



Ricerca di Sistema elettrico

Realizzazione di un data base degli edifici pubblici insistenti sul territorio del Sulcis: caratterizzazione edifici e indicatori statistici

Alessandra Madeddu; Francesca Poggi

REALIZZAZIONE DI UN DATA BASE DEGLI EDIFICI PUBBLICI INSISTENTI SUL TERRITORIO DEL SULCIS:
CARATTERIZZAZIONE EDIFICI E INDICATORI STATISTICI

Alessandra Madeddu; Francesca Poggi (SOTACARBO)

Settembre 2015

Report Ricerca di Sistema Elettrico

Accordo di Programma Ministero dello Sviluppo Economico - ENEA

Piano Annuale di Realizzazione 2014

Area: Razionalizzazione e risparmio nell'uso dell'energia elettrica

Progetto: C.2 Sviluppo di modelli per la realizzazione di interventi di efficienza energetica sul patrimonio immobiliare pubblico

Obiettivo: Studi sullo sviluppo di modelli per la realizzazione di interventi di efficienza energetica sul patrimonio immobiliare pubblico

Responsabile del Progetto: arch. Gaetano Fasano, ENEA

Responsabile scientifico ENEA: ing. Paolo Deiana

Responsabile scientifico SOTACARBO: ing. Enrico Maggio

Indice

SOMMARIO.....	4
1 INTRODUZIONE.....	5
2 QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO.....	6
3 RACCOLTA DATI.....	9
4 CONSISTENZA ED EPOCA DI COSTRUZIONE.....	10
5 CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DEGLI EDIFICI SCOLASTICI DELL'EX PROVINCIA DI CARBONIA-IGLESIAS.....	13
5.1 NUMERO DI PIANI TOTALI DEGLI EDIFICI.....	13
5.2 ALTEZZA DI INTERPIANO.....	14
5.3 SUPERFICIE DEGLI EDIFICI.....	15
5.4 COPERTURA DEGLI EDIFICI.....	16
6 ALTRE CARATTERISTICHE DEGLI EDIFICI SCOLASTICI.....	17
6.1 INFISSI E FINESTRE.....	17
7 SETTORE ELETTRICO.....	18
8 SETTORE TERMICO.....	26
9 ALTRI IMPIANTI.....	34
10 CRITICITÀ EMERGENTI.....	34
11 CONCLUSIONI.....	35

Sommario

Il presente rapporto descrive gli studi svolti in seno all'accordo di collaborazione tra ENEA e Sotacarbo rivolto allo sviluppo di un progetto di ricerca dal titolo "Sviluppo di modelli per la realizzazione di interventi di efficienza energetica sul patrimonio immobiliare pubblico" facente capo al piano annuale di realizzazione 2014 dell'Accordo di Programma MSE-ENEA sulla Ricerca di Sistema Elettrico "Razionalizzazione e risparmio nell'uso dell'energia.

Il lavoro ha riguardato la realizzazione di un data base degli edifici pubblici a partire da una raccolta dati degli edifici scolastici. In dettaglio il censimento ha permesso di descrivere, in termini di tipologie edilizie e caratteristiche strutturali, gli edifici scolastici di primo e secondo ordine di studio (elementari, media e superiore) del Sulcis-Iglesiente, oltre che reperire i dati dei consumi idrici, elettrici e termici degli stabili.

1 Introduzione

Il tema dell'efficienza energetica e i notevoli benefici ad esso associati, hanno fatto sì che quest'ultima, acquisisse crescente importanza sui tavoli istituzionali. Tanto l'Unione Europea quanto i governi dei Paesi membri hanno sviluppato dei piani strategici di medio-lungo periodo per la diffusione dell'efficienza energetica. Tale processo ha avuto come punto d'arrivo a livello comunitario, l'emanazione della Direttiva Europea 2012/27 del 25 ottobre 2012, riguardante il quadro delle misure atte a garantire il conseguimento dell'obiettivo relativo all'efficienza energetica del 20% entro il 2020 e a gettare le basi per ulteriori miglioramenti dell'efficienza energetica oltre tale data.

A livello nazionale, le linee di indirizzo in materia, sono contenute nei Piani d'Azione per l'Efficienza Energetica (PAEE). In particolare, con il Decreto Legislativo n° 102 del 4 Luglio 2014, di recepimento della Direttiva 2012/27, vengono specificati gli strumenti per il raggiungimento dell'obiettivo nazionale. Particolare attenzione è data agli interventi riguardanti gli edifici pubblici, specificatamente a quelli scolastici, poiché costituiscono un'importante risorsa per il raggiungimento dell'obiettivo nazionale oltre a costituire un modello esemplare dell'uso razionale dell'energia.

E', infatti, di recente emanazione il Decreto interministeriale n. 66 del 14 aprile 2015 riguardante le "Misure per l'efficientamento energetico degli edifici scolastici" che prevede, tra l'altro, la concessione di prestiti a tasso agevolato per interventi di efficientamento energetico nelle scuole pubbliche, con uno stanziamento di 350 milioni di euro attraverso il fondo rotativo Kyoto.

In attuazione del decreto della Giunta regionale 10/15, è stato avviato, da parte della Regione Autonoma della Sardegna, il progetto "Iscola". Si tratta di un piano straordinario di interventi di edilizia scolastica, che punta sulla qualità degli spazi e sulla loro funzionalità rispetto alle esigenze didattiche.

Seppur non indirizzato specificamente al miglioramento energetico degli edifici, i progetti di valorizzazione degli edifici scolastici potrebbero contenere, da questo punto di vista, misure migliorative. Tra gli interventi si evidenziano anche la riqualificazione e l'ammodernamento; la progettazione e realizzazione di nuove scuole; la messa in sicurezza e l'adeguamento alle norme degli edifici scolastici.

In questo panorama si colloca l'attività di ricerca dal titolo "Realizzazione di un data base degli edifici pubblici insistenti sul territorio del Sulcis: caratterizzazione edifici e indicatori statistici". Gli obiettivi generali dell'attività sono rivolti in questa prima fase alla caratterizzazione del patrimonio edilizio pubblico della Regione Sardegna, con particolare riferimento agli edifici scolastici.

L'analisi conoscitiva del patrimonio edilizio scolastico è in grado di fornire un quadro del parco edilizio, identificando la tipologia edilizia e degli impianti a loro servizio con le relative prestazioni energetiche. Tale fase rappresenta un elemento fondamentale per pianificare interventi di manutenzione straordinaria, sia sugli edifici che sugli impianti, rivolti al risparmio energetico. Dall'individuazione delle "criticità" prestazionali degli edifici sarà possibile quindi individuare le azioni prioritarie da promuovere.

L'indagine conoscitiva del patrimonio edilizio scolastico è stata svolta grazie alla collaborazione degli enti locali del territorio. Purtroppo non tutte le amministrazioni hanno partecipato al censimento e spesso si è trattato di un'analisi parziale. Sono stati pertanto raccolti i dati riguardanti l'82.5 % degli edifici scolastici insistenti sul territorio del Sulcis Iglesiente.

La raccolta dati oltre a descrivere in termini di tipologie edilizie, caratteristiche strutturali degli edifici scolastici di primo e secondo ordine di studio e i loro consumi energetici, ha evidenziato il rilevante potenziale di risparmio energetico connesso a eventuali interventi di efficienza energetica sul patrimonio immobiliare pubblico scolastico. Il retrofit energetico del patrimonio edilizio scolastico analizzato potrebbe, infatti, garantire edifici energeticamente efficienti con riduzione dei costi di esercizio, manutenzione e di gestione.

2 Quadro normativo di riferimento

Il primo provvedimento normativo nazionale di risparmio energetico applicato anche agli edifici scolastici è la Legge 373/76. La norma regolamentava principalmente le caratteristiche di isolamento termico di nuovi edifici e la progettazione di nuovi impianti termici a servizio degli edifici, lasciando, al contempo, una certa arbitrarietà nel caso di edifici esistenti. Qualora si trattasse, infatti, di ristrutturazioni, rimandava le decisioni all'ente locale preposto.

Il provvedimento successivo, la legge 10/91, chiariva che la riduzione dei consumi energetici, oltre che dipendere dall'isolamento termico degli edifici, aveva implicazioni di salvaguardia ambientale in termini di emissioni di CO₂ in atmosfera da parte degli impianti di riscaldamento. L'attuazione virtuosa dei dettami della legge si è sostanzialmente limitata alle indicazioni riferite al fabbisogno termico dell'edificio (contenute nel DPR 412/93 poi modificato e integrato con il DPR 551/99).

A livello europeo, al fine di uniformare il panorama legislativo del continente sul tema del rendimento energetico degli edifici e della certificazione energetica, è stata emanata la direttiva 2002/91. La direttiva impone agli stati membri di dotarsi di un apparato legislativo che preveda: lo sviluppo di una metodologia per il calcolo del rendimento energetico integrato degli edifici; l'applicazione di requisiti minimi in materia di rendimento energetico degli edifici nuovi ed esistenti; l'avvio di un meccanismo di ispezione periodica delle caldaie e dei sistemi di condizionamento d'aria negli edifici. Le strutture pubbliche, e quindi anche le scuole, sono considerati luoghi ideali per l'informazione pubblica e la diffusione di una cultura orientata alla difesa dell'ambiente e all'utilizzo razionale dell'energia.

La normativa europea attuata in Italia con il decreto legislativo 192/2005 recepisce le disposizioni comunitarie nell'ottica di "migliorare le prestazioni energetiche degli edifici al fine di favorire lo sviluppo, la valorizzazione e l'integrazione delle fonti rinnovabili e la diversificazione energetica; contribuire al conseguimento degli obiettivi nazionali di limitazione delle emissioni di gas ad effetto serra posti dal protocollo di Kyoto; promuovere la competitività dei comparti più avanzati attraverso lo sviluppo tecnologico" (art.1).

Il decreto, come peraltro specificato nella direttiva, prevede l'introduzione della certificazione energetica per gli edifici di nuova costruzione e per quelli da ristrutturare che abbiano una superficie utile superiore ai 1.000 m². Il decreto prevede, oltre al contenimento dei consumi provenienti da fonti fossili, azioni di promozione delle energie rinnovabili.

Ad integrazione e correzione del decreto legislativo 192/2005 viene emanato il decreto legislativo 311/2006. Tra le indicazioni di quest'ultimo è previsto, per tutti gli edifici, l'uso obbligatorio di fonti rinnovabili per la produzione di energia termica ed elettrica, inoltre, per gli edifici pubblici, l'obbligatorietà della certificazione energetica riguardo a nuovi o rinnovati contratti di gestione degli impianti termici.

Anche per il decreto del 2006 si prevedeva l'emanazione di diversi decreti attuativi riguardanti in primis la regolamentazione delle metodologie di calcolo e i requisiti minimi per la prestazione energetica di edifici e impianti, correlato dall'emanazione di linee guida nazionali di certificazione energetica, nonché l'identificazione di figure professionali e organismi abilitati a tale certificazione. Sulla base di quanto riportato, il quadro normativo, afferente al decreto 311/2006, si completa parzialmente con il decreto del Presidente della Repubblica 59/2009 e il decreto ministeriale 26/06/2009. Il primo definisce i criteri e i requisiti minimi di edifici pubblici e privati e di impianti, relativamente alla climatizzazione invernale, alla produzione di acqua calda per usi sanitari e alla climatizzazione estiva. Impone, inoltre, limiti più severi per gli edifici pubblici al fine di costituire l'esempio per la collettività di uso razionale dell'energia. Il decreto ministeriale 26/06/2009 invece definisce le linee guida nazionali per la certificazione energetica e le relative norme tecniche di riferimento.

Il quadro normativo nazionale viene ulteriormente integrato dal recepimento, attraverso il decreto legislativo 115/2008, della direttiva 2006/32/CE relativa al miglioramento dell'efficienza degli usi finali dell'energia e dei servizi energetici. La direttiva oltre a imporre agli stati membri di dotarsi di un Piano di Azione nazionale in materia di efficienza energetica (PAEE), ancora una volta investe il settore pubblico di un ruolo esemplare. La direttiva, infatti, impone per le pubbliche amministrazioni, di adottare strumenti finanziari adeguati per la realizzazione di interventi di riqualificazione energetica, coadiuvati da diagnosi energetiche degli edifici pubblici interessati e di eseguirne, sugli stessi, la certificazione energetica qualora abbiano una superficie totale superiore ai 1.000 m².

A conclusione del quadro normativo si riporta:

- il decreto legge 63/2013, convertito in legge 90/2013, di recepimento della direttiva 2010/31/CE sulla "prestazione energetica degli edifici" che introduce il concetto di "edifici a energia quasi zero";
- il decreto legislativo n° 102/2014 di recepimento della direttiva 2012/27 che ha dettagliato il quadro delle misure atte a garantire il conseguimento dell'obiettivo relativo all'efficienza energetica per l'Italia.

La direttiva 2010/31/CE tratta espressamente il tema degli "edifici a energia quasi zero" e individua, in modo generico i passi che ogni Stato membro dovrà compiere per definire un "edificio ad energia quasi zero" e per raggiungere tale obiettivo, sia da un punto di vista tecnico che finanziario. Il provvedimento, inoltre, definisce una metodologia per il calcolo dell'attestato di prestazione energetica degli edifici (APE) e delle unità immobiliari che gli Stati membri sono tenuti ad applicare e prevede l'attuazione di un Piano nazionale che comprenda:

- l'indicazione del modo in cui si applica la definizione degli "edifici a energia quasi zero";
- gli obiettivi intermedi di miglioramento della prestazione energetica degli edifici di nuova costruzione entro il 2015;
- le informazioni sulle politiche e sulle misure finanziarie o di altro tipo adottate per promuovere il miglioramento della prestazione energetica degli edifici.

Secondo la direttiva, entro il 31 dicembre 2020, tutti gli edifici di nuova costruzione dovranno essere a energia quasi zero e, per quelli occupati dalle amministrazioni pubbliche e/o di proprietà di queste ultime, il rispetto degli stessi criteri dovrà avvenire dal 31 dicembre 2018.

Il decreto legislativo 102/14 definisce gli strumenti per il raggiungimento dell'obiettivo di riduzione, entro il 2020, di venti milioni di Tonnellate Equivalenti di Petrolio (TEP) dei consumi di energia primaria. Inoltre esso prevede:

- la promozione dell'efficienza energetica nel pubblico, nell'industria, nel privato e nei trasporti;
- l'aggiornamento periodico degli obiettivi nazionali di efficienza energetica;
- il regime obbligatorio di efficienza energetica;
- l'obbligo delle diagnosi energetiche e promozione nell'adozione di sistemi di gestione dell'energia ISO 50001;
- la formazione e informazione in tema di efficienza energetica.

Con riferimento alla promozione nel pubblico dell'uso razionale dell'energia e in particolare al miglioramento della prestazione energetica degli immobili, l'art. 4 prevede una cabina di regia tra i ministeri MISE e MATT. La Cabina è stata istituita con il decreto ministeriale 9 gennaio 2015 ed avrà il compito di: promuovere l'attuazione coordinata del piano di interventi di medio lungo termine per il miglioramento della prestazione energetica degli immobili, contribuire al programma per la riqualificazione energetica degli edifici della pubblica amministrazione centrale, assicurare il coordinamento delle misure per l'efficienza energetica attivate attraverso il Fondo Nazionale per l'Efficienza Energetica e coordinare gli interventi di formazione.

In tale ambito, particolare attenzione è data agli edifici pubblici e in particolare a quelli scolastici. Questi rappresentano, infatti, una rilevante parte del patrimonio immobiliare pubblico nazionale e la loro riqualificazione è di fondamentale importanza per il raggiungimento degli obiettivi definiti a livello nazionale di miglioramento dell'efficienza energetica.

Chiudono infine il quadro legislativo, i decreti attuativi della legge 90/2013. Le nuove disposizioni legislative, che entreranno in vigore a partire dal 1°ottobre 2015, riguardano sostanzialmente:

- il nuovo decreto requisiti minimi (in sostituzione del già citato DPR 59/2009), contenente tra l'altro indicazioni sull'edificio di riferimento e sugli edifici a energia quasi zero;
- le nuove linee guida per la certificazione energetica degli edifici (in sostituzione di quelle del già citato DM 26/06/2009) tra cui il nuovo metodo per calcolare la classe energetica degli edifici e il nuovo aspetto grafico dell'APE;
- il decreto relazione tecnica di progetto, che fornisce al tecnico le indicazioni per la redazione della relazione di rispondenza alle prescrizioni sul contenimento dei consumi energetici degli edifici e dei relativi sistemi impiantistici.

3 Raccolta dati

L'attività di censimento degli edifici scolastici ha riguardato il territorio del Sulcis Iglesiente. Sono stati raccolti complessivamente i dati relativi a 70 edifici riguardanti scuole di formazione primarie e secondarie. Le informazioni sono state recepite presso gli enti responsabili: comuni per le scuole primarie ed ex Provincia Sulcis Iglesiente per le scuole secondarie di secondo grado.

La tabella 1 riporta il numero di edifici scolastici censiti e la loro ubicazione sul territorio.

Tabella 1 Edifici scolastici dell'ex provincia del Sulcis Iglesiente

Comuni	n°	%
Carbonia	18	26
Iglesias	16	22,8
Carloforte	4	5,7
Domusnovas	3	4,3
Villamassargia	3	4,3
Portoscuso	3	4,3
Giba	2	2,8
San Giovanni Suergiu	2	2,8
Sant'Antioco	7	10
Santadi	3	4,3
Piscinas	1	1,4
Masainas	1	1,4
Narcao	3	4,3
Gonnesa	2	2,8
Sant'Anna Arresi	1	1,4
Villaperuccio	1	1,4
TOTALE	70	100

I dati del censimento sono stati raccolti in un data base suddividendoli per categorie d'informazione:

- dati identificativi delle scuole, comprendenti: nome della scuola, indirizzo, codice meccanografico, codice dell'istituto di appartenenza (comprensivo nel caso di scuole primarie e secondarie di primo ordine), numero di alunni iscritti nell'anno scolastico 2015-2016;
- dati sulla struttura dell'edificio, riguardanti: anno di fabbricazione; altezza dello stabile, numero di piani complessivi, numero vani scala, superficie complessiva, altezza interpiano, stato di conservazione complessivo, struttura dell'edificio;
- tipologie di infissi e finestre;
- settore elettrico riguardante: dati sui consumi elettrici, caratteristiche di eventuali impianti di climatizzazione, tipologie lampade;
- settore idrico: dati sui consumi idrici
- caratteristiche di impianti per la produzione di energia elettrica esistenti o eventuali spazi disponibili per installazioni di tecnologie di utilizzo delle fonti rinnovabili.
- settore termico: tipo di caldaia utilizzata e sue caratteristiche, combustibile impiegato e relativo consumo medio annuale.

4 Consistenza ed epoca di costruzione

Sono di seguito esaminate le caratteristiche tipologiche degli edifici scolastici investigati, distinti nelle categorie più rappresentative.

La tabella 2 riporta il numero degli edifici scolastici, per comune e tipologia costruttiva.

Tabella 2 Edifici scolastici per comune e tipologia costruttiva

Comuni	Muratura portante	Misto cemento armato e muratura	Acciaio e pannelli prefabbricati	Cemento armato e pannelli prefabbricati
Carbonia	6	2	7	3
Iglesias	6	7		3
Carloforte	2	1		
Domusnovas		3		
Villamassargia		3		
Portoscuso	2	1		
Giba	2			
San Giovanni Suergiu		2		
Sant'Antioco	1	1		1
Santadi		3		
Piscinas		1		
Masainas	1			
Narcao		2	1	
Gonnesa	2			
Sant'Anna Arresi	1			
Villaperuccio		1		
TOTALE	23	27	8	7

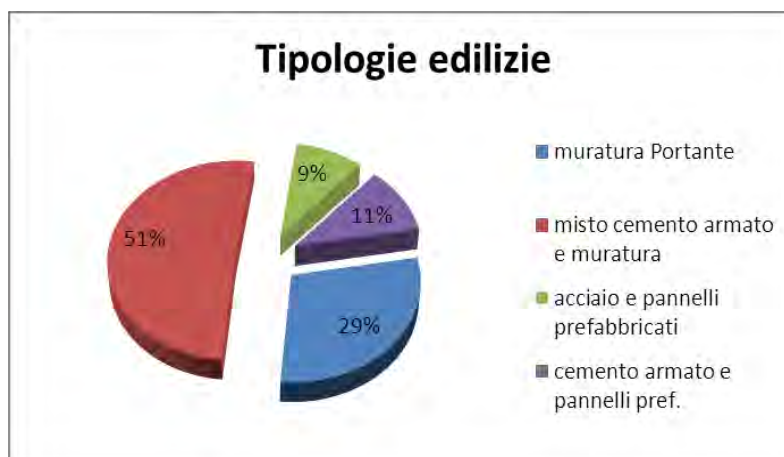


Figura 1 Tipologie edilizie degli edifici scolastici

Dalla rappresentazione dei dati è evidente come il 51% degli edifici sia realizzato in misto cemento armato muratura, mentre solo il 29 % in muratura portante. Tali dati sono avvalorati anche dalla data di costruzione che vede il maggior numero di edifici, circa il 62%, realizzati tra il secondo dopoguerra e gli anni settanta. Una piccola parte, il 14%, è stata costruita prima della seconda guerra mondiale.

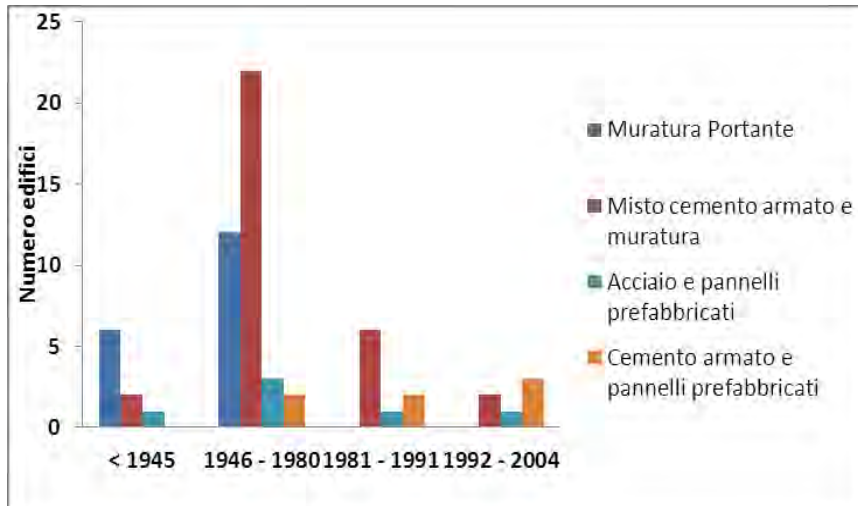


Figura 2 Anno di costruzione degli edifici scolastici per tipologia edilizia

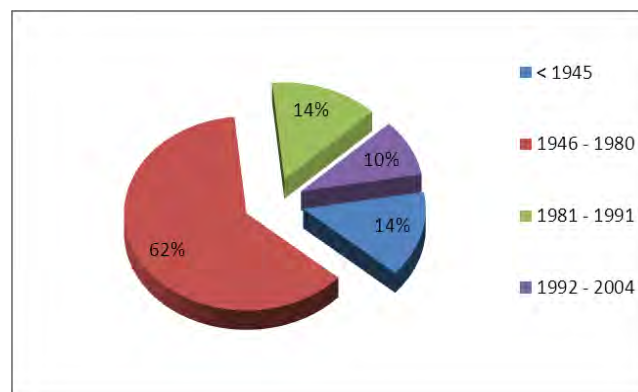


Figura 3 Epoca di costruzione degli edifici scolastici

Il momento storico di realizzazione di un edificio costituisce un'informazione che è possibile collegare alle tecnologie e alle consuetudini costruttive e anche alle eventuali normative in uso in quel tempo nel territorio. Considerato che la prima legge nazionale relativa al risparmio energetico è la 373 del 1976 – Norme per il contenimento del consumo energetico per usi termici negli edifici, ne discende che la maggioranza di tali edifici, a meno di interventi di efficientamento energetico realizzati successivamente, sono di scarsa qualità termofisica. Sulla base di quanto riportato si evince che il retrofit energetico degli edifici scolastici potrebbe garantire strutture efficienti da un punto di vista energetico, con riduzione dei costi di esercizio, manutenzione e di gestione. Oltre a tale considerazione, che si desume dall'anno di costruzione, il censimento ha raccolto anche il dato relativo allo stato di conservazione degli edifici. Da quest'ultimo si evince che il 67% delle strutture è considerato, nel suo insieme, in uno stato almeno sufficiente di conservazione. Si tratta di una valutazione che non tiene conto di parametri caratteristici degli edifici in oggetto, ma effettuata dai tecnici delle amministrazioni locali coinvolte, in base alla loro percezione. Dallo stato di conservazione degli edifici, per tipologia edilizia, si evince che: quelli più datati sono anche gli edifici in condizioni peggiori mentre gli edifici di recente costruzione risultano in uno stato migliore di conservazione.

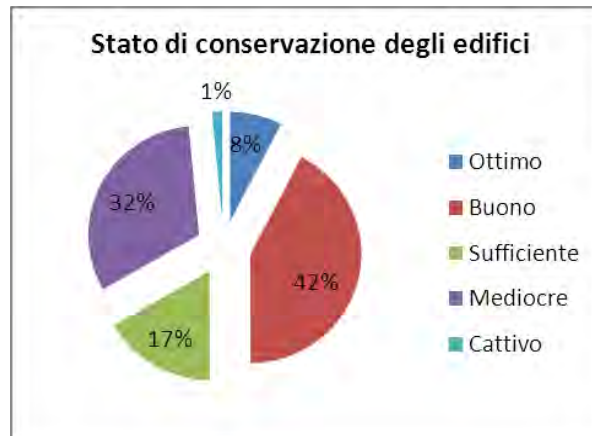


Figura 4 Epoca di costruzione degli edifici scolastici

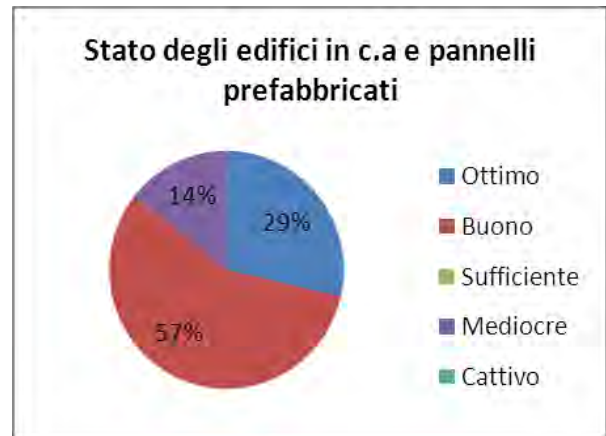
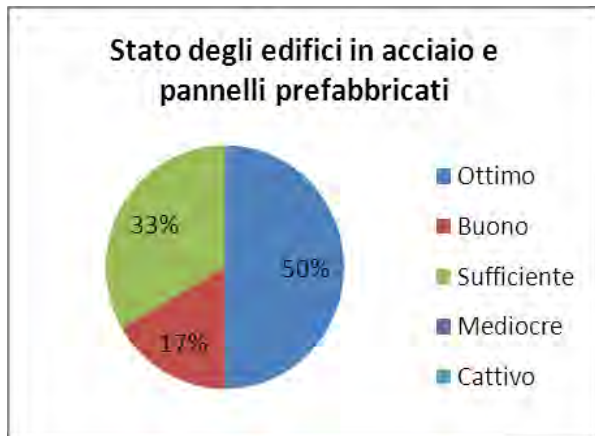


Figura 4.1-4 Dettaglio stato di conservazione degli edifici scolastici per tipologia

5 Caratteristiche geometriche degli edifici scolastici dell'ex Provincia di Carbonia-Iglesias

Ai fini di una completa caratterizzazione del patrimonio scolastico, si riportano i dati geometrici più significativi degli edifici oggetto di studio.

5.1 Numero di piani totali degli edifici

La tabella riporta il numero di piani totali per edificio, comprensivo di eventuali piani interrati, caratterizzati da altezze d'interpiano ridotte, non adatti dunque, per uso scolastico. Dalle tabelle si evince che la maggior parte degli edifici scolastici è caratterizzata da due piani, indipendentemente dalla tipologia ed epoca di costruzione. In particolare per gli edifici in muratura e in cemento armato e muratura (che nell'insieme costituiscono l'80 % del patrimonio edilizio scolastico) rispettivamente il 55.6% e il 60.6% sono edifici a due piani.

Tabella 3 Numero totale dei piani degli edifici scolastici dell'ex Provincia di Carbonia e Iglesias

N° piani totali	N°	%
1	10	15,4
2	40	61,5
3	11	16,9
4	4	6,2
TOTALE	65	100

Tabella 4 Numero totale dei piani di edifici in muratura portante

N° piani totali	N°	%
1	1	5,6
2	10	55,6
3	5	27,7
4	2	11,1
TOTALE	18	100

Tabella 5 Numero totale di edifici in misto cemento armato e muratura

N° piani totali	N°	%
1	8	24,3
2	20	60,6
3	3	9,1
4	2	6
TOTALE	33	100

Tabella 6 Numero totale di edifici in acciaio e pannelli prefabbricati

N° piani totali	N°	%
1	1	14,3
2	5	71,4
3	1	14,3
4		
TOTALE	7	100

Tabella 7 Numero totale di edifici in cemento armato e pannelli prefabbricati

N° piani totali	N°	%
1		
2	5	71,4
3	2	28,6
4		
TOTALE	7	100

5.2 Altezza di interpiano

L'analisi delle altezze di interpiano è stata limitata ai soli piani utilizzabili e fuori terra. Gli edifici scolastici, nello specifico, primarie e secondarie I°, sono stati suddivisi in funzione delle altezze di interpiano, definendo, nel campo di valori assunti da tale grandezza degli intervalli di ampiezza pari a 0,5 m. Dall'osservazione dei risultati ottenuti si può evidenziare che le scuole primarie presentano prevalentemente altezze di interpiano che variano da circa 3 m fino ad oltre 5 m, e che la maggior parte di questi edifici (45%) è caratterizzata da un'altezza di interpiano media che ricade nell'intervallo compreso tra 3 e 3,5 m. Per quanto concerne gli istituti delle scuole primarie II° si osserva che circa l'88 % di questi ha un'altezza media di interpiano che varia tra 2,5 e 3,5 m.

Tabella 8 Altezze di interpiano medie per le scuole primarie

Altezza media di interpiano	N°	%
$3 \leq h \leq 3,5$	13	45
$3,5 < h \leq 4$	6	21
$4 < h \leq 4,5$	8	27
$4,5 < h \leq 5$	2	7

Tabella 9 Altezze di interpiano medie per le scuole secondarie I°

Altezza media di interpiano	N°	%
$2,5 < h \leq 3$	7	44
$3 < h \leq 3,5$	7	44
$3,5 < h \leq 4$	1	6
$4 < h \leq 4,5$	1	6

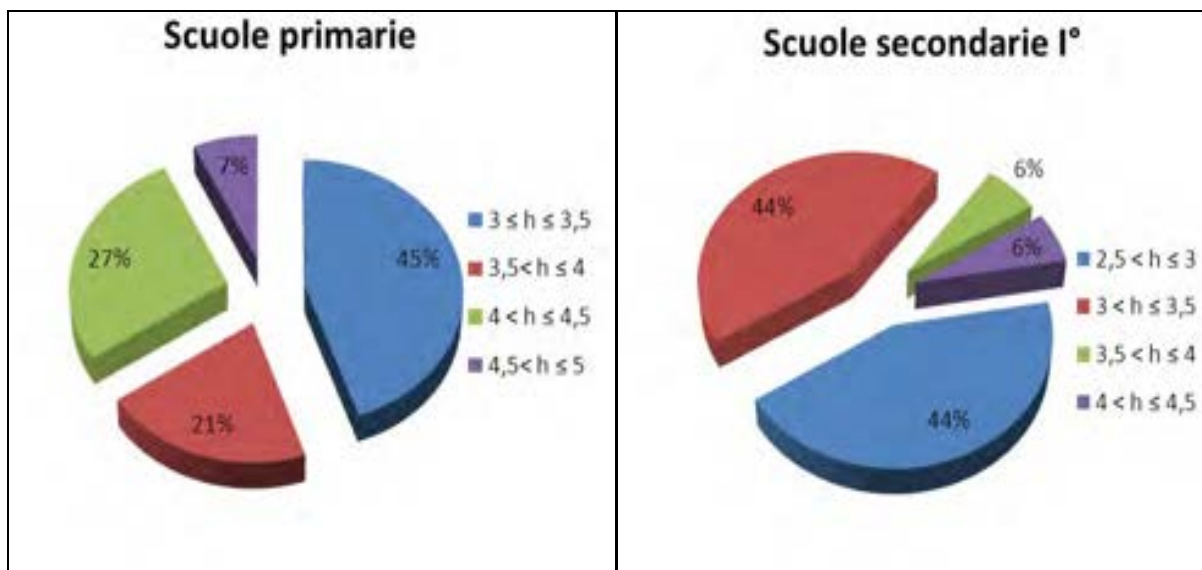


Figura 5.1-2 Altezze medie di interpiano per gli edifici scolastici (primarie e secondarie I°)

5.3 Superficie degli edifici

Sono state analizzate le superfici degli edifici in relazione al grado di istruzione degli stessi. Circa il 51% delle scuole primarie di primo grado ha una superficie compresa tra 1.000 e 3.000 m² mentre l'81% delle scuole medie ha una superficie compresa tra 1.000 e 8.000 m². Gli edifici delle scuole secondarie di secondo grado presentano le superfici maggiori: circa il 66% di queste sono, infatti, comprese tra i 3.000 m² e i 20.000 m².

Tabella 10 Superfici edifici per grado di istruzione

Superficie [m ²]	Primarie	Secondarie I°	Secondarie II°
200 - 400	1		
400 - 600	4	1	
600 - 800	3		
800 - 1000	2	1	
1000 - 3000	15	6	5
3000-8000	4	7	8
8000- 20000			6
> 30000			1
n.s		1	1
TOTALE	29	16	21

La figura di seguito riportata mostra la distribuzione degli edifici in funzione delle loro superfici e del relativo grado di istruzione.

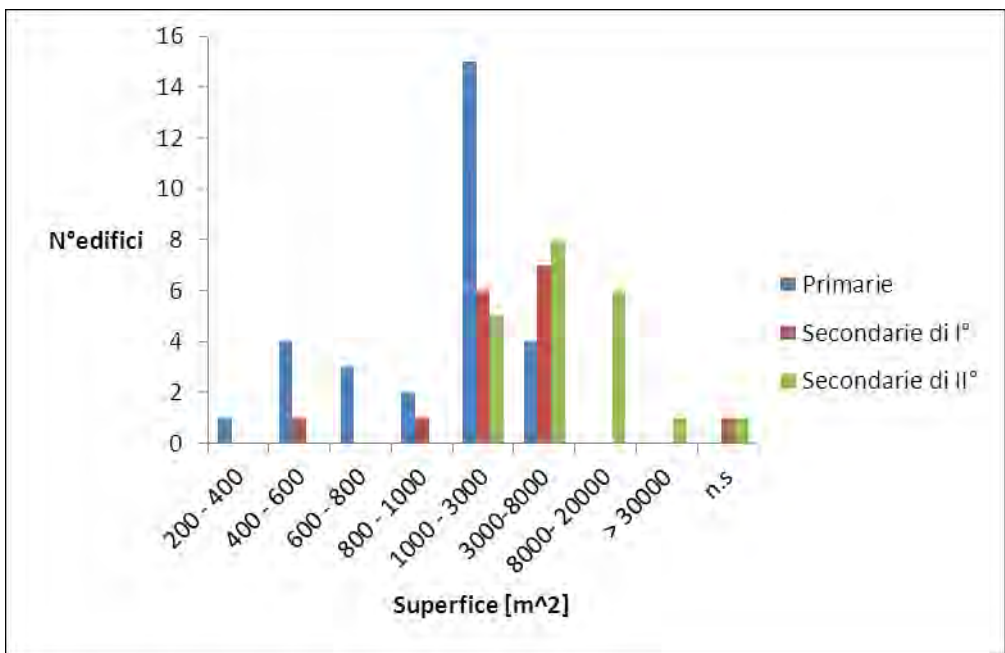


Figura 6 Superfici edifici per grado di istruzione

5.4 Copertura degli edifici

Sono state analizzate le tipologie di copertura degli edifici. Il 43% circa degli immobili è a tetto piano mentre il 25% circa a doppia falda. Tale dato potrebbe essere interessante nel caso si volesse considerare l'installazione di pannelli fotovoltaici sui tetti degli edifici. Infatti anche se per tali impianti la maggiore produzione di energia elettrica avviene nei mesi estivi, un intervento del genere alleggerirebbe in ogni caso la bolletta elettrica della scuola. Interventi in tale ambito richiedono un dettaglio di approfondimento in termini di verifica di tenuta, orientamento dei tetti, eventuali vincoli sugli edifici storici.

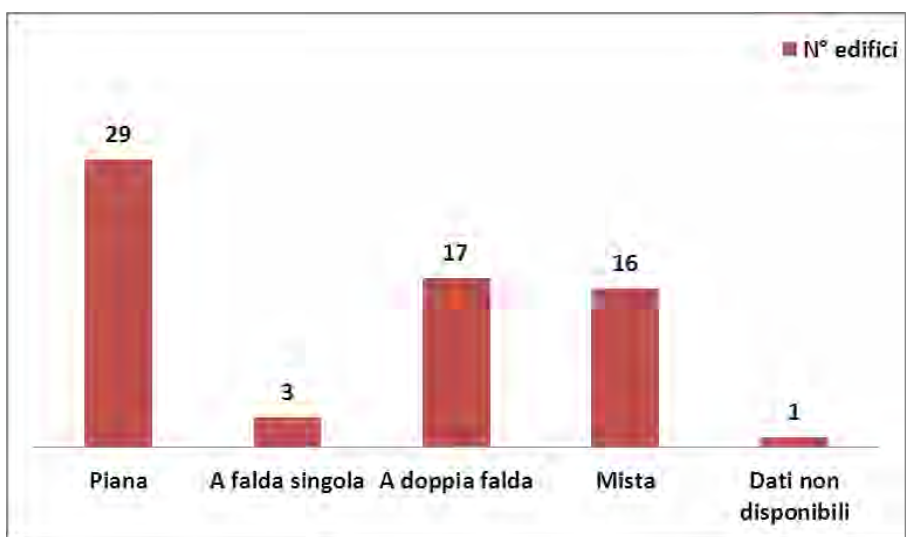


Figura 7 Tipologia della copertura dell'edificio

6 Altre caratteristiche degli edifici scolastici

6.1 Infissi e finestre

Il censimento ha previsto la raccolta di altri dati rilevanti da un punto di vista energetico come le tipologie di infisse e finestre degli edifici nonché la presenza di eventuali schermature.

Più del 77% degli edifici ha infissi in alluminio mentre il materiale maggiormente impiegato per le schermature è il PVC. Relativamente alle superfici finestrate, il 59% di queste è di tipo semplice.

Dai dati raccolti si evince il potenziale margine di intervento in termini di sostituzione di infissi, finestre e con materiali a maggiore isolamento termico nonché sostituzione almeno dei vetri singoli.

Tabella 11 Tipo di infissi per edificio

Tipo di telaio	N°edifici	%
Legno	8	12,2
Alluminio	51	77,3
PVC	3	4,5
Acciaio e Ferro	3	4,5
Metallo	1	1,5
TOTALE	66	100

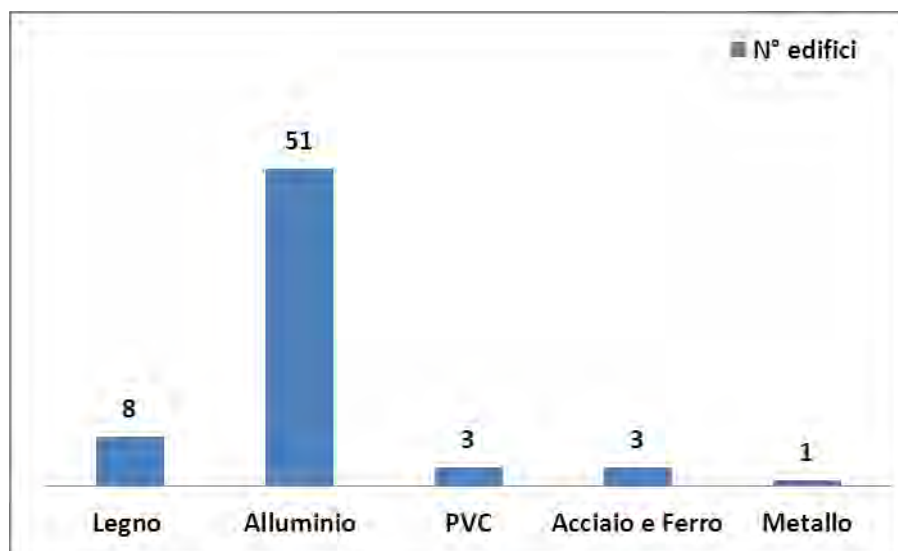


Figura 8 Tipologia di infissi per edificio

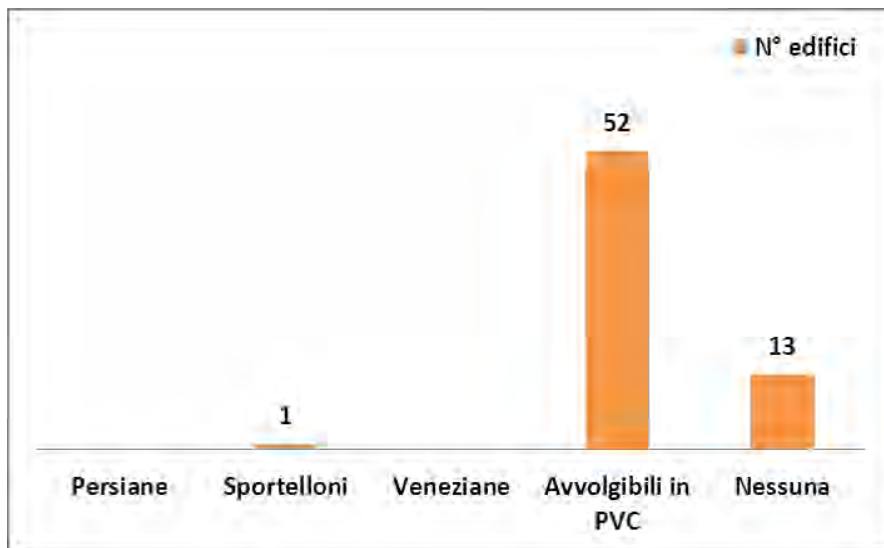


Figura 9 Tipologia di schermature delle finestre

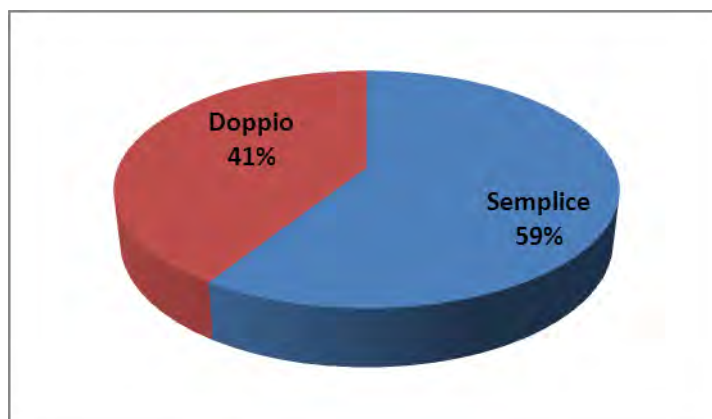


Figura 9 Tipo di vetro

7 Settore elettrico

Per il settore elettrico è stato possibile raccogliere dei dati parziali rispetto a quanto previsto nel censimento.

Le seguenti tabelle, riportano, per tipologia di grado di istruzione, i consumi elettrici specifici [kWh/m² anno], la spesa media annuale nonché le superfici e l'anno di fabbricazione. Nei relativi grafici gli edifici scolastici sono ordinati per superfici crescenti.

Dall'analisi dei dati si evince che gli edifici con superfici inferiori hanno tendenzialmente un consumo specifico elettrico maggiore e che tale dato non sembra correlato all'età degli edifici, anzi talvolta gli edifici di recente costruzione hanno dei consumi superiori a quelli di scuole più vecchie.

Quest'ultima considerazione evidenzia un aspetto significativo: le tecnologie costruttive recenti hanno portato ad un parco edilizio con un certo grado di inadeguatezza prestazionale e tecnologica.

Dall'analisi dei dati emergono diverse anomalie in termini di consumo specifico e superfici delle scuole; solo in alcuni casi è stato dichiarato l'impiego di sistemi di riscaldamento ad alto consumo energetico, come ad esempio le stufette elettriche.

Infine bisogna precisare che non si è a conoscenza delle ore giornaliere di attività che si svolgono all'interno delle scuole e quindi non è possibile uniformare i dati in tal senso.

Tabella 12 Dati di consumo elettrico per scuole secondarie II°

Scuole secondarie di II °	Consumo elettrico specifico [kWh/m ² a]	Superficie [m ²]	Spesa [€]	Anno fabbricazione
IPIA E. Loi, S.Antioco	33,53	2000	13.600,00	1946-1980
I.T Minerario, Iglesias	20,20	4000	17.000,00	Ante 1945
Beccaria, Via Umbria, Carbonia	8,25	6500	10.600,00	1939
Beccaria, Via Caresias, Carbonia	4,76	6500	6.300,00	1939
Beccaria, Villamassargia	2,94	7600	4.600,00	1946-1980
I.P.S.I.A Ferraris, Via Canepa, Iglesias	9,92	14000	27.000,00	1946-1980
IPIA Emanuela Loi, Carbonia	7,20	14200	20.000,00	1990-2005
Gramsci-Amaldi, Via delle Cernitrici, Carbonia	5,48	16800	5.100,00	1946-1980
Angioj, Via Costituente, Carbonia	6,27	17000	21.000,00	1988-1995

Tabella 13 Dati medi di consumo elettrico per scuole secondarie II°

Scuole secondarie II°	
Consumo specifico elettrico medio 2012-2014 kWh/m ² a	Spesa media 2012-2014 [€]
10,95	13.911,00

Relativamente alle scuole secondarie di II°, la media del consumo specifico elettrico è fortemente influenzata dai consumi delle due scuole con superfici inferiori. Inoltre per tutti gli edifici censiti non si è a conoscenza degli eventuali interventi di efficientamento energetico; ciò impedisce di valutare nel dettaglio i dati di consumo.

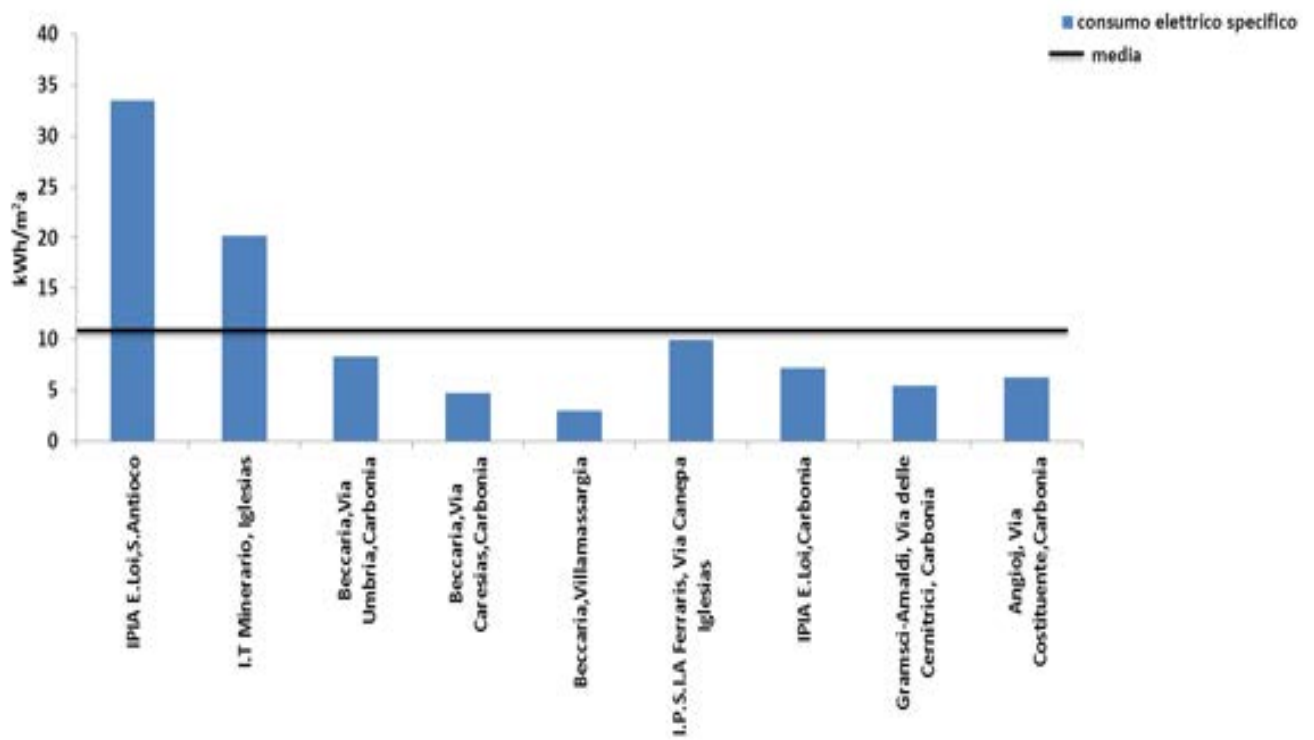


Figura 11: consumo elettrico specifico e medio in funzione della superficie degli edifici (scuole secondarie di II°)

Tabella 14 Dati di consumo elettrico per scuole secondarie di I°

Scuole secondarie I°	Consumo elettrico specifico [kWh/m ² a]	Superficie [m ²]	Spesa [€]	Anno fabbricazione
Via E. D'Arborea, Giba	17,44	592	3.283,00	1946 - 1980
Via Porrino, S. G. Suergiu	17,37	1185	4.990,00	1974
Via Allende, Villamassargia	10,58	1700	6.100,00	1982
Via Santa Cristina, Carloforte	12,17	2200	5.602,58	2002
Media Fara, Carbonia	4,44	2796	3.637,35	1981 - 1991
Via G.Asproni, Portoscuso	3,46	3268,75	3.200,00	1972-1973
Paccinotti, Cortoghiana, Carbonia	6,73	3279	5.738,59	1946 - 1980
Via Risorgimento, Santadi	7,30	3602	5.856,00	1946 - 1980
Media Satta, Carbonia	9,95	4168	10.154,68	Ante 1945
Media Pascoli, Carbonia	10,83	4764	12.789,7	1992 - 2004
Don Milani, Carbonia	11	5840	16.405,79	1991
Fernando Meloni, Domusnovas	3,14	6620	6.198,18	1976

Tabella 15 Dati medi di consumo elettrico per scuole secondarie di I°

Scuole secondarie I°	
Consumo specifico elettrico medio kWh/m ² a	Spesa media 2012-2014 [€]
9,54	6.996,32

Relativamente alle scuole secondarie di I°, presentano il più basso consumo specifico elettrico quelle in cui sono stati effettuati degli interventi di efficientamento energetico (scuola media Portoscuso e scuola media Domusnovas).

Anche per le scuole medie il consumo specifico medio non sembra correlato all'età degli edifici, anzi talvolta gli edifici di recente costruzione hanno dei consumi superiori a quelli di scuole più vecchie.

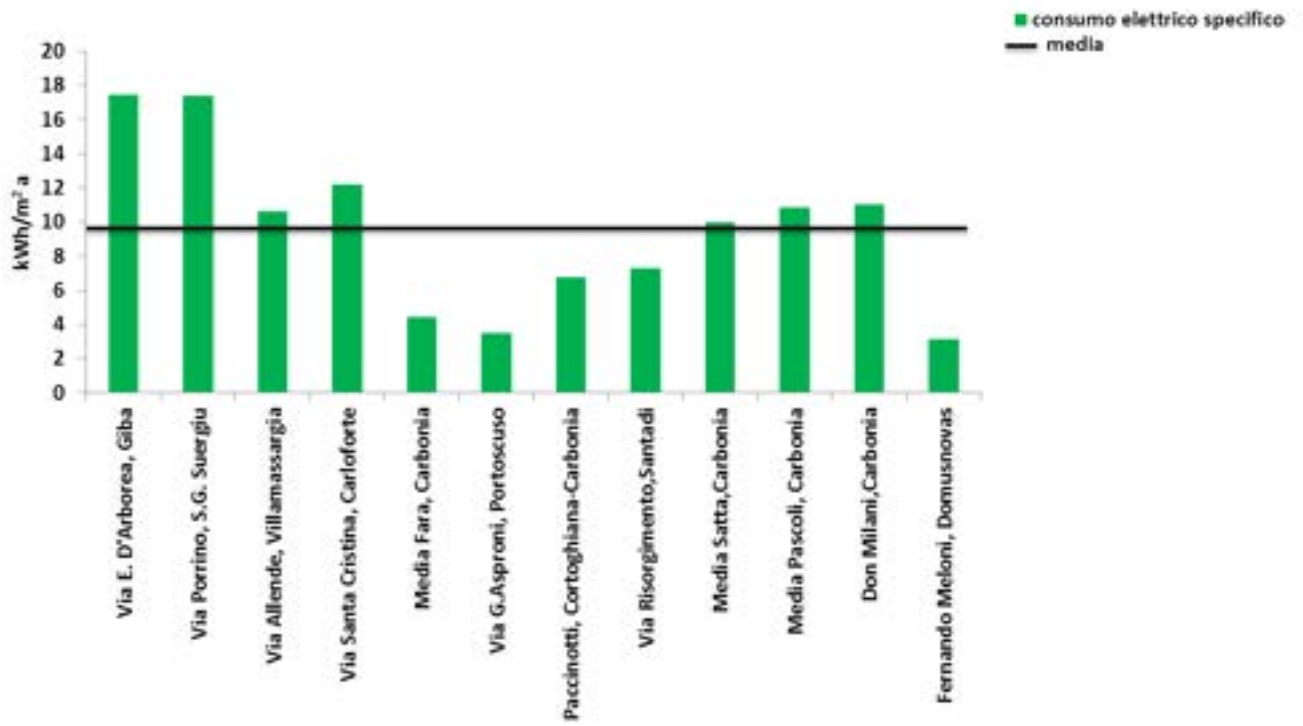


Figura 12 Consumo elettrico specifico e medio in funzione della superficie degli edifici (scuole secondarie I°)

Tabella 16 Dati di consumo elettrico per scuole primarie

Scuole primarie	Consumo elettrico specifico [kWh/m ² a]	Superficie [m ²]	Spesa [€]	Anno fabbricazione
Rio Murtas, Narcao	34,49	213,95	2.233,29	1946 - 1980
Via Municipio, Masainas	8,52	515,97	1.500,00	1946 - 1980
Via Mazzini, Villaperuccio	21,61	560	2.745,51	1982
Is Gannaus, Carbonia	26,66	625	4.476,75	1981 - 1991
Is Meis, Carbonia	19,55	765	4.308,79	1981-1991
Via Giardini, Narcao	19,51	923,72	3.449,24	1946 - 1980
Via Allende, Villamassargia	22,22	990	5.200,00	1980
Via Gramsci, Gonnese	24,31	1047,32	5.400,66	Ante 1945
Via Monti, Domusnovas	15,72	1200	5.427,49	1976
Serbariu, Via S. Caterina	25,50	1200	8.112,00	1981-1991
Via Umberto, Giba	18,4	1250	6.253,00	Ante 1945
Piazza Aldo Moro, S. Anna Arresi	11,83	1327	4.300,00	1946 - 1980
Via Mazzini, Santadi	9,95	1790	2.367,00	1946-1980
Via A. Gramsci, S.G. Suergiu	5,53	2190	3.206,00	1964
Via Nuoro, Portoscuso	6,68	2290	3.971,04	1972 - 1973
Paringianu, Portoscuso	3,53	2290,9	2.188,48	Luglio 76
Cortoghiana, Carbonia	13,44	2530	8.773,79	1946 - 1980
Via Cagliari, Domusnovas	10,61	3196	8.260,32	1950
Via Santa Cristina, Carloforte	8,39	3386	6.409,58	Ante 1945
Via Roma, Carbonia	5,48	5795	7.876,74	1946 - 1980

Tabella 17 Dati medi di consumo elettrico per scuole primarie

Scuole primarie di I°	
Consumo elettrico specifico medio [kWh/m²a]	Spesa media 2012-2014 [€]
15,6	4.822,98

Relativamente alle scuole primarie sono state registrati dei casi in cui un consumo maggiore è legato all'utilizzo di sistemi per il condizionamento invernale ad alto consumo energetico come ad esempio la scuola elementare di Rio Murtas a Narcao con un consumo elettrico specifico di circa 35 kWh/m² a dovuto all'impiego di stufette elettriche, e la scuola elementare di Villaperuccio che utilizza solo pompe di calore.

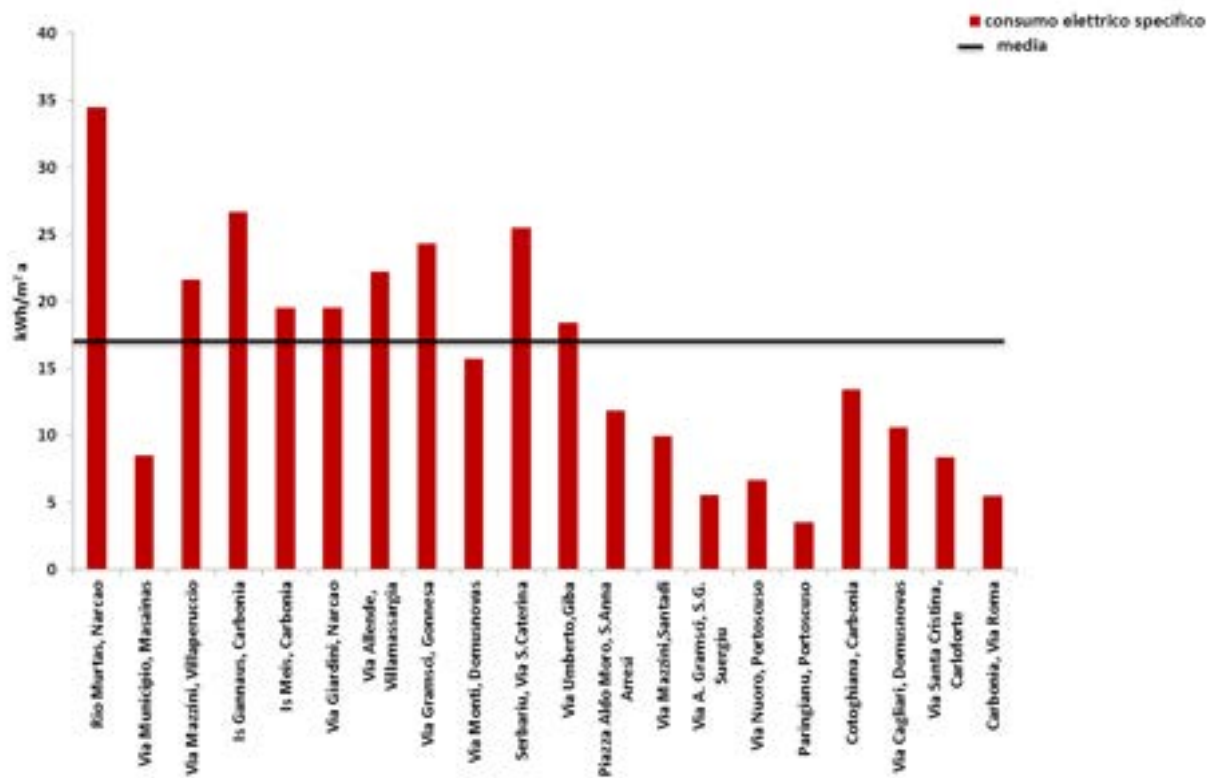


Figura 13 Consumo elettrico specifico e medio in funzione della superficie degli edifici (scuole primarie)

8 Settore termico

Ulteriori dati investigati nel censimento hanno riguardato il settore termico. In particolare sono stati analizzati i dati riguardanti le caldaie utilizzate, la potenza installata, il combustibile impiegato, il consumo medio annuale e la relativa spesa.

Anche per questi dati il censimento non è stato esaustivo per l'impossibilità di reperire tutti i dati richiesti. Allo stato attuale circa il 92,3 % degli edifici scolastici dell'ex provincia di Carbonia Iglesias è dotata di impianto di riscaldamento di tipo tradizionale con generatore di calore costituito da caldaia. Solo il 3,1 % utilizza, come sistema di riscaldamento, le pompe di calore mentre il restante 1,5 % le stufette elettriche. In particolare il tipo di caldaie installate hanno all'incirca quindici anni d'esercizio e prevalentemente utilizzano gasolio come combustibile.

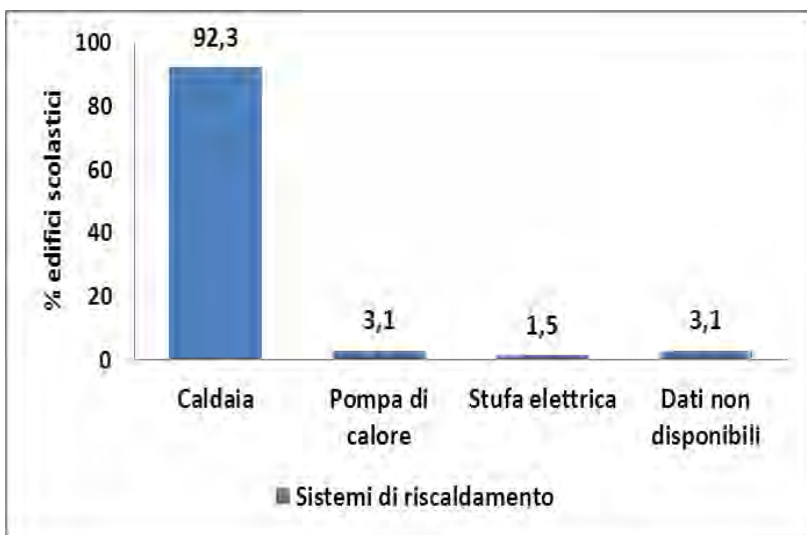


Figura 14 Tipologie di riscaldamento

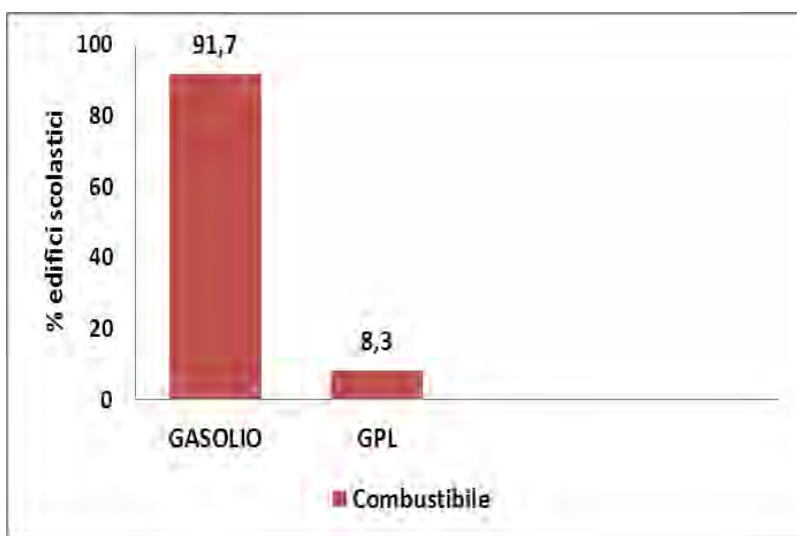


Figura 15 Tipo di combustibile impiegato

Altro dato d'interesse per la climatizzazione invernale degli edifici è rappresentato dalla zona climatica di appartenenza dei comuni che accolgono gli edifici oggetto del censimento.

Con riferimento al D.P.R. n.412/93 la tabella di seguito riportata definisce per ciascun comune la zona climatica di appartenenza e i relativi gradi giorno (ossia il fabbisogno termico per il riscaldamento delle abitazioni in una determinata località).

Tabella 18 Zone climatiche e gradi giorno per comuni

Comune	Zona climatica	Gradi giorno
Carbonia	C	922
Iglesias	C	916
Carloforte	B	789
Domusnovas	C	1148
Villamassargia	C	956
Portoscuso	B	794
Giba	B	899
San Giovanni Suergiu	B	766
Sant'Antioco	B	772
Santadi	C	1119
Piscinas	B	844
Masainas	C	990
Narcao	C	1103
Gonnesa	B	766
Sant'Anna Arresi	B	863
Villaperuccio	B	851

Le tabelle seguenti riportano per tipologia di grado di istruzione i consumi termici specifici [kWh/m² anno], la spesa media annuale nonché le superfici e l'anno di fabbricazione. Nei relativi grafici le scuole sono ordinate per superfici crescenti.

Dai valori di consumi medi specifici termici si evidenzia che le scuole secondarie II° hanno dei consumi nettamente inferiori alle scuole medie ed elementari.

Dall'analisi dei risultati ottenuti si evidenzia che non vi è una correlazione diretta tra il consumo specifico termico e la superficie degli edifici scolastici. Una giustificazione, se pur parziale di quanto ottenuto, potrebbe derivare dall'utilizzo delle strutture degli istituti comprensivi sia per attività che vanno oltre il consueto orario scolastico (corsi serali e notturni) che per attività extrascolastiche (corsi di informatica, attività sportive, conferenze e convegni).

Tabella 19 Dati di consumo specifico termico per scuole secondarie II°

Scuole secondarie II°	Consumo termico specifico [kWh/m ² a]	Superficie [m ²]	Spesa [€]	Anno fabbricazione
Beccaria, Santadi	19,45	1080	2.773,00	1958-1962
IPIA E.Loi,S.Antioco	8,22	2000	2.170,00	1946-1980
Via Pacinotti Iglesias	25,11	2000	6.632,00	?
I.M E. Lussu, S. Antioco	11,84	3700	5.788,00	1946-1980
I.T Minerario, Iglesias	20,54	4000	10.853,00	Ante 1945
Beccaria,Via Umbria,Carbonia	4,49	6500	3.859,00	1939
Beccaria,Via Caresias,Carbonia	3,65	6500	3.135,00	1939
Beccaria,Villamassargia	2,76	7600	2.773,00	anni 60'
I.I.S G.Asproni, Iglesias	11,98	8000	12.662,00	1990
I.I.S G.Asproni, loc.Su Pardu,Iglesias	9,13	8000	9.647,00	2000
Iglesias, Via Monsignor Saba	4,79	10000	6.331,00	1974-1975
L.S E.Lussu, Via Bolzano, S. Antioco	6,35	11000	9.225,00	1946-1980
I.P.S.I.A Ferraris, Via Canepa Iglesias	4,24	14000	7.838,00	1946-1980
IPIA E.Loi,Carbonia	4,82	14200	9.044,00	1990-2005
Gramsci-Amaldi,Via delle Cernitrici,Carbonia	6,44	16800	14.290,00	1946-1980
Iglesias, Loc. Is Arruastas	4,34	31000	17.788,00	1980-1994

Tabella 20 Dati medi di consumo termico per scuole secondarie II°

Scuole Secondarie II°	
Consumo specifico termico medio [kWh/m ² a]	Spesa media 2012-2014 [€]
9,26	7.800,05

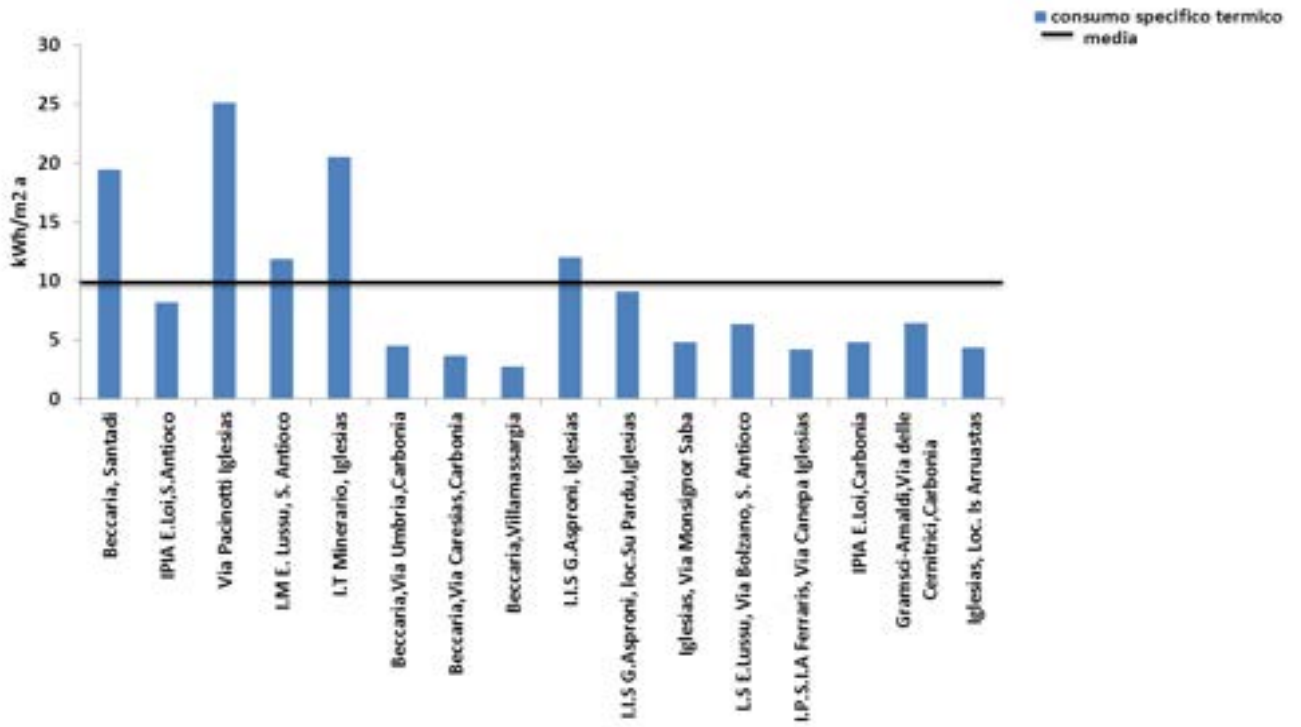


Figura 16: consumo termico specifico e medio in funzione della superficie degli edifici (scuole secondarie II°)

Tabella 21 Dati di consumo specifico termico per scuole secondarie I°

Scuole secondarie I°	Consumo termico specifico [kWh/m ² a]	Superficie [m ²]	Spesa [€]	Anno fabbricazione
Via E. D'Arborea, Giba	33,45	592	2.000,00	1946-1980
Via Dettori, Gonnese	22,53	878,82	2.000,00	1982
Paccinotti, Cortoghiana, Carbonia	21,14	3279	11.608,91	1975
Corso Cristoforo Colombo, Iglesias	37,05	1035	18.927,00	1946-1980
Via Allende, Villamassargia	87,38	1700	7.750,00	1981 - 1991
Via Isonzo, Iglesias	55,70	2400	6.423,00	1981 - 1991
Media Fara, Carbonia	10,62	2796	4.975,25	1946 - 1980
Via G. Asproni, Portoscuso	30,36	3268,75	12.835,06	1980
Media Satta, Carbonia	34,45	4168	24.047,04	1976
Media Pascoli, Carbonia	16,63	4764	13.267,33	1963
Don Milani, Carbonia	15,26	5840	14.925,75	1930
Fernando Meloni, Domusnovas	17,95	6620	11.000,00	1972 - 1973

Tabella 22 Dati medi di consumo termico per scuole secondarie II°

Scuole secondarie I°	
Consumo specifico termico medio [kWh/m ² a]	Spesa media 2012-2014 [€]
31,88	10.813,28

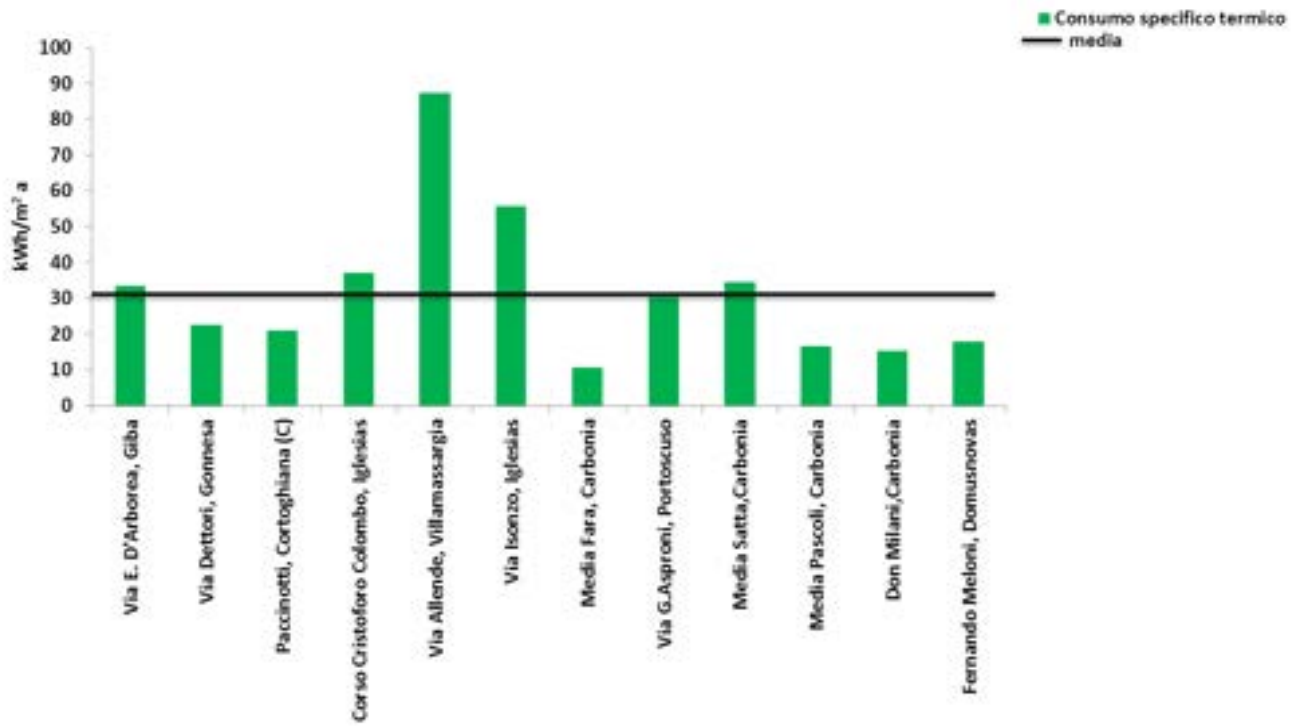


Figura 17 Consumo termico specifico e medio in funzione della superficie degli edifici (scuole secondarie I°)

Tabella 23 Dati di consumo specifico termico per le scuole primarie

Scuole primarie	Consumo termico specifico [kWh/m ² a]	Superficie [m ²]	Spesa [€]	Anno fabbricazione
Via Lamarmora, Iglesias	61,57	488	5.031,00	1946-1980
Via Mazzini, Villaperuccio	35,37	560	2.000,00	1982
Via Tenente Cacciarru, Iglesias	53,63	577	5.182,00	1975
Via Calabria 27, Iglesias	79,26	577	20.972,00	1946-1980
Via Salazar, Piscinas	137,83	620	3.710,5	1946-1980
Is Gannaus, Carbonia	39,61	625	4.146,04	1981 - 1991
Is Meis, Carbonia	45,31	765	5.804,45	1981 - 1991
Via Giardini, Narcao	58,96	923,72	6.750,00	1946 - 1980
Via Allende, Villamassargia	150,04	990	7.750,00	1980
Via Monti, Domusnovas	41,26	1200	6.000,00	1976
Via Grazia Deledda, Iglesias	64,73	1310	14.201,00	1963
Via Roma, Iglesias	69,63	1517	17.690,00	1930
Via Nuoro, Portoscuso	37,15	2290	10.998,46	1972 - 1973
Paringianu, Portoscuso	12,96	2290,9	2.654,23	Luglio 76
Via Pacinotti, Iglesias	39,75	2843	18.927,00	1992
Via Cagliari, Domusnovas	55,77	3196	15.000,00	1950
Via Santa Cristina, Carloforte	33,94	3386	13.754,00	Ante 1945
Via Roma, Carbonia	13,67	5795	13.267,3	1946 - 1980

Tabella 24 Dati medi di consumo termico per scuole primarie

Scuole primarie	
Consumo specifico termico medio [kWh/m ² a]	Spesa media 2012-2014 [€]
57,25	10.225,76

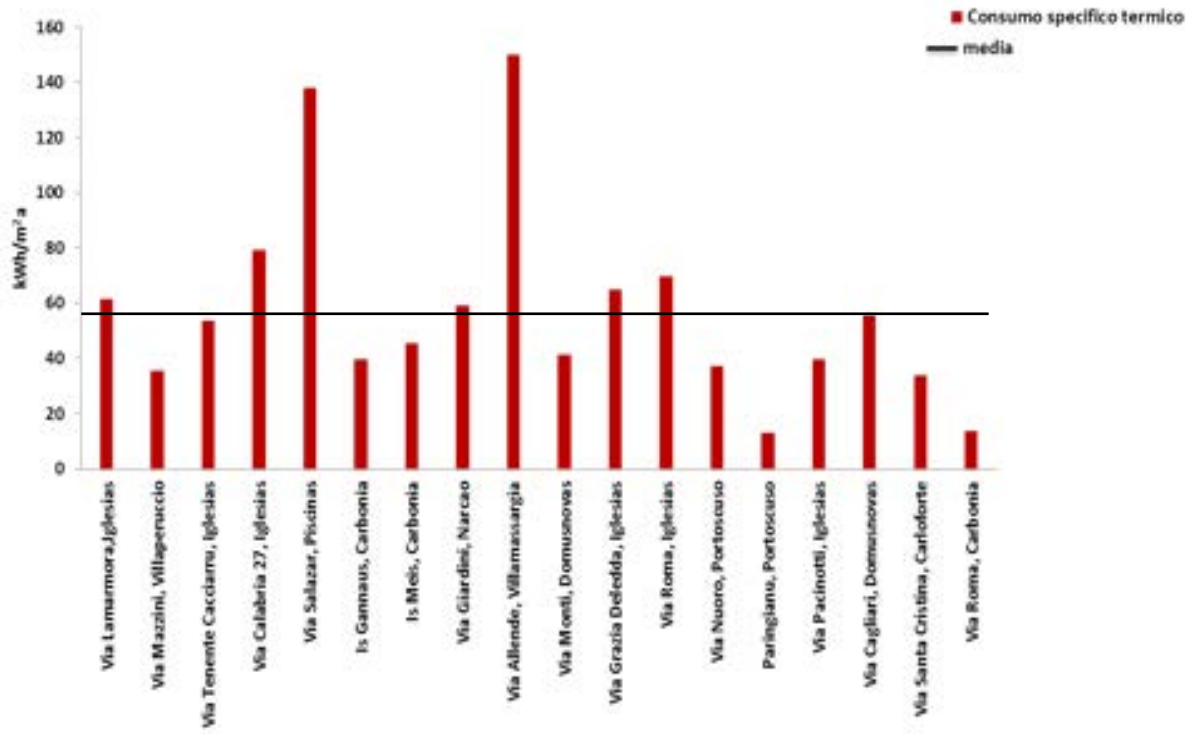


Figura 18 Consumo termico specifico e medio in funzione della superficie degli edifici (scuole primarie)

9 Altri impianti

In alcuni edifici scolastici sono stati installati o in fase di installazione sistemi di produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili e sono in corso interventi di riqualificazione energetica. I dati raccolti riguardano esclusivamente le scuole primarie e secondarie I°. Tali informazioni sono assenti per le scuole secondarie II°.

Si riporta di seguito una tabella con indicati gli interventi realizzati o in corso negli edifici scolastici.

Tabella 25 Edifici scolastici che hanno subito interventi di riqualificazione energetica

Scuola	Interventi strutturali	Interventi su impianti
Scuola media Satta, Carbonia	Sostituzione infissi e finestre; rifacimento manto di copertura e cappotto esterno	Sostituzione caldaia; installazione fotovoltaico
Scuola elementare Domunsonvas	Sostituzione infissi e finestre	Sostituzione caldaia
Scuola elementare Portoscuso		Installazione fotovoltaico
Scuola media Portoscuso		Installazione fotovoltaico
Scuola elementare Deledda Iglesias		Sostituzione caldaia

10 Criticità emergenti

Da una valutazione delle informazioni reperite, emerge un quadro dell'edilizia scolastica che presenta diverse situazioni critiche.

Un primo elemento è rappresentato dall'età degli edifici. La loro costruzione, infatti, si concentra principalmente negli anni 1946-1980, mentre la prima legge relativa al risparmio energetico è datata 1976. Ne discende che buona parte degli edifici risultano essere di scarsa qualità termofisica, a meno di successivi interventi di efficientamento. Al riguardo si evidenzia che solo due edifici sono stati, o sono attualmente, oggetto di interventi strutturali in tale ambito. In soli tre edifici invece sono stati installati impianti fotovoltaici.

A tale considerazione va comunque associata la valutazione da parte dei tecnici delle amministrazioni locali coinvolte sullo stato di conservazione degli edifici che considera mediocre il 32% degli immobili investigati.

Relativamente al settore termico si è registrato che la maggior parte delle caldaie ha più di 15 anni e di conseguenza è ampia la potenzialità di miglioramento in termini di rendimento nel caso di sostituzione di caldaie tradizionali con generatori più efficienti.

11 Conclusioni

Gli obiettivi di uso razionale dell'energia posti a livello comunitario e ripresi dalla normativa nazionale richiedono una riqualificazione energetica degli edifici e in particolare di quelli pubblici che dovrebbero costituire al proposito un modello esemplare. In questo contesto, particolare attenzione è stata data agli edifici scolastici e al peso che la loro riqualificazione può avere sia in termini di raggiungimento degli obiettivi sia per la diffusione di una cultura volta al risparmio energetico e alla salvaguardia dell'ambiente. Lo studio ha analizzato lo stato del patrimonio edilizio scolastico dell'ex Provincia di Carbonia Iglesias sulla base di una campagna di raccolta di dati sperimentali realizzata con la collaborazione delle amministrazioni locali. Anche nei casi di maggiore cooperazione degli enti preposti, i dati reperiti sono stati parziali. Ne consegue un quadro di informazioni generale che richiederebbe misurazioni dirette in campo per definire nel dettaglio le caratteristiche degli edifici investigati. Inoltre, a causa della complessità delle amministrazioni pubbliche, le informazioni energetiche sensibili sono di competenza di diversi segmenti dell'amministrazione medesima, rendendo impossibile il reperimento di parte delle informazioni con riferimento ai consumi energetici e idrici.

Da un punto di vista costruttivo sono state analizzate l'epoca di costruzione e alcune caratteristiche geometriche significative, tra cui: la superficie complessiva, il numero di piani, l'altezza d'interpiano, le tipologie della copertura e la struttura dell'edificio. E' stato inoltre richiesto ai tecnici delle amministrazioni, una valutazione sullo stato di conservazione complessivo. Altre informazioni specifiche hanno riguardato infissi e finestre, gli impianti a servizio degli stabili quali caldaie e sistemi di produzione di energia elettrica. L'analisi è stata portata a termine con l'indicazione dei consumi energetici per edificio.

Altro dato interessante, ai fini energetici, è la disponibilità di superfici per l'installazione di impianti di pannelli fotovoltaici. Anche se per tali impianti la maggiore produzione di energia elettrica avviene nei mesi estivi, la loro installazione alleggerirebbe la bolletta elettrica della scuola. Interventi in tale ambito richiedono un dettaglio di approfondimento in termini di verifica di tenuta, orientamento dei tetti, ed eventuali vincoli sugli edifici storici.

Nel suo insieme il censimento ha evidenziato il rilevante potenziale di risparmio energetico connesso a possibili interventi di efficienza energetica sul patrimonio immobiliare scolastico dell'ex Provincia del Sulcis Iglesiente.

Il retrofit energetico del patrimonio edilizio scolastico analizzato potrebbe, di fatti, garantire edifici energeticamente efficienti, con riduzione dei costi di esercizio, di manutenzione e di gestione oltre che migliorare le condizioni di comfort ambientale per studenti e insegnanti.