

Committente:



Comune di Colorno
via Cavour n. 9
43052 Colorno (Parma)

Oggetto: Valutazione dell'efficienza energetica
 e individuazione degli interventi di
 risparmio negli edifici di proprietà
 comunale

Relazione tecnica

Autori: prof. ing. Maurizio Fauri
 ing. Matteo Manica
 ing. Manuel Gubert

EMISSIONE
REV. 01

FIRMA DELLA D.G.
MICHELE TAROLLI

DATA
11.02.2008

INDICE

1	PREMESSA	3
2	INTRODUZIONE	4
3	DEFINIZIONE DELLO STATO DI FATTO	6
3.1	Analisi dei consumi di energia elettrica	6
3.2	Analisi dei consumi di gas metano	8
4	VALUTAZIONE DELL'EFFICIENZA ENERGETICA	10
4.1	Efficienza elettrica	10
4.1.1	Procedura di valutazione dell'efficienza elettrica	10
4.1.2	Applicazione della procedura agli edifici comunali	11
4.2	Efficienza termica	12
4.2.1	Procedura di valutazione dell'efficienza termica	12
4.2.2	Applicazione della procedura agli edifici comunali	15
5	INTERVENTI DI EFFICIENZA ENERGETICA	18
5.1	Asilo nido e scuola materna	18
5.2	Scuola elementare	20
5.3	Municipio	22
6	SINTESI DEGLI INTERVENTI E DEI RISULTATI	25
7	CONCLUSIONI	26
8	SCHEDE DI RACCOLTA DATI DEGLI EDIFICI	27

1

PREMESSA

Il presente lavoro affronta le problematiche legate alla valutazione e al miglioramento dell'efficienza energetica in ambito elettrico e termico degli edifici di proprietà del Comune di Colorno.

Il lavoro consiste nella definizione di un quadro di conoscenza energetica del patrimonio edilizio di proprietà del Comune, a mezzo di un modello di facile applicabilità per la valutazione dell'efficienza energetica in ambito elettrico e termico degli edifici, con l'obiettivo di orientare gli interventi di risparmio della Pubblica Amministrazione.

Lo sviluppo del modello in questione porta, dunque, a:

- definire lo stato di fatto dei consumi e dei costi energetici degli edifici;
- valutare l'efficienza energetica degli edifici stessi, tramite la determinazione di opportuni indici di qualità energetica (consumi specifici) e il loro confronto con adeguati valori limite;
- configurare, in via di prima approssimazione, le ipotesi prioritarie per la riqualificazione energetica del patrimonio edilizio;
- stimare i potenziali di risparmio energetico ed economico, nonché i benefici ambientali in termini di emissioni evitate in atmosfera.

Gli obiettivi di risparmio così individuati potranno essere quantificati con maggior precisione in un secondo momento, a seguito di più approfondite e mirate diagnosi energetiche, che dovranno essere rivolte in particolare agli edifici caratterizzati dai maggiori consumi specifici e che permetteranno di evidenziare più compiutamente tutte le situazioni di inefficienza energetica.

INTRODUZIONE

L'analisi dello stato di fatto dei consumi e dei costi energetici riguarda l'intero patrimonio edilizio di proprietà del Comune, comprendente gli edifici e le strutture in Tab. 1.

Edificio	Indirizzo
Asilo nido e scuola materna	Via Togliatti
Ex scuola elementare e scuola media	P.zza Veneto
Vecchia scuola elementare	Via Cairoli
Nuova scuola media	Via Benassi
Municipio	Via Cavour
Palazzetto dello sport	Via Onesti
Impianto sportivo	P.zza Garibaldi
Centro giovani	Via Al Macello
Stazione ecologica	Via Volta

Tab. 1 – Edifici e strutture di proprietà comunale

Per ogni edificio e struttura in questione, l'analisi dello stato di fatto ha richiesto la raccolta della documentazione e dei dati seguenti (relativamente agli anni 2005, 2006 e 2007):

- bollette dell'energia elettrica;
- consumi di gas metano;
- costi connessi alla fornitura del Servizio Energia per la gestione degli impianti termici da parte della società Teckal srl di Reggio Emilia (il servizio comprende la gestione e il monitoraggio a distanza degli impianti, la fornitura del gas metano e la manutenzione ordinaria e straordinaria degli impianti stessi).

Si precisa che la nuova scuola media di via Benassi è entrata in esercizio nel settembre 2006 e che nello stesso mese è stata dismessa la vecchia scuola elementare di via Cairoli. Inoltre, a partire dal settembre 2006 la scuola elementare e scuola media di p.zza Veneto ospita solo le classi delle elementari.

La valutazione dell'efficienza energetica (successiva all'analisi dello stato di fatto) è estesa solo agli edifici più significativi dal punto di vista della destinazione d'uso e dei consumi energetici:

- asilo nido e scuola materna (via Togliatti);
- ex scuola elementare e scuola media, ora solo scuola elementare (p.zza Veneto);
- nuova scuola media (via Benassi);

- municipio (via Cavour);
- palazzetto dello sport (via Onesti).

Gli edifici elencati sono stati oggetto di un sopralluogo tecnico; inoltre, per ciascuno di essi sono stati acquisiti gli elaborati grafici (pianche dei singoli piani, prospetti e sezioni) e la documentazione disponibile inerente le caratteristiche costruttive degli involucri edilizi e degli impianti. Per ogni edificio è riportata in allegato una scheda tecnica, che ne raccoglie i principali dati dimensionali, energetici e costruttivi.

La valutazione del livello di efficienza degli edifici si basa, come detto, sul calcolo di opportuni indici di qualità energetica, rappresentati dai consumi annui elettrici per unità di superficie netta e dai consumi annui termici per unità di volume riscaldato. A tal riguardo si precisa che il calcolo dei consumi in questione deriva direttamente dai consumi reali di energia elettrica e gas metano, connessi inevitabilmente alle prestazioni energetiche degli edifici in esercizio e, pertanto, alle modalità di conduzione e manutenzione degli impianti ed al comportamento dell'utenza.

Infine, si sottolinea la particolare attenzione rivolta dal lavoro verso la corretta individuazione dei valori limite di confronto, nella consapevolezza che l'utilizzo di valori non perfettamente ancorati alla realtà pregiudicherebbe l'attendibilità dell'analisi.

Ad oggi, infatti, mentre tutto o quasi tutto è disponibile a livello di informazione e implementazione nell'ambito delle soluzioni tecnologiche, poco o quasi nulla è dato sapere sulle procedure di valutazione dell'efficienza energetica e sui valori limite di confronto da applicare agli edifici.

3 DEFINIZIONE DELLO STATO DI FATTO

3.1 Analisi dei consumi di energia elettrica

Per i principali edifici e le altre utenze di proprietà del Comune sono indicati nella Tab. 2 il consumo annuo di energia elettrica, l'importo pagato in bolletta (IVA compresa) e il prezzo dell'energia (IVA compresa).

I valori sono medie calcolate sul triennio 2005 – 2007, ad esclusione della nuova scuola media, entrata in esercizio nel mese di settembre 2006 e per la quale, pertanto, sono disponibili solo le bollette del 2007.

Edifici e altre utenze di proprietà comunale	Consumo di energia elettrica kWh	Importo (IVA compresa) €	Prezzo energia (IVA compresa) €/kWh
Asilo nido e scuola materna	37.354	5.876,11	0,157
Ex scuola elem. e scuola media	80.312	13.194,66	0,164
Nuova scuola media	36.614	6.691,69	0,183
Municipio	60.316	10.301,60	0,171
Palazzetto dello sport	41.727	7.309,49	0,175
Impianto sportivo	7.249	1.780,37	0,246
Centro giovani	3.728	766,96	0,206
Stazione ecologica	2.197	472,82	0,215
Altre utenze	15.902	2.916,94	0,183
Consumo totale, importo totale e prezzo medio dell'energia	285.399	49.310,64	0,173

Tab. 2 – Consumi e costi medi annui dell'energia elettrica

Il consumo annuo totale di energia elettrica è di circa 285.000 kWh, per un importo in bolletta di circa 49.000 € (IVA compresa) ed un prezzo medio dell'energia pari a 0,173 €/kWh (IVA compresa).

La Fig. 1 mostra la ripartizione percentuale dei consumi dell'energia elettrica elencati in Tab. 2: l'89% del consumo complessivo è imputabile a cinque edifici, costituiti dall'asilo nido e scuola materna, dalla ex scuola elementare e scuola media, dalla nuova scuola media, dal municipio e dal palazzetto dello sport.

La ripartizione percentuale dei costi dell'energia elettrica indicati nella Tab. 2 è illustrata in Fig. 2. La distribuzione è del tutto simile a quella dei consumi: l'87% del costo complessivo è dovuto all'asilo

nido e scuola materna, alla ex scuola elementare e scuola media, alla nuova scuola media, al municipio e al palazzetto dello sport.

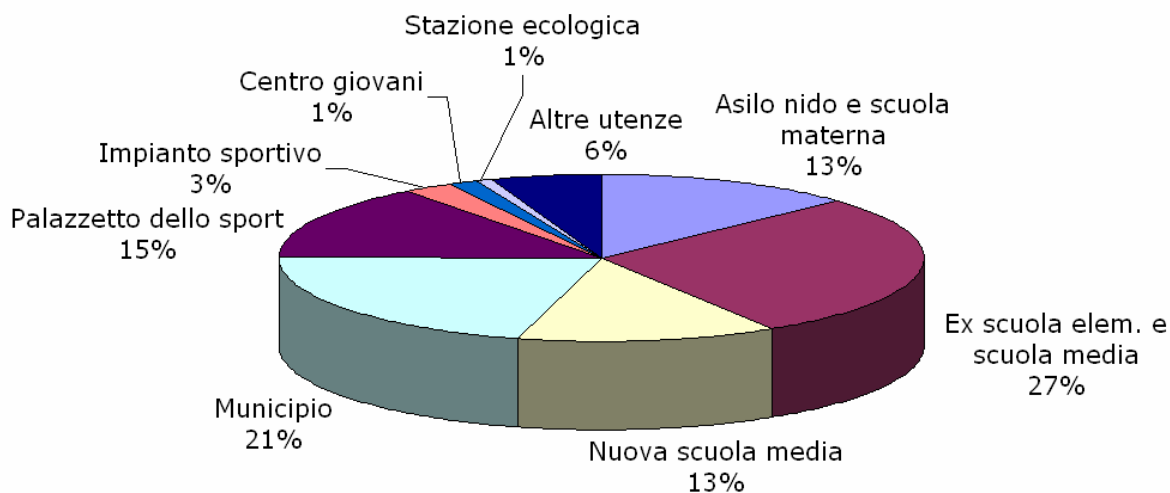


Fig. 1 – Ripartizione percentuale dei consumi elettrici

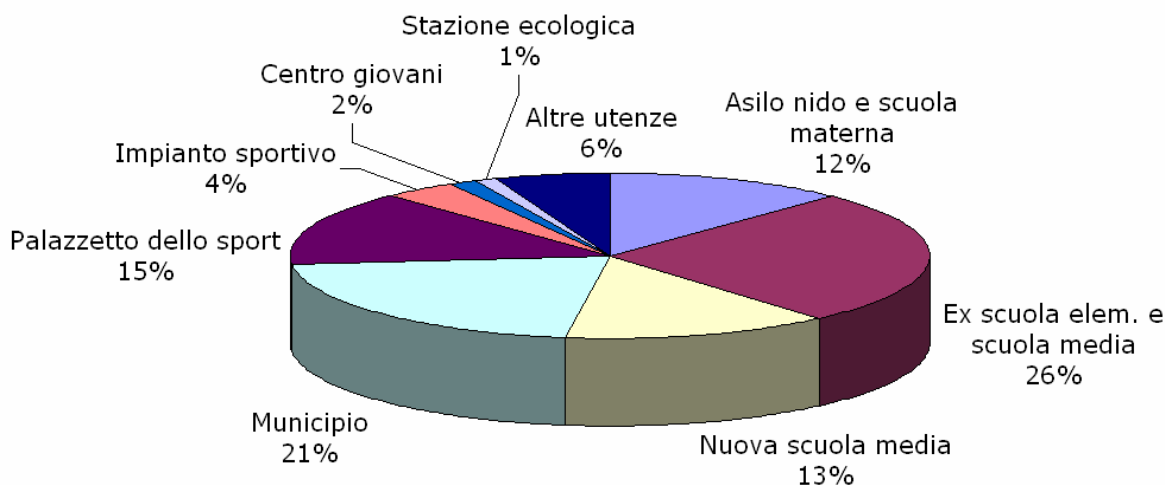


Fig. 2 – Ripartizione percentuale dei costi dell'energia elettrica

Come già evidenziato, nel mese di settembre 2006 è entrata in esercizio la nuova scuola media di via Benassi, mentre è stata dismessa la vecchia scuola elementare di via Cairoli.

Il consumo annuo di energia elettrica della vecchia scuola elementare (media 2005 – 2006) è stato di circa 7.300 kWh: si è ritenuto opportuno escludere tale consumo dalla Tab. 2, che vuole essere un quadro dei consumi e dei costi energetici allo stato attuale.

Si sottolinea, infine, il consumo di energia elettrica della piscina comunale di via IV Novembre: il consumo annuo di questa utenza ammonta a 47.275 kWh (media 2005 – 2007), per un importo in bolletta pari a 7.514,14 € (IVA compresa) ed un prezzo medio dell'energia di 0,159 €/kWh (IVA compresa).

La piscina è esclusa dall'elenco in Tab. 2, dal momento che essa non rappresenta un'utenza elettrica comunale: le bollette dell'energia elettrica, infatti, sono a carico della società Lucky srl.

3.2 **Analisi dei consumi di gas metano**

Per ciascun edificio di proprietà del Comune si riporta nella Tab. 3 il consumo annuo di gas metano e l'importo pagato (IVA compresa): tale importo non rappresenta il costo di acquisto del gas, ma il corrispettivo pagato del Servizio Energia.

I valori in Tab. 3 sono medie calcolate sulle stagioni di riscaldamento 2005 – 2006 e 2006 – 2007, ad esclusione della nuova scuola media, per la quale sono disponibili solo il consumo e il costo della stagione di riscaldamento 2006 – 2007.

Edifici	Consumo di gas metano m³	Importo (IVA compresa) €
Asilo nido e scuola materna	23.694	17.144,49
Ex scuola elem. e scuola media	67.312	67.505,81
Nuova scuola media	24.611	15.898,07
Municipio	34.015	22.519,86
Consumo e importo totali	149.632	123.068,23

Tab. 3 – Consumi annui di gas e costi annui del Servizio Energia

Il consumo totale annuo di gas metano dei 4 edifici in Tab. 3 risulta di quasi 150.000 m³ e il complessivo importo pagato per il Servizio Energia ammonta a circa 123.000 € (IVA compresa).

La Fig. 3 mostra la ripartizione percentuale dei consumi di gas metano fra gli edifici, mentre la ripartizione percentuale dei relativi costi è riportata in Fig. 4: circa il 50% del consumo totale e del costo totale sono imputabili alla ex scuola elementare e scuola media.

Ai consumi di gas degli edifici in Tab. 3 si aggiungono quelli del palazzetto dello sport di via Onesti e della piscina di via IV Novembre, che non rappresentano utenze termiche comunali (le bollette del palazzetto sono a carico di Ass. Villa Bonelli Nuoto, mentre quelle della piscina sono pagate dalla società Lucky srl).

Il consumo annuo di gas metano del palazzetto dello sport è pari a circa 30.000 m³ e l'importo in bolletta è di 20.000 € (IVA compresa), mentre il consumo annuo di gas della piscina ammonta a 1.600 m³ e l'importo in bolletta risulta di 1.100 € (IVA compresa).

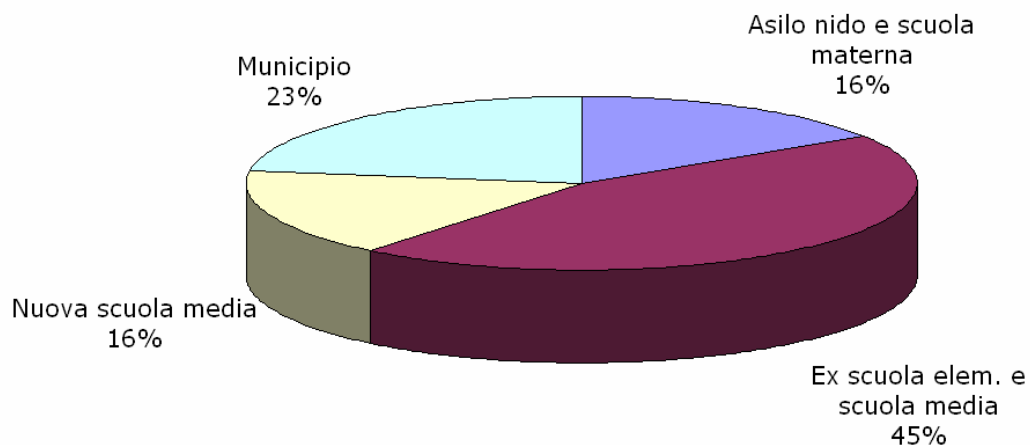


Fig. 3 – Ripartizione percentuale dei consumi di gas metano

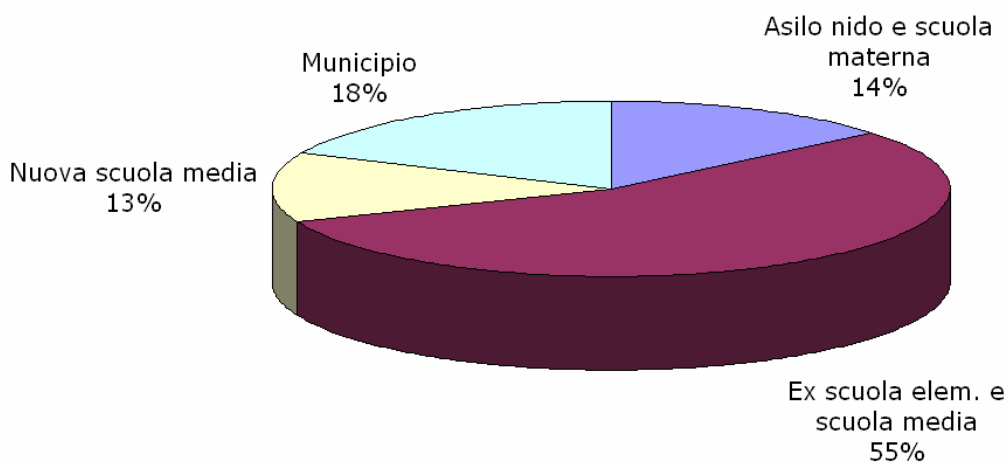


Fig. 4 – Ripartizione percentuale dei costi del Servizio Energia

4 VALUTAZIONE DELL'EFFICIENZA ENERGETICA

Come già precisato, le procedure di valutazione del livello di efficienza energetica in ambito elettrico e termico sono applicate solo agli edifici di proprietà comunale più significativi dal punto di vista della destinazione d'uso e dei consumi energetici:

- asilo nido e scuola materna (via Togliatti);
- ex scuola elementare e scuola media, ora solo scuola elementare (p.zza Veneto);
- nuova scuola media (via Benassi);
- municipio (via Cavour);
- palazzetto dello sport (via Onesti).

4.1 Efficienza elettrica

4.1.1 Procedura di valutazione dell'efficienza elettrica

Per la valutazione dell'efficienza energetica in ambito elettrico di un edificio è necessario individuare un opportuno indice di consumo (consumo elettrico specifico), pari al consumo annuale di energia elettrica per unità di superficie netta.

Il consumo specifico dell'edificio in esame deve essere confrontato con un adeguato requisito di prestazione, caratteristico della destinazione d'uso e rappresentato da un intervallo di consumi (intervallo di riferimento): questo intervallo costituisce il range di consumi elettrici all'interno del quale ricadono tipicamente i consumi degli edifici di quella specifica tipologia.

L'ampio spettro di variabili in grado di incidere sul consumo elettrico di un edificio (ad esempio, orari di occupazione, numero di utenti e complessità impiantistica) non permette l'individuazione di un preciso valore di riferimento: ciò rende inevitabile il ricorso ad un intervallo di consumi.

Tale intervallo non è fornito dalle attuali disposizioni legislative, dal momento che non è disponibile un preciso quadro normativo in materia di contenimento dei consumi di energia elettrica nel settore edilizio. In assenza di riferimenti legislativi, per le più comuni e diffuse tipologie edilizie è comunque individuabile un intervallo di riferimento fondato su una base statistica tanto ampia da garantirne una buona attendibilità (Tab. 4).

In linea generale, gli edifici aventi un consumo elettrico specifico superiore all'intervallo di riferimento della tipologia presentano uno scarso livello di efficienza elettrica. Nei casi in cui il consumo elettrico ricade all'interno dell'intervallo, l'efficienza è buona; infine, se il consumo è inferiore all'intervallo di riferimento, l'efficienza elettrica è ottima.

Tipologia edilizia	Intervallo di riferimento kWh/m ²
Edifici scolastici (scuole materne, elementari e medie)	15 – 25
Edifici ad uso ufficio	45 – 55
Palestre	20 – 30

Tab. 4 – Intervalli di riferimento dei consumi elettrici specifici

Gli intervalli di riferimento in Tab. 4 si riferiscono ad edifici aventi caratteristiche architettoniche tradizionali ed una certa semplicità impiantistica: in sostanza, gli intervalli riguardano edifici in muratura privi di condizionamento estivo dell'aria. Risulta evidente, infatti, che i moderni edifici realizzati secondo le più innovative tecniche costruttive (ampie superfici di vetro, ad esempio) e con un'elevata complessità impiantistica (impianti di condizionamento e di trattamento dell'aria) registrano in media consumi elettrici specifici ben superiori a quelli in precedenza indicati.

Naturalmente, una corretta valutazione dell'efficienza non deve trascurare il fatto che alcuni edifici potrebbero presentare specifiche situazioni in grado di comportare necessariamente consumi elettrici più elevati dei valori di Tab. 4, a seguito di particolari usi finali elettrici o di una maggiore occupazione nel corso della giornata e nelle ore serali rispetto all'utilizzo standard della tipologia.

Allo stesso tempo l'analisi energetica deve tener conto del fatto che ridotti consumi elettrici potrebbero essere una conseguenza di uno scarso utilizzo degli edifici e non di un elevato livello di efficienza.

4.1.2 **Applicazione della procedura agli edifici comunali**

In Tab. 5 si riportano i consumi specifici elettrici degli edifici di proprietà comunale, calcolati secondo la procedura descritta.

I consumi di energia elettrica degli edifici scolastici variano da un valore minimo pari a 18,0 kWh/m² (nuova scuola media) ad un valore massimo di 24,3 kWh/m² (asilo nido e scuola materna). Tali consumi ricadono perfettamente nell'intervallo di riferimento di questa tipologia edilizia, compreso fra i 15,0 e i 25,0 kWh/m²: dunque, l'efficienza elettrica degli edifici scolastici in esame è buona.

Il consumo elettrico del municipio ammonta a 53,9 kWh/m² e quello del palazzetto dello sport a 21,1 kWh/m²: il confronto con gli intervalli di riferimento di queste destinazioni d'uso riportati in Tab. 4 evidenzia la buona efficienza elettrica degli edifici.

Per quanto riguarda il municipio, si precisa che il consumo elettrico e la superficie assunti nel calcolo sono relativi ai soli locali effettivamente occupati dagli uffici comunali al piano terra e al primo piano.

Edifici comunali	Consumo elettrico annuo kWh	Superficie netta m ²	Consumo specifico elettrico kWh/m ²
Asilo nido e scuola materna	37.354	1.535	24,3
Ex scuola elementare e scuola media	80.312	3.605	22,3
Nuova scuola media	36.614	2.030	18,0
Municipio	60.316	1.120	53,9
Palazzetto dello sport	41.727	1.980	21,1
Consumo elettrico totale e consumo specifico medio	256.322	-	27,9

Tab. 5 – Calcolo dei consumi specifici elettrici

4.2 Efficienza termica

4.2.1 Procedura di valutazione dell'efficienza termica

La valutazione dell'efficienza energetica in ambito termico degli edifici richiede il calcolo del consumo termico specifico, pari al consumo annuo di energia primaria CE destinato al riscaldamento ambientale per unità di volume lordo riscaldato.

A partire dal consumo annuo di gas metano si ricava il consumo annuo di energia primaria CE* tenendo conto del potere calorifico del combustibile, pari a 9,59 kWh/m³. Tale valore è riferito inevitabilmente alle condizioni climatiche reali del sito: il consumo annuo di energia primaria CE riferito alle condizioni climatiche convenzionali del sito si può ottenere tramite la seguente formula, nella quale GG_c rappresenta i gradi giorno convenzionali della località e GG_r rappresenta i gradi giorno reali della stessa località:

$$CE = CE * \left(\frac{GG_c}{GG_r} \right)$$

La scelta di esprimere il consumo termico specifico come consumo annuo di energia primaria CE per unità di volume lordo riscaldato (e non per unità di superficie netta riscaldata) segue l'orientamento del decreto legislativo 29/12/2006, n. 311 "Disposizioni correttive ed integrative al decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192, recante attuazione della direttiva 2002/91/CE, relativa al rendimento energetico nell'edilizia".

Il decreto 311/06, infatti, esprime i valori limite dell'indice di prestazione energetica per la climatizzazione invernale degli edifici residen-

ziali in kWh/m², mentre esprime i valori limite dell'indice di prestazione energetica per la climatizzazione invernale di tutti gli altri edifici in kWh/m³, dal momento che l'interpiano può variare sensibilmente da un edificio all'altro.

Per gli edifici non residenziali i valori limite fissati dal decreto sono riportati nella seguente Tab. 6: tali valori sono in vigore dal 1 gennaio 2008 e sono espressi in funzione della zona climatica, dei gradi giorno convenzionali della località e del rapporto di forma S/V degli edifici (rapporto fra la superficie disperdente S che racchiude il volume lordo riscaldato V ed il volume stesso). Si precisa che, per rapporti di forma compresi fra 0,2 e 0,9 e, analogamente, per gradi giorno intermedi ai limiti delle zone climatiche, la determinazione dei valori limite si effettua mediante interpolazione lineare.

S/V	Zona climatica									
	A	B		C		D		E		F
	<600 GG	601 GG	900 GG	901 GG	1400 GG	1401 GG	2100 GG	2101 GG	3000 GG	>3000 GG
=0.2	2.5	2.5	4.5	4.5	6.5	6.5	10.5	10.5	14.5	14.5
=0.9	9	9	14	14	20	20	26	26	36	36

Tab. 6 – Valori limite in kWh/m³ in vigore dal 1 gennaio 2008

Per gli edifici non residenziali, inoltre, il decreto stabilisce il rispetto di valori limite più restrittivi a partire dal 1 gennaio 2010 (Tab. 7).

S/V	Zona climatica									
	A	B		C		D		E		F
	<600 GG	601 GG	900 GG	901 GG	1400 GG	1401 GG	2100 GG	2101 GG	3000 GG	>3000 GG
=0.2	2	2	3.6	3.6	6	6	9.6	9.6	12.7	12.7
=0.9	8.2	8.2	12.8	12.8	17.3	17.3	22.5	22.5	31	31

Tab. 7 – Valori limite in kWh/m³ in vigore dal 1 gennaio 2010

Si sottolinea che la forma degli edifici incide in modo non trascurabile sui consumi energetici per il riscaldamento invernale: infatti, a parità di tutte le altre condizioni, gli edifici caratterizzati da rapporti di forma contenuti (forme compatte) presentano una migliore capacità di conservazione del calore rispetto agli edifici caratterizzati da rapporti di forma più elevati (forme articolate, nonché generalmente edifici di un solo piano).

La Tab. 8 riporta i valori limite degli edifici di proprietà comunale oggetto di valutazione, calcolati sulla base dei dati in Tab. 6 e Tab. 7,

considerando che i gradi giorno convenzionali del Comune di Colorno sono 2.494 (zona climatica E) e tenendo conto dei rapporti di forma dei singoli edifici.

Per quanto riguarda l'ex scuola elementare e scuola media, è necessario distinguere i valori limite del corpo principale (aule) da quelli del corpo adibito alla palestra e agli spogliatoi, dal momento che tali corpi sono separati e presentano forme e dimensioni diverse.

Edifici comunali	S/V m⁻¹	Valore limite dal 1/1/08 kWh/m³	Valore limite dal 1/1/10 kWh/m³
Asilo nido e scuola materna	0,79	27,5	23,8
Ex scuola elem. e media (corpo aule)	0,41	17,7	15,6
Ex scuola elem. e media (corpo palestra)	0,58	22,1	19,3
Nuova scuola media	0,52	20,5	17,9
Municipio	0,39	17,1	15,1
Palazzetto dello sport	0,31	15,1	13,4

Tab. 8 – Valori limite per il riscaldamento invernale degli edifici comunali

La valutazione dell'efficienza energetica in ambito termico di ciascun edificio di proprietà del Comune si effettua tramite il confronto del suo consumo specifico (consumo annuo di energia primaria CE per unità di volume lordo riscaldato) con il corrispondente valore limite 2008 indicato nella precedente tabella.

A tal proposito è fondamentale sottolineare che il rispetto dei valori limite in Tab. 8 si applica agli edifici comunali solo nel caso di una ristrutturazione integrale degli elementi edilizi costituenti l'involucro e nel caso di una demolizione e ricostruzione in manutenzione straordinaria. Nel caso, invece, di una ristrutturazione parziale, il decreto prevede esclusivamente il rispetto di specifici limiti di trasmittanza degli elementi d'involucro oggetto dei lavori: i suddetti limiti sono riportati in Tab. 9, Tab. 10 e Tab. 11.

Zona climatica	Dall' 1 gennaio 2006 U (W/m²K)	Dall' 1 gennaio 2008 U (W/m²K)	Dall' 1 gennaio 2010 U (W/m²K)
A	0.85	0.72	0.62
B	0.64	0.54	0.48
C	0.57	0.46	0.40
D	0.50	0.40	0.36
E	0.46	0.37	0.34
F	0.44	0.35	0.33

Tab. 9 – Limiti di trasmittanza per strutture opache verticali

Zona climatica	Dall' 1 gennaio 2006 U (W/m ² K)	Dall' 1 gennaio 2008 U (W/m ² K)	Dall' 1 gennaio 2010 U (W/m ² K)
A	0.80	0.42	0.38
B	0.60	0.42	0.38
C	0.55	0.42	0.38
D	0.46	0.35	0.32
E	0.43	0.32	0.30
F	0.41	0.31	0.29

Tab. 10 – Limiti trasmittanza per strutture opache orizzontali o inclinate (coperture)

Zona climatica	Dall' 1 gennaio 2006 U (W/m ² K)	Dall' 1 gennaio 2008 U (W/m ² K)	Dall' 1 gennaio 2010 U (W/m ² K)
A	5.5	5.0	4.6
B	4.0	3.6	3.0
C	3.3	3.0	2.6
D	3.1	2.8	2.4
E	2.8	2.4	2.2
F	2.4	2.2	2.0

Tab. 11 – Limiti di trasmittanza per chiusure trasparenti comprensive di infissi

In base alle precedenti tabelle, nel Comune di Colorno (zona climatica E) dal 1 gennaio 2008 il valore massimo di trasmittanza delle strutture opache verticali è di 0,37 W/m²K, il valore massimo di trasmittanza delle strutture opache orizzontali o inclinate di copertura è di 0,32 W/m²K e il valore massimo di trasmittanza delle chiusure trasparenti comprensive di infissi è di 2,4 W/m²K.

4.2.2

Applicazione della procedura agli edifici comunali

Per ogni edificio oggetto di valutazione, in Tab. 12 si riporta il consumo annuo di gas metano, il consumo annuo di energia primaria CE riferito alle condizioni climatiche convenzionali del Comune, il volume lordo riscaldato e il consumo specifico termico, pari al consumo annuo di energia primaria CE per unità di volume lordo riscaldato.

Il consumo annuo di gas e quello di energia primaria CE rappresentano i valori medi dei consumi della stagione invernale 2005 – 2006 e della stagione invernale 2006 – 2007, ad esclusione della nuova scuola media, per la quale l'unico dato disponibile è il consumo della stagione 2006 – 2007.

Si ricorda che i gradi giorno convenzionali GG_c del Comune di Colorno sono 2.494 e si precisa che i gradi giorno reali GG_r della stagione 2005 – 2006 sono stati 2.790 e quelli della stagione 2006 – 2007 sono stati 2.291.

Edifici comunali	Consumo annuo gas metano m ³	Consumo annuo en. primaria kWh	Volume lordo riscaldato m ³	Consumo specifico termico kWh/m ³
Asilo nido e scuola materna	23.694	222.358	5.384	41,3
Ex scuola elem. e scuola media	67.312	631.694	17.280	36,6
Nuova scuola media	24.611	257.261	7.326	35,1
Municipio	34.015	319.216	11.550	27,6
Palazzetto dello sport	29.553	283.413	15.150	18,7
Consumi totali e consumo specifico medio	179.185	1.713.942	-	31,9

Tab. 12 – Calcolo dei consumi specifici per riscaldamento

I consumi degli edifici variano da un valore minimo di 18,7 kWh/m³ (palazzetto dello sport) ad un valore massimo di 41,3 kWh/m³ (asilo nido e scuola materna): il consumo specifico medio del campione è pari a 31,9 kWh/m³.

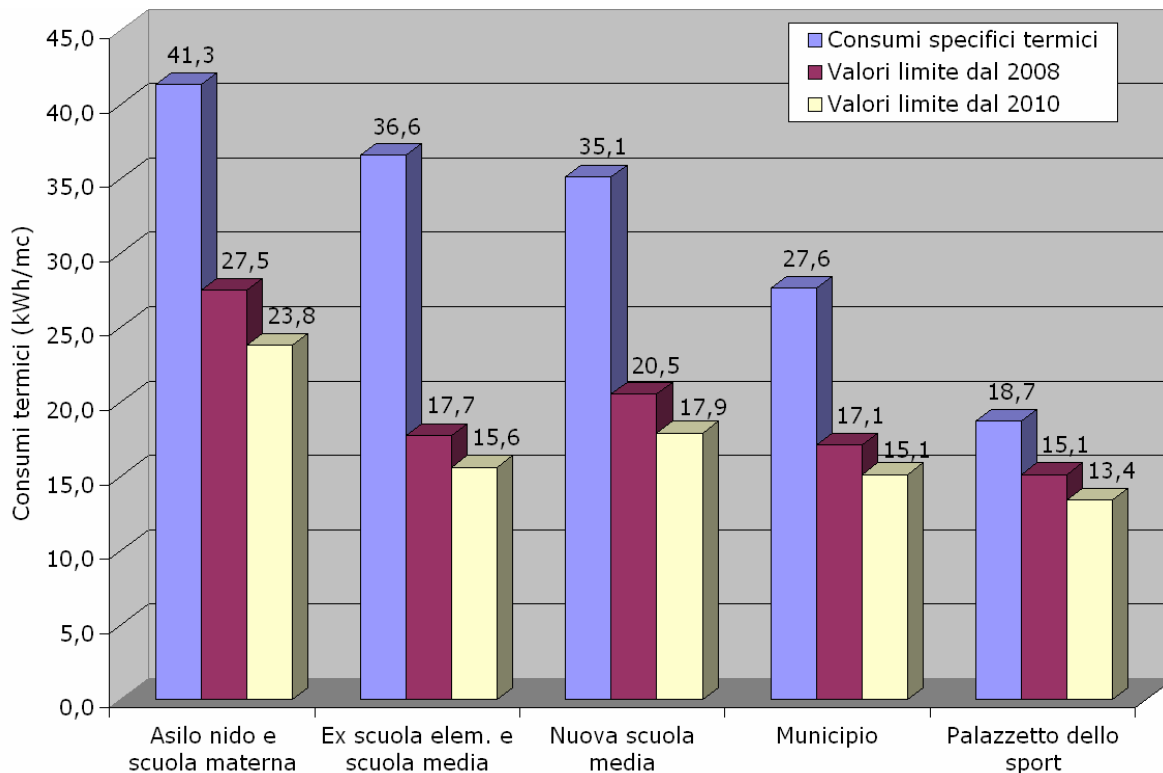


Fig. 5 – Consumi specifici e valori limite di riferimento

La Fig. 5 mostra i consumi specifici degli edifici e li confronta con i valori limite dell'indice di prestazione energetica in vigore dal 1 gennaio 2008, definiti in Tab. 8 secondo quanto stabilito dal decreto legislativo 311/06 (nella figura sono riportati anche i valori limite in vigore dal 1 gennaio 2010).

Per l'ex scuola elementare e scuola media sono riportati nella Tab. 8 due valori limite 2008, il primo relativo al corpo aule e il secondo relativo al corpo palestra. Dato che il consumo specifico è unico (per l'impossibilità di dividere il consumo di gas delle aule da quello della palestra), quale requisito di prestazione si ritiene corretto assumere il valore limite del corpo aule, molto più significativo del corpo palestra dal punto di vista volumetrico.

I consumi specifici di tutti gli edifici risultano superiori ai valori limite 2008 e, conseguentemente, a quelli 2010. In realtà questo risultato era del tutto prevedibile, in quanto da edifici esistenti è ragionevole attendersi consumi maggiori rispetto agli attuali limiti di legge.

A questo proposito, però, si rendono necessarie le seguenti distinzioni e osservazioni.

Per quanto riguarda la nuova scuola media, si fa notare che il consumo registrato di gas metano si riferisce alla prima stagione di riscaldamento dell'edificio: in tali condizioni è normale attendersi un consumo anomalo e la valutazione dell'efficienza dell'edificio si deve rimandare alla verifica dei consumi delle prossime stagioni invernali.

Nel caso del palazzetto dello sport, il consumo specifico può dirsi in linea con il valore limite di riferimento: l'efficienza termica del palazzetto, dunque, è buona.

Per quanto concerne l'asilo nido e la scuola materna, la scuola elementare e il municipio, i consumi risultano elevati e sono senza dubbio conseguenza diretta di un carente livello di efficienza energetica, con particolare riferimento alle scadenti prestazioni degli involucri edilizi in termini di isolamento termico e, dunque, di capacità di conservazione del calore.

5

INTERVENTI DI EFFICIENZA ENERGETICA

Nel seguito si descrivono i principali interventi di efficienza energetica finalizzati alla riduzione dei consumi di gas degli edifici. Sono oggetto di proposte di intervento la scuola materna, la scuola elementare (ex scuola elementare e media) e il municipio, che si presentano in condizioni particolarmente critiche sotto il profilo del rendimento energetico.

Per ciascun intervento si definiscono il costo, il risparmio energetico conseguibile e il risparmio economico, con il quale è possibile valutare il tempo di ritorno dell'investimento. Il risparmio economico annuo si quantifica in modo proporzionale al risparmio di gas: ad una certa percentuale di risparmio energetico rispetto all'attuale consumo si fa corrispondere la stessa percentuale di risparmio economico rispetto all'attuale costo.

A tal proposito si sottolinea che il Servizio Energia in essere non è strutturato in questo modo, dal momento che prevede per ogni edificio un corrispettivo annuo indipendente dall'effettivo consumo di gas metano per il riscaldamento e, dunque, indipendente dai benefici derivanti dalla realizzazione di eventuali interventi di efficienza energetica. In occasione della prossima riformulazione delle condizioni contrattuali del Servizio Energia, si auspica la modifica delle attuali modalità di valutazione dei costi, che devono essere commisurati ai reali livelli di prestazione energetica degli edifici, al fine di beneficiare realmente dei risparmi economici definiti nel seguito.

Si fa notare, infine, che tutte le misure di efficienza individuate ricadono nell'ambito della ristrutturazione parziale degli edifici: si ricorda che in questo caso il decreto 311/06 richiede il rispetto dei limiti di trasmittanza in Tab. 9, Tab. 10 e Tab. 11 per gli elementi d'involucro oggetto dei lavori. Le soluzioni proposte nel seguito garantiscono ampiamente il rispetto dei suddetti limiti.

5.1

Asilo nido e scuola materna

Gli interventi di efficienza energetica devono portare ad un migliore isolamento termico del nucleo originario dell'edificio, che ospita la scuola materna e che è stato costruito intorno al 1970.

Non è stato possibile reperire informazioni certe in merito alle muraure (sp. 30 cm): è ragionevole ritenere, sulla base dell'epoca di costruzione, che esse siano costituite da pannelli prefabbricati in cemento armato con strato di isolamento di 3 – 4 cm, intercapedine d'aria e controparete in laterizio sul lato interno (trasmittanza stimata in 0,6 – 0,8 W/m²K). I serramenti hanno vetri semplici (trasmittanza termica stimata in 5,0 W/m²K).

La prima proposta di intervento consiste nella sostituzione degli infissi esistenti con moderni serramenti in pvc e vetrocamera a bassa emissività. Un'ulteriore proposta di intervento è rappresentata dalla coibentazione delle pareti con un cappotto esterno.

SOSTITUZIONE DEI SERRAMENTI

I nuovi serramenti in pvc e vetrocamera a bassa emissività sono caratterizzati da una trasmittanza termica di $1,5 \text{ W/m}^2\text{K}$ (inferiore al limite di $2,4 \text{ W/m}^2\text{K}$ del decreto 311/06).

Il costo della fornitura e della posa in opera dei serramenti in pvc e vetrocamera a bassa emissività è quantificabile in linea di massima in 400 €/m^2 (IVA esclusa): considerata una superficie finestrata pari a 190 m^2 , l'investimento totale ammonta a 84.000 € (IVA del 10% compresa).

Il risparmio annuo di energia primaria conseguente alla sostituzione dei serramenti è pari al 19% del consumo attuale, equivalente ad un risparmio di 4.500 m^3 di gas. Il risparmio economico annuo ammonta a 3.300 € e il tempo di ritorno dell'investimento è di circa 25 anni.

CAPPOTTO ESTERNO

Il cappotto esterno è raccomandabile per due motivi:

- ai fini dell'incremento delle prestazioni termiche dell'involucro edilizio, il cappotto abbate la trasmittanza delle pareti, eliminando efficacemente il problema dei numerosi ponti termici, che caratterizzano una struttura così fatta;
- il cappotto si dimostra un'ottima soluzione in termini di miglioramento dell'estetica dell'edificio, considerato l'attuale stato di parziale degrado dei pannelli prefabbricati.

Il cappotto è realizzabile con pannelli isolanti rigidi in polistirene espanso estruso da 8 cm, fissati direttamente alla superficie muraria esistente e ricoperti dallo strato di finitura: la trasmittanza finale delle murature con il cappotto è inferiore a $0,3 \text{ W/m}^2\text{K}$ (al di sotto del limite di $0,37 \text{ W/m}^2\text{K}$ del decreto 311/06).

La superficie delle pareti opache da coibentare ammonta a 260 m^2 : il costo del cappotto è quantificabile in 45 €/m^2 (IVA esclusa), per un investimento totale di 13.000 € (IVA del 10% inclusa), comprensivo della fornitura e posa in opera dei pannelli isolanti, della loro finitura superficiale, nonché dell'allestimento dei piani di lavoro (non è necessario un ponteggio per la ridotta altezza dell'edificio).

Il risparmio annuo di energia primaria conseguente alla realizzazione del cappotto è stimabile nel 7% del consumo attuale, equivalente ad un risparmio di circa 1.700 m^3 di gas e ad un risparmio economico annuo di 1.200 € . L'assenza di costi legati all'allestimento di un ponteggio o alla preparazione della superficie muraria (ad esempio, rimozione dell'intonaco esistente) contiene l'investimento che rientra in meno di 11 anni.

COSTI E BENEFICI COMPLESSIVI

Complessivamente gli interventi proposti (realizzazione del cappotto esterno e sostituzione dei serramenti) richiedono un investimento di

97.000 € (IVA compresa). Il risparmio annuo di gas metano per il riscaldamento risulta di 6.200 m³ (pari al 26% del consumo attuale), con un conseguente risparmio economico annuo pari a 4.500 € e un tempo di ritorno di circa 22 anni.

5.2 Scuola elementare

Il corpo aule della scuola elementare (ex scuola elementare e scuola media) è stato realizzato intorno al 1912: le murature sono in mattoni pieni a faccia vista con spessore di 40 cm (trasmissione termica stimata in 1,3 – 1,6 W/m²K) e la copertura è a falde.

Le murature dell'ampliamento, costruito nel 1985 circa, sono composte da una parete esterna in mattoni pieni a faccia vista (sp. 25 cm), una camera d'aria di 8 cm e una parete interna di mattoni forati (sp. 12 cm) intonacata (trasmissione stimata in 1,1 – 1,3 W/m²K) e la copertura è a terrazza.

I serramenti hanno il telaio in legno e doppi vetri; infine, dal sopralluogo tecnico è emersa l'assenza di isolamento termico della copertura a falde (mancanza di strati isolanti sia sulle falde che sull'ultimo solaio sottostante).

La prima proposta di intervento consiste nella posa di uno strato isolante sull'ultimo solaio dell'edificio sottostante le falde. Un'ulteriore proposta di intervento è rappresentata dalla coibentazione interna delle murature perimetrali della scuola (corpo originario ed ampliamento).

COIBENTAZIONE DEL SOLAIO SOTTOSTANTE LE FALDE DI COPERTURA

La coibentazione dell'ultimo solaio (attuale trasmissione stimata in 1,3 – 1,6 W/m²K) è realizzabile tramite la posa sull'estradosso di pannelli isolanti in lana di vetro dello spessore di 10 cm rivestiti su un lato con idonea barriera al vapore. I pannelli isolanti abbattano la trasmissione termica della soletta a 0,30 W/m²K (al di sotto del limite di 0,32 W/m²K del decreto 311/06).

Il costo di fornitura e posa in opera dei pannelli isolanti è quantificato in 15 €/m² (IVA esclusa): considerata una superficie della soletta da coibentare di 1.400 m², l'investimento totale risulta di 23.000 € (IVA del 10% compresa).

Il risparmio annuo di energia primaria ammonta al 10% del consumo attuale, equivalente ad un risparmio di 6.800 m³ di gas metano. Il risparmio economico annuo risulta pari a 6.800 € e il tempo di ritorno dell'investimento è di circa 3,4 anni.

COIBENTAZIONE INTERNA DELLE MURATURE

La coibentazione delle murature perimetrali tramite la realizzazione di un cappotto esterno deve essere esclusa: tale intervento, infatti,

pur molto valido ai fini della riduzione dei consumi di gas per il riscaldamento, modificherebbe radicalmente l'aspetto della scuola.

Per migliorare l'isolamento termico dell'edificio, dunque, si propone la coibentazione interna delle murature. L'intervento può essere realizzato utilizzando pannelli isolanti in lana di vetro (spessore di 8 cm) accoppiati a lastre di gesso rivestito (spessore di 1,3 cm). Le lastre sono dotate sulla superficie non a vista di idonea barriera al vapore e sono fissate ad una struttura portante in profili verticali e orizzontali di acciaio zincato e nervato ancorati al pavimento ed al soffitto; la finitura superficiale è costituita da tinteggiatura.

Il sistema di isolamento descritto può essere esteso alle murature perimetrali delle aule e dei corridoi, ad esclusione dei sottofinestra, quasi tutti muniti di radiatori in ghisa (Fig. 6).



Fig. 6 – Parete di un'aula con radiatori nei sottofinestra

In corrispondenza dei sottofinestra è possibile adottare una diversa modalità di isolamento, rappresentata dall'installazione di specifici pannelli isolanti termoriflettenti sul retro dei radiatori (Fig. 7).

Tali pannelli sono costituiti da un sottile materassino in polietilene espanso a celle chiuse (spessore 8 mm), rivestito su un solo lato da uno strato di alluminio lucido. Il meccanismo di funzionamento dell'intervento è basato principalmente sul potere riflettente del foglio di alluminio, che intercetta il calore emesso dal radiatore e lo indirizza nell'ambiente da riscaldare.

L'installazione dei pannelli è estremamente rapida e non necessita di alcuna specifica competenza o attrezzatura tecnica: i pannelli, infatti, sono flessibili e possono essere inseriti dal basso senza l'esigenza di smontare i radiatori. L'adesione dei pannelli alla parete viene realizzata tramite incollaggio con comuni adesivi o silicone.



Fig. 7 – Pannelli isolanti termoriflettenti sul retro dei radiatori

La nuova trasmittanza delle murature con la controparete su struttura metallica è di $0,30 \text{ W/m}^2\text{K}$ (al di sotto del limite di $0,37 \text{ W/m}^2\text{K}$ del decreto 311/06). La superficie delle pareti da coibentare ammonta a 1.100 m^2 e il costo dell'intervento è stimabile in 55 €/m^2 (IVA esclusa): l'investimento complessivo è di 67.000 € (IVA del 10% inclusa), comprendente anche la tinteggiatura finale.

Il costo di fornitura e posa in opera dei pannelli isolanti sul retro dei radiatori risulta di 18 €/m^2 (IVA esclusa): considerata una superficie muraria occupata dai radiatori pari a 140 m^2 , l'investimento totale ammonta a quasi 3.000 € (IVA del 10% compresa).

Il risparmio annuo di energia primaria conseguente alla coibentazione delle murature è pari al 10% del consumo attuale, equivalente ad un risparmio di 6.800 m^3 di gas metano. Il risparmio economico annuo ammonta a 6.800 € : dato un investimento di 70.000 € , il tempo di ritorno risulta di circa 10 anni.

COSTI E BENEFICI COMPLESSIVI

Complessivamente gli interventi proposti (isolamento dell'ultimo solaio e delle murature) richiedono un investimento pari a 93.000 € (IVA compresa). Il risparmio annuo di gas metano per il riscaldamento risulta di 13.600 m^3 (pari al 20% del consumo attuale), con un conseguente risparmio economico annuo di 13.600 € e un tempo di ritorno dell'investimento pari a circa 7 anni.

5.3

Municipio

Le murature perimetrali dell'edificio sono realizzate da una parete esterna in mattoni doppio UNI (sp. 12 cm) e da una parete interna in laterizio forato, con intercapedine d'aria: lo spessore totale è pari a circa 40 cm e la trasmittanza termica è stimata in $0,9 - 1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$.

I vecchi serramenti con telaio in legno e vetro semplice (trasmissione termica stimata in $5,0 \text{ W/m}^2\text{K}$) negli uffici comunali al piano terra e al primo piano sono in corso di sostituzione con serramenti in pvc e vetrocamera.

Gli appartamenti del secondo e terzo piano dispongono ancora delle finestre in legno e vetro semplice.

Al fine di migliorare l'isolamento termico dell'edificio, la prima proposta di intervento consiste nella sostituzione di tutti i vecchi serramenti in legno con moderni serramenti in pvc e vetrocamera a bassa emissività. Un'ulteriore proposta di intervento è rappresentata dalla realizzazione di un cappotto esterno sulle pareti dell'edificio ad esclusione della facciata principale su via Cavour.

SOSTITUZIONE DEI SERRAMENTI

I nuovi serramenti in pvc e vetrocamera a bassa emissività sono caratterizzati da una trasmittanza termica di $1,5 \text{ W/m}^2\text{K}$ (inferiore al limite di $2,4 \text{ W/m}^2\text{K}$ del decreto 311/06).

Il costo della fornitura e posa in opera dei serramenti in pvc è quantificabile in 400 €/m^2 (IVA esclusa): data una superficie finestrata pari a 280 m^2 , l'investimento totale ammonta a 123.000 € (IVA compresa).

Il risparmio annuo di energia primaria conseguente alla sostituzione delle finestre è pari al 19% del consumo termico attuale, equivalente ad un risparmio di 6.600 m^3 di gas metano. Il risparmio economico annuo è pari a 4.300 € e il tempo di ritorno risulta di 29 anni.

CAPPOTTO ESTERNO

Si sottolinea l'opportunità del cappotto esterno sia in termini di incremento delle prestazioni energetiche dell'involucro sia in termini di miglioramento dell'estetica dell'edificio, considerata l'attuale condizione delle facciate oggetto di intervento (Fig. 8).



Fig. 8 – Pareti sul retro del municipio

Si propone la realizzazione di un cappotto costituito da pannelli isolanti rigidi in polistirene espanso estruso dello spessore di 8 cm, ricoperti dallo strato di finitura. La nuova trasmittanza delle murature con il cappotto è inferiore a $0,30 \text{ W/m}^2\text{K}$ (al di sotto del limite di $0,37 \text{ W/m}^2\text{K}$ del decreto 311/06).

La superficie opaca delle pareti da colbentare con il cappotto ammonta a 1.570 m^2 . Il costo del cappotto è quantificabile in 72.000 € (IVA esclusa), a cui si aggiunge il costo di 28.000 € (IVA esclusa) per l'allestimento del ponteggio con rete di protezione, il costo di 15.000 € (IVA esclusa) per la rimozione dell'intonaco esistente, il costo di 20.000 € (IVA esclusa) per la rimozione e lo smaltimento dei bancali esistenti delle finestre e per la fornitura e la posa in opera dei nuovi bancali adeguati alla maggiore larghezza delle murature: l'investimento totale è di 149.000 € (IVA del 10% compresa).

Il risparmio annuo di energia primaria conseguente alla realizzazione del cappotto è pari al 18% del consumo attuale, equivalente ad un risparmio di 6.000 m^3 di gas metano. Il risparmio economico annuo ammonta a 4.000 € e il tempo di ritorno dell'investimento risulta di 37 anni.

COSTI E BENEFICI COMPLESSIVI

Complessivamente gli interventi proposti (sostituzione dei serramenti e realizzazione del cappotto) richiedono un investimento pari a 272.000 € (IVA compresa). Il risparmio annuo di gas metano per il riscaldamento risulta di 12.600 m^3 (pari al 37% del consumo attuale), con un conseguente risparmio economico annuo di 8.300 € e un tempo di ritorno dell'investimento pari a circa 33 anni.

6 SINTESI DEGLI INTERVENTI E DEI RISULTATI

La Tab. 13 riporta una sintesi degli interventi di efficienza termica proposti per la riqualificazione degli edifici di proprietà comunale.

Tipologia intervento	Costo intervento (IVA incl.) €	Risparmio annuo gas metano m ³	Risparmio economico annuo €	Tempo di ritorno anni
Asilo nido e scuola materna				
Sostituzione dei serramenti	84.000	4.500	3.300	25
Cappotto esterno	13.000	1.700	1.200	11
Scuola elementare (ex scuola elementare e media)				
Isolamento dell'ultimo solaio	23.000	6.800	6.800	3,4
Coibentazione interna pareti	70.000	6.800	6.800	10
Municipio				
Sostituzione dei serramenti	123.000	6.600	4.300	29
Cappotto esterno	149.000	6.000	4.000	37
Costo totale, risparmi totali e tempo di ritorno medio	462.000	32.400	26.400	18

Tab. 13 – Risultati degli interventi di efficienza termica

Nel complesso gli interventi individuati hanno un costo di investimento di 462.000 € (IVA compresa) e garantiscono un risparmio annuo pari a 32.400 m³ di gas. Il risparmio economico annuo ammonta a 26.400 € e il tempo di ritorno è mediamente di 18 anni. La Tab. 14 evidenzia i benefici derivanti dagli interventi proposti in termini di risparmio di gas metano e in termini di emissioni evitate di CO₂: per ogni edificio la Tabella riporta l'attuale consumo annuo di gas, il risparmio annuo conseguente alla realizzazione degli interventi, la percentuale di risparmio e le emissioni annue evitate di CO₂.

Edifici comunali	Consumo attuale gas m ³ /anno	Risparmio annuo di gas m ³ /anno	Percentuale risparmio %	Emissioni evitate CO ₂ ton/anno
Asilo nido e materna	23.700	6.200	26	11,8
Scuola elementare	67.300	13.600	20	25,8
Municipio	34.000	12.600	37	23,9
Totali	125.000	32.400	26	61,5

Tab. 14 – Risparmi di gas ed emissioni evitate di CO₂

Le misure di efficienza energetica individuate assicurano un risparmio annuo di gas metano del 26% sugli attuali consumi per il riscaldamento ambientale degli edifici oggetto degli interventi. I risparmi, inoltre, evitano l'emissione annua in atmosfera di 61,5 ton di CO₂.

7

CONCLUSIONI

Dal presente lavoro è emersa nel complesso una buona efficienza energetica in ambito elettrico degli edifici di proprietà del Comune di Colorno: i consumi specifici di energia elettrica degli edifici risultano, in generale, contenuti entro i valori di riferimento individuati per le diverse destinazioni d'uso e i sopralluoghi tecnici non hanno evidenziato particolari problematiche energetiche.

Per quanto riguarda i consumi termici connessi al riscaldamento ambientale, l'efficienza dell'asilo nido e scuola materna, della scuola elementare (ex scuola elementare e media) e del municipio è scarsa: le principali e più diffuse problematiche energetiche di queste strutture riguardano gli involucri edilizi, che risultano in generale poco o per nulla coibentati.

Gli interventi di efficienza energetica proposti hanno nel complesso un costo di investimento pari a 462.000 € (IVA compresa) e garantiscono un risparmio annuo di gas metano di 32.400 m³ (pari al 26% del consumo attuale), con un conseguente risparmio economico annuo di 26.400 €. Infine, il beneficio ambientale in termini di emissioni annue evitate ammonta a 61,5 ton di CO₂.

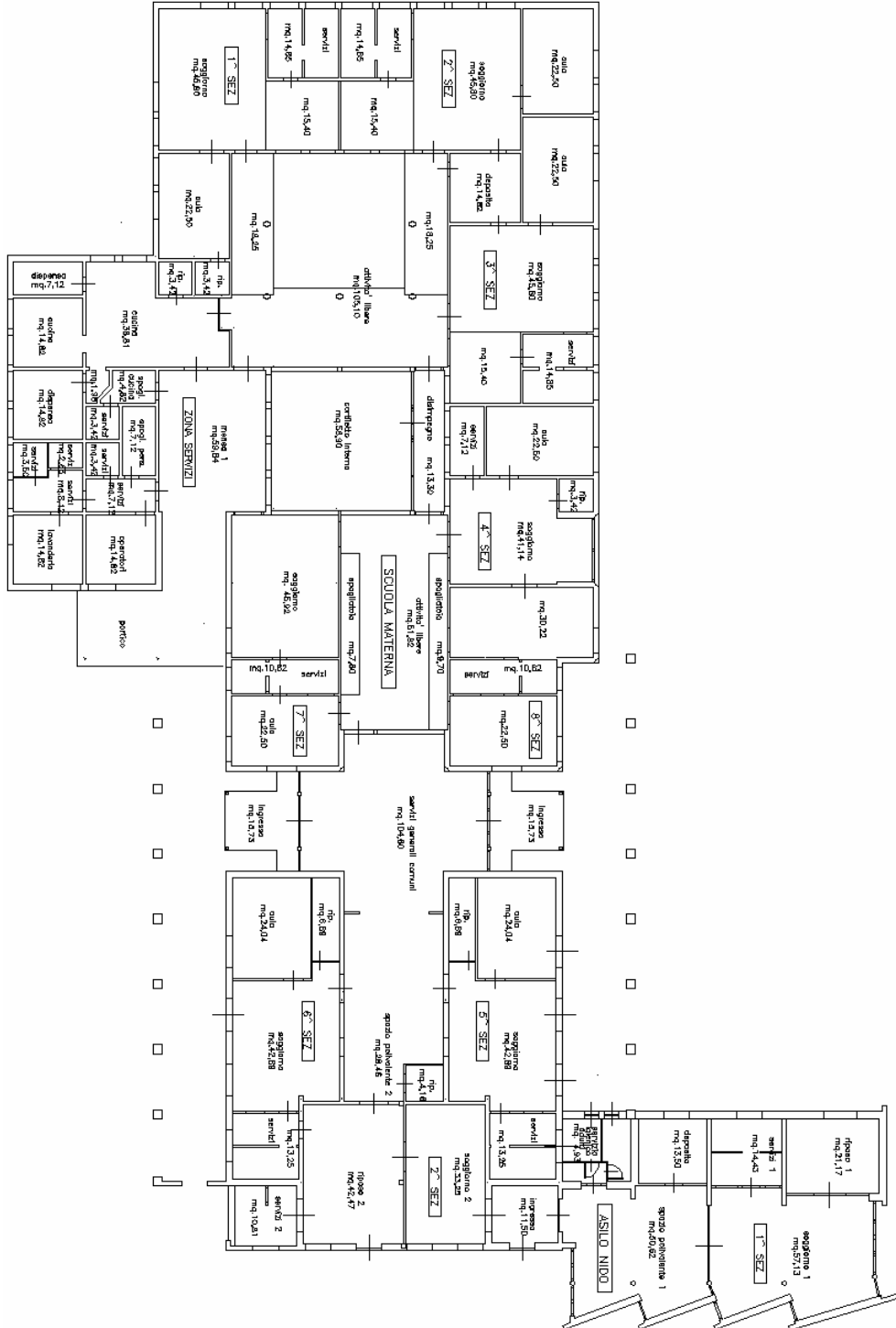
Asilo nido e scuola materna

Ex scuola elementare e scuola media

Nuova scuola media

Municipio

Palazzetto dello sport



ASILO NIDO E SCUOLA MATERNA

Polo Tecnologico per l'Energia srl

Via Marsala, 105 – 38100 Trento
tel: 0461 391535 - fax: 0461 394497



INGRESSO SUD ALL'ASILO NIDO



INGRESSO OVEST ALLA SCUOLA MATERNA

DATI GENERALI E DIMENSIONALI

DESTINAZIONE D'USO

Asilo nido e scuola materna

INDIRIZZO

Via Togliatti (quartiere residenziale Cardinazzi)

ANNO DI COSTRUZIONE

Intorno al 1970 è stato realizzato il primo nucleo (corpo a nord dell'ingresso alla scuola materna), che ha subito un primo consistente ampliamento nel 1990 circa (corpo a sud dell'ingresso alla materna) ed un secondo ampliamento di modesta entità intorno al 2002 (sezione dell'asilo nido annessa all'edificio nell'angolo sud – est).

FORMA, ORIENTAMENTO E NUMERO DI PIANI

Pur essendo piuttosto irregolare, la pianta dell'edificio è riconducibile alla forma rettangolare, con orientamento in direzione nord – sud. L'edificio è costituito da un solo piano, che ospita le aule della scuola materna e dell'asilo nido, una cucina ed una mensa (altezza dei locali variabile da un minimo di 3,00 m ad un massimo di 3,60 m).

DATI GEOMETRICI (NON COMPRENDENTI LOCALI NON RISCALDATI ADIBITI A DEPOSITI, MAGAZZINI E ARCHIVI)

Superficie utile di pavimento (sup. netta)	1.535 m ²
Superficie disperdente (S)	4.230 m ²
Volume lordo riscaldato (V)	5.384 m ³
Rapporto di forma (S/V)	0,79 m ⁻¹

DATI DI CONSUMO ENERGETICO

CONSUMO ELETTRICO

Consumo di energia elettrica	37.350 kWh/anno
Consumo elettrico per unità di sup. netta	24,3 kWh/m ²

CONSUMO TERMICO

Consumo di gas metano	23.700 m ³ /anno
Consumo termico per unità di volume lordo	41,3 kWh/m ³

DATI COSTRUTTIVI

MURATURE ESTERNE

Le murature della scuola materna (corpo originario dell'edificio) sono costituite da pannelli prefabbricati in cemento armato con strato di isolamento di 3 – 4 cm, intercapedine d'aria e controparete in laterizio sul lato interno (sp. 30 cm). Le murature dei due successivi ampliamenti sono realizzate con doppia parete in laterizio portante e pannelli isolanti in poliuretano posti nell'intercapedine (sp. 40 cm).



MURATURE IN PANNELLI DI CEMENTO DEL PRIMO NUCLEO DELL'EDIFICIO

COPERTURA

La copertura della scuola materna è a falde con manto in lastre metalliche, installate di recente in sostituzione della precedente copertura contenente amianto; la copertura dei due successivi ampliamenti è in lastre ondulate di cemento e amianto.



COPERTURA IN LASTRE METALLICHE (A SINISTRA) E IN LASTRE DI CEMENTO E AMIANTO (A DESTRA)

SERRAMENTI

I serramenti della scuola materna hanno vetro singolo, mentre i serramenti degli ampliamenti hanno telaio in alluminio elettrocromato con vetrocamera.

DATI TECNICI DEGLI IMPIANTI

IMPIANTO DI RISCALDAMENTO

L'impianto di riscaldamento è servito da una caldaia alimentata a gas metano Pensotti 62N – 181 con potenza utile di 211 kW. I corpi scaldanti sono costituiti da ventilconvettori e da pannelli radianti a pavimento nei locali del più recente ampliamento (sezione asilo nido connessa all'edificio esistente nell'angolo sud – est).



CALDAIA IN CENTRALE TERMICA E VENTILCONVETTORI NEI LOCALI

PRODUZIONE DI ACQUA CALDA SANITARIA

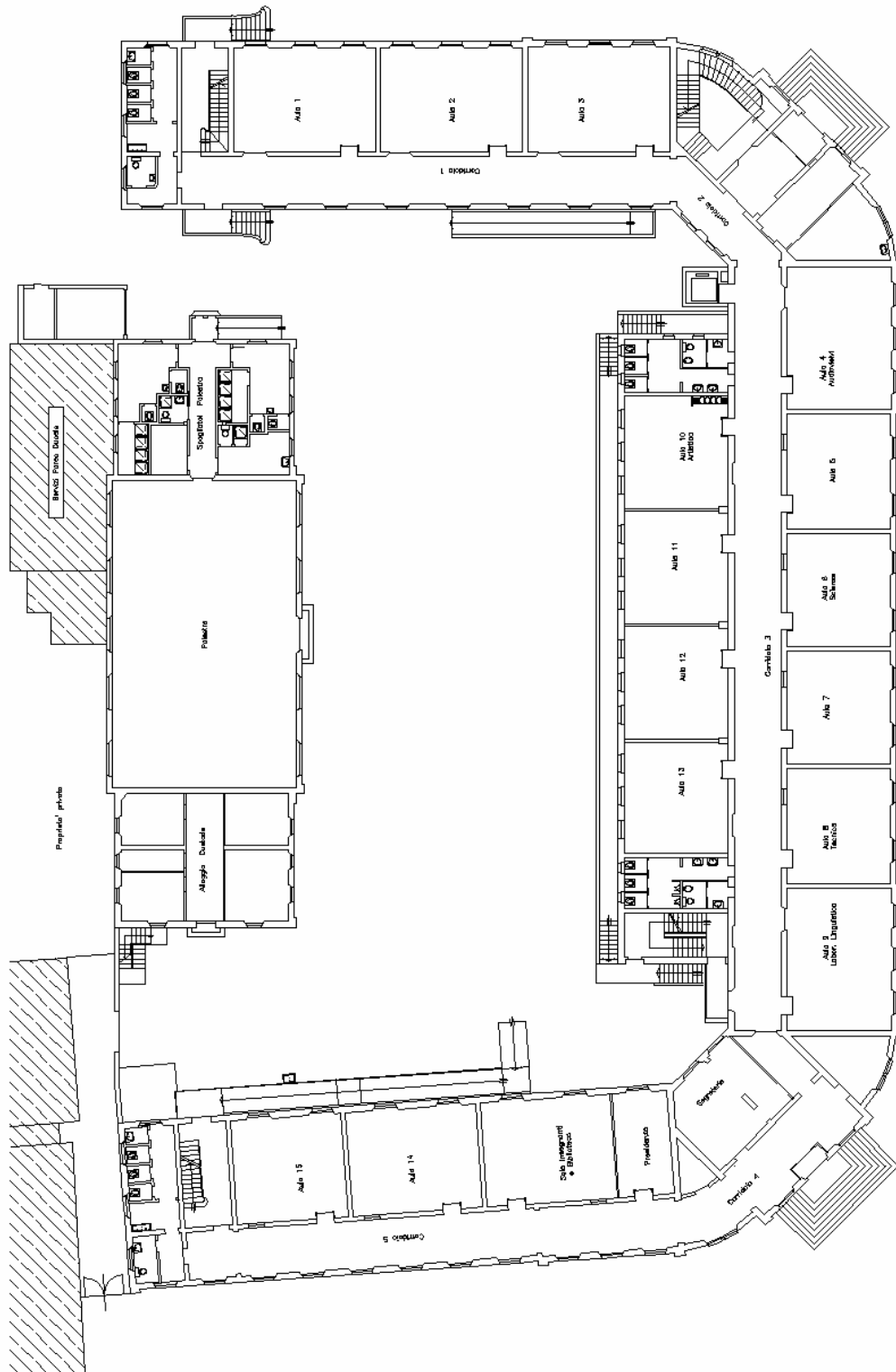
Per la produzione dell'acqua calda sanitaria è installato dal 2001 nella centrale termica un boiler con proprio bruciatore a gas metano Style boiler EGIP 500, con potenza utile di 21,25 kW e capacità di 470 litri; l'ultima sezione dell'asilo nido annessa all'edificio dispone di un boiler elettrico.

IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE

L'impianto dispone di apparecchi illuminanti a soffitto equipaggiati con lampade fluorescenti tubolari.



ILLUMINAZIONE DEI LOCALI



EX SCUOLA ELEMENTARE E SCUOLA MEDIA

Polo Tecnologico per l'Energia srl

Via Marsala, 105 – 38100 Trento
 tel: 0461 391535 - fax: 0461 394497



CORPO PRINCIPALE (AULE E ALTRI SPAZI DIDATTICI) DELLA SCUOLA



CORPO PALESTRA E SPOGLIATOI (A SINISTRA) E AMPLIAMENTO DEL CORPO AULE (A DESTRA)

DATI GENERALI E DIMENSIONALI

DESTINAZIONE D'USO

Ex scuola elementare e scuola media, dal settembre 2006 solo scuola elementare

INDIRIZZO

Angolo tra via Cavour e p.zza Veneto

ANNO DI COSTRUZIONE

Il corpo principale (aule) è stato costruito intorno al 1912 ed ha subito un ampliamento nel 1985 circa; il corpo adibito a palestra e spogliatoi è stato realizzato negli anni 1939 – 1940.

FORMA, ORIENTAMENTO E NUMERO DI PIANI

Il corpo aule ha una pianta ad U: la parte centrale ha orientamento est – ovest e le due ali laterali hanno orientamento nord – sud.

Il corpo è costituito da un piano seminterrato, da un piano terra e da un primo piano: il piano seminterrato (altezza massima pari a 2,85 m) ospita la cucina, la mensa e i locali adibiti ad archivio e a deposito, mentre il piano terra (altezza massima di 4,47 m) e il primo piano (altezza massima di 4,59 m) sono destinati alle aule.

L'altezza delle aule al piano terra e al primo piano dell'ampliamento è ridotta a 3,50 m dalla controsoffittatura.

Il corpo palestra ha una pianta rettangolare con orientamento est – ovest ed è composto da un unico piano (altezza palestra di 7,00 m e altezza spogliatoi di 3,45 m).

DATI GEOMETRICI DEL CORPO AULE (NON COMPRENDENTI LOCALI ADIBITI A DEPOSITI, MAGAZZINI E ARCHIVI NON RISCALDATI)

Superficie utile di pavimento (sup. netta)	3.295 m ²
Superficie disperdente (S)	6.320 m ²
Volume lordo riscaldato (V)	15.370 m ³
Rapporto di forma (S/V)	0,41 m ⁻¹

DATI GEOMETRICI DEL CORPO PALESTRA (ESCLUSA ABITAZIONE CUSTODE E CENTRALE TERMICA)

Superficie utile di pavimento (sup. netta)	310 m ²
Superficie disperdente (S)	1.100 m ²
Volume lordo riscaldato (V)	1.910 m ³
Rapporto di forma (S/V)	0,58 m ⁻¹

DATI DI CONSUMO ENERGETICO

CONSUMO ELETTRICO (COMPRENDE ENTRAMBI I CORPI)

Consumo di energia elettrica	80.300 kWh/anno
Consumo elettrico per unità di sup. netta	22,3 kWh/m ²

CONSUMO TERMICO (COMPRENDE ENTRAMBI I CORPI)

Consumo di gas metano	67.300 m ³ /anno
Consumo termico per unità di vol. lordo	36,6 kWh/m ³

DATI COSTRUTTIVI

MURATURE ESTERNE

Le murature della parte più vecchia del corpo aule sono realizzate in mattoni pieni a faccia vista e intonaco interno ed hanno uno spessore di 40 cm.

Le murature dell'ampliamento del corpo aule sono composte da una parete esterna in mattoni pieni a faccia vista (sp. 25 cm), una came-

ra d'aria di 8 cm e una parete interna di mattoni forati (sp. 12 cm) intonacata.

COPERTURE

Le coperture a falde dei corpi aule e palestra hanno orditura portante in legno e manto esterno in lamiera (parte vecchia del corpo aule), in eternit (palestra) e in tegole piane (spogliatoi): non sono presenti strati di isolamento termico, né sulle falde né sui solai sottostanti.

La copertura dell'ampliamento del corpo aule è a terrazza non praticabile, costituita da intonaco interno, solaio in laterocemento da 20 cm, strato isolante in polistirene da 4 cm, soletta in calcestruzzo da 10 cm e finitura con guaina impermeabilizzante.

SERRAMENTI

Le finestre del corpo aule hanno telaio in legno e doppio vetro. Le finestre della palestra e degli spogliatoi (di più recente installazione) hanno telaio in pvc nero e doppio vetro.



FINESTRE IN LEGNO DELLE AULE

DATI TECNICI DEGLI IMPIANTI

IMPIANTO DI RISCALDAMENTO

L'impianto di riscaldamento è servito da tre caldaie alimentate a gas metano: una caldaia PX G Fer (data presunta di installazione 1979) e due caldaie MCN Bologna N 15 DV (data presunta di installazione fine anni 90). I corpi scaldanti nelle aule, lungo i corridoi e negli spogliatoi della palestra sono costituiti da radiatori in ghisa, mentre nella palestra sono installati aerotermini a parete.

PRODUZIONE DI ACQUA CALDA SANITARIA

Per la produzione dell'acqua calda sanitaria a servizio degli spogliatoi della palestra è presente un boiler con proprio bruciatore alimentato

a gas metano. Nella cucina sono installati boiler elettrici; anche i forni per la cottura dei cibi sono elettrici.



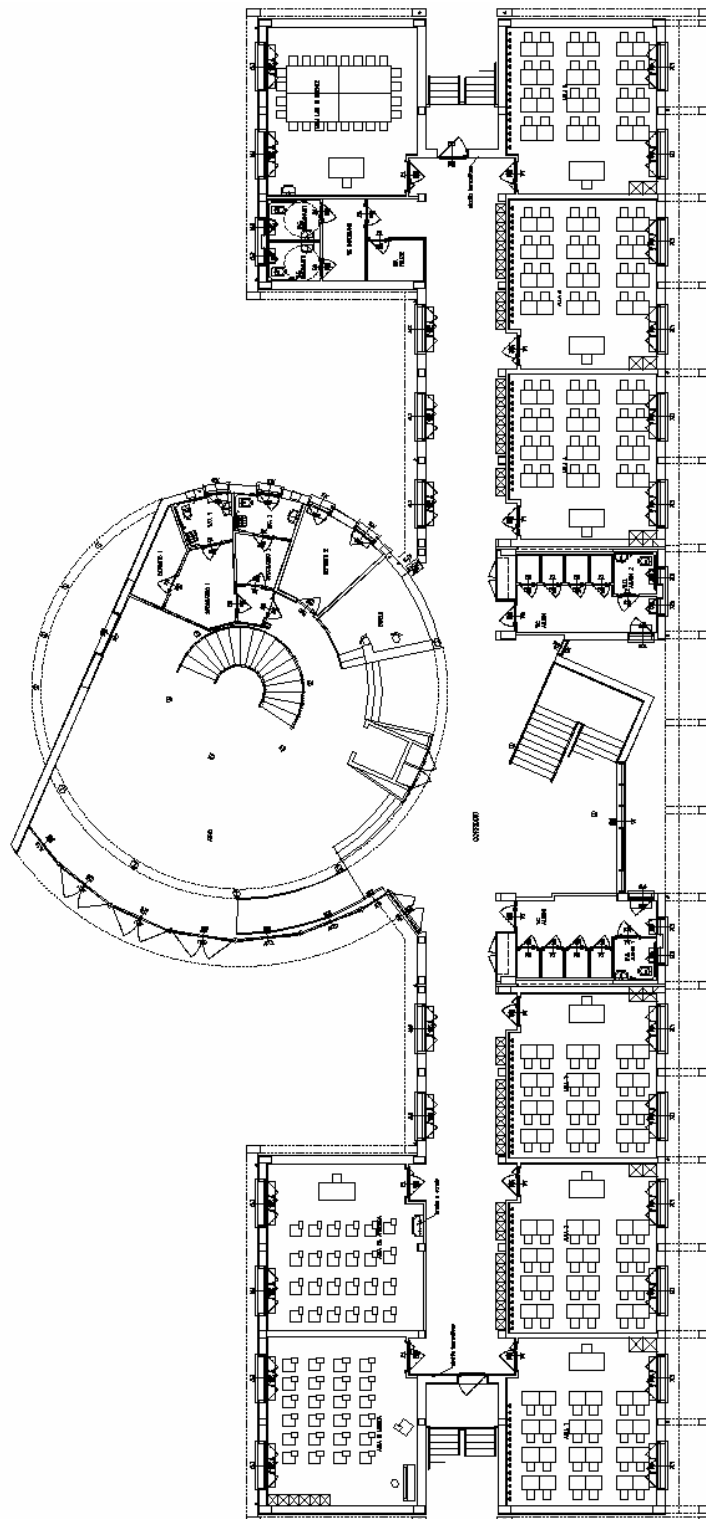
CALDAIE IN CENTRALE TERMICA

IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE

Gli impianti di illuminazione dei corridoi, delle aule e degli spogliatoi della palestra dispongono di lampade fluorescenti tubolari. Nella palestra sono presenti lampade ai vapori di mercurio.



ILLUMINAZIONE DELLE AULE E DEI CORRIDOI



SCUOLA MEDIA

Polo Tecnologico per l'Energia srl

Via Marsala, 105 – 38100 Trento
tel: 0461 391535 - fax: 0461 394497



LATO SUD DELLA SCUOLA MEDIA



CORPO CILINDRICO SUL LATO NORD DELLA SCUOLA MEDIA

DATI GENERALI E DIMENSIONALI

DESTINAZIONE D'USO
Scuola media inferiore

INDIRIZZO
Via Benassi

ANNO DI COSTRUZIONE
L'edificio è stato costruito negli anni 2005 – 2006 (è entrato in esercizio nel settembre 2006).

Polo Tecnologico per l'Energia srl

Via Marsala, 105 – 38100 Trento
tel: 0461 391535 - fax: 0461 394497

FORMA, ORIENTAMENTO E NUMERO DI PIANI

L'edificio è costituito da un corpo a pianta rettangolare con orientamento nord – sud e da un corpo a pianta circolare, che si innesta al centro del precedente sul lato lungo a ovest.

Il corpo a pianta rettangolare si sviluppa su un piano terra e un primo piano, entrambi destinati alle aule scolastiche: questi locali sono controsoffittati ed hanno interpiano di 3,00 m.

Il corpo a pianta circolare è composto da un piano terra, da un primo piano e da un secondo piano: il piano terra ospita un ampio atrio di ingresso e la bidelleria, al primo piano trovano posto gli uffici amministrativi e il secondo piano è adibito a biblioteca e sala insegnanti.

DATI GEOMETRICI (NON COMPRENDENTI LOCALI NON RISCALDATI ADIBITI A DEPOSITI, MAGAZZINI E ARCHIVI)

Superficie utile di pavimento (sup. netta)	2.030 m ²
Superficie disperdente (S)	3.835 m ²
Volume lordo riscaldato (V)	7.326 m ³
Rapporto di forma (S/V)	0,52 m ⁻¹

DATI DI CONSUMO ENERGETICO

CONSUMO ELETTRICO

Consumo di energia elettrica	36.600 kWh/anno
Consumo elettrico per unità di sup. netta	18,0 kWh/m ²

CONSUMO TERMICO

Consumo di gas metano	24.600 m ³ /anno
Consumo termico per unità di vol. lordo	35,1 kWh/m ³

DATI COSTRUTTIVI

MURATURE ESTERNE

La struttura portante dell'edificio è costituita da un telaio di travi e pilastri in cemento armato. Le murature di tamponamento sono realizzate da una parete esterna in mattoni doppio UNI (sp. 12 cm) e da una parete interna in laterizio forato (sp. 12 cm), con interposizione di un isolamento termico in pannelli di lana di roccia (sp. 3 cm): le superfici murarie interne ed esterne sono intonacate.

Il secondo piano del corpo centrale a pianta circolare è tamponato con pannelli prefabbricati in cemento armato.

COPERTURA

Il corpo aule a pianta rettangolare ha una copertura in parte piana e in parte in lamiera. Entrambe le coperture sono costituite da un solaio in lastre tralicciate (sp. 24 cm), da un getto integrativo in calcestruzzo armato (sp. 4 cm), da una barriera al vapore in polietilene e da un isolamento termico in pannelli di polistirene (sp. 3 cm): al di sopra dello strato di coibentazione, la copertura piana presenta un

massetto delle pendenze e un doppio strato di guaina impermeabilizzante (solo in corrispondenza dei percorsi di accesso alle scale di sicurezza esterne è prevista una pavimentazione in quadrotti di calcestruzzo su piedini), mentre la copertura in lamiera presenta lastre di alluminio preverniciato (copertura ventilata).

La copertura del corpo centrale a pianta circolare è costituita da un solaio in lastre tralicciate (sp. 20 cm), da una soletta di cemento armato (sp. 4 cm), da una barriera al vapore in polietilene, da un isolamento termico in pannelli di polistirene (sp. 3 cm), da un massetto delle pendenze e da un doppio strato di guaina impermeabilizzante.



COPERTURA PIANA E COPERTURA IN LAMIERA DEL CORPO AULE DELLA SCUOLA

SERRAMENTI

I serramenti delle aule e degli altri locali hanno telaio in alluminio a taglio termico e vetrocamera 6/12/6. Le vetrate dell'atrio e dei corridoi (che in alcuni casi si sviluppano per l'intera altezza del piano) hanno le stesse caratteristiche.

DATI TECNICI DEGLI IMPIANTI

IMPIANTO DI RISCALDAMENTO

L'impianto di riscaldamento dispone di una caldaia a gas Riello RTS 530 BTS del 2006, con potenza utile pari a 530 kW.

Negli ambienti didattici (aule, laboratori e relativi spazi di distribuzione) i corpi scaldanti sono costituiti da radiatori: in questi ambienti è presente, inoltre, un impianto ad aria primaria (mandata nelle aule e ripresa lungo i corridoi), servito da due UTA poste sulla copertura.

Nei locali del corpo centrale destinati al personale didattico ed amministrativo sono installati ventilconvettori predisposti anche per il raffrescamento estivo.

Per il riscaldamento dell'atrio a piano terra è presente un impianto a pannelli radianti a pavimento.

PRODUZIONE DI ACQUA CALDA SANITARIA

Per la produzione dell'acqua calda sanitaria sono installati boiler elettrici nei bagni.



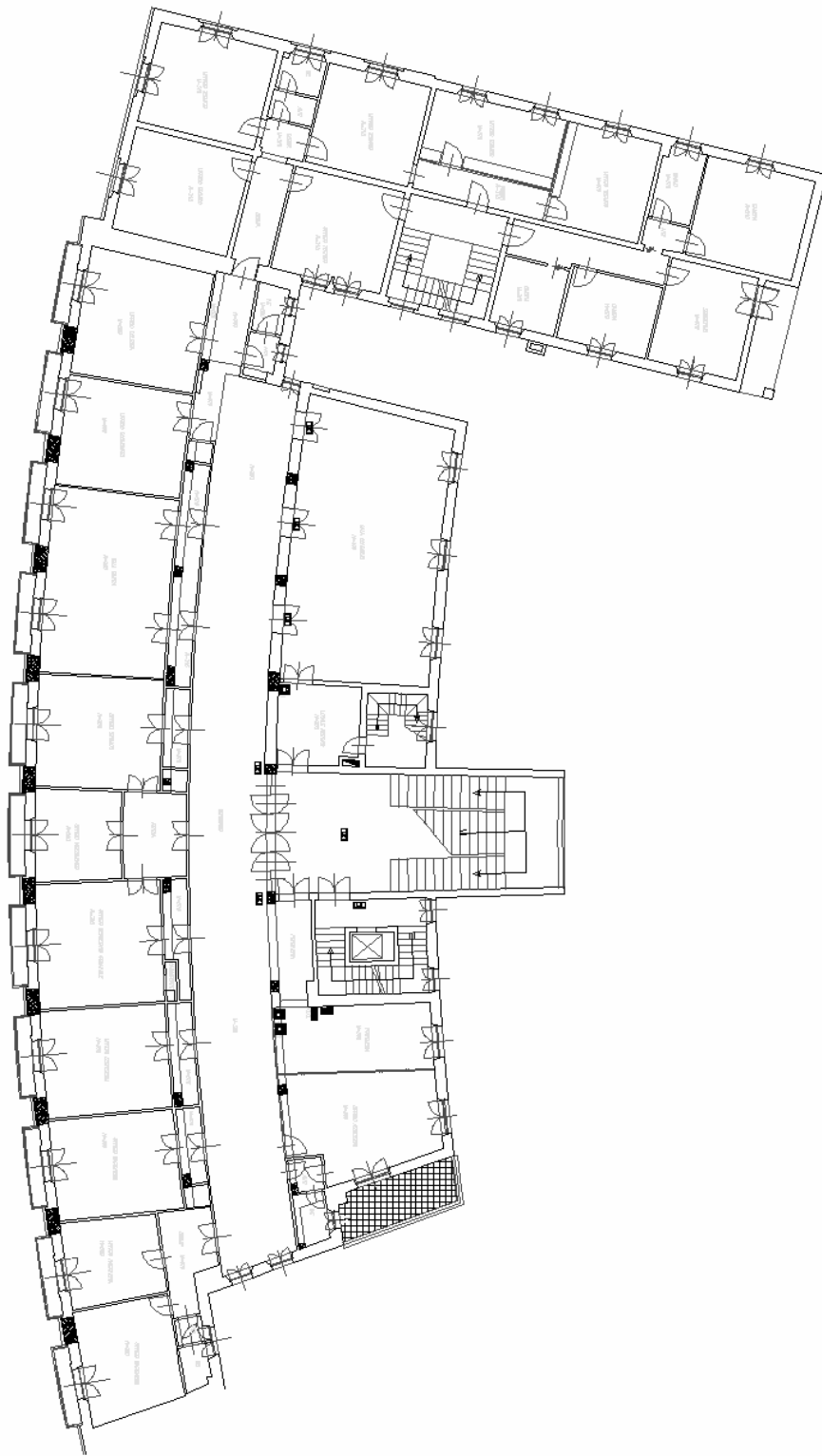
CALDAIA IN CENTRALE TERMICA E UTA SULLA COPERTURA

IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE

L'impianto dispone ovunque di apparecchi illuminanti a soffitto (appesi e incassati nel controsoffitto) equipaggiati con lampade fluorescenti tubolari.



ILLUMINAZIONE DEI LOCALI DELLA SCUOLA



MUNICIPIO

Polo Tecnologico per l'Energia srl

Via Marsala, 105 - 38100 Trento
tel: 0461 391535 - fax: 0461 394497



LATO NORD – OVEST DELL'EDIFICIO SU VIA CAVOUR

DATI GENERALI E DIMENSIONALI

DESTINAZIONE D'USO

Uffici comunali e appartamenti

INDIRIZZO

Via Cavour (angolo sud – est di piazza Garibaldi)

ANNO DI COSTRUZIONE

L'edificio è stato costruito intorno al 1965 nell'area dove sorgeva il fabbricato "Longara".

FORMA, ORIENTAMENTO E NUMERO DI PIANI

L'edificio ha una pianta irregolare e in esso possono essere individuati due corpi distinti e uniti fra loro. Il corpo di maggiori dimensioni si affaccia su via Cavour, con andamento curvilineo e orientamento da nord – est a sud – ovest, mentre quello più piccolo ha pianta rettangolare ed ha orientamento circa da nord a sud.

Il corpo curvilineo è così articolato:

- piano terra (altezza 4,00 m) occupato da uffici e autorimesse;

- primo piano (altezza 3,60 m) destinato ad altri uffici, alla sala consiglio e alla sala giunta;
- secondo piano (altezza 3,45 m) e terzo piano (altezza 3,25 m) adibiti ad appartamenti;
- sottotetto occupato da archivi e locali di servizio.

Il corpo più piccolo si sviluppa nel modo seguente:

- piano terra (altezza 3,10 m) adibito a bar;
- primo piano (altezza 3,10 m) occupato da uffici e da un appartamento;
- secondo piano (altezza 3,10 m) occupato da appartamenti;
- sottotetto.

DATI GEOMETRICI (NON COMPRENDENTI LOCALI NON RISCALDATI ADIBITI A DEPOSITI, MAGAZZINI E ARCHIVI)

Superficie utile di pavimento (sup. netta)	2.675 m ²
Superficie disperdente (S)	4.500 m ²
Volume lordo riscaldato (V)	11.550 m ³
Rapporto di forma (S/V)	0,39 m ⁻¹

DATI DI CONSUMO ENERGETICO

Il consumo di energia elettrica è relativo ai soli uffici comunali, la cui superficie utile ammonta a 1.120 m². Il consumo di gas metano si riferisce all'intero edificio (uffici comunali e appartamenti), il cui volume lordo riscaldato risulta di 11.550 m³.

CONSUMO ELETTRICO

Consumo di energia elettrica	60.300 kWh/anno
Consumo elettrico per unità di sup. netta	53,9 kWh/m ²

CONSUMO TERMICO

Consumo di gas metano	34.000 m ³ /anno
Consumo termico per unità di vol. lordo	27,6 kWh/m ³

DATI COSTRUTTIVI

MURATURE ESTERNE

La struttura portante dell'edificio è costituita da un telaio di travi e pilastri in cemento armato.

Le murature di tamponamento sono realizzate da una parete esterna in mattoni doppio UNI (sp. 12 cm) e da una parete interna in laterizio forato, con intercapedine d'aria (sp. 40 cm).

COPERTURA

La copertura dell'edificio è a falde ed è realizzata in laterizio armato e manto in tegole; il sottotetto ospita archivi e altri locali di servizio.

SERRAMENTI

I vecchi serramenti con telaio in legno e vetro semplice negli uffici comunali al piano terra e al primo piano sono in corso di sostituzione con moderni serramenti in pvc e vetrocamera.

Gli appartamenti del secondo e terzo piano dispongono ancora delle finestre in legno e vetro semplice.



FINESTRE IN LEGNO E VETRO SEMPLICE SUL LATO SUD – EST DELL'EDIFICIO

DATI TECNICI DEGLI IMPIANTI

IMPIANTO DI RISCALDAMENTO

L'impianto di riscaldamento dell'edificio è servito da due caldaie Unical AG, modello TRI DUO 400 del 1997, ciascuna con potenza utile pari a 465 kW; i corpi scaldanti sono costituiti ovunque da radiatori. Le caldaie forniscono calore sia agli uffici comunali sia agli appartamenti, che, pertanto, rappresentano un'unica utenza termica.



CALDAIE IN CENTRALE TERMICA E RADIATORE NELL'EDIFICIO

PRODUZIONE DI ACQUA CALDA SANITARIA

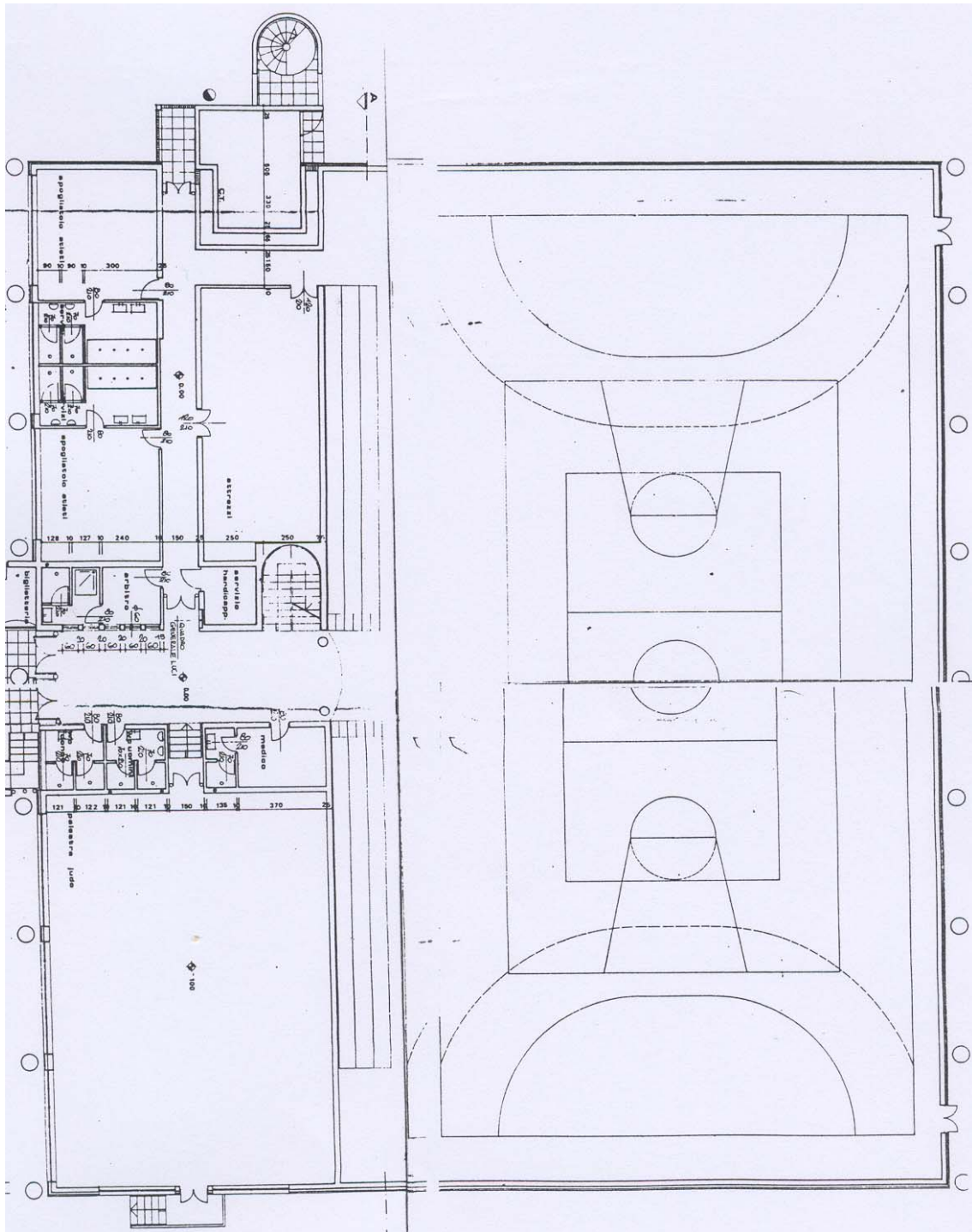
Per l'acqua calda ad uso sanitario, negli appartamenti sono installati boiler elettrici. Negli uffici comunali non è previsto alcun sistema di produzione dell'acqua calda sanitaria.

IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE

Negli uffici e lungo i corridoi l'impianto dispone di apparecchi illuminanti a soffitto con lampade fluorescenti tubolari.



CORPI ILLUMINANTI NEI CORRIDOI (A SINISTRA) E NEGLI UFFICI (A DESTRA)



PALAZZETTO DELLO SPORT



LATO AD OVEST DELLA PALESTRA CON ELEMENTO ESTERNO DI INGRESSO

DATI GENERALI E DIMENSIONALI

DESTINAZIONE D'USO

Palestra polivalente, con campo da gioco, spogliatoi, spazi minori per la ginnastica ed abitazione del custode.

INDIRIZZO

Via G. Onesti

FORMA, ORIENTAMENTO E NUMERO DI PIANI

L'edificio ha una forma estremamente compatta a pianta rettangolare (lati più lunghi in direzione nord – sud), segnata unicamente dagli elementi architettonici esterni che realizzano le scale e gli accessi.

Il lato a est ospita il campo da gioco (altezza 9,50 m) e i relativi spazi per il pubblico, mentre il lato a ovest si sviluppa su due piani (altezza 3,00 m), entrambi destinati a spogliatoi e palestre per la ginnastica, nonché ad abitazione del custode (primo piano).

DATI GEOMETRICI (NON COMPRENDENTI LOCALI NON RISCALDATI ADIBITI A DEPOSITI, MAGAZZINI E ARCHIVI)

Superficie utile di pavimento (sup. netta)	1.980 m ²
Superficie disperdente (S)	4.715 m ²
Volume lordo riscaldato (V)	15.150 m ³
Rapporto di forma (S/V)	0,31 m ⁻¹

DATI DI CONSUMO ENERGETICO

CONSUMO ELETTRICO

Consumo di energia elettrica	41.700 kWh/anno
Consumo elettrico per unità di sup. netta	21,1 kWh/m ²

CONSUMO TERMICO

Consumo di gas metano	29.550 m ³ /anno
Consumo termico per unità di vol. lordo	18,7 kWh/m ³

DATI COSTRUTTIVI

MURATURE ESTERNE

La struttura portante dell'edificio è costituita da colonne tubolari esterne in acciaio lungo le pareti est ed ovest ad interasse di 5,50 m e travi reticolari in acciaio zincato di luce pari a 36 m.

Le pareti verticali sono realizzate da pannelli a sandwich coibentati con finitura esterna in lamiera, mentre gli elementi complementari esterni (scale e accessi) sono in cemento armato e muratura.

SERRAMENTI

I serramenti dell'edificio hanno telaio metallico e doppi vetri.

DATI TECNICI DEGLI IMPIANTI

IMPIANTO DI RISCALDAMENTO

In centrale termica è installata una caldaia a gas Ferroli LG 350 del 1989 con potenza utile pari a 393,6 kW; inoltre, sono presenti tre scaldacqua a gas ad accumulo Cosmos, ciascuno con capacità pari a 290 litri e potenza utile di 14,2 kW.



CALDAIA E SCALDACQUA AD ACCUMULO IN CENTRALE TERMICA

Negli spogliatoi i corpi scaldanti sono costituiti da radiatori, nel campo da gioco sono presenti aerotermi, mentre gli altri spazi per la ginnastica sono dotati di bocchette dell'aria calda a soffitto. La sala attrezzata dispone di un impianto di condizionamento estivo dell'aria, del tipo ad espansione diretta con due unità esterne Daikin.



AEROTERMI NEL CAMPO DA GIOCO E BOCCHETTE NEGLI ALTRI LOCALI

IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE

Il campo da gioco dispone di proiettori equipaggiati con lampade agli alogenuri metallici, mentre in tutti gli altri locali sono installati corpi illuminanti a soffitto con lampade fluorescenti tubolari.



PROIETTORI NEL CAMPO DA GIOCO E LAMPADIE FLUORESCENTI TUBOLARI NEGLI ALTRI LOCALI