

*ING. STEFANO RUGGINENTI*  
Via A. Diaz, 6 - 26013 Crema (CR)  
P.IVA 01103930192 - c.f. RGGSFN64S13C153W

---

# AUDIT ENERGETICO DI DETTAGLIO DEL SISTEMA EDIFICIO / IMPIANTO

ISTITUTO PROFESSIONALE PER I SERVIZI ALBERGHIERI IPSSAR ZEGNA  
via Gersen, 16, Cavaglià



Data

31 Marzo 2008

La presente scheda è costruita a partire dai seguenti dati:

Dati consumi e disegni  
Estensore e responsabile della prestazione  
Revisore (22 luglio 2007)

Provincia di Biella  
Stefano Rugginenti  
Alberto Prospero

## **DESCRIZIONE DELL' EDIFICIO:**

L'edificio in oggetto è situato in via Gersen, 55 in Comune di Cavaglià, in Provincia di Biella.

Il fabbricato risulta realizzato tra gli anni '20 e '30 del secolo scorso, ristrutturato e ampliato nel 2001.

La tipologia è riconducibile ad un blocco aperto, parte su tre piani, parte su due e un piano.

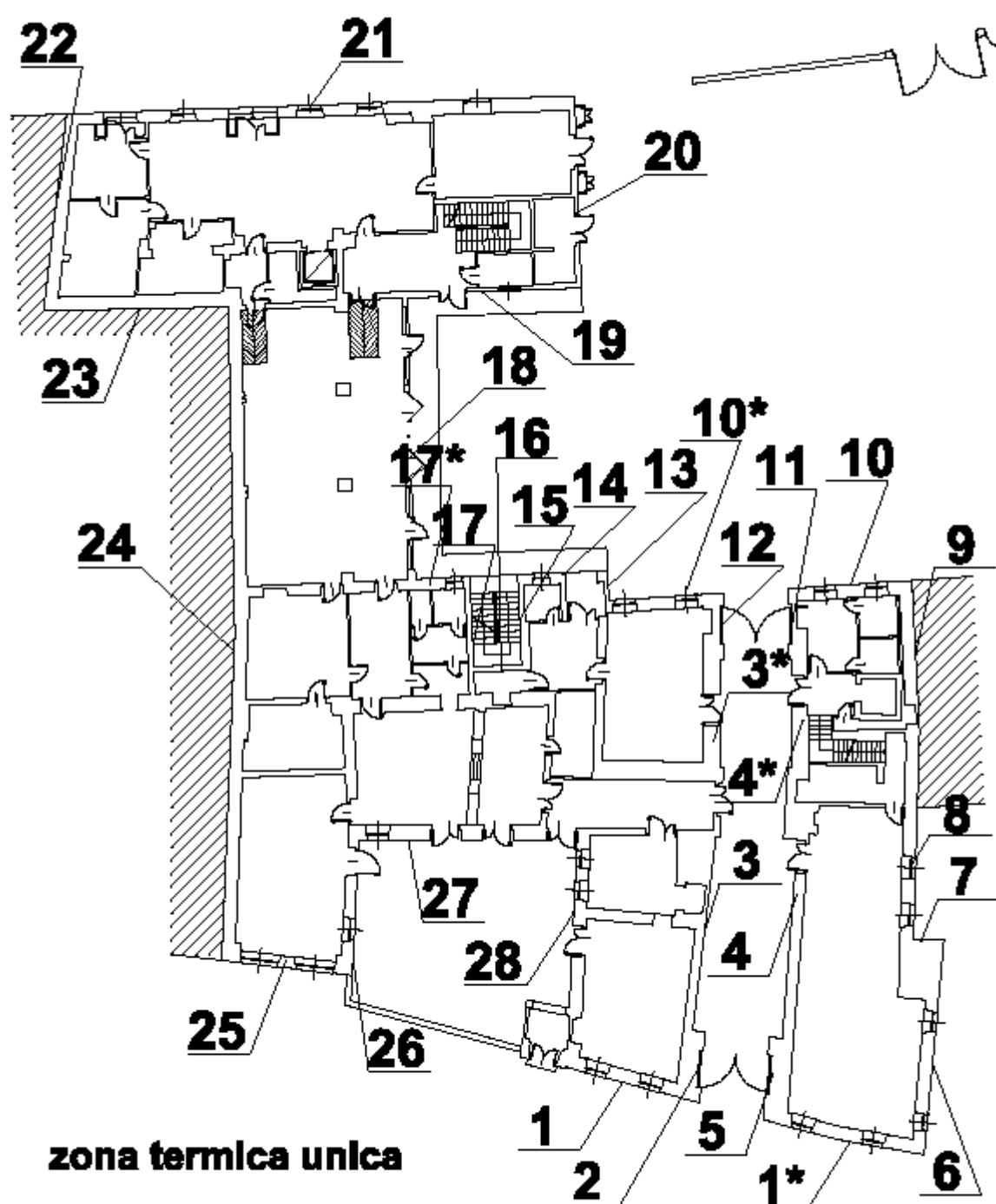
Le strutture sono prevalentemente in muratura portante a quattro, tre e due teste di mattoni pieni intonacata internamente ed esternamente, i solai sono laterocementizi, mentre la copertura presenta ampie zone con solo il manto in tegole appoggiate sui travetti in legno.

Sul fronte principale è presente un portone che porta attraverso un cavedio al parcheggio riservato retrostante.



**corte interna**

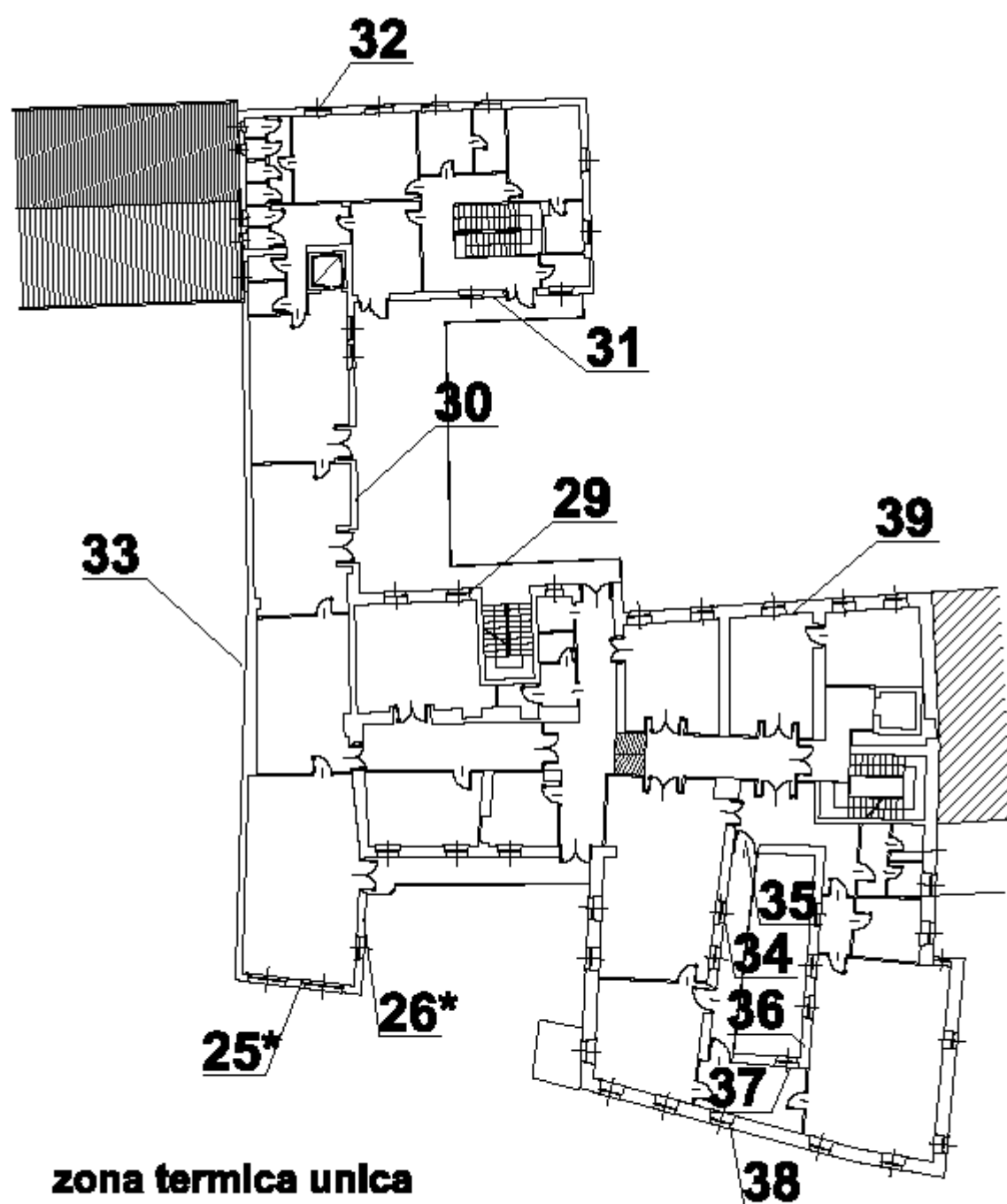
Vengono di seguito mostrate le rappresentazioni in pianta dell'edificio in esame; i numeri delle pareti sono riprese negli allegati dimensionali.



**zona termica unica**

**Piano Terra**



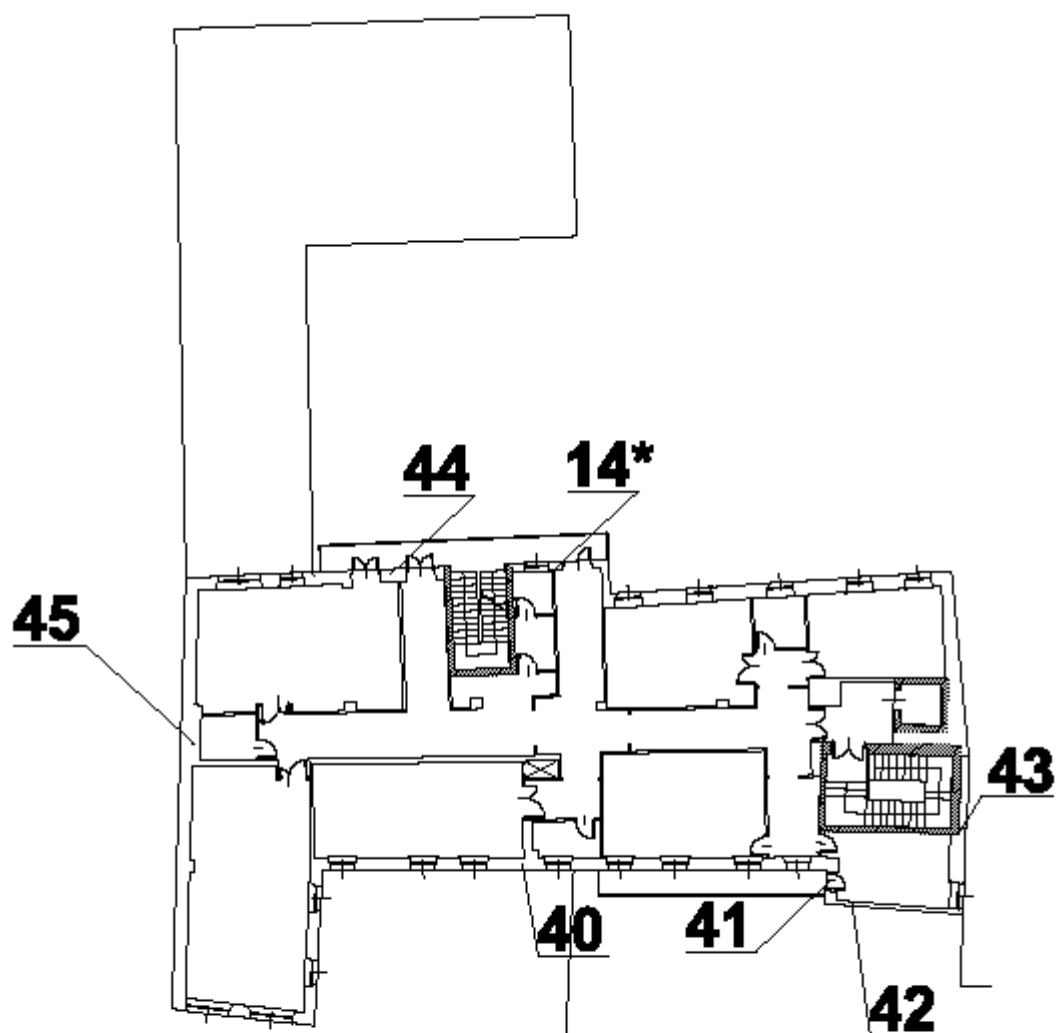


**zona termica unica**

**Piano Primo**







**zona termica unica**

**Piano Secondo**



L' impianto in oggetto è costituito da 13 caldaie di marca OCEAN, modello SLIM, aventi la seguente potenza utile (Pu):

- Caldaia 1: 33,5 kW;
- Caldaia 1: 25,7 kW;
- Caldaia 3: 48,7 kW;
- Caldaia 4: 40,0 kW;
- Caldaia 5: 23,2 kW;
- Caldaia 6: 14,9 kW;
- Caldaia 7: 11,0 kW;
- Caldaia 8: 14,9 kW;
- Caldaia 9: 48,7 kW;
- Caldaia 10: 14,9 kW;
- Caldaia 11: 23,2 kW;
- Caldaia 12: 23,2 kW;
- Caldaia 13: 14,9 kW.

Ogni caldaia ha un proprio collettore, un contatore ed un termostato.

I terminali scaldanti sono costituiti da ventilconvettori, tranne un' aula con due radiatori in ghisa.

È presente anche una altro generatore, di marca Ferroli, modello Pegasus Fr 102, con potenza al focolare (Pf) di 102 kW che serve la cucina, la sala da pranzo, gli spogliatoi e le linee di preriscaldamento delle cappe della cucina. La caldaia alimenta due circuiti:

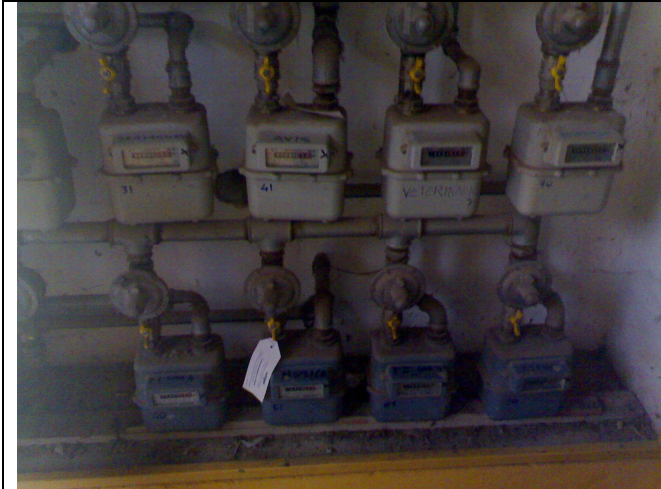
- Circuito 1: Circuito cappe premiscelate con relativa valvola miscelatrice;
- Circuito 2: Circuito ventilconvettori con valvola miscelatrice.

Si rileva anche la presenza di un bollitore della capacità di 290 litri, alimentato a gas, con potenza utile (Pu) di 14,2 kW e potenza al focolare (Pf) di 16,2 kW.

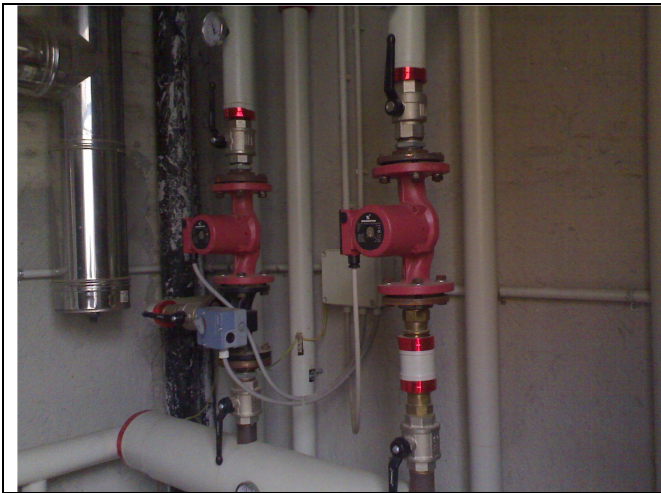
È presente anche un bollitore elettrico per la produzione di acqua calda sanitaria.













**DATI SALIENTI RELATIVI ALL'EDIFICIO:****SCHEMA RIEPILOGATIVO**

Volume lordo riscaldato (m <sup>3</sup> ):	10.773
Sup. disperdente complessiva (m <sup>2</sup> ):	5.180,60
Sup. disperdente laterale (m <sup>2</sup> ):	2.613,60
di cui vetri (m <sup>2</sup> ):	242,39
Numero di scambiatori di calore attualmente funzionanti:	13
Potenza termica utile complessiva (kW):	336,8

**RIEPILOGO SUPERFICI DISPERDENTI E CARATTERISTICHE TERMICHE:**

	Superficie (m <sup>2</sup> )	Trasmittanza media (W/m <sup>2</sup> K)
Superficie laterali pareti	2.371,21	1,27
Superfici vetrate	242,39	4,94
Copertura	1.300,00	1,79
Basamento	1.267,00	1,62

**ALTRI DATI SULL'EDIFICIO:**

INERZIA Globale [s <sup>-1</sup> ]	3,08E-06
Irradianza media stagionale [W/m <sup>2</sup> ]	77
Fattore di schermatura 1 (ostruzioni)	0,77
Fattore di schermatura 1 (schermi)	0,75
Trasmittanza solare	0,7
Fattore di schermatura 2 (ostruzioni)	0,75
Fattore di schermatura 2 (schermi)	0,75
Coeff. di assorbimento	0,2
Apporti gratuiti [W/m <sup>2</sup> ]	4
Rendimento	0,6273432
ricambi ora diurno [h <sup>-1</sup> ]	0,5
ricambi ora notturno [h <sup>-1</sup> ]	0,1
Temp. ambiente [°C]	20
Temp. attenuazione [°C]	0
Temperatura suolo [°C]	6,97

**CONSUMI STORICI REALI:**

	Kg	Consumi MJ
Anno 05	27.559,84	1.066.565,81
Anno 06	46.449	1.797.576,30

**RISULTATI DEI CALCOLI:**

Mese	Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Ottobre	Novembre	Dicembre	Totali
Tm [°C]	0,9	3,3	8,4	13,1	12,9	7,1	2,4	
Giorni	31	28	31	15	17	30	31	183
Gradi giorno	592,1	467,6	359,6	103,5	120,7	387,0	545,6	2576,1
Trasmissione [MJ]	196.487,14	162.243,73	137.255,02	45.863,50	52.687,78	140.961,75	186.788,54	922.287,46
Ventilazione [MJ]	39.462,26	30.591,36	21.985,52	5.341,07	6.308,58	24.207,25	35.966,38	163.862,42

CONTRIBUTI ENERGETICI GRATUITI LEGATI ALLE SORGENTI INTERNE ED ALLA RADIAZIONE SOLARE:

Apporti solari vetri [MJ] 92.284,39

Apporti solari involucro [MJ] 34.131,86

Apporti gratuiti interni [MJ] 80.131,16

UTILIZZAZIONE IMPIANTO:

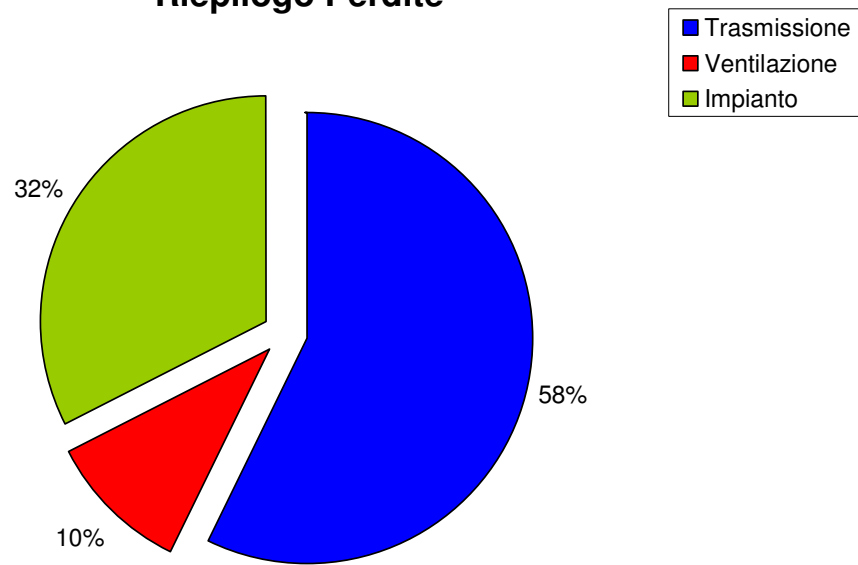
Ora	Lunedì	Martedì	Mercoledì	Giovedì	Venerdì	Sabato	Domenica
<b>0 – 6</b>	*	*	*	*	*	*	*
<b>6 – 7</b>	20 °C	*	*	*	*	*	*
<b>7 – 14</b>	20 °C	20 °C	20 °C	20 °C	20 °C	20 °C	*
<b>14–17.30</b>	20 °C	20 °C	20 °C	20 °C	20 °C	*	*
<b>17.30-24</b>	*	*	*	*	*	*	*
<b>Ore riscaldate</b>	<b>10,5</b>	<b>10,5</b>	<b>10,5</b>	<b>10,5</b>	<b>10,5</b>	<b>7</b>	<b>0</b>

(\*) No comfort

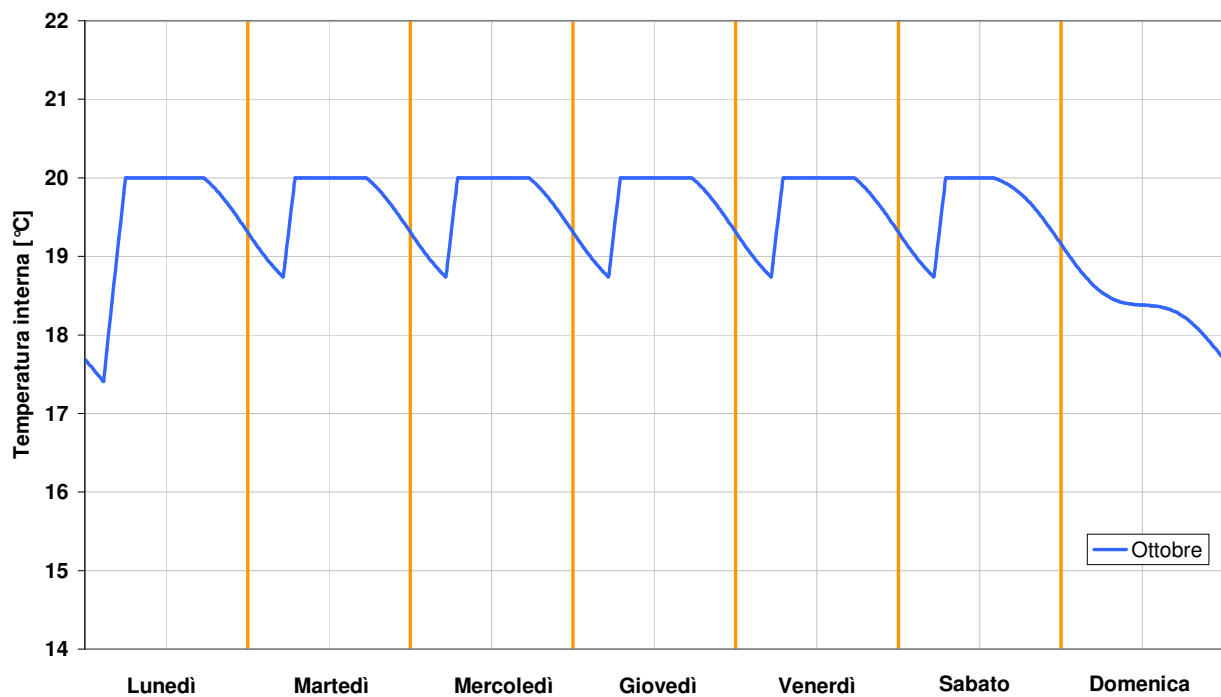
**DATI FINALI:**

ENERGIA [Kwh/a m2]	FABBISOGNO ENERGETICO STAGIONALE( MJ)
<b>102,47</b>	<b>1.402.107,369</b>

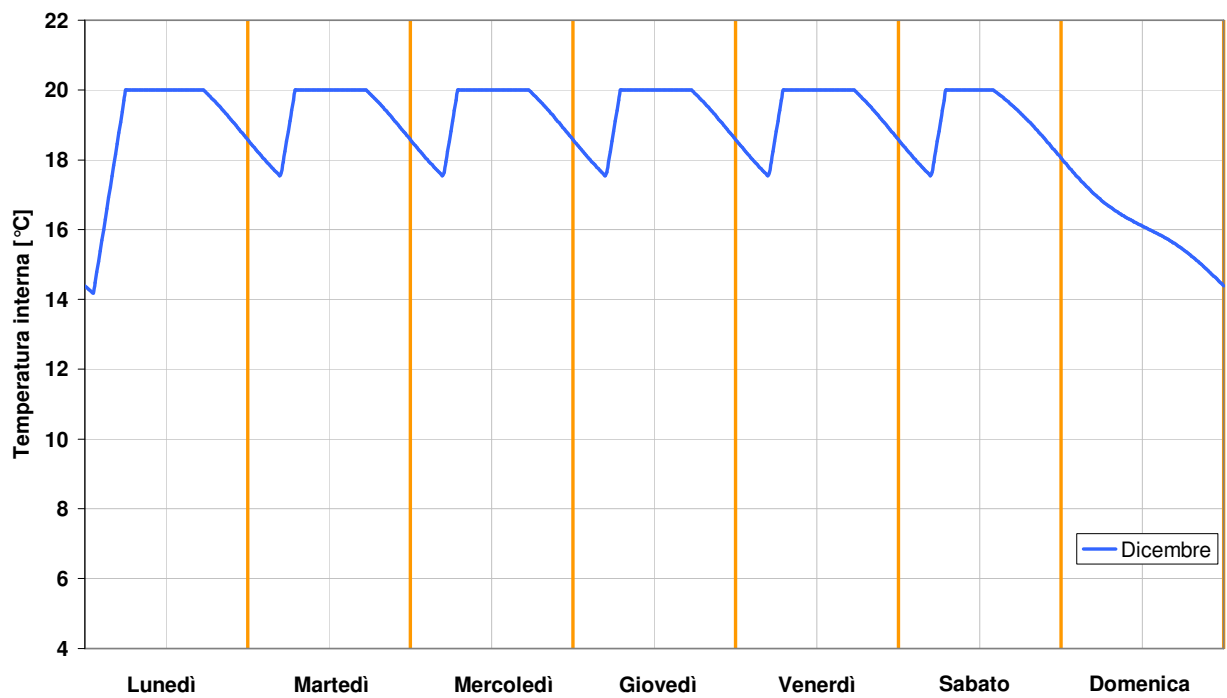
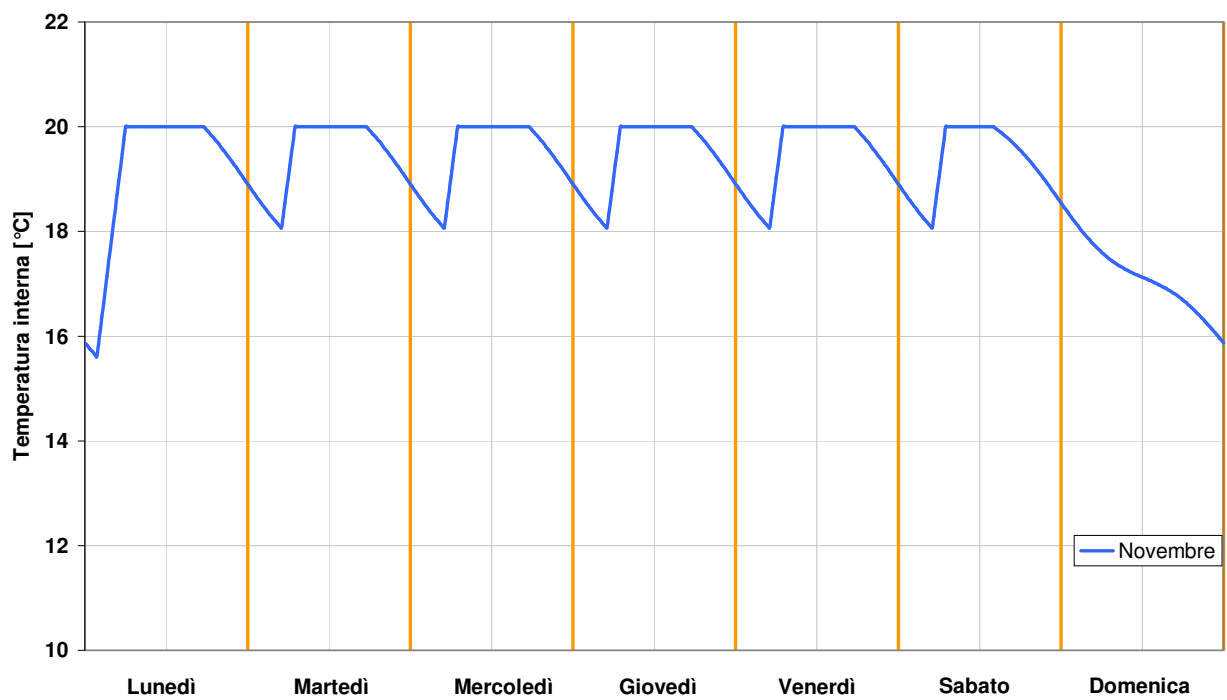
## Riepilogo Perdite

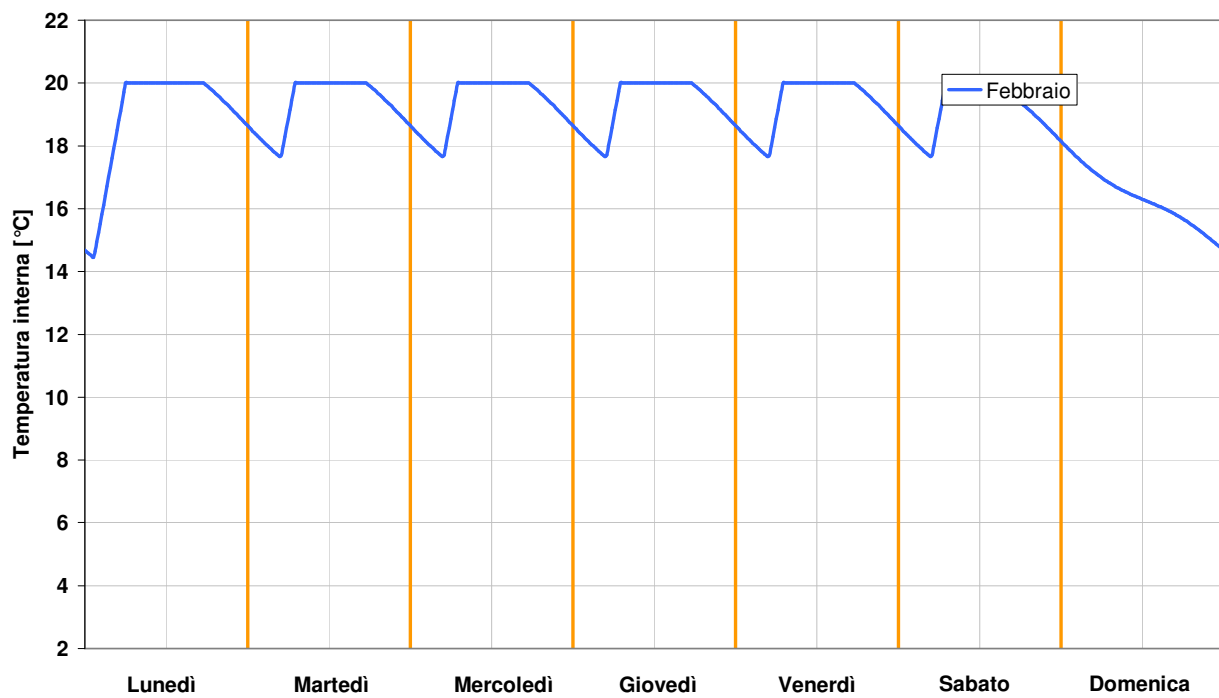
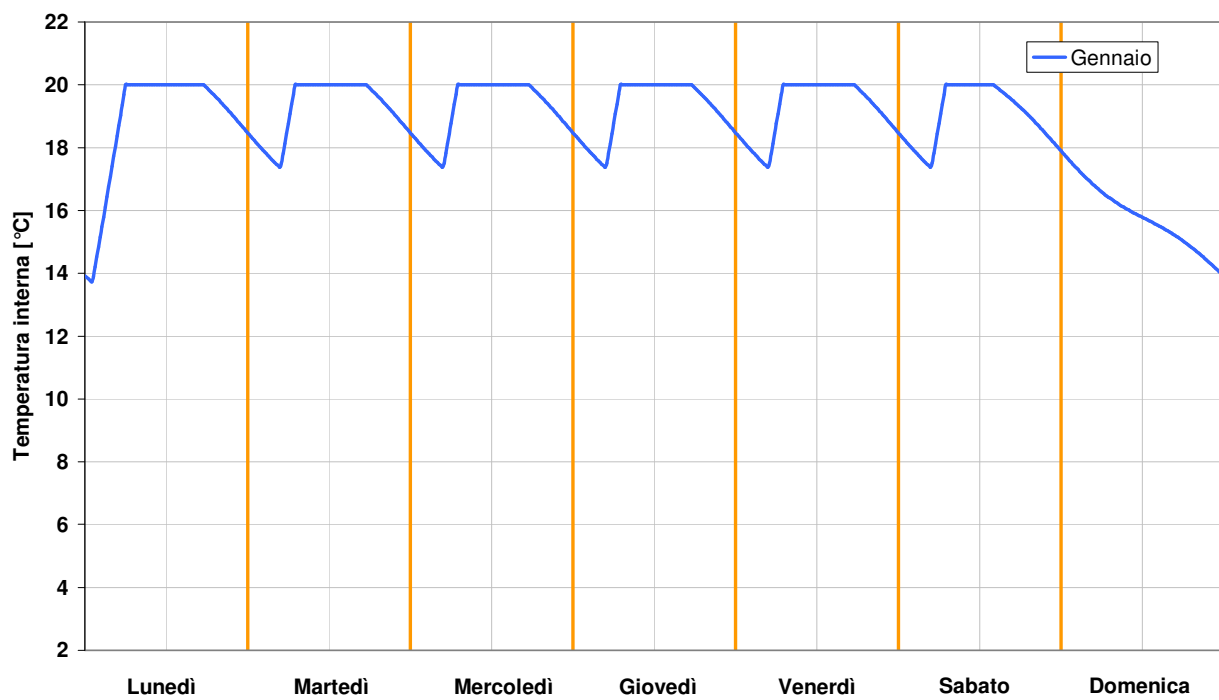


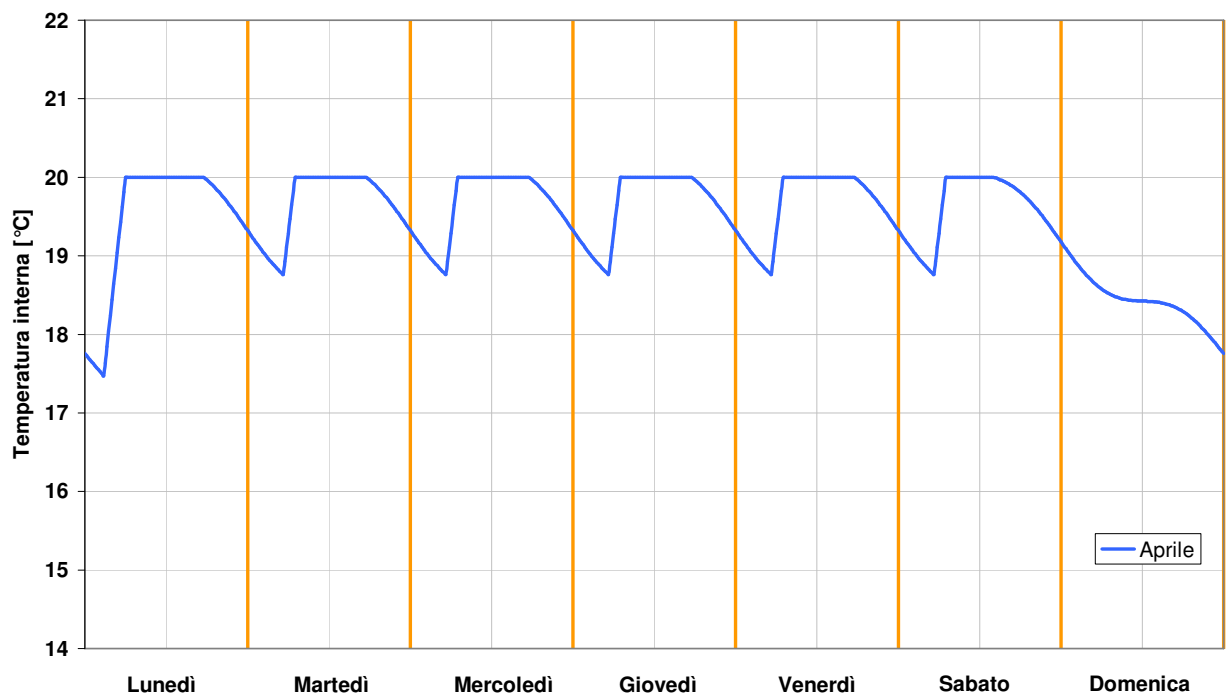
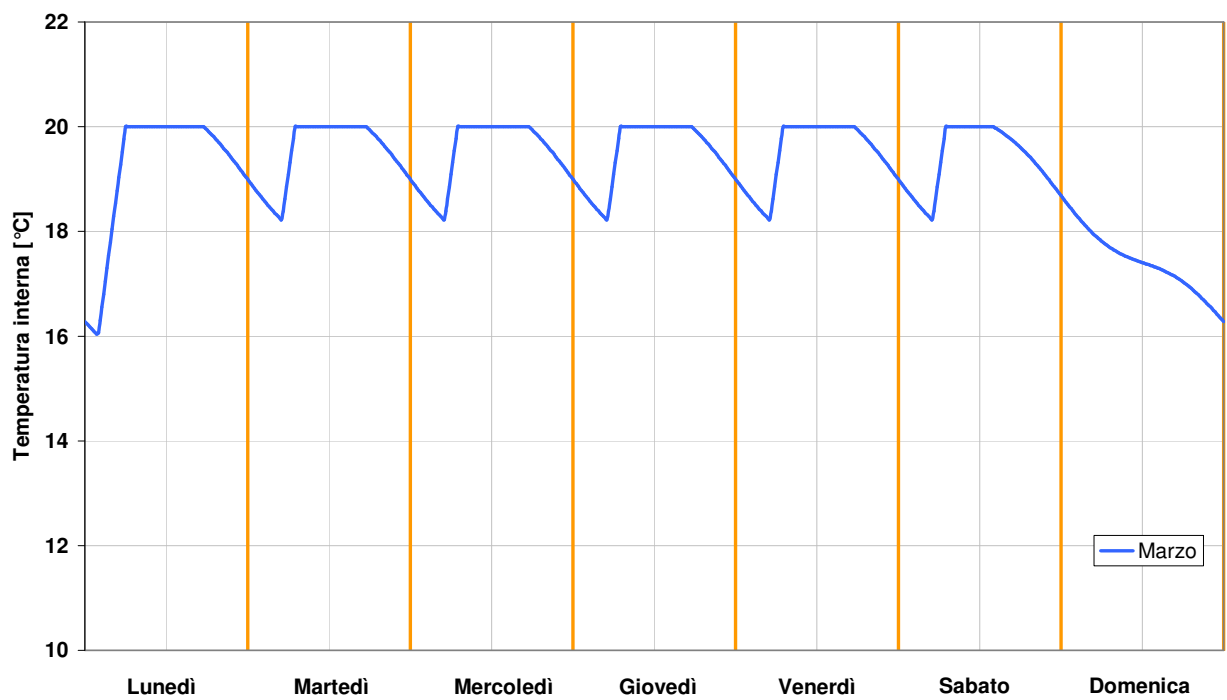
## ANDAMENTO TEMPERATURE INTERNE EDIFICIO IN SETTIMANA TIPO:













## **PROPOSTE DI INTERVENTI DI RIQUALIFICAZIONE:**

Si può osservare che l'andamento della temperatura interna è condizionata dalle condizioni esterne in considerazione dell'inerzia dell'edificio.

Sulla base del rilievo svolto, dalle informazioni acquisite in loco e dai risultati dell'analisi nella situazione attuale si propongono i seguenti interventi di riqualificazione del sistema edificio impianto:

### **INTERVENTI RELATIVI ALL'INVOLUCRO EDILIZIO**

La composizione della muratura (prevalentemente in muratura portante a quattro, tre e due teste di mattoni pieni intonacata internamente ed esternamente) è caratterizzata da buona massa termica ma da non performante valore di trasmittanza media e risulta perciò plausibile immaginare un intervento di riqualificazione tecnologica sulla muratura stessa.

L'ultimo solaio, laterocementizio, può invece essere sottoposto ad un intervento di riqualificazione mediante isolamento dell'infradosso.

Sono presenti alcune finestre con vetro singolo ma la modesta consistenza consiglia la sostituzione in manutenzione ordinaria e non giustifica la valutazione dell'intervento di riqualificazione.

L'intervento sul basamento, utile per i valori di trasmittanza risulta estremamente complesso dal punto di vista realizzativi ed è perciò sconsigliato.

Le risultanze dell'analisi consigliano perciò i seguenti interventi:

#### **Intervento sull'involucro verticale.**

Dal punto di vista energetico nei casi di riqualificazione straordinaria si ha l'obbligo, di rispettare i limiti di trasmittanza attualmente cogenti, fissati dal combinato disposto del D.L. 192/05 e s.m.i. e della normativa regionale. A partire dal 1 gennaio 2008 tale valore è fissato in  $0,34 \text{ W/m}^2\text{K}$  mentre a partire dal 1 gennaio 2010 tale valore scende a  $0,32 \text{ W/m}^2\text{K}$ ; Si consiglia di cercare di ottenere tale valore. Tale valore di trasmittanza è ottenibile attraverso l'uso di cappotto isolante esterno di importante spessore, si ipotizza intorno ai 10 cm, in quanto il materiale utilizzato deve unire caratteristiche di adeguata conducibilità termica ( $\lambda$  in  $\text{W/mK}$ ) con le caratteristiche necessarie per la posa (resistenza agli agenti atmosferici ed al carico meccanico sotto forma di urto)

Le valutazioni del simulatore portano ai seguenti risultati:

Mese	Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Ottobre	Novembre	Dicembre	Totali
Tm [°C]	0,9	3,3	8,4	13,1	12,9	7,1	2,4	
Giorni	31	28	31	15	17	30	31	183
Gradi giorno	592,1	467,6	359,6	103,5	120,7	387,0	545,6	2576,1
Trasmissione [MJ]	151.996,85	126.936,71	109.640,89	37.619,11	43.833,50	111.407,56	145.673,48	727.108,10
Ventilazione [MJ]	39.442,35	30.574,78	21.970,97	5.336,24	6.302,99	24.192,12	35.947,44	163.766,88

FABBISOGNO ENERGETICO STAGIONALE(MJ)	ENERGIA [kWh/a m2]	Risparmio associato all'intervento (MJ)
1.120.144,446	81,86	281.962,923

Come evidenziato la variazione dei consumi è misurabile in una riduzione pari a circa il 20,1 %, mentre l'effetto economico è da stimare, in funzione del combustibile utilizzato.

### **Intervento sul solaio.**

Dal punto di vista energetico nei casi di riqualificazione straordinaria si ha l'obbligo, di rispettare i limiti di trasmittanza attualmente cogenti, fissati dal combinato disposto del D.L. 192/05 e s.m.i. e della normativa regionale. A partire dal 1 gennaio 2008 tale valore è fissato in  $0,32 \text{ W/m}^2\text{K}$  mentre a partire dal 1 gennaio 2010 tale valore scende a  $0,30 \text{ W/m}^2\text{K}$ ; Si consiglia di cercare di ottenere tale valore.

Tale valore di trasmittanza è ottenibile attraverso l'uso di adeguato strato di materiale isolante. Lo spessore dello strato, comunque superiore ai 6 cm, dipende dal materiale utilizzato e specificatamente dal suo valore di conducibilità termica ( $\lambda$  in  $\text{W/mK}$ ) ed alla scelta individuata tra quelle precedentemente esposte.

Le valutazioni del simulatore portano ai seguenti risultati:

Mese	Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Ottobre	Novembre	Dicembre	Totali
Tm [°C]	0,9	3,3	8,4	13,1	12,9	7,1	2,4	
Giorni	31	28	31	15	17	30	31	183
Gradi giorno	592,1	467,6	359,6	103,5	120,7	387,0	545,6	2576,1
Trasmissione [MJ]	158.545,69	132.128,13	112.343,61	38.817,23	44.491,83	122.237,59	150.379,19	758.943,26
Ventilazione [MJ]	39.445,74	30.577,69	21.973,41	5.337,00	6.303,89	24.194,75	35.950,82	163.783,31

<b>FABBISOGNO ENERGETICO STAGIONALE(MJ)</b>	<b>ENERGIA [kWh/a m2]</b>	<b>Risparmio associato all'intervento (MJ)</b>
<b>1.156.330,090</b>	<b>84,50</b>	<b>245.777,279</b>

Come evidenziato la variazione dei consumi è misurabile in una riduzione pari a circa il 17,6 %, mentre l'effetto economico è da stimare, in funzione del combustibile utilizzato

## **INTERVENTI RELATIVI ALL'IMPIANTO**

Alla luce del rilievo eseguito si consiglia di valutare:

- Eventuale riorganizzazione dell'impianto con precisa individuazione delle zone termiche;
- Eventuale adozione di caldaie a condensazione;
- Corretto posizionamento della sonda esterna.

### **Riorganizzazione dell'impianto**

E' necessaria una precisa individuazione delle zone termiche al fine di permettere una gestione accorta e mirata al risparmio energetico ottenibile mediante un uso coerente con le necessità delle zone stesse.

Tale intervento può guidare ulteriori interventi di riqualificazione ma è necessario ed indispensabile, unitamente ad una conoscenza delle modalità di utilizzo dell'edificio.

L'eventuale adozione di caldaie a condensazione è il passo successivo ma va verificato in funzione delle necessità dei terminali scaldanti visto l'impiego massiccio dei ventilconvettori che non sono terminali adeguati all'accoppiamento con la condensazione.

Da rilevare poi che la sonda esterna non è posizionata correttamente e si consiglia perciò uno spostamento immediato.

Nella situazione attuale non è possibile valutare i possibili risparmi indotto.

Dove è certamente possibile lavorare è sulle modalità di utilizzo della struttura, anche mediante una azione di informazione e sensibilizzazione di tutti gli utenti dell'edificio, a partire dagli studenti fino al personale docente e non docente.

Tali campagne, opportunamente realizzate danno in genere ottimi risultati nelle scuole primarie (elementari) creando dei veri e propri ultra del risparmio energetico che spesso portano anche nelle loro famiglie usi più consapevoli.

Le risposte ottenibili su studenti più formati non sempre sono invece soddisfacenti.