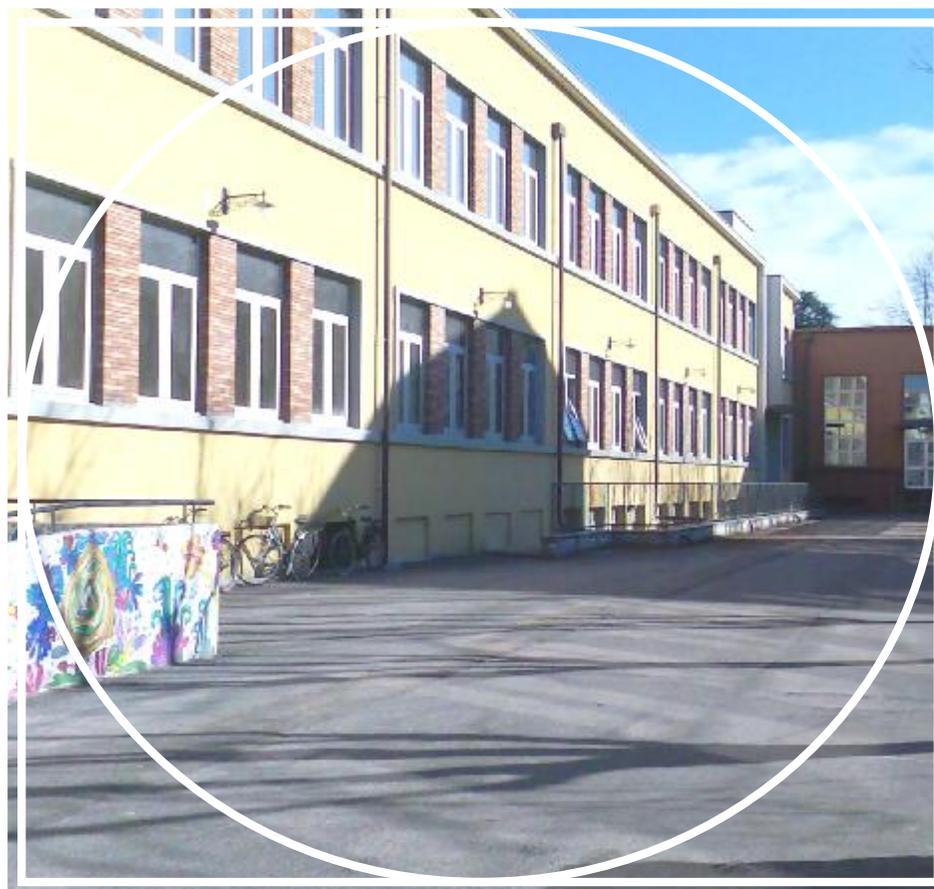




srl  
via Di Vittorio 15 20017 Rho (MI)  
tel. 02.93.90.08.35 fax 02.93.90.45.66



codice edificio	SP07-108-03D
versione	ADT.base-303
redatto	PM 23-mag-08
verificato	PB 29-mag-08
autorizzato	PB 30-mag-08
revisione	

## AUDIT ENERGETICO DI DETTAGLIO

Comune di Concorezzo  
**Scuola primaria Guglielmo Marconi**  
via Marconi

-	<b>introduzione</b>	<u>≥</u>	pag.	3
-	<b>abstract</b>	<u>≥</u>	pag.	4
1	<b>descrizione del sistema edificio-impianto</b>	<u>≥</u>	pag.	5
2	<b>analisi consumi e costi energetici</b>	<u>≥</u>	pag.	18
3	<b>modellazione</b>	<u>≥</u>	pag.	27
4	<b>interventi di riqualificazione</b>	<u>≥</u>	pag.	31
5	<b>impatto ambientale</b>	<u>≥</u>	pag.	44
6	<b>introduzione alla certificazione energetica</b>	<u>≥</u>	pag.	46
7	<b>valutazioni economiche</b>	<u>≥</u>	pag.	48
-	<b>allegati</b>	<u>≥</u>	pag.	54

L'audit energetico è uno strumento, offerto al decisore, per evidenziare e modellare lo stato di salute energetico di un sistema edificio-impianto, individuando le possibili azioni migliorative, in un'ottica economica e finanziaria che cerca di portare all'autosostenibilità delle stesse.

In altri termini, il controvalore economico del risparmio energetico può essere tale da compensare gli ammortamenti delle opere da realizzare.

La riduzione dell'impatto ambientale, misurata in termini di emissioni di CO<sup>2</sup>, è solo una stretta conseguenza della riduzione del fabbisogno di energia primaria del sistema.

Il solo fatto di far meglio comprendere ai gestori ed agli utenti il funzionamento energetico di una struttura, inoltre, può portare ad una maggiore efficienza nell'utilizzo dell'energia.

Metodi ed impostazioni adottati nel presente lavoro vengono illustrati sinteticamente all'inizio di ogni capitolo.

La trattazione tecnica, necessariamente articolata, è preceduta da un abstract, nel quale vengono evidenziati gli elementi più significativi dell'audit, per offrire immediati criteri di analisi e valutazione.





**intervento di riqualificazione energetica**

costo totale dell'intervento	403.000,00 €
extracosto effettivo	262.325,21 €
risparmio economico	18.444,66 €/a
tempo di ritorno semplice	14,22 a

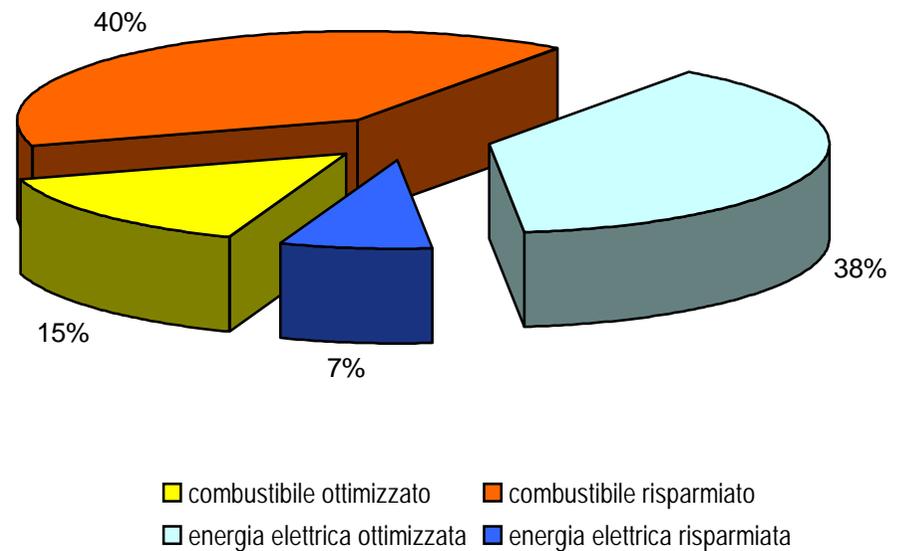
	prima	dopo	
consumi annui per unità di superficie	<b>334</b>	<b>175</b>	kWh/m <sup>2</sup> /a
consumi annui per persona	<b>3.689</b>	<b>1.932</b>	kWh/persona/a

La scuola Marconi è stata costruita nel 1935 e ristrutturata nel 2002, con un intervento che ha riguardato il cambio dei serramenti, la sostituzione di tutti i termosifoni con inserimento di valvole termostatiche, l'installazione degli ascensori.

Gli interventi proposti sono i seguenti:

- isolamento a cappotto delle murature perimetrali
- isolamento dall'esterno della copertura
- completamento della sostituzione dei serramenti
- installazione di generatore di calore a condensazione
- ridimensionamento dei corpi scaldanti nei bagni
- ripristino dell'isolamento in centrale termica.
- boiler in pompa di calore per la produzione di acqua calda sanitaria.

**potenziale economico di risparmio**



La raccolta e l'analisi dei dati, i sopralluoghi, i confronti con i responsabili della gestione dell'edificio: un insieme di informazioni che viene sistematizzato in questa sezione, all'interno della quale il sistema edificio-impianto trova una sua descrizione, funzionale alle analisi successive.

## descrizione del sistema edificio-impianto 5

**caratteristiche generali** [≥](#) pag. 6

**profilo di utilizzo** [≥](#) pag. 7

**involucro edilizio** [≥](#) pag. 8

**carichi termici** [≥](#) pag. 10

**impianto di produzione dell'energia termica** [≥](#) pag. 11

**impianto di riscaldamento** [≥](#) pag. 12

**impianto di produzione acqua calda sanitaria** [≥](#) pag. 13

**impianti ausiliari** [≥](#) pag. 16

**osservazioni** [≥](#) pag. 17

<b>denominazione</b>	Scuola primaria Guglielmo Marconi		
<b>indirizzo</b>	via Marconi, Concorezzo		
<b>destinazione d'uso</b> (rif. DPR 412/93)	E.7 edifici adibiti ad attività scolastiche a tutti i livelli ed assimilabili		▼
<b>modalità gestione edificio</b>	gestione diretta		▼
<b>modalità gestione impianti termici</b>	gestione diretta in economia con terzo responsabile		▼
<b>regime fiscale</b>	IVA non detraibile: costi e tariffe sono indicati IVA compresa	▼	<b>IVA</b>   20% ▼

La scuola è utilizzata da un totale di 230 persone, di cui 212 bambini, 14 insegnanti e 4 persone di servizio. L'apertura giornaliera è di 8 ore per 5 giorni settimanali.

	stagione invernale		stagione estiva		totale	
zona climatica	<b>E</b>					
gradi giorno	<b>2.404</b>					
gradi giorno per destagionalizzazione	riduzione	<b>5%</b>				
temperatura esterna di progetto	<b>-5</b>		<b>32</b>		°C	
umidità relativa esterna di progetto	80%		55%			
temperatura interna di comfort (se controllata)	<b>20</b>				°C	
umidità relativa interna (se controllata)	<b>50%</b>					
temperatura di attenuazione (se controllata)	<b>16</b>				°C	
periodo	<b>15-ott 15-apr</b>		<b>16-apr 14-ott</b>			
durata in giorni	<b>183</b>		<b>182</b>		<b>365</b> giorni	
durata in settimane	<b>26,1</b>		<b>26,0</b>		<b>52,1</b> settimane	
durata in ore	<b>4.392</b>		<b>4.368</b>		<b>8.760</b> ore	
utilizzo ambienti						
ore al giorno	<b>8</b>		<b>8</b>		ore	
giorni a settimana	<b>5,0</b>		<b>5,0</b>		giorni	
giorni di chiusura (oltre alle interruzioni settimanali)	<b>14</b>		<b>30</b>		giorni	
ore totali	<b>966</b>		<b>869</b>		<b>1.834</b> ore	
rapporto a ore massime	22%		20%		21%	
numero medio di presenze	<b>230</b>		<b>180</b>		<b>206,3</b> persone	

La scuola si sviluppa su due piano fuori terra ed un piano interrato adibito a laboratori. Le murature perimetrali portanti sono in laterizio rifinite ad intonaco. I solaio sono in laterocemento: quello del piano interrato affaccia su vespaio areato, mentre la copertura piana è rifinita con un sistema costruttivo (denominato "De Carlini") tale da creare un tetto ventilato con rifinitura in piastrelle di cls e graniglia. I serramenti, di recente sostituzione, sono in alluminio con vetrocamera 4-6-4. Nella palestra i serramenti sono in alluminio con vetro singolo.

**dati geometrici**

		S	V
		m <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>
1	scuola	<b>2.031</b>	<b>7.619</b>
2	palestra	<b>246</b>	<b>1.602</b>
3			
superficie e volumi netti totali riscaldati		<b>2.277</b>	<b>9.221</b>
coefficiente di correzione da netto a lordo		<b>15%</b>	<b>15%</b>
superficie e volumi lordi totali riscaldati		<b>2.679</b>	<b>10.848</b>



zone funzionali o strutturali	1 scuola	2 palestra	3
<b>struttura edilizia</b>			
anno di realizzazione	1935	1935	
anno di ristrutturazione	2002		
tecnologia costruttiva	struttura in laterizio	▼ struttura in laterizio	▼
<b>strutture opache</b>			
tamponamenti	cassavuota senza isolamento termico	▼ cassavuota senza isolamento termico	▼
percentuale indicativa	100%	100%	0%
tamponamenti		▼	▼
percentuale indicativa	0%	0%	0%
copertura	piana non coibentata	▼ piana non coibentata	▼
solaio verso terra	vespaio, senza isolamento termico	▼ vespaio, senza isolamento termico	▼
<b>superfici vetrate</b>			
vetro	vetrocamera 4-9-4	▼ vetro singolo	▼
telaio	alluminio senza taglio termico	▼ alluminio senza taglio termico	▼
percentuale indicativa	100%	100%	0%
vetro		▼	▼
telaio		▼	▼
percentuale indicativa	0%	0%	0%

Una volta definito geometricamente e tipologicamente, il sistema edificio-impianto può essere oggetto di una valutazione preliminare dei carichi termici, per apprezzare il dimensionamento in termini di potenza dei componenti per la produzione di energia termica. Ove significativo, l'analisi viene effettuata anche per il regime estivo. Il risultato viene ripreso nella sezione relativa agli interventi di riqualificazione, per confrontare i dati di potenza tra stato di fatto, modello e situazione riqualificata.

**zone termiche**

**riscaldamento**

**raffrescamento**

zona		S m <sup>2</sup>	V m <sup>3</sup>	T <sub>inv</sub> °C	Ps, risc. W/m3	Pt, risc. kW	cnt	Pt, risc.,cnt kW	Test °C	Ps, raff. W/m3	Pt, raff. kW	cnt	Pt, raff.,cnt kW
1	scuola	2.031	7.619	20	30	229	100%	229			0	100%	0
2	palestra	246	1.602		25	40	100%	40			0	100%	0
3		0	0		0	0	0%	0			0	0%	0

**altre utenze**

					0	0%		0			0	0%	0
					0	0%		0			0	0%	0
					0	0%		0			0	0%	0
					0	0%		0			0	0%	0
					0	0%		0			0	0%	0

**totali**

						269		269			0		0
--	--	--	--	--	--	-----	--	-----	--	--	---	--	---

Con insolita configurazione, la centrale termica contiene 3 generatori di calore, di tipo standard: uno dedicato alla scuola Marconi, uno per la palestra ed uno per la contigua scuola dell'infanzia De Amicis.  
 Il funzionamento dell'impianto è programmato nella palestra per 10 ore al giorno, nella parte scolastica per 14 ore al giorno.  
 I rendimenti di combustione, desunti dal libretto di centrale, rispettano i limiti di legge.

anno di realizzazione dell'impianto termico 1990  
 attuale alimentazione dell'impianto termico gas metano ▼

**generatori di calore**

n - anno	tipologia	materiale	camera	funzione	potenza focolare	utile	rendimento di combustione						
							kw	kw	mis. 1	mis. 2	limite	verifica	
1 <span style="background-color: yellow;">1990</span>	standard	▼ acciaio	▼ pressurizzata	▼ riscaldamento	▼	500,0	450,0	94,0%	94,9%	87,2%	OK!	94,5%	
2 <span style="background-color: yellow;">1990</span>	standard	▼ acciaio	▼ pressurizzata	▼ riscaldamento	▼	125,0	112,7	94,6%	94,0%	86,1%	OK!	94,3%	
3 <span style="background-color: yellow;"></span>		▼	▼	▼	▼					0,0%			
4 <span style="background-color: yellow;"></span>		▼	▼	▼	▼					0,0%			
<b>totale</b>						<b>625,0</b>	<b>562,7</b>					<b>medio</b>	<b>94,4%</b>

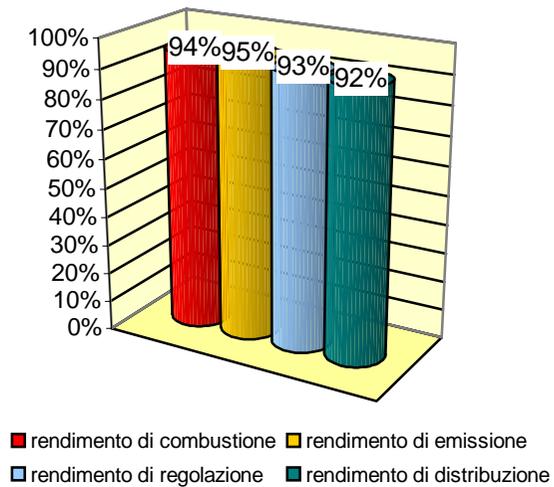
I rendimenti di combustione misurati risultano superiori ai limiti di legge. ▼



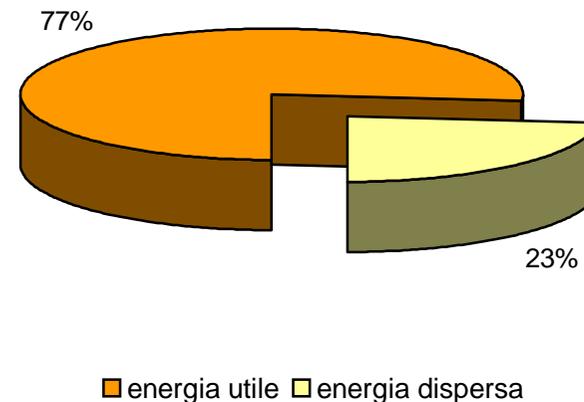
I nuovi radiatori della scuola sono in acciaio, del tipo a colonnine, dotati di valvole termostatiche; la palestra è riscaldata mediante una termoventilante, posta al piano interrato, con canali a vista in ambiente.  
 Il rendimento energetico istantaneo globale viene calcolato considerando il rendimento di combustione misurato del generatore di calore ed i rendimenti da norme UNI per terminali, regolazione e distribuzione.

terminali in ambiente	radiatori	rendimento di emissione (UNI 10348)	<b>95%</b>
sistema di regolazione	di zona senza pre-regolazione / reg. on-off	rendimento di regolazione (UNI 10348)	<b>93%</b>
rete di distribuzione	rete interna, distribuzione non coibentata	rendimento di distribuzione (UNI 10348)	<b>92%</b>
rendimento istantaneo globale (emissione * regolazione * distribuzione * combustione medio)			<b>77%</b>

rendimento dei componenti del sistema di riscaldamento



rendimento energetico istantaneo globale



La produzione di acqua calda sanitaria viene garantita mediante boiler ad alimentazione elettrica nei bagni, della capacità di 50 litri l'uno. Nel vano tecnico del piano interrato è posizionato un serbatoio da 500 litri, sempre ad alimentazione elettrica, a servizio della palestra.

<b>impianto</b>	temperatura utilizzo	<b>45</b> °C	temperatura accumulo	<b>60</b> °C	
tipologia di impianto	riscaldamento diretto elettrico			rendimento stimato	<b>95%</b>
accumulo	serbatoio con isolamento termico standard				
		capacità totale	<b>600</b> l	rendimento stimato	<b>90%</b>
rete di ricircolo	assente			rendimento stimato	<b>100%</b>
				rendimento globale stimato	<b>86%</b>

In questa sezione si procede anche ad una ricostruzione del fabbisogno di acqua calda sanitaria e del relativo consumo di energia primaria. Si pone in evidenza anche l'andamento stagionale dei consumi, evidenziando una riduzione degli stessi nel periodo estivo. Considerando anche l'utilizzo della palestra per attività extrascolastiche, il fabbisogno rimane comunque modesto.

### fabbisogno idrico

	consumo giornaliero a persona	numero di persone	consumo giornaliero totale		consumo massimo mensile	
	<i>l/g/persona</i>		<i>l/g</i>	<i>giorni/mese</i>	<i>l/mese</i>	
<b>RESIDENZE</b>		206,3	0	31	0	
<b>CASA DI CURA</b>		206,3	0	31	0	
<b>UFFICI</b>		206,3	0	26	0	
<b>SCUOLE</b>	1	206,3	206	22	4.539	
<b>ALBERGO</b>		206,3	0	31	0	
<b>RISTORANTE o MENSA</b>						
numero di pasti		206				
preparazione	<i>l/pasto</i>	0				
lavaggio	<i>l/pasto</i>	0	0	22	0	
<b>IMPIANTO SPORTIVO</b>						
		uso 1	uso 2	partite		
consumo procapite	<i>l</i>	30	0	0		
utenti		10	0	0		
consumo per utilizzo	<i>l</i>	300	0	0		
numero massimo di utilizzi mensile		20	0	0	194	31
<b>ALTRI UTILIZZI</b>						
lavanderia					0	22
centro cottura					0	22
impianto industriale					0	22
bar					0	26
<b>TOTALE</b>					400	10.539

**fabbisogno energetico**

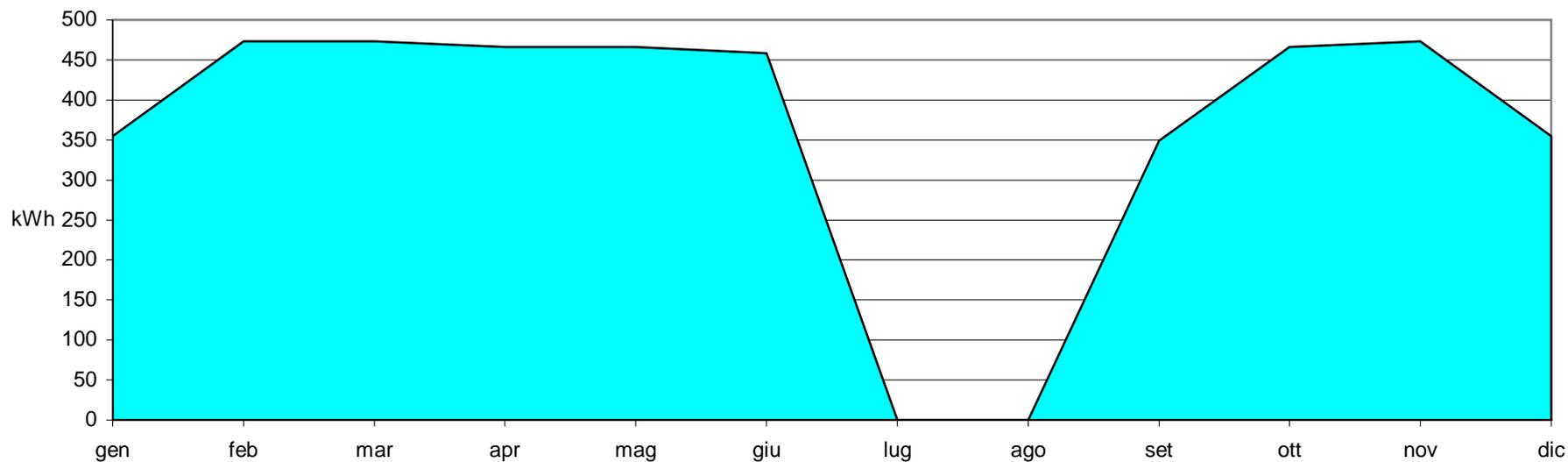
tipologia di utilizzo

scuola



		fattore di carico	fabbisogno idrico	temperatura ingresso	energia utile	contributo solare	energia primaria	energia elettrica
			<i>l</i>	<i>°C</i>	<i>kWh</i>	<i>kWh</i>	<i>kWh</i>	<i>kWh</i>
1	gen	75%	7.904	12,0	303	0	0	355
2	feb	100%	10.539	12,0	404	0	0	473
3	mar	100%	10.539	12,0	404	0	0	473
4	apr	100%	10.539	12,5	398	0	0	466
5	mag	100%	10.539	12,5	398	0	0	466
6	giu	100%	10.539	13,0	392	0	0	459
7	lug	0%	0	13,0	0	0	0	0
8	ago	0%	0	13,0	0	0	0	0
9	set	75%	7.904	12,5	299	0	0	349
10	ott	100%	10.539	12,5	398	0	0	466
11	nov	100%	10.539	12,0	404	0	0	473
12	dic	75%	7.904	12,0	303	0	0	355
totale		77%	97.487		3.706	0	0	4.334

**fabbisogno energetico per la produzione di acqua calda sanitaria**



Nell'edificio non sono presenti impianti ausiliari di particolare rilevanza dal punto di vista energetico.

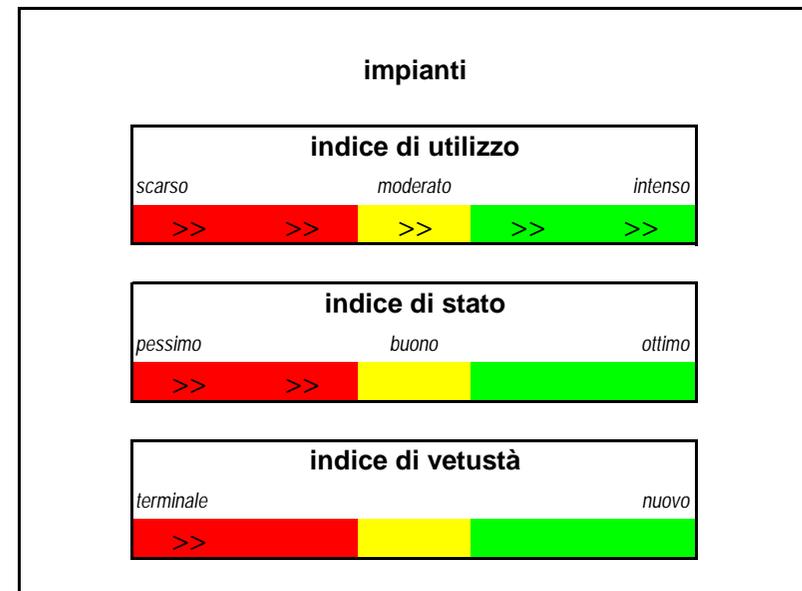
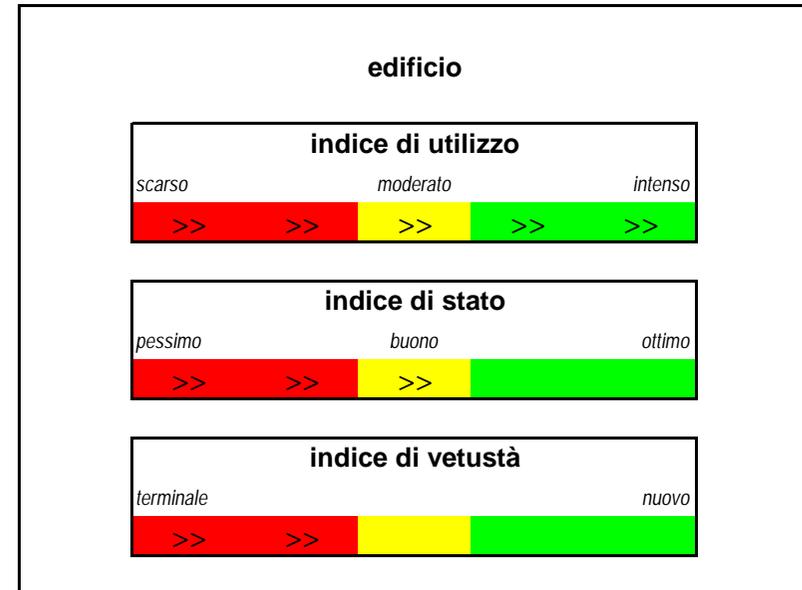
impianto di ventilazione	assente			
impianto di condizionamento	assente			
superficie e volume condizionati	0	m <sup>2</sup>		m <sup>3</sup>
impianto solare termico	assente			
superficie utile collettori	0,0	m <sup>2</sup>		
orientamento e inclinazione				
resa annua unitaria e totale massima	0	kWh/m <sup>2</sup>	0	kWh
rendimento impianto solare	0%			
resa annua totale netta	0	kWh		
impianto solare fotovoltaico	assente			
potenza di picco	0,0	kW		
orientamento e inclinazione				
resa annua unitaria e totale massima	0	kWh/kW	0	kWh
rendimento impianto solare	0%			
resa annua totale netta	0	kWh		

La scuola si presenta in buono stato di conservazione a livello strutturale, grazie anche ai recenti interventi di riqualificazione.

Dal punto di vista energetico, invece, le caratteristiche delle pareti e della copertura non consentono un buon livello di prestazione.

Si osserva che i corpi scaldanti nei bagni sono sovradimensionati e privi di valvole termostatiche, portando al classico sistema di termoregolazione "a finestra".

L'impianto termico richiede significativi interventi di riqualificazione, a partire dai generatori di calore e fino ai canali della palestra, privi di coibentazione nell'attraversamento di ambienti non di pertinenza.



La raccolta e la sistematizzazione dei dati di consumo del sistema edificio-impianto si rivela spesso un'attività difficile, soprattutto in situazioni in cui i temi energetici non sono mai stati posti in primo piano.

Le bollette vengono registrate attraverso un software dedicato: ABC, Analisi Bollette e Consumi. I report di ABC vengono riportati in allegato, mentre nelle pagine seguenti si evidenziano i risultati analizzati.

I consumi (destagionalizzati, nel caso dell'energia termica) vengono posti a base delle valutazioni economiche delle sezioni successive.

Per rendere l'analisi più attuale, si considerano le tariffe energetiche applicate sul territorio nel periodo di redazione dell'Audit: i costi annuali vengono calcolati di conseguenza.

Per quanto riguarda l'energia elettrica, si considera una tariffa prudenziale, senza considerare i costi per l'energia reattiva: si suppone quindi che l'impianto non necessiti di rifasamento.

## analisi consumi e costi energetici 18

fornitura energia termica > pag. 19

analisi utilizzi > pag.

fornitura energia elettrica > pag.

analisi utilizzi > pag.

riassunto > pag.

Sono stati calcolati i consumi relativi agli ultimi 3 anni. L'impianto termico serve sia la scuola Marconi, sia la materna adiacente: per tal motivo i consumi sono stati ripartiti tra le due scuole in funzione del volume. Secondo tale criterio, alla scuola Marconi viene associato l'81% dei consumi totali.

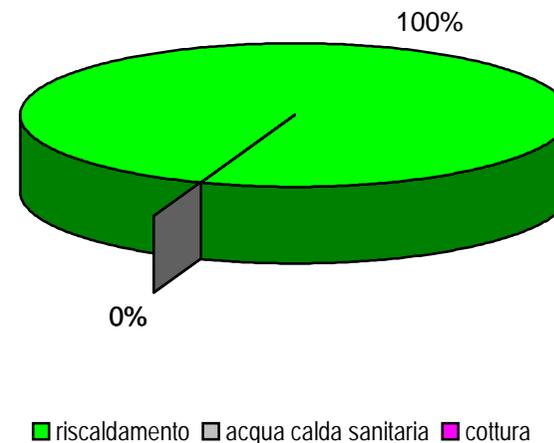
consumo medio destagionalizzato	75.874 m <sup>3</sup> /a	727.627 kWh/a
costo unitario energia	63,1650 c€/m <sup>3</sup>	6,5865 c€/kWh
costo totale a tariffa attuale	47.925,50 €/a	

L'energia termica viene utilizzata dal sistema edificio-impianto per la sola funzione di riscaldamento degli ambienti.

superficie e volume di riferimento 2.277 m<sup>2</sup>    9.221 m<sup>3</sup> persone utilizzanti la struttura 206

funzione	fabbisogno			costo				
	kWh/a	kWh/a/m <sup>2</sup>	kWh/a/m <sup>3</sup>	kWh/a/p.	€/a	€/a/m <sup>2</sup>	€/a/m <sup>3</sup>	€/a/p.
riscaldamento	727.627	320	79	3.527	47.926	21,04	5,20	232,28
acqua calda sanitaria	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00
cottura		0	0	0	0	0,00	0,00	0,00
condizionamento		0	0	0	0	0,00	0,00	0,00
utilizzi industriali		0	0	0	0	0,00	0,00	0,00
<b>totale stimato</b>	<b>727.627</b>	<b>320</b>	<b>79</b>	<b>3.527</b>	<b>47.926</b>	<b>21,04</b>	<b>5,20</b>	<b>232,28</b>

fabbisogno di energia primaria suddiviso per funzione



Sono stati analizzati i dati di consumo degli ultimi tre anni.

consumo medio	121.951 kWh/a
costo unitario energia	19,0000 c€/kWh
costo totale a tariffa attuale	23.170,69 €/a



			classe energetica	energia consumata	quantità	dispositivi automatici di controllo	energia consumata totale	parametro di ritaratura	energia consumata totale
				kWh/a		1=SI	kWh/a		kWh/a
<b>utenze domestiche o assimilate</b>									
tv a tubo catodico	▼	G o nc	▼	0	0		0		0
	▼	G o nc	▼	0	0		0		0
	▼	G o nc	▼	0	0		0		0
	▼	G o nc	▼	707	1		707	5%	35
	▼	G o nc	▼	0	0		0		0
	▼	G o nc	▼	0	0		0		0
	▼	G o nc	▼	0	0		0		0
									0
									0
									35

<b>tecnologie dell'informazione</b>									
fotocopiatore	▼	G o nc	▼	1.886	1		1.886	50%	943
pc con schermo a tubo catodico	▼	G o nc	▼	943	26		24.522	50%	12.261
stampante laser monoutente	▼	B	▼	622	11		6.846	10%	685
stampante laser di rete	▼	B	▼	996	2		1.991	5%	100
	▼	B	▼	0	0		0	15%	0
	▼	B	▼	0	0		0	0%	0
	▼	G o nc	▼	707	0		0	0%	0
									0
									0
									0
									13.988

**illuminazione**

destinazione d'uso (rif. DPR 412/93) **E.7 edifici adibiti ad attività scolastiche a tutti i livelli ed assimilabili**

superficie e volume di riferimento **2.277 m<sup>2</sup> 9.221 m<sup>3</sup> ore annue di utilizzo degli ambienti 1.834 ore**

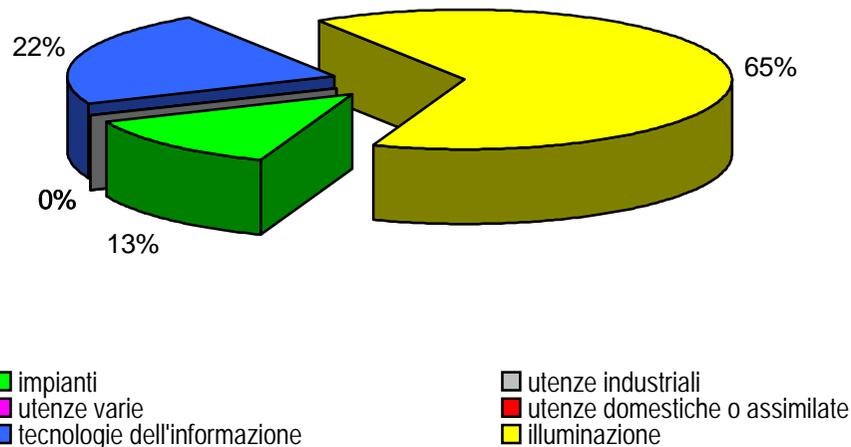
densità di illuminazione **12,5 W/m<sup>2</sup>**

	quota di installazione	superficie interessata m <sup>2</sup>	densità di illuminazione W/m <sup>2</sup>	potenza media unitaria W	numero di lampade	potenza totale W	ore annue di utilizzo dell'edificio	dispositivi automatici di controllo 1=SI	quota a pieno carico nel periodo di utilizzo ore annue equivalenti di funzionamento a pieno carico	energia consumata kWh	potenziale di risparmio: controllo automatico potenziale di risparmio: sostituzione lampada	potenziale di risparmio totale kWh	
incandescenza	0%	0	13	60	0	0	1.834		75%	1.376	20%	81%	0
alogene	0%	0	13	150	0	0	1.834		75%	1.376	20%	78%	0
scarica (sodio)	0%	0	13	9000	0	0	1.834		25%	459	20%	69%	0
fluorescenti a tubi	100%	2277	13	36	791	28.467	1.834		75%	1.376	20%	0%	7.832
fluorescenti compatte	0%	0	13	20	0	0	1.834		75%	1.376	20%	0%	0
esterni				150	3	450	2.920		100%	2.920	20%	0%	263
<b>totale</b>					<b>794</b>	<b>28.917</b>				<b>40.476</b>			<b>8.095</b>

superficie e volume di riferimento	2.277 m <sup>2</sup>	9.221 m <sup>3</sup>	persone utilizzanti la struttura	206
------------------------------------	----------------------	----------------------	----------------------------------	-----

funzione	fabbisogno				costo			
	kWh/a	kWh/a/m <sup>2</sup>	kWh/a/m <sup>3</sup>	kWh/a/p.	€/a	€/a/m <sup>2</sup>	€/a/m <sup>3</sup>	€/a/p.
impianti	8.118	3,56	0,88	39,34	1.542	0,68	0,17	7,48
utenze industriali	0	0,00	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0,00
utenze varie	0	0,00	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0,00
utenze domestiche o assimilate	35	0,02	0,00	0,17	7	0,00	0,00	0,03
tecnologie dell'informazione	13.988	6,14	1,52	67,80	2.658	1,17	0,29	12,88
illuminazione	40.476	17,77	4,39	196,18	7.690	3,38	0,83	37,27
<b>totale stimato</b>	<b>62.618</b>	<b>27,50</b>	<b>6,79</b>	<b>303,49</b>	<b>11.897</b>	<b>5,22</b>	<b>1,29</b>	<b>57,66</b>
totale rilevato	121.951							
scostamento	-48,7%							

fabbisogno di energia elettrica suddiviso per funzione



L'analisi dei consumi porta ai seguenti dati essenziali.

Per quanto riguarda l'energia elettrica, la conversione ad energia primaria viene effettuata considerando il rendimento medio del sistema elettrico nazionale (SEN), pari a 0,36.

fabbisogno annuo di energia primaria da combustibile, per la sola funzione riscaldamento	727.627 kWh/a
fabbisogno annuo di energia primaria da combustibile	727.627 kWh/a
fabbisogno annuo di energia elettrica	121.951 kWh/a
fabbisogno annuo di energia primaria da energia elettrica	338.753 kWh/a
fabbisogno annuo di energia primaria totale	1.066.380 kWh/a
costo annuo destagionalizzato ed indicizzato per energia primaria da combustibile	47.925,50 €/a
costo annuo indicizzato per energia elettrica	23.170,69 €/a
costo annuo destagionalizzato ed indicizzato totale	71.096,19
costo unitario energia primaria da combustibile	63,1650 c€/kWh
costo unitario energia elettrica	19,0000 c€/kWh

Per procedere a valutazioni sufficientemente accurate sugli interventi di riqualificazione energetica del sistema edificio-impianto, è necessario padroneggiarne le caratteristiche termofisiche attraverso un modello di calcolo. Si utilizza il metodo di calcolo proposto dalle norme tecniche UNI EN 832.

Il modello considera anche il tempo effettivo di riscaldamento, a differenza dei metodi utilizzati per la certificazione energetica, i quali presuppongono un regime stazionario.

**distribuzione delle dispersioni** > pag. 28

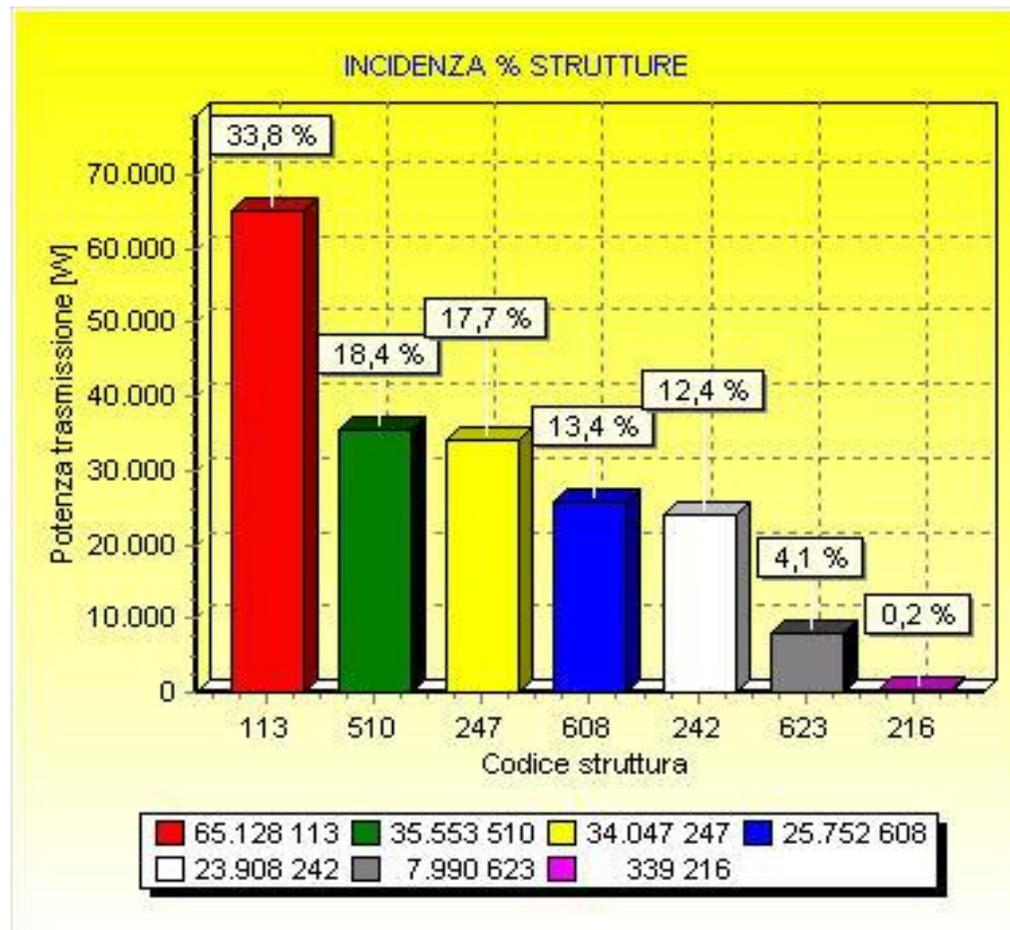
**flussi energetici** > pag. 29

**risultati del modello** > pag. 30

Costruita negli anni '70, la scuola elementare è realizzata con metodi costruttivi tradizionali. Le maggiori dispersioni termiche derivano dalle murature perimetrali (struttura 113) in laterizi pieni portanti.

Il solaio verso vespaio (struttura 510) e i serramenti (struttura 247) hanno una buona incidenza sulle dispersioni termiche: il primo è difficile da isolare, i secondi sono già di buona qualità.

La copertura in laterocemento (struttura 608) con rifinitura secondo il metodo "De Carlini" sulla scuola e quella della palestra (struttura 623) rifinita in bitume, costituisce una buona percentuale di dispersione termica sul totale.



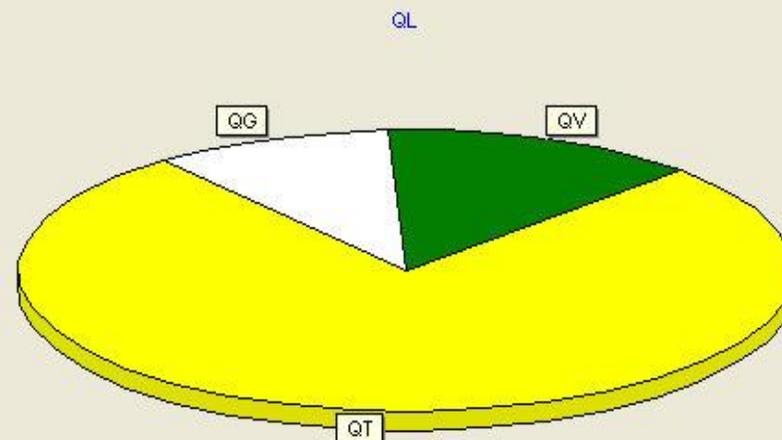
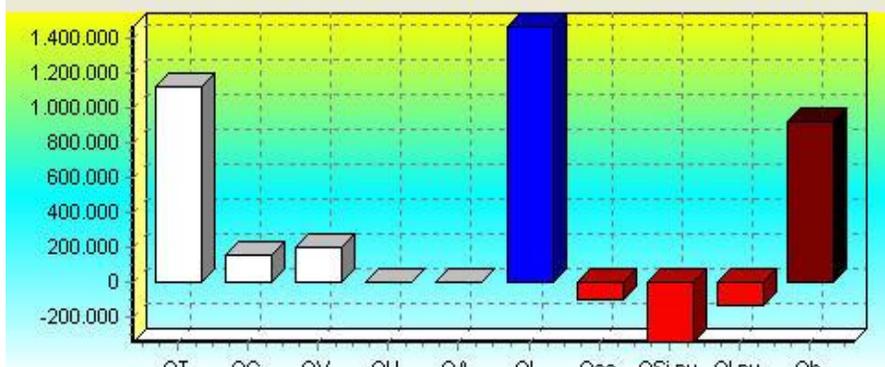
Si riportano i flussi energetici del sistema edificio-impianto, nella modellazione dello stato di fatto.

	Ott	Nov	Dic	Gen	Feb	Mar	Apr	▼	%	energia [MJ]
<b>QT</b>	80517	157137	226788	245575	191508	144930	77919	1124375	+ 77	energia scambiata per trasmissione con l'esterno
<b>QG</b>	21392	20702	21392	21392	19321	21392	20702	146291	+ 10	energia scambiata per trasmissione con il terreno
<b>QV</b>	13931	27188	39239	42490	33135	25076	13482	194542	+ 13	energia scambiata per ventilazione/infiltrazione
<b>QU</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	+ 0	energia scambiata con ambienti non riscaldati
<b>QA</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	+ 0	energia scambiata con ambienti a temperatura fissata
<b>QL</b>	115839	205027	287419	309457	243965	191397	112103	1465207	----	energia scambiata totale: (QT+QG+QU)+QV+QA
<b>QI</b>	19185	19185	19185	19185	19185	19185	19185	134294	- 9	apporti energia dovuti a sorgenti interne
<b>QSi</b>	57889	33361	27993	30319	42972	71675	84892	349101	- 24	apporti energia radiaz. solare (componenti trasparenti)
<b>QSe</b>	17019	9230	7477	8331	12463	22360	28948	105828	- 7	apporti energia radiaz. solare (componenti opachi)
<b>Qh</b>	33872	143720	232853	251707	169860	83905	0	915917		fabbisogno energetico utile in condizioni ideali
<b>Qhvs</b>	29714	127628	208481	225588	150643	73073	0	815128		fabbisogno energetico utile in regime non continuo
<b>Qhr</b>	32242	138485	226216	244779	163459	79289	0	884470		fabbisogno energetico utile in condizioni reali
<b>Qp</b>	34668	148909	243243	263203	175762	85257	0	951043		energia termica fornita dal sistema di produzione
<b>Qe</b>	1694	6649	10244	11093	7994	4980	0	42655		energia primaria per il funzionamento degli ausiliari
<b>Qc</b>	55233	194153	299118	321116	221744	125006	0	1216370		energia primaria richiesta dal sistema di produzione
<b>Q*</b>	56927	200803	309362	332209	229738	129986	0	1259025		fabbisogno complessivo mensile di energia primaria

(\*) parziali di calcolo di ng

**Q = fabb. stagionale energia primaria (per EPci) [MJ]=** 152 6904

**Q<sub>R</sub> = fabb. stagionale energia primaria (per ng) [MJ]=** 12 59025



I parametri di modellazione vengono opportunamente dosati, per avvicinarsi ai fabbisogni energetici effettivi del sistema edificio-impianto. I risultati che vengono riassunti in questa pagina sono posti a base delle successive analisi energetiche ed economiche. Fabbisogni riferiti al sistema edificio-impianto.

	<b>fabbisogni rilevati</b>	scostamento	<b>fabbisogni modellati</b>	scostamento	<b>scelta di riferimento</b>
	kWh/a	>	kWh/a	>	kWh/a
energia primaria per il riscaldamento	727.627	-54%	337.881	25%	422.351
energia primaria per acqua calda sanitaria	0		0		0
energia primaria da combustibile totale	727.627		337.881		422.351
energia elettrica	121.951				121.951
energia primaria da energia elettrica	338.753				338.753
energia primaria totale	1.066.380				761.103
variazione per scelta di riferimento rispetto al fabbisogno modellato, per la sola funzione riscaldamento				25%	

Si osserva un fabbisogno rilevato decisamente superiore al risultato del modello, segno inequivocabile di una cattiva gestione dell'impianto termico. Per le considerazioni economiche, il valore del modello viene incrementato di una percentuale significativa ma comunque prudente.

Eccoci allo snodo fondamentale dell'audit: in possesso di un'accurata analisi del sistema edificio-impianto, è possibile ipotizzare alcuni interventi di riqualificazione energetica, con stretto riferimento alle specificità del sito in oggetto.

La stima del risparmio energetico viene effettuata assegnando agli interventi edilizi una percentuale del risparmio ottenuto con l'intervento globale.

L'approccio parziale (valutazione indipendente dei risparmi di ogni intervento) porterebbe infatti ad una sovrastima dei risparmi.

Solo di questo intervento si riporta un'analisi finanziaria dettagliata.

I risparmi, per prudenza, vengono calcolati sul modello.

Per quanto riguarda i costi degli interventi, si considera una quota di questi comunque da sostenere (ammortamenti), in virtù della durata comunque finita delle parti dell'edificio e degli impianti, a condizione di mantenerne integra la rispondenza alle esigenze funzionali. Agli ammortamenti vengono sommati, ove disponibili, contributi in conto capitale per il tipo specifico di intervento.

<b>interventi di riqualificazione</b>	pag.	31
<b>parametri di riferimento</b>	pag.	32
<b>intervento info-culturale</b>	pag.	33
<b>intervento gestionale</b>	pag.	34
<b>interventi sull'involucro edilizio</b>	pag.	35
<b>interventi sugli impianti meccanici</b>	pag.	36
<b>interventi sull'impianto elettrico</b>	pag.	37
<b>intervento integrato</b>	pag.	38
<b>riepilogo interventi</b>	pag.	39
<b>verifica potenza termica</b>	pag.	43

Per le valutazioni energetiche ed economiche degli interventi di riqualificazione si utilizzano i parametri accanto riportati, frutto delle considerazioni tratteggiate nelle sezioni precedenti.  
I valori si intendono riferiti allo stato di fatto, opportunamente tarato.

**energia per riscaldamento e acqua calda sanitaria**

energia primaria	422.351 kWh/a
costo unitario energia primaria	6,5865 c€/kWh
costo destagionalizzato ed indicizzato per energia primaria	22.254,67 €/a

**energia elettrica**

energia elettrica	121.951 kWh/a
costo unitario energia elettrica	19,0000 c€/kWh
energia primaria per la produzione di energia elettrica	338.753 kWh/a
costo indicizzato per energia elettrica	23.170,69 €/a

**energia primaria totale**

energia primaria	761.103 kWh/a
costo destagionalizzato ed indicizzato totale	45.425,36 €/a

L'esperienza comune insegna che, nella maggior parte delle persone, non è radicata una sufficiente attenzione all'utilizzo razionale dell'energia.

Nel caso specifico, occorre considerare anche un fattore moltiplicante di quanto sopra detto, vale a dire la specificità della cosa pubblica.

Si ritiene quindi proponibile, sfruttando magari l'avviamento inerziale degli Audit, una campagna di informazione degli utenti e dei responsabili di gestione, con la presunzione di offrire un contributo allo sviluppo culturale in campo energetico.

L'intervento può essere effettuato con i seguenti strumenti:

- predisposizione di scheda sintetica con le risultanze principali degli audit, ponendo in particolare evidenza i potenziali di risparmio
- distribuzione di schede tecniche informative
- incontro tra ufficio tecnico comunale, responsabili della gestione dell'edificio e responsabili ed addetti della manutenzione degli impianti.

Si stima che tale intervento possa immediatamente avere una ricaduta positiva sulla gestione energetica del sistema edificio-impianto, a fronte di costi piuttosto contenuti (stampa e distribuzione schede).

I risparmi vengono calcolati sullo stato di fatto.

**costo totale dell'intervento** 500,00 €  
 compresi IVA, oneri tecnici, oneri accessori

**risparmio di energia primaria da combustibile** 12.671 kWh/a  
 in percentuale sul totale 3%

**risparmio di energia elettrica** 3.659 kWh/a  
 in percentuale sul totale 3%

**risparmio economico** 1.529,67 €/a  
 in percentuale sul totale 2%

**tempo di ritorno semplice** 0,3 a

Le modalità di gestione del sistema edificio-impianto, rilevato nel corso dei sopralluoghi, evidenziano significativi spazi per un miglioramento energetico.

Oltre ai confronti con i gestori e con i responsabili degli impianti - così come proposto nel capitolo precedente - si propone di mettere in campo alcuni semplici strumenti per offrire consapevolezza ed elementi decisionali:

- data logger, per la registrazione programmata delle temperature in ambiente ed all'esterno
- sistema di telegestione, per remotare l'attivazione dei principali componenti dell'impianto termico

Si stima che tale intervento possa immediatamente avere una ricaduta positiva sulla gestione energetica del sistema edificio-impianto, a fronte di costi piuttosto contenuti.

I risparmi vengono calcolati sullo stato di fatto.

**costo totale dell'intervento** 1.000,00 €  
 compresi IVA, oneri tecnici, oneri accessori

**risparmio di energia primaria da combustibile** 42.235 kWh/a  
 in percentuale sul totale 10%

**risparmio di energia elettrica** 6.098 kWh/a  
 in percentuale sul totale 5%

**risparmio economico** 3.940,37 €/a  
 in percentuale sul totale 6%

**tempo di ritorno semplice** 0,3 a

Per l'involucro edilizio si prevedono i seguenti interventi:

- isolamento delle murature perimetrali mediante rivestimento a cappotto con 8cm di polistirene espanso
- isolamento della copertura dall'esterno sia della palestra che del corpo scolastico con 10cm di isolante
- sostituzione dei serramenti a vetro singolo con serramenti in alluminio TT e vetrocamera bassoemissivo.

<b>costo totale dell'intervento</b>	365.268,11 €
compresi IVA, oneri tecnici, oneri accessori	
<b>ammortamenti e contributi</b>	127.843,84 €
in percentuale sul totale	35%
<b>extracosto effettivo</b>	237.424,27 €
<b>risparmio di energia primaria da combustibile</b>	147.823 kWh/a
in percentuale sul totale	35%
<b>risparmio di energia elettrica</b>	0 kWh/a
in percentuale sul totale	0%
<b>durata delle opere</b>	40 a
<b>differenza costi per manutenzione</b>	0,00 €/a
con il segno positivo si intendono i risparmi	
<b>risparmio economico</b>	9.736,42 €/a
in percentuale sul totale	21%
<b>tempo di ritorno semplice</b>	24,4 a
<b>energia primaria totale risparmiata</b>	5.912.910 kWh
<b>costo unitario dell'energia risparmiata</b>	4,0154 c€/kWh

Per l'impianto meccanico si prevedono i seguenti interventi:

- installazione di un generatore di calore a condensazione, con messa in parallelo dei circuiti scuola e palestra e regolazione in cascata di uno dei generatori esistenti, che rimarrà in esercizio con funzione di picco e riserva
- ridimensionamento dei corpi scaldanti nei bagni ed installazione di valvole termostatiche
- ripristino dell'isolamento termico delle tubazioni in centrale
- isolamento termico del canale della termoventilante palestra
- boiler in pompa di calore per la produzione di acqua calda sanitaria.

<b>costo totale dell'intervento</b>	36.231,06 €
compresi IVA, oneri tecnici, oneri accessori	
<b>ammortamenti e contributi</b>	12.680,87 €
in percentuale sul totale	35%
<b>extracosto effettivo</b>	23.550,19 €
<b>risparmio di energia primaria da combustibile</b>	105.588 kWh/a
in percentuale sul totale	25%
<b>risparmio di energia elettrica</b>	6.098 kWh/a
in percentuale sul totale	5%
<b>durata delle opere</b>	20 a
<b>differenza costi per manutenzione</b>	-100 €/a
con il segno positivo si intendono i risparmi	
<b>risparmio economico</b>	8.013,12 €/a
in percentuale sul totale	18%
<b>tempo di ritorno semplice</b>	2,9 a
<b>energia primaria totale risparmiata</b>	2.450.506 kWh
<b>costo unitario dell'energia risparmiata</b>	1,0426 c€/kWh

Per quanto riguarda l'impianto elettrico, si prevede il seguente intervento:

- installazione di dispositivi per l'accesione automatica dell'impianto di illuminazione, in funzione della presenza di persone (radar) e del livello di illuminazione naturale (crepuscolare).

<b>costo totale dell'intervento</b>	1.500,83 €
compresi IVA, oneri tecnici, oneri accessori	
<b>ammortamenti e contributi</b>	150,08 €
in percentuale sul totale	10%
<b>extracosto effettivo</b>	1.350,75 €
<b>risparmio di energia primaria da combustibile</b>	0 kWh/a
in percentuale sul totale	0%
<b>risparmio di energia elettrica</b>	3.659 kWh/a
in percentuale sul totale	3%
<b>durata delle opere</b>	10 a
<b>differenza costi per manutenzione</b>	0 €/a
con il segno positivo si intendono i risparmi	
<b>risparmio economico</b>	695,12 €/a
in percentuale sul totale	2%
<b>tempo di ritorno semplice</b>	1,9 a
<b>energia primaria totale risparmiata</b>	101.626 kWh
<b>costo unitario dell'energia risparmiata</b>	1,3291 c€/kWh

L'intervento integrato riassume gli interventi edile, meccanico ed elettrico, presupponendo una loro sincrona e coordinata realizzazione.

<b>costo totale dell'intervento</b>	403.000,00 €
compresi IVA, oneri tecnici, oneri accessori	
<b>ammortamenti e contributi</b>	140.674,79 €
in percentuale sul totale	35%
<b>extracosto effettivo</b>	262.325,21 €
<b>risparmio di energia primaria da combustibile</b>	253.410 kWh/a
in percentuale sul totale	60%
<b>risparmio di energia elettrica</b>	9.756 kWh/a
in percentuale sul totale	8%
<b>durata delle opere</b>	38 a
media pesata	
<b>differenza costi per manutenzione</b>	-100 €/a
con il segno positivo si intendono i risparmi	
<b>risparmio economico</b>	18.444,66 €/a
in percentuale sul totale	41%
<b>tempo di ritorno semplice</b>	14,2 a
<b>energia primaria totale risparmiata</b>	8.465.042 kWh
<b>costo unitario dell'energia risparmiata</b>	3,1439 c€/kWh

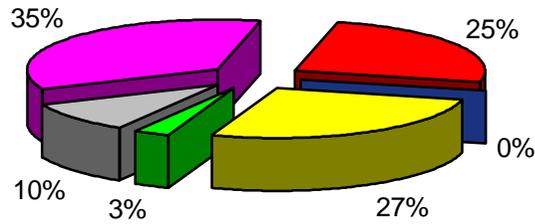
Si riportano i risultati essenziali delle analisi appena condotte:

- fabbisogno di energia nella situazione attuale
- risparmi dei vari interventi proposti
- fabbisogno di energia dopo gli interventi.

bilancio energetico	energia primaria da combustibile		energia elettrica		energia primaria totale	
		<i>kWh/a</i>		<i>kWh/a</i>		<i>kWh/a</i>
<b>fabbisogno prima degli interventi</b>		422.351		121.951		761.103
<b>intervento info-culturale</b>	3%	12.671	3%	3.659	3%	22.833
<b>intervento gestionale</b>	10%	42.235	5%	6.098	8%	59.173
<b>interventi sull'involucro edilizio</b>	35%	147.823	0%	0	19%	147.823
<b>interventi sugli impianti meccanici</b>	25%	105.588	5%	6.098	16%	122.525
<b>interventi sull'impianto elettrico</b>	0%	0	3%	3.659	1%	10.163
<b>fabbisogno dopo gli interventi</b>		114.035		102.439		398.587
<b>risparmio totale</b>	73%	308.316	16%	19.512	48%	362.516

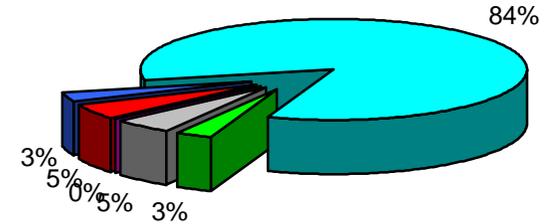
valori specifici per l'energia primaria totale	per unità di superficie		per persona	
		<i>kWh/m<sup>2</sup>/a</i>		<i>kWh/persona/a</i>
<b>fabbisogno prima degli interventi</b>		334		3.689
<b>fabbisogno dopo gli interventi</b>		175		1.932

**risparmi di energia primaria per combustione suddivisi per tipologia di intervento**



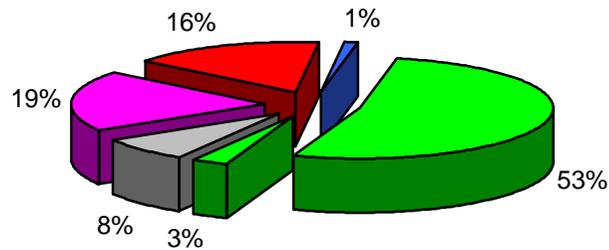
- intervento info-culturale
- interventi sull'involucro edilizio
- interventi sull'impianto elettrico
- intervento gestionale
- interventi sugli impianti meccanici
- fabbisogno dopo gli interventi

**risparmi di energia elettrica suddivisi per tipologia di intervento**



- intervento info-culturale
- interventi sull'involucro edilizio
- interventi sull'impianto elettrico
- intervento gestionale
- interventi sugli impianti meccanici
- fabbisogno dopo gli interventi

**risparmi di energia primaria totale suddivisi per tipologia di intervento**



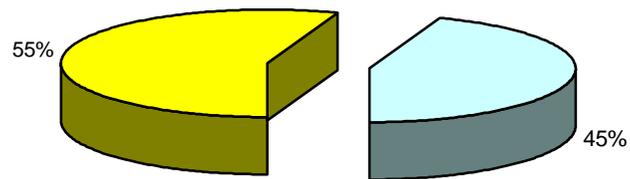
- intervento info-culturale
- interventi sull'involucro edilizio
- interventi sull'impianto elettrico
- intervento gestionale
- interventi sugli impianti meccanici
- fabbisogno dopo gli interventi

Si considerano i valori totali annui medi di consumo energetico. L'energia elettrica viene tradotta in energia primaria utilizzando, come fattore di conversione, il rendimento medio del sistema elettrico nazionale.

**energia primaria**

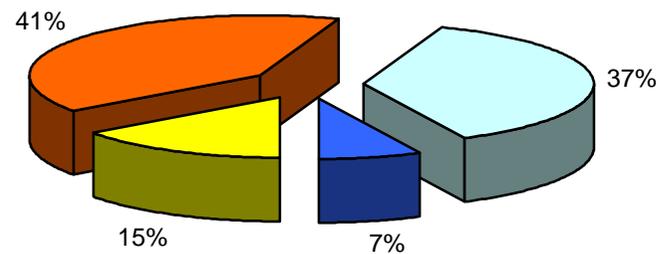
	fabbisogno energia primaria <i>kWh</i>	totale risparmi <i>kWh</i>	consumo ottimizzato <i>kWh</i>	
<b>combustibile</b>	422.351	308.316	27,0%	114.035
<b>energia elettrica</b>	338.753	54.200	84,0%	284.552
<b>totale</b>	761.103	362.516	52,4%	398.587

**consumo energetico totale**



■ combustibile ■ energia elettrica

**potenziale energetico di risparmio**



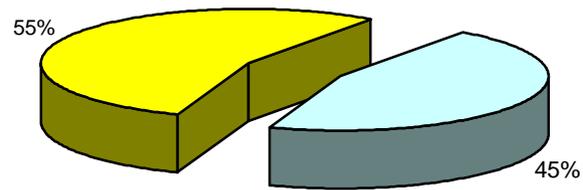
■ combustibile ottimizzato ■ combustibile risparmiato  
 ■ energia elettrica ottimizzata ■ energia elettrica risparmiata

Si considerano i costi totali annui medi, attualizzati sulla base dell'indice ISTAT FOI.

**costo**

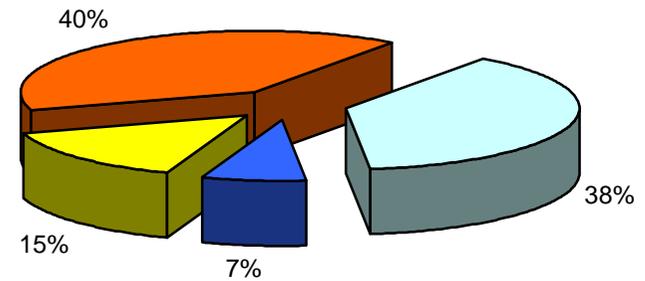
	costo €	potenziale di risparmio €		costo ottimizzato €
<b>combustibile</b>	27.818,33	20.307,38	27,0%	7.510,95
<b>energia elettrica</b>	23.170,69	3.707,31	84,0%	19.463,38
<b>totale</b>	50.989,02	24.014,69	0,0%	26.974,33

**costo totale**



■ combustibile ■ energia elettrica

**potenziale economico di risparmio**



■ combustibile ottimizzato ■ combustibile risparmiato  
 ■ energia elettrica ottimizzata ■ energia elettrica risparmiata

	totale	differenza	maggiorazione	specifica
potenza termica utile totale installata, stato di fatto	563 kW		117% **	61,0 W/m <sup>3</sup>
potenza termica calcolata con valutazioni di massima, stato di fatto	269 kW	-52% *	3% **	29,1 W/m <sup>3</sup>
potenza termica calcolata con modello, stato di fatto	260 kW	-54% *		28,1 W/m <sup>3</sup>
potenza termica calcolata con modello, situazione riqualificata	155 kW	-72% *		16,8 W/m <sup>3</sup>
potenza termica utile ottimizzata	272 kW	-52% *	76% ***	29,5 W/m <sup>3</sup>

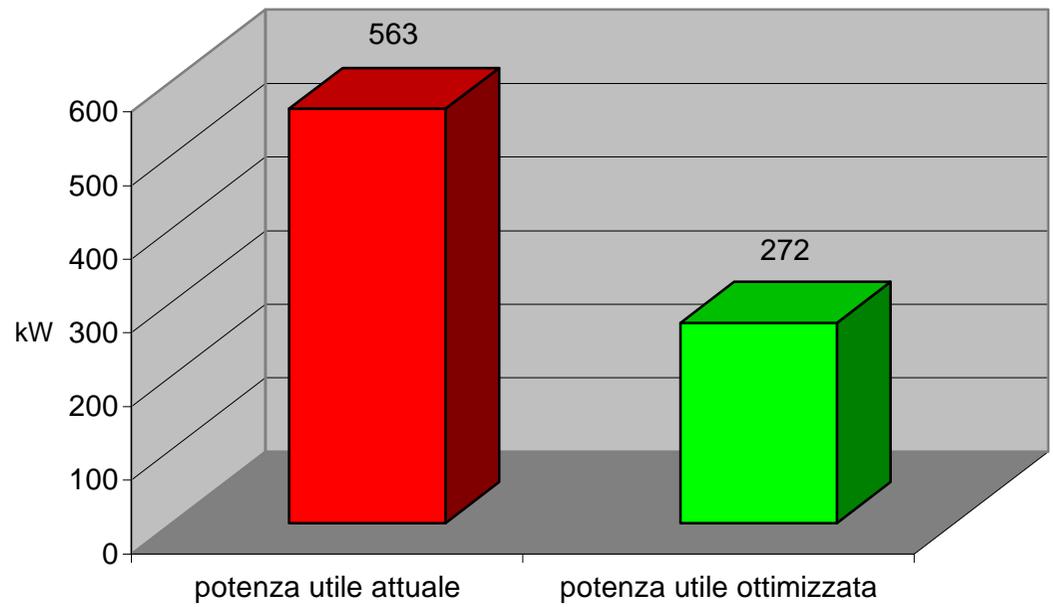
- \* rispetto alla potenza termica utile totale installata, stato di fatto
- \*\* rispetto alla potenza termica calcolata con modello, stato di fatto
- \*\*\* rispetto alla potenza termica calcolata con modello, situazione riqualificata

Si propone una verifica della potenza termica installata, confrontando la situazione esistente, le valutazioni di massima ed i dati del modello relativi allo stato di fatto ed alla situazione riqualificata.

Si individua, in tal modo, la potenza termica utile ottimizzata, che viene considerata per gli interventi di riqualificazione - ove previsti - del sistema di produzione dell'energia termica.

Nel grafico si apprezza la riduzione di potenza termica installata, che si traduce - oltre che in un aumento del rendimento energetico - in una riduzione dei costi di installazione del generatore e dei componenti ad esso correlati (tubazioni, pompe, valvole, ecc.).

Non si considerano, in via preliminare e per semplicità, eventuali sovradimensionamenti richiesti dalla ridondanza dell'installazione o dalla produzione combinata di acqua calda sanitaria.



L'impatto ambientale viene valutato in termini di produzione di CO<sub>2</sub>, riferita sia all'energia primaria per il riscaldamento degli ambienti e la produzione di acqua calda sanitaria, sia all'energia primaria per la produzione di energia elettrica.

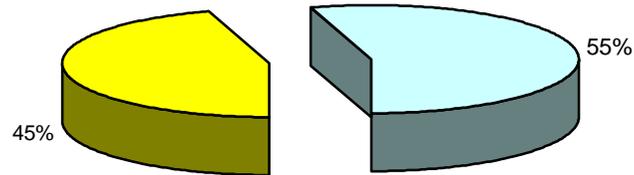
Si confrontano i valori dello stato di fatto con i valori della situazione riqualificata.

attuale alimentazione dell'impianto termico

gas metano

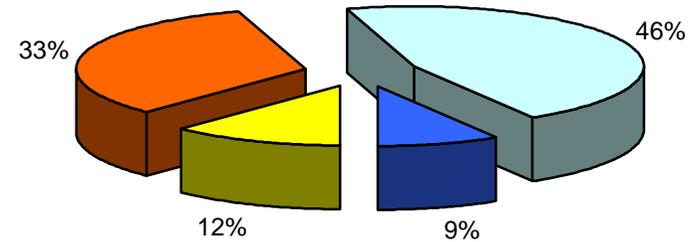
	consumo energetico annuo totale <i>kWh</i>	produzione CO <sub>2</sub> specifica <i>kg/kWh</i>	totale <i>tCO<sub>2</sub></i>	potenziale di risparmio <i>tCO<sub>2</sub></i>	
<b>combustibile</b>	422.351	0,200	84,5	73,0%	61,7
<b>energia elettrica</b>	338.753	0,300	101,6	16,0%	16,3
<b>totale</b>	761.103		186,1	41,9%	77,9

emissioni totali



■ combustibile ■ energia elettrica

potenziale di riduzione delle emissioni



■ combustibile ottimizzato ■ combustibile risparmiato  
 ■ energia elettrica ottimizzata ■ energia elettrica risparmiata

Il tema della certificazione energetica - oggi di grande attualità, in un quadro normativo ancora in evoluzione - viene solo accennato in questo documento.

Pur potendo facilmente ricavare dai dati e dalle elaborazioni finora svolte quanto necessario per certificare il sistema edificio-impianto, si ritiene opportuno non introdurre ulteriori elementi di valutazione, per mantenere l'analisi in un contesto di maggiore chiarezza.

Qualora necessario od opportuno, i dati ed il modello utilizzati per l'audit potranno essere ripresi e perfezionati per produrre l'Attestato di Certificazione Energetica, del quale si riporta un esempio nella pagina seguente.



# ATTESTATO DI CERTIFICAZIONE ENERGETICA

Prot. 15182/00032/07  
 Validità fino al

ATTESTATO DI CERTIFICAZIONE ENERGETICA



### Specifiche dell'immobile

Comune: **Rho (Milano)**  
 Indirizzo: **via Ratti, 34**  
 Foglio - particella - sub.: **9-300-501-3-4-6**  
 Oggetto dell'intervento: **ristrutturazione edilizia**  
 Destinazione d'uso: **E.1(1,2)**  
 Anno di costruzione: **1951**  
 Nome intestatario: **Brambilla Gianluigi**  
 Progettista: **Bianchi geom. Giovanni**  
 Direttore Lavori: **Bianchi geom. Giovanni**  
 Costruttore: **Impresa Firenze**  
 Soggetto certificatore (n.): **Bindi Ing. Paolo (1408)**

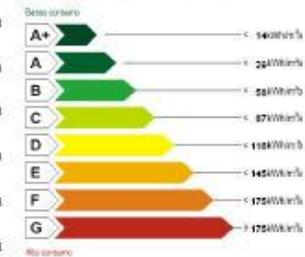
### Dati generali

Zona climatica: **E**  
 Gradi Giorno: **2831**  
 Volume lordo riscaldato: **827**  
 Superficie utile riscaldata: **199**  
 Trasmissanza media involucro: **0,4**  
 Trasmissanza media copertura: **0,26**  
 Trasmissanza media basamento: **0,42**  
 Trasmissanza media serramenti: **1,86**  
 Tipologia impianto riscaldamento: **Caldala e condensaazione**  
 Vettore energetico: **Metano**

### Principali indicatori di prestazione energetica

Fabbisogno specifico di energia primaria (climatizzazione invernale) - EP<sub>i</sub>: **72,3 kWh/m<sup>2</sup>**  
 Fabbisogno energetico specifico dell'involucro (climatizzazione invernale) - E<sub>i</sub>: **60,1 kWh/m<sup>2</sup>**  
 Fabbisogno energetico specifico dell'involucro (climatizzazione estiva) - E<sub>e</sub>: **19 kWh/m<sup>2</sup>**  
 Fabbisogno specifico di energia primaria (acqua calda sanitaria) - EP<sub>ac</sub>: **48,3 kWh/m<sup>2</sup>**  
 Fabbisogno energetico specifico totale per usi termici (riscaldamento e acqua calda) - EP<sub>t</sub>: **120,6 kWh/m<sup>2</sup>**  
 Contributo energetico specifico da fonti rinnovabili - E<sub>ren</sub>: **0 kWh/m<sup>2</sup>**

### Classe energetica zona climatica



### Emissioni di gas ad effetto serra in atmosfera - CO<sub>2,eq</sub>



### Possibili interventi migliorativi del sistema edificio-impianto

Sistema	Intervento	Priorità dell'intervento		
		bassa	media	alta
Edificio	Coibentazione delle strutture opache verticali			
	Coibentazione delle strutture opache o inclinate di copertura			
	Coibentazione delle strutture orizzontali di interpiano			
	Miglioramento delle prestazioni dei componenti trasparenti			
Impianto	Sostituzione del generatore di calore			
	Adeguamento del sistema di distribuzione			
	Adeguamento del sistema di regolazione			
	Installazione impianto solare termico			

### Note

**DICHIARAZIONE DI CONFORMITÀ:** Il Soggetto certificatore dichiara, sotto la propria personale responsabilità, di aver redatto il presente attestato in conformità alle disposizioni contenute nella deliberazione di Giunta regionale, n. VIII5018 del 26 giugno 2007 e s.m.i.

Comune di Rho

Soggetto Certificatore

**Punti Energia Scarl**  
 Tel. 02 4548 7520 - Fax 02 4548 7560  
 e-mail: info@oened.it  
 web: www.oened.it

Definiti gli interventi - sia dal punto di vista tecnologico, sia dal punto di vista economico, sia dal punto di vista energetico - si completa l'analisi con alcune valutazioni finanziarie.

Si assumono le seguenti ipotesi:

- tasso di inflazione 2,5%
- tasso bancario 4,94+1,25%
- effetto forbice sui costi dell'energia 5%

Per quanto riguarda la durata delle opere, si assumono i seguenti valori, prudenziali:

- opere edili: 40 anni
- opere meccaniche: 20 anni
- opere elettriche: 10 anni.

Si riportano nel seguito i seguenti risultati:

- valore attuale netto dell'investimento (VAN)
- indice di redditività (VAN/I)
- tasso interno di rendimento
- tempo di ritorno semplice.

L'analisi viene effettuata solo sugli extracosti degli interventi.

Gli interventi info-culturali e gestionali non vengono valutati, in quanto considerati di ordinaria amministrazione.

Si suppone, per semplicità, che gli interventi non portino ad alcuna variazione delle tariffe di acquisto dell'energia termica e dell'energia elettrica.

**riassunto intervento integrato** > pag. 49

**analisi intervento integrato** > pag. 50

<b>costo totale dell'intervento</b>	403.000,00 €
compresi IVA, oneri tecnici, oneri accessori	
<b>ammortamenti e contributi</b>	140.674,79 €
in percentuale sul totale	35%
<b>extracosto effettivo</b>	262.325,21 €
investimento netto	
<b>risparmio di energia primaria da combustibile</b>	253.410 kWh/a
in percentuale sul totale	60%
<b>risparmio di energia elettrica</b>	9.756 kWh/a
in percentuale sul totale	8%
<b>durata delle opere</b>	38 a
media pesata	
<b>differenza costi per manutenzione</b>	-100 €/a
con il segno positivo si intendono i risparmi	
<b>risparmio economico</b>	18.444,66 €/a
in percentuale sul totale	41%
<b>tempo di ritorno semplice</b>	14,2 a
<b>energia primaria totale risparmiata</b>	8.465.042 kWh
<b>costo unitario dell'energia risparmiata</b>	3,1439 c€/kWh

Per attualizzare i flussi economici, si considera il tasso di inflazione, maggiorato dell'effetto forbice per quanto riguarda l'energia: vale a dire, si suppone che i costi dell'energia aumentino in misura maggiore rispetto all'inflazione media e che quindi anche il controvalore economico del risparmio di energia aumenti con il passare degli anni.

<b>tassi</b>	tasso inflazione	2,50%
	aumento prezzo energia (effetto forbice)	5,00%

Per il pagamento delle opere, si suppone di ricorrere al sistema creditizio, con un finanziamento a tasso fisso (euribor 6 mesi + spread). La durata del finanziamento viene correlata alla tipologia delle opere ed al risparmio atteso.

<b>finanziamento</b>	euribor 6 mesi	4,94%	
	spread	1,25%	
	tasso di interesse	6,19%	
	durata	10	anni
	rata	35.963,12	€
	costo totale	359.631,17	€
	rapporto costo/capitale	37,09%	

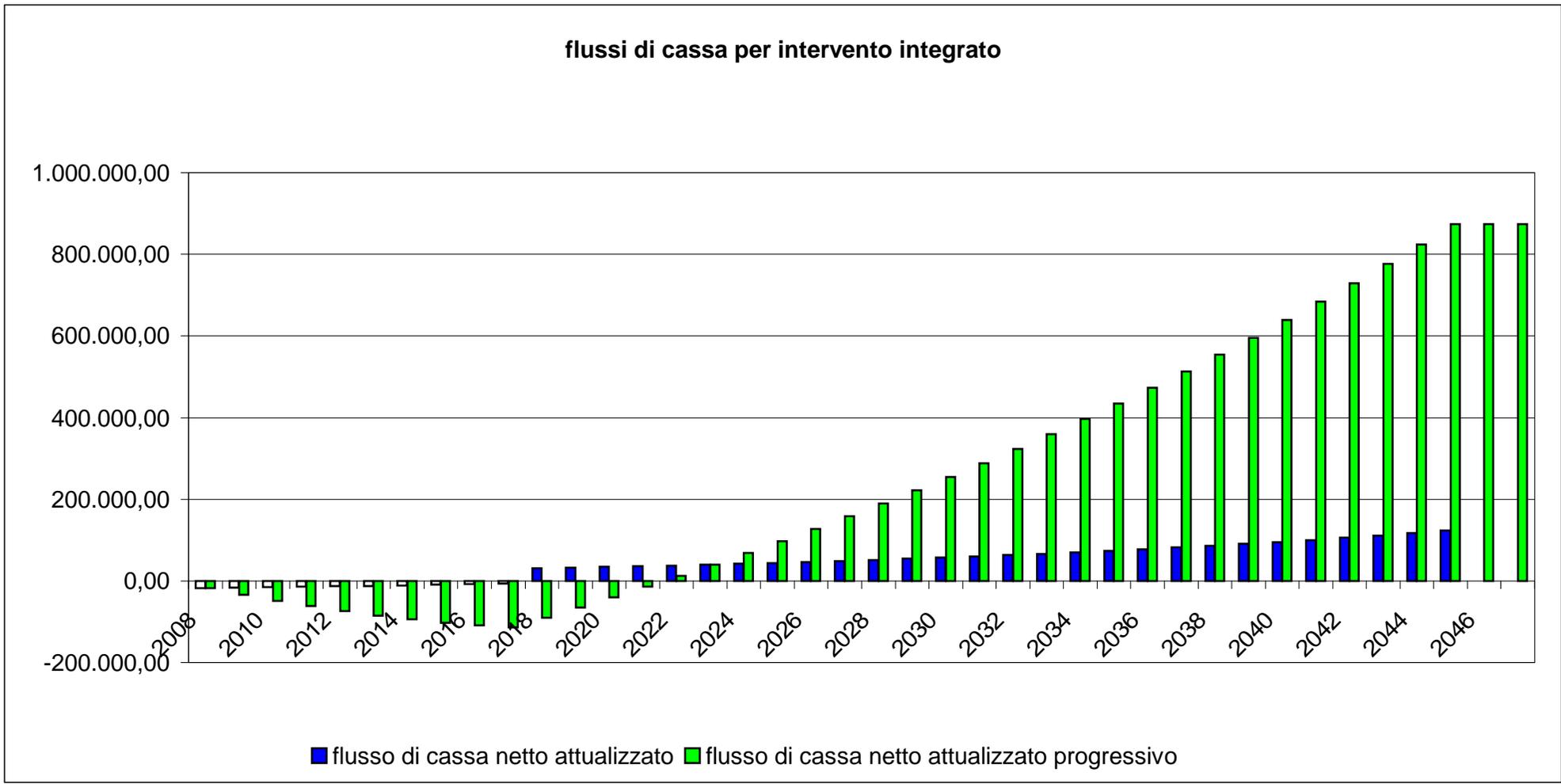
I risultati dell'investimento vengono analizzati con il metodo del Valore Attuale Netto (altresi' detto DCF, Discounted Cash Flow), per maggiore chiarezza rapportato all'investimento sostenuto. Si indica inoltre anche il tasso interno di redditività.  
L'investimento risulta conveniente sotto ogni punto di vista.

**risultati**

risparmio totale	2.110.639,54	€
valore attuale netto (VAN)	851.987,89	€
indice di profitto (VAN/I)	3,2	
tasso interno di redditività	15%	

Il medesimo approccio finanziario può anche essere visto in chiave esternalizzata, affidando cioè l'intero intervento (progettazione, realizzazione, gestione) all'esterno: sono infatti presenti sul mercato delle società specializzate in tale tipo di iniziative (ESCo, Energy Services Company), nelle quali gli oneri finanziari vengono tolti al Committente e messi a carico dell'Appaltatore. Il Committente si ritrova quindi a mantenere costante il proprio costo energetico per la durata del contratto, al termine del quale diventerà proprietario delle opere realizzate godendone appieno i benefici. Le tipologie di contratto sono di vario tipo: è anche ipotizzabile una condivisione dei risparmi ottenuti con l'intervento, riducendo fin da subito i costi di gestione per il Committente.

Si riportano nel grafico il flusso di cassa netto attualizzato (risparmio annuo, ricondotto ai valori attuali della moneta) e la sommatoria di tali flussi per tutta la durata presunta delle opere (risparmio economico totale, ricondotto ai valori attuali della moneta).  
 Nella pagina seguente si riporta il dettaglio di tutti i valori utilizzati per la simulazione.



anno		risparmio	rata fin.	flussi di cassa			
				netto	attualizzato	progressivo	
1	2008	€	18.444,66	35.963,12	-17.518,46	-17.518,46	-17.518,46
2	2009	€	19.415,43	35.963,12	-16.547,69	-16.144,09	-33.662,55
3	2010	€	20.437,29	35.963,12	-15.525,83	-14.777,70	-48.440,25
4	2011	€	21.512,94	35.963,12	-14.450,18	-13.418,43	-61.858,68
5	2012	€	22.645,20	35.963,12	-13.317,92	-12.065,38	-73.924,06
6	2013	€	23.837,05	35.963,12	-12.126,07	-10.717,68	-84.641,73
7	2014	€	25.091,63	35.963,12	-10.871,48	-9.374,45	-94.016,18
8	2015	€	26.412,24	35.963,12	-9.550,87	-8.034,82	-102.051,00
9	2016	€	27.802,36	35.963,12	-8.160,75	-6.697,91	-108.748,91
10	2017	€	29.265,64	35.963,12	-6.697,47	-5.362,86	-114.111,77
11	2018	€	30.805,94	0,00	30.805,94	24.065,55	-90.046,21
12	2019	€	32.427,31	0,00	32.427,31	24.714,30	-65.331,91
13	2020	€	34.134,01	0,00	34.134,01	25.380,54	-39.951,37
14	2021	€	35.930,53	0,00	35.930,53	26.064,74	-13.886,63
15	2022	€	37.821,61	0,00	37.821,61	26.767,39	12.880,76
16	2023	€	39.812,23	0,00	39.812,23	27.488,97	40.369,73
17	2024	€	41.907,61	0,00	41.907,61	28.230,01	68.599,74
18	2025	€	44.113,27	0,00	44.113,27	28.991,02	97.590,76
19	2026	€	46.435,02	0,00	46.435,02	29.772,55	127.363,31
20	2027	€	48.878,97	0,00	48.878,97	30.575,15	157.938,46
21	2028	€	51.451,55	0,00	51.451,55	31.399,38	189.337,85
22	2029	€	54.159,52	0,00	54.159,52	32.245,84	221.583,68
23	2030	€	57.010,02	0,00	57.010,02	33.115,11	254.698,79
24	2031	€	60.010,55	0,00	60.010,55	34.007,81	288.706,61
25	2032	€	63.169,00	0,00	63.169,00	34.924,58	323.631,19
26	2033	€	66.493,69	0,00	66.493,69	35.866,07	359.497,26
27	2034	€	69.993,35	0,00	69.993,35	36.832,93	396.330,19
28	2035	€	73.677,21	0,00	73.677,21	37.825,86	434.156,05
29	2036	€	77.554,96	0,00	77.554,96	38.845,56	473.001,61
30	2037	€	81.636,80	0,00	81.636,80	39.892,74	512.894,35
31	2038	€	85.933,48	0,00	85.933,48	40.968,16	553.862,51
32	2039	€	90.456,29	0,00	90.456,29	42.072,56	595.935,07
33	2040	€	95.217,15	0,00	95.217,15	43.206,74	639.141,81
34	2041	€	100.228,58	0,00	100.228,58	44.371,49	683.513,30
35	2042	€	105.503,77	0,00	105.503,77	45.567,64	729.080,94
36	2043	€	111.056,60	0,00	111.056,60	46.796,04	775.876,97
37	2044	€	116.901,68	0,00	116.901,68	48.057,55	823.934,52
38	2045	€	123.054,40	0,00	123.054,40	49.353,06	873.287,59
39	2046	€	0,00	0,00	0,00	0,00	873.287,59
40	2047	€	0,00	0,00	0,00	0,00	873.287,59
tot.			2.110.639,54	359.631,17	1.751.008,37	873.287,59	

Si allegano alcuni documenti, che completano e sostanziano l'analisi svolta, inquadrandola in un contesto progettuale a livello definitivo:

- stratigrafie principali strutture riqualificate
- relazione tecnica (RT)
- computo metrico estimativo (CME).

**stratigrafie principali** >

---

**relazione tecnica e computo metrico estimativo** >

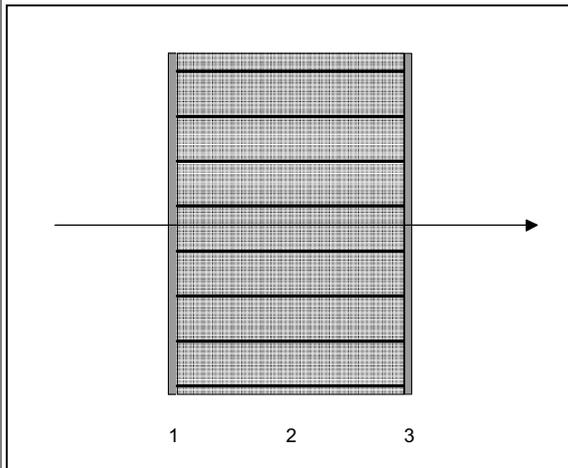
---

Progetto:

**CARATTERISTICHE TERMICHE/IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'INVOLUCRO EDILIZIO**

TIPO DI STRUTTURA SP07-108-03D-muratura perimetrale esterna  
 cod 113 P.E

<b>Massa [kg/m<sup>2</sup>]</b>	768.0	<b>Capacità [kJ/m<sup>2</sup>K]</b>	645.1	<b>Type Ashrae</b>	20			
<b>N</b>	<b>Descrizione strato</b> (dall'interno verso l'esterno)	<b>s</b> (m)	<b>λ</b> (W/mK)	<b>C</b> (W/m <sup>2</sup> K)	<b>ρ</b> (kg/m <sup>3</sup> )	<b>δa 10<sup>12</sup></b> (kg/msPa)	<b>δu 10<sup>12</sup></b> (kg/msPa)	<b>R</b> (m <sup>2</sup> K/W)
1	Intonaco di calce e gesso	0,0150	0,700	46,67	1400	18,7500	18,7500	0,021
2	Laterizi per pareti esterne (mattoni pieni)	0,4000	0,800	2,00	1800	20,8400	20,8400	0,500
3	Intonaco di cemento, sabbia e calce per esterno	0,0150	0,900	60,00	1800	9,3800	9,3800	0,017
SPESSORE TOTALE [m]		0,4300						



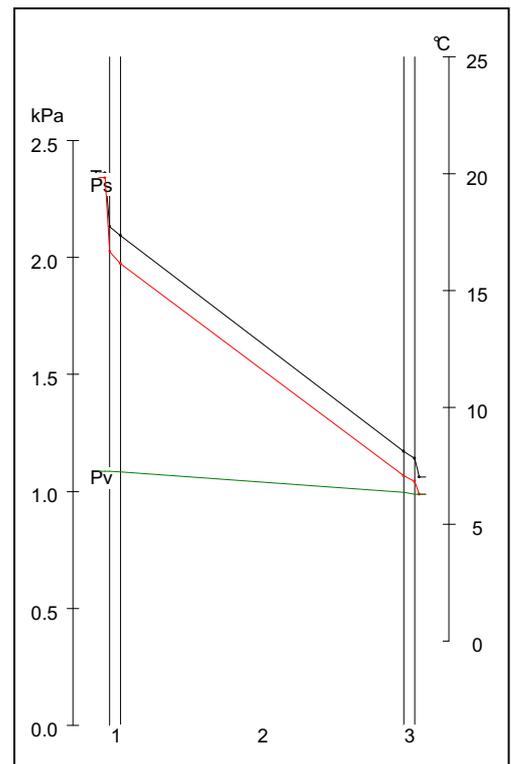
Conduzzanza unitaria superficie interna	8	Resistenza unitaria superficie interna	0,123
---	---	--	-------

Conduzzanza unitaria superficie esterna	23	Resistenza unitaria superficie esterna	0,043
---	----	--	-------

TRASMITTANZA TOTALE [W/m <sup>2</sup> K]	1,420	RESISTENZA TERMICA TOTALE [m <sup>2</sup> K/W]	0,704
--	-------	--	-------

**VERIFICA IGROMETRICA — CONDIZIONI AL CONTORNO  
 ESEGUITA A NORMA EN ISO 13788 (UNI10350)**

CONDIZIONE	Ti(°C)	Pi(Pa)	Te(°C)	Pe(Pa)
INVERNALE: gennaio	20.0	1087	6.8	985
ESTIVA: agosto	18.0	2012	18.0	1032
<input checked="" type="checkbox"/> La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale; la differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale è pari a [Pa]				34
<input type="checkbox"/> La struttura è soggetta a fenomeni di condensa; la quantità stagionale di condensato è pari a [kg/m <sup>2</sup> ] (ammissibile ed evaporabile nella stagione estiva)				
<input checked="" type="checkbox"/> La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa superficiale; la differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale è pari a [Pa]				855

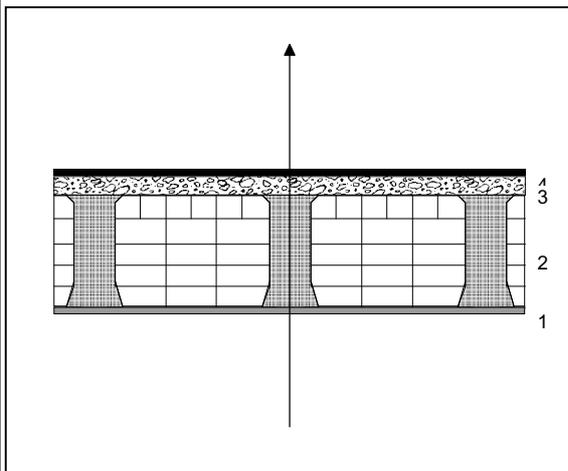


Progetto:

**CARATTERISTICHE TERMICHE/IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'INVOLUCRO EDILIZIO**

**TIPO DI STRUTTURA** SP07-108-03D-copertura piana "De Carlini"  
 cod 608 SOF

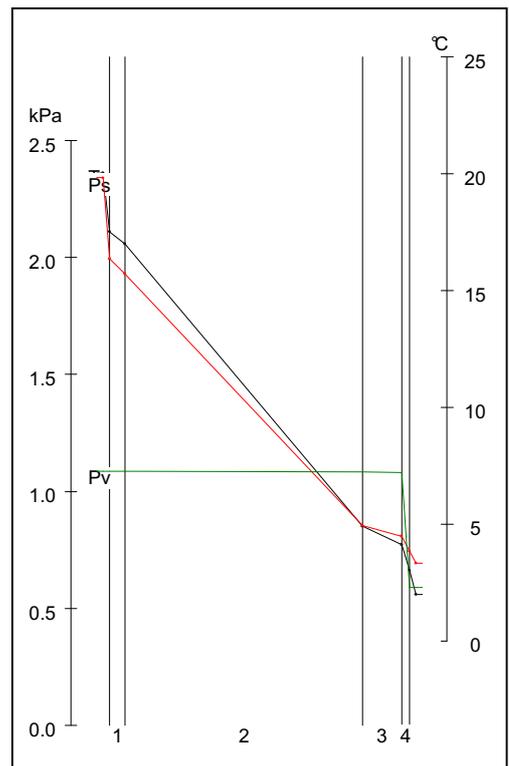
<b>Massa [kg/m<sup>2</sup>]</b>	826.6	<b>Capacità [kJ/m<sup>2</sup>K]</b>	695.1	<b>Type Ashrae</b>		34		
N	Descrizione strato (dall'interno verso l'esterno)	s (m)	λ (W/mK)	C (W/m <sup>2</sup> K)	ρ (kg/m <sup>3</sup> )	δα 10 <sup>12</sup> (kg/msPa)	δu 10 <sup>12</sup> (kg/msPa)	R (m <sup>2</sup> K/W)
1	Intonaco di calce e gesso	0,0150	0,700	46,67	1400	18,7500	18,7500	0,021
2	Soletta mista 20+4 in laterizio e nervature in cemento armato calore ascendente (SOF).	0,2400		1,953	3000	31,2500	31,2500	0,512
3	Sottofondo sabbia e cemento	0,0400	1,200	30,00	1900	7,5000	7,5000	0,033
4	Bitume	0,0080	0,170	21,25	1200	0,0094	0,0094	0,047
SPESSORE TOTALE [m]		0,3030						



Conduttanza unitaria superficie interna	9	Resistenza unitaria superficie interna	0,107
Conduttanza unitaria superficie esterna	23	Resistenza unitaria superficie esterna	0,043
TRASMITTANZA TOTALE[W/m <sup>2</sup> K]	1,309	RESISTENZA TERMICA TOTALE[m <sup>2</sup> K/W]	0,764

**VERIFICA IGROMETRICA — CONDIZIONI AL CONTORNO  
 ESEGUITA A NORMA EN ISO 13788 (UNI10350)**

CONDIZIONE	Ti(°C)	Pi(Pa)	Te(°C)	Pe(Pa)
INVERNALE: gennaio	20.0	1087	1.7	590
ESTIVA: agosto	24.1	2012	24.1	2012
<input type="checkbox"/> La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale; la differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale è pari a [Pa]				
<input checked="" type="checkbox"/> La struttura è soggetta a fenomeni di condensa; la quantità stagionale di condensato è pari a [kg/m <sup>2</sup> ] (ammissibile ed evaporabile nella stagione estiva)				0.209
<input checked="" type="checkbox"/> La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa superficiale; la differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale è pari a [Pa]				823

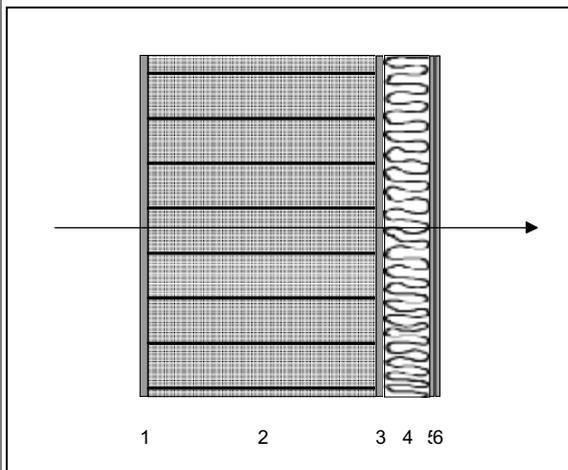


Progetto:

**CARATTERISTICHE TERMICHE/IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'INVOLUCRO EDILIZIO**

**TIPO DI STRUTTURA** SP07-108-03D - muratura perimetrale esterna riqualificata  
 cod 113 P.E

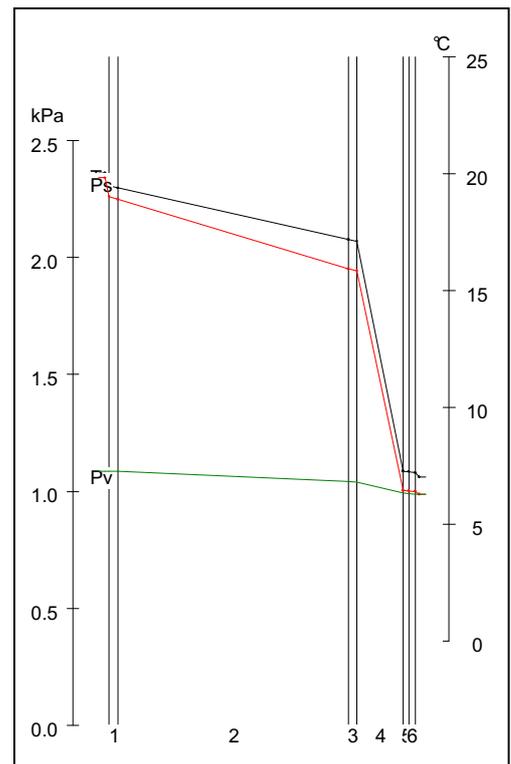
<b>Massa [kg/m<sup>2</sup>]</b>	807.6	<b>Capacità [kJ/m<sup>2</sup>K]</b>	679.0	<b>Type Ashrae</b>		27		
N	Descrizione strato (dall'interno verso l'esterno)	s (m)	λ (W/mK)	C (W/m <sup>2</sup> K)	ρ (kg/m <sup>3</sup> )	δa 10 <sup>12</sup> (kg/msPa)	δu 10 <sup>12</sup> (kg/msPa)	R (m <sup>2</sup> K/W)
1	Intonaco di calce e gesso	0,0150	0,700	46,67	1400	18,7500	18,7500	0,021
2	Laterizi per pareti esterne (mattoni pieni)	0,4000	0,800	2,00	1800	20,8400	20,8400	0,500
3	Intonaco di cemento, sabbia e calce per esterno	0,0150	0,900	60,00	1800	9,3800	9,3800	0,017
4	Polistirene espanso per isolamento a cappotto, l=0,036 W/mqK	0,0800	0,036	0,45	20	3,7500	3,7500	2,222
5	Rasatura in intonaco di malta cementizia per esterno	0,0100	1,400	140,00	2000	6,2500	6,2500	0,007
6	Intonaco di cemento, sabbia e calce per esterno	0,0100	0,900	90,00	1800	9,3800	9,3800	0,011
<b>SPESSORE TOTALE [m]</b>		<b>0,5300</b>						



Conduttanza unitaria superficie interna	8	Resistenza unitaria superficie interna	0,123
Conduttanza unitaria superficie esterna	23	Resistenza unitaria superficie esterna	0,043
TRASMITTANZA TOTALE[W/m <sup>2</sup> K]	0,340	RESISTENZA TERMICA TOTALE[m <sup>2</sup> K/W]	2,945

**VERIFICA IGROMETRICA — CONDIZIONI AL CONTORNO  
 ESEGUITA A NORMA EN ISO 13788 (UNI10350)**

CONDIZIONE	Ti(°C)	Pi(Pa)	Te(°C)	Pe(Pa)
INVERNALE: gennaio	20.0	1087	6.8	985
ESTIVA: agosto	18.0	2012	18.0	1032
<input type="checkbox"/> La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale; la differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale è pari a [Pa]				
<input checked="" type="checkbox"/> La struttura è soggetta a fenomeni di condensa; la quantità stagionale di condensato è pari a [kg/m <sup>2</sup> ] (ammissibile ed evaporabile nella stagione estiva)				0.009
<input checked="" type="checkbox"/> La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa superficiale; la differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale è pari a [Pa]				1091

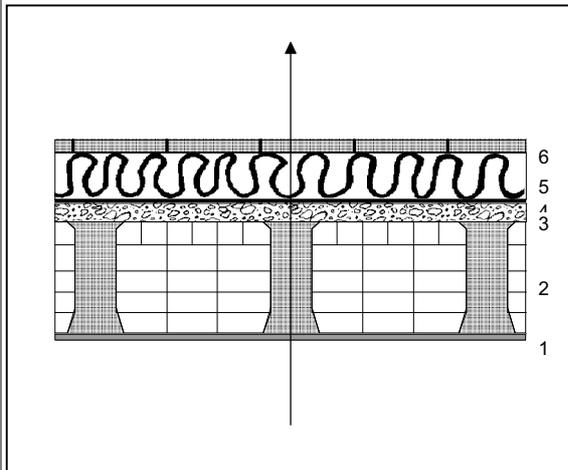


Progetto:

**CARATTERISTICHE TERMICHE/IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'INVOLUCRO EDILIZIO**

**TIPO DI STRUTTURA** SP07-108-03D - copertura piana "De Carlini" riqualificata  
cod 608 SOF

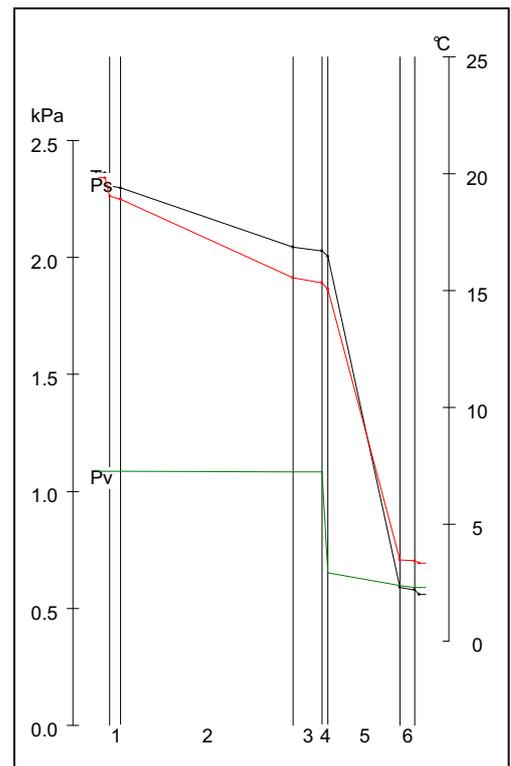
<b>Massa [kg/m<sup>2</sup>]</b>	869.1	<b>Capacità [kJ/m<sup>2</sup>K]</b>	733.4	<b>Type Ashrae</b>		35		
<b>N</b>	<b>Descrizione strato</b> (dall'interno verso l'esterno)	<b>s</b> (m)	<b>λ</b> (W/mK)	<b>C</b> (W/m <sup>2</sup> K)	<b>ρ</b> (kg/m <sup>3</sup> )	<b>δa 10<sup>12</sup></b> (kg/msPa)	<b>δu 10<sup>12</sup></b> (kg/msPa)	<b>R</b> (m <sup>2</sup> K/W)
1	Intonaco di calce e gesso	0,0150	0,700	46,67	1400	18,7500	18,7500	0,021
2	Soletta mista 20+4 in laterizio e nervature in cemento armato calore ascendente (SOF).	0,2400		1,953	3000	31,2500	31,2500	0,512
3	Sottofondo sabbia e cemento	0,0400	1,200	30,00	1900	7,5000	7,5000	0,033
4	Bitume	0,0080	0,170	21,25	1200	0,0094	0,0094	0,047
5	Polistirene estruso per strutture orizzontali, l=0,035 W/mqK	0,1000	0,035	0,35	25	0,9400	0,9400	2,857
6	Piastrelle di cemento e graniglia esistente	0,0200	1,100	55,00	2000	1,8000	1,8000	0,018
<b>SPESSORE TOTALE [m]</b>		<b>0,4230</b>						



Conducibilità unitaria superficie interna	9	Resistenza unitaria superficie interna	0,107
Conducibilità unitaria superficie esterna	23	Resistenza unitaria superficie esterna	0,043
<b>TRASMITTANZA TOTALE [W/m<sup>2</sup>K]</b>	<b>0,275</b>	<b>RESISTENZA TERMICA TOTALE [m<sup>2</sup>K/W]</b>	<b>3,639</b>

**VERIFICA IGROMETRICA — CONDIZIONI AL CONTORNO ESEGUITA A NORMA EN ISO 13788 (UNI10350)**

CONDIZIONE	Ti(°C)	Pi(Pa)	Te(°C)	Pe(Pa)
INVERNALE: gennaio	20.0	1087	1.7	590
ESTIVA: agosto	24.1	2012	24.1	2012
<input checked="" type="checkbox"/> La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale; la differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale è pari a [Pa]				102
<input type="checkbox"/> La struttura è soggetta a fenomeni di condensa; la quantità stagionale di condensato è pari a [kg/m <sup>2</sup> ] (ammissibile ed evaporabile nella stagione estiva)				
<input checked="" type="checkbox"/> La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa superficiale; la differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale è pari a [Pa]				1093



## descrizione delle opere

RT.1 B opere edili	<p>Per l'involucro edilizio si prevedono i seguenti interventi:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- isolamento delle murature perimetrali mediante rivestimento a cappotto con 8cm di polistirene espanso</li><li>- isolamento della copertura dall'esterno sia della palestra che del corpo scolastico con 10cm di isolante</li><li>- sostituzione dei serramenti a vetro singolo con serramenti in alluminio TT e vetrocamera bassoemissivo.</li></ul>
RT.2 M opere meccaniche	<p>Per l'impianto meccanico si prevedono i seguenti interventi:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- installazione di un generatore di calore a condensazione, con messa in parallelo dei circuiti scuola e palestra e regolazione in cascata di uno dei generatori esistenti, che rimarrà in esercizio con funzione di picco e riserva</li><li>- ridimensionamento dei corpi scaldanti nei bagni ed installazione di valvole termostatiche</li></ul>
RT.3 E opere elettriche	<p>Per quanto riguarda l'impianto elettrico, si prevede il seguente intervento:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- installazione di dispositivi per l'accensione automatica dell'impianto di illuminazione, in funzione della presenza di persiane (radar) e del livello di illuminazione naturale (crepuscolare).</li></ul>
RT.4 riqualificazione energetica strutture opache verticali e delle strutture opache orizzontali o inclinate, nonché la tipologia dei serramenti e delle vetrate proposte per la riqualificazione energetica delle chiusure trasparenti	<p>La tipologia e gli spessori degli isolanti proposti per la riqualificazione energetica delle strutture opache verticali e delle strutture opache orizzontali o inclinate, nonché la tipologia dei serramenti e delle vetrate proposte per la riqualificazione energetica delle chiusure trasparenti, sono stati scelti per garantire il rispetto dei parametri previsti dalla Tabella A.3 di cui all'Allegato A - punto A.2 della DGR n. 8/5018 del 26.6.2007, come modificata dalla DGR n. 8/5773 del 31.10.2007.</p>

RT.5

Si evidenzia che, ai sensi delle citate DGR, con particolare riferimento al punto 4.4, per gli interventi edilizi previsti nel presente computo, consistenti in manutenzione straordinaria dell'involucro edilizio, le prestazioni energetiche delle strutture edilizie oggetto di intervento devono rispettare i limiti previsti dalla già citata Tabella A.3 con una tolleranza pari al 30% dei valori limite di trasmittanza termica in essa contenuti; tuttavia, per garantire un'ottimizzazione ed una maggiore incisività degli interventi di riqualificazione, non ci si avvale della possibilità di utilizzare la tolleranza prevista, riferendosi in maniera completa alla Tabella A.3

RT.6 valutazione risparmio energetico

Per una corretta valutazione economica del risparmio energetico, i lavori strettamente necessari per l'esecuzione degli interventi proposti ma non direttamente correlabili ad un miglioramento dell'efficienza energetica dell'edificio vengono valutati in una apposita sezione del computo metrico estimativo, denominata "opere accessorie" e non saranno considerati nella verifica dei costi/benefici e del tempo di ritorno dell'investimento finalizzato all'efficienza energetica.

note generali

RT.7 riferimenti normativi

Sono da **rispettare integralmente** le leggi, i regolamenti e le norme tecniche vigenti, anche per gli aspetti non esplicitamente richiamati ed anche nel caso in cui tale norme dovessero modificarsi nel corso delle opere oppure dovessero venire emanate nuove disposizioni in materia.

Si richiama in modo esplicito il rispetto dei regolamenti propri del Comune: acquedotto, edilizio, igiene, NTA.

RT.8 posa in opera

Tutti gli interventi descritti si intendono dati completi in opera, comprensivi di materiale di uso e consumo e di ogni altro onere o magistero necessario per dare il lavoro finito a regola d'arte, compreso l'eventuale assemblaggio in loco dei componenti di maggiori dimensioni.

RT.9 opere provvisori

La fornitura si intende comprensiva (senza dare adito alla richiesta di ulteriori oneri):

- di tutte le opere provvisori necessarie all'esecuzione dei lavori
- della movimentazione dei materiali in cantiere
- del nolo di ponteggi, gru, autocarri o quant'altro necessario per l'esecuzione dell'intervento
- dell'esecuzione di tarature e collaudi dell'impianto ad ambienti operativi, nelle sufficienti condizioni di sicurezza, comfort e igiene.

RT.10	oneri per l'attuazione del piano di sicurezza	<p>I prezzi esposti nel seguito si intendono comprensivi di tutti gli oneri di cui l'Appaltatore è tenuto a farsi carico per l'attuazione del Piano Operativo di Sicurezza, nel quale dovranno essere dettagliate tutte le misure da porre in atto per garantire che le lavorazioni oggetto dell'appalto siano condotte nelle idonee condizioni di sicurezza per gli operatori e per gli utenti dell'edificio.</p> <p>Si rimanda in ogni caso al progetto della sicurezza, ai sensi D.Lgs. 494/96.</p>
RT.11	oneri tecnici	<p>Per la formazione del quadro tecnico economico, si considerano gli oneri tecnici di stretta pertinenza dell'intervento; la certificazione energetica, ad esempio, viene esclusa, in quanto comunque obbligatoria, ai sensi delle vigenti disposizioni normative.</p>
RT.12	prezzi	<p>Riferimenti per i prezzi esposti:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Bollettino CCIAA IV/06</li><li>- analisi dei prezzi di mercato delle opere impiantistiche</li></ul>
RT.13	IVA	<p>I prezzi esposti sono da intendersi <b>IVA esclusa</b>.</p>

**X****COMPUTO METRICO ESTIMATIVO**

<i>pos.</i>	<i>titolo</i>	<i>descrizione</i>	<i>udm</i>	<i>q.tà</i>	<i>pr. unitario</i>	<i>pr. totale</i>
<b>X1</b>		<b>INTERVENTO EDILE</b>				
X1.1	isolamento termico	a fornitura e posa in opera di rivestimento termico a cappotto per murature perimetrali esterne, realizzato a cappotto per pareti con pannelli in polistirene espanso ad alta durabilità, densità 20 kg/m <sup>3</sup> , conducibilità termica utile 0,036 perimetrali, spessore W/mK, spessore 80 mm, compresi: isolante 80 mm - ancoraggio dei pannelli alle superfici di facciata realizzato mediante stesura di malta adesiva ed inserimento di appositi tasselli ad espansione su fondi critici - rivestimento in opera dei pannelli isolanti con uno strato sottile di intonaco armato costituito da malta rasante, spessore circa 1-2 mm, con annegata rete in filo di vetro trattata con appretto antialcalino - rasatura a completo essiccamento del primo strato di malta, con uno spessore sufficiente a coprire la rete stessa - formazione giunti di dilatazione e raccordi protetti mediante utilizzo di sigillante di tipo ad elasticità permanente - strato di finitura costituito da uno strato di intonaco a civile per esterni, colore a scelta della D.L.; compresi ponteggi, assistenze murarie ed ogni altro onere e prestazione necessari per dare il lavoro finito a regola d'arte	m <sup>2</sup>	1599	62,00	99.156,60
X1.2	maggiorazione isolamento termico cappotto per accessorie	maggiorazione costo isolamento termico a cappotto di cui al punto precedente per esecuzione di opere a accessorie necessarie per la corretta realizzazione dell'isolamento, quali smontaggio e rimontaggio opere pluviali, pensiline e tubazioni in facciata, rifacimento davanzali e cornici finestre ecc.	m <sup>2</sup>	1599	12,00	19.191,60

pos.	titolo	descrizione	udm	q.tà	pr. unitario	pr. totale
X1.3	isolamento coperture	<p>fornitura e posa in opera di lastre isolanti per coperture piane in polistirene espanso estruso spessore 100 mm con pannello in mm, costituito da una prima lastra spessore 50 mm sormontata da una seconda lastra spessore 50 mm PSE preaccoppiato con preaccoppiata con strato di finitura pedonabile in malta cementizia modificata con resine, spessore 20 mm applicata sulla superficie quale protezione e zavorra, di peso complessivo 40 kg/m<sup>2</sup>;</p> <p>spessore 100+20 mm proprietà isolante:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- densità 25 kg/m<sup>3</sup>;</li> <li>- conducibilità termica utile 0,035 W/mK</li> <li>- reazione al fuoco in Euroclasse E secondo EN13501-1</li> <li>- resistenza a compressione 300 kPa</li> <li>- assorbimento d'acqua per immersione 0,4%vol.;</li> </ul> <p>dimensioni:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- lunghezza 1200 mm</li> <li>- larghezza 600 mm</li> <li>- spessore: 100 mm polistirene estruso + 20 mm malta di finitura</li> </ul> <p>compresi sfridi, assistenze murarie ed ogni altro onere e prestazione necessari per dare il lavoro finito a regola d'arte;</p>	m <sup>2</sup>	1033	71,00	73.364,30

pos.	titolo	descrizione	udm	q.tà	pr. unitario	pr. totale
X1.4	serramento in alluminio a taglio termico, verniciati colore RAL a scelta della DL, vetrocamera sicurezza bassoemissiva 4+4-16argon-4, apribile	fornitura e posa in opera di serramenti eseguiti con profilati estrusi di alluminio spessore 50 micron, a taglio termico, verniciati colore RAL a scelta della DL, spessore profili 50-55 mm, a taglio termico, a giunto aperto, di completi di: vetro camera di sicurezza stratificata 4+4-16-4 con vetro bassoemissivo e intercapedine con gas argon, controtelaio metallico, guarnizioni in EPDM o neoprene, accessori: maniglia tipo cremonese e cerniere, apertura a battente e a vasistas o scorrevole; prestazioni: - permeabilità all'aria: classe 4 (UNI EN 12207); - trasmittanza termica centrale del vetro (Ug) non superiore a 1,1 W/m²K; - trasmittanza termica della chiusura trasparente comprensiva degli infissi (U) non superiore a 2,2 W/m²K compresi trabattelli, assistenze murarie, rimozione, abbassamento al piano di carico, carico, trasporto e smaltimento dei serramenti esistenti ed ogni altro onere e prestazione necessari per dare il lavoro finito a regola d'arte	m²	143,4	530,00	76.002,00

**importo capitolo di spesa**

€ **267.714,50**

X2
----

INTERVENTO MECCANICO
----------------------

generatore di calore

X2.1	rimozione generatore di calore	rimozione di generatore di calore in acciaio o in ghisa, compreso eliminazione e messa in sicurezza collegamenti elettrici e scatola di derivazione, smaltimento secondo le vigenti modalità di legge potenza fino a 350 kW	n 1	623,70	623,70
X2.2	generatore di calore a condensazione 160 kW	generatore di calore a condensazione composta da scambiatore in lega alluminio-silicio, superficie cilindrica del bruciatore in acciaio inox, comando e controllo delle temperature tramite sensori, display con tastiera incorporata, regolatore del flusso d'aria comburente con premiscelazione, rampa gas incorporata, ventilatore di estrazione potenza utile 160 kW (acqua 75-60°C) potenza al focolare 163 kW Remeha Gas 210 Eco 160 kW	n 1	13.091,60	13.091,60
X2.3	kit ISPEL a corredo di generatore di calore (vaso chiuso)	kit a corredo di generatore di calore, potenza fino a 350 kW, impianto a vaso chiuso, componenti omologati ISPEL, composto da: - pozzetto per misura temperatura - valvola di sicurezza omologata - manometro con rubinetto di prova - termometro - pressostato - termostato di regolazione - termostato di sicurezza	n 1	424,44	424,44
X2.4		regolazione elettronica	n 1	1.500,00	1.500,00
X2.5		circuiti idrotermici	n 1	2.000,00	2.000,00
X2.6		impianto gas	n 1	1.000,00	1.000,00

pos.	titolo	descrizione	udm	q.tà	pr. unitario	pr. totale
X2.7		canna fumaria	n	1	1.600,00	1.600,00
X2.8		trattamento acqua	n	1	500,00	500,00
X2.9		impianto elettrico	n	1	500,00	500,00

boiler in pompa di calore

X2.10	produttore ACS pompa di calore	in preparatore di acqua calda sanitaria in pompa di calore aria/acqua, accumulo in acciaio con doppia smaltatura, scambiatore di calore incorporato per il collegamento alla caldaia quale integrazione, resistenza elettrica integrativa a corredo, mantellato e completamente cablato; caratteristiche tecniche: - contenuto d'acqua 270 litri - potenza termica 1,8 kW - alimentazione elettrica 220V - assorbimento elettrico 0,54 kW + 2 kW resistenza elettrica integrativa	n	1	3.175,74	3.175,74
-------	-----------------------------------	--	---	---	----------	----------

radiatori bagni

X2.11	modifica radiatore	ridimensionamento radiatore in acciaio e inserimento di valvola termostatica	n	8	142,40	1.139,20
-------	--------------------	--	---	---	--------	----------

isolamenti termici

X2.12	isolamento tubazioni	termico fornitura e posa di isolamento termico per tubazioni, realizzato mediante guaine in elastomero estruso a celle chiuse, classe di reazione al fuoco 1, spessore minimo come da DPR 412/93, compresi eventuali oneri accessori per ottenere una corretta posa dell'isolante e nastratura dei punti di giunzione, con nastro di identiche caratteristiche, compreso eventuale ponteggio, finitura in pvc	c	1	500,00	500,00
X2.13	isolamento canali	termico fornitura e posa di isolamento termico per canalizzazioni distribuzione aria, installazione interna, realizzato mediante guaine preadesivizzate in polietilene, classe di reazione al fuoco 1, spessore minimo come da DPR 412/93, compresi eventuali oneri accessori per ottenere una corretta posa dell'isolante e nastratura dei punti di giunzione, con nastro di identiche caratteristiche, compreso eventuale ponteggio	c	1	500,00	500,00

importo capitolo di spesa

€ 26.554,68

**X3**

**INTERVENTO ELETTRICO**

dispositivi di controllo illuminazione

X3.1	interruttore rilevatore di presenze e completo di: sensore crepuscolare	con fornitura e posa in opera di interruttore (1 modulo per posa da incasso), alimentazione 230 V a.c., - sensore di movimento a raggi infrarossi passivi - circuito crepuscolare (da 5 lux a escluso) a soglia variabile con possibilità di esclusione - circuito di temporizzazione per ritardo spegnimento regolabile da 30 secondi a 10 minuti compresi collegamenti in opera per dare l'impianto finito e funzionante modello tipo BTicino cod. L/N/NT4425	n	10	110,00	1.100,00
------	---	--	---	----	--------	----------

**importo capitolo di spesa**

€ **1.100,00**

pos.	titolo	descrizione	udm	q.tà	pr. unitario	pr. totale
<b>#</b>		<b>RIEPILOGO</b>				
					%	importo
X1		INTERVENTO EDILE			90,6%	267.714,50
X2		INTERVENTO MECCANICO			9,0%	26.554,68
X3		INTERVENTO ELETTRICO			0,4%	1.100,00
		<b>TOTALE OPERE</b>				<b>295.369,18</b>

pos. titolo

descrizione

udm q.tà

pr. unitario

pr. totale

#

**QUADRO TECNICO-ECONOMICO**

A	importo delle opere			€	295.369,18
	di cui				
	soggette a ribasso			€	280.600,73
	spese per sicurezza non soggette a ribasso			€	14.768,46
B	spese tecniche				
	cognitive di contributo cassa di previdenza			€	31.045,66
C	IVA sulle opere	20%		€	59.073,84
	IVA sulle spese tecniche	20%		€	6.209,13
D	somme a disposizione per pubblicità			€	250,00
E	spese ex art. 18 - L. 109/94 e s.m.i.	2,0%		€	5.907,38
F	imprevisti	1,7%		€	5.144,81
TOT	importo complessivo dell'intervento			€	403.000,00

pos.	titolo	descrizione	udm q.tà	pr. unitario	pr. totale
<b>ONERI TECNICI</b>					
A		progettazione esecutiva e DL	5%	€	14.768,46
B		collaudo	1%	€	2.953,69
C		coordinamento progettazione ed esecuzione dei lavori e responsabile della sicurezza - D. Lgs.494/96	4%	€	11.814,77
D			0%	€	0,00
E			0%	€	0,00
F		progetto prevenzione incendi centrale termica		€	
G		denuncia ISPESL		€	900,00
H		certificazione energetica ai sensi D. Lgs 192/05 e s.m.i.		€	
I		verifica protezione scariche atmosferiche		€	
L		verifica strutturale zone oggetto di intervento		€	
M					
N					
O					
S		totale prestazioni professionali		€	30.436,92
		contributo cassa di previdenza	2%	€	608,74
TOT		importo totale		€	31.045,66

<i>pos.</i>	<i>titolo</i>	<i>descrizione</i>	<i>udm</i>	<i>q.tà</i>	<i>pr. unitario</i>	<i>pr. totale</i>
		SUDDIVISIONE TIPOLOGICA INTERVENTI				
X1		INTERVENTO EDILE			€	365.268,11
X2		INTERVENTO MECCANICO			€	36.231,06
X3		INTERVENTO ELETTRICO			€	1.500,83
		INTERVENTO INTEGRATO			€	403.000,00