Roma 38

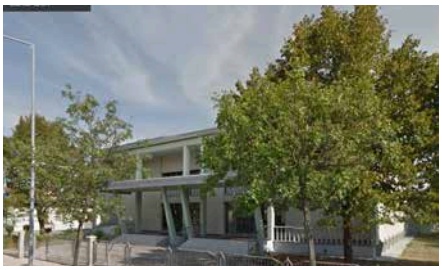
46040 **Piubega** MN

Poggio Rusco

Poggio Rusco

Via Martiri della Liberta' 43

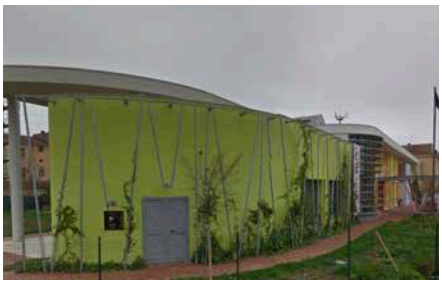
46025 **Poggio Rusco** MN



Poggio Rusco

Piazzale Zanardi

46025 **Poggio Rusco** MN



Pomponesco

Pomponesco

Via Roma

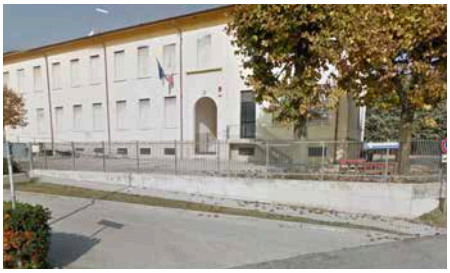
46030 **Pomponesco** MN

Ponti sul Mincio

Sc. Infanzia Ponti S/m Green

Via S. Martino e Solferino 30/C

46040 **Ponti sul Mincio** MN



Porto Mantovano

DD Porto Mantovano

Via Kennedy 3

46047 **Porto Mantovano** MN

S. Antonio - Scuola Infanzia

Via Einaudi 6

46047 **Porto Mantovano** MN

Soave - Scuola Infanzia

Piazza Salvador Allende 23

46047 **Porto Mantovano** MN

Porto Mant. No

Via Claudio Monteverdi

46047 **Porto Mantovano** MN

Bancole

Via Martiri Liberta'

46047 **Porto Mantovano** MN

Drasso

Via Papa Giovanni XXIII?

46047 **Porto Mantovano** MN

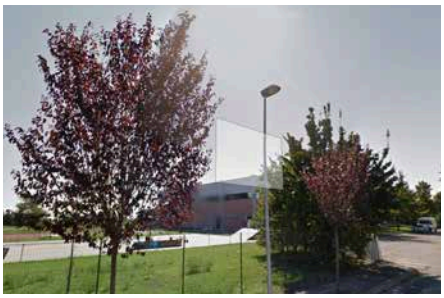
Quingentole

Infanzia

Piazza Italia N.25

46020 **Quingentole** MN

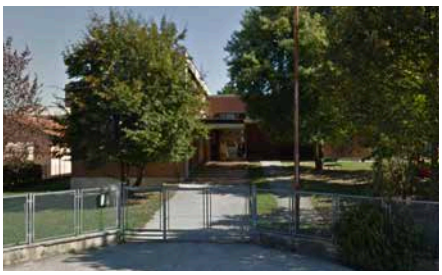
Quistello



Quistello

Via Salvador Allende N.7

46026 **Quistello** MN

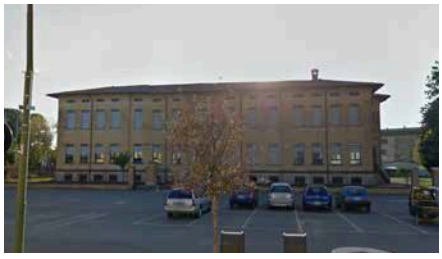


Infanzia

Via Oberdan 40

46026 **Quistello** MN

Redondesco

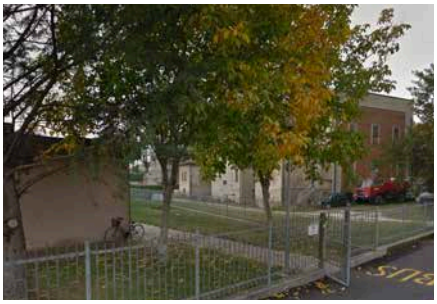


Redondesco

Piazza 4 Novembre

46010 **Redondesco** MN

Revere

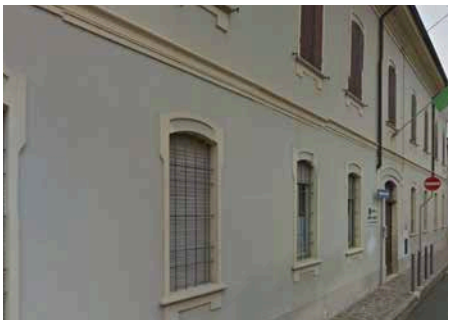


Revere Don Zeno Saltini

Via Ippolito Nievo 4

46036 **Revere** MN

Rivarolo Mantovano



Cividale

Fraz. Cividale

46017 **Rivarolo Mantovano** MN

Rivarolo Mantovano - Capoluogo

Via Cesare Rossi

46017 **Rivarolo Mantovano** MN

Rodigo

Rodigo

Via Rita Castagna 1

46040 **Rodigo** MN

Infanzia Bellocchio

Via Rita Castagna 2

46040 **Rodigo** MN

Infanzia R. Minelli

Via Tezzone 44

46040 **Rodigo** MN

Roncoferraro

Roncoferraro

Via Pietro Nenni 11

46037 **Roncoferraro** MN

Roncoferraro

Via P. Nenni 13

46037 **Roncoferraro** MN

Villa Garibaldi

Via C. Battisti

46037 **Roncoferraro** MN

Roverbella

Roverbella

Via Trento e Trieste 2

46048 **Roverbella** MN

Roverbella

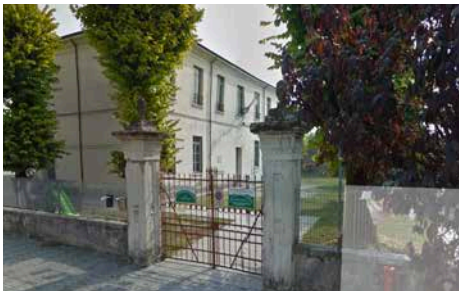
Via Don Bazzotti

46048 **Roverbella** MN

Castiglione Mantovano

Via D. Alighieri

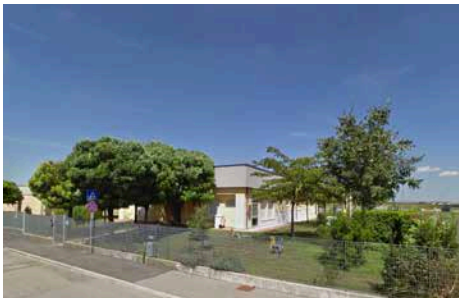
46040 **Roverbella** MN



Malavicina

Via Aldo Moro

46040 **Roverbella** MN



Sabbioneta

Sabbioneta

Via dell'Accademia 2

46018 **Sabbioneta** MN

Sabbioneta-'Giulia Gonzagà Mat.

Via P.Foa'6

46018 **Sabbioneta** MN

Sabbioneta - Breda Cisoni Mat.

Via XXV Aprile

46010 **Sabbioneta** MN

San Benedetto Po

San Benedetto Po

Via Eugenio Dugoni N.26

46027 **San Benedetto Po** MN

San Benedetto Po - il Girotondo

Via Eugenio Dugoni N.28

46027 **San Benedetto Po** MN

San Benedetto Po - G. Garibaldi

Via Gabriele d'Annunzio N.20

46027 **San Benedetto Po** MN

San Giacomo delle Segnate

Infanzia San Giacomo D/ Segnate

Via Ferrari N. 35

46020 **San Giacomo delle Segnate** MN

San Giorgio di Mantova

San Giorgio di Mn

Piazza 8 Marzo

46030 **San Giorgio di Mantova** MN

Mottella - 'Andersen'

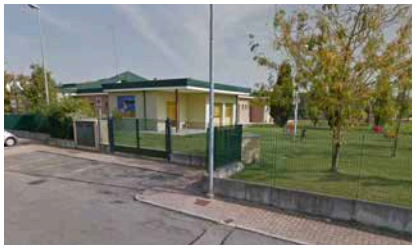
Piazza Repubblica 14

46030 **San Giorgio di Mantova** MN

Tripoli - 'Gianni Rodarì

Piazza Repubblica 14

46030 **San Giorgio di Mantova** MN



Mottella - Collodi

Via Salvo d'Acquisto 6/A

46030 **San Giorgio di Mantova** MN

San Giovanni del Dosso

San Giovanni del Dosso

Via Virgilio 12

46020 **San Giovanni del Dosso** MN

San Martino dall'Argine

San Martino dall'Argine

Via Carrobbio 1/A

46010 **San Martino dall'Argine** MN

Schivenoglia

Infanzia

Via Donatori Sangue 3

46020 **Schivenoglia** MN

Sermide

Sermide

Via Zambelli 2

46028 **Sermide** MN

Scuola Infanzia

Viale Rinascita 18

46028 **Sermide** MN

Scuola Infanzia Moglia

Via A. Volta 73

46020 **Sermide** MN

Di Santa Croce

Via Milazzo 73

46028 **Sermide** MN

Serravalle a Po

Serravalle a Po

Via Giovanni XXIII N. 2

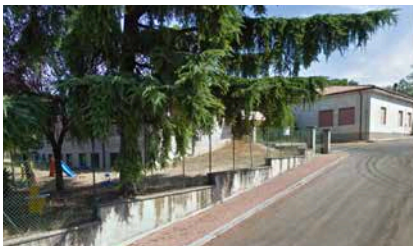
46030 **Serravalle a Po** MN

Solferino

Solferino

Via Cavriana 9

46040 **Solferino** MN

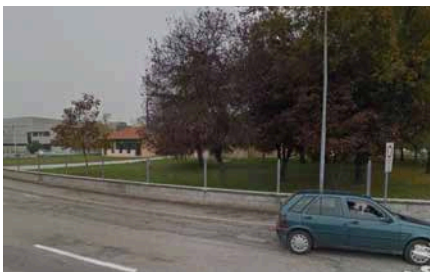


Sustinente

Sustinente F.lli G. Gonzaga

Via Manzoni 313/B

46030 **Sustinente** MN



Suzzara

Suzzara il Milione

Via Caleffi 1/B

46029 **Suzzara** MN

Tabellano

Via Caretta

46029 **Suzzara** MN

Suzzara - 'Gianni Rodarì

Via Lambrakis

46029 **Suzzara** MN

Suzzara - 'I Girasolì

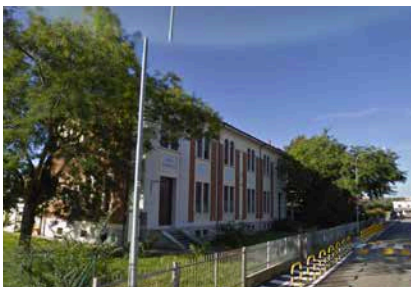
Piazzale della Resistenza

46029 **Suzzara** MN

Roncobonoldo

Via Iemmi

46020 **Suzzara** MN



Suzzara I

Viale S. Zonta 8

46029 **Suzzara** MN

Scuola Infanzia A. Frank

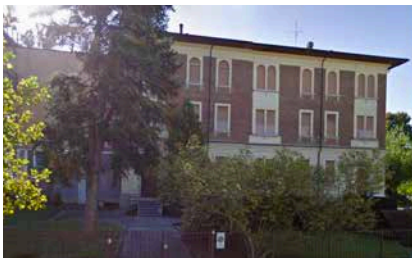
Via P.Neruda 9

46029 **Suzzara** MN

Scuola Infanzia F. Aporti

Via Guido 15/A

46029 **Suzzara** MN



Viadana

Direzione Didattica

Via Vanoni 86

46019 **Viadana** MN

Girolamo Bedoli

Via S.Tommaso d'Aquino

46019 **Viadana** MN

Carrobbio

Via Carrobbio

46019 **Viadana** MN

Dosolo Pomponesco

Via Colombo 2

46030 **Viadana** MN

Bellaguarda

Via Viazza

46019 **Viadana** MN

Cizzolo

Via Mentana

46019 **Viadana** MN

San Matteo delle Chiaviche

Via Trieste

46030 **Viadana** MN

Viadana Parazzi

Via E.Sanfelice 4

46019 **Viadana** MN

Cogozzo - Don Eugenio Mazzi

Frazione Cogozzo

46019 **Viadana** MN

Villa Poma

Villa Poma

Via Marconi 3

46030 **Villa Poma** MN

Villimpenta

Maria Ausiliatrice

Via Virgiliana N.2

46039 **Villimpenta** MN

Volta Mantovana

Volta Mant. Na

Via Vittorino da Feltre 2

46049 **Volta Mantovana** MN

Sc. Infanzia

Via Bonomi 41

46049 **Volta Mantovana** MN

Sc. Infanzia Cereta

Via Avis 68 -Fr.Cereta

46040 **Volta Mantovana** MN

2.1.3 SCUOLA PRIMARIA

Acquanegra sul Chiese

Acquanegra sul Chiese V. Locchi

Via Cavour 3

46011 **Acquanegra sul Chiese** MN

Asola

Direzione Didattica

Viale Brescia 4

46041 **Asola** MN

Castelnuovo

Via Solferino N.30

46040 **Asola** MN

Ospedale

Piazza 80^ Fanteria 1

46041 **Asola** MN

Bagnolo San Vito

Bagnolo San Vito

Via Roma 14

46031 **Bagnolo San Vito** MN

San Biagio

Via Colombarotto 1

46030 **Bagnolo San Vito** MN

Bigarello

Gazzo

Via Gazzo 10

46030 **Bigarello** MN

Borgo Virgilio

Cerese

Via T.Nuvolari 10

46030 **Borgo Virgilio** MN

Borgoforte

Via Parmense 37

46030 **Borgo Virgilio** MN

Bozzolo

Bozzolo

Via Valcarenghi 84

46012 **Bozzolo** MN

Canneto sull'Oglio

Canneto Sull' Oglio

46013 Canneto sull'Oglio **MN**

Carbonara Po

Sc. Primaria Dicarbonara di Po

Via Garibaldi 4

46020 **Carbonara di Po** MN

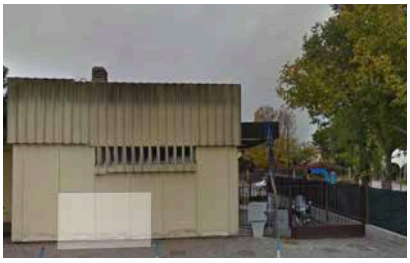
Casalmoro

Casalmoro

Via 4 Novembre

46040 **Casalmoro** MN

Casaloldo



Casaloldo Dante Alighieri

Via Monte Grappa

46040 **Casaloldo** MN

Casalromano

Casalromano
Via Roma 22
46040 **Casalromano** MN

Castel d'Ario

Casteldario G Carducci
Viale Rimembranze 1
46033 **Castel d'Ario** MN

Castel Goffredo

Direz. Did.
Via Montegrappa
46042 **Castel Goffredo** MN

Castel Goffredo
Quart. Carpenedolo
46042 **Castel Goffredo** MN

Castelbelforte

Castelbelforte M. di Belfiore
Via Mazzini 8
46032 **Castelbelforte** M

Castellucchio

Castellucchio

Via Roma N.3

46014 **Castellucchio** MN

Castiglione delle Stiviere

San Pietro

Via Lonato 1

46043 **Castiglione delle Stiviere** MN

Gozzolina

46043 Castiglione delle Stiviere **MN**

Cesare Battisti

Viale Maifreni 5

46043 **Castiglione delle Stiviere** MN

Belvedere

Via Dante Alighieri

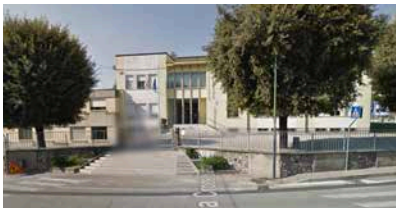
46043 **Castiglione delle Stiviere** MN

Cavriana

Primaria

Via Croce Bianca 2

46040 **Cavriana** MN



Ceresara

Ceresara

Via Roma 53

46040 **Ceresara** MN

Commessaggio

Commessaggio Elementare

Via Selvino Camicia 33

46010 **Commessaggio** MN

Curtatone

San Silvestro

Via Chiesa 23

46010 **Curtatone** MN

Montanara

Via Ateneo Pisano

46010 **Curtatone** MN

Levata

Via Levata 37

46010 **Curtatone** MN

Buscoldo

Via XXV Aprile Snc

46010 **Curtatone** MN

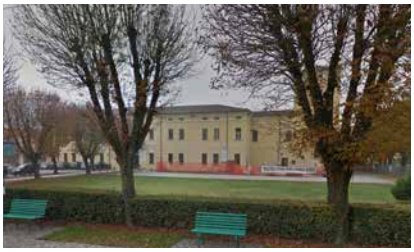
Dosolo

Dosolo

Via P. Falchi

46030 **Dosolo** MN

Felonica



Sc. Primaria di Felonica

Via Garibaldi 6

46022 **Felonica** MN

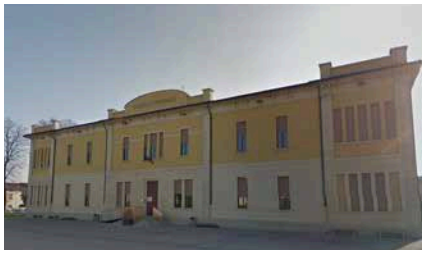
Gazoldo degli Ippoliti

Sc. Primaria Mart. Belfiore

Via Ragazzi del '99 N. 1

46040 **Gazoldo degli Ippoliti** MN

Gazzuolo



Belforte Elementare

Piazza Risorgimento 1

46020 **Gazzuolo** MN

Goito

Cerlongo

Via Cerri 78

46040 **Goito** MN

Goito

Via D.Alighieri 21

46044 **Goito** MN

Maioli

Via Statale Goitese 140

46044 **Goito** MN

Gonzaga

Gonzaga Scuola Primaria

Via Montessori N.6

46023 **Gonzaga** MN

Guidizzolo

Primaria Guidizzolo De Amicis

Via Martiri della Liberta' 8

46040 **Guidizzolo** MN

Magnacavallo

Magnacavallo

Via Fratelli Ferrari 21

46020 **Magnacavallo** MN

Mantova

Lunetta - 'Salvador Allendè

Via Valle d'Aosta 12

46100 **Mantova** MN

Pomponazzo

Via Porto 4

46100 **Mantova** MN

Cittadella - Tazzoli

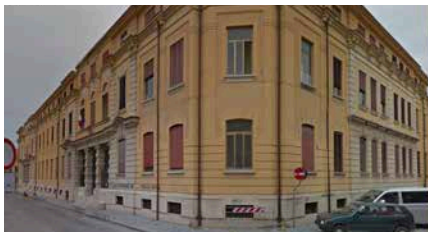
Via S.Giovanni 1

46100 **Mantova** MN

Nievo

Via Torquato Tasso 2

46100 **Mantova** MN



Ardigò

Via Gandolfo 17/A

46100 **Mantova** MN

Don Mazzolari

Via Grossi 5

46100 **Mantova** MN

Martiri di Belfiore

Viale Gobio 8/10

46100 **Mantova** MN

Angeli - Don Minzoni

Via Cremona 58

46100 **Mantova** MN

De Amicis

Via Indipendenza 49

46100 **Mantova** MN

Marcaria

Campitello

Via Vitellio 61

46010 **Marcaria** MN

Gabbiana

Via Balestra N.42

46010 **Marcaria** MN

Marcaria

Via F. Crispi N.121

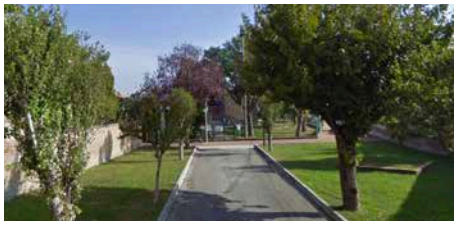
46010 **Marcaria** MN

Cesole

Viale Scuole N. 9

46030 **Marcaria** MN

Mariana Mantovana

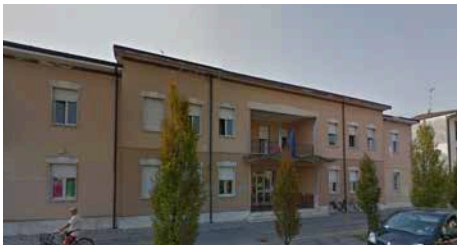


Mariana Mantovana

Piazza Fario

46010 **Mariana Mantovana** MN

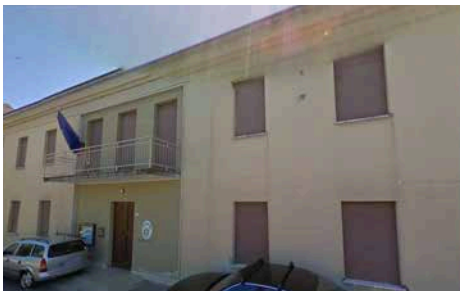
Marmirolo



Marmirolo

Via D. Ferrari 62

46045 **Marmirolo** MN



Pozzolo

Piazza C. Martinelli 2/A

46040 **Marmirolo** MN

Medole

Medole

Piazza Marconi 29

46046 **Medole** MN

Moglia

Moglia Scuola Primaria

Piazza A. Martini

46024 **Moglia** MN

Monzambano

Primaria Monzambano G. Paolo II

Via Generale Darra 100

46040 **Monzambano** MN

Motteggiana

Motteggiana

Via Roma

46020 **Motteggiana** MN

Ostiglia

Ostiglia C. Collodi

Via Bonazzi 9

46035 **Ostiglia** MN

Pegognaga

Pegognaga Scuola Primaria

Via Roma 22

46020 **Pegognaga** MN

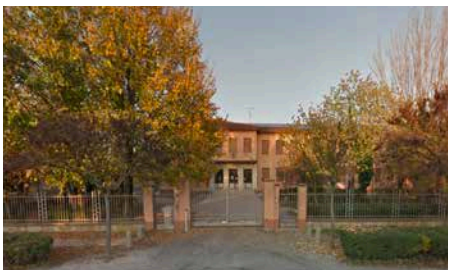
Pieve di Coriano

Pieve di Coriano G. Pascoli

Piazza A. Gramsci 29/A

46020 **Pieve di Coriano** MN

Piubega



Piubega

Via Roma 36

46040 **Piubega** MN

Poggio Rusco

Poggio Rusco

Via G. Matteotti 1

46025 **Poggio Rusco** MN

Pomponesco

Pomponesco

Via Roma 9

46030 **Pomponesco** MN

Ponti sul Mincio

Primaria

Via San Martino e Solferino 30/B

46040 **Ponti sul Mincio** MN

Porto Mantovano

DD Porto Mantovano

Via Kennedy 3

46047 **Porto Mantovano** MN

S. Antonio - Scuola Primaria

Via Kennedy 3

46047 **Porto Mantovano** MN

Soave - Scuola Primaria

Piazza S.Allende 23

46047 **Porto Mantovano** MN

Montata Carra - Scuola Primaria

Via Antonio Canova

46047 **Porto Mantovano** MN

Bancole

Via Roma

46047 **Porto Mantovano** MN

Quingentole

Quingentole

Piazza Italia 26

46020 **Quingentole** MN

Quistello

Quistello

Via Allende 5

46026 **Quistello** MN

Redondesco

Redondesco

Piazza 4 Novembre

46010 **Redondesco** MN

Revere

Revere Don B. Grazioli

Piazza Castello 11

46036 **Revere** MN

Rivarolo Mantovano

Rivarolo Mantovano

Viale Manfredini 1

46017 **Rivarolo Mantovano** MN

Rodigo

A.M. Guastalla

Via Tezzone 34

46040 **Rodigo** MN

Sc. Primaria I. Nievo

Strada Francesca Est 55

46040 **Rodigo** MN

Roncoferraro

Roncoferraro

Piazza Dall'Oca 1

46037 **Roncoferraro** MN

Barbasso

Via Provinciale Ovest 99/A

46030 **Roncoferraro** MN

Governolo

Via A. Gramsci

46034 **Roncoferraro** MN

Roverbella

Roverbella

Viale Rimembranze 13

46048 **Roverbella** MN

Malavicina

Via Aldo Moro

46048 **Roverbella** MN

Sabbioneta

Sabbioneta Elementare

Piazza d'Armi 5

46018 **Sabbioneta** MN

Breda Cisoni Elementare

Via XXV Aprile

46010 **Sabbioneta** MN

San Benedetto Po

San Benedetto Po - Arcobaleno

Via Mons.Bertazzoni N.3

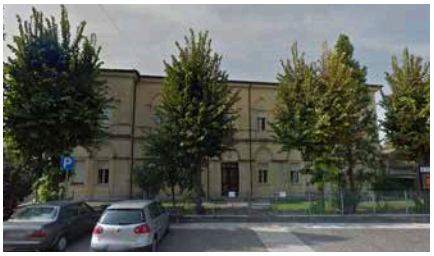
46027 **San Benedetto Po** MN

San Giacomo delle Segnate

San Giacomo Segnate

Via U.Roncada 53

46020 **San Giacomo delle Segnate** MN



San Giorgio di Mantova

Caselle di S. Giorgio

Via Caselle 2

46030 **San Giorgio di Mantova** MN

San Giovanni del Dosso

S. Giovanni del Dosso

Via Virgilio 10

46020 **San Giovanni del Dosso** MN

San Martino dall'Argine

San Martino dall'Argine

Via Garibaldi 4

46010 **San Martino dall'Argine** MN

Schivenoglia

Schivenoglia

Via Matteotti 46

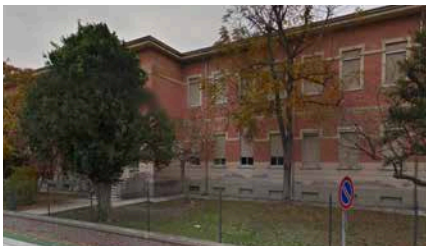
46020 **Schivenoglia** MN

Sermide

Sc. Primaria di Sermide

Via F.Lli Bandiera 18

46028 **Sermide** MN



Serravalle a Po

Serravalle Po G. Guareschi

Piazza Martiri Liberta' 2

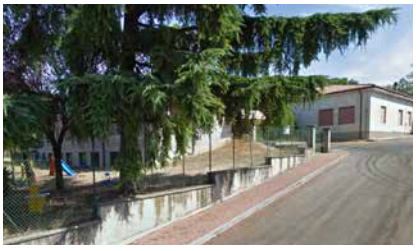
46030 **Serravalle a Po** MN

Solferino

Solferino

Via Cavriana 7

46040 **Solferino** MN

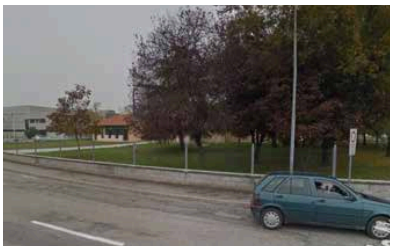


Sustinente

Sustinente Romolo Galassi

Via Manzoni 313/A

46030 **Sustinente** MN



Suzzara

Suzzara - Collodi

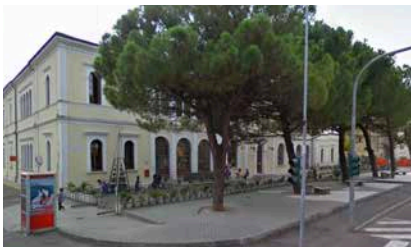
Via P.Caleffi 1/B

46029 **Suzzara** MN

O. Visentini

Viale S. Zonta 8

46029 **Suzzara** MN



A. Frank

Via P. Neruda 9

46020 **Suzzara** MN

Viadana

Direzione Didattica

Via Vanoni 86

46019 **Viadana** MN

Viadana

Via Vanoni N.86

46019 **Viadana** MN

Casaletto

Via Carlo Pisacane

46019 **Viadana** MN

San Matteo delle Chiaviche

Via Trieste

46030 **Viadana** MN

Cicognara

Via Piave 28

46015 **Viadana** MN

Cogozzo

Via E. Mazzi

46016 **Viadana** MN

Villa Poma

Villa Poma

Via Roma Sud 13

46020 **Villa Poma** MN

Villimpenta

Villimpenta

Via Roma 9/B

46039 **Villimpenta** MN

Volta Mantovana

Primaria Volta Mant. Kennedy

Via Vittorino da Feltre 2

46049 **Volta Mantovana** MN

2.2 QUADRO COMPESSIVO DELLE SCUOLE DALLA PROVINCIA DI MANTOVA

2.2.1 PRESENTAZIONE PATRIMONIO PUBBLICO FRLLA PROVINCIA DI MANTOVA

La Provincia di Mantova gestisce un patrimonio immobiliare comprendente settanta complessi che ospitano istituti di istruzione superiore ed uffici pubblici.

L'elenco, secondo la classificazione utilizzata per le attività di manutenzione, è il seguente:

Cod.	*Uso*	*Titolo*	*Ospita*	*Indirizzo*	*Località*
A01	sede	proprietà	Palazzo "di Bagno" - Sede provinciale	Via Principe Amedeo, 30/32	Mantova
A02	no sede	proprietà	Palazzo "di Bagno" – Sede prefettura	Via Principe Amedeo, 30/32	Mantova
A03	no sede	proprietà	Palazzo "di Bagno" - App. prefettura	Via Principe Amedeo, 30/32	Mantova
A04	sede	proprietà	Palazzo di Bagno - Edificio Quarantore	Via Principe Amedeo, 30/32	Mantova
A05	sede	proprietà	Azienda Provinciale Turismo	Piazza A. Mantegna, 46	Mantova
A06	sede	proprietà	Uffici Piazza Sordello	Piazza Sordello, 43	Mantova
A07	scuola	proprietà	Ist. Tecn. Commerciale "Pitentino" - Succursale	Via Acerbi, 45	Mantova
A08	sede	proprietà	Archivio Storico	Via Acerbi, 45	Mantova
A09	sede	proprietà	Casa del Mantegna	Via Acerbi, 47	Mantova
A10	scuola	proprietà	Ist. Tecn. Geometri "Carlo d'Arco"	Via Tasso, 1	Mantova
A11	scuola	proprietà	Ist. Tecn. Commerciale "Pitentino"	Via Tasso, 5	Mantova
A12	scuola	proprietà	I.T.F. "Mantegna"	Via Guerrieri Gonzaga, 8	Mantova
A13	scuola	proprietà	Centro Formazione Professionale	Via Gandolfo, 13	Mantova
A14	scuola	convenzione	I.T.F. "Mantegna" - Ex Istituto Statale d'Arte	Piazza Polveriera, 4	Mantova
A15	scuola	proprietà	Liceo Scientifico "Belfiore"	Via Tione, 2	Mantova
A16	scuola	proprietà	I.P.S.S. "Mazzolari" - Nuovo plesso scolastico	Via Amadei, 35	Mantova
A17	sede	proprietà	Nuova sede Provinciale (Ex Telecom)	Via Don Maraglio	Mantova
A18	scuola	proprietà	I.T.I.S. "Fermi" - Triennio	Via Circonvallazione Sud, 1	Mantova
A19	scuola	proprietà	I.T.I.S. "Fermi" - Biennio	Via Circonvallazione Sud, 1	Mantova
A20	scuola	proprietà	I.P.S.I.A. "L. Da Vinci"	Via Circonvallazione Sud, 3	Mantova
A21	scuola	proprietà	I.T.A.S. "Palidano" Corte Bigattera - Succursale	Via dei Toscani	Mantova
A22	scuola	proprietà	I.T.A.S. "Palidano" Corte Bigattera - Succursale (ex Barchessa)	Via dei Toscani	Mantova
A23	scuola	proprietà	I.T.A.S. "Palidano" Corte Bigattera - Palestra	Via dei Toscani	Mantova

A24	scuola	proprietà	Centro Formazione Professionale Corte Bigattera	Via dei Toscani	Mantova
A25	scuola	proprietà	Liceo Scientifico "Gonzaga"	Via Fratelli Lodrini, 32	Cast. delle Stiviere
A26	scuola	proprietà	Centro Formazione Professionale	Via Mantegna, 46	Cast. delle Stiviere
A27	scuola	proprietà	Istituto d'arte "G. Romano"	Via Roma, 2	Guidizzolo
A28	scuola	convenzione	Ist. Tecn. Commerciale "Falcone"	Via Pignole	Asola
A29	sede	proprietà	Ponte Torre d'Oglio	Località Torre d'Oglio	Viadana
A30	scuola	proprietà	Ist. Tecn. Commerciale "Sanfelice"	Via E. Sanfelice, 8	Viadana
A31	scuola	proprietà	Ist. Tecn. Commerciale "Sanfelice" - Succursale e Auditorium	Piazza Orefici	Viadana
A32	scuola	proprietà	Liceo Scientifico "Maggi"	Via Vanoni, 21	Viadana
A33	scuola	proprietà	I.P.S.S.I.A. "S. Giovanni Bosco"	Via Roma, 8	Viadana
A35	scuola	proprietà	Ist. Tecn. Commerciale "Manzoni"	Via Mantova, 13	Suzzara
A36	scuola	proprietà	Ist. Tecn. Commerciale "Manzoni" - ampliamento	Via Mantova, 13	Suzzara
A37	scuola	proprietà	Liceo Scientifico "Manzoni" Ex Conventino	Viale Virgilio, 55	Suzzara
A38	scuola	proprietà	I.T.A.S. "Palidano Villa Strozzi"	Strada Begozzo, 9	Gonzaga
A39	scuola	convenzione	I.S. “G. Greggiati”	Via Roma, 1	Ostiglia
A40	scuola	proprietà	Liceo Scientifico "Galilei"	Via Verona, 35	Ostiglia
A41	scuola	convenzione	Ist. Tecn. Geometri "Galilei"	Via IV Novembre, 17	Sermide
A42	scuola	proprietà	Ampliamento Istituto G. Galilei	Via Collodi 24/26	Ostiglia
A43	scuola	convenzione	Ampliamento Istituto G. Falcone	Via Saccole Pignole	Asola
B01	scuola	convenzione	Liceo Classico "Virgilio" - Scuola	Via Ardigò, 13	Mantova
B02	scuola	convenzione	Liceo Classico "Virgilio" - Palestra	Via Ardigò, 13	Mantova
B04	scuola	convenzione	Istituto Magistrale "Isabella D'Este"	Via G. Rippa, 1	Mantova
B05	scuola	convenzione	I.T.F. "Mantegna" - Succursale	Via Guerrieri Gonzaga, 4	Mantova
B06	scuola	convenzione	Istituto d'Arte "Giulio Romano"	Via Trieste	Mantova
B08	scuola	proprietà	Conservatorio di Musica "L. Campiani" (ex Caserma)	Via Conciliazione, 33	Mantova
B09	scuola	proprietà	Conservatorio di Musica "L. Campiani" - Auditorium	Via Conciliazione	Mantova
B10	scuola	convenzione	I.P.S.S. "Mazzolari" – edificio originario	Via Amadei, 35	Mantova
B11	scuola	affitto	I.P.S.I.A. "S. Giovanni Bosco"	Via dell'Artigianato	Gazoldo d. Ippoliti
B13	scuola	convenzione	I.P.A. "P.A. Strozzi"	fraz. Villa Garibaldi	S. Benedetto Po
B15	scuola	convenzione	I.P. Alb. "Greggiati"	Piazza Primo Maggio	Poggio Rusco
C02	no sede	proprietà	Provveditorato agli studi	Via Cocastelli	Mantova
C03	sede	proprietà	Cantiere Manufatti	Via Luca Francelli	Mantova
C07	sede	convenzione	Centro per l'impiego Viadana	Via Cavour, 51	Viadana
C08	sede	convenzione	Centro per l'impiego Suzzara	Via Cadorna, 3/a	Suzzara
C09	sede	convenzione	Centro per l'impiego Ostiglia	Via Gnocchi Viani, 24	Ostiglia
C10	sede	convenzione	Centro per l'impiego Castiglione delle Stiviere	Via Maestri del Lavoro, 1/b	Cast. delle Stiviere
D01	no sede	proprietà	Caserma Carabinieri	Via Chiassi	Mantova
D03	no sede	proprietà	Caserma Vigili del Fuoco	V.le Risorgimento	Mantova
D04	no sede	proprietà	Questura	P.za Sordello	Mantova
D05	no sede	convenzione	Porto di Valdaro	Via Colombo	Mantova
D06	no sede	proprietà	Monumento Mille Miglia	S.S. Goitese	Guidizzolo
D08	sede	affitto	Magazzino viabilità		Mariana M.na
D10	sede	proprietà	Casa Cantoniera	loc. Sailetto	Suzzara
D11	no sede	proprietà	Caserma Carabinieri	P.za S.D'Acquisto, 1	Revere
D12	no sede	proprietà	Caserma Carabinieri	Viale Rinascita, 6	Sermide
D13	sede	affitto	Magazzino viabilità	Via Milazzo	Sermide
D14	no sede	proprietà	Aree esterne ex Villaggio provinciale	Viale delle Rimembranze	Mantova

Complessivamente essi presentano una superficie lorda coperta di circa 240.000 metri quadrati (di cui quasi 190.000 per uso scolastico) ed un volume riscaldato netto di circa 700.000 metri cubi (di cui oltre 540.000 per uso scolastico), e sono

utilizzati quotidianamente per gran parte della giornata da circa 20.000 persone, poco meno del 5% della popolazione del territorio, in prevalenza studenti delle scuole superiori.

Nell'elenco si possono contare n. 43 complessi scolastici e n. 9 edifici che ospitano funzioni strategiche in ambito di protezione civile (prefettura, questura, vigili del fuoco, protezione civile, forze di polizia).
Questi n. 52 complessi rientrano nella classificazione di edifici strategici ai fini della protezione civile o rilevanti in caso di collasso a seguito di evento sismico.

La legge 23/1996 (Norme per l'edilizia scolastica) ha ripartito le competenze sull'edilizia scolastica tra i Comuni e le Province.
A queste ultime è stata assegnata la responsabilità degli immobili per l'istruzione superiore.
Pertanto alla fine degli anni Novanta n. 18 dei complessi scolastici elencati sono stati trasferiti mediante apposita convenzione da parte dei Comuni proprietari alla Provincia, che ne ha assunto la completa gestione dal punto di vista funzionale e manutentivo.
Dei rimanenti n. 25, uno è in affitto, gli altri n. 24 sono di diretta proprietà dell'Ente.

Quasi la metà degli immobili in elenco (n. 31) sono soggetti a vincolo ai sensi del D.Lgs 42/2004 (Codice dei beni culturali e del paesaggio), e quindi tutelati come beni culturali architettonici.
Essi presentano una notevole disomogeneità dal punto di vista costruttivo, conseguenza di fasi edificatorie successive, con trasformazioni, ampliamenti, superfetazioni a partire da nuclei originari che in diversi casi datano la loro prima costruzione a diversi secoli passati. Sono in prevalenza realizzati con murature di mattoni e solai di legno, con copertura a tetto ligneo, ma vi sono frequentemente frammisti corpi di fabbrica o singoli elementi realizzati con tecnologie molto differenti, dai solai in acciaio e laterizio o latero-cemento, alle volte in mattoni, alle strutture di cemento armato, etc.

Anche gli edifici più recenti presentano caratteristiche tipologiche e tecnologiche

molto varie.

Solo quattro scuole, meno del 10% del totale, sono state costruite con criteri antisismici negli anni Duemila, con caratteristiche e prestazioni tra loro non omogenee a cause del susseguirsi delle diverse norme tecniche sulle costruzioni dal 2003 ad oggi.

Delle altre, una decina hanno meno di quaranta anni, le rimanenti tra i quaranta ed i settanta anni. Del primo gruppo fanno parte cinque grandi complessi pluripiano a struttura prefabbricata di cemento armato, realizzati dalla Provincia tra la fine degli anni Settanta e gli anni Ottanta del Novecento a Mantova, Ostiglia, Viadana e Castiglione delle Stiviere.

2.2.2 SCHEDATURA 22 COMPESSI SCOLASTICI

La seconda parte prende in considerazione 22 complessi scolastici gestite dalla Provincia di Mantova. L'obiettivo è di fotografare tramite una scheda tipo le scuole d'istruzione superiore.

La scheda tipo è organizzata nel seguente modo:

- Specifiche dell'immobile (Comune , Indirizzo, Foglio-particella…);
- Inquadramenti;
- Rilievo fotografico;
- Dati generali energetici
- Principali indicatori di prestazione energetica;
- Interventi migliorativi.

Questo lavoro è stato svolto durante il tirocinio svolato in Provincia di Mantova nel settore tecnico e unico della progettazione e della manutenzione.

La schedatura dei 22 complessi scolatici servirà oltreché a fotografare lo stato di fatto dei immobili e alla matrice di intervento.

La matrice d'intervento unisce la prima parte e la seconda parte della tesi. E il nodo che la tesi affrontare, ciò stabilire le tecnologie adottabili per migliorare l'aspetto energetico-ambientale.

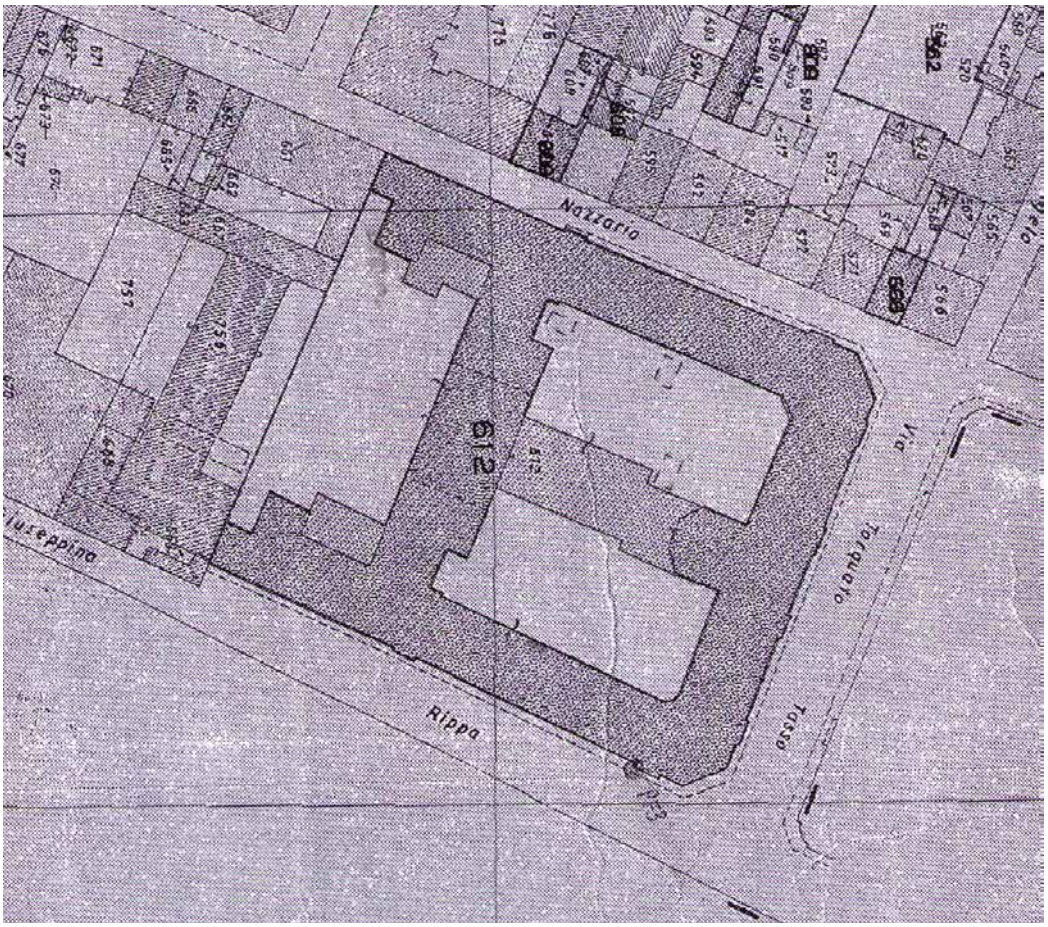
Bisogna tenere in considerazione la venustà degli edifici non permette molte delle tecnologie che i tempi moderni ci offrono.

La matrice/ tabella è organizzata nel seguente modo:

- Campo;
- Tipologia (criteri di intervento per la riduzione delle dispersioni termiche e controllo solare, integrazioni dei sistemi passivi e attivi per lo sfruttamento della radiazione termica solare….)
- Metodo:
- Tecnica costruttiva;
- Risultato-Prestazione;
- Complessi scolastici.

Specifiche dell'immobile	
Comune	**Mantova**
Indirizzo	**Via Tasso 1-5, Mantova**
Foglio-particella-sub.	**Foglio 59, Part. 612, Sub.-**
Nome intestatario	**PROVINCIA DI MANTOVA**
Destinazione d'uso	**E.7.**
Anno di costruzione	**1930**

INQUADRAMENTO



RILIEVO FOTOGRAFICO

FOTOGRAFIA N° 1

Ingresso edificio scolastico

FOTOGRAFIA N° 2

Vista parziale su Via Tasso

FOTOGRAFIA N° 2

Vista generale cortile interno

FOTOGRAFIA N° 2

Vista parziale cortile interno lato est

DATI GENERALI

CLASSE ENERGETICA	VOLUME LORDO RISCALADATO (m^3)	SUPERFICIE UTILE RISCALADATA (m^2)	TRASMITTANZA MEDIA INVOLUCRO (w/m^2k)	TRASMITTANZA MEDIA COPERTURA (w/m^2k)
	49119	7887	1,29	1,75
D 31,1 kwh/m^2a	TRASMITTANZA MEDIA BASAMENTO (w/m^2k)	TRASMITTANZA MEDIA SERRAMENTI (w/m^2k)	TIPOLOGIA DI IMPIANTO DI RISCALDAMENTO	VETTORE ENERGETICO
	0,69	3,18	Teleriscaldamento	Metano

PRINCIPALI INDICATORI DI PRESTAZIONE ENERGETICA

FABBISOGNO SPECIFICO DI ENERGIA PRIMARIA (climatizzazione invernale)-EPh (kWh/m^3a)	FABBISOGNO ENERGETICO SPECIFICO DELL'INVOLUCRO (climatizzazione invernale)-Eh (kWh/m^3a)	FABBISOGNO ENERGETICO SPECIFICO DELL'INVOLUCRO (climatizzazione estiva)-Ec (kWh/m^3a)	FABBISOGNO SPECIFICO DI ENERGIA PRIMARIA (acqua calda sanitaria)-EPw (kWh/m^3a)	FABBISOGNO ENERGETICO SPECIFICO TOTALE PER USI TERMICI-EPt (kWh/m^3a)	CONTRIBUTO ENERGETICO SPECIFICO DA FONTI RINNOVABILI-Efer (kWh/m^3a)
31,1	25,3	2,3	26,7	57,8	0

Rapporto Eh/Eph	**0,81**

INTERVENTI MIGLIORATIVI PROPOSTI DA ENERGY SERVICE[1]

L'analisi dei risultati ottenuti ha lo scopo di evidenziare gli eventuali punti critici del sistema edificio impianto al fine di individuare specifici ambiti d'intervento volti al miglioramento delle prestazioni energetiche.

L'edificio è stato costruito attorno al 1930 e presenta una struttura in muratura portante di mattoni pieni, con solai in latero-cemento. I serramenti presenti presso l'edificio sono di vario tipo; per la maggior parte presentano telaio in alluminio privo di taglio termico e con tamponamento in vetrocamera di scarsa consistenza. I restanti serramenti presentano telaio in legno piuttosto sottile con tamponamento in vetro semplice.

In termini di miglioramento dell'efficienza energetica dell'edificio si ritiene che l'intervento che comporterebbe un beneficio immediato è l'isolamento del solaio verso sottotetto non riscaldato.

[1] Società per la fornitura di servizi integrarti per la gestione energetica.

Attualmente il solaio verso sottotetto presenta una trasmittanza stimata pari a circa 1,131 W/mqK e non presenta segni evidenti di coibentazione. Attraverso l'applicazione di uno strato isolante all'estradosso del solaio stesso, si ottiene una trasmittanza stimata pari a circa 0,282 W/mqK.

Questo tipo di intervento comporta una riduzione del fabbisogno di energia primaria pari al 20% circa del calcolato, con conseguente risparmio in termini di consumi per il riscaldamento.

Un ulteriore miglioramento dell'efficienza energetica dell'edificio si potrebbe ottenere tramite la sostituzione dei serramenti.

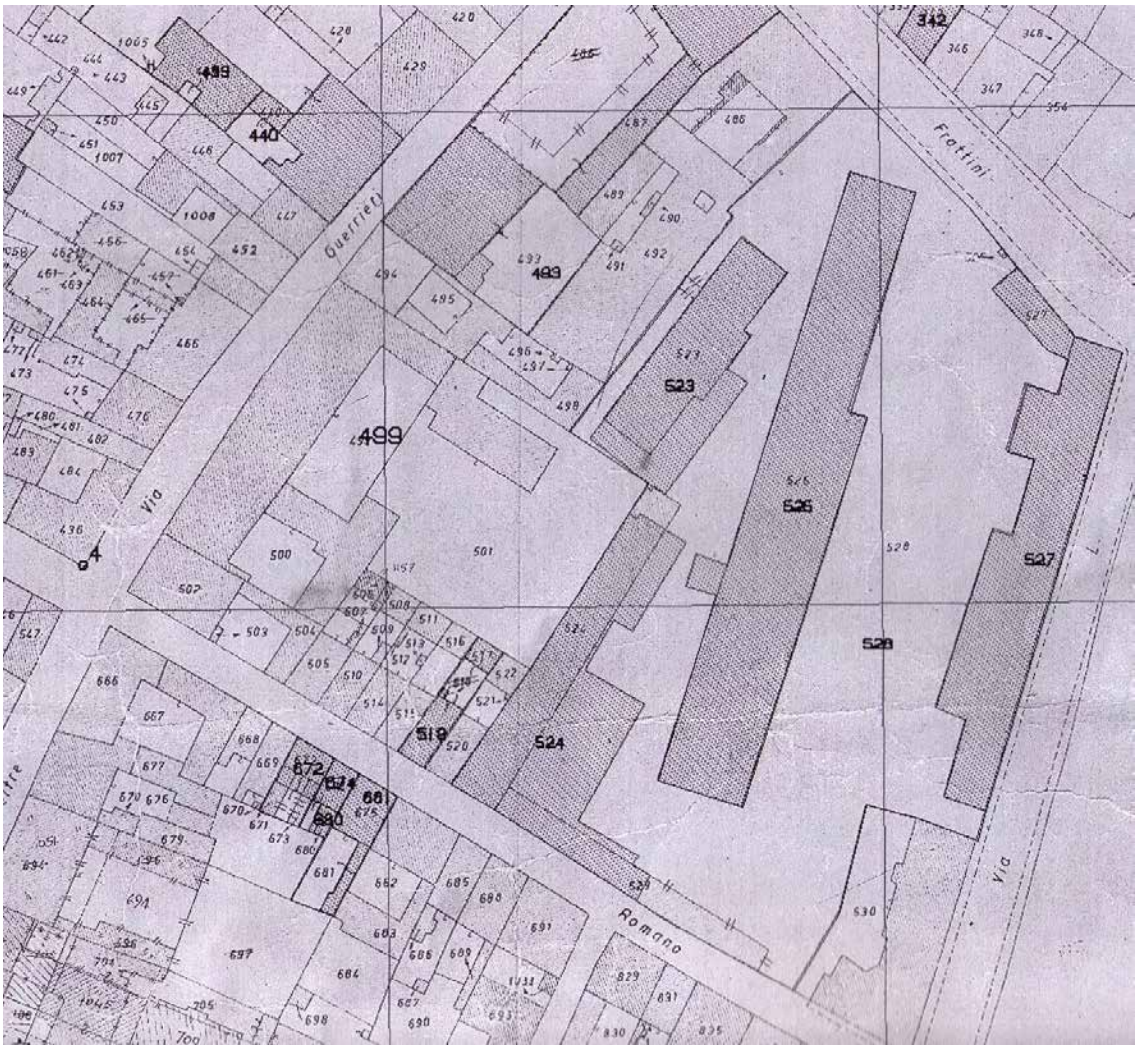
I serramenti attualmente installati presso l'edificio presentano una trasmittanza media stimata pari a circa 3,005 W/mqK. Si suggerisce l'installazione di serramenti con telaio in alluminio a taglio termico e tamponamento in vetrocamera basso emissivo di trasmittanza stimata pari a circa 1,873 W/mqK.

Per quanto riguarda il sistema impiantistico dell'edificio, si suggerisce l'installazione di valvole di espansione elettroniche, al fine di ottenere un utilizzo più razionale dell'energia.

I.T.F. Mantegna

Specifiche dell'immobile	
Comune	**Mantova**
Indirizzo	**Via Guerrieri Gonzaga , Mantova**
Foglio-particella-sub.	**Foglio 54, Part. 499-500-501, Sub.**
Nome intestatario	**PROVINCIA DI MANTOVA**
Destinazione d'uso	**E.7.**
Anno di costruzione	**1500**

INQUADRAMENTO



RILIEVO FOTOGRAFICO

FOTOGRAFIA N° 1

Vista generale
su via Guerrieri Gonzaga
lato ovest

FOTOGRAFIA N° 2

Vista parziale
edificio scolastico
lato sud

FOTOGRAFIA N° 3

Vista parziale
edificio scolastico
lato sud-est

FOTOGRAFIA N° 4

Vista parziale
edificio scolastico
lato nord

DATI GENERALI

CLASSE ENERGETICA	VOLUME LORDO RISCALADATO (m^3)	SUPERFICIE UTILE RISCALADATA (m^2)	TRASMITTANZA MEDIA INVOLUCRO (w/m^2k)	TRASMITTANZA MEDIA COPERTURA (w/m^2k)
	15350	2445	1,98	0,93
D 31,1 kwh/m^2a	TRASMITTANZA MEDIA BASAMENTO (w/m^2k)	TRASMITTANZA MEDIA SERRAMENTI (w/m^2k)	TIPOLOGIA DI IMPIANTO DI RISCALDAMENTO	VETTORE ENERGETICO
	0,63	3,97	Gen. Multistadio/modulante	Metano

PRINCIPALI INDICATORI DI PRESTAZIONE ENERGETICA

FABBISOGNO SPECIFICO DI ENERGIA PRIMARIA (climatizzazione invernale)-EPh (kWh/m^3a)	FABBISOGNO ENERGETICO SPECIFICO DELL'INVOLUCRO (climatizzazione invernale)-Eh (kWh/m^3a)	FABBISOGNO ENERGETICO SPECIFICO DELL'INVOLUCRO (climatizzazione estiva)-Ec (kWh/m^3a)	FABBISOGNO SPECIFICO DI ENERGIA PRIMARIA (acqua calda sanitaria)-EPw (kWh/m^3a)	FABBISOGNO ENERGETICO SPECIFICO TOTALE PER USI TERMICI-EPt (kWh/m^3a)	CONTRIBUTO ENERGETICO SPECIFICO DA FONTI RINNOVABILI-Efer (kWh/m^3a)
38,5	29,4	1,3	1,6	40,1	0

Rapporto Eh/Eph	**0,76**

INTERVENTI MIGLIORATIVI PROPOSTI

L'edificio in questione risale al 1500, ed è stato oggetto di modifiche nel corso del tempo. Esso è costituito da muratura in mattoni pieni, probabilmente mista a pietra, e solai lignei. Pertanto, le strutture opache verticali non sono paragonabili con i limiti di trasmittanza termica impsti dal D.Lgs 311/06 per la zona climatica E.

La trasmittanza media stimata delle componenti opache verticali è pari a circa 1,98 W/mqK, contro un limite imposto di legge pari a 0,34 W/mqK. In considerazione dell'epoca di costruzione dell'edificio, e del fatto che esso è stato sottoposto nel tempo a successive modifiche, si può considerare l'isolamento interno di alcuni dei paramenti murari. Risulta tuttavia impensabile intervenire sul complesso dell'edificio in quanto probabilmente alcune parti di esso, caratterizzate da finiture originali di pregio, risulterebbe sottoposto a tutela della Sovrintendenza ai Beni Culturali.

L’intervento di più semplice applicabilità sull’involucro edilizio oggetto dell’analisi è la sostituzione dei serramenti finestrati esterni.

I serramenti attualmente presenti nella struttura sono di diversa conformazione. La maggior parte di essi presenta telaio in legno e tamponamento in vetro semplice; una parte presenta telaio in ferro con tamponamento in vetro semplice, e solo una piccola parte presenta telaio in alluminio con tamponamento in vetrocamera.

A seguito della diagnosi energetica eseguita, si ritiene che i valori di trasmittanza media dei serramenti attualmente installati sia pari a circa 3,25 W/mqK.

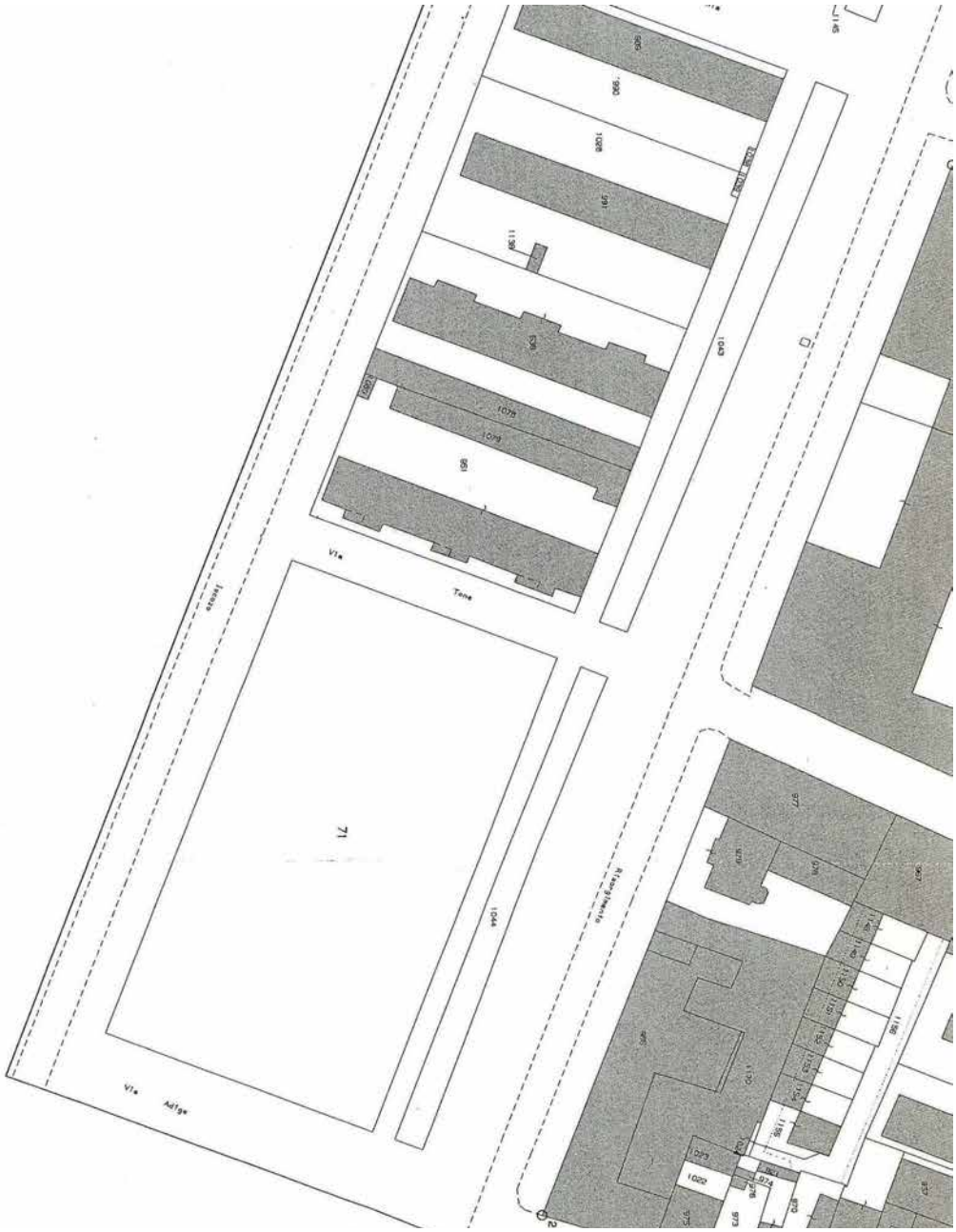
Si suggerisce l’installazione di serramenti con telaio in alluminio con taglio termico e tamponamento in vetrocamera basso-emissivo, ai fini di ottenere una trasmittanza media calcolata pari a circa 1,96 W/mqK. A seguito dell’intervento suggerito si considera di ottenere un risparmio in termini di consumo di energia primaria pari a circa il 15% del fabbisogno annuo.

Per quanto riguarda il sistema di distribuzione, si consiglia l’installazione di valvole espansione elettroniche all’interno dell’edificio.

Liceo Scientifico “Belfiore”

Specifiche dell’immobile	
Comune	**Mantova**
Indirizzo	**Via Tione 2, Mantova**
Foglio-particella-sub.	**Foglio 54, Part. 71, Sub. 301**
Nome intestatario	**PROVINCIA DI MANTOVA**
Destinazione d’uso	**E.7.**
Anno di costruzione	**1970**

INQUADRAMENTO



RILIEVO FOTOGRAFICO

FOTOGRAFIA N° 1

Vista generale su via Guerrieri Gonzaga lato ovest

FOTOGRAFIA N° 2

Vista parziale edificio scolastico lato nord-ovest

FOTOGRAFIA N° 3

Vista parziale edificio scolastico e area verde lato sud-est

FOTOGRAFIA N° 4

Vista parziale edificio scolastico lato sud

DATI GENERALI

CLASSE ENERGETICA	VOLUME LORDO RISCALADATO (m^3)	SUPERFICIE UTILE RISCALADATA (m^2)	TRASMITTANZA MEDIA INVOLUCRO (w/m^2k)	TRASMITTANZA MEDIA COPERTURA (w/m^2k)
	20775	3993	0,88	1,7
D 31,1 kwh/m^2a	TRASMITTANZA MEDIA BASAMENTO (w/m^2k)	TRASMITTANZA MEDIA SERRAMENTI (w/m^2k)	TIPOLOGIA DI IMPIANTO DI RISCALDAMENTO	VETTORE ENERGETICO
	0,74	3,3	Teleriscaldamento	Metano

PRINCIPALI INDICATORI DI PRESTAZIONE ENERGETICA

FABBISOGNO SPECIFICO DI ENERGIA PRIMARIA (climatizzazione invernale)-EPh (kWh/m^3a)	FABBISOGNO ENERGETICO SPECIFICO DELL'INVOLUCRO (climatizzazione invernale)-Eh (kWh/m^3a)	FABBISOGNO ENERGETICO SPECIFICO DELL'INVOLUCRO (climatizzazione estiva)-Ec (kWh/m^3a)	FABBISOGNO SPECIFICO DI ENERGIA PRIMARIA (acqua calda sanitaria)-EPw (kWh/m^3a)	FABBISOGNO ENERGETICO SPECIFICO TOTALE PER USI TERMICI-EPt (kWh/m^3a)	CONTRIBUTO ENERGETICO SPECIFICO DA FONTI RINNOVABILI-Efer (kWh/m^3a)
27,2	24,2	5,1	2	29,2	0

Rapporto Eh/Eph	**0,89**

INTERVENTI MIGLIORATIVI PROPOSTI ENERGY SERVICE

L'edificio risale agli anni '70, come denunciato dalla struttura in pilastri di cemento armato e tamponamento in laterizio rivestito con mattoni faccia a vista. I solai sono in latero-cemento e i tamponamenti murari sono dotati probabilmente di intercapedine d'aria interposta, tale da migliorare le prestazioni dell'involucro edilizio rispetto alla muratura piena.

Vista la particolare struttura dell'edificio, che si presenta molto articolata e con un volume a sbalzo, si considera eccessivamente complicato un intervento di isolamento delle murature esterne.

Il primo intervento migliorativo suggerito, pertanto, consiste nell'isolamento del solaio verso sottotetto non riscaldato. Vista l'estensione e la facilità di esecuzione dell'intervento si ritiene possa ottenere un ottimo vantaggio in termini di utilizzo dell'energia.

Si suggerisce inoltre di intervenire, ai fini del risparmio energetico, alla sostituzione dei serramenti.

Attualmente, presso l'edificio sono installati serramenti con telaio in alluminio senza taglio termico e tamponamento in vetrocamera; la camera tuttavia risulta di scarso spessore e i vetri, essendo risalenti all'epoca di costruzione dell'edificio, non hanno caratteristica basso emissiva.

In considerazione di quanto detto, la trasmittanza media dei serramenti attualmente installati risulta essere pari a 2,838 W/mqK. L'installazione di serramenti con telaio in alluminio a taglio termico e tamponamento in vetrocamera basso emissivo porterebbe ad una trasmittanza media stimata pari a circa 1,744 W/mqK. Il miglioramento delle prestazioni dei serramenti comporta una riduzione del 15% del fabbisogno di energia primaria, con conseguente risparmio in termini di consumi.

È inoltre possibile che, vista l'epoca di costruzione dell'edificio, il sistema delle reti di distribuzione risulti scarsamente coibentato. Se ne suggerisce pertanto la revisione al fine di ottenere un miglioramento in termini di uso efficiente dell'energia primaria.

I.P.S.S. “Mazzolari”

Specifiche dell’immobile	
Comune	**Mantova**
Indirizzo	**Via Amedei 35, Mantova**
Foglio-particella-sub.	**Foglio, Part. , Sub.**
Nome intestatario	**PROVINCIA DI MANTOVA**
Destinazione d’uso	**E.7.**
Anno di costruzione	**2000**

INQUADRAMENTO

RILIEVO FOTOGRAFICO

FOTOGRAFIA N° 1

Vista generale ingresso carraio e pedonale lato nord

FOTOGRAFIA N° 2

Vista generale ingresso edificio scolastico lato sud-est

FOTOGRAFIA N° 3

Vista parziale edificio scolastico lato est

FOTOGRAFIA N° 4

Vista generale edificio scolastico e parcheggio interno lato nord-ovest

DATI GENERALI

CLASSE ENERGETICA	VOLUME LORDO RISCALADATO (m^3)	SUPERFICIE UTILE RISCALADATA (m^2)	TRASMITTANZA MEDIA INVOLUCRO (w/m^2k)	TRASMITTANZA MEDIA COPERTURA (w/m^2k)
	20476	3890	0,78	0,72
D 31,1 kwh/m^2a	TRASMITTANZA MEDIA BASAMENTO (w/m^2k)	TRASMITTANZA MEDIA SERRAMENTI (w/m^2k)	TIPOLOGIA DI IMPIANTO DI RISCALDAMENTO	VETTORE ENERGETICO
	0,27	2,83	Teleriscaldamento	Metano

PRINCIPALI INDICATORI DI PRESTAZIONE ENERGETICA

FABBISOGNO SPECIFICO DI ENERGIA PRIMARIA (climatizzazione invernale)-EPh (kWh/m^3a)	FABBISOGNO ENERGETICO SPECIFICO DELL'INVOLUCRO (climatizzazione invernale)-Eh (kWh/m^3a)	FABBISOGNO ENERGETICO SPECIFICO DELL'INVOLUCRO (climatizzazione estiva)-Ec (kWh/m^3a)	FABBISOGNO SPECIFICO DI ENERGIA PRIMARIA (acqua calda sanitaria)-EPw (kWh/m^3a)	FABBISOGNO ENERGETICO SPECIFICO TOTALE PER USI TERMICI-EPt (kWh/m^3a)	CONTRIBUTO ENERGETICO SPECIFICO DA FONTI RINNOVABILI-Efer (kWh/m^3a)
20	17,9	3,5	2	22	0

Rapporto Eh/Eph	**0,89**

INTERVENTI MIGLIORATIVI PROPOSTI ENERGY SERVICE

L'edificio A16 I.P.S.S. "Mazzolari" Nuovo Plesso Scolastico è caratterizzato da un consumo di energia primaria per metro cubo di volume dell'edificio (EPi) nella norma, confrontato con i valori limite previsti dal Decreto Legislativo 19/08/2005 n. 192 coordinato con il 311/06 (funzione esclusivamente del rapporto S/V e della zona climatica di appartenenza).

L'edificio in questione risale probabilmente agli anni 2000. Esso è costituito da struttura in cemento armato e tamponamento in blocchi di Cls forati, probabilmente con intercapedine d'aria.

In considerazione della recente epoca di costruzione e del fatto che il consumo di energia primaria non risulta particolarmente elevato, si considera di non suggerire interventi migliorativi sulla struttura, in quanto caratterizzata da basse dispersioni.

Si suggerisce l'applicazione di valvole espansione elettroniche, al fine di ottenere un migliore controllo sull'utilizzo finale dell'energia e abbassare i consumi per il riscaldamento.

I.T.I.S. Fermi

Intervento d'installazione dei panelli fotovoltaici

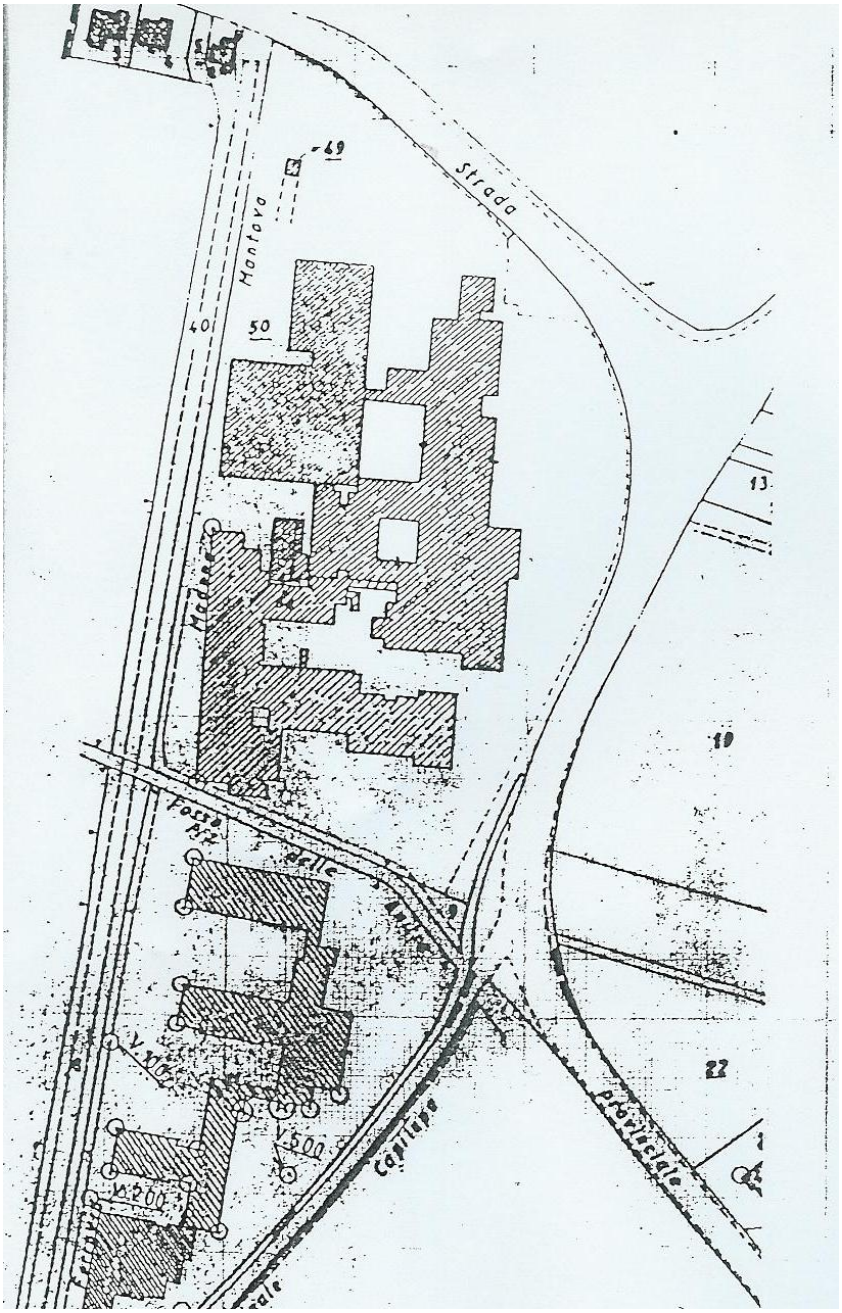
Principali caratteristiche dell'impianto

- Potenza di picco 6,84 WK_p
- Modulo da 190 W di picco composto da 54 celle della superficie di 156X156 mm di silicio monocristallino.
- Due stringhe da 18 moduli cadauna
- Inverter da 7 KW nominali
- Sistema di rilevamento, acquisizione, elaborzione e visualizzazione parametri caratteristici
- Energia annua attesa: 7.100 KWh
- Costo impianto di produzione energia: € 37.000
- Costo impianto di monitoraggio e misura: € 8.000

I pannelli installati ITIS

Specifiche dell'immobile	
Comune	**Mantova**
Indirizzo	**Via Circonvallazione Sud 1, Mantova**
Foglio-particella-sub.	**Foglio 81, Part. 54/54 , Sub. 301/301**
Nome intestatario	**PROVINCIA DI MANTOVA**
Destinazione d'uso	**E.7.**
Anno di costruzione	**1970**

INQUADRAMENTO



RILIEVO FOTOGRAFICO

FOTOGRAFIA N° 1

Vista parziale ingresso edificio scolastico

FOTOGRAFIA N° 2

Vista parziale edificio scolastico lato est

FOTOGRAFIA N° 3

Vista parziale edificio scolastico lato est

FOTOGRAFIA N° 4

Vista generale parcheggio lato est

DATI GENERALI

CLASSE ENERGETICA	VOLUME LORDO RISCALADATO (m^3)	SUPERFICIE UTILE RISCALADATA (m^2)	TRASMITTANZA MEDIA INVOLUCRO (w/m^2k)	TRASMITTANZA MEDIA COPERTURA (w/m^2k)
	85382	15088	1,22	1,4
D 31,1 kwh/m^2a	TRASMITTANZA MEDIA BASAMENTO (w/m^2k)	TRASMITTANZA MEDIA SERRAMENTI (w/m^2k)	TIPOLOGIA DI IMPIANTO DI RISCALDAMENTO	VETTORE ENERGETICO
	0,43	3,67	Gen. Multistadio/modulante	Metano

PRINCIPALI INDICATORI DI PRESTAZIONE ENERGETICA

FABBISOGNO SPECIFICO DI ENERGIA PRIMARIA (climatizzazione invernale)-EPh (kWh/m^3a)	FABBISOGNO ENERGETICO SPECIFICO DELL'INVOLUCRO (climatizzazione invernale)-Eh (kWh/m^3a)	FABBISOGNO ENERGETICO SPECIFICO DELL'INVOLUCRO (climatizzazione estiva)-Ec (kWh/m^3a)	FABBISOGNO SPECIFICO DI ENERGIA PRIMARIA (acqua calda sanitaria)-EPw (kWh/m^3a)	FABBISOGNO ENERGETICO SPECIFICO TOTALE PER USI TERMICI-EPt (kWh/m^3a)	CONTRIBUTO ENERGETICO SPECIFICO DA FONTI RINNOVABILI-Efer (kWh/m^3a)
35,3	29,6	6,7	2,3	37,6	0

Rapporto Eh/Eph	**0,83**

INTERVENTI MIGLIORATIVI PROPOSTI ENERGY SERVICE

L'edificio risale al 1970 circa, e in considerazione dei sopralluoghi effettuati emerge un evidente ampliamento risalente agli anni '80-'90. Tutta la struttura è comunque realizzata con telaio in cemento armato e tamponamento in laterizio. Le murature esterne son rivestite in mattoni faccia a vista e in pannelli di cls prefabbricato. I solai sono in laterocemento.

In considerazione delle caratteristiche dell'edificio si consiglia l'applicazione di un isolamento al solaio verso sottotetto non riscaldato.

Il solaio in oggetto attualmente presenta una trasmittanza stimata pari a circa 1.811 W/mqK. Attraverso l'applicazione di uno strato isolante all'estradosso del solaio stesso si stima di ottenere una trasmittanza stimata pari a circa 0,286 W/mqK.

Si stima che l'intervento suggerito comporti una riduzione del fabbisogno pari a circa il 7% del calcolato.

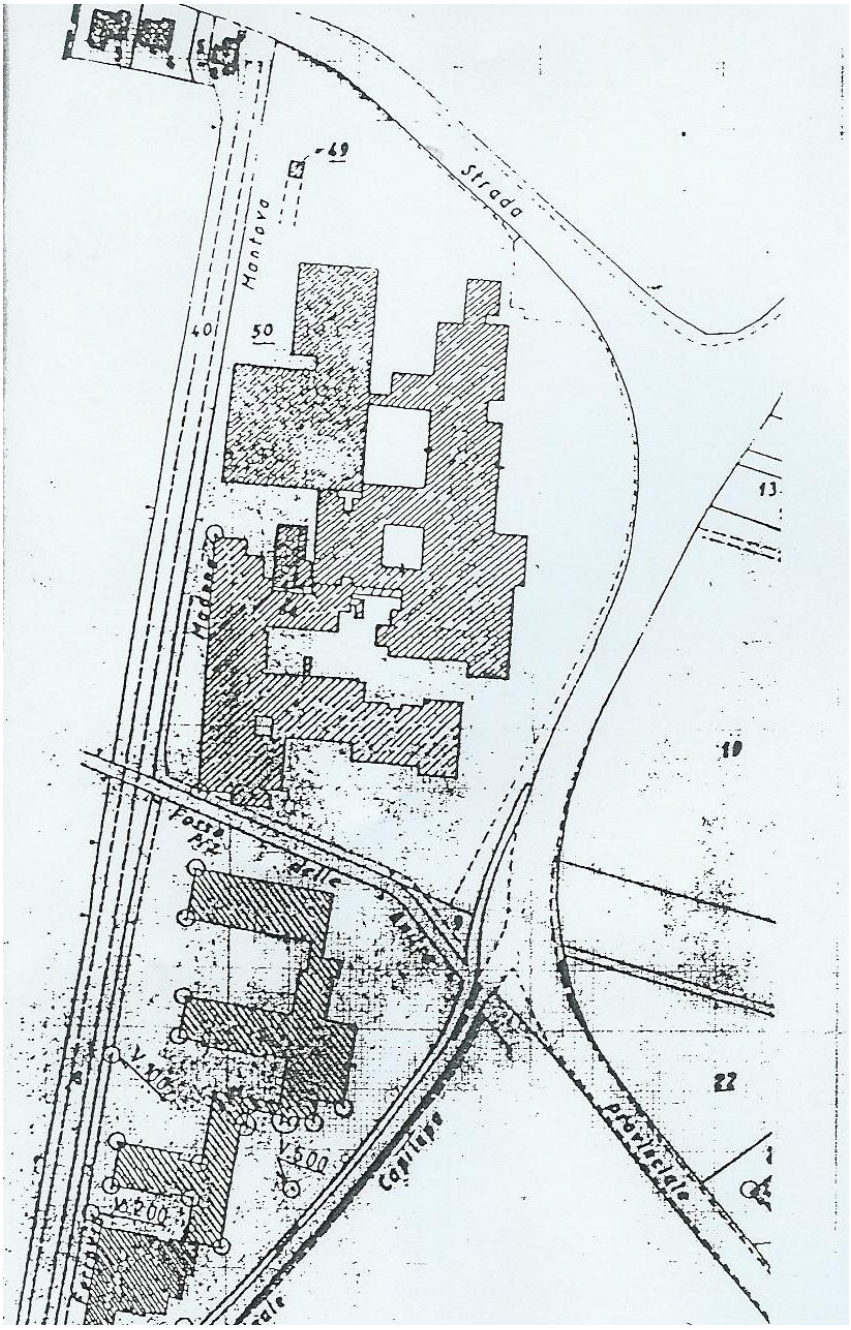
In considerazione del fatto che i serramenti attualmente installati sono costituiti da telaio in alluminio e tamponamento in vetrocamera, per la maggior parte, o vetro singolo, si consiglia di mantenerli.

Per quanto riguarda il sistema impiantistico, si consiglia una revisione del sistema di distribuzione in quanto, in relazione all'epoca di costruzione, potrebbe risultare scarsamente coibentato. Si consiglia inoltre un adeguamento del sistema di regolazione al fine di ottenere un utilizzo più razionale dell'energia.

I.P.S.I.A. L. Da Vinci

Specifiche dell'immobile	
Comune	**Mantova**
Indirizzo	**Via Circonvallazione Sud 1, Mantova**
Foglio-particella-sub.	**Foglio 81, Part. 11.50 , Sub. 3**
Nome intestatario	**PROVINCIA DI MANTOVA**
Destinazione d'uso	**E.7.**
Anno di costruzione	**1980**

INQUADRAMENTO



RILIEVO FOTOGRAFICO

FOTOGRAFIA N° 1

Vista generale ingresso su strada spolverina

FOTOGRAFIA N° 2

Vista generale ingresso edificio scolastico lato est

FOTOGRAFIA N° 3

Vista parziale edificio scolastico lato nord-est

FOTOGRAFIA N° 4

Vista parziale edificio scolastico lato nord

DATI GENERALI

CLASSE ENERGETICA	VOLUME LORDO RISCALADATO (m^3)	SUPERFICIE UTILE RISCALADATA (m^2)	TRASMITTANZA MEDIA INVOLUCRO (w/m^2k)	TRASMITTANZA MEDIA COPERTURA (w/m^2k)
	44360	7030	1,62	0,54
D 31,1 kwh/m^2a	TRASMITTANZA MEDIA BASAMENTO (w/m^2k)	TRASMITTANZA MEDIA SERRAMENTI (w/m^2k)	TIPOLOGIA DI IMPIANTO DI RISCALDAMENTO	VETTORE ENERGETICO
	0,52	2,98	Gen. Multistadio/modulante	Metano

PRINCIPALI INDICATORI DI PRESTAZIONE ENERGETICA

FABBISOGNO SPECIFICO DI ENERGIA PRIMARIA (climatizzazione invernale)-EPh (kWh/m^3a)	FABBISOGNO ENERGETICO SPECIFICO DELL'INVOLUCRO (climatizzazione invernale)-Eh (kWh/m^3a)	FABBISOGNO ENERGETICO SPECIFICO DELL'INVOLUCRO (climatizzazione estiva)-Ec (kWh/m^3a)	FABBISOGNO SPECIFICO DI ENERGIA PRIMARIA (acqua calda sanitaria)-EPw (kWh/m^3a)	FABBISOGNO ENERGETICO SPECIFICO TOTALE PER USI TERMICI-EPt (kWh/m^3a)	CONTRIBUTO ENERGETICO SPECIFICO DA FONTI RINNOVABILI-Efer (kWh/m^3a)
30,7	23,9	5,5	1,7	32,4	0

Rapporto Eh/Eph	**0,77**

INTERVENTI MIGLIORATIVI PROPOSTI ENERGY SERVICE

L'edificio risale ai primi anni '80 e presenta una struttura piuttosto articolata in cemento armato, con tamponamenti in laterizio forato e setti in cemento armato. La struttura presenta inoltre solai in latero-cemento e una copertura piana probabilmente già strutturata con un materassino di isolamento al di sotto della guaina protettiva.

Vista la particolare struttura dell'edificio, in cui i piani al di sopra del piano rialzato risultano a sbalzo rispetto allo stesso di 2 metri circa sui lati di maggiore lunghezza, un intervento di isolamento delle strutture murarie risulterebbe eccessivamente dispendioso e dispersivo.

Si suggerisce pertanto di intervenire, ai fini del risparmio energetico, alla sostituzione dei serramenti.

Attualmente, presso l'edificio sono installati serramenti con telaio in alluminio senza taglio termico e tamponamento in vetrocamera; la camera tuttavia risulta

di scarso spessore e i vetri, essendo risalenti all'epoca di costruzione dell'edificio, non hanno caratteristica basso emissiva.

In considerazione di quanto detto, la trasmittanza media dei serramenti attualmente installati risulta essere pari a 2,85 W/mqK. L'installazione di serramenti con telaio in alluminio a taglio termico e tamponamento in vetrocamera basso emissivo porterebbe ad una trasmittanza media stimata pari a circa 1,76 W/mqK.

Il miglioramento delle prestazioni dei serramenti comporta una riduzione del 15% del fabbisogno di energia primaria, con conseguente risparmio in termini di consumi.

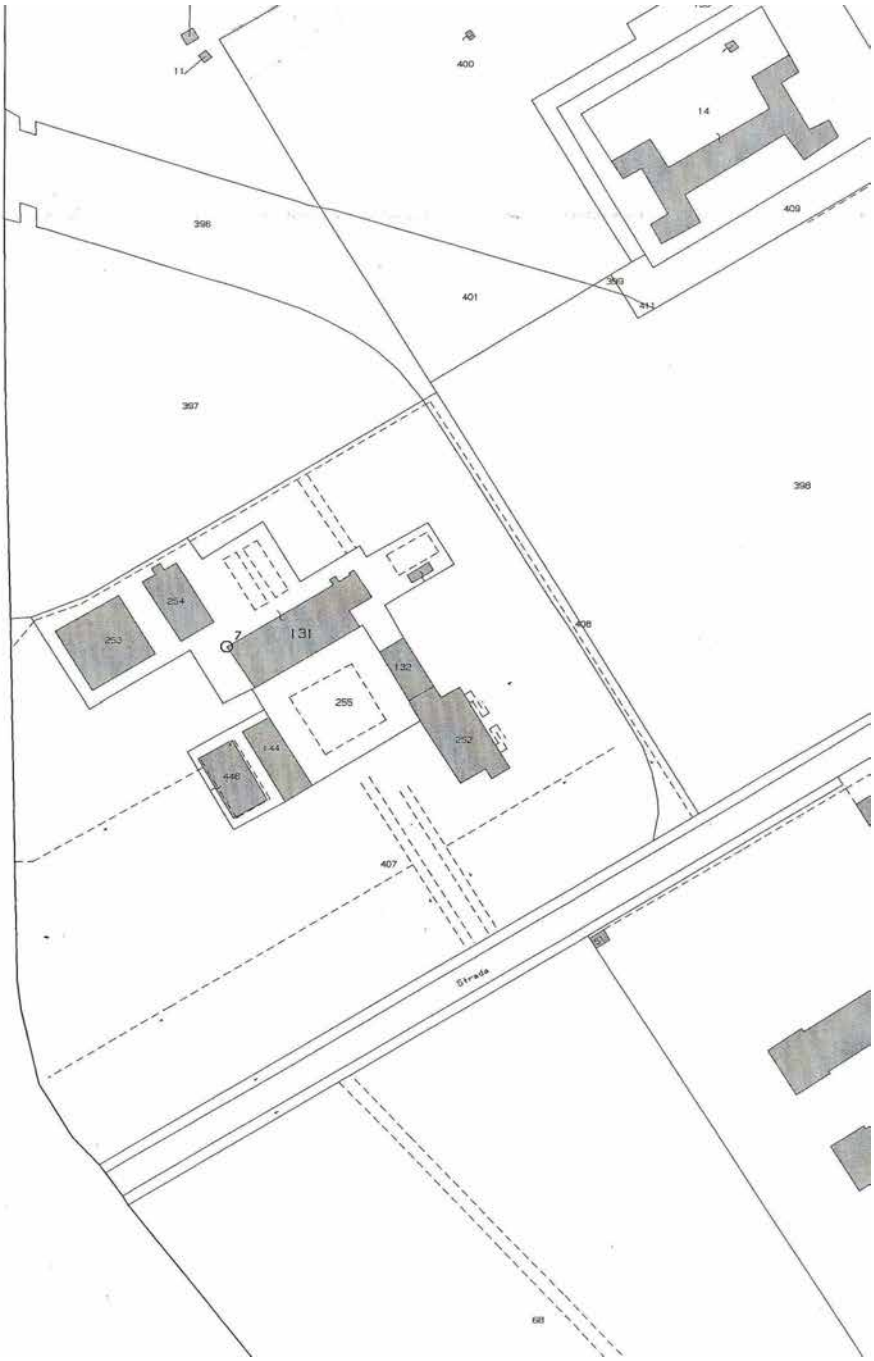
L'edificio è per la maggior parte scaldato tramite radiatori a colonne. Al fine di migliorare l'efficienza del sistema di erogazione, si consiglia l'installazione di valvole espansione elettroniche.

In considerazione della tipologia di impianto installata all'interno dell'edificio, si considera inoltre di suggerire un miglioramento del sistema di regolazione dell'impianto, ai fini di garantire una maggiore efficienza nell'utilizzo dello stesso.

I.T.A.S. Palidano

Specifiche dell'immobile	
Comune	**Mantova**
Indirizzo	**Via dei Toscani, Mantova**
Foglio-particella-sub.	**Foglio , Part. , Sub.**
Nome intestatario	**PROVINCIA DI MANTOVA**
Destinazione d'uso	**E.7.**
Anno di costruzione	**1950**

INQUADRAMENTO



RILIEVO FOTOGRAFICO

FOTOGRAFIA N° 1

Vista generale edificio scolastico lato ovest

FOTOGRAFIA N° 2

Vista parziale edificio scolastico lato ovest

FOTOGRAFIA N° 3

Ingresso edificio scolastico lato ovest

FOTOGRAFIA N° 4

Vista parziale Area verde lato ovest

CLASSE ENERGETICA	VOLUME LORDO RISCALADATO (m^3)	SUPERFICIE UTILE RISCALADATA (m^2)	TRASMITTANZA MEDIA INVOLUCRO (w/m^2k)	TRASMITTANZA MEDIA COPERTURA (w/m^2k)
	4251	902	1,19	1,69
D 31,1 kwh/m^2a	TRASMITTANZA MEDIA BASAMENTO (w/m^2k)	TRASMITTANZA MEDIA SERRAMENTI (w/m^2k)	TIPOLOGIA DI IMPIANTO DI RISCALDAMENTO	VETTORE ENERGETICO
	0,58	2,67	Gen. Multistadio/modulante	Metano

PRINCIPALI INDICATORI DI PRESTAZIONE ENERGETICA

FABBISOGNO SPECIFICO DI ENERGIA PRIMARIA (climatizzazione invernale)-EPh (kWh/m^3a)	FABBISOGNO ENERGETICO SPECIFICO DELL'INVOLUCRO (climatizzazione invernale)-Eh (kWh/m^3a)	FABBISOGNO ENERGETICO SPECIFICO DELL'INVOLUCRO (climatizzazione estiva)-Ec (kWh/m^3a)	FABBISOGNO SPECIFICO DI ENERGIA PRIMARIA (acqua calda sanitaria)-EPw (kWh/m^3a)	FABBISOGNO ENERGETICO SPECIFICO TOTALE PER USI TERMICI-EPt (kWh/m^3a)	CONTRIBUTO ENERGETICO SPECIFICO DA FONTI RINNOVABILI-Efer (kWh/m^3a)
47,6	31,7	3,5	2,7	50,3	0

Rapporto Eh/Eph	**0,66**

INTERVENTI MIGLIORATIVI PROPOSTI ENERGY SERVICE

L'edificio risale al 1950 ed è caratterizzato da una struttura in cemento armato e muratura. I solai sono in latero-cemento e risultano non coibentati.

In considerazione delle caratteristiche dell'edificio si ritiene che l'intervento migliorativo più efficace possa essere l'isolamento del solaio verso sottotetto.

Attualmente, la trasmittanza stimata è pari a 1,697 W/mqK. Tramite l'applicazione di uno strato isolante in polistirene all'estradosso del solaio si ottiene una trasmittanza stimata pari a circa 0,283 W/mqK. Con l'intervento descritto si otterrebbe una riduzione dei consumi calcolati pari a circa il 36%.

I serramenti installati presso l'edificio in esame sono di diversa natura, infatti presentano telai in alluminio e in legno e tamponamenti in vetrocamera. In considerazione del fatto che i serramenti appaiono in ottimo stato di conservazione e di recente installazione, non se ne considera la sostituzione.

Gli interventi migliorativi che potrebbero essere effettuati a carico

dell'impianto sono di diversa natura.

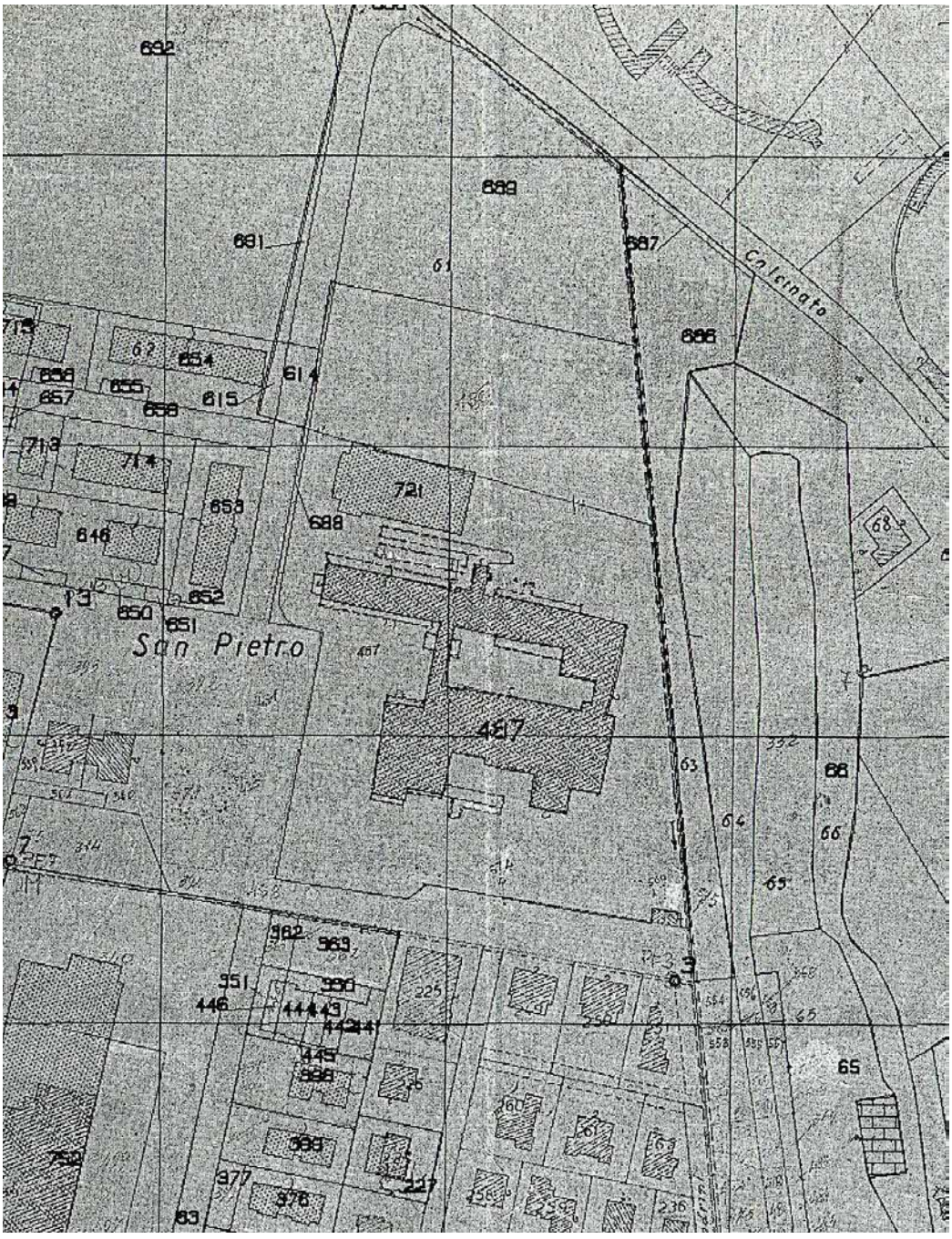
Si consiglia l'installazione di valvole espansione elettroniche, nonché la revisione e l'eventuale isolamento della rete di distribuzione in considerazione del fatto che, essendo risalente probabilmente all'epoca di costruzione potrebbe risultare scarsamente coibentata.

Si suggerisce inoltre il miglioramento dell'impianto di regolazione al fine di ottenere un uso più razionale dell'energia, con conseguente riduzione dei consumi.

Liceo Scientifico Gonzaga

Specifiche dell'immobile	
Comune	**Castiglione delle Stiviere, Mantova**
Indirizzo	**Via Fratelli Lodrini, 32**
Foglio-particella-sub.	**Foglio 6, Part. 487-569 , Sub.**
Nome intestatario	**PROVINCIA DI MANTOVA**
Destinazione d'uso	**E.7.**
Anno di costruzione	**1988**

INQUADRAMENTO



RILIEVO FOTOGRAFICO

FOTOGRAFIA N° 1

Vista generale Ingresso carraio e pedonale lato sud

FOTOGRAFIA N° 2

Vista parziale rampa d'ingresso edificio scolastico lato sud

FOTOGRAFIA N° 3

Vista parziale ingresso edificio scolastico lato est

FOTOGRAFIA N° 4

Vista parziale palestra lato sud-ovest

DATI GENERALI

CLASSE ENERGETICA	VOLUME LORDO RISCALADATO (m^3)	SUPERFICIE UTILE RISCALADATA (m^2)	TRASMITTANZA MEDIA INVOLUCRO (w/m^2k)	TRASMITTANZA MEDIA COPERTURA (w/m^2k)
	42005	7828	0,76	0,49
D 31,1 kwh/m^2a	TRASMITTANZA MEDIA BASAMENTO (w/m^2k)	TRASMITTANZA MEDIA SERRAMENTI (w/m^2k)	TIPOLOGIA DI IMPIANTO DI RISCALDAMENTO	VETTORE ENERGETICO
	0,46	2,99	Gen. Multistadio/modulante	Metano

PRINCIPALI INDICATORI DI PRESTAZIONE ENERGETICA

FABBISOGNO SPECIFICO DI ENERGIA PRIMARIA (climatizzazione invernale)-EPh (kWh/m^3a)	FABBISOGNO ENERGETICO SPECIFICO DELL'INVOLUCRO (climatizzazione invernale)-Eh (kWh/m^3a)	FABBISOGNO ENERGETICO SPECIFICO DELL'INVOLUCRO (climatizzazione estiva)-Ec (kWh/m^3a)	FABBISOGNO SPECIFICO DI ENERGIA PRIMARIA (acqua calda sanitaria)-EPw (kWh/m^3a)	FABBISOGNO ENERGETICO SPECIFICO TOTALE PER USI TERMICI-EPt (kWh/m^3a)	CONTRIBUTO ENERGETICO SPECIFICO DA FONTI RINNOVABILI-Efer (kWh/m^3a)
30,2	25,2	2,7	6,1	36,3	0

Rapporto Eh/Eph	**0,83**

INTERVENTI MIGLIORATIVI PROPOSTI ENERGY SERVICE

L'edificio è stato costruito alla fine degli anni '80 e presenta una struttura con telaio in cemento armato, murature in laterizio e rivestimento esterno in pannelli prefabbricati di calcestruzzo. Si suppone che tra il laterizio interno e il rivestimento esterno in pannelli sia interposta una camera d'aria, elemento che migliora notevolmente le prestazioni dell'involucro edilizio. Nel complesso scolastico è compreso anche un auditorium di recente costruzione con struttura in cemento armato e pannelli prefabbricati con interposto isolamento.

Vista la particolare struttura dell'edificio, in cui i piani al di sopra del piano rialzato risultano a sbalzo rispetto allo stesso di 2 metri circa sui lati di maggiore lunghezza, un intervento di isolamento delle strutture murarie risulterebbe eccessivamente dispendioso e dispersivo.

Si suggerisce pertanto di intervenire, ai fini del risparmio energetico, alla sostituzione dei serramenti.

Attualmente, presso l'edificio sono installati serramenti con telaio in alluminio senza taglio termico e tamponamento in vetrocamera; la camera tuttavia risulta di scarso spessore e i vetri, essendo risalenti all'epoca di costruzione dell'edificio, non hanno caratteristica basso emissiva.

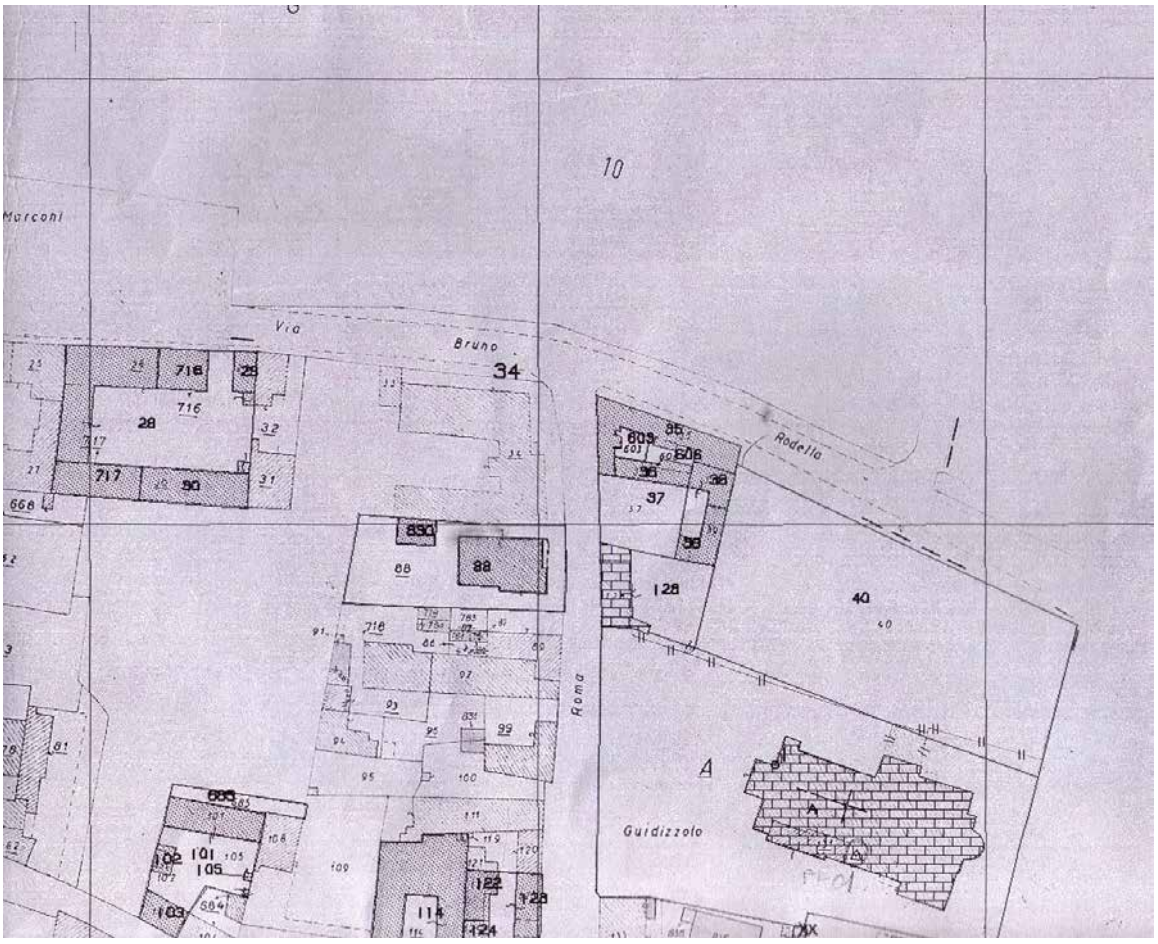
In considerazione di quanto detto, la trasmittanza media dei serramenti attualmente installati risulta essere pari a 2,40 W/mqK. L'installazione di serramenti con telaio in alluminio a taglio termico e tamponamento in vetrocamera basso emissivo porterebbe ad una trasmittanza media stimata pari a circa 1,70 W/mqK. Il miglioramento delle prestazioni dei serramenti comporta una riduzione del 13% del fabbisogno di energia primaria, con conseguente risparmio in termini di consumi.

In considerazione della presenza nell'edificio di radiatori a colonne in ghisa, si suggerisce l'installazione di valvole espansione elettroniche. È inoltre possibile che, vista l'epoca di costruzione dell'edificio, il sistema delle reti di distribuzione risulti scarsamente coibentato. Se ne suggerisce pertanto la revisione al fine di ottenere un miglioramento in termini di uso efficiente dell'energia primaria.

Istituto d'arte Giulio Romano

Specifiche dell'immobile	
Comune	**Guidizzolo, Mantova**
Indirizzo	**Via Roma 2, Guidizzolo**
Foglio-particella-sub.	**Foglio 11, Part. 34 , Sub.**
Nome intestatario	**PROVINCIA DI MANTOVA**
Destinazione d'uso	**E.7.**
Anno di costruzione	**1960**

INQUADRAMENTO



RILIEVO FOTOGRAFICO

FOTOGRAFIA N° 1

Vista generale ingresso edificio scolastico lato sud

FOTOGRAFIA N° 2

Vista parziale ingresso edificio scolastico lato sud

FOTOGRAFIA N° 3

Vista parziale edificio scolastico lato sud-ovest

FOTOGRAFIA N° 4

Vista parziale edificio scolastico e scala di sicurezza lato nord-ovest

CLASSE ENERGETICA	VOLUME LORDO RISCALADATO (m^3)	SUPERFICIE UTILE RISCALADATA (m^2)	TRASMITTANZA MEDIA INVOLUCRO (w/m^2k)	TRASMITTANZA MEDIA COPERTURA (w/m^2k)
	17444	3141	1,16	1,38
D 31,1 kwh/m^2a	TRASMITTANZA MEDIA BASAMENTO (w/m^2k)	TRASMITTANZA MEDIA SERRAMENTI (w/m^2k)	TIPOLOGIA DI IMPIANTO DI RISCALDAMENTO	VETTORE ENERGETICO
	0,67	3,26	Gen. Multistadio/modulante	Metano

PRINCIPALI INDICATORI DI PRESTAZIONE ENERGETICA

FABBISOGNO SPECIFICO DI ENERGIA PRIMARIA (climatizzazione invernale)-EPh (kWh/m^3a)	FABBISOGNO ENERGETICO SPECIFICO DELL'INVOLUCRO (climatizzazione invernale)-Eh (kWh/m^3a)	FABBISOGNO ENERGETICO SPECIFICO DELL'INVOLUCRO (climatizzazione estiva)-Ec (kWh/m^3a)	FABBISOGNO SPECIFICO DI ENERGIA PRIMARIA (acqua calda sanitaria)-EPw (kWh/m^3a)	FABBISOGNO ENERGETICO SPECIFICO TOTALE PER USI TERMICI-EPt (kWh/m^3a)	CONTRIBUTO ENERGETICO SPECIFICO DA FONTI RINNOVABILI -Efer (kWh/m^3a)
39,1	31,7	4,9	6,3	45,4	0

Rapporto Eh/Eph	**0,81**

INTERVENTI MIGLIORATIVI PROPOSTI ENERGY SERVICE

L'edificio è costituita da un raggruppamento di tre corpi di fabbrica evidentemente risalenti ad epoche differenti. Il corpo di fabbrica iniziale risale al 1930; ad esso è stato attaccato fabbricato con pareti in cemento armato probabilmente degli anni '70 o '80. Infine, un ultimo corpo di fabbrica è stato aggiunto una decina di anni più tardi. L'edificio nel suo complesso presenta una struttura in pilastri di cemento armato e tamponamenti in laterizio con vari tipo di rivestimenti. Fa' eccezione il fabbricato risalente al 1930 che presenta ancora le caratteristiche originali, ossia struttura in muratura portante di mattoni pieni e serramenti in legno.

Si ritiene che l'isolamento del solaio verso sottotetto possa comportare una notevole riduzione del fabbisogno di energia primaria dell'edificio.

Attualmente il solaio verso sottotetto presenta una trasmittanza stimata pari a circa 1,786 W/mqK e non presenta segni evidenti di coibentazione. Attraverso

l'applicazione di uno strato isolante all'estradosso del solaio stesso, si ottiene una trasmittanza stimata pari a circa 0,304 W/mqK.

Questo tipo di intervento comporta una riduzione del fabbisogno di energia primaria pari al 17% circa, con conseguente risparmio in termini di consumi per il riscaldamento.

In considerazione della diversa tipologia di serramenti installata presso la struttura, si suggerisce l'installazione di un solo tipo di serramento ad alte prestazioni.

Allo stato attuale, presso l'edificio sono installati serramenti in legno con vetro singolo, in ferro con vetro singolo, e in alluminio con vetro doppio.

I serramenti attualmente installati presso l'edificio presentano una trasmittanza media stimata pari a circa 2,641 W/mqK. Si suggerisce l'installazione di serramenti con telaio in alluminio a taglio termico e tamponamento in vetrocamera basso emissivo di trasmittanza stimata pari a circa 1,744 W/mqK.

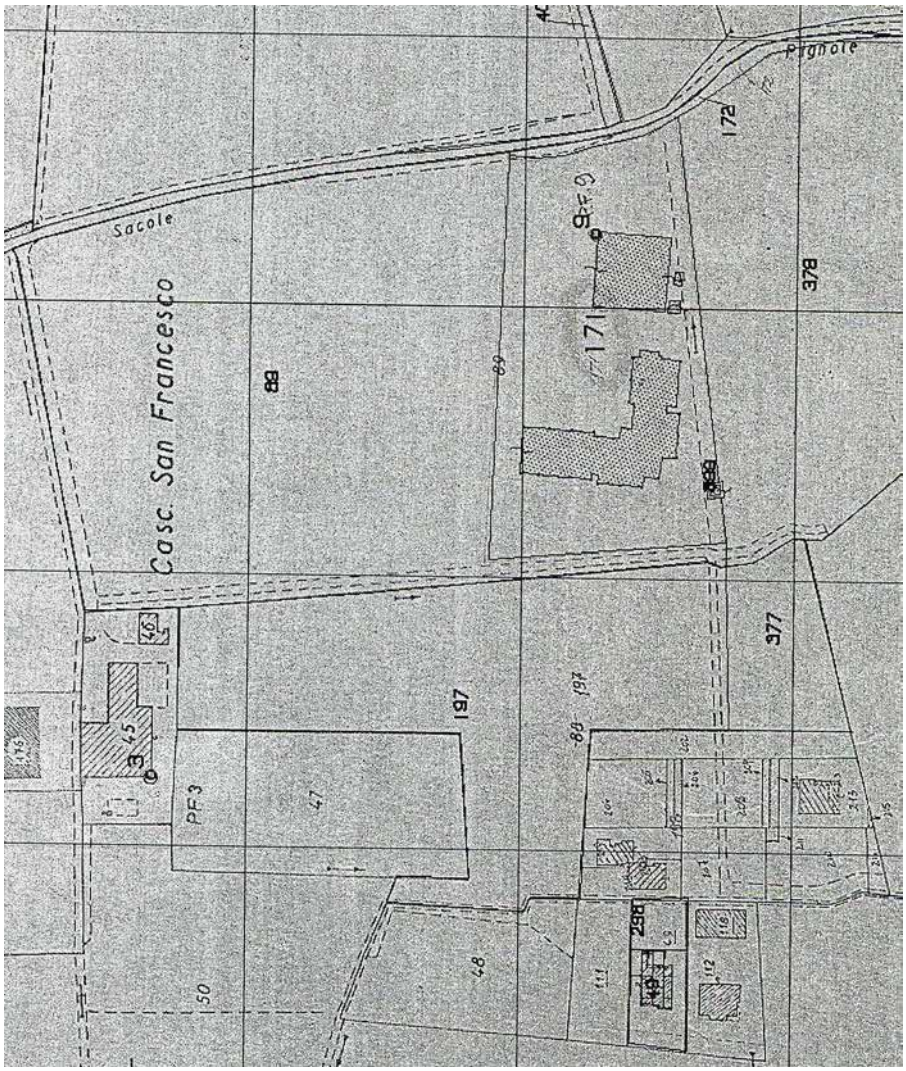
L'insieme dei due interventi suggeriti comporterebbe una riduzione stimata del fabbisogno di energia primaria pari a circa il 32%. Tuttavia, in considerazione della presenza presso l'edificio di serramenti di recente installazione e comunque un ottimo stato di conservazione, si suggerisce di intervenire in prima battuta sui serramenti maggiormente usurati, ottenendo comunque un notevole abbassamento dei consumi (superiore al 25%).

All'interno dell'edificio sono installati radiatori a piastre e a colonne. Al fine di ottenere un utilizzo pi razionale dell'energia e un conseguente abbassamento ulteriore dei consumi, si suggerisce l'installazione di valvole espansione elettroniche. Si suggerisce inoltre di intervenire sul sistema di regolazione dell'intero edificio.

Ist. Tecn. Commerciale Falcone

Specifiche dell'immobile	
Comune	**Asola, Mantova**
Indirizzo	**Via Pignole, Asola**
Foglio-particella-sub.	**Foglio 30, Part. 171 , Sub.**
Nome intestatario	**PROVINCIA DI MANTOVA**
Destinazione d'uso	**E.7.**
Anno di costruzione	**1980**

INQUADRAMENTO



RILIEVO FOTOGRAFICO

FOTOGRAFIA N° 1

Vista parziale Edificio scolastico lato-ovest

FOTOGRAFIA N° 2

Vista parziale ingresso edificio scolastico lato nord-oves

FOTOGRAFIA N° 3

Vista parziale edificio scolastico e aree verdi lato notd-est

FOTOGRAFIA N° 4

Vista parziale edificio scolastico lato est

DATI GENERALI

CLASSE ENERGETICA	VOLUME LORDO RISCALADATO (m^3)	SUPERFICIE UTILE RISCALADATA (m^2)	TRASMITTANZA MEDIA INVOLUCRO (w/m^2k)	TRASMITTANZA MEDIA COPERTURA (w/m^2k)
	20310	3888	0,93	1,39
D 28,3 kwh/m^2a	TRASMITTANZA MEDIA BASAMENTO (w/m^2k)	TRASMITTANZA MEDIA SERRAMENTI (w/m^2k)	TIPOLOGIA DI IMPIANTO DI RISCALDAMENTO	VETTORE ENERGETICO
	0,31	3,9	Gen. Multistadio/modulante	Metano

PRINCIPALI INDICATORI DI PRESTAZIONE ENERGETICA

FABBISOGNO SPECIFICO DI ENERGIA PRIMARIA (climatizzazione invernale)-EPh (kWh/m^3a)	FABBISOGNO ENERGETICO SPECIFICO DELL'INVOLUCRO (climatizzazione invernale)-Eh (kWh/m^3a)	FABBISOGNO ENERGETICO SPECIFICO DELL'INVOLUCRO (climatizzazione estiva)-Ec (kWh/m^3a)	FABBISOGNO SPECIFICO DI ENERGIA PRIMARIA (acqua calda sanitaria)-EPw (kWh/m^3a)	FABBISOGNO ENERGETICO SPECIFICO TOTALE PER USI TERMICI-EPt (kWh/m^3a)	CONTRIBUTO ENERGETICO SPECIFICO DA FONTI RINNOVABILI -Efer (kWh/m^3a)
28,3	22,5	4,6	6,8	35,1	0

Rapporto Eh/Eph	**0,79**

INTERVENTI MIGLIORATIVI PROPOSTI ENERGY SERVICE

L'edificio A28 Ist. Tecn. Commerciale "Falcone" è caratterizzato da un consumo di energia primaria per metro cubo di volume dell'edificio (EPi) normale, se confrontato con i valori limite previsti dal Decreto Legislativo 19/08/2005 n. 192 coordinato con il 311/06 (funzione esclusivamente del rapporto S/V e della zona climatica di appartenenza).

L'edificio è stato costruito attorno al 1980 e presenta una struttura in cemento armato con tamponamenti in laterizio e rivestimenti esterni in pannelli di cls prefabbricati. La struttura della palestra è stata realizzata con un telaio in cemento armato e tamponamento in pannelli prefabbricati di cls, che sono stati realizzati probabilmente con un isolamento interno, così come supposto nella realizzazione della diagnosi energetica a corredo del presente documento. I serramenti dell'edificio sono costituiti da telaio in alluminio privo di taglio

termico e tamponamento in vetrocamera o vetro doppio.

L'edificio è stato sottoposto ad alcuni interventi: in primo luogo sono state sostituite alcune vetrate con serramenti in alluminio a taglio termico e tamponamento in vetrocamera basso emissivo. Sono inoltre stati effettuati degli interventi sull'impianto in quanto sono stati sostituiti i radiatori esistenti e sono state installate a corredo delle valvole termostatiche.

L'edificio è inoltre dotato di un sistema di cogenerazione a supporto dell'impianto di generazione del calore.

In termini di miglioramento dell'efficienza energetica dell'edificio si ritiene che l'intervento che comporterebbe un beneficio immediato è l'isolamento del solaio verso sottotetto non riscaldato.

Attualmente il solaio verso sottotetto presenta una trasmittanza stimata pari a circa 1,811 W/mqK e non presenta segni evidenti di coibentazione. Attraverso l'applicazione di uno strato isolante all'estradosso del solaio stesso, si ottiene una trasmittanza stimata pari a circa 0,305 W/mqK.

Questo tipo di intervento comporta una riduzione del fabbisogno di energia primaria pari al 24% circa del calcolato, con conseguente risparmio in termini di consumi per il riscaldamento.

In considerazione del fatto che solo alcuni dei serramenti installati presso l'edificio sono stati sostituiti, si consiglia l'allineamento dei restanti serramenti consistente nella loro sostituzione con telai di caratteristiche simili a quelli recentemente installati.

I serramenti attualmente installati presso l'edificio, ad esclusione di quelli già sostituiti, presentano una trasmittanza media stimata pari a circa 3,330 W/mqK.

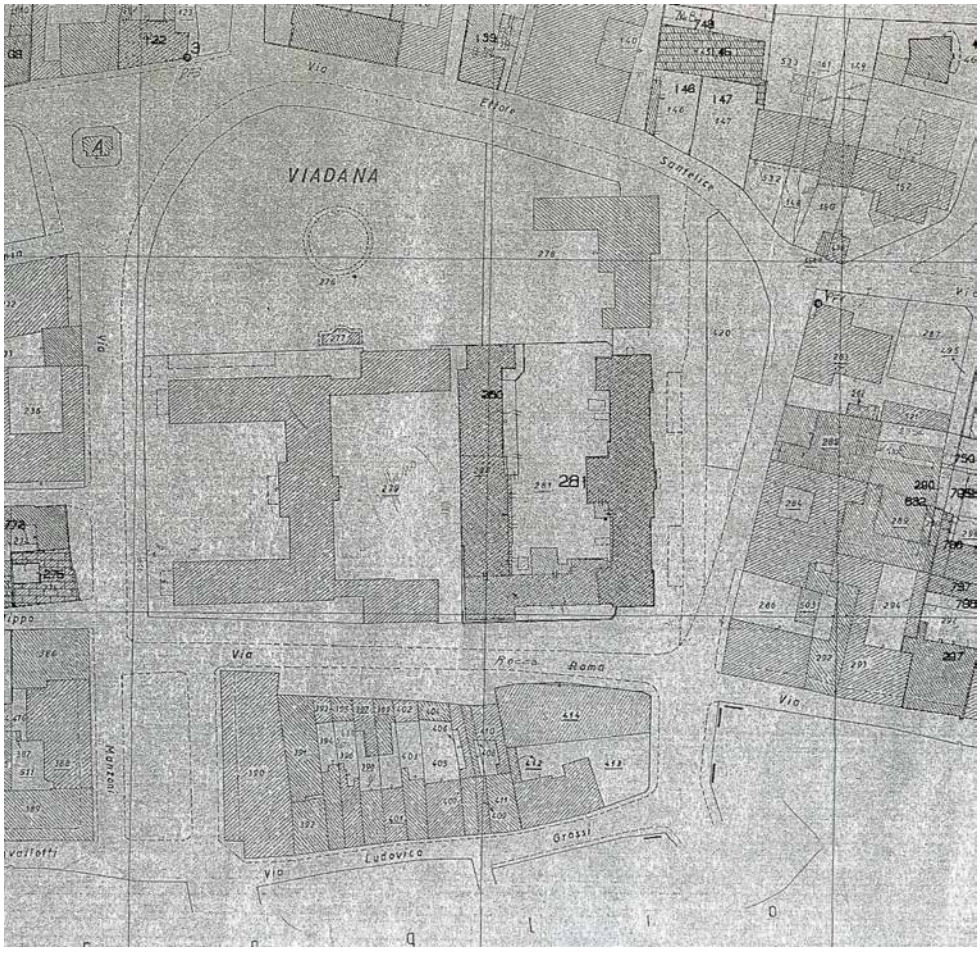
Si suggerisce l'installazione di serramenti con telaio in alluminio a taglio termico e tamponamento in vetrocamera basso emissivo di trasmittanza stimata pari a circa 1,785 W/mqK.

L'intervento suggerito comporterebbe un ulteriore abbassamento del fabbisogno di energia primaria pari a circa il 18%.

Ist. Tecn. Commerciale Sanfelice

Specifiche dell'immobile	
Comune	**Viadana, Mantova**
Indirizzo	**Via E. Sanfelice 8, Viadana**
Foglio-particella-sub.	**Foglio 106, Part. 281 , Sub. 1**
Nome intestatario	**PROVINCIA DI MANTOVA**
Destinazione d'uso	**E.7.**
Anno di costruzione	**1930**

INQUADRAMENTO



RILIEVO FOTOGRAFICO

FOTOGRAFIA N° 1

Vista generale ingresso carraio lato est

FOTOGRAFIA N° 2

Vista parziale edificio scolastico e centrale termica lato ovest

FOTOGRAFIA N° 3

Vista parziale edificio scolastico e centrale termica lato ovest

FOTOGRAFIA N° 4

Vista parziale edificio scolastico e cortile lato nord

DATI GENERALI

CLASSE ENERGETICA	VOLUME LORDO RISCALADATO (m^3)	SUPERFICIE UTILE RISCALADATA (m^2)	TRASMITTANZA MEDIA INVOLUCRO (w/m^2k)	TRASMITTANZA MEDIA COPERTURA (w/m^2k)
	21509	4052	1,3	1,67
D 31,1 kwh/m^2a	TRASMITTANZA MEDIA BASAMENTO (w/m^2k)	TRASMITTANZA MEDIA SERRAMENTI (w/m^2k)	TIPOLOGIA DI IMPIANTO DI RISCALDAMENTO	VETTORE ENERGETICO
	0,7	3,57	Gen. Multistadio/modulante	Metano

PRINCIPALI INDICATORI DI PRESTAZIONE ENERGETICA

FABBISOGNO SPECIFICO DI ENERGIA PRIMARIA (climatizzazione invernale)-EPh (kWh/m^3a)	FABBISOGNO ENERGETICO SPECIFICO DELL'INVOLUCRO (climatizzazione invernale)-Eh (kWh/m^3a)	FABBISOGNO ENERGETICO SPECIFICO DELL'INVOLUCRO (climatizzazione estiva)-Ec (kWh/m^3a)	FABBISOGNO SPECIFICO DI ENERGIA PRIMARIA (acqua calda sanitaria)-EPw (kWh/m^3a)	FABBISOGNO ENERGETICO SPECIFICO TOTALE PER USI TERMICI -EPt (kWh/m^3a)	CONTRIBUTO ENERGETICO SPECIFICO DA FONTI RINNOVABILI-Efer (kWh/m^3a)
30,7	25	3	2,7	33,4	0

Rapporto Eh/Eph	**0,81**

INTERVENTI MIGLIORATIVI PROPOSTI

L'edificio risale agli anni 30, e del periodo di costruzione conserva le murature portanti in mattoni pieni. Con molta probabilità è stato rimaneggiato nel tempo, in quanto i solai in latero-cemento si presentano un buono stato di conservazione. Al corpo originario dell'edificio è stata aggiunta la palestra, probabilmente negli anni '60 o '70, con struttura in pilastri di cemento armato e tamponamento in laterizio forato con rivestimento di mattoni faccia a vista.

Si suggerisce di intervenire in primo luogo alla sostituzione dei serramenti. Attualmente presso l'edificio sono installati serramenti di diverso tipo, con telaio in legno, in alluminio e in pvc. In considerazione della diversità di tipologie, si consiglia di allineare i serramenti esistenti installandone di un solo

tipo, al fine di ottenere una minore dispersione del calore.

I serramenti attuali presentano trasmittanza media pari a circa 3,714 W/mqK. Si suggerisce l'installazione di serramenti in alluminio con taglio termico e vetrocamera basso emissivo, al fine di ottenere una trasmittanza media stimata attorno a 1,889 W/mqK.

Con l'intervento sopra descritto si otterrebbe una riduzione dei consumi stimati di circa l'11%.

Inoltre, in considerazione del fatto che il solaio costituente la copertura dell'edificio scolastico è costituito da struttura lignea o da struttura in latero-cemento non coibentata, si consiglia di intervenire sul solaio verso sottotetto, al fine di ottenere un'ulteriore riduzione delle dispersioni.

Il solaio verso sottotetto presenta attualmente una trasmittanza media stimata pari a 1,786 W/mqK. Tramite l'applicazione all'estradosso del solaio stesso di un manto isolante in lana di roccia, si ottiene una trasmittanza pari a circa 0,238 W/mqK.

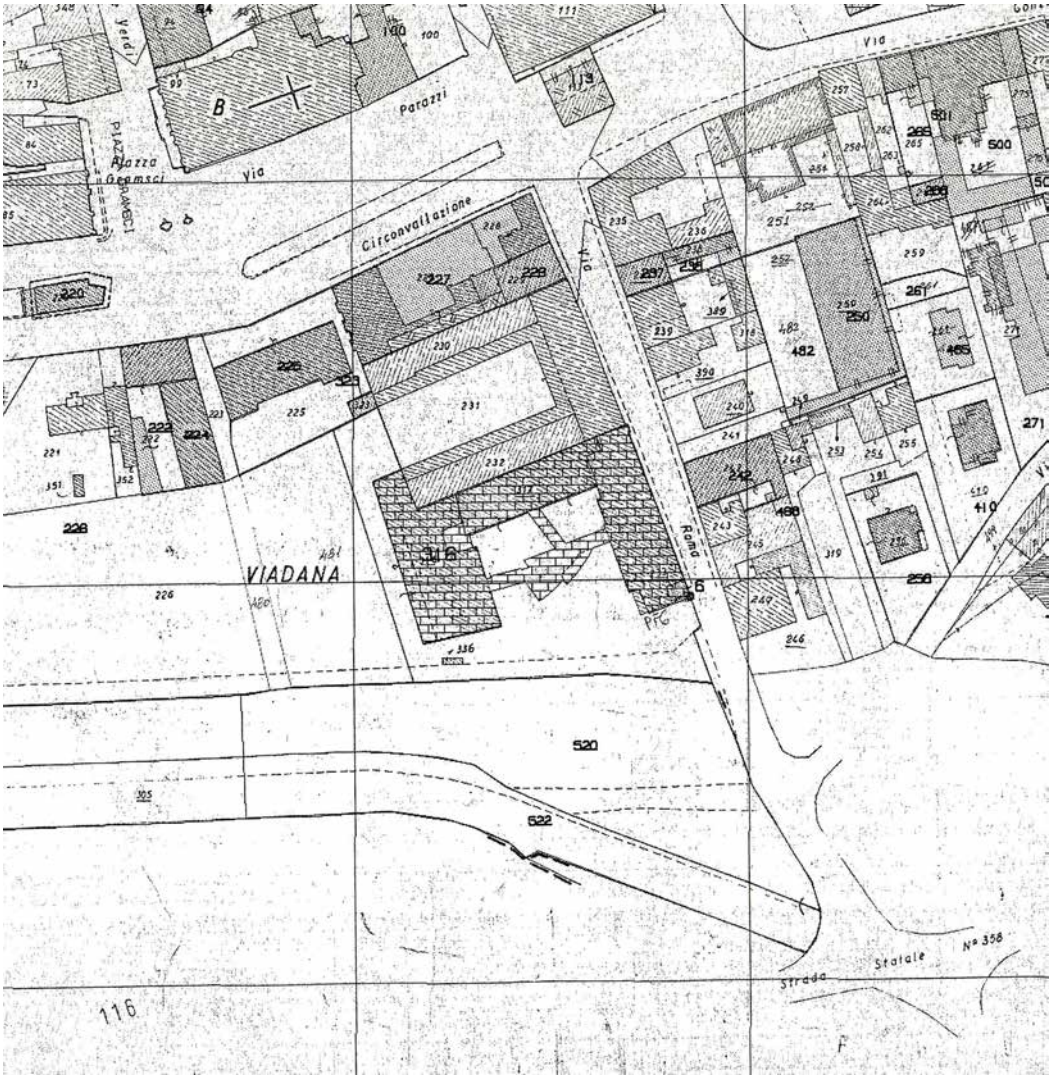
In considerazione dell'effettuazione congiunta dei sue interventi suggeriti, si ottiene una riduzione dei consumi stimati pari a circa il 33%.

In considerazione della presenza nell'edificio di radiatori a colonne in ghisa, si suggerisce l'installazione di valvole termostatiche. È inoltre possibile che, vista l'epoca di costruzione dell'edificio, il sistema delle reti di distribuzione risulti scarsamente coibentato. Se ne suggerisce pertanto la revisione al fine di ottenere un miglioramento in termini di uso efficiente dell'energia primaria.

Liceo Scientifico Maggi

Specifiche dell'immobile	
Comune	**Viadana, Mantova**
Indirizzo	**Via Roma 8, Viadana**
Foglio-particella-sub.	**Foglio , Part. , Sub.**
Nome intestatario	**PROVINCIA DI MANTOVA**
Destinazione d'uso	**E.7.**
Anno di costruzione	**1940**

INQUADRAMENTO



RILIEVO FOTOGRAFICO

FOTOGRAFIA N° 1

Vista generale edificio scolastico su via Roma lato sud-est

FOTOGRAFIA N° 2

Vista parziale edificio scolastico lato sud-ovest

FOTOGRAFIA N° 3

Vista parziale ingresso edificio scolastico lato sud

FOTOGRAFIA N° 4

Vista parziale edificio scolastico lato sud-est

CLASSE ENERGETICA	VOLUME LORDO RISCALADATO (m^3)	SUPERFICIE UTILE RISCALADATA (m^2)	TRASMITTANZA MEDIA INVOLUCRO (w/m^2k)	TRASMITTANZA MEDIA COPERTURA (w/m^2k)
	20625	4141	1,77	1,7
D 31,1 kwh/m^2a	TRASMITTANZA MEDIA BASAMENTO (w/m^2k)	TRASMITTANZA MEDIA SERRAMENTI (w/m^2k)	TIPOLOGIA DI IMPIANTO DI RISCALDAMENTO	VETTORE ENERGETICO
	0,46	2,79	Gen. Multistadio/modulante	Metano

PRINCIPALI INDICATORI DI PRESTAZIONE ENERGETICA

FABBISOGNO SPECIFICO DI ENERGIA PRIMARIA (climatizzazione invernale)-EPh (kWh/m^3a)	FABBISOGNO ENERGETICO SPECIFICO DELL'INVOLUCRO (climatizzazione invernale)-Eh (kWh/m^3a)	FABBISOGNO ENERGETICO SPECIFICO DELL'INVOLUCRO (climatizzazione estiva)-Ec (kWh/m^3a)	FABBISOGNO SPECIFICO DI ENERGIA PRIMARIA (acqua calda sanitaria)-EPw (kWh/m^3a)	FABBISOGNO ENERGETICO SPECIFICO TOTALE PER USI TERMICI-EPt (kWh/m^3a)	CONTRIBUTO ENERGETICO SPECIFICO DA FONTI RINNOVABILI -Efer (kWh/m^3a)
33	26,9	8,5	7	40	0

Rapporto Eh/Eph	**0,81**

INTERVENTI MIGLIORATIVI PROPOSTI ENERGY SERVICE

L'edificio risale agli anni '40 ed è caratterizzato da una struttura in cemento armato, con tamponamento in laterizio forato, e presenta inoltre alcuni setti murari in cemento faccia a vista.

I solai interpiano sono in latero-cemento e, ad un esame visivo, si suppone che la copertura piana non risulti coibentata, così come il solaio verso sottotetto.

In considerazione della particolare struttura dell'edificio, si suggerisce in primo luogo un intervento di isolamento dei solai interpiano e della copertura piana.

Attualmente, ad esempio, il solaio verso sottotetto presenta una trasmittanza stimata pari a 1,745 W/mqK. La copertura piana presenta invece trasmittanza stimata pari a 1,525 W/mqK.

Si suggerisce l'installazione di un materassino di lana di roccia all'estradosso del solaio verso sottotetto, in modo da ottenere trasmittanza stimata pari a 0,238 W/mqK; inoltre, si suggerisce l'applicazione di uno strato di polistirene, già accoppiato con membrana impermeabilizzante, sulla copertura piana

ottenendo una trasmittanza stimata pari a 0,278 W/mqK.

A seguito dell'esecuzione degli interventi descritti, si considera di poter ottenere una riduzione dei consumi calcolati che supera il 25%, con conseguente riduzione effettiva in termini di consumo di energia primaria.

I serramenti installati presso l'edificio risultano in buono stato di conservazione e si consiglia di mantenerli.

La maggior parte dell'edificio è riscaldata tramite radiatori in ghisa a colonne. Al fine di ottenere un uso più razionale in termini di erogazione del calore, si consiglia l'installazione di valvole termostatiche sui radiatori esistenti.

In considerazione, inoltre, della tipologia di impianto installata all'interno dell'edificio, si suggerisce un miglioramento del sistema di regolazione dell'impianto ai fini di garantire una maggiore efficienza nell'utilizzo dello stesso. È inoltre possibile che, vista l'epoca di costruzione dell'edificio, il sistema delle reti di distribuzione risulti scarsamente coibentato. Se ne suggerisce pertanto la revisione al fine di ottenere un miglioramento in termini di uso efficiente dell'energia primaria.

I.P.S.S.I.A. S. Giovanni Bosco

Specifiche dell'immobile	
Comune	**Viadana, Mantova**
Indirizzo	**Via Vanoni 21, Viadana**
Foglio-particella-sub.	**Foglio 102, Part. 2-403 , Sub.**
Nome intestatario	**PROVINCIA DI MANTOVA**
Destinazione d'uso	**E.7.**
Anno di costruzione	**1983**

INQUADRAMENTO

FOTOGRAFIA N° 1

Vista generale ingresso carraio lato nord

FOTOGRAFIA N° 2

Vista parziale ingresso edificio scolastico lato nord

FOTOGRAFIA N° 3

Vista parziale edificio scolastico lato nord-est

FOTOGRAFIA N° 4

Vista parziale edificio scolastico e rampa lato est

DATI GENERALI

CLASSE ENERGETICA	VOLUME LORDO RISCALADATO (m^3)	SUPERFICIE UTILE RISCALADATA (m^2)	TRASMITTANZA MEDIA INVOLUCRO (w/m^2k)	TRASMITTANZA MEDIA COPERTURA (w/m^2k)
	27771	5105	1,02	0,58
D 31,1 kwh/m^2a	TRASMITTANZA MEDIA BASAMENTO (w/m^2k)	TRASMITTANZA MEDIA SERRAMENTI (w/m^2k)	TIPOLOGIA DI IMPIANTO DI RISCALDAMENTO	VETTORE ENERGETICO
	0,8	2,88	Gen. Multistadio/modulante	Metano

PRINCIPALI INDICATORI DI PRESTAZIONE ENERGETICA

FABBISOGNO SPECIFICO DI ENERGIA PRIMARIA (climatizzazione invernale)-EPh (kWh/m^3a)	FABBISOGNO ENERGETICO SPECIFICO DELL'INVOLUCRO (climatizzazione invernale)-Eh (kWh/m^3a)	FABBISOGNO ENERGETICO SPECIFICO DELL'INVOLUCRO (climatizzazione estiva)-Ec (kWh/m^3a)	FABBISOGNO SPECIFICO DI ENERGIA PRIMARIA (acqua calda sanitaria)-EPw (kWh/m^3a)	FABBISOGNO ENERGETICO SPECIFICO TOTALE PER USI TERMICI-EPt (kWh/m^3a)	CONTRIBUTO ENERGETICO SPECIFICO DA FONTI RINNOVABILI-Efer (kWh/m^3a)
27,5	25	4,3	2,7	37,3	0

Rapporto Eh/Eph	**0,90**

INTERVENTI MIGLIORATIVI PROPOSTI ENERGY SERVICE

L'edificio è stato costruito nel 1983 e presenta una struttura in cemento armato con tamponamenti in laterizio e pannelli in cls. I solai sono realizzati in cemento armato e sono per la maggior parte dotati di controsoffitti. I serramenti installati attualmente presso l'edificio presentano un telaio in alluminio privo di taglio termico e tamponamento in vetrocamera di scarsa consistenza.

In termini di miglioramento dell'efficienza energetica dell'edificio si ritiene che l'intervento che comporterebbe un beneficio immediato è la sostituzione dei serramenti.

I serramenti attualmente installati presso l'edificio presentano una trasmittanza media stimata pari a circa 2,857 W/mqK. Si suggerisce l'installazione di serramenti con telaio in alluminio a taglio termico e tamponamento in vetrocamera basso emissivo di trasmittanza stimata pari a circa 1,792 W/mqK.

L’intervento suggerito comporterebbe un ulteriore abbassamento del fabbisogno di energia primaria pari a circa il 13%.

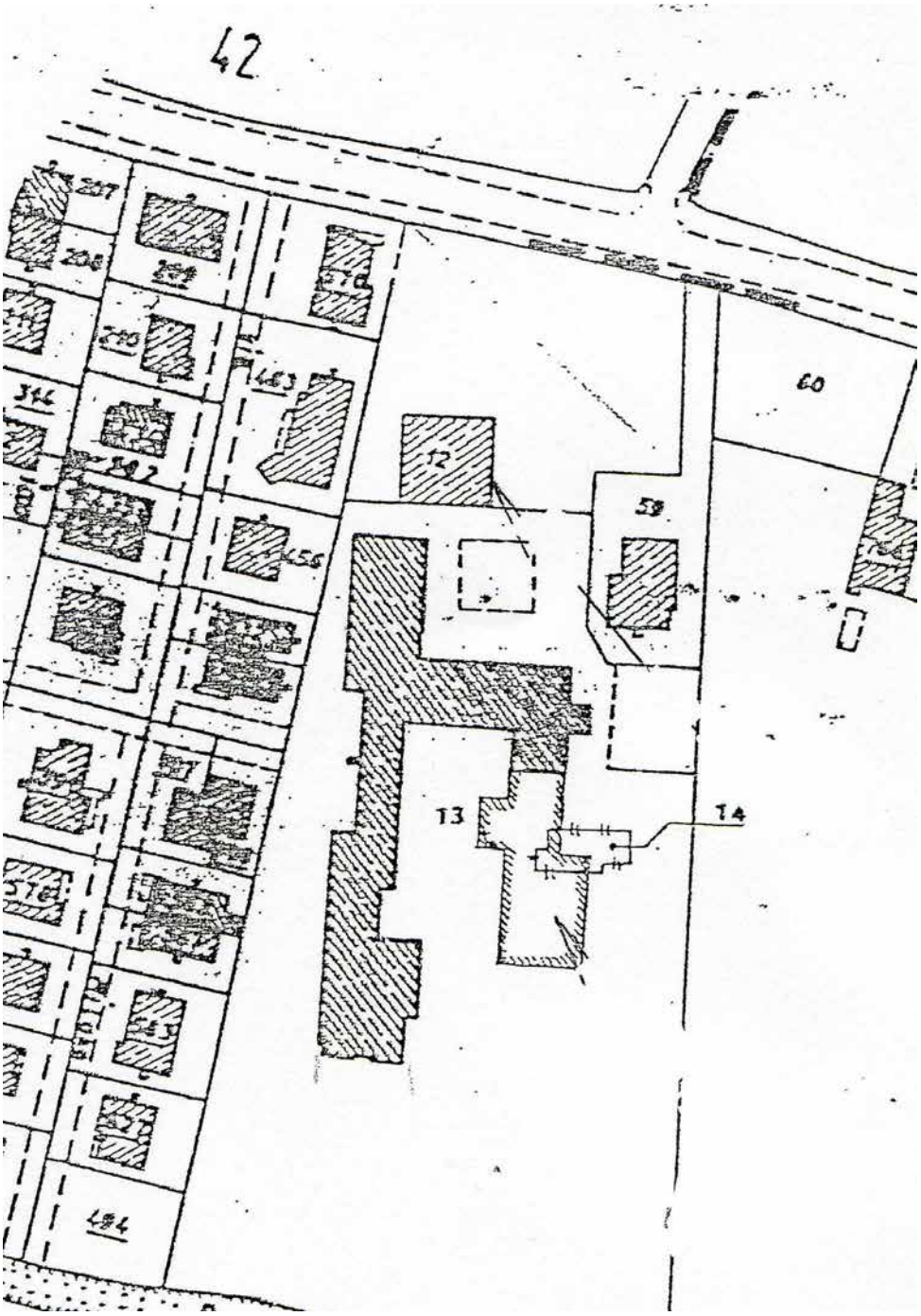
Vista la particolare struttura dell’edificio, in cui i piani al di sopra del piano rialzato risultano a sbalzo rispetto allo stesso di 2 metri circa sui lati di maggiore lunghezza, un intervento di isolamento delle strutture murarie risulterebbe eccessivamente dispendioso e dispersivo.

In riferimento al sistema impiantistico dell’edificio si suggerisce di installare valvole espansione elettroniche al fine di ottenere un utilizzo più razionale dell’energia. Si consiglia inoltre una revisione del sistema di regolazione dell’impianto termico.

Ist. Tecn. Commerciale Manzoni

Specifiche dell'immobile	
Comune	**Suzzara, Mantova**
Indirizzo	**Via Mantova 13, Suzzara**
Foglio-particella-sub.	**Foglio 48, Part. 13 , Sub.**
Nome intestatario	**PROVINCIA DI MANTOVA**
Destinazione d'uso	**E.7.**
Anno di costruzione	**1971**

INQUADRAMENTO



RILIEVO FOTOGRAFICO

FOTOGRAFIA N° 1

Vista parziale ingresso edificio scolastico

FOTOGRAFIA N° 2

Vista generale edificio scolastico e parcheggio lato nord - ovest

FOTOGRAFIA N° 3

Vista parziale edificio scolastico lato ovest

FOTOGRAFIA N° 4

Vista parziale edificio scolastico lato ovest

DATI GENERALI

CLASSE ENERGETICA	VOLUME LORDO RISCALADATO (m^3)	SUPERFICIE UTILE RISCALADATA (m^2)	TRASMITTANZA MEDIA INVOLUCRO (w/m^2k)	TRASMITTANZA MEDIA COPERTURA (w/m^2k)
	19071	3883	1,07	1,73
D 31,1 kwh/m^2a	TRASMITTANZA MEDIA BASAMENTO (w/m^2k)	TRASMITTANZA MEDIA SERRAMENTI (w/m^2k)	TIPOLOGIA DI IMPIANTO DI RISCALDAMENTO	VETTORE ENERGETICO
	0,65	3,06	Gen. Multistadio/modulante	Metano

PRINCIPALI INDICATORI DI PRESTAZIONE ENERGETICA

FABBISOGNO SPECIFICO DI ENERGIA PRIMARIA (climatizzazione invernale)-EPh (kWh/m^3a)	FABBISOGNO ENERGETICO SPECIFICO DELL'INVOLUCRO (climatizzazione invernale)-Eh (kWh/m^3a)	FABBISOGNO ENERGETICO SPECIFICO DELL'INVOLUCRO (climatizzazione estiva)-Ec (kWh/m^3a)	FABBISOGNO SPECIFICO DI ENERGIA PRIMARIA (acqua calda sanitaria)-EPw (kWh/m^3a)	FABBISOGNO ENERGETICO SPECIFICO TOTALE PER USI TERMICI-EPt (kWh/m^3a)	CONTRIBUTO ENERGETICO SPECIFICO DA FONTI RINNOVABILI-Efer (kWh/m^3a)
28,7	24,1	4,2	2,2	30,9	0

Rapporto Eh/Eph	**0,83**

INTERVENTI MIGLIORATIVI PROPOSTI ENERGY SERVICE

L'edificio è il risultato della sovrapposizioni di costruzioni effettuate in diverse epoche. È infatti riconoscibile un nucleo risalente al 1920 circa, comunque sottoposto a ristrutturazione massiva; il resto dell'edificio è invece stato edificato a partire dal 1970 e presenta una struttura in cemento armato con tamponamento probabilmente in laterizio e rivestimento esterno in cemento.

La struttura a pilastri di cemento armato è completata da solette in latero-cemento che, ad un esame visivo preliminare, non risultano coibentate, ad eccezione probabilmente della porzione di copertura piana dell'edificio.

In considerazione della tipologia strutturale e dell'epoca di costruzione si suggerisce di intervenire in primo luogo isolando i solai interpiano che sono a diretto contatto con ambienti non riscaldati. Questo intervento comporta un immediato vantaggio in termini di dispersioni, con conseguente abbassamento

dei consumi. In particolare, la trasmittanza media stimata del solaio verso sottotetto è pari a circa 1,745 W/mqK. Con l'intervento proposto si ottiene una trasmittanza pari a 0,30 W/mqK con conseguente abbassamento del consumo stimato di energia primaria pari al 35%.

Un intervento altrettanto vantaggioso consiste nell'applicazione di uno strato isolante (interno o estero) alle murature dell'edificio. Tuttavia, vista la particolare struttura, molto articolata, dell'edificio, l'intervento di applicazione dell'isolamento all'estradosso del solaio verso sottotetto risulta il più vantaggioso sia in termini di costi che in termini di immediato risparmio energetico.

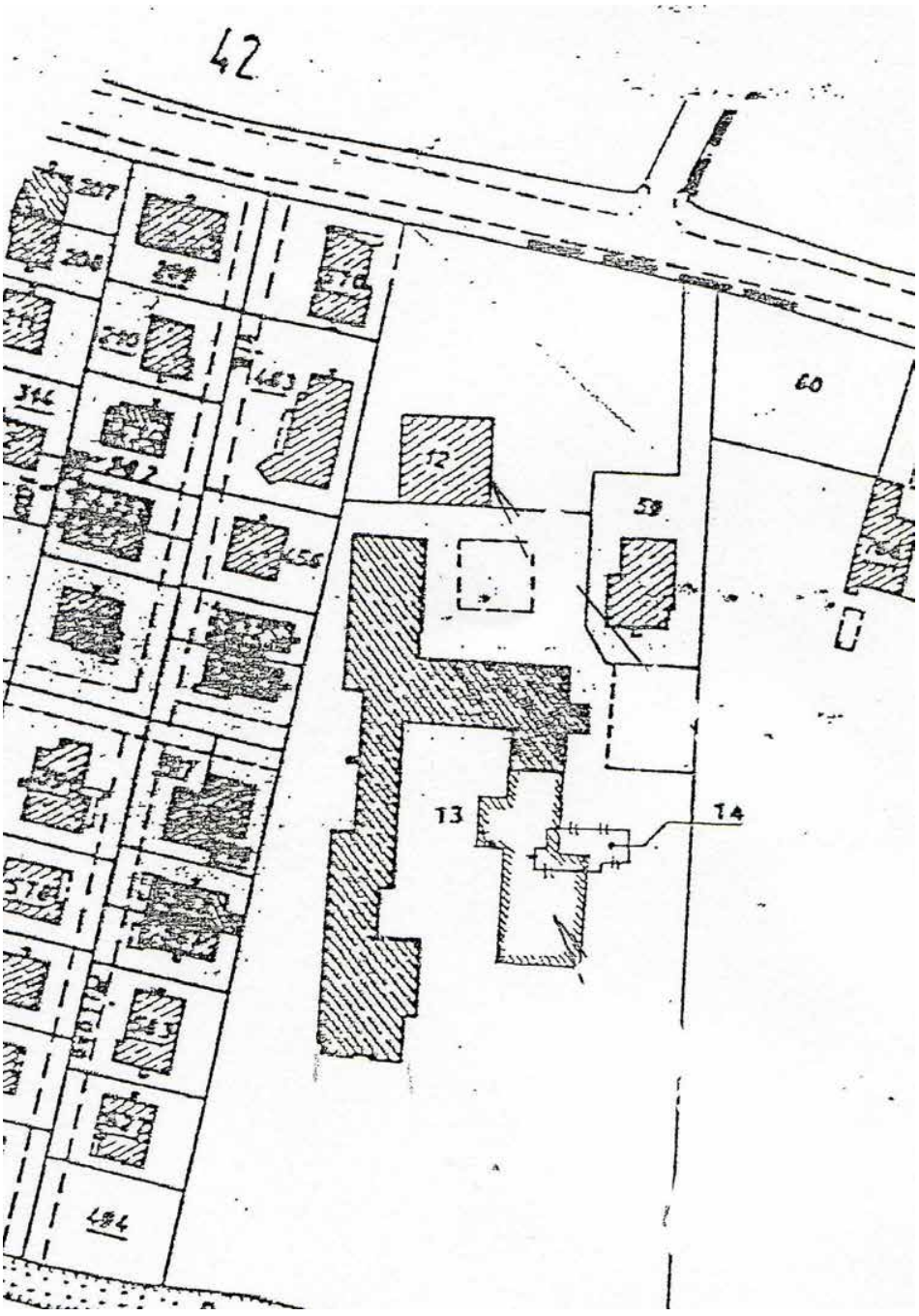
I serramenti installati presso l'edificio sono costituiti da telaio in alluminio con tamponamento in vetrocamera. Inoltre, alcuni di essi sembrano essere stati recentemente sostituiti. Si considera pertanto di non intervenire sui serramenti stessi.

In considerazione della tipologia di impianto installata all'interno dell'edificio, si considera inoltre di suggerire un miglioramento del sistema di regolazione dell'impianto, ai fini di garantire una maggiore efficienza nell'utilizzo dello stesso.

Liceo Scientifico Manzoni

Specifiche dell'immobile	
Comune	**Suzzara, Mantova**
Indirizzo	**Viale Virgilio 55, Suzzara**
Foglio-particella-sub.	**Foglio 48, Part. 12 , Sub.**
Nome intestatario	**PROVINCIA DI MANTOVA**
Destinazione d'uso	**E.7.**
Anno di costruzione	**1920**

INQUADRAMENTO



RILIEVO FOTOGRAFICO

FOTOGRAFIA N° 1

Vista generale ingresso edificio scolastico su viale Virgilio

FOTOGRAFIA N° 2

Vista parziale edificio scolastico lato nord

FOTOGRAFIA N° 3

Vista generale Area verde lato nord

FOTOGRAFIA N° 4

Vista parziale edificio scolastico lato nord-ovest

DATI GENERALI

CLASSE ENERGETICA	VOLUME LORDO RISCALADATO (m^3)	SUPERFICIE UTILE RISCALADATA (m^2)	TRASMITTANZA MEDIA INVOLUCRO (w/m^2k)	TRASMITTANZA MEDIA COPERTURA (w/m^2k)
	2657	503	1,14	1,11
D 31,1 kwh/m^2a	TRASMITTANZA MEDIA BASAMENTO (w/m^2k)	TRASMITTANZA MEDIA SERRAMENTI (w/m^2k)	TIPOLOGIA DI IMPIANTO DI RISCALDAMENTO	VETTORE ENERGETICO
	0,37	2,71	Teleriscaldamento	Metano

PRINCIPALI INDICATORI DI PRESTAZIONE ENERGETICA

FABBISOGNO SPECIFICO DI ENERGIA PRIMARIA (climatizzazione invernale)-EPh (kWh/m^3a)	FABBISOGNO ENERGETICO SPECIFICO DELL'INVOLUCRO (climatizzazione invernale)-Eh (kWh/m^3a)	FABBISOGNO ENERGETICO SPECIFICO DELL'INVOLUCRO (climatizzazione estiva)-Ec (kWh/m^3a)	FABBISOGNO SPECIFICO DI ENERGIA PRIMARIA (acqua calda sanitaria)-EPw (kWh/m^3a)	FABBISOGNO ENERGETICO SPECIFICO TOTALE PER USI TERMICI-EPt (kWh/m^3a)	CONTRIBUTO ENERGETICO SPECIFICO DA FONTI RINNOVABILI-Efer (kWh/m^3a)
28,2	22,5	1,9	6,6	34,8	0

Rapporto Eh/Eph	**0,79**

INTERVENTI MIGLIORATIVI PROPOSTI

L'edificio risale probabilmente nella sua struttura originaria ai primi anni del '900, ed è caratterizzato da una struttura in mattoni pieni con solai lignei. Da quanto è emerso dai sopralluoghi, l'edificio è stato evidentemente sottoposto ad una ristrutturazione massiva. Attualmente infatti i solai risultano evidentemente ricostruiti pur mantenendo le loro caratteristiche originarie.

In considerazione della struttura, si suggerisce di intervenire innanzitutto sull'isolamento del solaio verso sottotetto, al fine di ottenere un adeguato risparmio energetico.

Il solaio verso sottotetto presenta una trasmittanza stimata pari a 1,112 W/mqK, la quale si riduce a 0,276 W/mqK con l'applicazione di uno strato isolante all'estradosso del solaio stesso.

Con questo intervento si ottiene una riduzione delle dispersioni pari al 23% circa, con conseguente abbassamento del consumo di energia primaria.

I paramenti murari esterni presentano una trasmittanza piuttosto elevata, ma sono stati recentemente restaurati, pertanto non si ritiene conveniente un intervento su di essi.

I serramenti installati presso l'edificio sono costituiti da telaio in legno con tamponamento in vetrocamera e sono in ottimo stato di conservazione, pertanto non si suggerisce la loro sostituzione.

In considerazione della tipologia di impianto installata all'interno dell'edificio, si considera inoltre di suggerire un miglioramento del sistema di regolazione dell'impianto, ai fini di garantire una maggiore efficienza nell'utilizzo dello stesso.

I.T.A.S. Palidano Villa Strozzi

Specifiche dell'immobile	
Comune	**Gonzaga, Mantova**
Indirizzo	**Strada Begozzo 9, Gonzaga**
Foglio-particella-sub.	**Foglio 16, Part. 1-6-7-8-9-16-17-18-20-43-62-64-70-71 , Sub.**
Nome intestatario	**PROVINCIA DI MANTOVA**
Destinazione d'uso	**E.7.**
Anno di costruzione	**1700**

INQUADRAMENTO

RILIEVO FOTOGRAFICO

FOTOGRAFIA N° 1

Vista generale su strada Begozzo lato ovest

FOTOGRAFIA N° 2

Vista generale su strada Begozzo lato ovest

FOTOGRAFIA N° 3

Vista parziale ingresso edificio lato ovest

FOTOGRAFIA N° 4

Vista parziale edificio lato nord-ovest

DATI GENERALI

CLASSE ENERGETICA	VOLUME LORDO RISCALADATO (m^3)	SUPERFICIE UTILE RISCALADATA (m^2)	TRASMITTANZA MEDIA INVOLUCRO (w/m^2k)	TRASMITTANZA MEDIA COPERTURA (w/m^2k)
	28546	3995	1,25	0,99
D 31,1 kwh/m^2a	TRASMITTANZA MEDIA BASAMENTO (w/m^2k)	TRASMITTANZA MEDIA SERRAMENTI (w/m^2k)	TIPOLOGIA DI IMPIANTO DI RISCALDAMENTO	VETTORE ENERGETICO
	0,36	3,67	Gen. Multistadio/modulante	Metano

PRINCIPALI INDICATORI DI PRESTAZIONE ENERGETICA

FABBISOGNO SPECIFICO DI ENERGIA PRIMARIA (climatizzazione invernale)-EPh (kWh/m^3a)	FABBISOGNO ENERGETICO SPECIFICO DELL'INVOLUCRO (climatizzazione invernale)-Eh (kWh/m^3a)	FABBISOGNO ENERGETICO SPECIFICO DELL'INVOLUCRO (climatizzazione estiva)-Ec (kWh/m^3a)	FABBISOGNO SPECIFICO DI ENERGIA PRIMARIA (acqua calda sanitaria)-EPw (kWh/m^3a)	FABBISOGNO ENERGETICO SPECIFICO TOTALE PER USI TERMICI-EPt (kWh/m^3a)	CONTRIBUTO ENERGETICO SPECIFICO DA FONTI RINNOVABILI-Efer (kWh/m^3a)
29	22	1,9	656	34,6	0

Rapporto Eh/Eph	**0,75**

INTERVENTI MIGLIORATIVI PROPOSTI ENERGY SERVICE

L'edificio risale per la maggior parte al 1700 e della struttura originale conserva la muratura portante in mattoni pieni e i solai lignei. In adiacenza al corpo di fabbrica principale, risalente appunto al XVI secolo, è stato costruito probabilmente negli anni '70/'80 un ampliamento con struttura in cemento armato e laterizio e solai in latero-cemento.

In considerazione delle caratteristiche dell'edificio si suggerisce di intervenire in primo luogo alla coibentazione del solaio in latero-cemento verso sottotetto.

Il solaio in oggetto attualmente presenta una trasmittanza stimata apri a circa 1,697 W/mqK. L'intervento suggerito consiste nell'applicazione di uno strato isolante all'estradosso del solaio, al fine di ottenere una trasmittanza stimata pari a circa 0,30 W/mqK. Si stima che l'intervento comporterebbe una riduzione del fabbisogno di energia primaria pari a circa il 14 % del calcolato.

Un ulteriore intervento che comporterebbe la riduzione dei consumi consiste

nella sostituzione dei serramenti dell'edificio.

Attualmente, presso il corpo di fabbrica originario sono installati serramenti in legno con tamponamento in vetro singolo. Presso l'ampliamento sono invece installati serramenti in alluminio privi di taglio termico e con tamponamento in vetrocamera.

I serramenti descritti presentano una trasmittanza media stimata pari a circa 2,785 W/mqK. Si suggerisce l'installazione di serramenti in legno con tamponamento in vetrocamera basso emissivo sul corpo di fabbrica originario, e serramenti in alluminio a taglio termico con tamponamento in vetrocamera basso emissivo presso l'ampliamento. Tale intervento comporterebbe una ulteriore riduzione del fabbisogno di energia primaria.

Si stima ce il complesso degli interventi suggeriti comporterebbe una riduzione del fabbisogno pari a circa il 20% del calcolato.

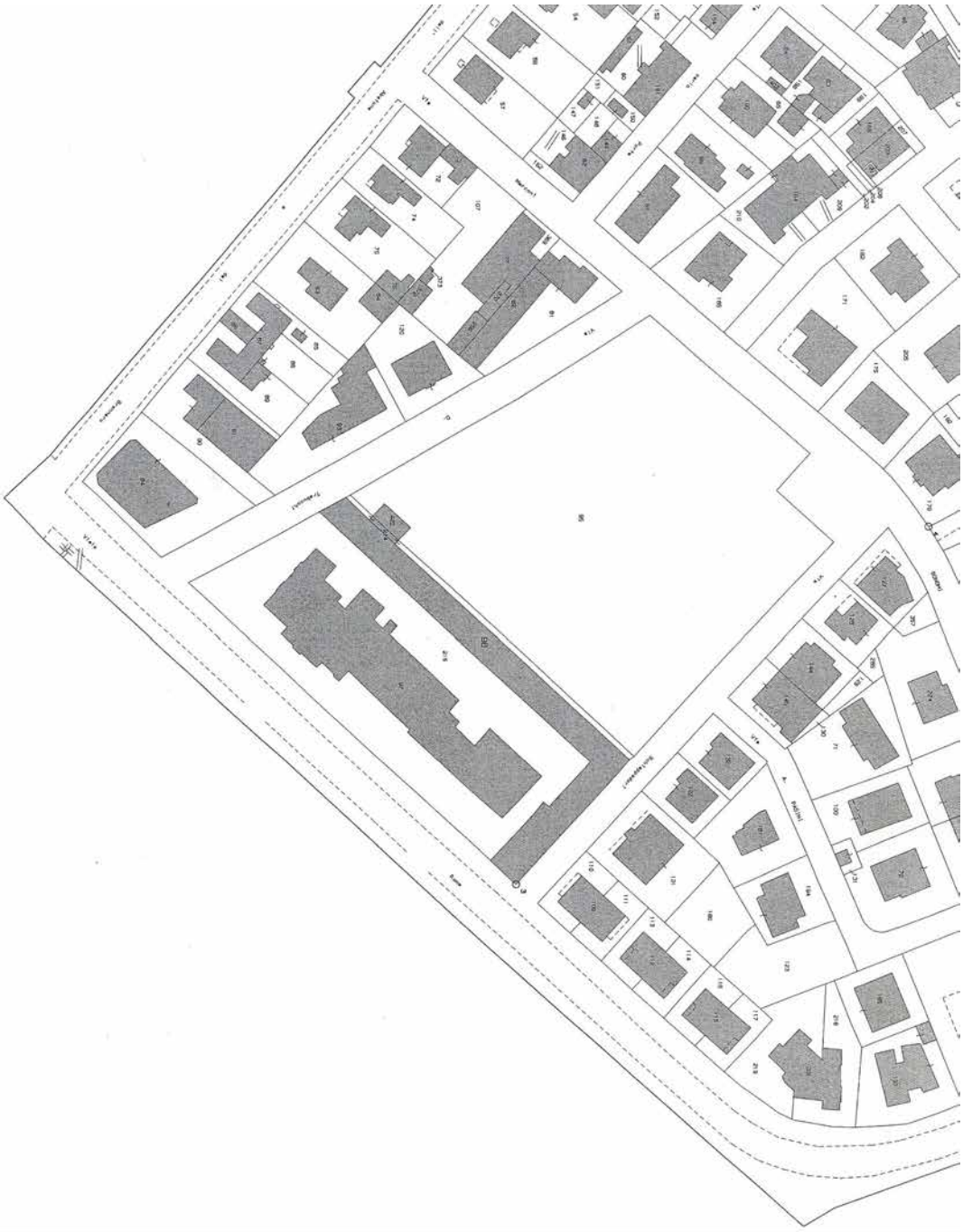
Non si ritiene opportuno intervenire, invece, sul solaio ligneo verso sottotetto non riscaldato presente nel corpo di fabbrica originario. In base ai sopralluoghi preliminari, il solaio si presenta in cattivo stato manutentivo e pertanto richiederebbe un intervento di restauro più approfondito, al quale eventualmente associare un adeguato isolamento delle superfici disperdenti.

Per quanto riguarda il sistema impiantistico, si suggerisce di intervenire in primo luogo all'installazione di valvole espansione elettroniche, al fine di ottenere un utilizzo più razionale dell'energia. Si suggerisce inoltre una revisione delle reti di distribuzione in quanto, in considerazione dell'epoca di costruzione, potrebbero risultare scarsamente coibentate.

I.S. G. GREGGIATI

Specifiche dell'immobile	
Comune	**Ostiglia, Mantova**
Indirizzo	**Via Roma 1, Ostiglia**
Foglio-particella-sub.	**Foglio 33, Part. 96.97 , Sub.**
Nome intestatario	**PROVINCIA DI MANTOVA**
Destinazione d'uso	**E.7.**
Anno di costruzione	**1950**

INQUADRAMENTO



RILIEVO FOTOGRAFICO

FOTOGRAFIA N° 1

Vista parziale ingresso carraio e pedonale edificio scolastico lato sud-est

FOTOGRAFIA N° 2

Vista parziale edificio scolastico lato est

FOTOGRAFIA N° 3

Vista parziale edificio scolastico lato sud-est

FOTOGRAFIA N° 4

Vista parziale edificio scolastico e cortile interno lato est

DATI GENERALI

CLASSE ENERGETICA	VOLUME LORDO RISCALADATO (m^3)	SUPERFICIE UTILE RISCALADATA (m^2)	TRASMITTANZA MEDIA INVOLUCRO (w/m^2k)	TRASMITTANZA MEDIA COPERTURA (w/m^2k)
	13027	2416	1,19	0,63
D 31,1 kwh/m^2a	TRASMITTANZA MEDIA BASAMENTO (w/m^2k)	TRASMITTANZA MEDIA SERRAMENTI (w/m^2k)	TIPOLOGIA DI IMPIANTO DI RISCALDAMENTO	VETTORE ENERGETICO
	0,35	2,83	Gen. Multistadio-modulante	Metano

PRINCIPALI INDICATORI DI PRESTAZIONE ENERGETICA

FABBISOGNO SPECIFICO DI ENERGIA PRIMARIA (climatizzazione invernale)-EPh (kWh/m^3a)	FABBISOGNO ENERGETICO SPECIFICO DELL'INVOLUCRO (climatizzazione invernale)-Eh (kWh/m^3a)	FABBISOGNO ENERGETICO SPECIFICO DELL'INVOLUCRO (climatizzazione estiva)-Ec (kWh/m^3a)	FABBISOGNO SPECIFICO DI ENERGIA PRIMARIA (acqua calda sanitaria)-EPw (kWh/m^3a)	FABBISOGNO ENERGETICO SPECIFICO TOTALE PER USI TERMICI-EPt (kWh/m^3a)	CONTRIBUTO ENERGETICO SPECIFICO DA FONTI RINNOVABILI-Efer (kWh/m^3a)
34,4	28,7	5,2	7,5	41,9	0

Rapporto Eh/Eph	**0,83**

INTERVENTI MIGLIORATIVI PROPOSTI ENERGY SERVICE

L'edificio risale al 1950 ed è stato evidentemente ampliato negli anni '70/'80. Esso presenta una struttura in mattoni pieni e solai in latero-cemento per quanto riguarda il corpo di fabbrica originario, e una struttura il cemento armato e tamponamenti in laterizio con solai in latero-cemento per l'ampliamento più recente.

In considerazione del fatto che dai sopralluoghi effettuati l'edificio risulta essere satto sottoposto ad un restauro in tempi piuttosto recenti non si considerano interventi sulla struttura.

I serramenti installati presso l'edificio, inoltre, risultano essere in alluminio, probabilmente per la maggior parte a taglio termico, e tamponamento in vetrocamera. Si consiglia pertanto di non intervenire sui serramenti.

Per quanto riguarda il sistema impiantistico, si consiglia l'installazione di valvole espansione elettroniche, al fine di ottenere un utilizzo più efficiente

dell’energia, e di provvedere ad un adeguamento dell’intero sistema di regolazione dell’impianto.

Liceo Scientifico Galilei

Specifiche dell'immobile	
Comune	**Ostiglia, Mantova**
Indirizzo	**Via Mantova 35, Ostiglia**
Foglio-particella-sub.	**Foglio 32, Part. 33, Sub.**
Nome intestatario	**PROVINCIA DI MANTOVA**
Destinazione d'uso	**E.7.**
Anno di costruzione	**1981**

INQUADRAMENTO

FOTOGRAFIA N° 1

Vista generale ingresso carraio e pedonale lato nord-est

FOTOGRAFIA N° 2

Vista parziale percorso pedonale lato nord

FOTOGRAFIA N° 3

Vista parziale ingresso edificio scolastico lato est

FOTOGRAFIA N° 4

Vista parziale area verde e confine con Altra proprietà lato nord-est

CLASSE ENERGETICA	VOLUME LORDO RISCALADATO (m^3)	SUPERFICIE UTILE RISCALADATA (m^2)	TRASMITTANZA MEDIA INVOLUCRO (w/m^2k)	TRASMITTANZA MEDIA COPERTURA (w/m^2k)
	28865	5208	1,53	0,77
D 31,1 kwh/m^2a	TRASMITTANZA MEDIA BASAMENTO (w/m^2k)	TRASMITTANZA MEDIA SERRAMENTI (w/m^2k)	TIPOLOGIA DI IMPIANTO DI RISCALDAMENTO	VETTORE ENERGETICO
	0,49	3,02	Caldaia a condensazione	Metano

PRINCIPALI INDICATORI DI PRESTAZIONE ENERGETICA

FABBISOGNO SPECIFICO DI ENERGIA PRIMARIA (climatizzazione invernale)-EPh (kWh/m^3a)	FABBISOGNO ENERGETICO SPECIFICO DELL'INVOLUCRO (climatizzazione invernale)-Eh (kWh/m^3a)	FABBISOGNO ENERGETICO SPECIFICO DELL'INVOLUCRO (climatizzazione estiva)-Ec (kWh/m^3a)	FABBISOGNO SPECIFICO DI ENERGIA PRIMARIA (acqua calda sanitaria)-EPw (kWh/m^3a)	FABBISOGNO ENERGETICO SPECIFICO TOTALE PER USI TERMICI-EPt (kWh/m^3a)	CONTRIBUTO ENERGETICO SPECIFICO DA FONTI RINNOVABILI -Efer (kWh/m^3a)
29,6	22,7	4,8	2	31,6	0

Rapporto Eh/Eph	**0,76**

INTERVENTI MIGLIORATIVI PROPOSTI ENERGY SERVICE

L'edificio è stato costruito intorno al 1980 e presenta una struttura in cemento armato con tamponamenti in laterizio e cemento. I solai interpiano sono in latero-cemento, così come la copertura piana che, in relazione all'epoca di costruzione e alle caratteristiche emerse dal sopralluogo, si suppone presenti uno strato isolante al di sotto del manto impermeabilizzante.

In considerazione delle caratteristiche dell'edificio si suggerisce di intervenire in primo luogo alla sostituzione dei serramenti.

Attualmente, presso la struttura sono installati serramenti in alluminio senza taglio termico, evidentemente risalenti all'epoca di costruzione del'edificio, con tamponamento in vetrocamera di scarso spessore.

I serramenti descritti presentano una trasmittanza media stimata pari a circa 2,85 W/mqK. Si suggerisce l'installazione di serramenti in alluminio a taglio termico con tamponamento in vetrocamera basso emissivo.

Si stima che l'intervento suggerito comporti una riduzione del fabbisogno pari a circa il 18% del calcolato.

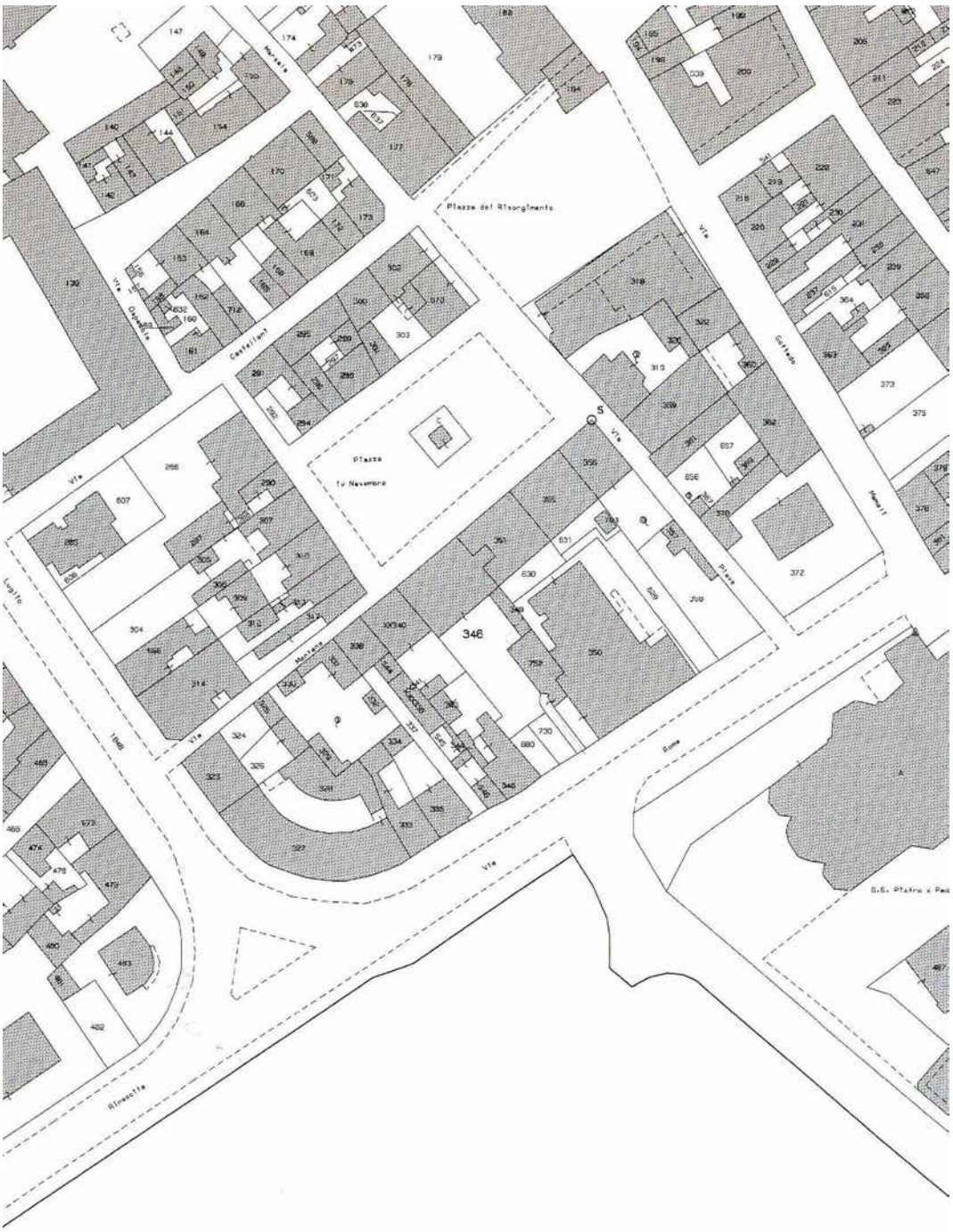
In considerazione della particolare conformazione dell'edificio, in cui i piani primo e secondo risultano a sbalzo rispetto agli inferiori per alcune parti, non si ritiene opportuno intervenire all'isolamento dei solai interpiano.

Per quanto riguarda il sistema impiantistico, si suggerisce di intervenire in primo luogo all'installazione di valvole espansione elettroniche, al fine di ottenere un utilizzo più razionale dell'energia. Si suggerisce inoltre una revisione delle reti di distribuzione in quanto, in considerazione dell'epoca di costruzione, potrebbero risultare scarsamente coibentate.

Ist. Tecnico Geometri Galilei

Specifiche dell'immobile	
Comune	**Sermide, Mantova**
Indirizzo	**Via IV Novemre, Sermide**
Foglio-particella-sub.	**Foglio , Part. Sub.**
Nome intestatario	**PROVINCIA DI MANTOVA**
Destinazione d'uso	**E.7.**
Anno di costruzione	**1981**

INQUADRAMENTO



RILIEVO FOTOGRAFICO

FOTOGRAFIA N° 1

Vista generale edificio scolastico lato nord-ovest

FOTOGRAFIA N° 2

Vista parziale ingresso edificio scolastico lato nord-ovest

FOTOGRAFIA N° 3

Vista generale edificio scolastico lato nord-ovest

FOTOGRAFIA N° 4

Vista generale edificio scolastico e scala di sicurezza lato sud-est

DATI GENERALI

CLASSE ENERGETICA	VOLUME LORDO RISCALADATO (m^3)	SUPERFICIE UTILE RISCALADATA (m^2)	TRASMITTANZA MEDIA INVOLUCRO (w/m^2k)	TRASMITTANZA MEDIA COPERTURA (w/m^2k)
	5853	1153	0,89	1,3
D 31,1 kwh/m^2a	TRASMITTANZA MEDIA BASAMENTO (w/m^2k)	TRASMITTANZA MEDIA SERRAMENTI (w/m^2k)	TIPOLOGIA DI IMPIANTO DI RISCALDAMENTO	VETTORE ENERGETICO
	0,29	2,74	Caldaia a condensazione	Metano

PRINCIPALI INDICATORI DI PRESTAZIONE ENERGETICA

FABBISOGNO SPECIFICO DI ENERGIA PRIMARIA (climatizzazione invernale)-EPh (kWh/m^3a)	FABBISOGNO ENERGETICO SPECIFICO DELL'INVOLUCRO (climatizzazione invernale)-Eh (kWh/m^3a)	FABBISOGNO ENERGETICO SPECIFICO DELL'INVOLUCRO (climatizzazione estiva)-Ec (kWh/m^3a)	FABBISOGNO SPECIFICO DI ENERGIA PRIMARIA (acqua calda sanitaria)-EPw (kWh/m^3a)	FABBISOGNO ENERGETICO SPECIFICO TOTALE PER USI TERMICI-EPt (kWh/m^3a)	CONTRIBUTO ENERGETICO SPECIFICO DA FONTI RINNOVABILI-Efer (kWh/m^3a)
22,1	19,4	2,4	2,1	24,2	0

Rapporto Eh/Eph	**0,87**

INTERVENTI MIGLIORATIVI PROPOSTI RILIEVO FOTOGRAFICO

L'edificio in questione è stato costruito nel 1981 ed è caratterizzato da una struttura in pilastri di cemento armato e tamponamento in laterizio forato con probabile camera d'aria. Nell'edificio sono inoltre installati serramenti in legno con tamponamento in vetrocamera, che si presentano in buono stato di conservazione.

In considerazione delle caratteristiche dell'edificio, si può suggerire un intervento si isolamento del solaio di copertura e del solaio verso sottotetto.

Le due strutture considerate sono costituite da solette in laterocemento e presentano una trasmittanza media stimata pari a circa 1,48 W/mqK. L'intervento più efficace consiste nell'applicazione di uno strato isolante all'estradosso del solaio verso sottotetto, e dell'inserimento di un materassino isolante sotto i coppi della copertura a falde.

Attraverso gli interventi descritti è possibile ottenere una trasmittanza media stimata pari a circa 0,30 W/mqK, con un risparmio in termini di consumi di energia primaria stimato intorno al 25 %.

I serramenti, come si è detto in precedenza, sono in buono stato di conservazione e dotati di tamponamento in vetrocamera; pertanto, non se ne consiglia la sostituzione.

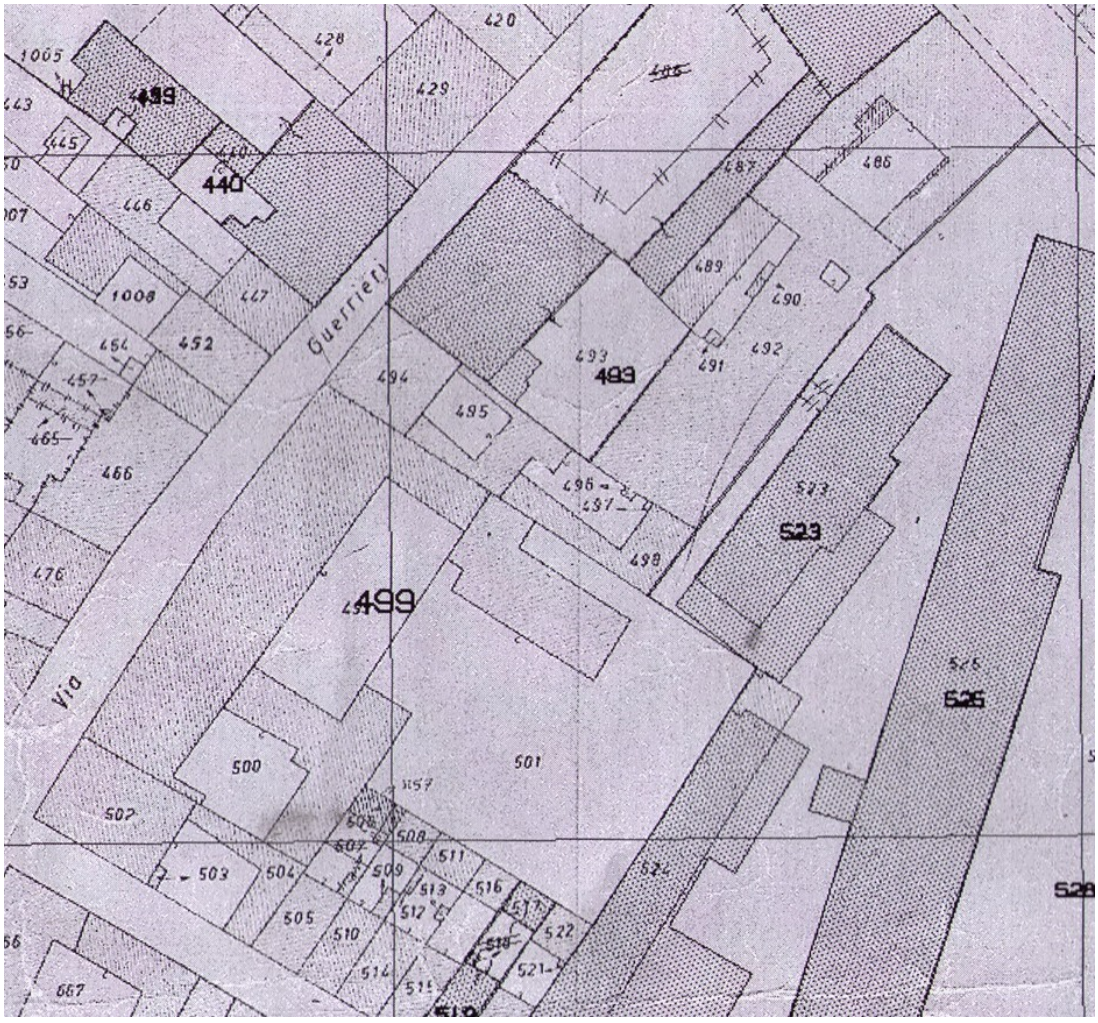
In considerazione del fatto che il generatore di calore è stato recentemente sostituito in base a progetto esecutivo presentato all'Ente, non si consigliano interventi sul sitema di produzione del calore.

In considerazione del fatto che all'interno dell'edificio sono presenti radiatori a colonne, si consiglia l'installazione di valvole espansione elettroniche al fine di ottenere un uso più razionale di energia, con conseguente risparmio in termini di consumi.

I.T.F. “Mantegna” Succursale

Specifiche dell’immobile	
Comune	**Mantova, Mantova**
Indirizzo	**Via Guerrieri Gonzaga 4, Mn**
Foglio-particella-sub.	**Foglio, Part. , Sub.**
Nome intestatario	**PROVINCIA DI MANTOVA**
Destinazione d’uso	**E.7.**
Anno di costruzione	**1900**

INQUADRAMENTO



RILIEVO FOTOGRAFICO

FOTOGRAFIA N° 1

Vista generale edificio scolastico su via Guerrieri Gonzag

FOTOGRAFIA N° 2

Vista generale edificio scolastico lato nord

FOTOGRAFIA N° 3

Vista parziale edificio scolastico lato est

FOTOGRAFIA N° 4

Vista parziale edificio scolastico e scala di sicurezza lato sud-est

DATI GENERALI

CLASSE ENERGETICA	VOLUME LORDO RISCALADATO (m^3)	SUPERFICIE UTILE RISCALADATA (m^2)	TRASMITTANZA MEDIA INVOLUCRO (w/m^2k)	TRASMITTANZA MEDIA COPERTURA (w/m^2k)
	5550	895	1,21	1,71
D 25,9 kwh/m^2a	TRASMITTANZA MEDIA BASAMENTO (w/m^2k)	TRASMITTANZA MEDIA SERRAMENTI (w/m^2k)	TIPOLOGIA DI IMPIANTO DI RISCALDAMENTO	VETTORE ENERGETICO
	0,8	2,61	Gen. Multistadio/modulante	Metano

PRINCIPALI INDICATORI DI PRESTAZIONE ENERGETICA

FABBISOGNO SPECIFICO DI ENERGIA PRIMARIA (climatizzazione invernale)-EPh (kWh/m^3a)	FABBISOGNO ENERGETICO SPECIFICO DELL'INVOLUCRO (climatizzazione invernale)-Eh (kWh/m^3a)	FABBISOGNO ENERGETICO SPECIFICO DELL'INVOLUCRO (climatizzazione estiva)-Ec (kWh/m^3a)	FABBISOGNO SPECIFICO DI ENERGIA PRIMARIA (acqua calda sanitaria)-EPw (kWh/m^3a)	FABBISOGNO ENERGETICO SPECIFICO TOTALE PER USI TERMICI-EPt (kWh/m^3a)	CONTRIBUTO ENERGETICO SPECIFICO DA FONTI RINNOVABILI -Efer (kWh/m^3a)
25,9	21,2	1,7	5,4	31,3	0

Rapporto Eh/Eph	**0,81**

INTERVENTI MIGLIORATIVI PROPOSTI ENERGY SERVICE

L'edificio I.T.F. "Mantegna" - Succursale è indubbiamente caratterizzato da un elevato consumo di energia primaria per metro cubo di volume dell'edificio (EPi), soprattutto se confrontato con i valori limite previsti dal Decreto Legislativo 19/08/2005 n. 192 coordinato con il 311/06 (funzione esclusivamente del rapporto S/V e della zona climatica di appartenenza).

L'edificio in questione risale gli inizi del 1900, ed è stato oggetto di modifiche nel corso del tempo. Esso è costituito da muratura in mattoni pieni, probabilmente mista a pietra, e solai ricostruiti in laterocemento, ad eccezione del solaio verso scantinato, costituito da volte in mattoni, e dal colaio di copertura, costituito da elementi lignei. Pertanto, le strutture opache verticali non sono paragonabili con i limiti di trasmittanza termica impsti dal D.Lgs 311/06 per la zona climatica E.

La trasmittanza media stimata delle componenti opache verticali è pari a circa 1,38 W/mqK, contro un limite imposto di legge pari a 0,34 W/mqK. In considerazione dell'epoca di costruzione dell'edificio, e del fatto che esso è stato sottoposto nel tempo a successive modifiche, si può considerare l'isolamento interno dei paramenti murari. L'applicazione di un cappotto esterno comporterebbe interferenze con le finiture architettoniche della facciata dell'edificio.

L'applicazione di uno strato isolante interno comporterebbe un abbassamento del fabbisogno di energia primaria dell'edificio pari a circa il 25%, con conseguente riduzione in termini di consumi.

In considerazione delle caratteristiche architettoniche dell'edificio, si ritiene possibile un intervento di isolamento solamente sul solaio confinante con il sottotetto. Esso attualmente presenta una trasmittanza media stimata pari a 1,75 W/mqK. Attraverso l'applicazione all'estradosso del solaio stesso di uno strato isolante, si otterrebbe una trasmittanza stimata pari a 0,31 W/mqK, con un ulteriore risparmio in termini di energia primaria pari al 30%.

I serramenti attualmente installati sono costituiti da telaio in legno e tamponamento in vetrocamera. Solamente alcune delle porte verso l'esterno presentano telaio in alluminio e tamponamento in vetrocamera. Si ritiene pertanto di mantenere gli infissi esistenti in quanto la loro completa sostituzione non comporterebbe un vantaggio immediato in termini di consumi.

ISTITUTO D'ARTE "GIULIO ROMANO"

Specifiche dell'immobile	
Comune	**Mantova**
Indirizzo	**Via Trieste , Mantova**
Foglio-particella-sub.	**Foglio 55, Part. 91-92 , Sub.**
Nome intestatario	**PROVINCIA DI MANTOVA**
Destinazione d'uso	**E.7.**
Anno di costruzione	**1900**

INQUADRAMENTO

RILIEVO FOTOGRAFICO

FOTOGRAFIA N° 1

Vista generale
ingresso edificio scolastico
su via Trieste
lato oves

FOTOGRAFIA N° 2

Vista generale
ingresso edificio scolastico
su via Trieste
lato ovest

FOTOGRAFIA N° 3

Vista parziale edificio scolastico lato sud

FOTOGRAFIA N° 4

Vista parziale edificio scolastico lato sud

DATI GENERALI

CLASSE ENERGETICA	VOLUME LORDO RISCALADATO (m^3)	SUPERFICIE UTILE RISCALADATA (m^2)	TRASMITTANZA MEDIA INVOLUCRO (w/m^2k)	TRASMITTANZA MEDIA COPERTURA (w/m^2k)
	30033	4593	1,24	0,98
D 30,4 kwh/m^2a	TRASMITTANZA MEDIA BASAMENTO (w/m^2k)	TRASMITTANZA MEDIA SERRAMENTI (w/m^2k)	TIPOLOGIA DI IMPIANTO DI RISCALDAMENTO	VETTORE ENERGETICO
	0,57	3,03	Gen. Multistadio/modulante	Metano

PRINCIPALI INDICATORI DI PRESTAZIONE ENERGETICA

FABBISOGNO SPECIFICO DI ENERGIA PRIMARIA (climatizzazione invernale)-EPh (kWh/m^3a)	FABBISOGNO ENERGETICO SPECIFICO DELL'INVOLUCRO (climatizzazione invernale)-Eh (kWh/m^3a)	FABBISOGNO ENERGETICO SPECIFICO DELL'INVOLUCRO (climatizzazione estiva)-Ec (kWh/m^3a)	FABBISOGNO SPECIFICO DI ENERGIA PRIMARIA (acqua calda sanitaria)-EPw (kWh/m^3a)	FABBISOGNO ENERGETICO SPECIFICO TOTALE PER USI TERMICI-EPt (kWh/m^3a)	CONTRIBUTO ENERGETICO SPECIFICO DA FONTI RINNOVABILI -Efer (kWh/m^3a)
30,4	24,3	1,1	6,1	36,5	0

Rapporto Eh/Eph	**0,79**

INTERVENTI MIGLIORATIVI PROPOSTI ENERGY SERVICE

L'edificio B05 I.T.F. "Mantegna" - Succursale è indubbiamente caratterizzato da un elevato consumo di energia primaria per metro cubo di volume dell'edificio (EPi), soprattutto se confrontato con i valori limite previsti dal Decreto Legislativo 19/08/2005 n. 192 coordinato con il 311/06 (funzione esclusivamente del rapporto S/V e della zona climatica di appartenenza).

L'edificio in questione risale gli inizi del 1900, ed è stato oggetto di modifiche nel corso del tempo. Esso è costituito da muratura in mattoni pieni, probabilmente mista a pietra, e solai ricostruiti in laterocemento, ad eccezione del solaio verso scantinato, costituito da volte in mattoni, e dal colaio di copertura, costituito da elementi lignei. Pertanto, le strutture opache verticali non sono paragonabili con i limiti di trasmittanza termica impsti dal D.Lgs

311/06 per la zona climatica E.

La trasmittanza media stimata delle componenti opache verticali è pari a circa 1,38 W/mqK, contro un limite imposto di legge pari a 0,34 W/mqK. In considerazione dell'epoca di costruzione dell'edificio, e del fatto che esso è stato sottoposto nel tempo a successive modifiche, si può considerare l'isolamento interno dei paramenti murari. L'applicazione di un cappotto esterno comporterebbe interferenze con le finiture architettoniche della facciata dell'edificio.

L'applicazione di uno strato isolante interno comporterebbe un abbassamento del fabbisogno di energia primaria dell'edificio pari a circa il 25%, con conseguente riduzione in termini di consumi.

In considerazione delle caratteristiche architettoniche dell'edificio, si ritiene possibile un intervento di isolamento solamente sul solaio confinante con il sottotetto. Esso attualmente presenta una trasmittanza media stimata pari a 1,75 W/mqK. Attraverso l'applicazione all'estradosso del solaio stesso di uno strato isolante, si otterrebbe una trasmittanza stimata pari a 0,31 W/mqK, con un ulteriore risparmio in termini di energia primaria pari al 30%.

I serramenti attualmente installati sono costituiti da telaio in legno e tamponamento in vetrocamera. Solamente alcune delle porte verso l'esterno presentano telaio in alluminio e tamponamento in vetrocamera. Si ritiene pertanto di mantenere gli infissi esistenti in quanto la loro completa sostituzione non comporterebbe un vantaggio immediato in termini di consumi.

Conservatorio di Musica “L. Campiani”

Specifiche dell’immobile	
Comune	**Mantova**
Indirizzo	**Via Conciliazione 33, MN**
Foglio-particella-sub.	**Foglio 52, Part. 128-129 , Sub.**
Nome intestatario	**PROVINCIA DI MANTOVA**
Destinazione d’uso	**E.7.**
Anno di costruzione	**1790**

INQUADRAMENTO

RILIEVO FOTOGRAFICO

FOTOGRAFIA N° 1

Vista generale edificio su via Conciliazione lato est

FOTOGRAFIA N° 2

Vista generale edificio su via Conciliazione lato nord

FOTOGRAFIA N° 3

Vista parziale edificio e cortile interno lato nord-ovest

FOTOGRAFIA N° 4

Vista parziale edificio e cortile interno lato ovest

DATI GENERALI

CLASSE ENERGETICA	VOLUME LORDO RISCALADATO (m^3)	SUPERFICIE UTILE RISCALADATA (m^2)	TRASMITTANZA MEDIA INVOLUCRO (w/m^2k)	TRASMITTANZA MEDIA COPERTURA (w/m^2k)
	6410	1016	1,27	1,2
D 243,2 kwh/m^2a	TRASMITTANZA MEDIA BASAMENTO (w/m^2k)	TRASMITTANZA MEDIA SERRAMENTI (w/m^2k)	TIPOLOGIA DI IMPIANTO DI RISCALDAMENTO	VETTORE ENERGETICO
	0,92	3,44	Gen. Multistadio/modulante	Metano

PRINCIPALI INDICATORI DI PRESTAZIONE ENERGETICA

FABBISOGNO SPECIFICO DI ENERGIA PRIMARIA (climatizzazione invernale)-EPh (kWh/m^3a)	FABBISOGNO ENERGETICO SPECIFICO DELL'INVOLUCRO (climatizzazione invernale)-Eh (kWh/m^3a)	FABBISOGNO ENERGETICO SPECIFICO DELL'INVOLUCRO (climatizzazione estiva)-Ec (kWh/m^3a)	FABBISOGNO SPECIFICO DI ENERGIA PRIMARIA (acqua calda sanitaria)-EPw (kWh/m^3a)	FABBISOGNO ENERGETICO SPECIFICO TOTALE PER USI TERMICI-EPt (kWh/m^3a)	CONTRIBUTO ENERGETICO SPECIFICO DA FONTI RINNOVABILI -Efer (kWh/m^3a)
43,2	31,2	1,3	5,4	48,6	0

Rapporto Eh/Eph	**0,72**

INTERVENTI MIGLIORATIVI PROPOSTI ENERGY SERVICE

L'edificio B08 Conservatorio di Musica "L. Campiani" (Ex Caserma) è indubbiamente caratterizzato da un consumo di energia primaria per metro cubo di volume dell'edificio (EPi) piuttosto elevato, soprattutto se confrontato con i valori limite previsti dal Decreto Legislativo 19/08/2005 n. 192 coordinato con il 311/06 (funzione esclusivamente del rapporto S/V e della zona climatica di appartenenza).

L'edificio è stato costruito alla fine del '700 ed è caratterizzato da una struttura in muratura portante di mattone pieno. Inoltre, l'edificio presenta serramenti con telaio in legno e tamponamento in parte in vetro semplice e in parte in vetrocamera.

Si ritiene che l'intervento che comporterebbe un immediato miglioramento delle prestazioni energetiche dell'edificio sia la coibentazione del solaio verso

sottotetto non riscaldato.

Attualmente il componente considerato presenta una trasmittanza stimata pari a circa 1,198 W/mqK. Supponendo l'applicazione di uno strato isolante all'estradosso del solaio stesso, si ottiene una trasmittanza stimata pari a circa 0,289 W/mqK. In base alle stime effettuate, l'intervento suggerito comporterebbe un abbassamento del fabbisogno di energia primaria dell'edificio pari a circa il 25%.

In considerazione del fatto che solo alcuni dei serramenti installati presso l'edificio sono stati evidentemente sostituiti di recente, si consiglia l'allineamento dei restanti serramenti consistente nella loro sostituzione con telai di caratteristiche simili a quelli recentemente installati.

I serramenti attualmente installati presso l'edificio, ad esclusione di quelli già sostituiti, presentano una trasmittanza media stimata pari a circa 2,781 W/mqK. Si suggerisce l'installazione di serramenti con telaio in legno di adeguato spessore e tamponamento in vetrocamera basso emissivo di trasmittanza stimata pari a circa 1,78 W/mqK.

L'intervento suggerito comporterebbe un ulteriore abbassamento del fabbisogno di energia primaria pari a circa il 7%.

Per quanto riguarda il sistema di distribuzione, si consiglia l'installazione di valvole espansione elettroniche sui radiatori esistenti all'interno dell'edificio.

2.2.3 MATRICE D'INTERVENTO

AREA	TIPOLOGIA	METODO	TECNICA COSTRUTTIVA	RISULTATO-PRESTAZIONI	COMPLESSI SCOLASTICI
ENERGIA COMFORT TERMICO	CRITERI DI INTERVENTO PER LA RIDUZIONE DELLE DISPERSIONI TERMICHE E CONTROLLO SOLARE	**Isolamento dell'involucro**	- Aumentando lo strato di materiale isolante - Le pareti ventilate, che sono sistemi di coibentazione dall'esterno costituiti da una parete perimetrale isolata, da un'intercapedine e da uno strato di rivestimento - Scelta dei opportuni materiali isolanti in funzione delle struuture preesistenti.	- Elevato isolamento termico, quindi diminuzione delle dispersioni di calore e indirettamente, grazie al guadagno sul bilancio termico, minor effetto inquinante dell'edificio. - Temperatura superficiale delle pareti più vicina a quella dell'aria interna. - Distribuzione più uniforme delle temperature dell'aria eliminando la possibilità di correnti d'aria localizzate	-LICEO SCIENTIFICO Belfiore -I.T.A.S. PALIDANO -I.T.F. MANTEGNA SUCCURSALE -I.T.F. MANTEGNA
		Sostituzione sistema vetro ove possibile	- Aggiungendo un ulteriore serramento; - Sostituendo il telaio con un altro realizzato con materiale più isolante o a taglio termico; - Utilizzando vetri ad elevate prestazioni termiche; - Introducendo guarnizioni aggiuntive per agire sulla permeabilità all'aria; - Sostituendo il serramento.	- Permeabilità all'aria - Isolamento termico di alto livello. - Maggiore comfort interno. - Riduzione dei consumi nelle varie condizioni d'uso. - Riduzione degli spifferi o ricambi d'aria indesiderati.	-I.T.F. MANTEGNA -IST. TECN. COMM. SANFELICE -I.P.S.I.A. L Da Vinci -LICEO SCIENTIFICO "Maggi" -LICEO SCIENTIFICO "Manzoni" -ITG d'Arco - ITC Pitentino -LICEO SCIENTIFICO Belfiore -ISTITUTO D'ARTE GIULIO ROMANO -CONSERV. DI MUSICA "L. Campani
		Schermature dei serramenti per controllo apporti solari	- Fissi o mobili - Interni, esterni o intermedi; - Verticali, orizzontali, inclinati o combinati - Continui o discontinui - Opachi o trasparenti	- Efficienza per il controllo del benessere termico, acustico e luminoso. - Possibilità di avere caratteristiche isolanti a seconda dei materiali di cui sono costituiti.	-LICEO SCIENTIFICO GONZAGA -ITG d'Arco - ITC Pitentino
		Isolamento sottotetto	- Aumentando lo starto di materiale isolante - Scelta dei opportuni materiali isolanti in funzione delle struuture preesistenti.	- Elevato isolamento termico. quindi diminuzio. ne delle dispersioni di calore e indirettamente, grazie al guadagno sul bilancio termico, minor . effetto inquinate dell'edificio - Temperatura superficiale del sottotetto più . vicina a quella interna - Distribuzione più uniforme delle temperature dell'aria eliminando la possibilità di correnti.	-I.P.S.S.I.A Giovanni Bosco -LICEO SCIENTIFICO Belfiore -CONSERV. DI MUSICA "L. Campani" -I.S.T TECNICO COMM . Falcone -I.S.T TECNICO GEOM. GALILEI -ITG d'ARCO-ITC Pitentino -I.T.I.S Fermi -I.P.S.S.I.A S. Giovanni Bosco
	IMPIANTI DI RISCALDAMENTO	**Sistema di controllo per Valvola di Espansione Elettronica**	- Valvola espansione elettronica; - driver per valvola espansione elettronica; - controllo elettronico.	- L'utilizzo della valvola di espansione elettronica nella refrigerazione ha introdotto una regolazione molto precisa, stabile ed affidabile del flusso di refrigerante con conseguente incre . mento dell'efficienza. - surriscaldamento minimo nel tempo che otti . mizza le prestazioni del gruppo compressori.	-I.P.S.S.I.A Giovanni Bosco -LICEO SCIENTIFICO Gonzaga -CONSERV. DI MUSICA "L. Campani" -ITG d'ARCO-ITC Pitentino -I.P.S.I.A. L Da Vinci -I.P.S.S.I.A S. Giovanni Bosco -I.P.S.S. "Mazzolari" -I.T.F. MANTEGNA -LICEO SCIENTIFICO Manzoni -ISTITUTO D'ARTE GIULIO ROMANO -I.S.G "Greggiari"

AREA	TIPOLOGIA	METODO	TECNICA COSTRUTTIVA	RISULTATO-PRESTAZIONI	COMPLESSI SCOLASTICI
ENERGIA	INTEGRAZIONE DI SISTEMI PASSIVI E ATTIVI PER LO SFRUTTAMENTO DELLA RADIAZIONE TERMICA SOLARE	**Collettore solare termico**	- Orientamento preferenziale è a sud - Inclinazione tale da massimizzare la radiazione solare incidente in caso di uso stagionale, oppure pari alla latitudine del luogo in caso di impiego annuale del sistema - Garantita l'accessibilità al soleggiamento	- Riduzione del consumo di energia da combustibile fossile e, di conseguenza, di inquinamento atmosferico. - Possibilità di integrazione nell'involucro edilizio e quindi possibilità di eliminazione di elementi di rivestimento.	-I.P.S.S. "Mazzolari" -ISTITUTO D'ARTE "Giulio Romano"
ENERGIA	INTEGRAZIONE DI SISTEMI PASSIVI E ATTIVI PER LO SFRUTTAMENTO DELLA RADIAZIONE TERMICA SOLARE	**Pannelli fotovoltaici**	I pannelli possono essere: - montati su apposita struttura - integrati nell'involucro degli - essere integrati in elementi di arredo urbano. - Esposizione ottimale a sud - Inclinazione preferenziale dei moduli sul piano orizzontale è pari alla latitudine del luogo meno 15 - Deve essere garantita l'accessibilità al soleggiamento.	- Sfruttamento di fonte rinnovabile di energia e, di conseguenza, riduzione dell'inquinamento atmosferico. - Possibilità di integrazione nell'involucro edilizio e quindi possibilità di eliminazione di elementi di rivestimento - Ridotte esigenze di manutenzione. - Modularità del sistema. - Flessibilità di impiego in moltissime applicazioni.	-LICEO SCIENTIFICO "Belfiore" -ISTITUTO D'ARTO "Giulio Romano" -I.S.G "Greggiari"
COMFORT ACUSTICO COMFORT TERMICO	INTEGRAZIONE DELLA VEGETAZIONE NELL'EDIFICIO E NEGLI SPAZI APERTI	**La vegetazione**	La vegetazione può essere integrata nell'edificio in: - tetti, come elemento di rivestimento o giardini pensili - facciate, come elemento di rivestimento pergole, per creare di spazi a microclima controllato - negli spazi aperti (come pavimentazioni, aree verdi...)	- Controllo del benessere termoigrometrico: - diminuisce la temperatura dell'aria - agisce sull'umidità - ha effetto di isolamento termico e di inerzia termica - Depurazione dell'aria e dell'acqua Permeabilità dei suoli Barriera acustica e barriera al vento. Genera benessere percettivo e psicofisico.	-I.T.I.S Fermi -I.P.S.I.A. L Da Vinci

3 QUADRO LEGISLATIVO

3.1 Edilizia scolastica

LAVORI PUBBLICI

D.Lgs. 163/2006

Codice dei contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture in attuazione delle direttive 2004/17/CE e 2004/18/CE;

D.P.R. 554/1999

Regolamento di attuazione della legge quadro in materia di lavori pubblici

L. 2248/1865 allegato F

Legge sulle opere pubbliche

D.M. 145/2000

Capitolato generale d'appalto dei lavori pubblici

D.P.R. 34/2000

Regolamento del sistema di qualificazione degli esecutori di lavori pubblici

EDILIZIA

NORME TECNICHE-QUADRO, CONTENENTI GLI INDICI MINIMI E MASSIMI DI FUNZIONALITA' 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. 11/04/2013.
Le nuove linee guida varate dal Governo

D.P.R. 380/2001

Testo unico per l'edilizia

L. 23/1996

Norme per l'edilizia scolastica

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

D.M. 13/09/1977

Modificazioni alle norme tecniche relative alla costruzione degli edifici scolastici

Circolare P954/4122

Chiarimenti sullalarghezza delle porte delle aule didattiche ed esercitazioni

L. 13/1989

Disposizioni per favorire il superamento e l'eliminazione delle barriere architettoniche begli edifici privati

Legge 11/1/1996 n. 23

Norme per l'edilizia scolastica

Legge 16/6/98 n. 191

Disposizioni in materia di edilizia scolastica.

Circolare del Ministero dell'Interno 6/8/98 n. 23/98

Edilizia scolastica. Chiarimenti in ordine all'applicazione della disciplina dettata dall'art. 5 della legge 16/6/1998 n. 191.

L.R. Lombardia 20/12/2000 n. 115

Nuove norme per l'edilizia scolastica

D.G.R. 840/2009

Prescrizioni tecniche atte a garantire la fruizione di edifici destinati all'istruzione con riferimento al 1° e 2° ciclo statale e paritario dell'ordinamento scolastico e dei Centri di Formazione Professionale redatte ai sensi dell'art. 6, comma 1 della L.R. 12/07/2007 n° 16

NORME TECNICHE PER LE COTRUZIONI

D.M. 14/01/2008

Nuove norme tecniche per le costruzioni

Circolare 02/02/2009 n° 617

Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14/01/2008

PREVENZIONE INCENDI

D.M. 26/08/1992

Norme di prevenzione incendi per l'edilizia scolastica

Circolare P2244/4122

Chiarimenti applicativi e deroghe in via generale

3.2 In materia energetica

NORMATIVA INTERNAZIONALE

Protocollo di Kyoto

Il Protocollo, ratificato il 16 febbraio 2005, prevede che i Paesi industrializzati riducano a livello mondiale, entro il periodo 2008-2012, le emissioni di gas-serra del 5% rispetto al 1990

NORMATIVA COMUNITARIA

La Direttiva 2002/91/CE

Direttiva del Parlamento europeo e del Consiglio del 16 dicembre 2002 sul rendimento energetico in edilizia

Comunicato 265 del 2005

Libro Verde del 22 giugno 2005 sull'efficienza energetica: fare di più con meno

La Direttiva 2006/32/CE-Efficienza degli usi finali dell'energia e servizi energetici

Direttiva del Parlamento europeo e del Consiglio del 5 aprile 2006 concernente l'efficienza degli usi finali dell'energia e i servizi energetici e recante abrogazione

della direttiva 93/76/CEE del Consiglio

Comunicato 105 del 2006

Libro Verde del 8 marzo 2006 – Una strategia europea per un'energia sostenibile, competitiva e sicura

Comunicato 545 - piano d'azione per l'efficienza energetica del 2006

19 Ottobre 2006 - Comunicazione della Commissione COM(2006)545 "Piano d'azione per l'efficienza energetica: concretizzare le potenzialità"

Direttiva 2010/31/ue del parlamento europeo e del consiglio

Nuova Direttiva UE su prestazioni energetiche edifici

Direttiva 2009/28/ce del 23 aprile 2009

Sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili, recante modifica e successiva abrogazione delle direttive 2001/77/CE e 2003/30/CE

NORMATIVA NAZIONALE

Legge 9 gennaio 1991 n. 10

Norme per l'attuazione del Piano energetico nazionale in materia di uso razionale dell'energia, di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili di energia.

D.P.R. 26 agosto 1993 integrato da D.P.R. 21 dicembre 1999 n.551

Regolamento recante norme per la progettazione, l'installazione, l'esercizio e la manutenzione degli impianti termici degli edifici ai fini del contenimento dei consumi di energia, in attuazione dell'art. 4 comma 4, della legge 9 gennaio 1991 n.10

D.Lgs. 29 dicembre 2003 n.387 – Conto energia

Attuazione della direttiva 2001/77/CE relativa alla promozione dell'energia

elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili nel mercato interno dell'elettricità

D. Lgs. 19 agosto 2005 n.192

Attuazione della direttiva 2002/91/CE relativa al rendimento energetico nell'edilizia Disegno di Legge 11 luglio 2006 n.786

Legge 27 dicembre 2006 n. 296

Articoli della Finanziaria 2007 che competono il settore energetico

Decreto ministeriale 19 febbraio 2007 – Legge finanziaria 2007 – Nuovo conto energia

Ministero Sviluppo Economico. Criteri e modalita' per incentivare la produzione di energia elettrica mediante conversione fotovoltaica della fonte solare, in attuazione dell'articolo 7 del decreto legislativo 29 dicembre 2003, n. 387 Ministero Economia. Disposizioni in materia di detrazioni per le spese sostenute per l'acquisto e l'installazione di motori ad elevata efficienza e variatori di velocita' (inverter), di cui all'articolo 1, commi 358 e 359, della legge 27 dicembre 2006, n. 296 Ministero Economia. Disposizioni in materia di detrazioni per le spese di riqualificazione energetica del patrimonio edilizio esistente, ai sensi dell'articolo 1, comma 349, della legge 27 dicembre 2006, n. 296

Delibera AEEG n.90/07

Attuazione del Decreto del Ministro dello Sviluppo Economico, di concerto con il Ministro dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare 19 febbraio 2007, ai fini dell'incentivazione della produzione di energia elettrica mediante impianti fotovoltaici

Decreto legislativo 30 maggio 2008, n. 2008

Attuazione della direttiva 2006/32/CE relativa all'efficienza degli usi finali dell'energia e i servizi energetici.

Decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192

Attuazione della direttiva 2002/91/CE relativa al rendimento energetico nell'edilizia.

Decreto del presidente della repubblica 2 aprile 2009 , n. 59

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.

Decreto 26 giugno 2009

Linee guida per la certificazione energetica degli edifici

Decreto 26 gennaio 2010

Aggiornamento del decreto 11 marzo 2008 in materia di riqualificazione energetica degli edifici. (Pubblicato su G.U. n. 35 del 12/2/2010)

Decreto 26 marzo 2010

Modalita' di erogazione delle risorse del Fondo previsto dall'articolo 4 del decreto-legge 25 marzo 2010, n. 40, per il sostegno della domanda finalizzata ad obiettivi di efficienza energetica, ecocompatibilita' e di miglioramento della sicurezza sul lavoro. (10A04297) (GU n. 79 del 6-4-2010)

Decreto legislativo 29 marzo 2010, n. 56

Modifiche ed integrazioni al decreto 30 maggio 2008, n. 115, recante attuazione della direttiva 2006/32/CE, concernente l'efficienza degli usi finali dell'energia e i servizi energetici e recante abrogazioni della direttiva 93/76/CEE. (10G0078) (GU n. 92 del 21-4- 2010) Entrata in vigore del provvedimento: 06/05/2010

Decreto 10 settembre 2010

Linee guida per l'autorizzazione degli impianti alimentati da fonti rinnovabili.

(10A11230)

NORMATIVA REGIONALE

L.r. 21 dicembre 2004, n. 39

Norme per il risparmio energetico negli edifici e per la riduzione delle emissioni inquinanti e climalteranti

D.g.r. 26 ottobre 2006 n. 8/3393

Linee guida concernenti l'esercizio, la manutenzione ed ispezione degli impianti termici del territorio regionale (D.lgs. 192/05, L. 10/91, D.P.R. 412/93, D.P.R. 551/99, L.R. 26/03)

L.R. 11 dicembre 2006 - n.24

Norme per la prevenzione e la riduzione delle emissioni in atmosfera a tutela della salute e dell'ambiente

D.g.r. 2 agosto 2007 - 8/5291

Piano d'azione per il periodo 15 ottobre 2007 - 15 aprile 2008 ai fini del contenimento e della prevenzione degli episodi acuti di inquinamento atmosferico

D.g.r. 18 luglio 2007 - 8/5117

Disposizioni per l'esercizio, il controllo, la manutenzione e l'ispezione degli impianti termici sul territorio regionale, in attuazione alla L.R. n. 24/2006

D.g.r. 26 giugno 2007 - 8/5018

Determinazioni inerenti la certificazione termica degli edifici in attuazione del D.Lgs 192/2005 e degli artt. 9 e 25 della L.R.24/2006

D.g.r. VIII/8745

Determinazioni in merito alle disposizioni per l'efficienza energetica in edilizia e per la certificazione energetica degli edifici

Allegato - decreto n. 5796 dell'11 giugno 2009

Procedura di calcolo

Decreto n. 5796 del 11 giugno 2009

Aggiornamento della procedura di calcolo per la certificazione energetica degli edifici

D.g.r. 25 novembre 2009 - n. 8/10622

Linee guida per l'autorizzazione di impianti per la produzione di energia da Fonti Energetiche Rinnovabili (FER) - Impianti fotovoltaici ed eolici e per la valutazione ambientale degli stessi impianti

D.g.r. IX/335

Certificazione energetica edifici pubblici: aggiornamento del termine finale

3.3 Abbattimento barriere architettoniche

Legge 5 febbraio 1992, n. 104

Legge quadro per l'assistenza, l'integrazione sociale e i diritti delle persone handicappate.

Decreto del Presidente della Repubblica 24 luglio 1996, n. 503

Regolamento recante norme per l'eliminazione delle barriere architettoniche negli edifici, spazi e servizi pubblici.

3.4 Normativa antisismica

Ordinanza 20 marzo 2003 n. 3274 e Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri del 2 ottobre 2003 Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica e successive modifiche ed integrazioni.

Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3431 del 3 maggio 2005
Ulteriori modifiche e integrazioni all'ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003.

3.5 Impianti e prevenzione incendi

Decreto Ministeriale 10 marzo 1998
Criteri generali di sicurezza antincendio e per la gestione dell'emergenza nei luoghi di lavoro.

Circolare del Ministero dell'Interno 30 ottobre 1996, n. P2244/4122 sott. 32
D.M. 26 agosto 1992 - Norme di prevenzione incendi per l'edilizia scolastica – chiarimenti applicativi e deroghe in via generale ai punti 5.0 e 5.2

Decreto del Ministero dell'Interno 26 agosto 1992
Norme di prevenzione incendi per l'edilizia scolastica.

Decreto del Presidente della Repubblica 6 dicembre 1991 n. 447
Regolamento di attuazione della Legge 5 marzo 1990 n. 46. Norme per la sicurezza degli impianti.

Legge 5 marzo 1990 n. 46

Norme per la sicurezza degli impianti.

Circolare del Ministero dell'Interno 17 maggio 1996, n. P954/4122 sott. 32

Norme di prevenzione incendi per l'edilizia scolastica – chiarimenti sulla larghezza delle porte delle aule didattiche ed esercitazioni.

Applicazione del decreto legislativo n. 626/1994

Legge 1 marzo 2005 n. 26

Conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 30 dicembre 2004, n. 314, recante proroga di termini, art.4-bis (Adeguamento degli edifici scolastici).

Decreto Legge del 9 novembre 2004 n. 266

Proroga o differimento dei termini previsti da disposizioni legislative.

Legge 3 agosto 1999 n. 265 (art. 15)

Termini per gli interventi di carattere strutturale finalizzati all'adeguamento e messa a norma degli edifici scolastici all'interno delle "Disposizioni in materia di autonomia e ordinamento degli enti locali, nonché modifiche alla legge 8 giugno 1990, n. 142.

Circolare Ministeriale n. 119 del 29 aprile 1999

Decreto Legislativo 626/94 e s.m.i. - D.M. 382/98: Sicurezza nei luoghi di lavoro - Indicazioni attuative.

Decreto del Ministero della Pubblica Istruzione 29 settembre 1998, n. 382

Regolamento recante norme per l'individuazione delle particolari esigenze negli istituti di istruzione ed educazione di ogni ordine e grado, ai fini delle norme contenute nel Decreto Legislativo 19 settembre 1994, n. 626, e s.m.i.

Legge 23 dicembre 1996, n. 649

Conversione in legge, con modificazioni ed integrazioni, del decreto legge 23 ottobre 1996, n. 542 concernente differimento di termini previsti da disposizioni legislative in materia di interventi in campo sociale ed economico.

Decreto del Ministero della Pubblica Istruzione 21 giugno 1996, n. 292

Individuazione del datore di lavoro negli uffici e nelle istituzioni dipendenti dal Ministero della Pubblica Istruzione, ai sensi dei decreti Legislativi n. 626/1994 e n. 242/1996.

4.1 Indice delle figure

Figura 1. Domanda di energia primaria per fonte su un totale di 184,2 Mtep, anno 2011 (Fonte: ENEA)

Figura 2. Impieghi finali di energia per settore, anno 2011 (Fonte: ENEA)

Figura 3. Consumi finali di energia per settore, 200-2011 (Fonte: ENEA)

Figura 4. Contributo all'abbattimento di CO2 per settore al 2020 (Fonte: PAEE 2011)

Figura 5. Riduzione in Mtep dell'energia primaria per fonte attesa al 2020 (Fonte: PAEE 2011)

Figura 6. Produzioni lorde di energia elettrica da fonti di energia rinnovabile, misurate in GWh (Fonte: PAN 2010)

Figura 7. Produzioni lorde di energia termica da fonti di energia rinnovabile, misurate in ktep (Fonte: PAN 2010)

Figura 8. Il superamento degli impegni europei al 2020 (Fonte: SEN 2013)

Figura 9. Gli immobili della PA

Figura 10. Percorso solare. La conoscenza del percorso solare è fondamentale nello studio dell'energia che il sole può apportare gratuitamente, per poter risparmiare sulla climatizzazione (invernale e estiva) riducendo il fabbisogno energetico da fonti fossili e, di conseguenza, gli impatti negativi sull'ambiente dovuti all'immissione in atmosfera di gas clima-alteranti. Parimenti, ai fini dell'analisi bioclimatica di sito è essenziale anche lo studio dei venti prevalenti (direzione e velocità) estivi e invernali.

Figura 11. Esempio di scheda riassuntiva, con le caratteristiche principali del progetto. Scuola dell'infanzia di San Prospero, Imola (BO).

Figura 12. Vista dall'alto dell'ampliamento dell'Istituto Don Milani con la facciata est e la copertura curva.

Figura 13. Atrio dell'Istituto

Figura 14. Particolare del prospetto est della scuola

Figura 15. viste delle sistemazioni esterne

Figura 16.Facciata fotovoltaica veduta esterna

Figura17. Facciata fotovoltaica veduta interna

Figura 18. sezione prospettica dell'edificio.

Figura 19. Schema del sistema di illuminazione della scuola e caratteristiche dei corpi illuminanti.

Figura 20. Sezione prospettica del nuovo auditorium

Figura 21. Simulazione notturna

Figura 22.Vista da nord-est

Figura 23. Vista da sud-est

Figura 24. Vista del nuovo atrio, primo piano

Figura 25. Vista del nuovo atrio dall'alto

Figura 26. Vista del nuovo atrio dal portico

Figura 27. Vista dell'ingresso principale nel nuovo atrio volume ottagonale, dall'altezza del primo piano

Figura 28. Sezione trasversale B-B

Figura 29. Centro scolastico di Vedelago - simulazione

Figura 30. Centro scolastico di Vedelago - simulazione

Figura 31. Scuola secondaria Orsini, Imola

Figura 32. A sinistra, il ritmo dei torrini verticali, l'alternarsi delle schermature e le differenze di colore tra i rivestimenti formano un insieme che, con eleganza, compone le facciate e ne muove il profilo.

Figura 33. A destra, il grande atrio centrale a tripla altezza

Figura 34. L'ingresso visto dall'interno. L'accuratezza degli accostamenti cromatici e la scelta dei materiali impiegati valorizzano l'ambiente scuola.

Figura 35. A destra, ingresso principale

Figura 36: A sinistra, le schermature alle finestre permettono di dosare l'apporto di luce solare e consentono sia un maggiore risparmio, sia un migliore comfort.

Figura 37. A destra, materiali e colori nello spazio di raccordo. I dispositivi

Figura 38. A sinistra, interno di un' aula tecnologici si integrano perfettamente nell'architettura.

Figura 39. Impianti in parete

Figura 40. Scuola dell'Infanzia e Asilo Nido, Nonantola

Figura 41. Pianta

Figura 42. La 'piazza' del Nido

Figura 43. Arredi nella piazza della Scuola dell'Infanzia

Figura 44. Il grigliato sul fronte sud, dove verrà fatto crescere un rampicante a foglia caduca per l'ombreggiamento estivo.

Figura 45. Scuola primaria e dell'infanzia, Lucca

Figura 46. A sinistra Impianti posizionati all'esterno, sul lato nord.

Figura 47. A destra Stesura delle tubazioni per l'impianto di riscaldamento

Figura 48. Scuola dell'infanzia, Romeno

Figura 49. Fronte nord

Figura 50. Le grandi vetrate contribuiscono al comfort interno.

Figura 51. Nel salone

Figura 52. Il soppalco al piano superiore.

Figura 53. Rivestimenti esterni

Figura 54. Particolari del lato sud

Figura 55. Particolari del lato sud

Figura 56. Pavimento in faggio nel soppalco

Figura 57. Schermature solari.

Figura 58. Il camino solare

Figura 59. Interno del camino solare

Figura 60. Nella mensa una serie di pannelli a scopo didattico dà notizia in tempo reale della produzione di corrente elettrica da parte della batteria di pannelli fotovoltaici. La scuola ha ottenuto un 'conto energia': quella prodotta e non consumata viene in parte rimborsata.

Figura 61. La pensilina davanti all'ingresso

Figura 62. I frangisole in legno, posti nel lato sud, permettono l'insolazione nei mesi invernali e impediscono il surriscaldamento nei mesi estivi

Figura 63. Pannelli solari in copertura

Figura 64. Particolare del lato ovest

Figura 65..Vista del complesso dal lato est con, in bianco, gli ampliamenti previsti. In primo piano l'ingresso

Figura 66. L'ingresso della scuola è collocato esattamente ad est. In questo punto il tetto, con una soluzione che caratterizza fortemente l'edificio, si abbassa ad altezza d'uomo tramite una punta e si incurva come a voler abbracciare i bambini.

Figura 67. La copertura della sala polivalente
Figura 68. La scuola di Gelsenkirchen – ingresso
Figura 69. La strada coperta
Figura 70. A sinistra, i blocchi delle aule. All'interno dei blocchi ogni aula ha un ingresso indipendente, servizi e spogliatoio propri
Figura 71. A destra, interno della strada coperta
Figura 72. Biblioteca
Figura 73. Esterni
Figura 74. Panoramica
Figura 75. Sistema di ventilazione naturale nella piazza coperta
Figura 76. Rivestimenti in legno
Figura 77. Illuminazione naturale negli atelier
Figura 78. Scuola pluricomprensiva 'Pfennigacker'
Figura 79. Il sistema utilizza assi di legno di terza scelta inchiodate di taglio a formare pannelli prefabbricati
Figura 80. Scuola superiore, Mader
Figura 81. Scuola superiore, Klaus
Figura 82. Complesso scolastico, Stoccarda
Figura 83. Scuola elementare, Francoforte
Figura 84. Scuola materna, Pliezhausen
Figura 85. Scuola elementare, Great Notley
Figura 86. Scuola superiore Leonardo da Vinci, Calais
Figura 87. Scuola elementare e materna a Pianizza di sopra, Caldano,
Figura 88. Asilo nido Glaxo Smith Kline a Verona.
Figura 89. Asilo Maria Rast a San Michele, Appiano, Bolzano.
Figura 90. Scuola dell'infanzia di San Prospero, Imola (BO)
Figura 91. Asilo nido Heumaden a Stoccarda
Figura 92. Asilo Trinitas a Riesa, Germania.
Figura 93. Istituto ITIS Maxwell, Nichelino (TO).
Figura 94. Queens building, De Montfort University, Leicester (UK)
Figura 95. Tubazioni interrate sotto il cortile della scuola materna di Mäder, Voralberg, Austria.

Figura 96. Asilo nido Notley Green (Regno Unito)
Figura 97. Scuola media di Mäder in Svizzera
Figura 98. Scuola media di Klaus in Austria.
Figura 99. Scuola dell'infanzia di Mezzago (MI).
Figura 100. Scuola materna di Mäder, Voralberg, Austria.

4.2 Indice delle Tabelle

Tabella 1. Sintesi settoriale del risparmio energetico complessivo conseguito al 2010 e atteso al 2010, al 2016 e al 2020 (Fonte: PAEE 2011)

Tabella 2. Contributo percentuale alla riduzione dei consumi finali attesi al 2016 e al 2020

Tabella 3. Tipologia di interventi

Tabella 4. Necessità di interventi

Tabella 6. Riassunto finanziamenti

Tabella 7. Fattori di Normalizzazione Fs

Tabella 8. Valutazione dei risultati per il riscaldamento

Tabella 9. Valutazione dei risultati per il riscladamento

4.3 BIBLIOGRAFIA

TESTI

PROGETTAZIONE / RIQUALIFICAZIONE ECOCOMPATIBILE

CAPOLONGO, S., DAGLIO, L., OBERTI, I., *Tecnologie per l'igiene ediliza e ambientale*, Libreria Clup, Milano, 2002.

GROSSO, M., PERETTI, G., PIARDI, S., SCUDO, G., *Progettazione ecocompatibile dell'ambiente costruito*, Sistemi editoriali, Napoli 2005.

GAROFOLO, I., *Per una progettazione consapevole. Contributi alla formazione di una nuova sensibilità progettuale per un'edilizia bio-eco compatibile*, Edicom, Monfalcone 2004.

GROSSO, M., PERETTI, G., RIARDI, S., SCUDO, G., *Progettazione ecocompatibile dell'architettura,* Gruppo editoriale Esselibri, Napoli, 2005.

MALIGHETTI, L. E., *Recupero edilizio e sostenibilità*, Il Sole 24 ore, Milano 2004.

ROGORA, A., *Architettura e bioclimatica*, Sistemi Editoriali, Napoli 2003.

RONZONI, M. R., (a cura di), *Progettare la sostenibilità*, Alinea, Firenze 2004.

SALA, M., *Recupero edilizio e bioclimatica*, Sistemi Editoriali, Napoli 2001.

SCUDO, G., PIARDI, S., (a cura di), *Edilizia sostenibile. 44 progetti dimostrativi*, Sistemi Editoriali, Napoli 2002.

TONEGGI, R., *Bioarchitettura tra norma e progetto*, Edicom, Monfalcone, 2003.

ZAMBELLI, E., *Ristrutturazione e trasformazione del costruito*, Il Sole 24 ore, Milano 2004.

EDILIZIA SCOLASTICA ECOCOMPATIBILE

ACCORONA, C., (et Alii), *Uso razionale dell'energia nel settore scolastico*, ENEA 1994. BASSO, S., *Bagnolo in Piano. Strumenti innovativi di pianificazione e edilizia scolastica ecocompatibile*, Edicom Edizioni, Monfalcone 2006.

BOARIN, P., *Edilizia scolastica. Riqualificazione energetica e ambientale. Metodologie operative, requisiti, strategie ed esempi per gli interventi sul patrimonio esistente*, Edicom Edizioni, Monfalcone 2010.

MATTEOLI, L., (a cura di), *L'integrazione della energia solare negli edifici scolastici*, Le Monnier, Roma 1980.

OLEOTTO, E., (a cura di), *Edifici scolastici ecocompatibili. Progetti per una scuola sostenibile*, vol I, Edicom Edizioni, Monfalcone 2006.

OLEOTTO, E., (a cura di), *Edifici scolastici ecocompatibili. Progetti per una scuola sostenibile*, vol II, Edicom Edizioni, Monfalcone 2007.

STRATEGIE E TECNOLOGIE DI CONTROLLO AMBIENTALE

AA. VV., *Acqua. Sistemi e dispositivi per il risparmio e il riuso*, Edicom, Monfalcone 2002. AA. VV., *Tecnologie solari e architettura*, Edicom, Monfalcone 2002.

ABRAM, P.*, Giardini pensili. Coperture a verde e gestione delle acque meteoriche, Sistemi Editoriali*, Napoli 2004.

ASTE, N., *Il fotovoltaico in architettura*, Sistemi Editoriali, Napoli 2008.

BASSI, L., *Guida al solare termico*, Edicom Edizioni, Monfalcone 2007.

BORI, D., *Il raffrescamento passivo degli edifici*, Sistemi Editoriali, Napoli 2006.

BOUVET, D, MONTACCHINI, E., *La vegetazione nel progetto: uno strumento per la scelta delle specie vegetali*, Sistemi Editoriali Esselibri, Napoli 2007.

CECCHERINI NELLI, L., *Fotovoltaico in architettura*, Alinea, Firenze 2006.

DE PAOLI, O., *L'involucro edilizio trasparente: una componente in evoluzione*, Edizioni Mariani, Lissone 2005.

FERRARI, S., *Solare termico negli edifici, Edizioni Ambiente*, Milano 2008. GRECO, A., QUAGLARINI, E., (a cura di*), L'involucro edilizio. Una progettazione complessa*, Alinea, Firenze 2007.

GROPPI, F., *Impianti solari fotovoltaici e norme CEI*, Editoriale Delfino, Milano 2008.

GROSSO, M., *Il raffrescamento passivo degli edifici*, Maggioli, Milano 2008

TUCCI, F., *Involucro ben temperato. Efficienza energetica ed ecologica in architettura attraverso la pelle degli edifici,* Alinea, Firenze 2006.

MAGLIONICO, M., TONDELLI, S., *Gestione sostenibilie delle risorse idriche e regolamentazione urbanistico – edilizia*, Dei, Roma 2003.

MAGRINI, A., ENA, D., *Tecnologie solari attive e passive: pannelli fotovoltaici e applicazioni integrate in edilizia*, EPC Libri, Roma 2002.

MAGRINI, A., OZEL-BALLOT, M., *La ventilazione per una migliore qualità dell'aria*, EPC Libri, Roma 2003.

ROGORA, A., DESSÌ, V., (a cura di), *Il comfort ambientale negli spazi aperti*, Edicom, Monfalcone 2005.

SCUDO, G., OCHOA DE LA TORRE J., M., *Spazi verdi urbani. La vegetazione come strumento di progetto per il comfort ambientale negli spazi abitati*, Sistemi Editoriali, Napoli 2003.

MATERIALI PER LA BIOEDILIZIA – MATERIALI ECO-EFFICIENTI

ALLEN, G., MORO, M., BURRO, L. Repertorio dei materiali per la bioedilizia, Maggioli, Rimini 2001.

CAPOLONGO, S., DAGLIO, L., OBERTI, I., *Edificio, salute, ambiente*, Hoepli, Milano 2007. FASSI, A., MAINA, L., *L'isolamento ecoefficiente*, Edizioni Ambiente, Milano 2006.

GERTSAKIS J., LEWIS E., *Progettare per l'ambiente. Guida alla progettazione ecoefficiente dei prodotti*, Ranieri editore, Milano 2002.

REYNERI C. A., *Finiture in bioedilizia*, Edicom, Monfalcone 2005.

REYNERI C. A., *Isolanti e guaine in bioedilizia*, Edicom, Monfalcone 2003.

REYNERI C. A., *Intonaci in bioedilizia*, Edicom, Monfalcone 2003.

REYNERI C. A., *Coperture in bioedilizia*, Edicom, Monfalcone 2002.

REYNERI C. A., *Solai, pareti e serramenti in bioedilizia*, Edicom, Monfalcone 2002.

REYNERI C. A., *Fondazioni e strutture portanti in bioedilizia*, Edicom, Monfalcone 2002.

ARTICOLI-RIVISTE

FONTANA C., *Recupero e sostenibilità*, in Il Progetto Sostenibile, n. 2, febbraio 2004, Edicom Edizioni, Monfalcone.

ROGORA R., *Schermi di protezione solare*, in Il Progetto Sostenibile n. 3, maggio 2004, pp. 68-61, Edicom Edizioni, Monfalcone.

BELLOMO A., *Lo schermo verde: uso della vegetazione per la protezione solare*, in Il Progetto Sostenibile n. 3, maggio 2004, pp. 72-79, Edicom Edizioni, Monfalcone.

ANGELOTTI A., SOLAINI G., *Utilizzo del terreno per il raffrescamento estivo degli edifici*, in Il Progetto Sostenibile n. 5, febbraio 2005, pp. 53-57, Edicom Edizioni, Monfalcone.

PERETTI, G., MONTACCHINI, E., *Strumenti di valutazione dell'ecocompatibilità nel progetto di architettura*, in Il Progetto Sostenibile n. 10 – 11, giugno – settembre 2006, Edicom Edizioni, Monfalcone.

ANTONINI, E., BOSCOLO, M.,ROMAGNONI P., *Il Recupero "ambientalmente sostenibile" - Riqualificazione degli edifici scolastici. L'esperienza della Regione Veneto*, in Il Progetto Sostenibile, n° 22-23, 2009, Edicom Edizioni- da pp. 107-110

PERETTI, G., *I requisiti nella fase funzionale fuori opera nel processo di costruzione: materiali, flussi, risorse*, in U & C, Unificazione e certificazione n. 4, aprile 2003.

FILIPPI, M., SERRA, V., MAGA, C., I metodi a punteggio, in Modulo n. 274, settembre 2001, pp. 716-719

CLIVIO, M., *Azioni di sviluppo sostenibile,* in Appalti verdi, prodotti e servizi sostenibili n. 7, giugno 2007, Tecnizia s.r.l., Milano.

SITI INTERNET

http://www.istruzione.it/edilizia_scolastica/

http://www.lavoro.regione.lombardia.it/