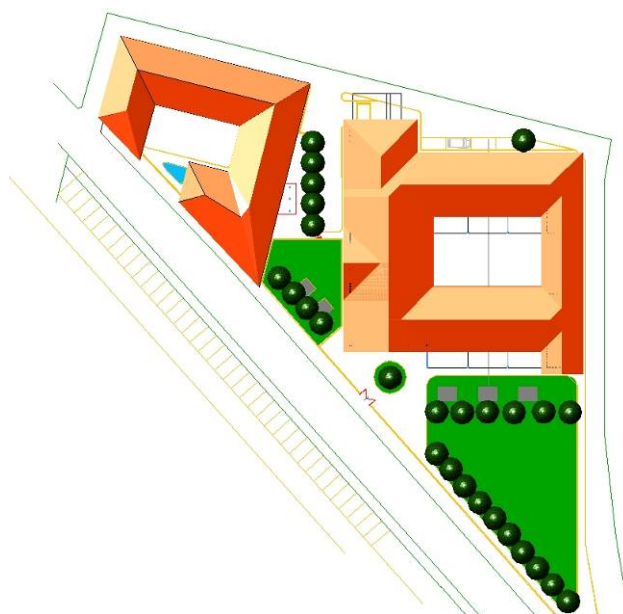




## **Progetto LIFE Pianalto**

### **Macroarea Ecobuilding – Progetto Edifici Pubblici**



## **Comune di Poirino**

### **Nuova Scuola Materna**

**Consulenza energetica**

## *Dati di progetto*

Edificio: scuola materna

Località: Poirino (TO)

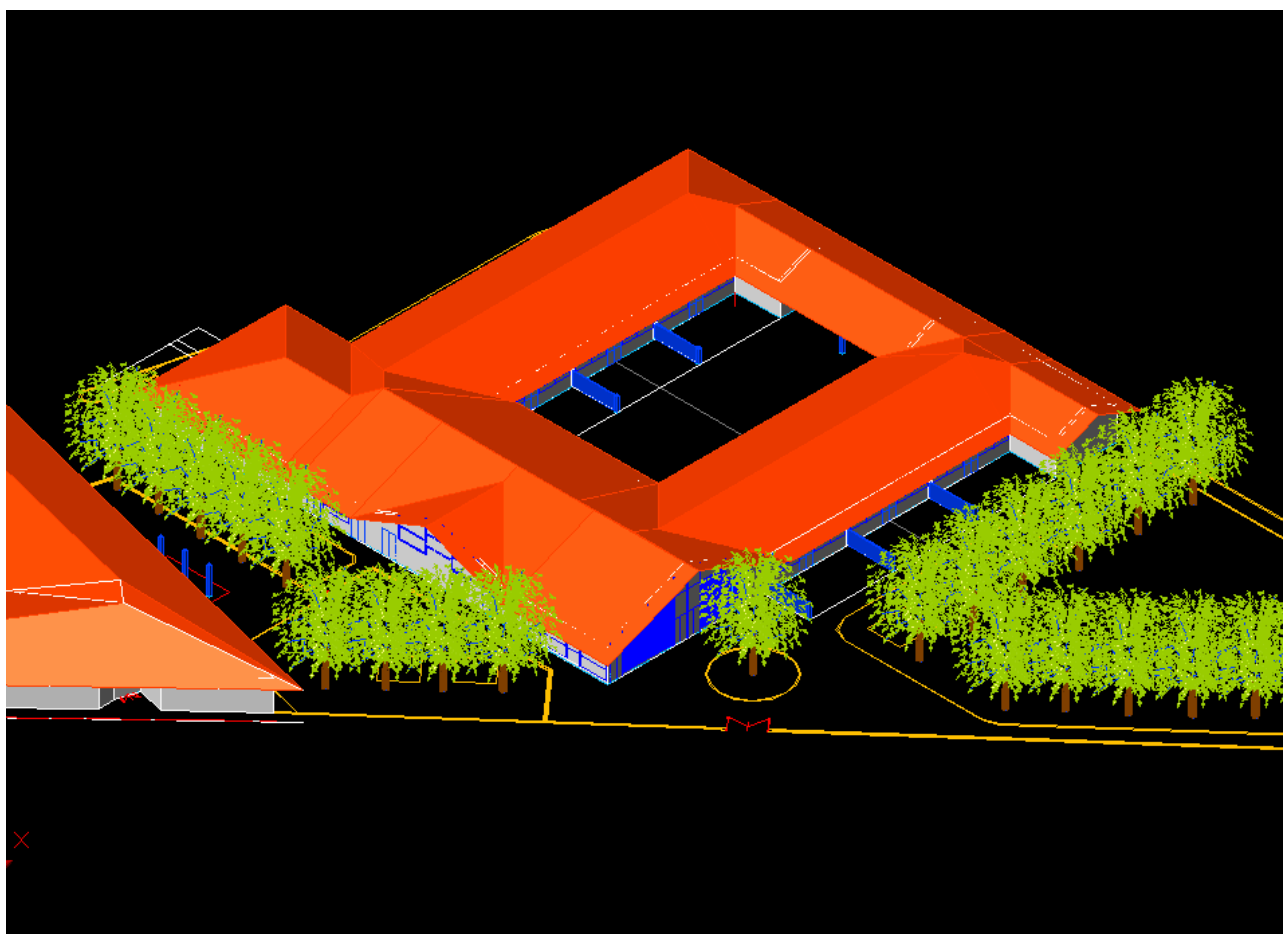
Altitudine: 249 m s.l.m.

Gradi Giorno: 2727

Temperatura esterna di progetto: -8°C

Orario di occupazione: dalle 7.30 alle 16.00 (8,5 h/gg)

Occupanti: 5 sezioni da 26 allievi ciascuna = 130 allievi ⇒ 150 Persone



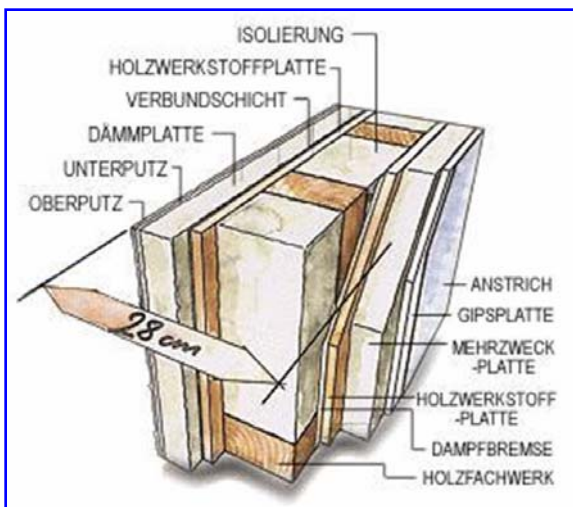
*Vista assometria del progetto*

## Ottimizzazione delle caratteristiche dell'involucro edilizio

Per la verifica energetica dell'edificio, si sono assunte, per i diversi elementi dell'involucro edilizio, le seguenti caratteristiche:

### Pareti verticali esterne ( $U = 0,19 \text{ W/m}^2\text{K}$ ):

parete tipo WOLF MEGA WAND da 28 cm, come proposta dal produttore, con sostituzione dell'isolante termico principale previsto (12 cm di lana di roccia) con pannelli in fibra di canapa ( $\lambda = 0,040 \text{ W/m}^2\text{K}$ , densità =  $80 \text{ Kg/m}^2$ );



### Copertura ( $U = 0,19 \text{ W/m}^2\text{K}$ ):

soluzione a tetto tradizionale controsoffittato con cartongesso, con isolamento termico inserito tra gli elementi strutturali (travi in legno).

La stratigrafia prevista è la seguente:

Strato	Spessore (cm)
Ambiente esterno	
Manto di copertura	
Intercapedine di ventilazione sotto la copertura	
Foglio isolante in alluminio riflettente	
Tavole di legno grezzo	2,5
Pannelli di fibra di canapa ( $\lambda = 0,040 \text{ W/m}^2\text{K}$ , densità = $80 \text{ Kg/m}^2$ )	19
Barriera al vapore	
Tavolato di legno	2
Pannello di cartongesso	1,5
Ambiente interno	



Chiusura verso terra ( $U = 0,31 \text{ W/m}^2\text{K}$ ):

la soluzione individuata segue le indicazioni del costruttore e prevede la seguente stratigrafia:

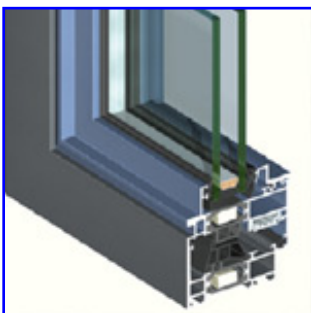
Strato	Spessore (cm)
Ambiente interno	
Pavimentazione interna	2
Foglio isolante in alluminio riflettente	
Massetto in calcestruzzo alleggerito	5
Strato di isolamento termico in polistirene	10
Massetto di completamento in conglomerato cementizio armato	5
Vespaio areato (igloo)	

Infissi esterni ( $U_{\text{INFISSO}} = 1,95 \text{ W/m}^2\text{K}$ ):

per quanto riguarda i tamponamenti vetrati, si è considerata l'adozione del sistema a vetro camera proposto dal produttore (vetro camera 4/16/4 Thermo-Plus-Fenster, con  $U = 1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$ ).

Si è ipotizzato di montare tale sistema su telaio caratterizzato da una trasmittanza  $U = 3,00 \text{ W/m}^2\text{K}$ . Tale valore corrisponde ad un telaio in alluminio a taglio termico di elevate prestazioni (con distanziatore di circa 15 mm);

Mediante l'adozione di un telaio in legno o in PVC, si potrebbe migliorare ulteriormente le prestazioni complessive dell'infisso (con un telaio in legno o in PVC da 65 mm si otterrebbe un  $U_{\text{INFISSO}} = 1,65 \text{ W/m}^2\text{K}$ ).



### Schermature solari:

Per la schermatura delle superfici trasparenti dell'involucro edilizio, esistono due soluzioni principali adottabili. La prima prevede l'adozione di persiane esterne, soluzione che è caratterizzata dall'assenza di ponti termici nelle pareti esterne termicamente isolate.

La seconda soluzione può prevedere l'adozione di tapparelle avvolgibili. In questo caso sarebbe necessaria una particolare attenzione nella scelta della tipologia costruttiva del sistema di schermatura, al fine di prevenire la formazione di eventuali ponti termici in corrispondenza dei cassonetti, non sufficientemente isolati (anche con 5-6 cm di isolante) in paragone alla parete perimetrale (oltre 12 cm di isolante).

### Ponti termici e permeabilità all'aria dell'involucro edilizio:

Considerando la tecnologia costruttiva proposta, i ponti termici derivanti da elementi strutturali dovrebbero essere molto limitati. Considerando le caratteristiche di alto isolamento termico della soluzione costruttiva proposta, è necessario comunque porre, in fase costruttiva, una notevole attenzione al fine di prevenire la creazione di ponti termici addizionali (in corrispondenza, ad esempio, dell'attraversamento delle pareti da parte di condutture o altri vani tecnici).

Analoga attenzione andrà posta, in fase costruttiva, alla corretta posa delle barriere che devono rendere impermeabile all'aria l'involucro edilizio, al fine di prevenire situazioni di discomfort locale derivante da infiltrazioni di aria fredda o, peggio, di situazioni di condensa interstiziale o superficiale nelle pareti perimetrali che verrebbero in breve tempo danneggiate dalla presenza di acqua.

## *Ottimizzazione delle superfici trasparenti e del layout interno ai fini dell'illuminazione naturale*

Verifica dei fattori di luce diurna (FLD) dei principali ambienti della scuola materna per ottenere un valore del 3% (considerato come valore minimo consigliabile per una buona illuminazione naturale).

La verifica è stata effettuata valutando esclusivamente le superfici dei vani considerati che si affacciano direttamente all'esterno, senza tener conto del possibile contributo all'illuminamento naturale derivante da eventuali superfici trasparenti poste nella pareti di separazione dei vani dal corridoio di distribuzione.

Locale: aula didattica

FLD [%]	Af [mq]	S [mq]	Rm	t [%]	∠	∠
3	9,72	242	0,7	80	0,35	1

Area aperture lorda [mq]	9,72
Area porte [mq]	2,72
Area infissi lorda [mq]	7,00
Altezza infisso [m]	1,1
Larghezza infisso [m]	6,4

Locale: attività libere

FLD [%]	Af [mq]	S [mq]	Rm	t [%]	∠	∠
3	20,69	515	0,7	80	0,35	1

Area aperture lorda [mq]	20,69
Area porte [mq]	0
Area infissi lorda [mq]	20,69

Locale: mensa

FLD [%]	Af [mq]	S [mq]	Rm	t [%]	∠	∠
3	9,00	224	0,7	80	0,35	1

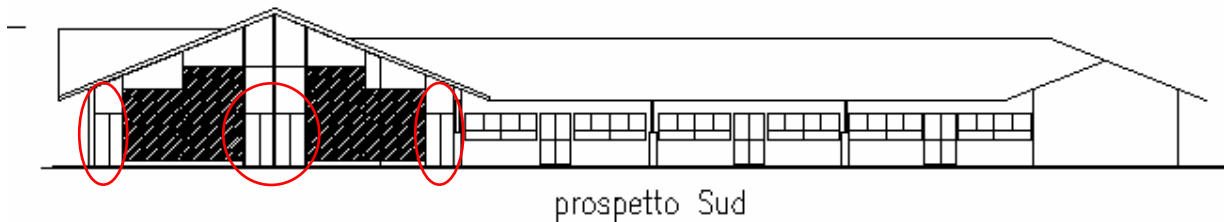
Area aperture lorda [mq]	9,00
Area porte [mq]	5,5
Area infissi lorda [mq]	3,50
Altezza infisso [m]	1,1
Larghezza infisso [m]	3,2

Per le aule, considerando la porta verso l'esterno interamente vetrata, si renderebbe necessaria una superficie finestrata di circa 7 m<sup>2</sup>.

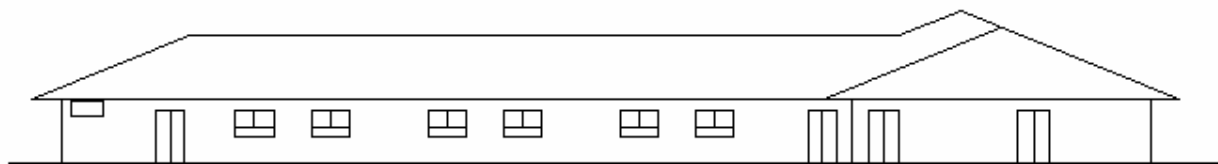
Per lo spazio destinato alle attività libere, considerando completamente opache le porte verso l'esterno, si renderebbe necessaria una superficie finestrata di circa 20 m<sup>2</sup>.

Per il locale mensa, considerando le porte verso l'esterno interamente vetrate, si renderebbe necessaria una superficie finestrata di circa 3,5 m<sup>2</sup>.

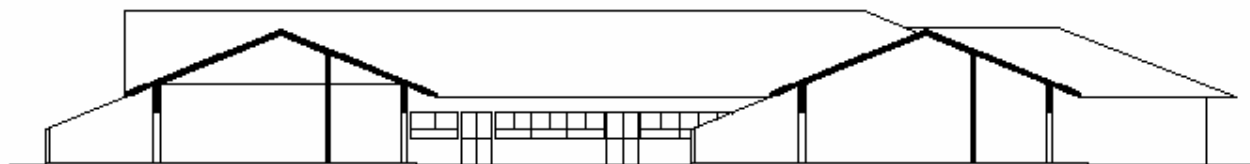
Considerando i valori ottenuti, si sono ipotizzate le possibili conformazioni geometriche delle superfici trasparenti dell'involucro:



prospetto Sud



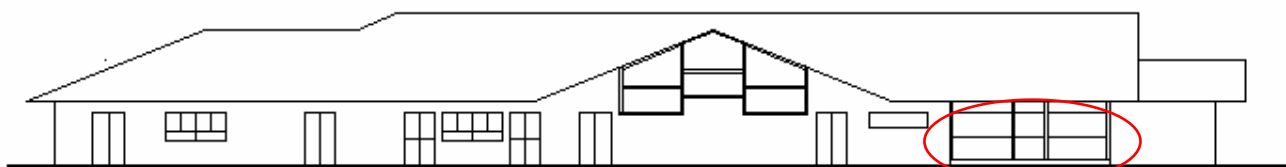
prospetto Nord



sezione



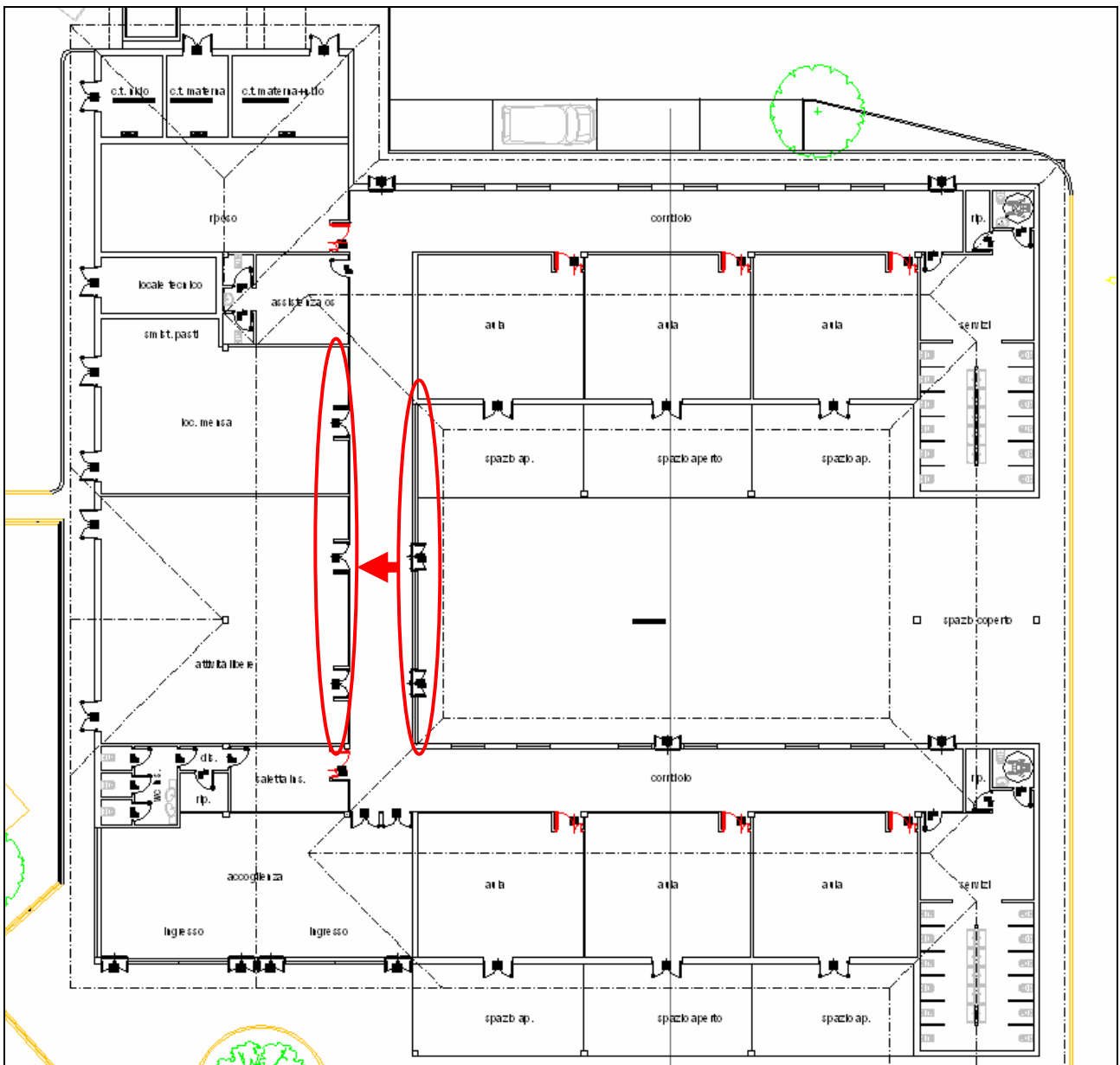
prospetto Est



prospetto Ovest

Al fine di evitare un surriscaldamento estivo dell'ambiente relativo all'ingresso serra, e permettere di omogeneizzare l'aspetto interno della superficie trasparente, sarebbe inoltre possibile adottare, per la fascia che va da quota 0,2 m a quota 2,2 m (come indicato nei prospetti), un sistema di vetratura di tipo riflettente.

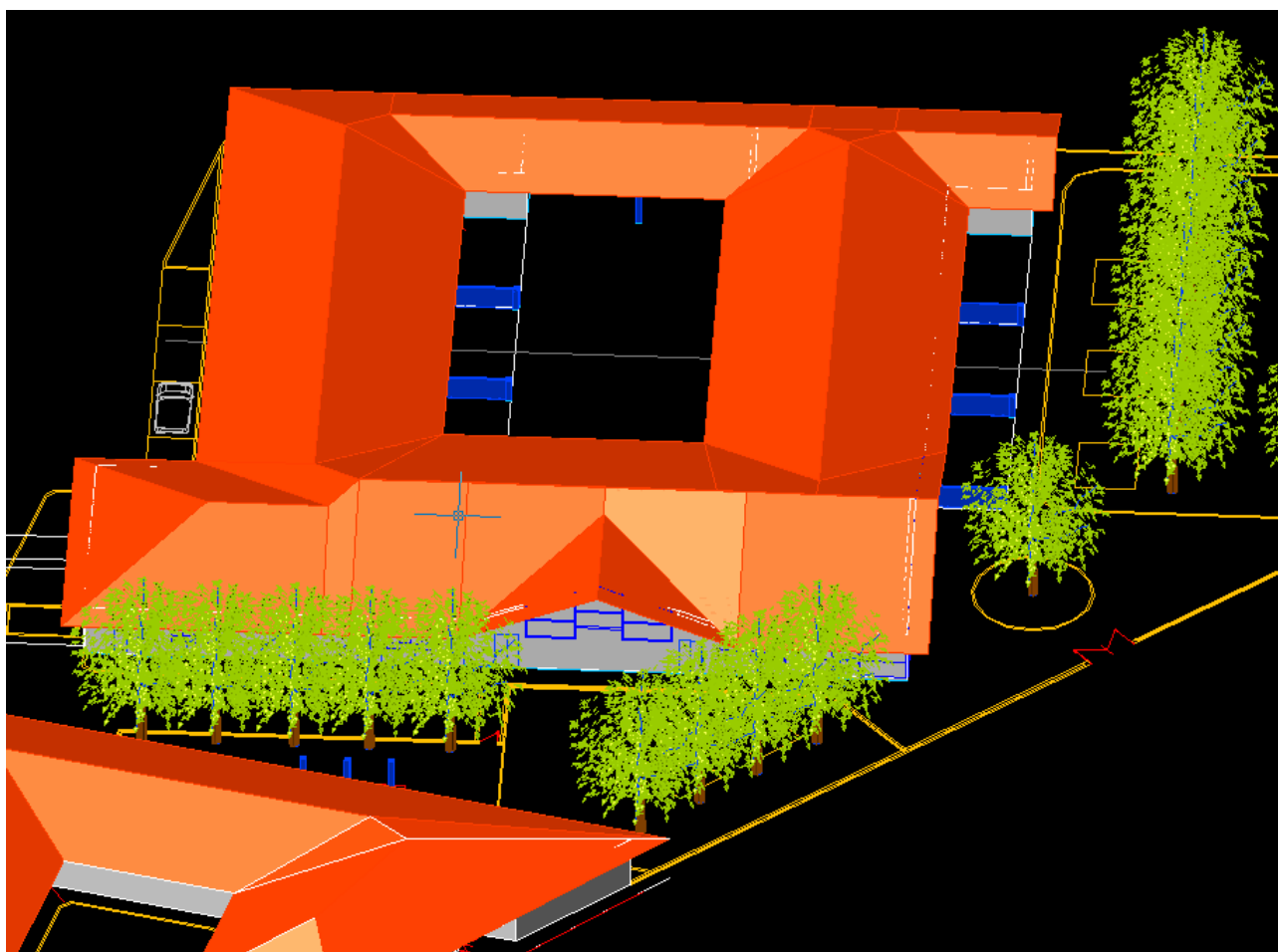
Per massimizzare l'efficacia dell'illuminazione naturale, vista anche la profondità della manica principale dell'edificio, si propone una modifica del layout distributivo interno, al fine di favorire l'illuminazione naturale dello spazio destinato alle attività libere e al locale mensa, che potrebbero così usufruire di un illuminamento naturale indiretto dal corridoio verso il cortile interno, per mezzo di serramenti interni trasparenti posti nella parete di separazione.



## *Verifica degli ombreggiamenti delle superfici trasparenti nel periodo estivo*

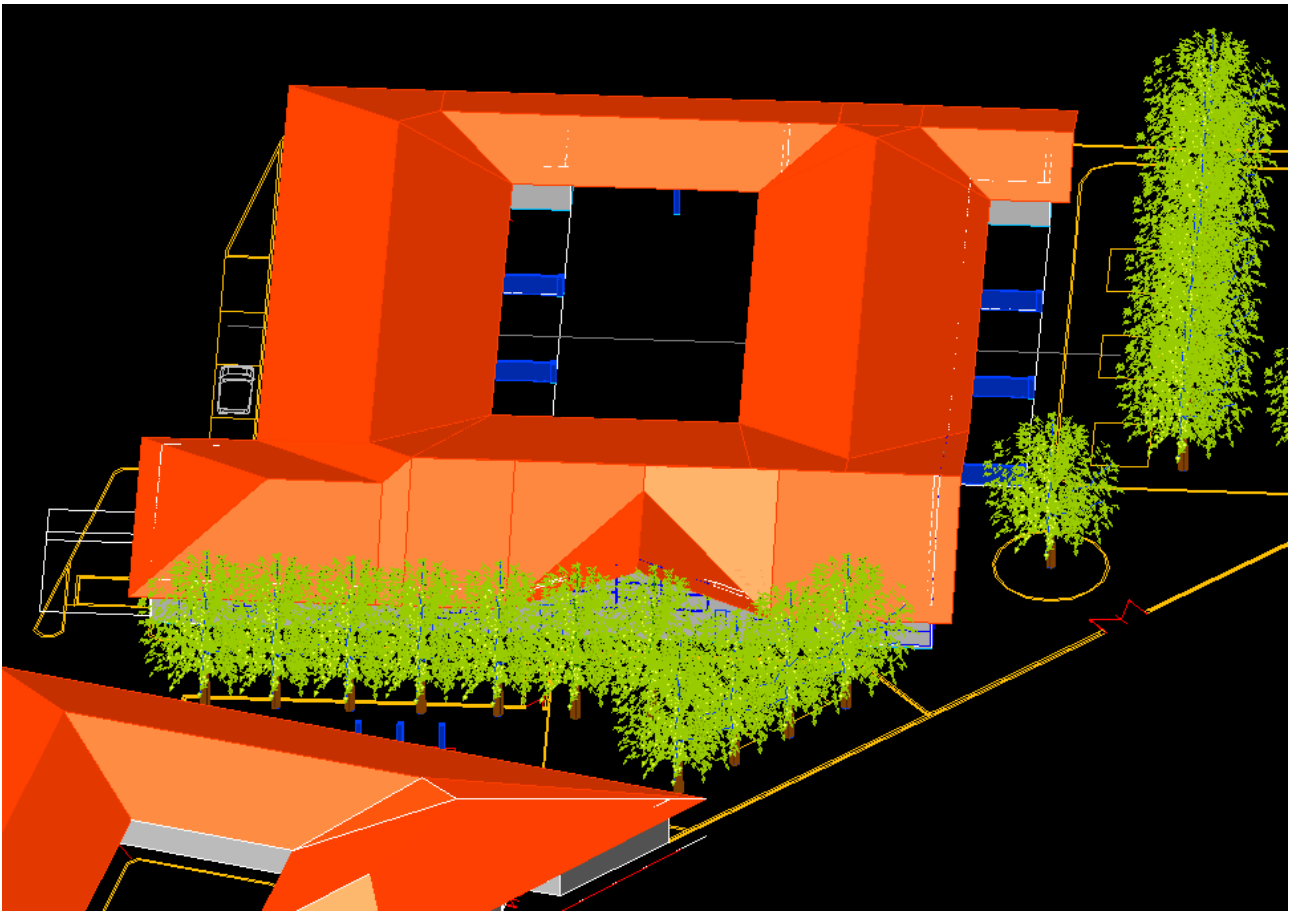
Viste le caratteristiche dell'involucro edilizio individuato dal progetto preliminare, contraddistinto da un elevato isolamento termico e da una bassa inerzia termica, si considera prioritario la verifica delle condizioni di soleggiamento estivo delle superfici trasparenti, al fine di prevenire situazioni di surriscaldamento dei locali interni.

Per effettuare tale verifica, sono state realizzate le "assonometrie solari" relative ai periodi di massimo e di minimo soleggiamento (21 Giugno – 21 Dicembre) e relative al periodo intermedio (21 Marzo, 21 Settembre).



*Assonometria solare – 21 Giugno, ore 16.00*

In seguito a tali verifiche, risulta una sola situazione di rischio di eccessivo soleggiamento delle superfici trasparenti, che occorre nel periodo estivo nelle prime ore pomeridiane (dalle ore 14.00 alle ore 17.00). Tale rischio riguarda in particolare le superfici vetrate relative al locale destinato alle attività libere. Per correggere tale situazione, è consigliabile aumentare le piantumazioni di alberi in corrispondenza del lato ovest dell'edificio.



*Assonometria solare – 21 Giugno, ore 16.00*

## Verifica dei volumi di aria necessaria per la ventilazione meccanica degli ambienti

Verifica delle portate d'aria necessaria per garantire un corretto ricambio di aria.

I valori sono stati ricavati dal DM 18/12/1975 (il quale prescrive, per gli edifici scolastici, la presenza di un impianto di ventilazione meccanica) e dalla norma UNI 10339, normalmente assunta come riferimento per il dimensionamento degli impianti di ventilazione.

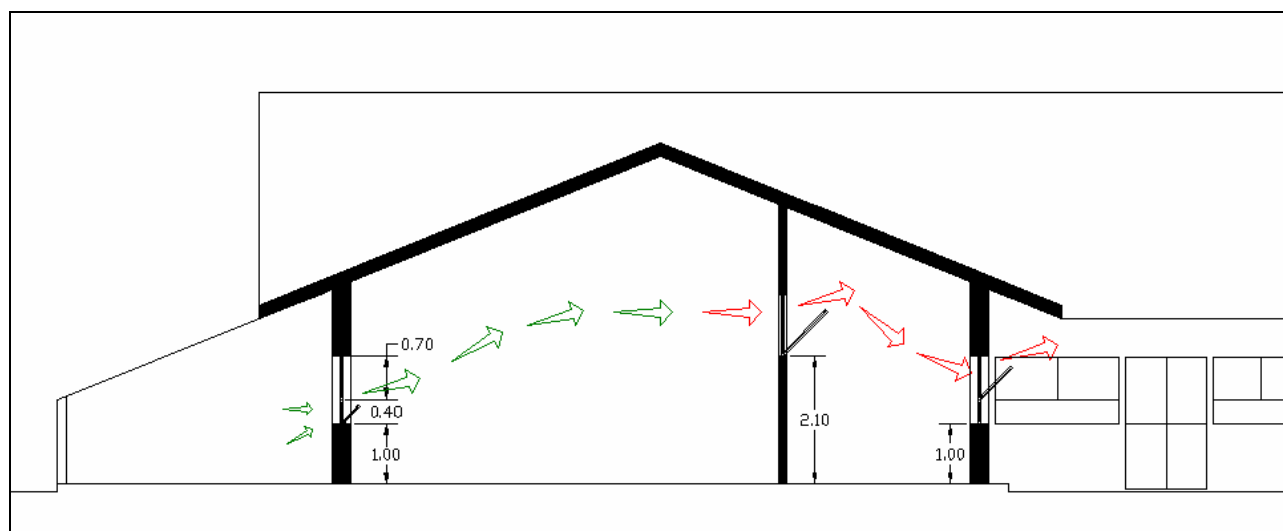
Ambiente	Volume netto [a tutta altezza] mc	Volume netto per ventilazione* mc	Numero ambienti	Volume netto totale per ventilazione mc	Area netta [mq]	Area netta TOT [mq]	DM 18-12-75		UNI 10339				
							Ricambi aria esterna [vol/h]	Portata aria [mch]	Occupanti [persone]	Ricambi aria esterna [l/s pers.]	Estrazioni [vol/h]	Portata aria esterna [mch]	Estrazione servizi [mch]
Aula (6 aule)	252	252	6	1512	56	336	2,5	3780	134	4		1935	
Corridoio	983	983	1	983	251	251				#	#		
Servizi aule (2 gruppi)	268	268	2	536	66	132					8		4288
Servizi aule HD (2 gr.)	42	42	2	84	3,7	7,4					8		672
Serra	535	535	1	535	103	103	1,5	803	4	6		86	
Servizi insegnanti	60	38	1	38	14	14					8		304
Saletta insegnanti	145	70	1	70	26	26	1,5	105	8	6		168	
Attività libere	768	768	1	768	143	143	2,5	1920	57	4		824	
Servizi assistenza	#	18	1	18	6,5	6,5					8		144
Assistenza	#	52	1	52	19,5	19,5	1,5	78	6	6		126	
Mensa	440	440	1	440	94	94	2,5	1100	56	10		2030	
Riposo	285	285	1	285	63	63	2,5	713	25	4		363	
<b>Totale</b>				5321				<b>8498</b>				<b>5534</b>	<b>5408</b>

\*considerando una altezza di 2,70 m ove necessario

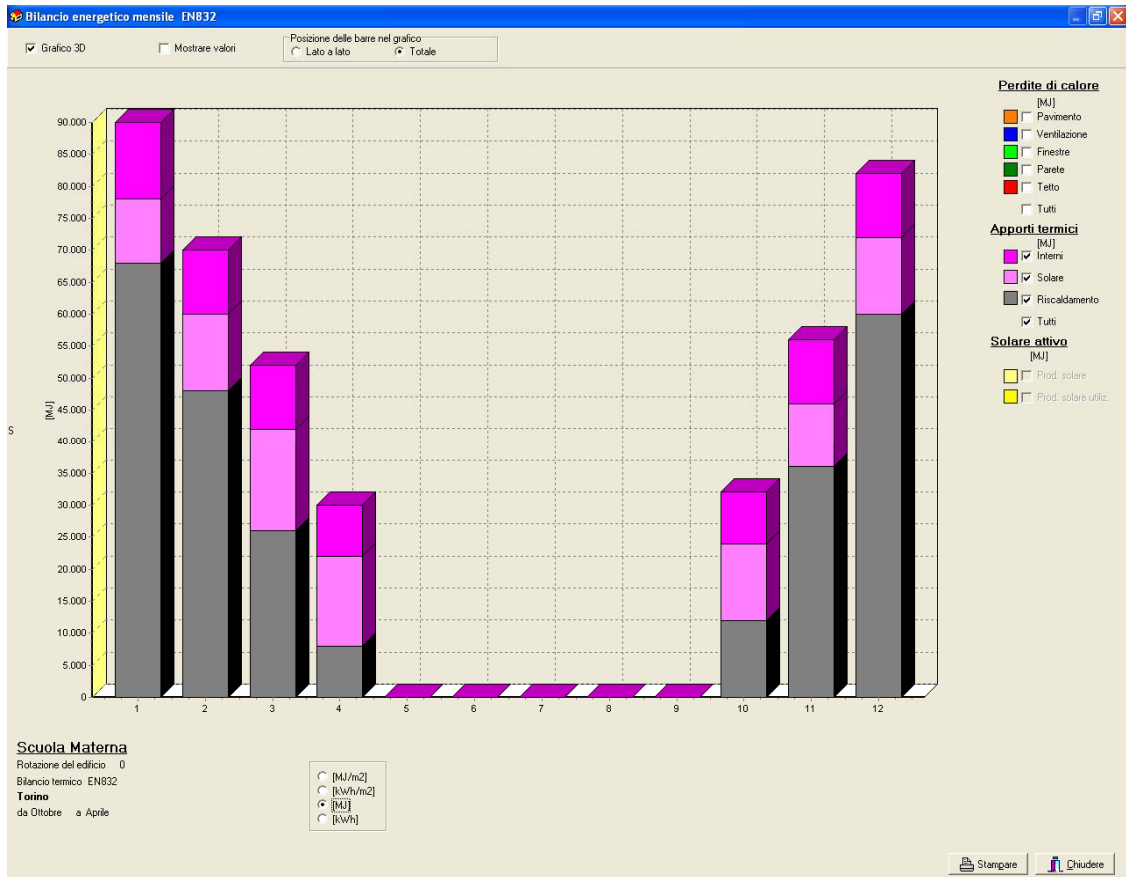
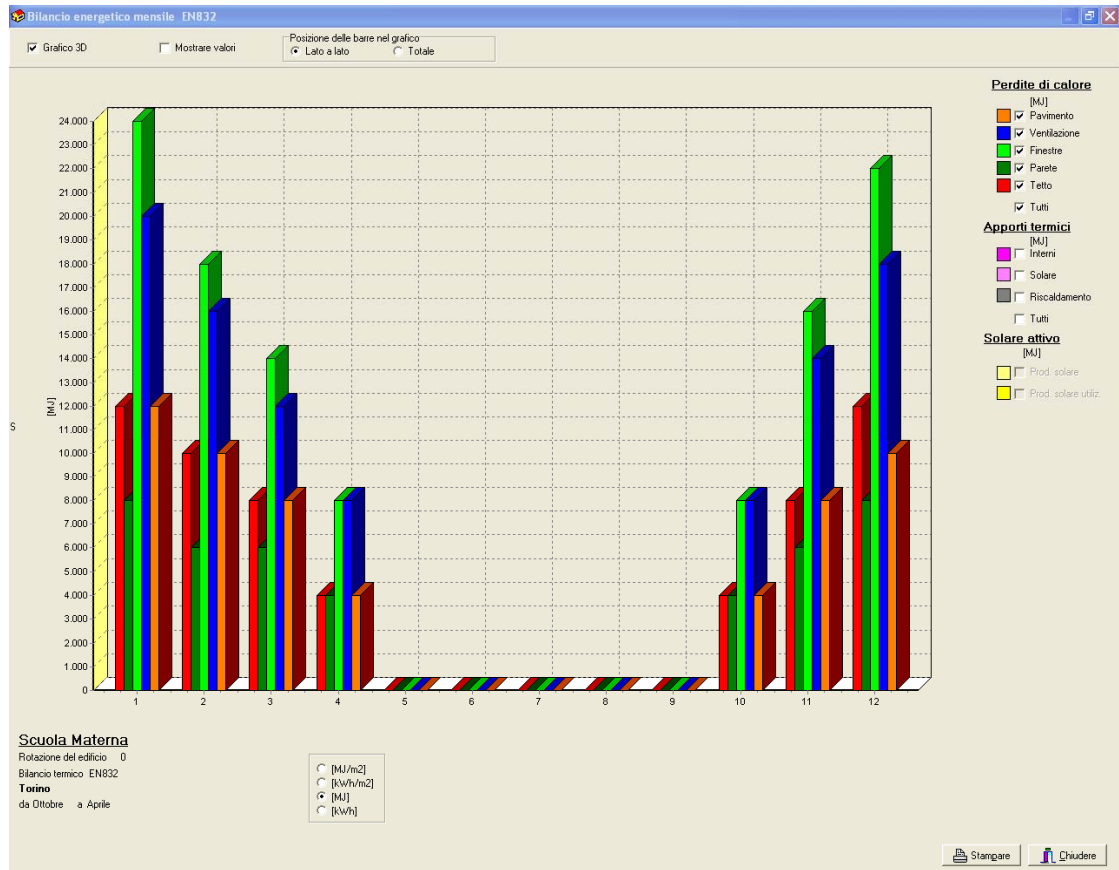
Dalla verifica risulta che la portata d'aria complessiva per la ventilazione meccanica degli ambienti varia da 8500 m<sup>3</sup>/h (secondo il DM 18/12/75) a 5500 m<sup>3</sup>/h (secondo la norma UNI 10339) di aria esterna da immettere nei locali.

## Considerazioni sulla ventilazione naturale degli ambienti interni

Al fine di prevenire, nel periodo estivo, fenomeni di discomfort termico derivante da un surriscaldamento dell'aria ambiente, considerando l'assenza di un impianto di climatizzazione e la bassa inerzia termica della tecnologica costruttiva pre-selezionata, si ritiene opportuno garantire, ove possibile, una ventilazione naturale "passante" dei locali destinati alle attività didattiche. Questa potrebbe essere resa possibile da una corretta predisposizione di aperture nelle pareti perimetrali e nella parete di separazione verso il corridoio:







## Verifiche impiantistiche e integrazione dell'impianto solare ad aria

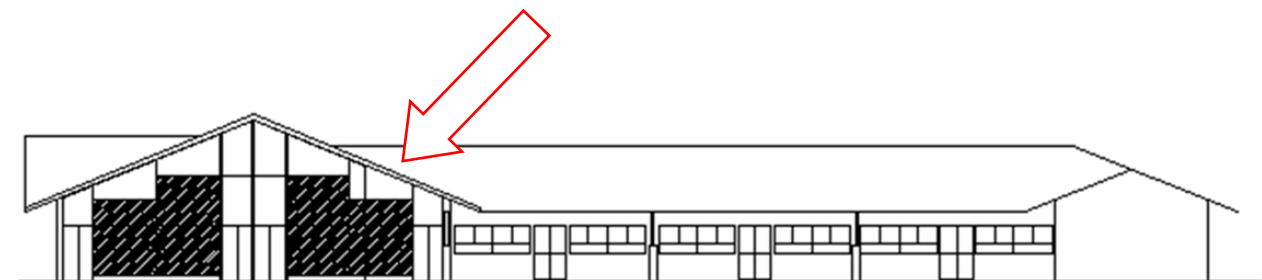
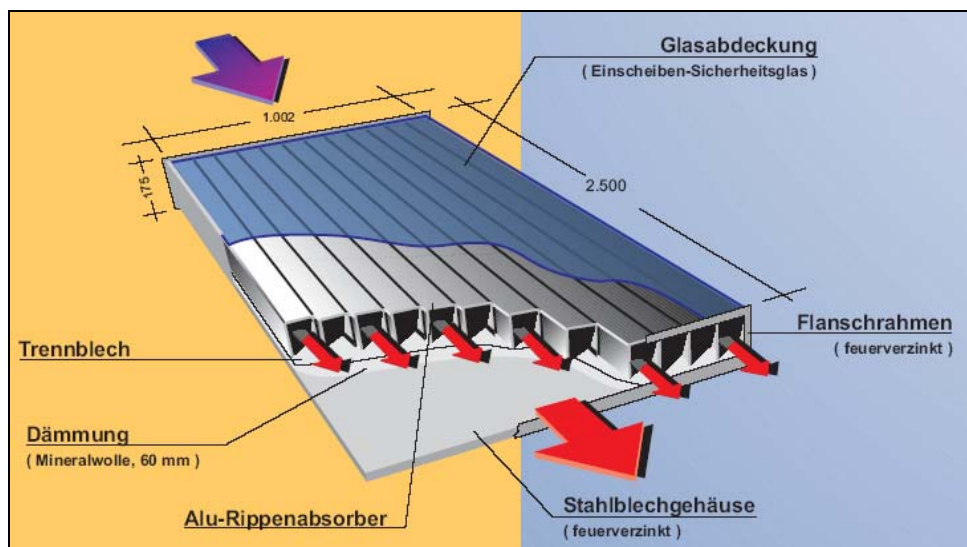
Considerando il profilo di utilizzo dell'edificio e le caratteristiche termofisiche dell'involucro, unitamente alla necessità di un impianto di ventilazione meccanica per il rinnovo dell'aria ambiente, si ritiene utile integrare la ventilazione meccanica e il riscaldamento invernale degli ambienti in un unico impianto di riscaldamento ad aria.

Si è proceduto con la verifica delle portate di aria necessarie per il riscaldamento degli ambienti, in base ai valori delle dispersione massime di progetto dell'involucro edilizio.

A seguito di queste verifiche, risulta che la portata di aria da immettere per il riscaldamento degli ambienti (temperatura di immissione 30-35°C, U.R. 50%), è mediamente paragonabile a quella necessaria per garantire l'apporto di aria esterna per la ventilazione meccanica. Si ritiene pertanto conveniente utilizzare una soluzione impiantistica a tutt'aria esterna, con recupero di calore dall'aria espulsa mediante recuperatore di calore a piastre ad alta efficienza ( $\eta \geq 80\%$ ).

Coerentemente con l'ipotesi impiantistica adottata, si propone l'integrazione di un impianto solare ad aria per il preriscaldamento invernale dell'aria esterna e per la produzione estiva di acqua calda sanitaria (per la scuola materna, ed eventualmente, per l'asilo nido prospiciente).

L'impianto solare ad aria ipotizzato, prevede l'installazione di 14 pannelli ad aria tipo GRAMMER ([www.grammer-solar.de](http://www.grammer-solar.de)) JUMBO SOLAR (o simili con analoghe caratteristiche), per una superficie lorda captante di 35 m<sup>2</sup>, integrati nella facciata esposta a sud, in corrispondenza dell'"ingresso serra".



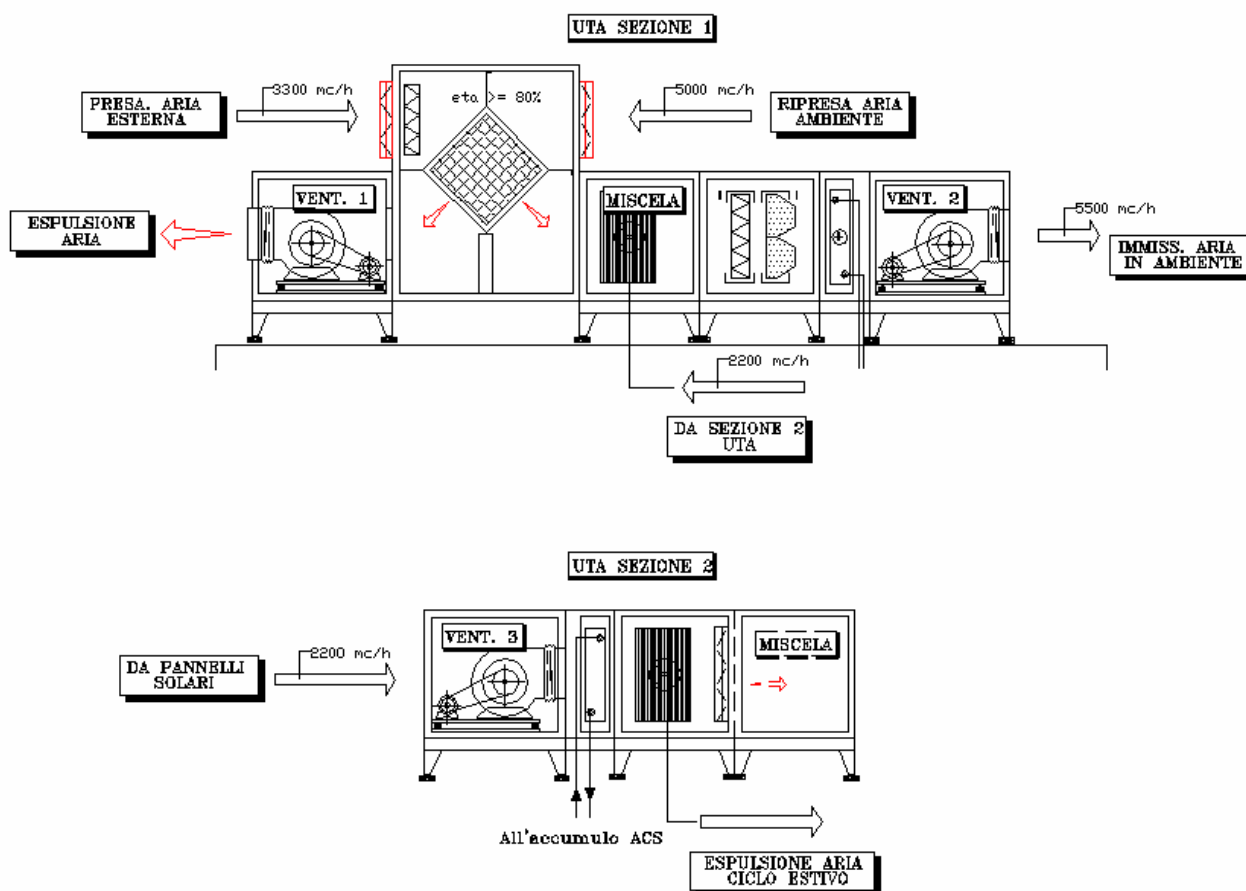
prospetto Sud

L'impianto solare ad aria, così integrato, potrebbe, nel periodo invernale, preriscaldare parte dell'aria esterna di rinnovo, che verrebbe poi immessa a valle del recuperatore di calore e miscelata con la restante aria di rinnovo proveniente dall'esterno e preriscaldata dal recuperatore stesso.

Nel periodo estivo, quanto l'impianto di riscaldamento/ventilazione ad aria risulterebbe spento, l'aria proveniente dai collettori solari verrebbe utilizzata per la produzione di acqua calda sanitaria mediante una batteria di scambio termico e successivamente espulsa verso l'esterno.

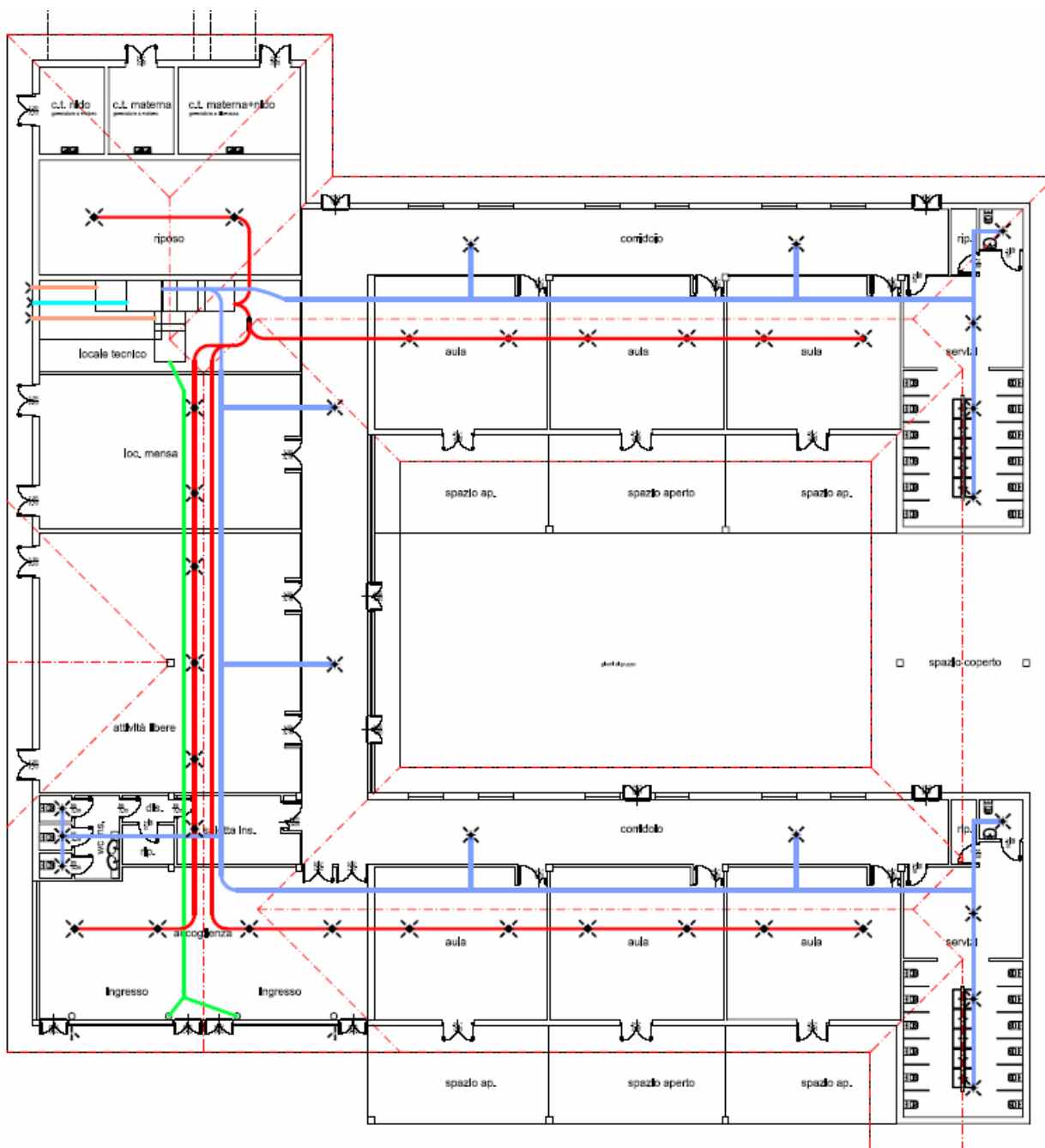
Un impianto solare così dimensionato, potrebbe contribuire, per circa il 10-20%, alla copertura del fabbisogno di riscaldamento invernale dell'edificio, a seconda del profilo climatico (irraggiamento, temperature esterne) annuale.

**SCHEMA INDICATIVO POSSIBILE CONFIGURAZIONE DELLA UTA**



Allo schema di base sopra illustrato, è possibile, se ritenuto necessario in fase di progettazione definitiva dell'impianto termico, aggiungere una sezione di umidificazione (possibilmente a vapore) e relativa batteria di post-riscaldamento, oltre ad eventuali silenziosi.

La potenzialità necessaria per il riscaldamento dell'aria (potenzialità della batteria di riscaldamento), considerando le condizioni peggiori (temp. est. -8 °C, temperatura di immissione 35°C), dovrebbe aggirarsi intorno a 80 kW.



*Schema indicativo di una possibile configurazione dell'impianto ad aria*

Per quanto riguarda l'immissione dell'aria in ambiente, al fine di massimizzare l'efficienza di ventilazione e di miscelazione dell'aria, si raccomanda l'utilizzo di diffusori ad effetto elicoidale.

## **Interventi di riduzione dei consumi di acqua potabile**

La valutazione della situazione complessiva dei consumi e dei fabbisogni prevedibili di acqua potabile ha portato alla definizione delle seguenti ipotesi di intervento.

### **Riduzione dei consumi**

Su tutti i rubinetti dei lavandini e dei lavelli presenti all'interno della Scuola Materna dovranno essere installati dei dispositivi per la riduzione del flusso che, eventualmente abbinati ad un riduttore di pressione, limitino l'erogazione massima ottenibile da ciascun rubinetto a 4 litri/minuto.

Tutti gli sciacquoni dei vasi utilizzati dai bambini, saranno regolati per erogare 7 litri/cacciata. Tutti gli sciacquoni dei vasi utilizzati dagli adulti saranno del tipo a doppia erogazione (7-12 litri/cacciata).

### **Recupero acque grigie**

La complessità degli impianti e il bilanciamento tra i risultati ottenibili ed il costo di intervento, ha portato a concentrare l'attenzione sui due blocchi di servizi igienici posti a Est dell'edificio, contenenti ciascuno 10 lavandini e 12 vasi per bambini.

La valutazione del fabbisogno di acqua potabile per i due blocchi è il seguente:

#### *Lavandini*

Flussi			Utenti	Lavandini	Consumi complessivi		
lt/min	lt/h	h/giorno	n	n	lt/giorno	gg/mese	lt/mese
4	240	0,42	100	20	2.000	20	40.000

#### *Vasi*

Scarichi		Utenti		Consumi complessivi		
pro capite	lt/scarico	n	scarichi/g	lt/giorno	gg/mese	lt/mese
2	7	100	200	1.400	20	28.000

Come si può notare, pur con i limiti che possono avere questo tipo di stime, vi è una sostanziale corrispondenza tra il consumo di acqua dei lavandini e quello dei vasi, con una probabile prevalenza dei consumi dei primi.

Questa situazione rende conveniente l'installazione di un sistema di raccolta delle acque reflue provenienti dai lavandini per l'alimentazione degli sciacquoni, previa semplice filtrazione ed eventuale clorazione. In questo modo è possibile ridurre al minimo il volume della cisterna interrata di accumulo e garantire il costante, rapido ricambio dell'acqua ivi raccolta.

Il sistema di raccolta può essere collegato direttamente al serbatoio interrato lavorando per semplice caduta, mentre l'erogazione dell'acqua agli sciacquoni dovrà avvenire con un gruppo di approvvigionamento automatico con la gestione del rabbocco con acqua potabile, in mancanza di acqua nella cisterna, a norma DIN 1988 e EN 1717.

Il sistema dovrà essere dotato almeno di:

- pompa autopescante multistadio in acciaio inox anticorrosivo, completa di regolatore di portata e pressione e allarme di funzionamento a secco;
- filtro per la ritenzione delle impurità provenienti dai lavandini, posizionata in un punto facilmente raggiungibile, con allarme filtro intasato;
- vasca di rabbocco acqua sanitaria con galleggiante, valvola a sfera motorizzata, regolazione digitale e sonda, con la possibilità di commutazione in funzionamento manuale;
- gestione con sostituzione automatica dell' acqua potabile nel contenitore di rabbocco per evitare stagnazione;
- valvola di ritegno su aspirazione e troppo pieno.

La cisterna potrà essere interrata in posizione baricentrica rispetto ai due blocchi sanitari, come suggerito nel disegno seguente.

### **Recupero acqua piovana**

Il dimensionamento delle cisterne, per il recupero dell'acqua piovana a scopo irriguo e per la pulizia delle aree esterne non a verde, è meno semplice.

L'indipendenza dalla rete idrica per una superficie a verde di quasi 1.000 m<sup>2</sup> – con una situazione climatica che si evolve verso periodi prolungati di siccità, punteggiati a volte da eventi temporaleschi che sconfinano nel nubifragio -, richiederebbe un volume di accumulo di 50-100 m<sup>3</sup>, con costi sproporzionati rispetto agli obiettivi dell'intervento.

Una possibile mediazione è quella di dimensionare l'accumulo sulla base della quantità di acqua mediamente producibile della copertura, considerando una precipitazione media di circa 7,5 litri/m<sup>2</sup> per giorno di pioggia e un coefficiente di resa effettiva del tetto in cotto del 0,75%.

*Produzione media per giorno di pioggia (dati CNR)*

<b>Sup. copertura</b>	<b>Piuvosità media</b>	<b>Coeff. Copertura</b>	<b>Resa copertura</b>
<b>m<sup>2</sup></b>	<b>lt/m<sup>2</sup> gg</b>		<b>lt/gg pioggia</b>
1.000	7,5	0,75	<b>5.625</b>

Si potrebbe quindi adottare un accumulo formato da circa 10 m<sup>3</sup>, utilizzando una o più cisterne in cascata, posizionate in modo da ridurre la lunghezza delle tubazioni di adduzione e ottimizzare la rete di distribuzione.

Il sistema dovrà essere dotato di filtro in ingresso con separatore di prima pioggia e di un gruppo di approvvigionamento automatico con la gestione del rabbocco con acqua potabile, in mancanza di acqua nella cisterna, a norma DIN 1988 e EN 1717.

Il sistema dovrà essere dotato almeno di:

- pompa autopescante multistadio in acciaio inox anticorrosivo, completa di regolatore di portata e pressione e allarme di funzionamento a secco;
- vasca di rabbocco acqua sanitaria con galleggiante, valvola a sfera motorizzata, regolazione digitale e sonda, con la possibilità di commutazione in funzionamento manuale;
- gestione con sostituzione automatica dell' acqua potabile nel contenitore di rabbocco per evitare stagnazione;
- valvola di ritegno su aspirazione e troppo pieno.