

STUDIO SUI PROGETTI DI
EFFICIENTAMENTO
ENERGETICO DEGLI EDIFICI
PUBBLICI FINANZIATI CON
IL POR FESR 2014-2020

LUGLIO 2023



Agenzia Umbria Ricerche



Studio sui progetti di efficientamento energetico degli edifici pubblici finanziati con il POR FESR 2014-2020

Attività realizzata nell'ambito della Convenzione per l'attività di studio, ricerca e valutazione
"Valutazioni tematiche sui progetti finanziati con il POR FESR 2014 -2020" (DGR 160/2021)



INDICE

1. Introduzione	4
2. Finalità dello studio.....	6
3. ASSE IV Energia sostenibile – Azione 4.2.1	8
3.1 Analisi generale	8
3.1.1 La distribuzione sul territorio	8
3.1.2 Annualità e stato attuale dei lavori	9
3.1.3 Numero progetti presentati sui bandi.....	11
3.1.4 Destinazione d’uso	14
3.1.5 Zone climatiche.....	19
3.1.6 Tipologie di interventi realizzati	19
3.1.7 Contributi concessi	35
3.1.8 Risparmio energetico.....	38
3.1.9 Emissioni di CO2	41
3.2 Bando per la concessione di contributi per la realizzazione di interventi di efficientamento energetico degli edifici di proprietà pubblica e destinati ad uso pubblico (EE_2017)	43
3.2.1 Risparmio energetico.....	44
3.2.2 Rapporto Costi-Benefici.....	48
3.3 Programma regionale per interventi di efficientamento energetico complementare al miglioramento sismico degli edifici pubblici (Prog_Sism)	52
3.3.1 Risparmio energetico.....	54
3.3.2 Rapporto Costi-Benefici.....	58
3.4 Bando per il finanziamento di interventi di efficientamento energetico degli edifici pubblici (EE_2020).....	60
3.4.1 Risparmio energetico.....	62
3.4.2 Rapporto Costi-Benefici.....	66
3.5 Bando per la concessione di contributi a enti pubblici per la realizzazione di diagnosi e certificazioni energetiche su edifici pubblici finalizzate alla promozione di interventi di efficientamento energetico (D.D. 4924/2015).....	68
4. ASSE VIII Prevenzione sismica e sostegno alla ripresa dei territori colpiti dal terremoto - Azione 8.3.1	72
4.1 Risparmio energetico.....	73

1. INTRODUZIONE

Il Fondo Europeo di Sviluppo Regionale (FESR) ha come obiettivo il consolidamento della coesione economica e sociale dell'Unione Europea e la riduzione degli squilibri attraverso l'attuazione di programmi pluriennali, che si sviluppano nell'arco temporale di sette anni.

La programmazione FESR della Regione Umbria coinvolge l'intero territorio regionale.

Il Programma Operativo regionale FESR 2014-2020 della Regione Umbria ha messo a disposizione 412.293.204 €, di cui il 50% proveniente dal cofinanziamento comunitario e mentre la restante parte è derivante da cofinanziamento Nazionale e Regionale.

Il Programma Operativo è stato articolato su 8 Assi prioritari e per ogni Asse sono stati fissati degli Obiettivi specifici che possono essere raggiunti attraverso l'attuazione di una serie di Azioni finalizzate alla concretizzazione dei risultati attesi.

Sugli otto Assi prioritari sono state distribuite le risorse a disposizione secondo la seguente tabella:

NUMERO	ASSE	IMPORTO
I	Ricerca e innovazione	24,7% di risorse pari a 101.834.404 euro
II	Crescita digitale	7,7% di risorse pari a 31.951.680 euro
III	Competitività delle PMI	20,7% di risorse pari a 85.507.200 euro
IV	Energia sostenibile	13,6% di risorse pari a 55.960.120 euro
V	Ambiente e cultura	8,7% di risorse pari a 35.972.200 euro
VI	Sviluppo urbano sostenibile	7,5% di risorse pari a 30.816.400 euro
VII	Assistenza tecnica	3,5% di risorse pari a 14.251.200 euro
VIII	Asse Terremoto	13,6% di risorse pari a 56.000.000 euro
		TOTALE 412.293.204 euro

Figura 1: Distribuzione finanziamenti POR FESR (Fonte "<https://www.regione.umbria.it/programmazione-fesr/il-programma-operativo>")

Considerando gli Assi IV e VIII sui quali sono state promosse Azioni che avevano come finalità l'efficientamento energetico di edifici pubblici, dal Rapporto redatto nel 2021 a seguito di una valutazione in itinere dei programmi ed azioni cofinanziati dal Fondo Europeo di Sviluppo Regionale (POR FESR 2007-2013 e 2014-2020 Regione Umbria), risultava che:

Asse IV – Energia sostenibile

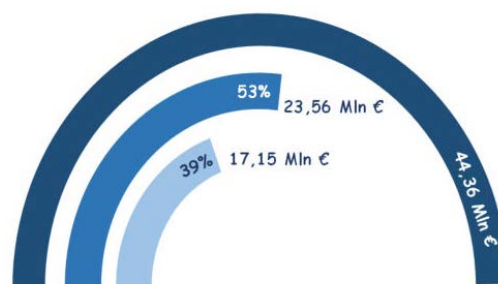
Attivate 3 Azioni

4.1.1 – Energia per le imprese

4.2.1 – Smart buildings

4.4.1 – Materiale rotabile

Finanziati 207 progetti



■ Dotazione finanziaria ■ Impegni ■ Spesa certificata

Figura 2: Stato fondi Asse IV (Fonte "Rapporto di Valutazione in itinere del POR FESR 2014-2020" – anno 2021)

Asse VIII – Prevenzione sismica e sostegno alla ripresa dei territori colpiti dal terremoto

Attivate 8 Azioni

8.1.1 – Energia per le imprese

8.2.1 – Prodotti e servizi complementari agli attrattori

8.2.2 – Riposizionamento competitivo

8.3.1 – Eco-efficienza edifici pubblici

8.4.1 – Messa in sicurezza edifici strategici

8.5.1 – Aree naturali

8.6.1 – Patrimonio culturale

8.7.1 – Fruizione risorse

Finanziati 33 progetti



■ Dotazione finanziaria ■ Impegni ■ Spesa certificata

Figura 3: Stato fondi Asse VIII (Fonte "Rapporto di Valutazione in itinere del POR FESR 2014-2020" – anno 2021)

La Regione esegue un monitoraggio sullo stato di avanzamento del POR FESR, con aggiornamento dei dati in tempo reale.

➔ <https://www.regione.umbria.it/programmazione-fesr/quanto-abbiamo-speso>



2. FINALITÀ DELLO STUDIO

Il presente studio ha come finalità una valutazione dei risultati conseguiti in termini di risparmio energetico e contenimento delle emissioni di gas climalteranti in atmosfera, a seguito dell'implementazione di interventi di riqualificazione energetica su edifici di proprietà pubblica e/o destinati ad uso pubblico, finanziati attraverso il POR FESR.

Sono interessati dallo studio i Bandi promossi nell'ambito di Azioni riferibili agli Obiettivi specifici sia all'ASSE IV che all'ASSE VIII.

ASSE IV – ENERGIA SOSTENIBILE	
<i>OBIETTIVO: ridurre i consumi energetici e le emissioni nelle imprese e negli edifici pubblici, nonché aumentare la mobilità sostenibile nelle aree urbane</i>	
AZIONE 4.2.1	
<i>OBIETTIVO: Promozione dell'eco-efficienza e riduzione di consumi di energia primaria negli edifici e strutture pubbliche: interventi di ristrutturazione di singoli edifici o complessi di edifici, installazione di sistemi intelligenti di telecontrollo, regolazione, gestione, monitoraggio e ottimizzazione dei consumi energetici (smart buildings) e delle emissioni inquinanti anche attraverso l'utilizzo di mix tecnologici.</i>	
	BANDI
2016	Bando per la concessione di contributi ad enti pubblici per la realizzazione di diagnosi e certificazioni energetiche su edifici pubblici finalizzate alla promozione di interventi di efficientamento energetico.
2016	Bando per interventi di efficientamento su edifici pubblici di piccole dimensioni.
2016	Bando per interventi di efficientamento energetico complementari al miglioramento sismico di edifici pubblici.
2017	Bando per la realizzazione di interventi di efficientamento energetico degli edifici di proprietà pubblica e destinati ad uso pubblico.
2018	Bando per di interventi di efficientamento energetico su edilizia residenziale pubblica.
2020	Bando per il finanziamento di interventi di efficientamento energetico degli edifici pubblici.



ASSE VIII – PREVENZIONE SISMICA E SOSTEGNO ALLA RIPRESA DEI TERRITORI COLPITI DAL TERREMOTO	
	AZIONE: 8.3.1
	<i>OBIETTIVO: Promozione dell'eco-efficienza e riduzione di consumi di energia primaria negli edifici e strutture pubbliche: interventi di ristrutturazione di singoli edifici o complessi di edifici, installazione di sistemi intelligenti di telecontrollo, regolazione, gestione, monitoraggio e ottimizzazione dei consumi energetici (smart buildings) e delle emissioni inquinanti anche attraverso l'utilizzo di mix tecnologici.</i>
	BANDO
2018	Bando per il sostegno di interventi edilizia scolastica, efficientamento energetico e/o adeguamento e miglioramento sismico degli edifici.

Nello studio sono stati elaborati i dati forniti per l'ASSE IV dalla **SEZIONE INTERVENTI DI SVILUPPO SOSTENIBILE IN MATERIA DI ENERGIA E RIFIUTI** del SERVIZIO ENERGIA, AMBIENTE, RIFIUTI della Regione mentre per l'ASSE VIII dalla **SEZIONE EDILIZIA SCOLASTICA ED UNIVERSITARIA – INTERVENTI PER LA RICERCA UNIVERSITARIA** del SERVIZIO ISTRUZIONE, UNIVERSITÀ, DIRITTO ALLO STUDIO E RICERCA della Regione.

Lo studio si compone di due parti: la prima di analisi dei bandi pubblicati sull'Asse IV e la seconda di valutazione dell'unico bando dell'Asse VIII attraverso il quale sono stati erogati dei contributi per interventi di efficientamento energetico associati all'adeguamento sismico.

La prima parte dello studio sull'Asse IV è divisa in una prima sezione di analisi complessiva effettuata sulla base dei dati generali forniti dalla Regione e in successive sezioni che prendono in considerazione i risultati dettagliati di alcuni Bandi, le cui informazioni sono state rese disponibili sempre dalla Regione.



3. ASSE IV ENERGIA SOSTENIBILE – AZIONE 4.2.1

3.1 ANALISI GENERALE

EE_2017	BANDO PUBBLICO PER LA CONCESSIONE DI CONTRIBUTI PER LA REALIZZAZIONE DI INTERVENTI DI EFFICIENTAMENTO ENERGETICO DEGLI EDIFICI DI PROPRIETÀ PUBBLICA E DESTINATI AD USO PUBBLICO (D.D. N. 2917 DEL 27.03.2017)
EE_2020	BANDO PUBBLICO PER IL FINANZIAMENTO DI INTERVENTI DI EFFICIENTAMENTO ENERGETICO DEGLI EDIFICI PUBBLICI (D.D. N. 6493 DEL 22.07.2020 INTEGRATA CON D.D. N. 8424/2020) – SEZ. B
CT_2.0	BANDO PUBBLICO PER LA CONCESSIONE DI CONTRIBUTI AD ENTI PUBBLICI FINALIZZATI ALLA REALIZZAZIONE DI INTERVENTI (DI PICCOLE DIMENSIONI) DI EFFICIENTAMENTO ENERGETICO DEGLI EDIFICI (D.D. N. 2201 DEL 21.03.2016)
Prog_Sism	PROGRAMMA REGIONALE PER INTERVENTI DI EFFICIENTAMENTO ENERGETICO COMPLEMENTARI AL MIGLIORAMENTO SISMICO DI EDIFICI PUBBLICI (D.D. 2895 DEL 18.04.2016)
Prog_ERP	PROGRAMMA DI INTERESSE REGIONALE PER L'EFFICIENTAMENTO ENERGETICO DELL'EDILIZIA RESIDENZIALE PUBBLICA (D.G.R. 758 DEL 09/07/2018)

3.1.1 LA DISTRIBUZIONE SUL TERRITORIO

La distribuzione sul territorio regionale vede la prevalenza dei Comuni di Perugia con 22 edifici, Terni con 14 edifici, Todi con 9 edifici e Trevi con 4 edifici. Nei Comuni di Bevagna, Bastia Umbra, Città della Pieve, Foligno e Gualdo Tadino sono stati eseguiti interventi di efficientamento energetico in 3 edifici ciascuno, nei Comuni di Allerona, Arrone, Assisi, Avigliano Umbro, Bettona, Città di Castello, Corciano, San Giustino, S. Anatolia di Narco, Scheggia e Pascelupo, Sigillo e Pietralunga in 2 edifici ciascuno.

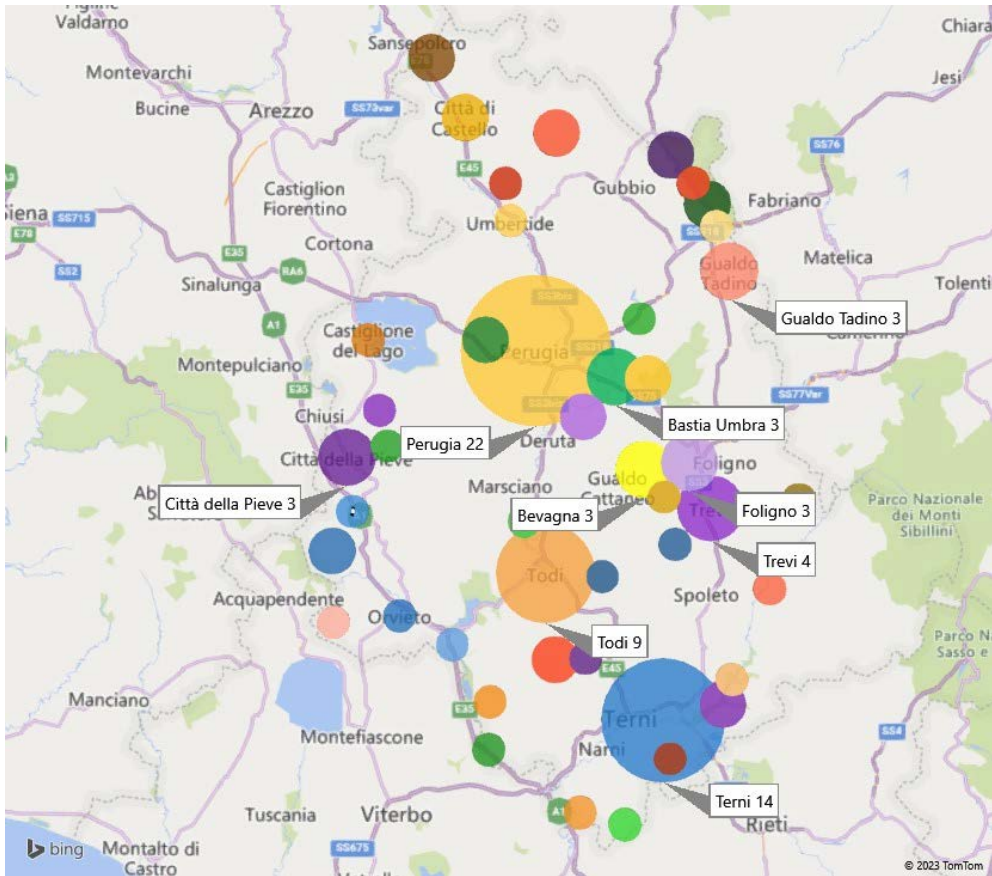


Grafico 1: Distribuzione degli interventi sul territorio

3.1.2 ANNUALITÀ E STATO ATTUALE DEI LAVORI

Con la pubblicazione dei bandi negli anni dal 2016 al 2020 sono stati concessi finanziamenti per eseguire interventi di efficientamento energetico secondo la distribuzione del seguente grafico.

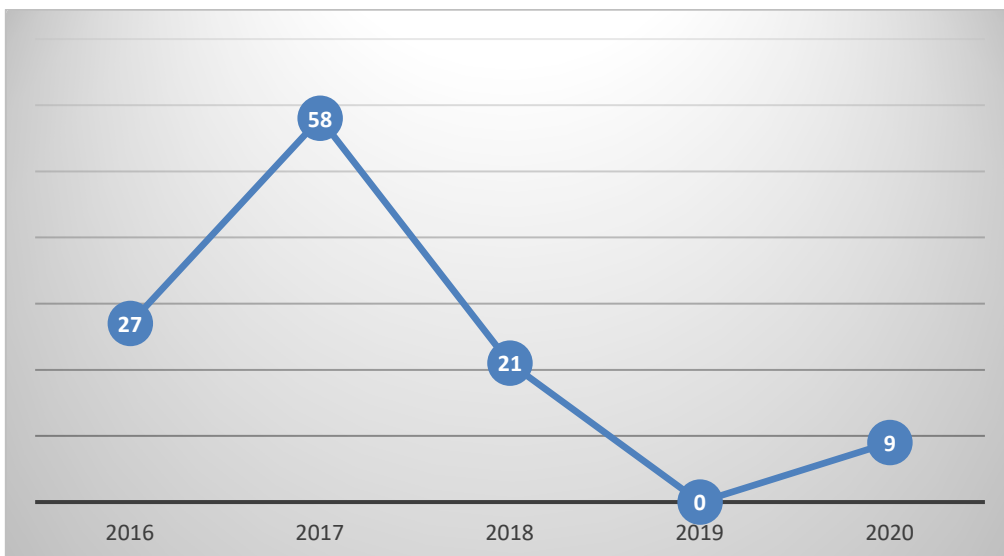


Grafico 2: Anni di richiesta dei finanziamenti

In merito allo stato attuale degli interventi, sulla base delle informazioni rese disponibili si ha che:

- Per il bando di cui alla D.D. n. 2201 del 21.03.2016 (contributo ad enti pubblici per la realizzazione di interventi di efficientamento energetico di piccole dimensioni) è stato dato l'inizio lavori per tutti gli interventi eccetto uno;
- Per il bando di cui alla D.D. n. 2917 del 27.03.2017 (contributo per la realizzazione di interventi di efficientamento energetico degli edifici di proprietà pubblica e destinati ad uso pubblici anno 2017) è stato dato l'inizio lavori per tutti gli interventi eccetto uno e gli stessi interventi **risultano tutti conclusi eccetto due**;
- Per il bando di cui alla D.D. 2895 del 18.04.2016 (programma per interventi di efficientamento energetico complementari al miglioramento sismico degli edifici pubblici) è stato dato l'inizio lavori per tutti gli interventi;
- Per il bando di cui alla D.D. 6493 del 22.07.2020 (integrata con la D.D. 8424/2020) – sez. B per il finanziamento di interventi di efficientamento energetico degli edifici pubblici e per il bando di cui alla D.G.R. 758 del 09/07/2018 per l'efficientamento energetico dell'edilizia residenziale pubblica non ci sono dati disponibili sullo stato dei lavori.

Nel successivo *grafico 3* sono raccolti i dati relativi alle date di inizio e fine lavori. Complessivamente sono state comunicate le date di inizio per 84 degli interventi finanziati e per 55 di quelli conclusi, ma come già specificato si tratta solo di un'analisi parziale eseguita sulle informazioni disponibili.

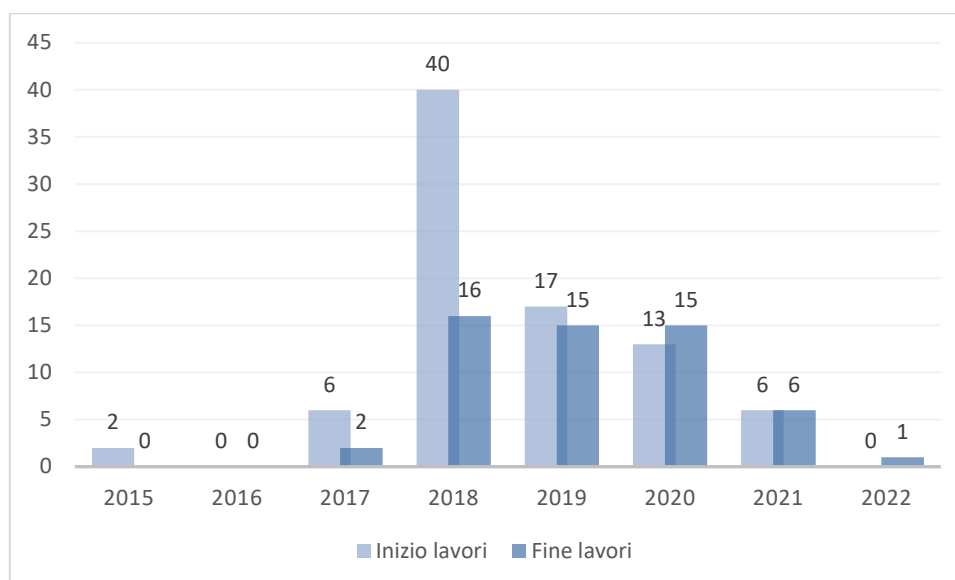


Grafico 3: Annualità di inizio e fine lavori

Dal grafico risulta che due interventi sono iniziati nell'anno 2015, che sarebbe antecedente alla data di pubblicazione dei bandi. Si tratta di due interventi realizzati per l'efficientamento energetico di due ospedali/strutture sanitarie che sono stati finanziati con il bando per l'efficientamento energetico di edifici pubblici dell'anno 2017 e che probabilmente hanno ottenuto il finanziamento a lavori già in corso.

3.1.3 NUMERO PROGETTI PRESENTATI SUI BANDI

Complessivamente sono stati finanziati **115 interventi** di efficientamento energetico sugli edifici pubblici, di cui **83** nella Provincia di Perugia e **32** nella Provincia di Terni.

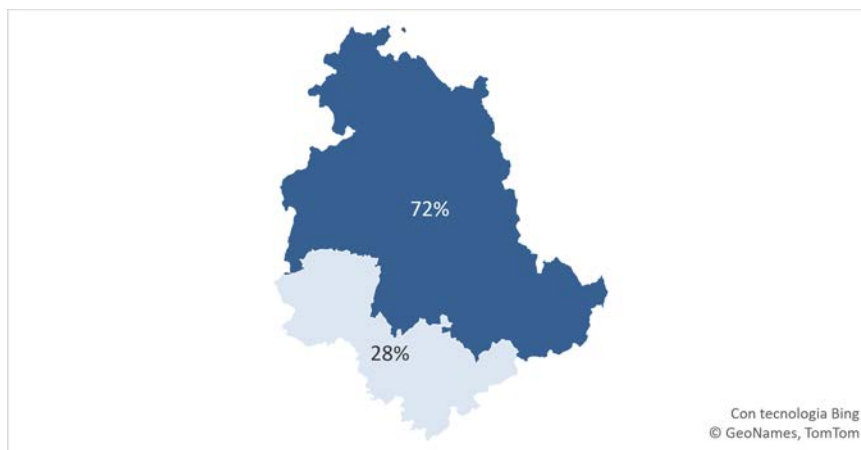


Grafico 4: Interventi realizzati suddivisi per Provincia

Nella distribuzione sul territorio risulta una prevalenza sulla Provincia di Perugia, dove sono stati finanziati il 72% dei progetti, mentre nella Provincia di Terni si è attuato il rimanente 28%, uno scostamento simile a quello rilevato dall'analisi contenuta nel Rapporto di "Valutazione in itinere del POR FESR 2014-2020 (POR FESR 2007-2013 e 2014-2020 Regione Umbria)" pubblicato dal "Servizio di Valutazione relativo a programmi e azioni cofinanziati dal Fondo Europeo di Sviluppo Regionale", che ha preso in considerazione tutti i progetti per i quali sono stati stanziati fondi del POR FESR 2014-2020, nel quale si evidenzia che complessivamente sul territorio della Provincia di Perugia è stato realizzato l'80% dei progetti rispetto alla Provincia di Terni con il 20%.

I Comuni dove sono localizzati gli edifici per i quali sono stati realizzati interventi per migliorarne la prestazione energetica sono complessivamente 48, con un'ampia percentuale di piccoli Comuni con popolazione inferiore ai 5.000 abitanti.

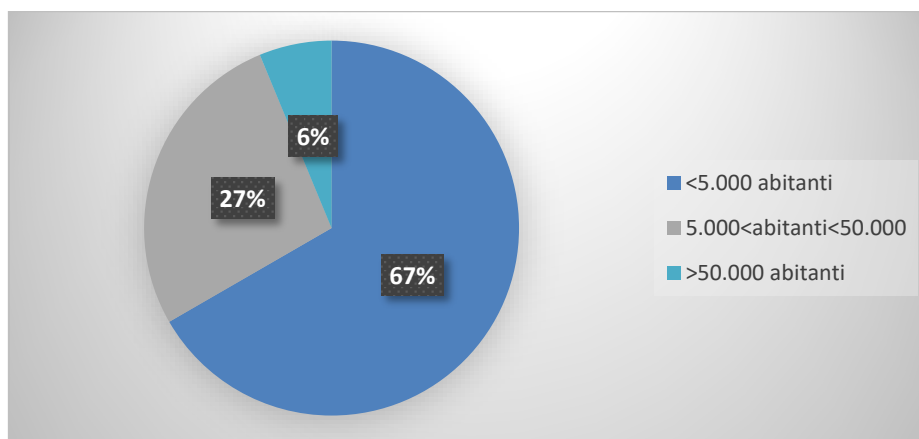


Grafico 5: Percentuale dei Comuni nei quali sono stati realizzati interventi di riqualificazione energetica in rapporto alla popolazione

Nonostante la percentuale elevata che dimostra il coinvolgimento di micro comuni con popolazione inferiore a 5.000 abitanti, pari al 67%, valutando il numero di interventi di efficientamento energetico realizzati, le percentuali sono differenti, in quanto nei Comuni con popolazione maggiore di 50.000 abitanti gli edifici riqualificati sono stati più numerosi e, come si può valutare dal successivo grafico, le percentuali sono quasi le stesse.

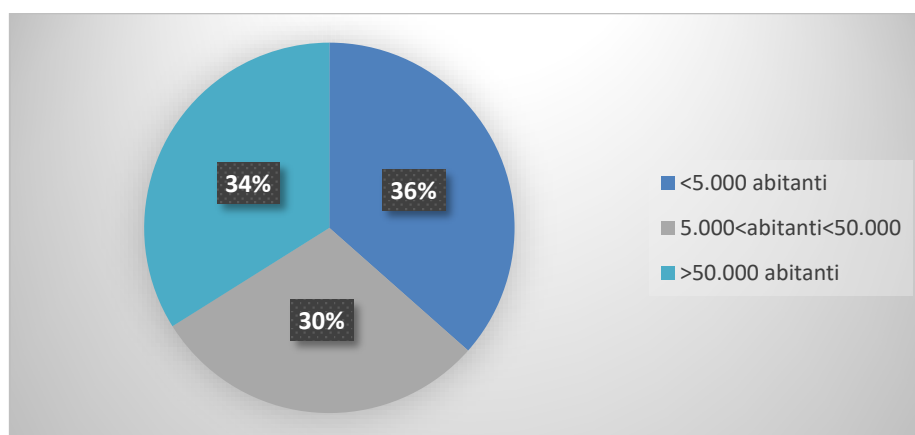


Grafico 6: Percentuale del numero di interventi di riqualificazione energetica realizzati in rapporto alla popolazione

Complessivamente, nei Comuni con popolazione inferiore a 5.000 abitanti sono stati realizzati 42 progetti, mentre in 2 delle 3 città sopra i 50.000 abitanti, Perugia e Terni, si concentrano il maggior numero di progetti finanziati (rispettivamente 22 e 14), anche per effetto del bando finanziato (D.G.R. 758 del 09/07/2018) dedicato agli edifici di proprietà ATER.

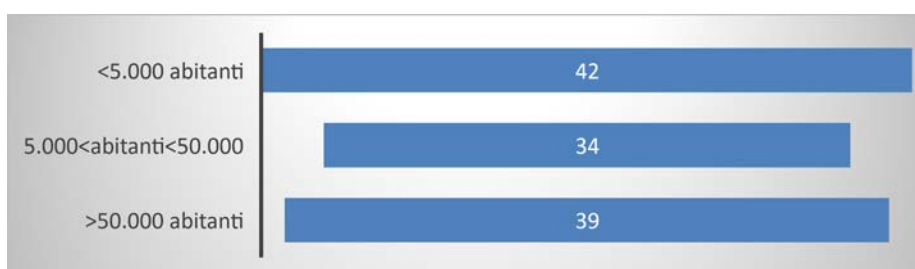


Grafico 7: Numero degli interventi di riqualificazione energetica realizzati in rapporto alla popolazione

Nel successivo grafico sono indicati il numero di progetti finanziati dal POR FESR con i bandi pubblicati sull'Asse IV.

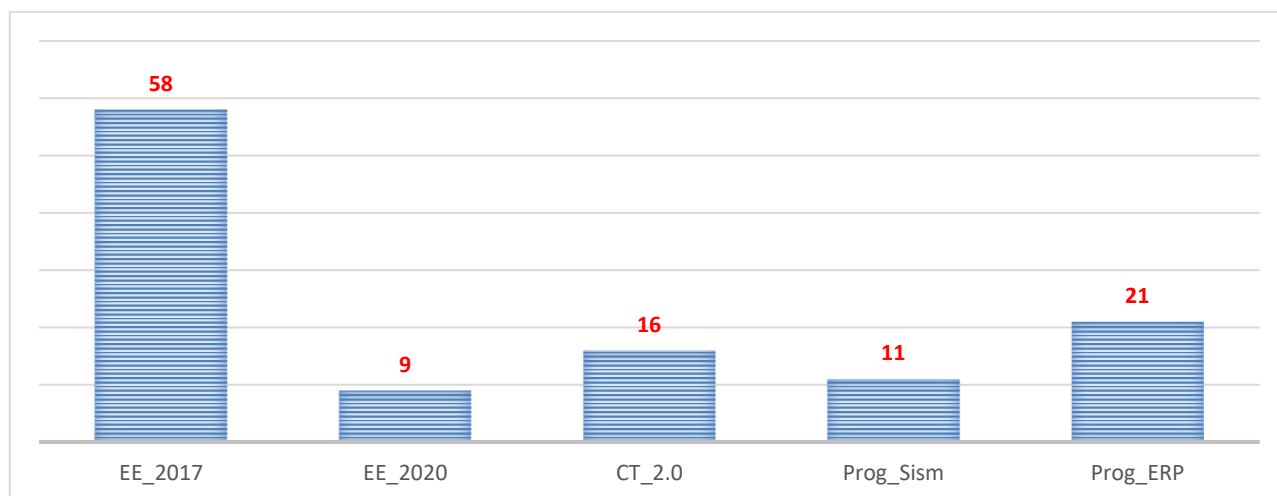


Grafico 8: Numero di progetti finanziati rispetto ai Bandi pubblicati

La maggior parte degli interventi è stata finanziata con il bando del 2017 destinato alla concessione di contributi per la realizzazione di interventi di efficientamento energetico degli edifici di proprietà pubblica e destinati ad uso pubblico (D.D. n. 2917 del 27.03.2017). Si tratta in pratica della metà di tutti quelli che sono stati ammessi a contributo sull'Asse IV. Sull'analogo bando pubblicato nel 2020 (D.D. n. 6493 del 22.07.2020 integrata con D.D. n. 8424/2020) complessivamente sono stati ammessi 9 progetti.

Gli edifici di edilizia residenziale pubblica che sono stati riqualificati dal punto di vista energetico partecipando al bando dedicato pubblicato nel 2018 (D.G.R. 758 del 09/07/2018) sono stati 21 e 11 quelli che sono stati ammessi sul bando che consentiva la realizzazione congiunta di interventi di efficientamento energetico e adeguamento sismico (D.D. 2895 del 18.04.2016).

Il bando associato al Conto Termico 2.0 (D.D. N. 2201 DEL 21.03.2016) ha finanziato 16 progetti.

3.1.4 DESTINAZIONE D'USO

I progetti finanziati hanno riguardato per la maggior parte strutture scolastiche e in misura leggermente inferiore edifici adibiti ad attività sportive e residenziali (edilizia residenziale pubblica).

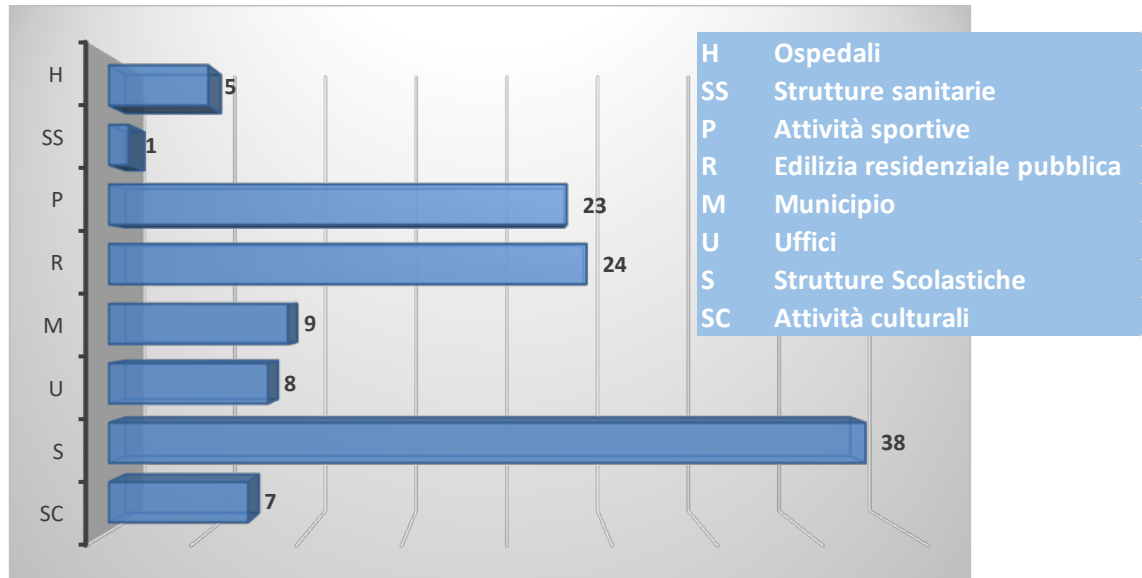


Grafico 9: Numero di interventi realizzati in rapporto alla destinazione d'uso

Le strutture scolastiche oggetto di intervento risultano distribuite sul territorio in modo più uniforme rispetto alle altre destinazioni d'uso, essendo riqualificati energeticamente gli edifici in Comuni sia di piccole che di più grandi dimensioni.

Negli edifici destinati all'edilizia residenziale pubblica, che per loro natura si concentrano in agglomerati urbani più numerosi, gli interventi realizzati sono localizzati per la maggior parte su complessi edilizi siti nelle città di Perugia e Terni.

Le strutture che alloggiavano attività sportive sulle quali si è maggiormente intervenuti sono invece collocate in prevalenza nei piccoli centri o di media dimensione e dei 23 interventi totali realizzati, solo due edifici si trovano a Perugia.

Ospedali, Strutture sanitarie e immobili a destinazione d'uso uffici sono assenti tra gli interventi realizzati in Comuni con popolazione inferiore ai 5.000 abitanti, mentre nessuno degli edifici che ospitano attività di tipo culturale/sociale (centri civici e sale polifunzionali) si trova nelle 3 città nelle quali si superano i 50.000 residenti.

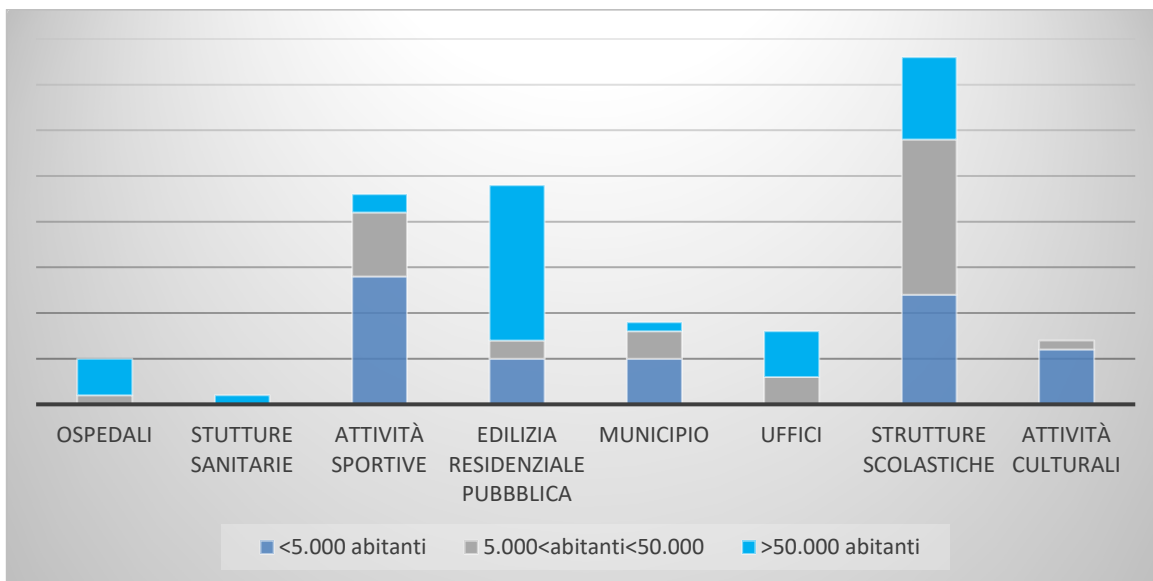
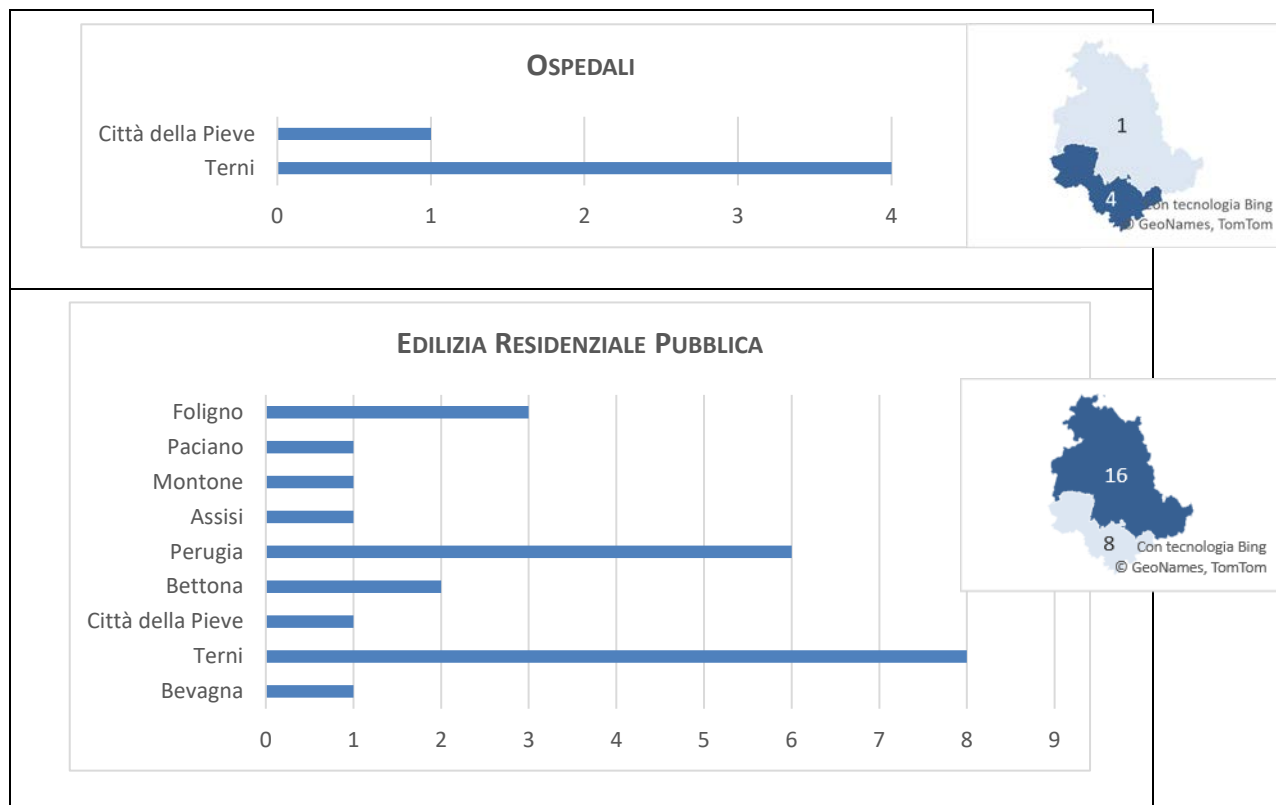
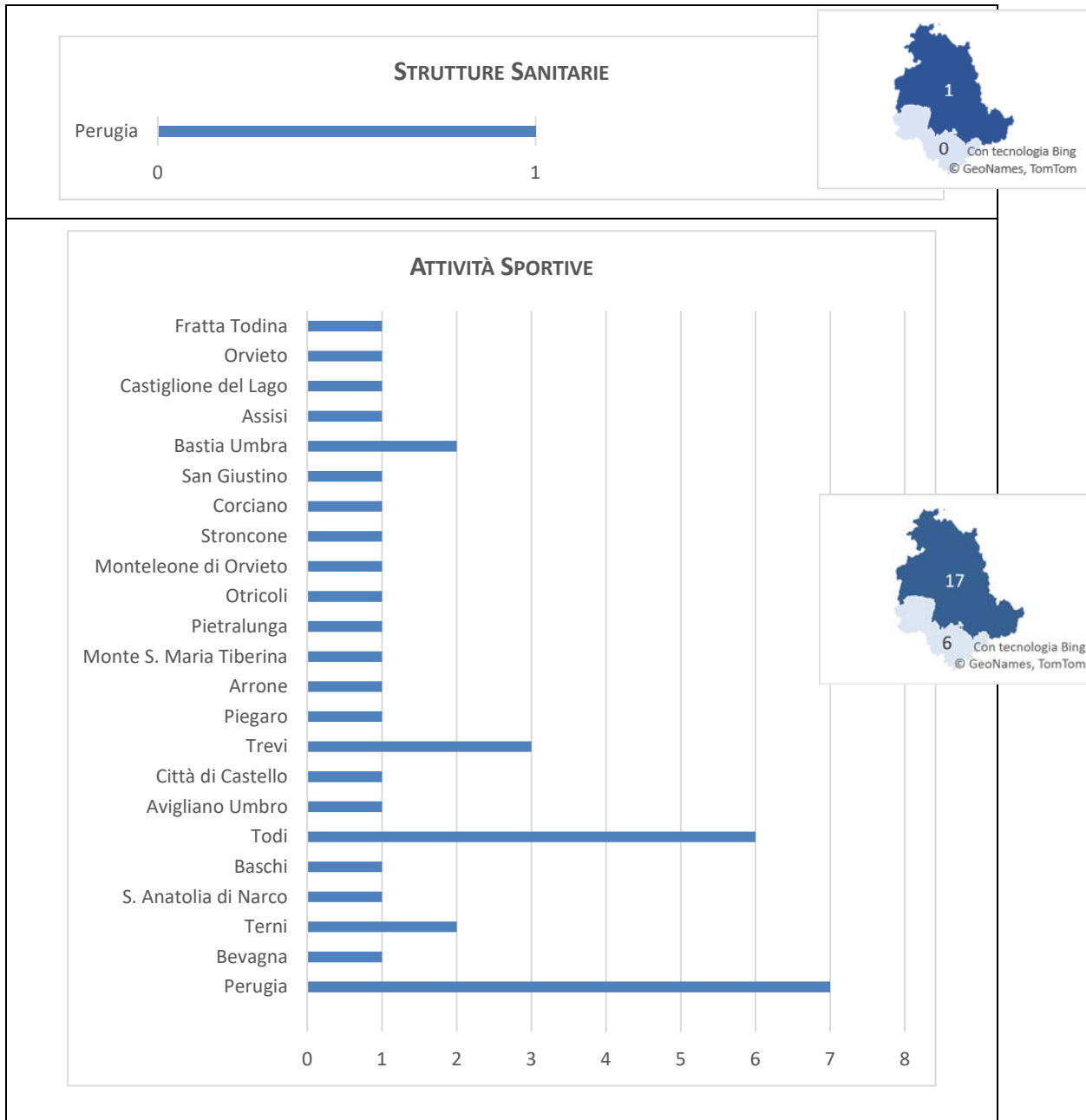
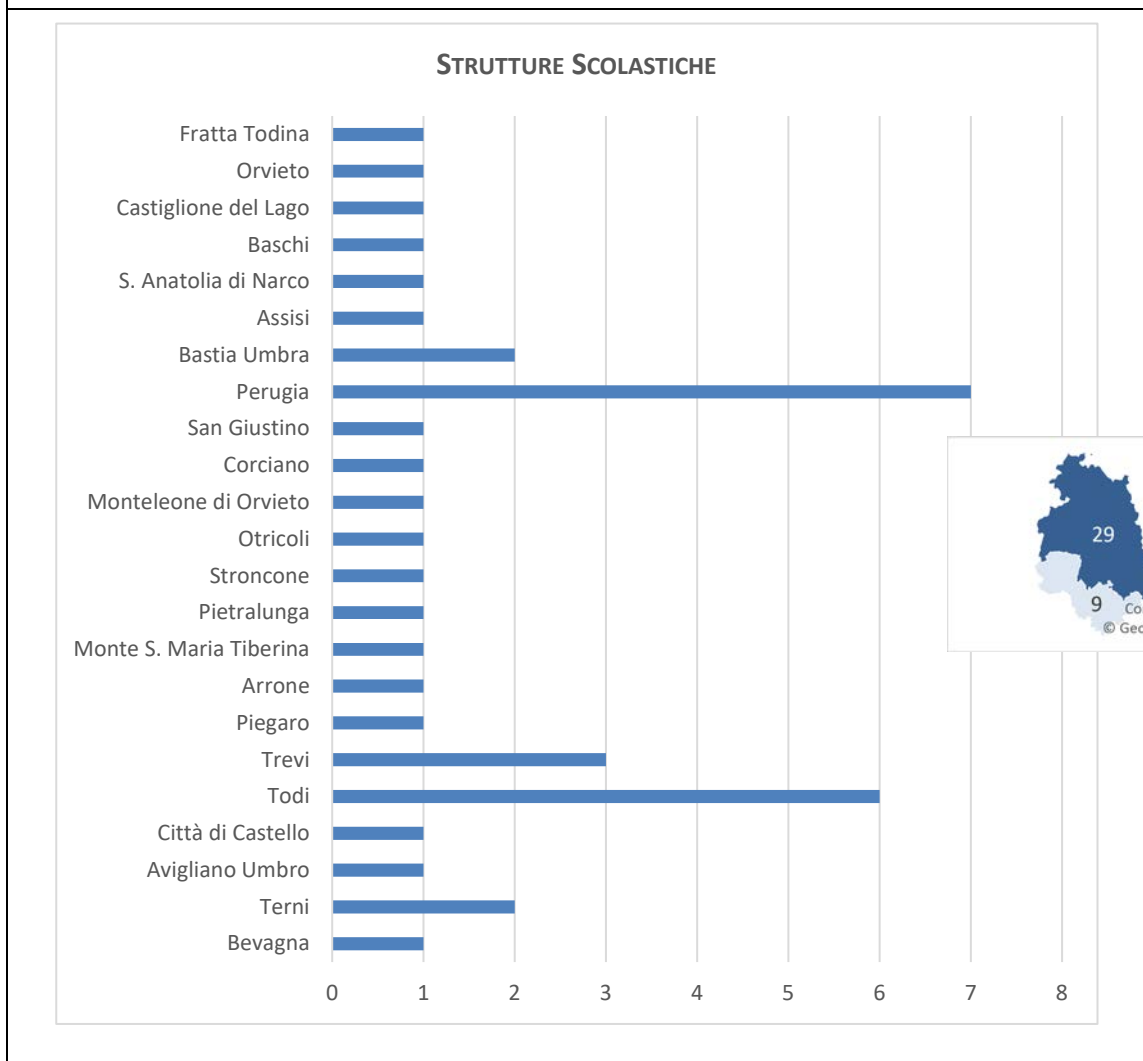


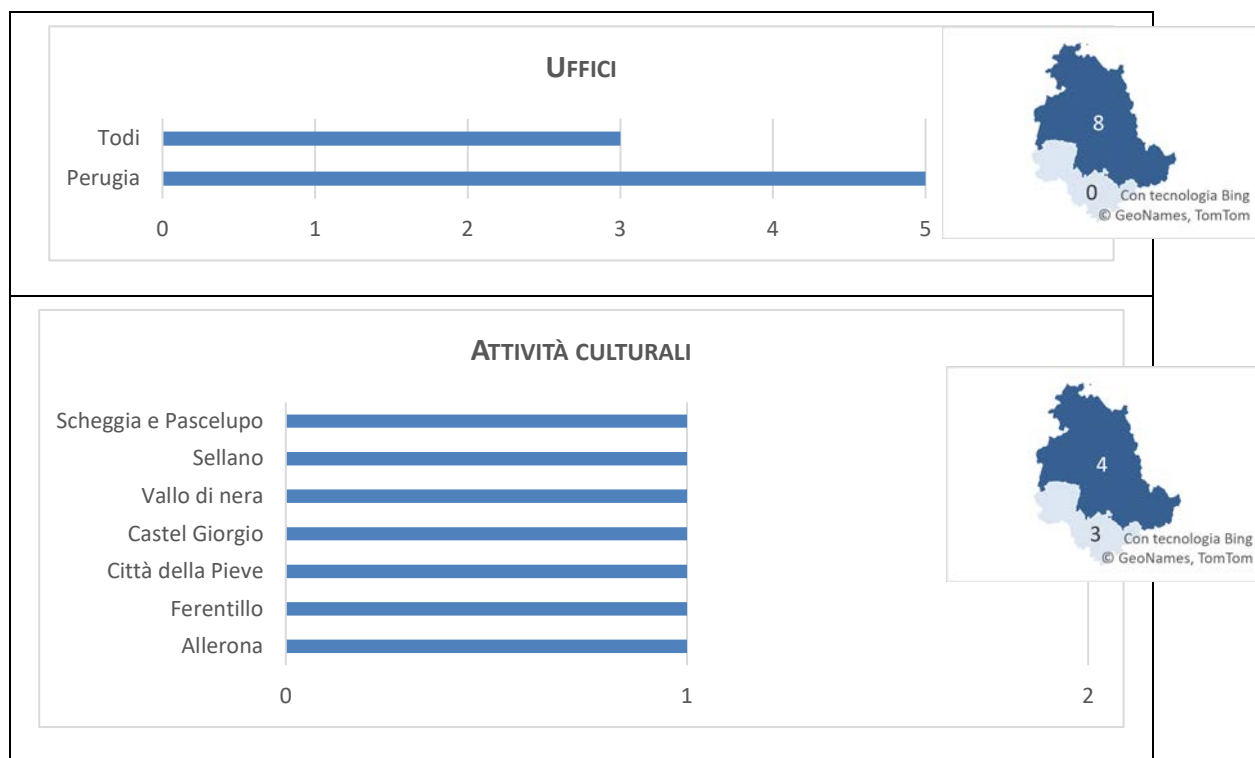
Grafico 10: Suddivisione tipologie di interventi in rapporto alla destinazione d'uso ed alla popolazione dei Comuni di ubicazione dell'edificio

Le seguenti schede mostrano la distribuzione sul territorio degli edifici interessati da riqualificazione energetica rispetto alla destinazione d'uso.









Schede 1: Interventi eseguiti in rapporto alla destinazione d'uso e all'ubicazione sul territorio

La destinazione d'uso degli edifici oggetto degli interventi di efficientamento energetico risulta distribuita sui vari bandi per i quali è stato ottenuto il contributo secondo quanto indicato nel grafico seguente.

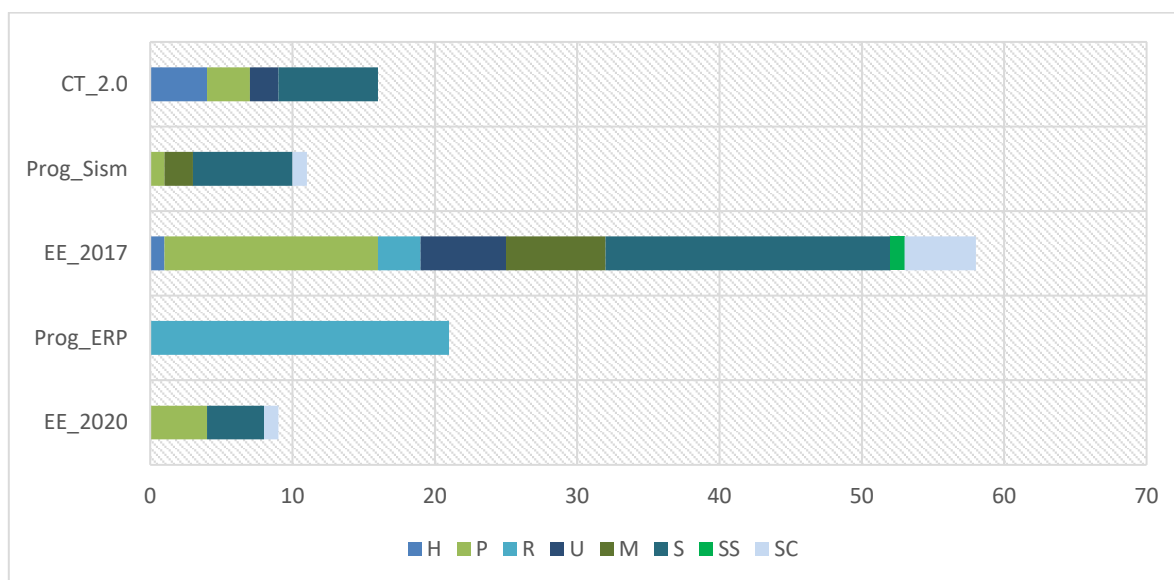


Grafico 11: Destinazione d'uso degli edifici oggetto d'intervento in rapporto ai bandi che li hanno finanziati

Con il bando per la riqualificazione energetica degli edifici di proprietà pubblica o di uso pubblico dell'anno 2017, dove come abbiamo visto è stata finanziata la maggior parte degli interventi, la destinazione d'uso



prevalente riguarda le attività scolastiche (20 edifici), a seguire i fabbricati che accolgono attività sportive (15 edifici), ma interventi di efficientamento energetico sono stati eseguiti anche su sedi municipali (7 edifici) e uffici (6 edifici).

Anche con il bando che ha concesso contributi ad enti pubblici per finanziare interventi di piccole dimensioni di efficientamento energetico in abbinamento a quanto realizzato attraverso il ricorso al conto termico e con quello che ha finanziato interventi di efficientamento energetico e miglioramento sismico per edifici pubblici, la maggior parte degli edifici riqualificati era a destinazione d'uso scolastica (7 per ogni bando).

Ovviamente la riqualificazione energetica dei fabbricati destinati all'edilizia residenziale pubblica si è concentrata quasi esclusivamente sul bando dedicato, pubblicato nel 2018.

3.1.5 ZONE CLIMATICHE

In base alla classificazione della Tabella A del D.P.R. 412/93 i Comuni della Regione sono classificati solo nelle zone climatiche D ed E e in termini di Gradi Giorno, per la zona D si ha un range da 1401 a 2100, mentre per la zona E il range varia da 2101 a 3000. Deve comunque essere sottolineato che la classificazione effettuata dal Decreto non è stata realizzata sui Gradi Giorno reali che in alcuni casi potrebbero variare anche in modo consistente sulle singole annualità.

Dei 92 Comuni della Regione 35 sono in zona climatica D e i restanti 57 sono in quella E, mentre dei 48 Comuni dove sono collocati gli edifici sui quali sono stati eseguiti interventi di efficientamento energetico attraverso l'accesso ai finanziamenti del POR FESR, 16 sono in zona climatica D e 32 in E.

Nel prosieguo dello studio saranno valutati i risparmi conseguiti e le tipologie di intervento eseguite rispetto alle differenti zone termiche.

3.1.6 TIPOLOGIE DI INTERVENTI REALIZZATI

Gli interventi ammissibili a contributo per la realizzazione di opere finalizzate al miglioramento della prestazione energetica sono quelli realizzati sull'involucro, che comportano la coibentazione delle pareti e/o dei solai delimitanti il volume climatizzato o la sostituzione degli infissi, oppure sugli impianti come la sostituzione dei sistemi di generazione, la realizzazione di impianti per la ventilazione meccanica controllata o l'installazione di sistemi automatici di controllo (BACS). Erano oggetto di finanziamento anche la sostituzione dei sistemi di illuminazione con tecnologie ad alta efficienza, la realizzazione di impianti per la produzione di energia da fonti energetiche rinnovabili e la trasformazione degli edifici in *near Zero Energy Building* (nZEB).

Le tipologie di interventi ammissibili a contributo sono state raggruppate in macrocategorie per consentire alcune valutazioni generali sugli interventi eseguiti.

Le macrocategorie individuate riguardano:

- **L'involucro**, che a seguito di efficientamento energetico (sia per quello che riguarda il contenimento delle dispersioni termiche sia per la riduzione degli apporti solari in periodo estivo) determina una diminuzione del fabbisogno di energia termica/frigorifera dell'edificio. Questo tipo di interventi sono quelli di maggior efficacia in quanto incidono direttamente su quella che è la richiesta di energia da parte dell'edificio per i differenti servizi (riscaldamento, produzione di acqua calda sanitaria, raffrescamento), ma sono più invasivi e quindi presentano maggiori difficoltà di programmazione (gestione della cantierizzazione) e tempi più lunghi di esecuzione ed hanno costi più elevati rispetto ad altre tipologie di intervento che spesso determinano tempi lunghi di rientro dell'investimento. L'accesso ai finanziamenti del POR FESR è sicuramente un incentivo alla promozione di questa tipologia di lavori.
- **Gli impianti** il cui miglioramento dell'efficienza energetica consente di ridurre il rapporto tra l'energia in ingresso e quella in uscita al sistema (sono inclusi in questo caso tutti i sottosistemi degli impianti, generazione, distribuzione, regolazione ed emissione). Degli interventi inclusi in questo gruppo, quello che in generale viene eseguito con maggiore frequenza riguarda la sostituzione dei generatori, in quanto si presenta con una maggiore facilità di esecuzione (tempi brevi e scarsa invasività in quanto concerne solo la sostituzione del componente) e in generale ha tempi di rientro dell'investimento abbastanza brevi. In questa categoria sono stati inclusi anche gli impianti per la ventilazione meccanica controllata che consentono di migliorare la prestazione energetica riducendo le dispersioni termiche per ventilazione del volume riscaldato. Nel caso di impianti centralizzati l'intervento risulta particolarmente invasivo e non sempre eseguibile in quanto è necessaria la realizzazione della rete di canalizzazioni, però attualmente sono proposte sul mercato anche tecnologie puntuali dotate di recuperatore di calore che sono di più facile installazione e trattano un singolo ambiente, quindi non hanno bisogno di canalizzazioni, ma sicuramente hanno un'efficienza minore dei sistemi centralizzati.
- Le tecnologie di **building automation (BACS)** inclusi i sistemi di termoregolazione e contabilizzazione, la cui funzione è quella di massimizzare l'efficienza energetica, migliorando e riducendo i tempi in cui la componente tecnologica del sistema edificio-impianto si adegua alle mutate condizioni di esercizio, in pratica si interviene sulla regolazione del sistema che controlla, in modo tale da continuare sempre a garantire le condizioni migliori di funzionamento.
- La **sostituzione dei corpi illuminanti** che consentono di ridurre il consumo energetico sfruttando le nuove tecnologie (sistemi a LED) che, oltre ad avere un consumo inferiore rispetto a sistemi tradizionali fluorescenti, consentono di ridurre le spese di manutenzione in quanto garantiscono un maggior numero di ore di funzionamento. Per queste tipologie di interventi è possibile aumentare il risparmio energetico conseguito con l'installazione di sensori di presenza che consentono di evitare che le luci rimangano accese anche quando non necessario o di sistemi completamente o parzialmente automatici per il controllo e l'integrazione dell'illuminazione artificiale in rapporto alla disponibilità di luce naturale in ambiente.
- L'installazione di impianti per la produzione di energia da **fonti energetiche rinnovabili**, che possono riguardare l'energia termica (solare termico) o l'energia elettrica (fotovoltaico), quest'ultima da utilizzare in prevalenza per l'autoconsumo. Con l'incremento della produzione da FER si riduce il ricorso ad energia prodotta da fonti fossili.

- La trasformazione dell'edificio su cui si interviene in un edificio ad **energia quasi zero (nZEB)**. Questa tipologia di intervento è molto invasiva e presenta spesso costi molto elevati, perché intervenire su un fabbricato esistente e in pratica azzerarne i consumi o quasi, comporta l'esecuzione di un insieme sistematico di trasformazioni, che devono portare tra le altre cose all'eliminazione dei ponti termici e all'adozione di soluzioni impiantistiche di massima efficienza che devono essere adattate ad un involucro non progettato per accoglierle. Criticità a parte, rappresenta sicuramente la migliore soluzione da adottare nel caso in cui questo tipo di intervento sia possibile e praticabile ed anche la normativa a livello europeo si sta indirizzando maggiormente verso la trasformazione del patrimonio edilizio esistente, promuovendo azioni che possano portare all'autosufficienza energetica degli edifici (riduzione dei consumi e richiesta di energia residuale interamente o quasi coperta dalla produzione da FER).

Nella successiva *tabella 1* sono elencate tutte le tipologie di interventi ammesse dai bandi dell'ASSE IV e la corrispondente suddivisione in macrocategorie.

1.a	Isolamento termico di superfici opache delimitanti il volume climatizzato	INVOLUCRO
1.b	Sostituzione di chiusure trasparenti comprensive di infissi delimitanti il volume climatizzato	
1.d	Installazione di sistemi di schermatura e/o ombreggiamento di chiusure trasparenti con esposizione da ESE a O, fissi o mobili, non trasportabili	
1.c	Sostituzione di impianti di climatizzazione invernale con generatori di calore a condensazione	IMPIANTO
2.a	Sostituzione di impianti di climatizzazione invernale esistenti con impianti di climatizzazione invernale dotati di pompe di calore, elettriche o a gas, utilizzando energia aerotermica, geotermica o idrotermica	
2.b	Sostituzione di impianti di climatizzazione invernale esistenti con impianti di climatizzazione invernale dotati di generatore di calore alimentato da biomassa	
2.d	Sostituzione di scaldacqua elettrici con scaldacqua a pompa di calore	
2.e	Installazione di impianti di cogenerazione o trigenerazione	
2.h	Interventi sui sottosistemi dell'impianto termico (distribuzione, emissione, regolazione)	
2.i	Ventilazione meccanica controllata con recuperatore di calore (MHRV)	
1.g	Installazione di tecnologie di gestione e controllo automatico (building automation) degli impianti termici ed elettrici ivi inclusa l'installazione di sistemi di termoregolazione e contabilizzazione del calore	BACS
2.g	Installazione di sistemi di termoregolazione e contabilizzazione del calore	
1.f	Realizzazione di sistemi di illuminazione ad alta efficienza, tramite sostituzione di corpi illuminanti esistenti con dispositivi ad elevata efficienza energetica e/o installazione di sistemi centralizzati di regolazione dei flussi di energia, di telecontrollo e gestione.	ILLUMINAZIONE
2.c	Installazione di collettori solari termici, anche abbinati a sistemi di solar cooling	FER
2.f	Impianti di produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili	
1.e	Trasformazione in "edifici a energia quasi zero"	NZEB

Tabella 1: Tipologia di interventi ammessi a contributo

Il *grafico 12* mostra il numero di interventi eseguiti rispetto alla suddivisione per macrocategorie, mentre nel *grafico 13* sono individuati i singoli interventi eseguiti, suddivisi per tipologia.

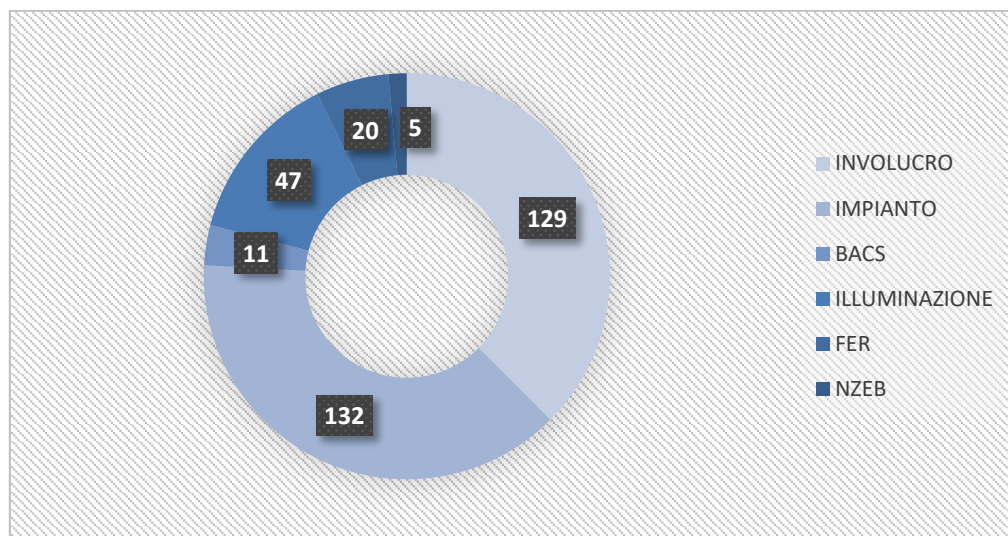


Grafico 12: Interventi eseguiti suddivisi per macrocategorie

Il numero degli interventi indicati nel *grafico 12*, rappresenta la somma di tutti gli interventi eseguiti nella macrocategoria (in un unico edificio potrebbero essere state eseguite più tipologie di lavori appartenenti alla stessa macrocategoria).

La maggior parte degli interventi si è concentrata sull'involucro e sulle dotazioni impiantistiche, quest'ultimo prevalentemente ha riguardato la sostituzione di caldaie a gas con altri generatori a combustibili fossili ma con rendimenti di generazione più elevati per una migliore efficienza, mentre per l'involucro edilizio la maggior parte delle realizzazioni riguarda la sostituzione degli infissi anche se la coibentazione delle strutture disperdenti risulta essere eseguita su almeno la metà degli edifici.

Le misure per l'efficientamento energetico hanno riguardato per una buona parte anche la sostituzione dei corpi illuminanti con tecnologie ad alta efficienza (LED) e gli interventi sui sottosistemi degli impianti (emissione, regolazione e distribuzione) che hanno interessato 38 edifici.

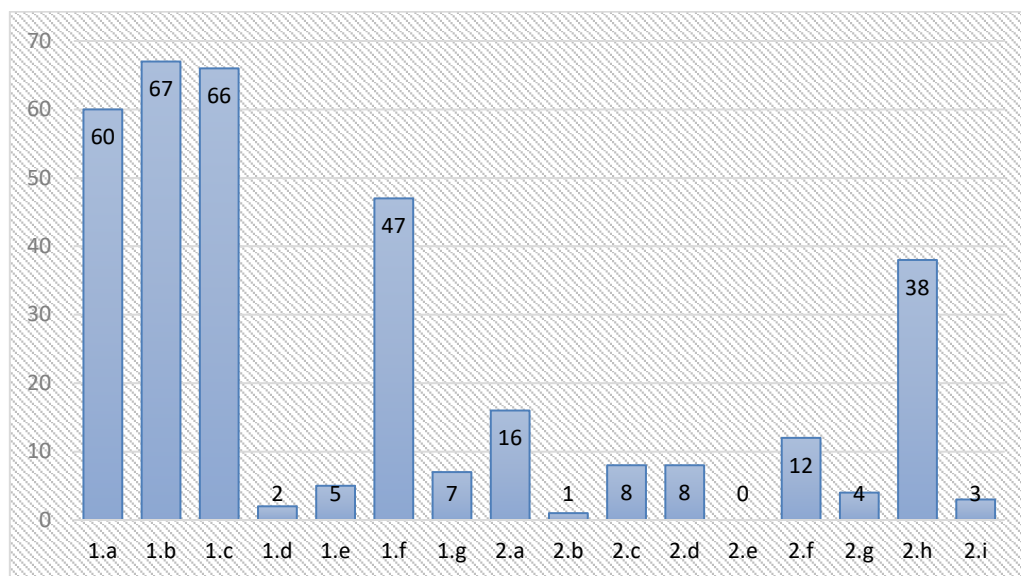


Grafico 13: Interventi eseguiti suddivisi per tipologie

Sono 12 gli interventi finanziati con il contributo per la realizzazione di impianti per la produzione di energia da fonti energetiche rinnovabili e 7 quelli relativi all'installazione di sistemi di *building automation*.

Gli interventi di riqualificazione energetica ai quali è stato concesso il contributo, per la trasformazione in nZEB sono stati solo 5.

Per quello che riguarda la sostituzione dei generatori esistenti, le tecnologie meno utilizzate sono state la biomassa e la cogenerazione/trigenerazione, in particolare in nessuno degli interventi eseguiti si è fatto ricorso a sistemi di cogenerazione.

Altri interventi con minore applicazione sono stati l'implementazione di sistemi per la gestione il controllo automatico della dotazione impiantistica e l'installazione di impianti per la ventilazione meccanica controllata.

L'installazione di impianti per la produzione di energia da fonti rinnovabili è stata eseguita solo su 20 edifici (in 8 sono stati realizzati impianti di solare termico e in 12 impianti di fotovoltaico) e rappresentano solo una piccola percentuale dei 115 progetti realizzati.

Di seguito sono riportati i grafici delle tipologie di interventi valutati in rapporto alla destinazione d'uso degli edifici.

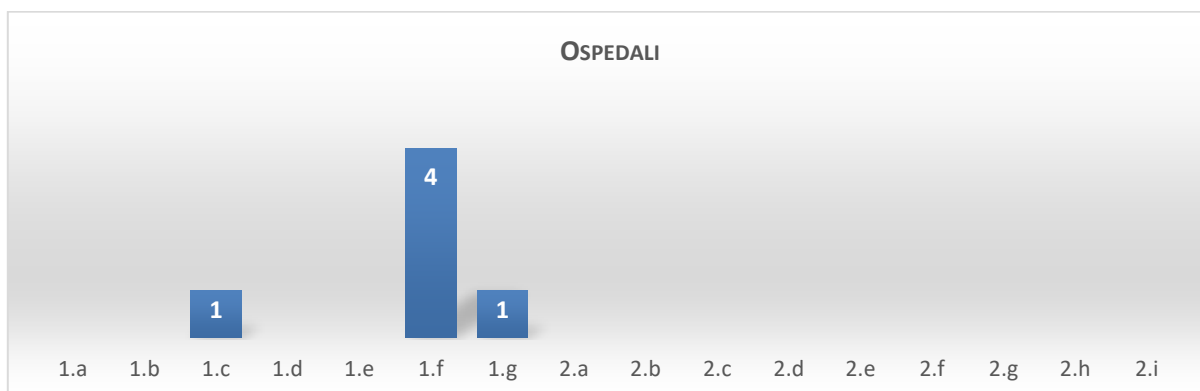


Grafico 14: Tipologie di interventi realizzati negli edifici con destinazione d'uso ospedaliera

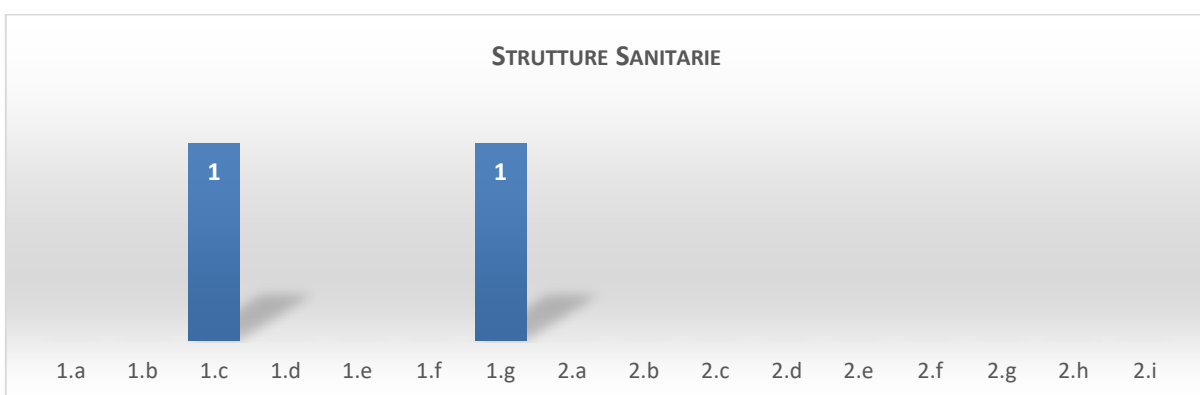


Grafico 15: Tipologie di interventi realizzati negli edifici con destinazione d'uso a strutture sanitarie

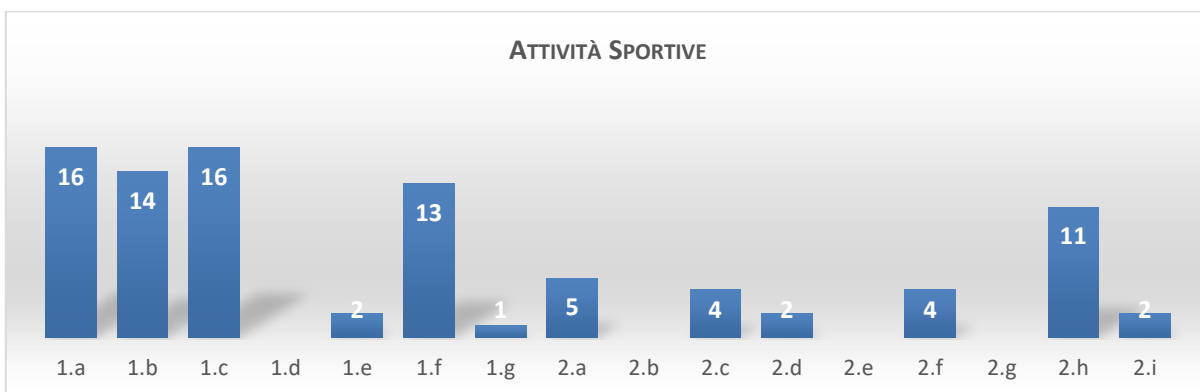


Grafico 16: Tipologie di interventi realizzati negli edifici con destinazione d'uso ad attività sportive

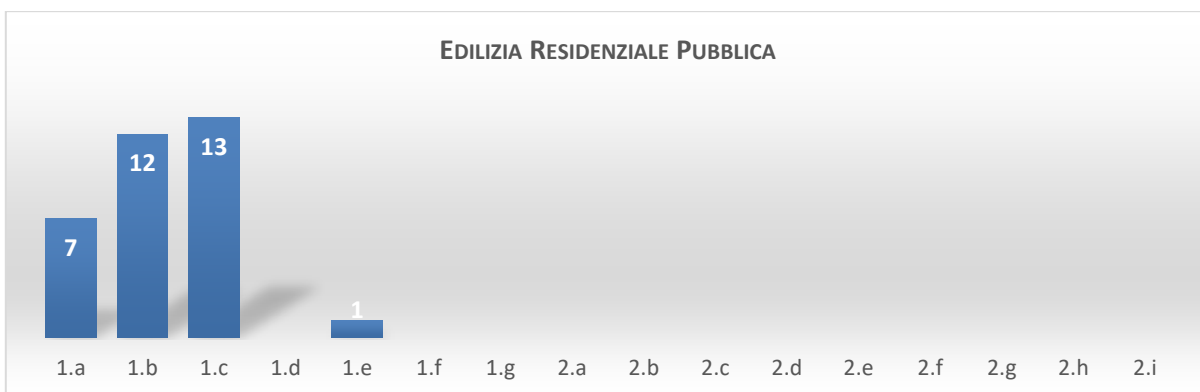


Grafico 17: Tipologie di interventi realizzati negli edifici con destinazione d'uso residenziale pubblica

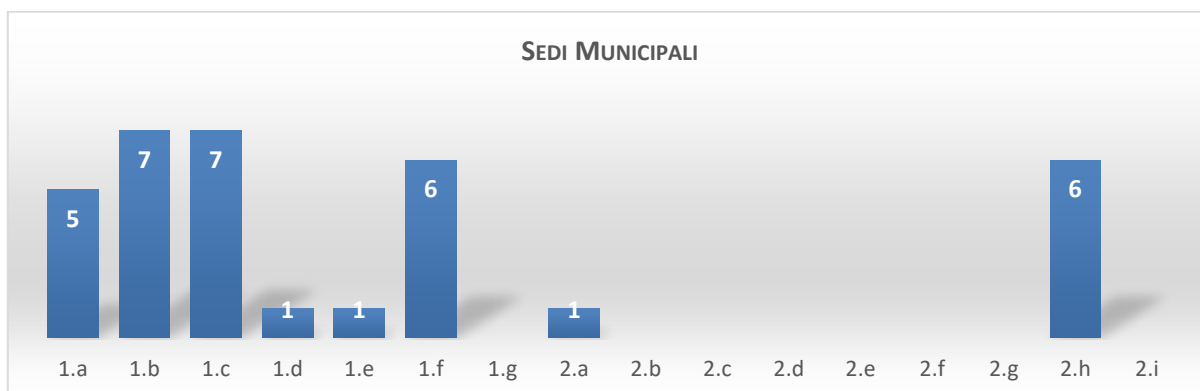


Grafico 18: Tipologie di interventi realizzati negli edifici adibiti a sedi municipali

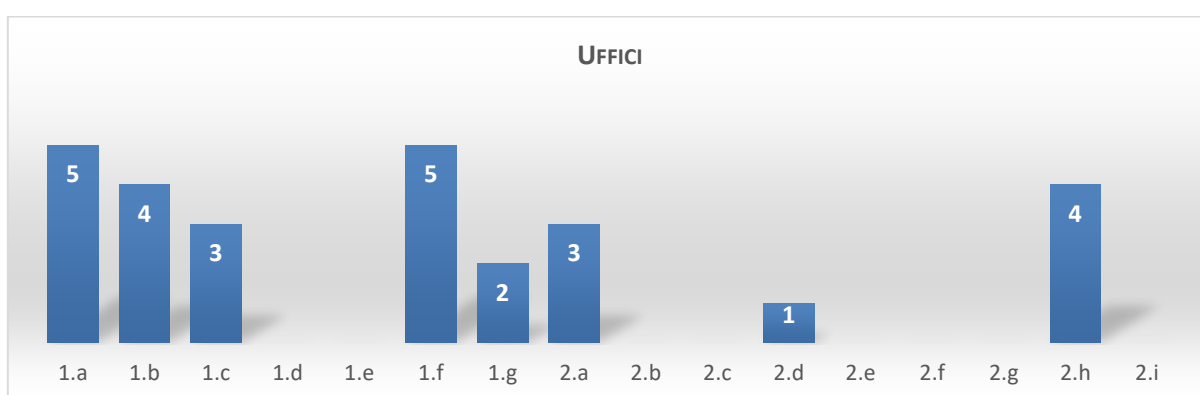


Grafico 19: Tipologie di interventi realizzati negli edifici con destinazione d'uso ad uffici

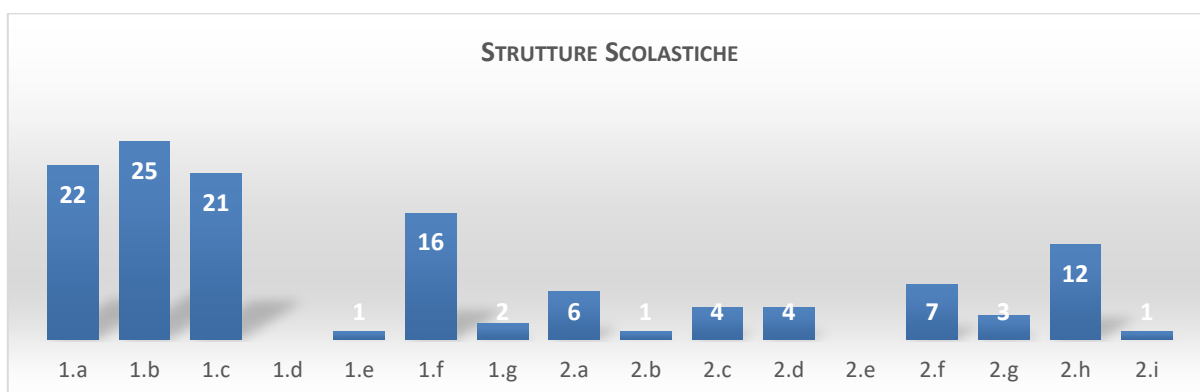


Grafico 20: Tipologie di interventi realizzati negli edifici con destinazione d'uso a attività scolastiche

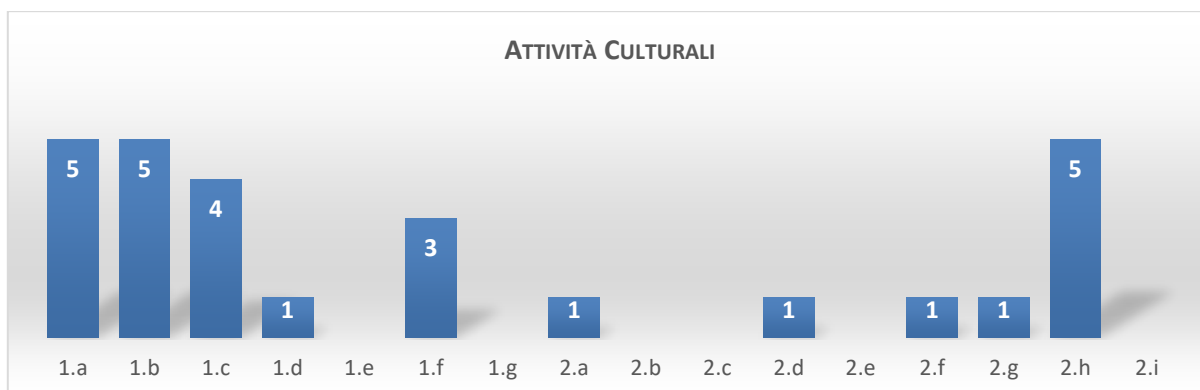


Grafico 21: Tipologie di interventi realizzati negli edifici con destinazione d'uso ad attività culturali



Per quasi tutte le destinazioni d'uso la parte degli interventi realizzati più frequentemente riguarda l'involucro edilizio, sia la coibentazione delle strutture opache che la sostituzione degli infissi.

Per gli ospedali e le strutture sanitarie gli interventi eseguiti riguardano esclusivamente il settore tecnologico con la sostituzione dei generatori e l'installazione di sistemi automatici di regolazione e controllo o gli interventi di *relamping*. Quest'ultimo, in particolare, è stato l'unico realizzato su tre dei quattro ospedali che hanno avuto accesso ai contributi del POR FESR con il Bando di cui alla D.D. 2201 del 21.03.2016, che prevedeva il contributo per interventi di piccole dimensioni in aggiunta a progetti di riqualificazione energetica che avevano già avuto accesso agli incentivi provenienti dal conto termico.

Negli edifici che ospitano attività sportive gli interventi prevalenti riguardano la riqualificazione energetica dell'involucro, in circa il 61% delle costruzioni sono state realizzate sia la coibentazione delle componenti edilizie opache che la sostituzione dei componenti vetrati e in due edifici è stato effettuato solo l'isolamento dell'involucro. Su circa il 57% dei fabbricati è stata effettuata anche la sostituzione dei corpi illuminanti e su circa il 49% sono stati realizzati interventi volti alla riqualificazione dei sottosistemi dell'impianto (emissione, regolazione e distribuzione), associati per la quasi totalità dei casi alla sostituzione dei sistemi di generazione, che per la maggior parte ha riguardato l'installazione di nuove caldaie a gas e in misura molto minore l'impiego di tecnologie diverse quali le pompe di calore. Per questa categoria d'uso sono stati due gli edifici portati ad un consumo energetico prossimo allo zero (nZEB). Complessivamente sono stati installati 4 impianti di solare termico e 4 impianti fotovoltaici.

Per gli alloggi ERP le scelte progettuali individuate per il miglioramento della prestazione energetica dei fabbricati sono solo di tre tipi e riguardano sia l'involucro con la coibentazione di pareti e solai e la sostituzione degli infissi, sia la sostituzione dei generatori di calore a gas esistenti, con nuovi della stessa tipologia ma con migliore rendimento di combustione. Gli interventi di isolamento dei componenti edilizi opachi sono stati realizzati sul 50% degli edifici analizzati, come pure la sostituzione delle caldaie a gas è stata eseguita su circa il 54% dei fabbricati sui quali si è intervenuti. In uno degli edifici è stata eseguita una ristrutturazione globale che ne ha consentito la trasformazione in nZEB.

Negli edifici sedi municipali e in quelli che alloggiano uffici pubblici, le tipologie di interventi sull'involucro e di *relamping* sono quelle maggiormente applicate, sul 59% dei fabbricati con questa destinazione d'uso sono state coibentate le strutture e sul 65% sono stati sostituiti gli infissi e gli apparecchi illuminanti. Anche la componente impiantistica è stata oggetto di riqualificazione, sia con la sostituzione dei generatori a gas, sempre in prevalenza con altri alimentati a metano che con l'efficientamento dei sottosistemi (dispositivi di emissione, regolazione e distribuzione). Solo un edificio è stato oggetto di una trasformazione completa tale da essere classificato al termine dei lavori come nZEB.

Per quello che concerne le strutture scolastiche, la categoria più numerosa, con interventi eseguiti su 38 edifici, oltre alle solite tipologie prevalenti – coibentazione strutture opache (58%), sostituzione infissi (66%) e sostituzione delle caldaie a gas con altre dello stesso tipo, con o senza lavori sui sottosistemi (55%) – 16 fabbricati sono stati oggetto di *relamping* e sono stati installati complessivamente 11 nuovi impianti per la produzione di energia da fonti rinnovabili (4 di solare termico e 7 di fotovoltaico). Una sola scuola è stata trasformata in nZEB e risulta sempre scarsamente applicata (intervento eseguito su solo il 6% delle strutture scolastiche) la tecnologia che prevede la sostituzione dei generatori a gas con pompe di calore.

Nel *grafico 22* sono state indicate le incidenze percentuali delle tipologie di interventi eseguiti, rispetto ai complessivi 115 edifici che sono stati riqualificati energeticamente. Si può notare come su quasi il 70% dei fabbricati sono stati eseguiti almeno un intervento sull'involucro e/o sull'impianto. Solo nel 13% sono stati realizzati nuovi impianti per la produzione di energia da fonti rinnovabili e solo il 4% è stato trasformato in edificio ad energia quasi zero.

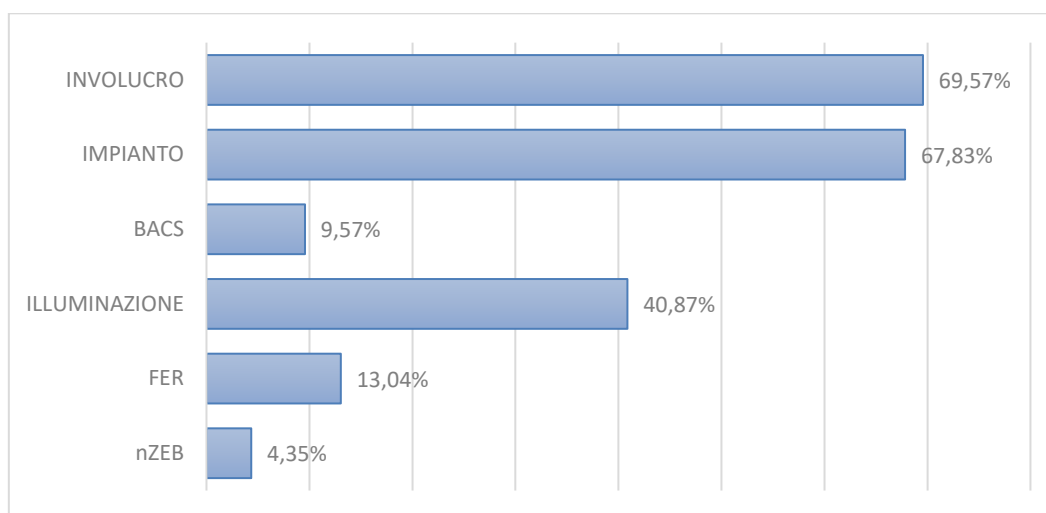


Grafico 22: Macrocategorie di intervento che hanno interessato gli edifici nel complesso

Nella macrocategoria “Involucro” sono state incluse tutte le tipologie di intervento che agiscono in maniera passiva sull’efficientamento energetico, in quanto riducono direttamente la richiesta di energia per la climatizzazione dell’edificio, comprese le schermature che limitando gli apporti solari diretti limitano il fabbisogno di energia per il raffrescamento. Sono soltanto due gli edifici nei quali sono state realizzate tutte le tipologie di intervento della macrocategoria, mentre in 45 strutture (il 56% della macrocategoria “Involucro”) è stato eseguito un intervento combinato di coibentazione e sostituzione degli infissi non performanti dal punto di vista energetico. Sono invece il 41% le costruzioni dove sono stati realizzati lavori o di solo isolamento (13 edifici) o di sola sostituzione delle finestre (20 edifici).

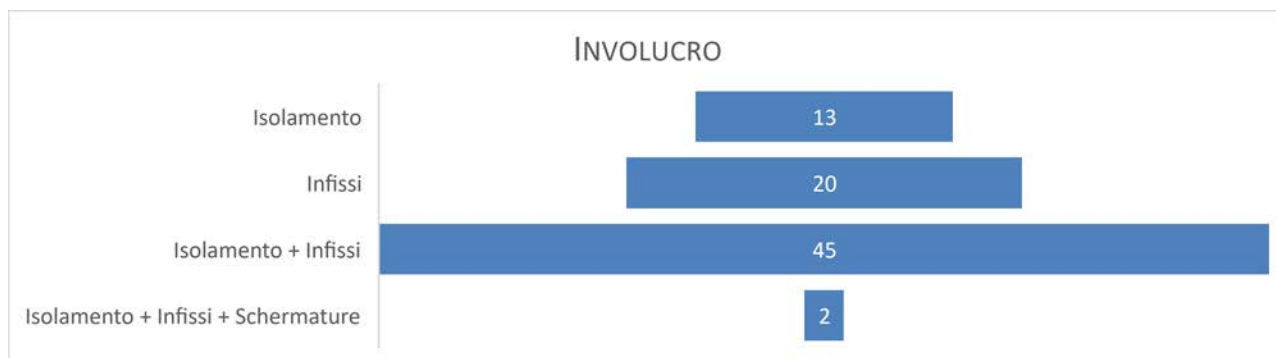


Grafico 23: Edifici riqualificati attraverso interventi sull'involucro edilizio

Di seguito invece sono analizzate le interazioni tra le tipologie di interventi nella macrocategoria “Impianti” dove sono state raggruppate tutte le lavorazioni realizzate per la riqualificazione energetica delle parti tecnologiche.

Nel *grafico 24* è stata valutata l’eventuale interazione della sostituzione delle caldaie a gas con gli altri tipi di intervento della stessa macrocategoria. Sul totale complessivo di 66 interventi, la sola sostituzione del generatore a gas ne ha riguardati 34, mentre quelli che hanno comportato un grado superiore di complessità e sono stati realizzati in abbinamento ad ulteriori azioni di ristrutturazione dei sottosistemi dell’impianto di riscaldamento sono stati 26. Nel grafico sono inoltre presenti il numero degli edifici dove la riqualificazione dell’impianto di climatizzazione invernale è stata integrata anche con altri interventi per l’efficientamento dei servizi di produzione di acqua calda sanitaria (sostituzione boiler elettrici con pompe di calore) e di ventilazione (installazione di impianti di ventilazione meccanica controllata).

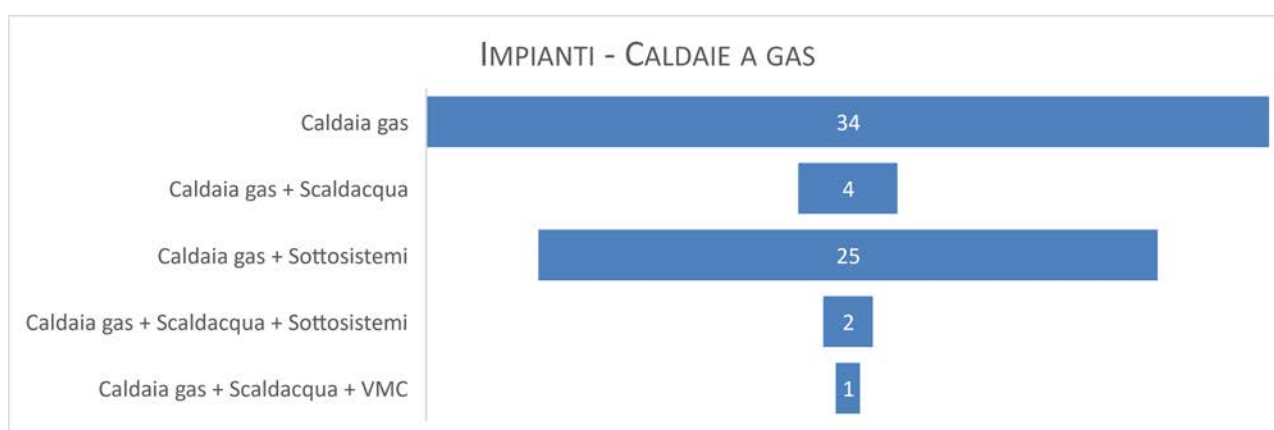


Grafico 24: Edifici riqualificati attraverso interventi sugli impianti – Caldaie a gas

Nel *grafico 25* sono invece stati analizzati gli interventi che hanno avuto per oggetto almeno la sostituzione del generatore a gas esistente con un sistema a pompa di calore. Delle complessive 16 nuove installazioni di impianti con pompa di calore, che hanno comportato il passaggio dal vettore energetico di gas naturale (metano) a quello di energia elettrica, a 6 è stato concesso il contributo per la sola sostituzione del generatore, mentre ulteriori 6 hanno richiesto un contributo anche sull’adeguamento dei sottosistemi (possibile che in alcuni edifici sia stata eseguita una trasformazione da impianto idronico ad aeraulico).

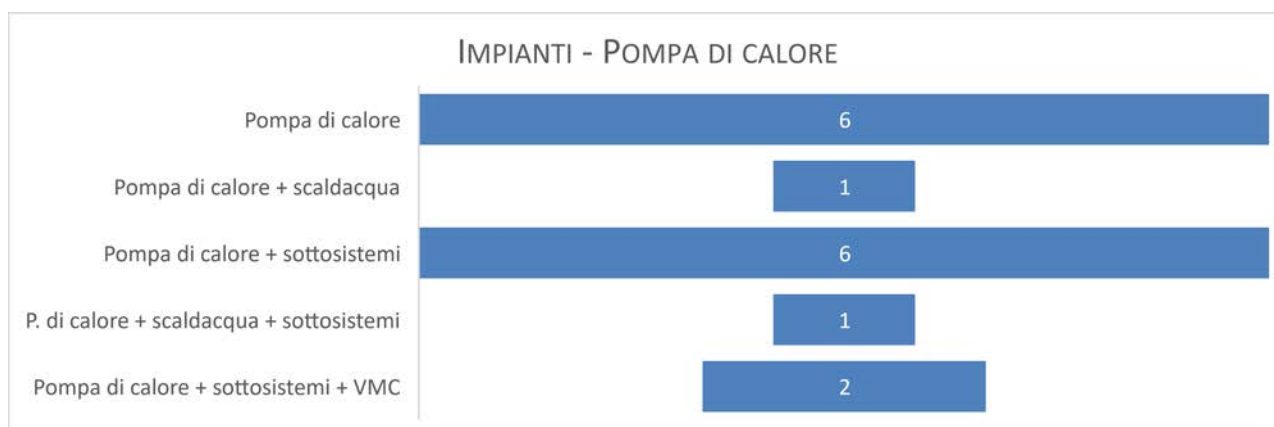


Grafico 25: Edifici riqualificati attraverso interventi sugli impianti – Pompe di calore

Si specifica che le analisi riportate dai *grafici 24 e 25* sono state fatte dando come priorità nelle rispettive elaborazioni dei dati la presenza dell'intervento di sostituzione del generatore con una caldaia gas o con una pompa di calore, quindi le combinazioni con le altre tipologie di lavorazioni realizzate sono state in alcuni casi riportate in entrambi i grafici, perché in 8 edifici risultano sia l'intervento con nuovo impianto a gas che quello con nuova pompa di calore.

Si precisa che nei *grafici 24 e 25* sono presenti solo le casistiche delle interazioni rilevate tra le tipologie di lavori eseguiti negli edifici che sono stati oggetti di finanziamento, quindi eventuali possibili combinazioni che non sono riportate non hanno trovato nessuna corrispondenza nei progetti realizzati. Inoltre nel valutare le casistiche relative alla sostituzione dei generatori esistenti non sono state prese in considerazione le tipologie che prevedevano la possibilità di installare generatori a biomassa, in quanto risulta solo un intervento realizzato in tal senso e quindi privo di rilevanza statistica e quelle che prevedevano l'installazione di cogeneratori/trigeneratori, in quanto questo tipo di tecnologia non è stata applicata in nessuno degli edifici sottoposti a riqualificazione energetica.

Successivamente sono stati valutati gli interventi di installazione di impianti per la produzione di energia da fonti rinnovabili e la co-esecuzione rispetto alle tipologie di nuovi generatori, valutando l'interazione tra le macrocategorie "FER", "Impianti" ed anche "Illuminazione".

Nel *grafico 26* sono evidenziati i risultati del solare termico sia rispetto alle caldaie a gas che alle pompe di calore. Risulta un solo impianto installato senza altri interventi di riqualificazione della centrale termica mentre sono 5 le realizzazioni che hanno integrato i pannelli solari dell'impianto con i nuovi generatori a metano e 2 sono invece quelli abbinati alle pompe di calore (collegamento possibile solo nel caso in cui siano presenti un impianto idronico e accumuli per lo scambio termico).

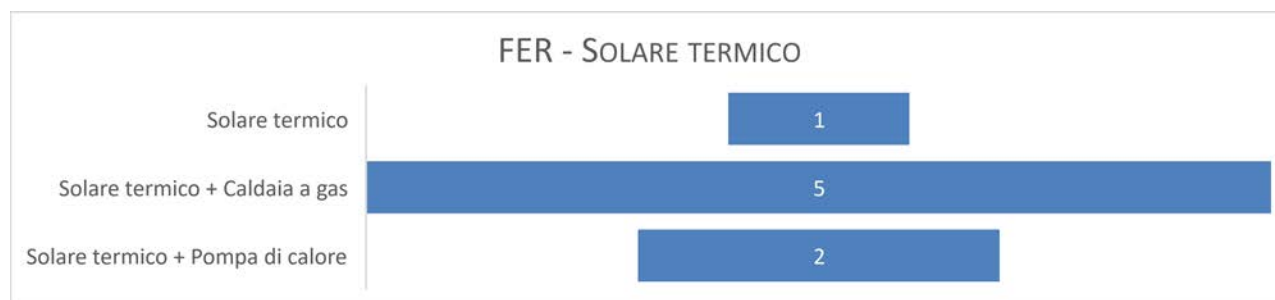


Grafico 26: Nuovi impianti per la produzione di energia da FER – Solare termico

Nel *grafico 27* sono analizzate le nuove installazioni di pannelli fotovoltaici, 2 sono gli impianti realizzati senza interventi sui generatori di centrale, 4 quelli che andranno ad integrare il consumo delle nuove pompe di calore e uno quello che si aggiunge alla nuova caldaia (di fatto questa interazione non ha una specifica rilevanza in quanto il contributo che di fatto fornisce il fotovoltaico al funzionamento di un generatore a gas è limitato ai sistemi elettrici ausiliari).

Nel grafico sono stati riportati il numero di edifici dove oltre al solare fotovoltaico sono stati previsti interventi di *relamping*, una combinazione che sicuramente può portare ad una consistente riduzione del consumo di energia elettrica prelevata dalla rete.

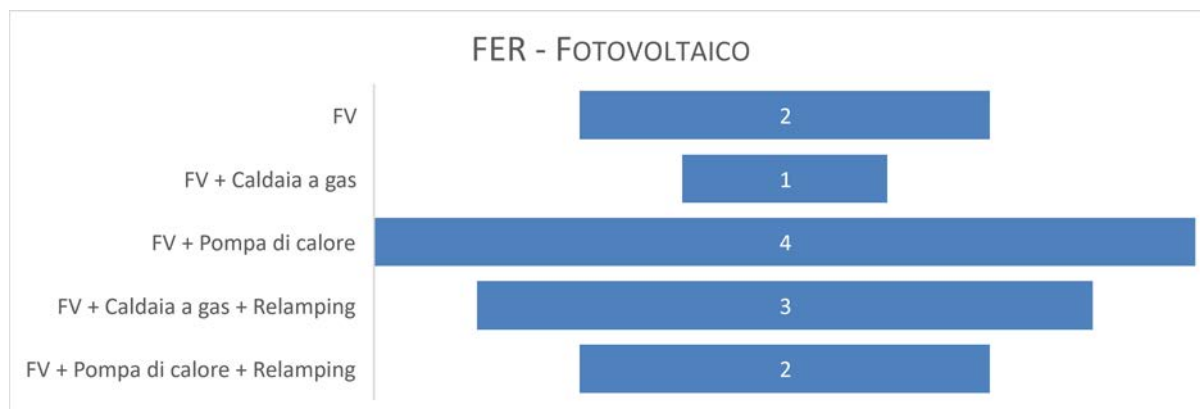


Grafico 27: Nuovi impianti per la produzione di energia da FER – Solare fotovoltaico

Nel successivo diagramma di Pareto (*grafico 28*) è possibile analizzare la distribuzione cumulativa degli interventi eseguiti, dalla quale si deduce che quasi il 90% delle scelte progettuali per efficientamento energetico degli edifici ha riguardato l'involucro, la dotazioni impiantistica o i sistemi illuminanti. Residuali rimangono l'installazione di impianti per la produzione di energia da fonti rinnovabili e di sistemi automatici per la regolazione, il controllo e l'automazione delle componenti tecnologiche del sistema e la trasformazione in edifici ad energia quasi zero.

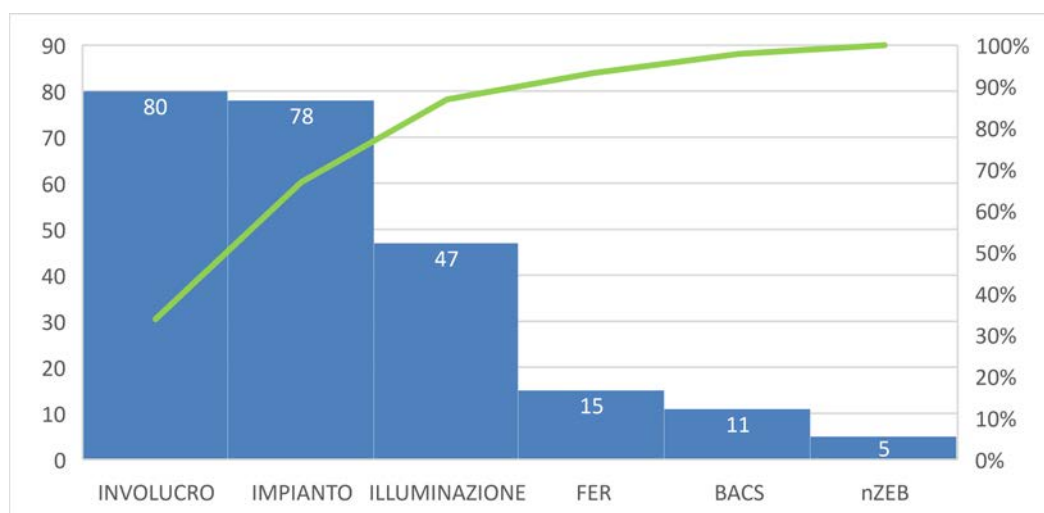


Grafico 28 Distribuzione cumulativa degli interventi

Il *grafico 29* mostra un riepilogo delle tipologie degli interventi realizzati riportati ai Bandi sui quali è stato richiesto il contributo. La chiara preponderanza su tutte le tipologie di interventi del Bando pubblicato per la realizzazione di interventi di efficientamento energetico degli edifici di proprietà pubblica e destinati ad uso

pubblici nell'anno 2017 (EE_2017) è solo dovuta al fatto che il maggior numero di progetti ha richiesto l'accesso al contributo con questo bando.

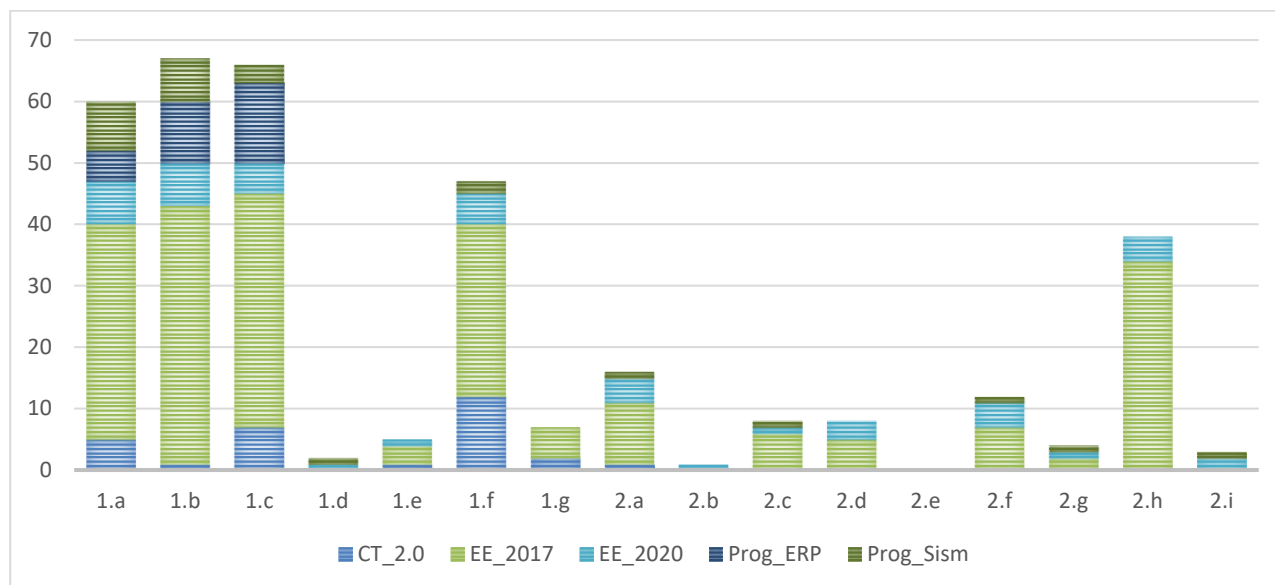


Grafico 29: Tipologie di intervento finanziate sui Bandi

Nei grafici seguenti sono invece mostrate le incidenze percentuali delle varie tipologie di interventi eseguiti, suddivisi in macrocategorie, in rapporto al numero di edifici oggetto di riqualificazione energetica, valutate sui singoli Bandi del POR FESR 2014 2020, asse IV.

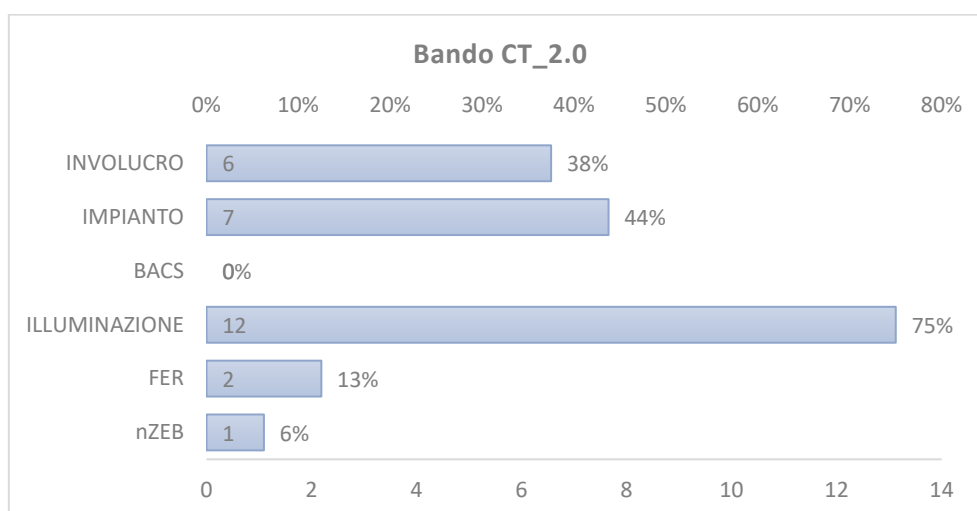


Grafico 30: Tipologie di interventi finanziati con il Bando CT_2.0

Come già sottolineato, con questo Bando si voleva andare a finanziare interventi di piccole dimensioni, ad integrazione dei lavori di efficientamento energetico degli edifici che già avevano ottenuto un contributo dal Conto termico 2.0. Per questo risulta particolarmente elevata la percentuale di *relamping* ed è da segnalare

che in 6 dei 12 edifici su cui è stato realizzato questo intervento, risulta essere l'unica misura attuata per la riduzione del consumo energetico sul quale è stato richiesto il contributo.

Sempre da valutare in funzione della tipologia del Bando la presenza di un fabbricato classificato come nZEB a fine lavori, in quanto non risulta essere stato finanziato l'intero intervento eseguito per arrivare ad avere un edificio ad energia quasi zero, ma solo lavorazioni minori che comunque saranno state funzionali al raggiungimento dell'obiettivo finale.

Nel gruppo di edifici ai cui interventi è stato concesso il contributo dal Bando collegato alla richiesta degli incentivi del Conto termico 2.0, sono inclusi 4 plessi ospedalieri nei quali, come già scritto, l'unica realizzazione effettuata è stata la sostituzione dei corpi illuminanti, quindi la percentuale dei fabbricati oggetto di questo tipo di intervento risulta particolarmente elevata e superiore a quella degli altri bandi.

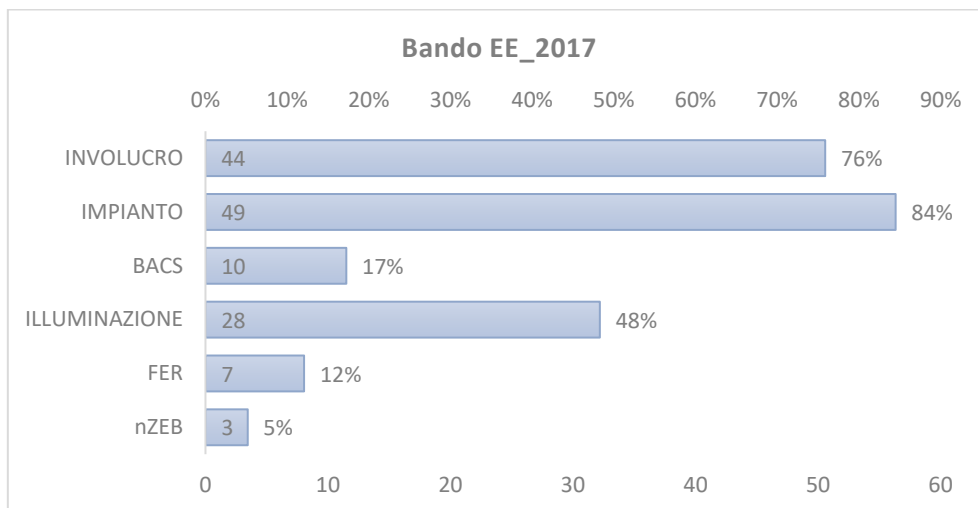


Grafico 31: Tipologie di interventi finanziati con il Bando EE_2017

Dal grafico 31, che riassume i dati delle tipologie di intervento finanziati con il Bando EE_2017, si può vedere come dei 58 edifici riqualificati energeticamente, in 49 è stato eseguito almeno un intervento volto al miglioramento dell'efficienza energetica dei componenti tecnologici del sistema (84%), che nel dettaglio sulla quasi totalità riguardano la sostituzione del generatore a gas con altro generatore della stessa tipologia combinato con una ristrutturazione più ampia sui sottosistemi dell'impianto. Sono invece 44 i fabbricati dove si è intervenuti su almeno una componente dell'involucro edilizio per ridurre la trasmittanza termica (76%) e in questo caso la maggior parte dei progetti ha previsto di realizzare la coibentazione delle strutture unitamente alla sostituzione degli infissi esistenti.

Abbastanza bassa invece la percentuale di installazione di nuovi impianti per la produzione di energia da fonti rinnovabili, che comunque in generale sono stati interventi di scarsa applicazione nei progetti finanziati dal POR FESR 2014-2020, quindi sostanzialmente anche sugli altri bandi troviamo una incidenza che non ha livelli elevati.

Quasi la metà degli edifici (28) è stata interessata dalla sostituzione degli apparecchi di illuminazione, intervento che in ogni caso non risulta mai l'unico eseguito, ma è sempre integrato con altri tipi di lavorazioni su involucro e impianti.

Anche per quello che riguarda il Bando relativo alla riqualificazione energetica degli edifici pubblici o di uso pubblico dell'anno 2020, nella quasi totalità degli interventi eseguiti si è intervenuti sia sull'involucro, sempre per la maggior parte delle volte combinando l'isolamento di pareti e/o solai con la sostituzione degli infissi, sia sugli impianti, anche se in questo caso l'efficientamento energetico della dotazione tecnologica oltre agli interventi generali sui sottosistemi ed all'installazione delle nuove caldaie a gas ha riguardato anche l'impiego dei generatori a pompa di calore, che sono stati installati in 4 edifici a sostituire o ad integrare il riscaldamento a metano.

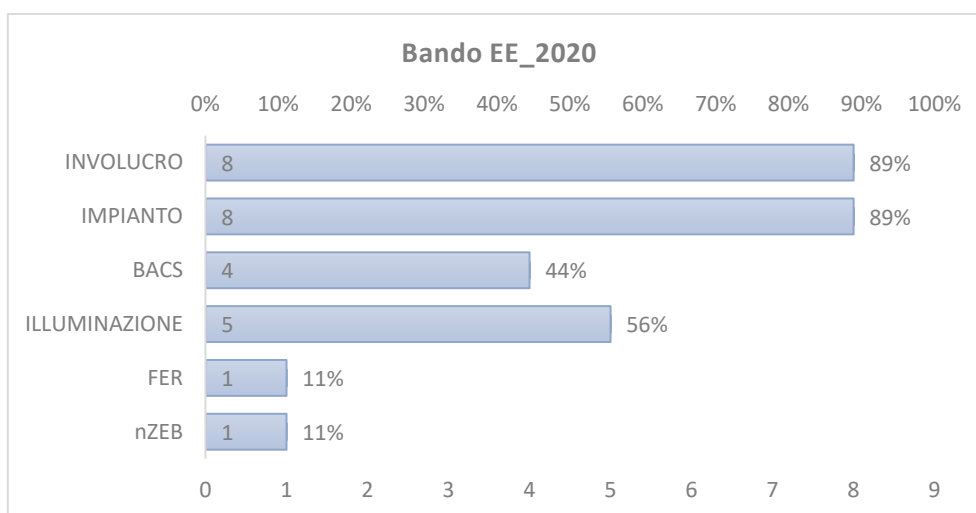


Grafico 32: Tipologie di interventi finanziati con il Bando EE_2020

Vista la natura specifica del Bando pubblicato nel 2018, dedicato ad interventi da eseguirsi su edifici di edilizia residenziale pubblica e che quindi coinvolge solo fabbricati a destinazione d'uso residenziale, le soluzioni progettuali applicate per la riduzione del consumo energetico hanno riguardato solo ed esclusivamente l'involucro e la dotazione impiantistica legata ai servizi di riscaldamento/raffrescamento, come si può leggere dal grafico 33. Nel dettaglio, la maggior parte degli interventi sull'involucro ha riguardato la sola sostituzione degli infissi, in quanto dei 21 edifici solo in 5 è indicata la realizzazione della coibentazione delle strutture opache, mentre per quello che riguarda gli impianti l'unica soluzione applicata per aumentare l'efficienza energetica è stata la sostituzione dei generatori a gas con caldaie dello stesso tipo, ma con rendimenti superiori.

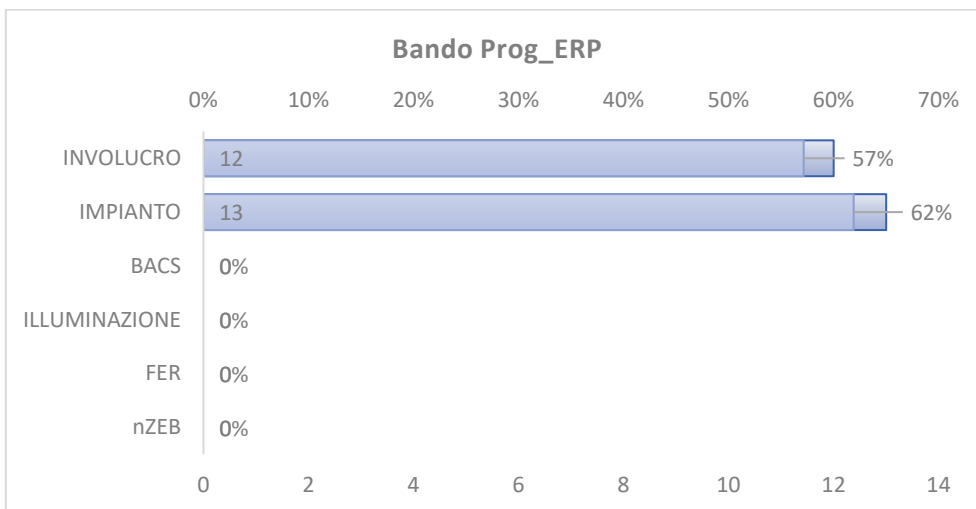


Grafico 33: Tipologie di interventi finanziati con il Bando Prog_ERP

La finalità del bando pubblicato nel 2016 per interventi di efficientamento energetico complementari al miglioramento sismico degli edifici pubblici era quella di integrare la riqualificazione energetica all'adeguamento sismico dei fabbricati e per questo motivo, mentre per tutti gli altri bandi analizzati la maggior parte degli interventi realizzati riguardava in prevalenza la componente impiantistica o al massimo in ugual misura l'involucro edilizio, la categoria di lavori prevalentemente realizzata su questo bando è quella che interessa la coibentazione dei componenti opachi (in 8 degli 11 edifici sono stati eseguiti interventi di isolamento pareti/solai), probabilmente proprio perché l'esecuzione del consolidamento strutturale è collegabile direttamente all'efficientamento energetico delle stesse strutture.

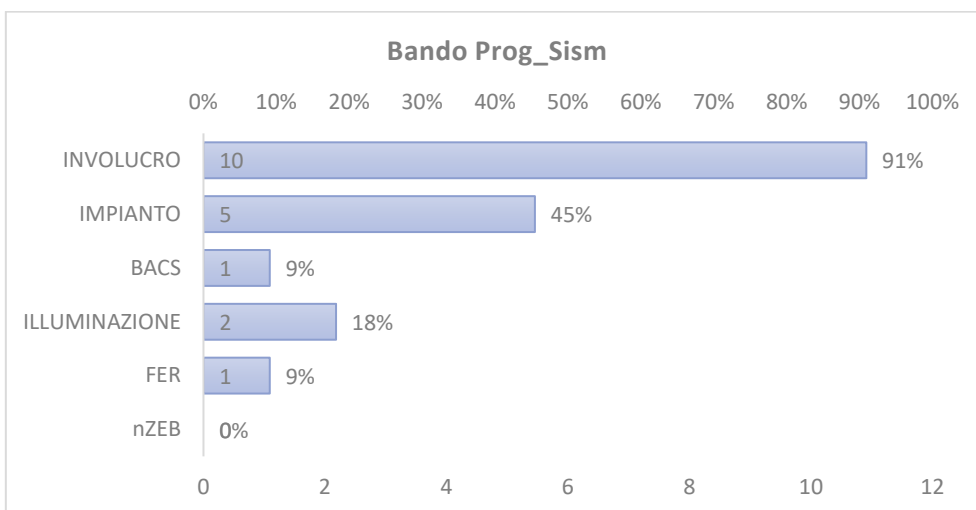


Grafico 34: Tipologie di interventi finanziati con il Bando Prog_Sism

Una ulteriore valutazione sulle tipologie di interventi eseguiti può essere fatta rispetto ai gradi giorno dei Comuni dove si trovano ubicati gli edifici oggetto degli interventi di riqualificazione energetica ed in particolare in merito alla scelta di procedere con l'efficientamento energetico dell'involucro.

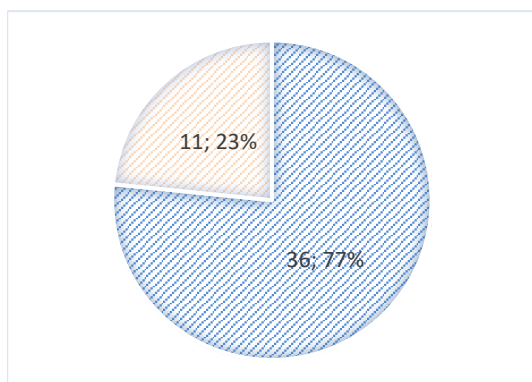


Grafico 35: Zona climatica D

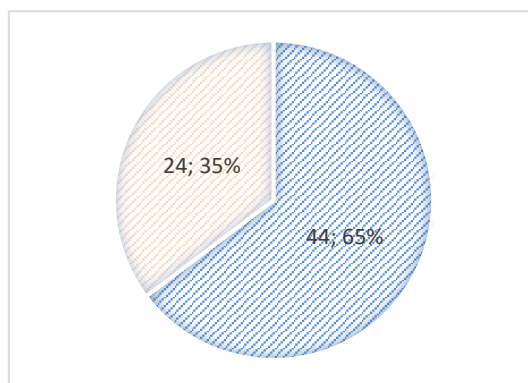


Grafico 36: Zona climatica E

Come evidenziato nei precedenti grafici, la percentuale di edifici nei quali si è proceduto all'isolamento di pareti/solai o alla sostituzione delle finestre (in questo caso sono stati presi in considerazione solo questi due interventi ed è stata tralasciata l'eventuale schermatura delle componenti vetrate) risulta essere superiore nei fabbricati siti in zona climatica D. Per il 77% degli edifici che si trovano in zona climatica D è stato deciso di ridurre le dispersioni termiche con interventi sull'involucro, mentre nella zona climatica E solo per il 65% è stata decisa questa tipologia di lavori. La collocazione dell'edificio e i maggiori consumi che si hanno a causa delle temperature esterne, mediamente più basse in zona D, potrebbero aver indirizzato le scelte progettuali verso la riqualificazione dell'involucro.

3.1.7 CONTRIBUTI CONCESSI

In totale sono stati richiesti e concessi contributi per **24.066.413,08 €**.

Il volume maggiore di contributi è stato erogato sul bando per la riqualificazione energetica degli edifici di proprietà pubblica o di uso pubblico dell'anno 2017, che ha visto un numero di progetti finanziati superiore a quello degli altri bandi, con un contributo complessivo erogato di 14.663.870,02 €.

Nel successivo grafico sono indicati gli importi erogati, suddivisi sui singoli bandi.

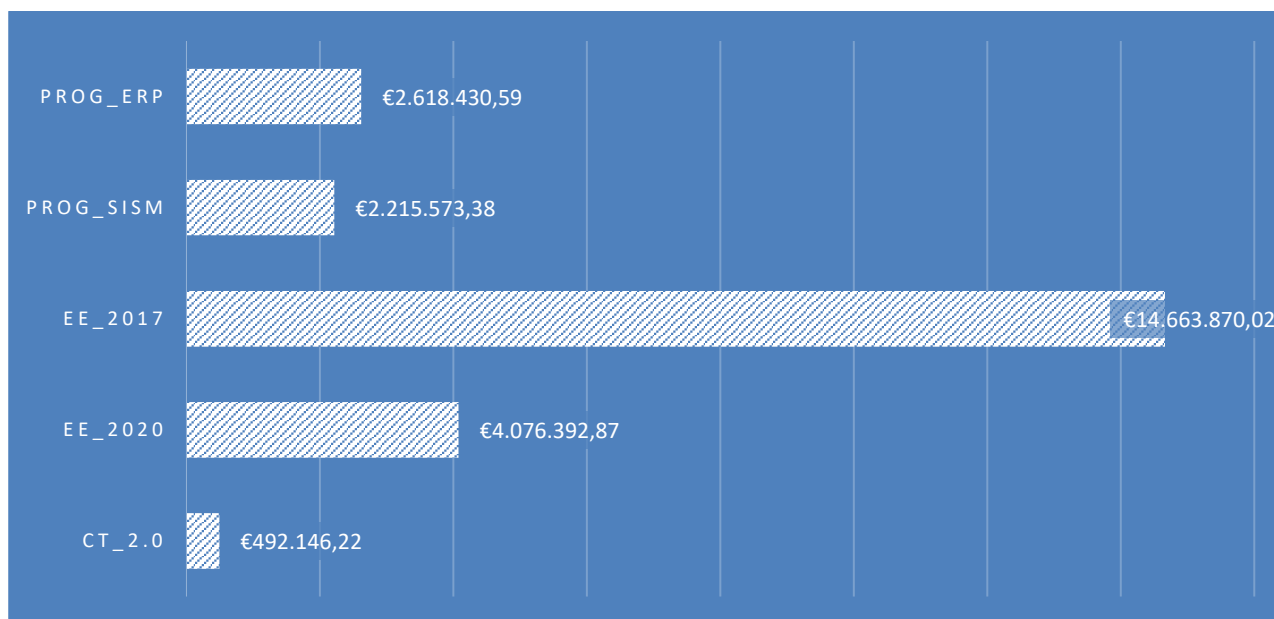


Grafico 37: Contributi erogati sui singoli bandi

Valutando i finanziamenti erogati sul territorio, sostanzialmente si confermano dati in linea con quelli relativi al numero degli interventi eseguiti, in quanto troviamo proporzionalmente quasi una corrispondenza tra i due aspetti.

Complessivamente, sui comuni con popolazione inferiore ai 5.000 abitanti sono stati erogati **9.434.465,33 €**, alle aree urbane con popolazione superiore a 50.000 abitanti sono stati destinati **8.365.627,03 €**, mentre i restanti **6.266.320,72 €** sono stati stanziati per interventi eseguiti in comuni di piccola e media grandezza, con abitanti compresi tra i 5.000 e i 50.000.

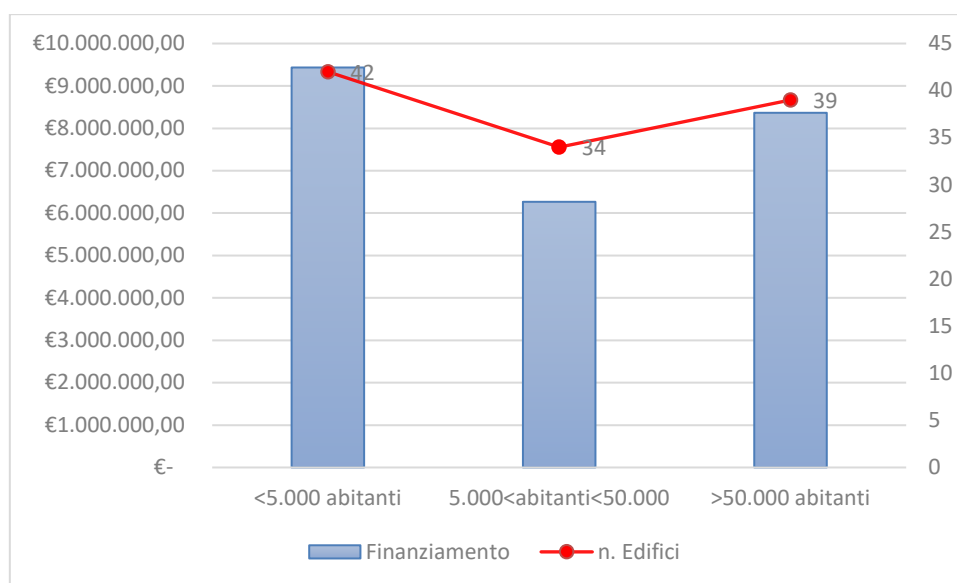


Grafico 38: Finanziamenti concessi e numero di interventi realizzati in rapporto alla popolazione dei Comuni di ubicazione dell'edificio

Nel successivo *grafico 39* è evidenziata la ripartizione dei contributi erogati in funzione della destinazione d'uso degli edifici oggetto d'intervento. Complessivamente scuole, attività sportive e edifici residenziali pubblici hanno avuto la parte più ingente dei contributi, circa il 70% sul totale, ma questo è anche una funzione del fatto che sono state le destinazioni d'uso sulle quali si è maggiormente intervenuti, le tre attività rappresentano infatti circa il 75% di tutti gli edifici considerati.

Sulle strutture ospedaliere e sanitarie sono indicati dei contributi minimi sia per l'esiguo numero di edifici sia perché, come già evidenziato, 4 dei 5 ospedali sono stati finanziati per piccoli interventi dal Bando collegato al conto termico 2.0.

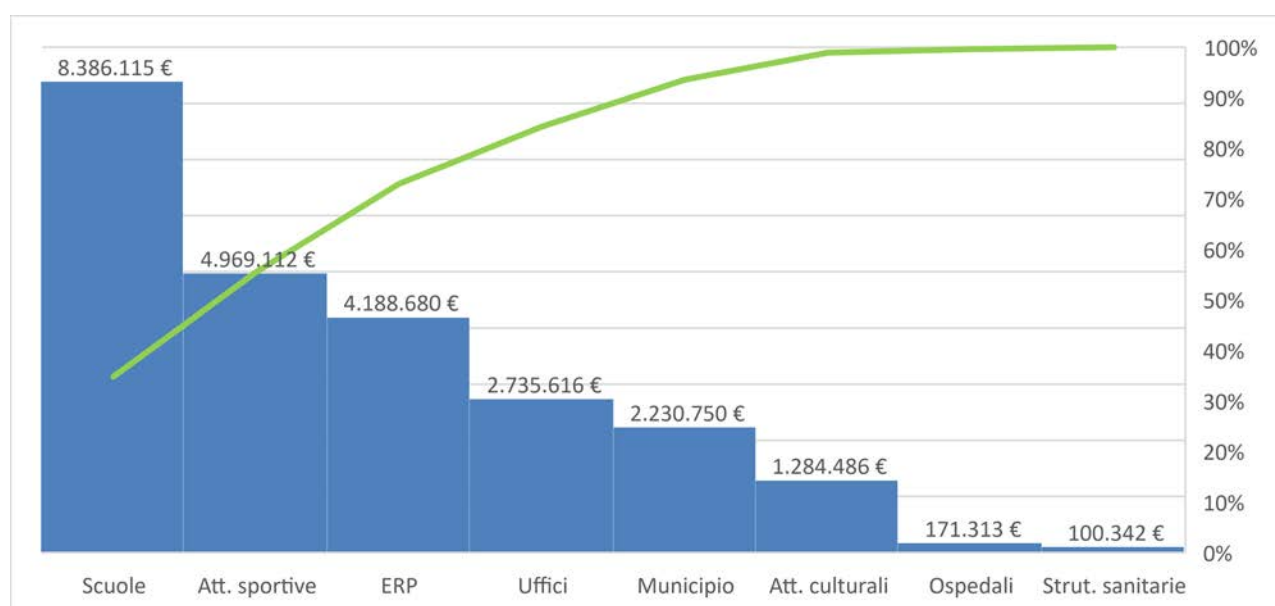


Grafico 39: Suddivisione dei finanziamenti in rapporto alla destinazione d'uso degli edifici

Se si raffrontano gli importi medi erogati sui singoli edifici, suddivisi in base alla destinazione d'uso come mostrato dal *grafico 40*, le proporzioni variano e si ha che il contributo maggiore per singolo edificio è stato concesso per i fabbricati con destinazione d'uso ad uffici, che con un importo di 341.952 €/edificio sono di molto superiori a tutte le altre categorie; a seguire la spesa media finanziata per la riqualificazione energetica delle sedi Municipali. Nelle strutture scolastiche il finanziamento medio per edificio è stato di 220.687 €.

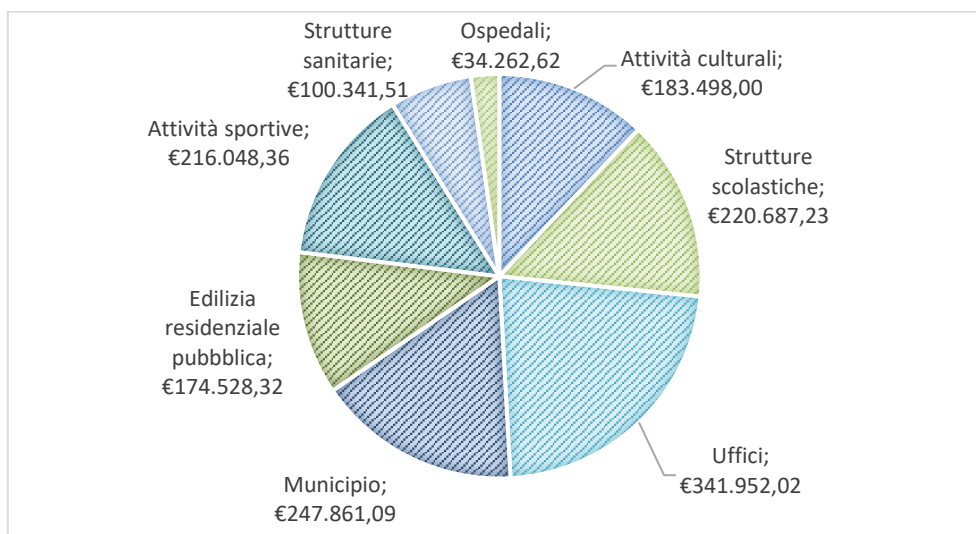


Grafico 40: Imparti medi di contributo erogato sul singolo edificio per destinazione d'uso

3.1.8 RISPARMIO ENERGETICO

Si segnala che i dati relativi a questo paragrafo “Risparmio energetico” e al successivo “Emissioni di CO₂” sono stati elaborati sui dati resi disponibili dalla Regione per quello che riguarda tutti i bandi analizzati sull'asse IV del POR FESR, che rappresentano però i livelli di prestazione in termini di rendimento energetico e riduzione dell'emissione dei gas climalteranti attesi dai progetti presentati. I dati finali sono stati resi disponibili solo per alcuni dei bandi o in minima parte recuperati attraverso i beneficiari e sono analizzati nelle schede di dettaglio 3.2, 3.3, 3.4 e 3.5. Nei casi dove sia possibile fare un raffronto perché risultano presenti la maggior parte dei risultati conseguiti dalla realizzazione degli interventi relativi ai singoli edifici si è visto che sostanzialmente i dati in termini di risparmio energetico convergono con quelli attesi mentre si sono rilevati alcuni scostamenti sui dati dichiarati per le emissioni di CO₂.

Il risparmio energetico complessivo in termini di energia primaria, atteso dalla riqualificazione energetica degli edifici pubblici, è di **21.024.504,56 kWh/a**. Nel *grafico 41* e nella successiva tabella che riporta i dati numerici del grafico, è stata valutata la suddivisione rispetto ai singoli bandi, che evidenzia come i risultati maggiori si siano riscontrati con il bando per la riqualificazione energetica degli edifici pubblici o di uso pubblico dell'anno 2017, in virtù del numero maggiore di progetti ammessi.

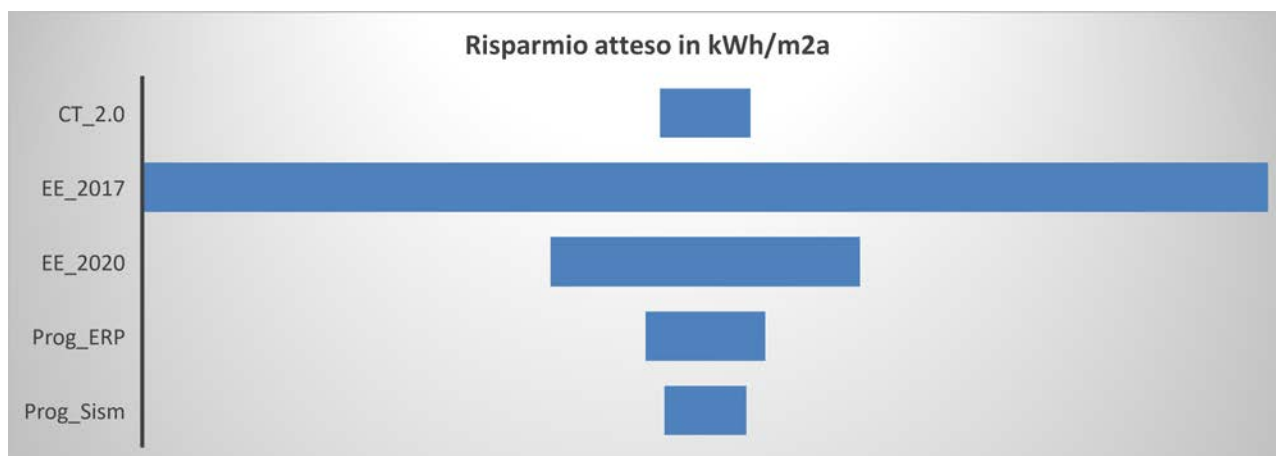


Grafico 41: Risparmio di energia primaria per gli interventi finanziati dai Bandi

BANDO	RISPARMIO ATTESO kWh/a
CT_2.0	1.104.797,00
EE_2017	13.689.248,04
EE_2020	3.770.110,93
Prog_ERP	1.460.303,59
Prog_Sism	1.000.045,00

Tabella 2: Risparmi attesi suddivisi sui singoli Bandi

Analizzando i dati rispetto alla destinazione d'uso degli edifici, si conferma sostanzialmente lo stesso andamento percentuale del *grafico 39*: dalla riqualificazione energetica dei fabbricati di destinazione d'uso scolastico, attività sportive e residenziale pubblica si attende circa il 75% della riduzione del fabbisogno energetico in termini di energia primaria, prime sono le scuole con 7.304.621,52 kWh/a, a seguire le strutture che ospitano attività sportive con 5.855.784,33 kWh/a di energia primaria risparmiata. Per le altre destinazioni d'uso le riduzioni dei fabbisogni energetici risultano essere inferiori.

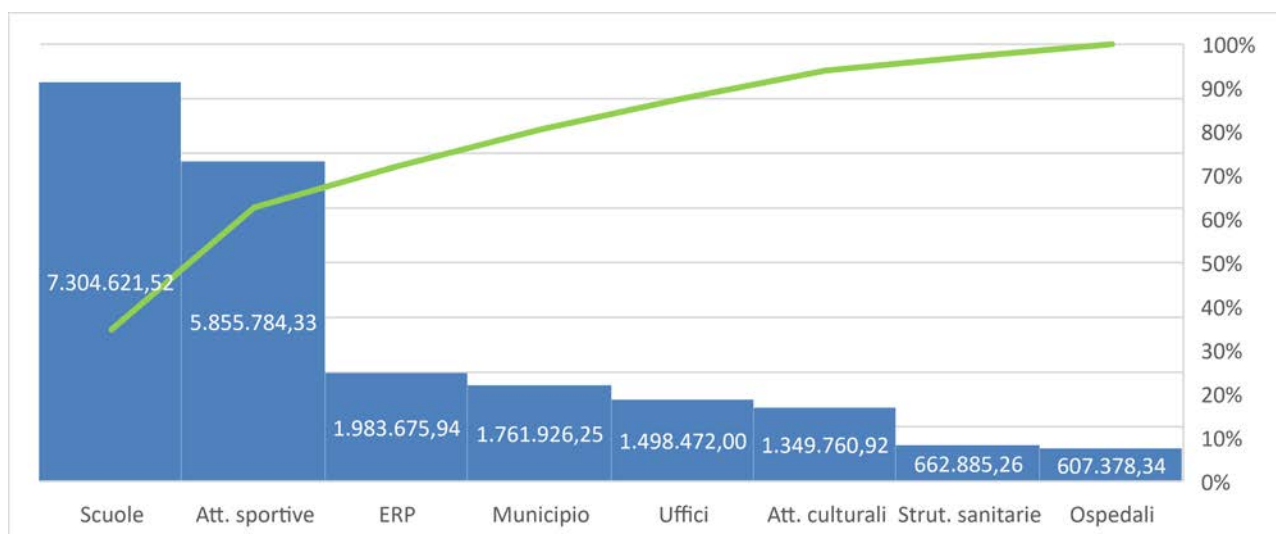


Grafico 42: Suddivisione dei risparmi attesi in termini di energia primaria (kWh/m2a) in rapporto alla destinazione d'uso degli edifici

Rielaborando i dati dei risparmi energetici conseguiti, anche in questo caso ripartiti in funzione della destinazione d'uso, ma riferiti ad una media sul singolo edificio, i rapporti proporzionali risultano modificati in quanto i maggiori risparmi si attendono dalle strutture sanitarie, ma questo dato è in realtà poco rappresentativo visto che si tratta dell'intervento relativo a un unico fabbricato.

Per le sedi che ospitano attività sportive si attende una riduzione dell'energia primaria di 254.599,32 kWh/a, mentre sulle altre destinazioni d'uso il risparmio medio previsto sul singolo edificio è abbastanza simile, ad eccezione del dato riferito agli alloggi di edilizia residenziale pubblica, dove il valore atteso è inferiore rispetto alle altre tipologie d'uso.

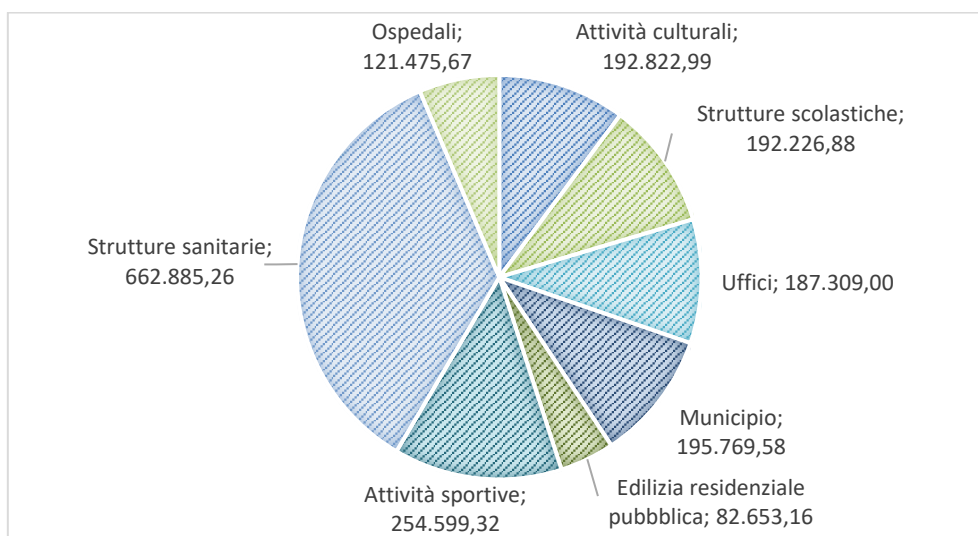


Grafico 43: Risparmio energetico in termini di energia primaria (kWh/m2a) sul singolo edificio per destinazione d'uso

La valutazione dei risparmi attesi di energia primaria (kWh/a) relativi ai soli interventi nei quali erano inclusi almeno o la coibentazione delle strutture opache o la sostituzione degli infissi, in rapporto alle zone termiche è riportata nel *grafico 44*, che mostra una riduzione di energia primaria maggiore in zona climatica E. Anche valutando i dati medi del singolo fabbricato si conferma un maggiore risultato per gli interventi in zona climatica E: in zona climatica D il risparmio sarebbe di 175.637,21 kWh/a per edificio, mentre in zona climatica E sarebbe di 177.478,23 kWh/a.

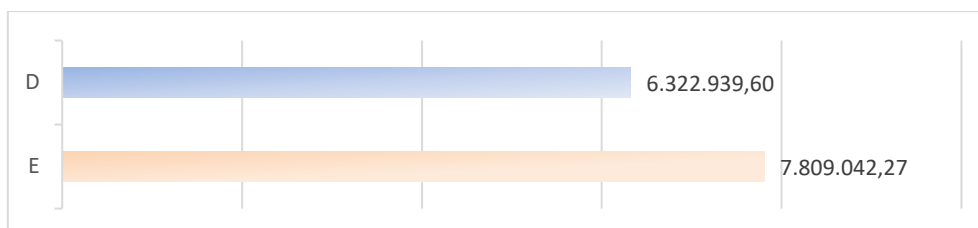


Grafico 44: Risparmio energetico in termini di energia primaria (kWh/m2a) ottenuto negli interventi soggetti a riqualificazione dell'involucro edilizio (almeno un intervento di coibentazione o di sostituzione infissi), suddivisi per le zone climatiche di ubicazione dei fabbricati

3.1.9 EMISSIONI DI CO₂

La riduzione attesa delle emissioni di CO₂ in atmosfera, a seguito della realizzazione degli interventi finalizzati al miglioramento della prestazione energetica degli edifici pubblici che hanno ricevuto un contributo dai bandi POR FESR, è di **8.006,12 tCO₂eq/anno**.

Il successivo *grafico 45* riporta l'analisi del dato, suddiviso sui bandi. Sostanzialmente i rapporti percentuali sono gli stessi già visti nella precedente sezione dove sono stati valutati i risparmi in termini di energia primaria e il dato più rilevante si attesta sul Bando per interventi di efficientamento del 2017 per motivi legati al numero di strutture edilizie coinvolte. Su tutti gli altri bandi ci sono valori più ridotti ma simili che vanno dalle 759,25 tCO₂eq/a alle 420,02 tCO₂eq/a.

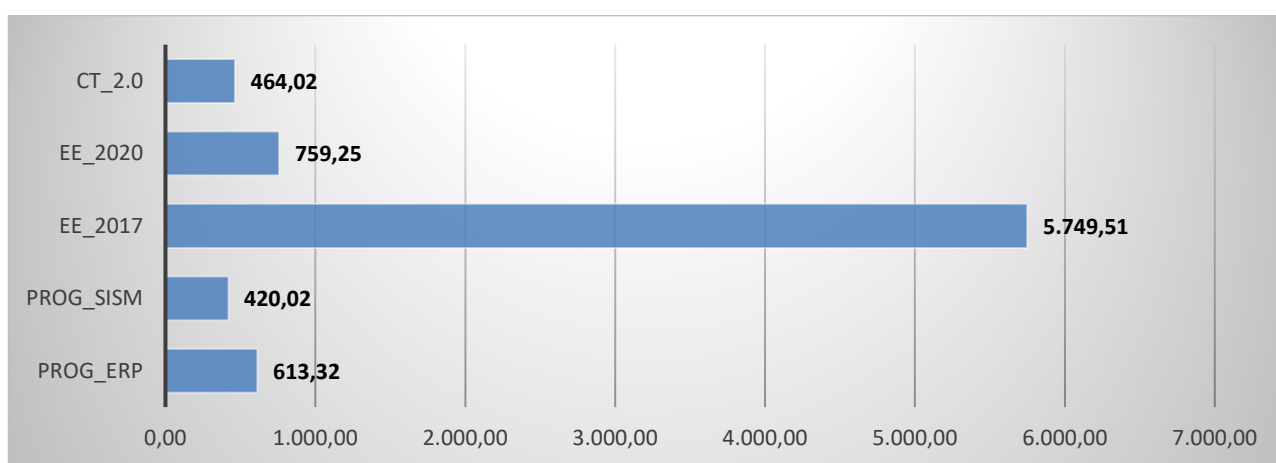


Grafico 45: Riduzione delle emissioni di CO₂ (tCO₂eq/a) suddivise sui bandi

Il diagramma di Pareto (*grafico 46*) analizza la distribuzione cumulativa rispetto alla destinazione d'uso degli edifici. Anche in questo caso si ripropone una valutazione analoga a quella fatta per il risparmio di energia primaria, in quanto sulla riqualificazione energetica di scuole, fabbricati che ospitano attività sportive ed edifici di edilizia residenziale pubblica si concentra circa il 70% della riduzione delle emissioni di gas climalteranti in atmosfera. Sulle strutture scolastiche si ha la massima diminuzione delle emissioni con 2.738,28 tCO₂eq/a risparmiate mentre sugli edifici che accolgono attività sportive il taglio è di 1.993,27 tCO₂eq/a. Per le altre destinazioni d'uso i valori sono più contenuti.

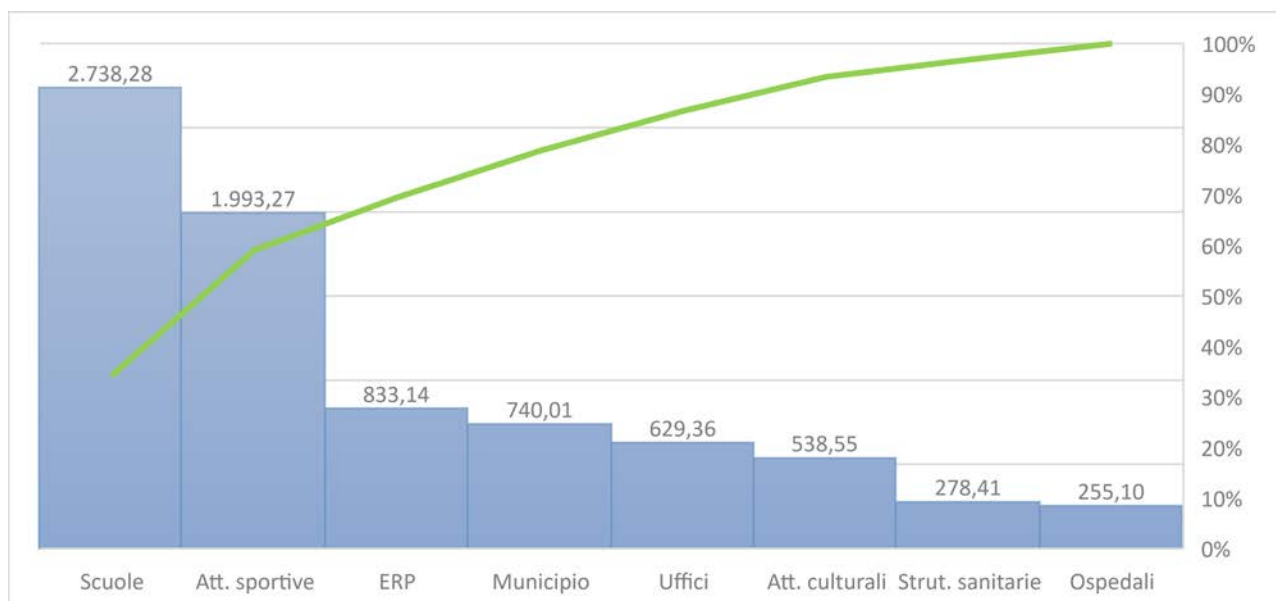


Grafico 46: Suddivisione dei risparmi attesi in termini di emissioni di tCO₂eq/a in rapporto alla destinazione d'uso degli edifici

Come è stato fatto per i risparmi dell'energia primaria, vengono analizzati i dati della riduzione delle emissioni di CO₂ considerando per ogni destinazione d'uso il dato medio riferito ad un singolo edificio in modo da rendere il rapporto percentuale più confrontabile. Dal *grafico 47* si vede come a parte le strutture sanitarie – il cui dato come già scritto risulta scarsamente rilevante ai fini statistici in quanto si tratta di un unico edificio – per le altre destinazioni d'uso risultano dei dati simili che si attestano tra le 70 tCO₂eq/a e le 90 tCO₂eq/a. Inferiori rispetto a questi valori sono solo i plessi ospedalieri (tuttavia anche questo risultato non è molto indicativo in quanto riferito a sole 4 strutture, 3 delle quali hanno effettuato solo interventi di *relamping*) e gli alloggi di edilizia residenziale pubblica che, come già notato, hanno raggiunto risultati in termini di riduzione dell'energia primaria e delle emissioni di gas climalteranti in atmosfera inferiori rispetto alle altre categorie d'uso degli edifici analizzati.

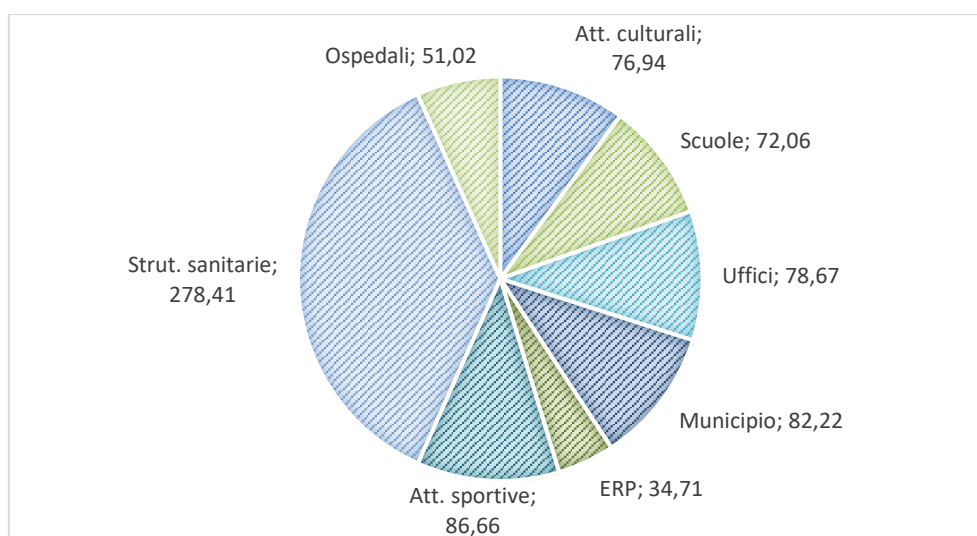


Grafico 47: Riduzione delle emissioni di CO₂ (tCO₂eq/a) sul singolo edificio per destinazione d'uso

3.2 BANDO PER LA CONCESSIONE DI CONTRIBUTI PER LA REALIZZAZIONE DI INTERVENTI DI EFFICIENTAMENTO ENERGETICO DEGLI EDIFICI DI PROPRIETÀ PUBBLICA E DESTINATI AD USO PUBBLICO (EE_2017)

In questa parte si procederà all'analisi specifica dei risultati ottenuti in termini di miglioramento della prestazione energetica di questo specifico Bando, dove sono stati finanziati 58 progetti. I dati elaborati in questa sezione dello studio sono quelli dettagliati che sono stati forniti dalla Regione e non rappresentano i risultati attesi ma quelli conseguiti.

Si specifica che nei dati di dettaglio forniti dalla Regione relativi ai risultati del bando, è stata utilizzata la classificazione d'uso prevista dal DPR 412/93, pertanto tutte le valutazioni che saranno fatte in relazione alla destinazione d'uso degli edifici presentano una classificazione differente rispetto a quella utilizzata nell'analisi dei dati generali. Inoltre si precisa che gli edifici classificati con destinazione d'uso E.4.1 – Cinema e teatri (3 edifici) e con destinazione d'uso E.4.2 – Musei, biblioteche ed edifici di culto (1 edificio) sono stati raggruppati in un'unica categoria che sarà indicata come 4.1-2.

Di seguito sono elencate le destinazioni d'uso, definite dal DPR 412/93, degli edifici oggetto di riqualificazione energetica che hanno ottenuto il contributo dal bando e sulla base delle quali saranno analizzati gli obiettivi raggiunti:

- E.1.1 – Residenziale
- E.2 – Uffici
- E.3 – Ospedali e assimilabili
- E.4.1-2 – Cinema e teatri / Musei, biblioteche ed edifici di culto
- E.6.2 – Palestre e assimilabili
- E.7 – Scuole e assimilabili

Nella tabella successiva sono stati suddivisi i 58 edifici per destinazione d'uso. Rispetto all'analisi generale sono stati raggruppati uffici e sedi municipali in un'unica categoria quindi il numero di edifici adibiti ad ufficio risulta lo stesso di quello relativo alle attività sportive. La categoria d'uso più diffusa è sempre la destinazione scolastica.

<i>Destinazione d'uso</i>	n.	DPR 412/93
<i>ERP</i>	3	E.1.1
<i>Uffici</i>	14	E.2
<i>Attività sanitarie</i>	2	E.3
<i>Attività culturali</i>	4	E.4.1-2
<i>Attività sportive</i>	15	E.6.2
<i>Scuole</i>	20	E.7

Tabella 3: Classificazione d'uso

La superficie utile climatizzata totale degli edifici riqualificati energeticamente attraverso il contributo del bando è di 102.463,83 m², mentre il volume lordo climatizzato complessivo è di 520.992,53 m³.

Nella tabella successiva sono stati indicati la superficie utile climatizzata e il volume lordo climatizzato degli edifici raggruppati per tipologia di destinazione d'uso.

<i>Destinazione d'uso</i>	Superficie utile climatizzata m²	Volume interno climatizzato m³
<i>ERP</i>	7.101,77	24.220,12
<i>Uffici</i>	26.093,60	132.398,94
<i>Attività sanitarie</i>	13.066,15	52.508,43
<i>Attività culturali</i>	4.346,56	22.246,47
<i>Attività sportive</i>	11.505,94	90.877,74
<i>Scuole</i>	40.349,81	198.740,83

Tabella 4: Superfici e volumi degli edifici divisi per destinazione d'uso

I rapporti proporzionali delle superfici degli edifici suddivisi in base alla destinazione d'uso rispettano la distribuzione analizzata sui dati generali in base al numero dei fabbricati solo per quello che riguarda le scuole, che rappresentano quelle maggiormente interessate dagli interventi di efficientamento energetico (39%). A seguire la destinazione d'uso ad ufficio (26%), la cui superficie raggruppa comunque due differenti destinazioni, trattate in precedenza in modo separato (sedi municipali ed uffici). In questo caso si nota inoltre che la superficie degli edifici che accolgono attività sportive ha comunque una incidenza non molto rilevante, sebbene siano stati finanziati dal bando lavori di riqualificazione energetica per 26 fabbricati, anche se analizzando i dati rispetto al volume lordo climatizzato le percentuali variano in considerazione del tipo di attività che vi si svolge per la quale sono richieste altezze medie interne superiori.

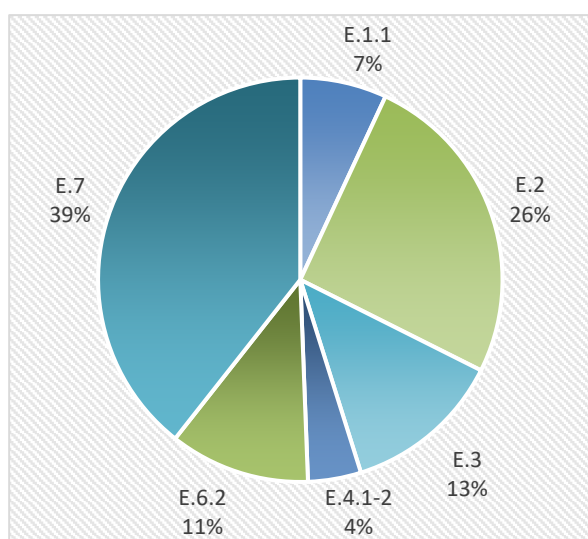


Grafico 48: Superficie degli edifici

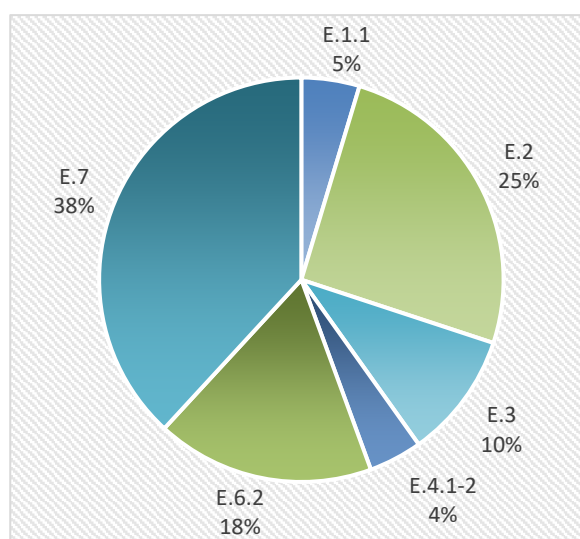


Grafico 49: Volume lordo climatizzato degli edifici

3.2.1 RISPARMIO ENERGETICO

Valutando complessivamente tutti gli edifici si ha che l'Indice di prestazione energetica (EPgl,nren) ante intervento medio era di 320,50 kWh/m²a, con un consumo totale di 32.840.026,23 kWh/a mentre a seguito dei lavori di efficientamento energetico l'EPgl,nren si è ridotto a **190,73 kWh/m²a** e il consumo è passato a **19.543.272,22 kWh/a**. Si può dunque affermare che le misure di incentivazione per promuovere la riduzione del fabbisogno energetico e delle emissioni di gas climalteranti sono state molto efficaci considerati i risultati conseguiti.

Dei fabbricati i cui interventi che hanno ricevuto il contributo dal bando, due sono stati trasformati in edifici ad energia quasi zero.

Nel *grafico 50* sono analizzati gli indici EPgl,nren ante e post intervento, suddivisi in base alla destinazione d'uso dei fabbricati. La riduzione più significativa si ha negli edifici che accolgono attività culturali e sportive dove per le prime la differenza è di circa 270 kWh/m²a mentre per le seconde è superiore ai 300 kWh/m²a. La maggior parte degli interventi realizzati in queste strutture hanno riguardato in modo integrato sia l'involucro (spesso sia la coibentazione di pareti e/solai che la sostituzione degli infissi esistenti) che le componenti tecnologiche.

In merito agli alloggi di edilizia residenziale pubblica si deve segnalare che gli edifici sono solo tre, uno dei quali è stato sottoposto ad un intervento di riqualificazione energetica che lo ha portato ad essere classificato come nZEB.

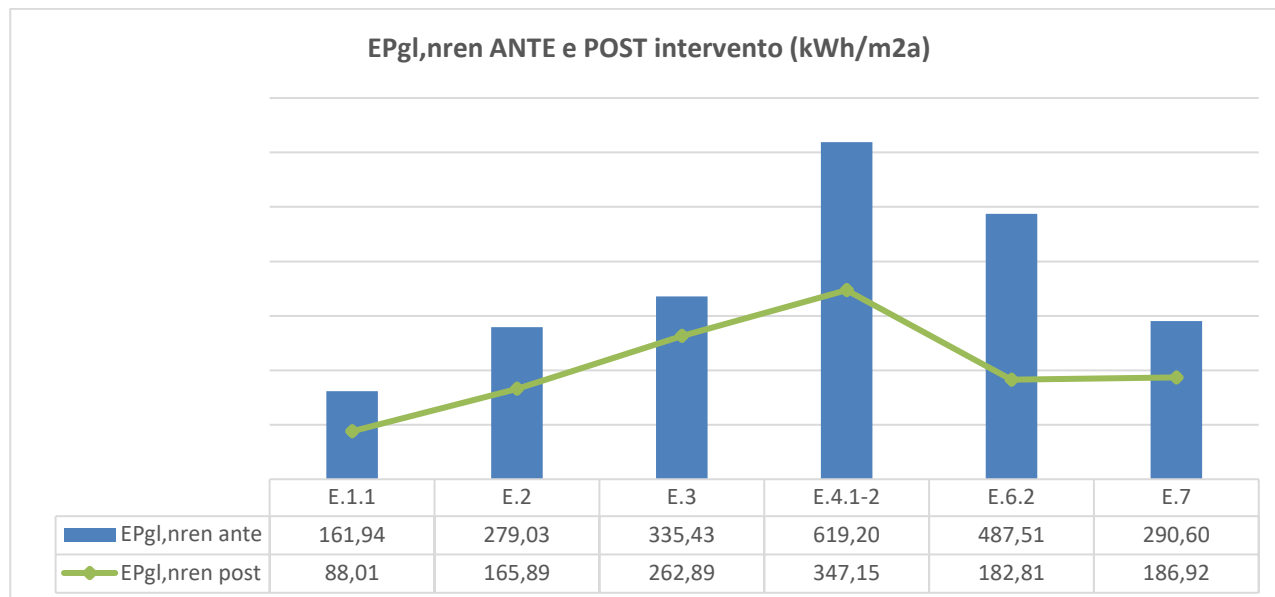


Grafico 50: Raffronto EPgl,nren ANTE e POST intervento (kWh/m²a)

Valutando i consumi energetici degli edifici ante e post intervento, la riduzione complessiva è stata di 13.296.754,01 kWh/a e analizzando i dati sulle singole destinazioni d'uso (*grafico 51*), la riduzione maggiore in termini di effettivo consumo valutato globalmente sul kWh/a (non sono disponibili dati separati relativi ai vettori energetici) si ha sulle scuole, per le quali il risparmio si attesta sui 4.183.181,83 kWh/a. Per le palestre e attività similari e gli uffici l'abbassamento del consumo effettivo è di rispettivamente 3.505.886,74 kWh/a e di 2.952.363,53 kWh/a.

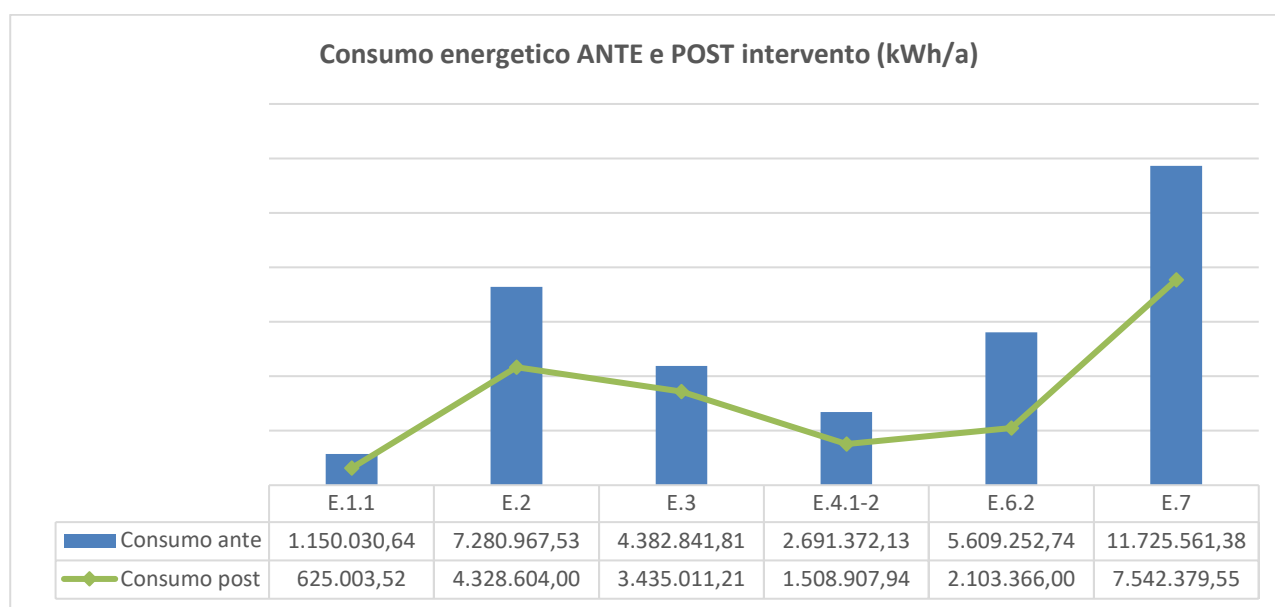


Grafico 51: Raffronto dei consumi energetici ANTE e POST intervento (kWh/a)

In relazione al consumo di energia rinnovabile si registra un aumento dell'utilizzo di energia prodotta da FER e l'EPgl,ren medio post intervento passa dal dato di 11,93 kWh/m²a (1.051.727,55 kWh/a) a quello di **24,97 kWh/m²a (2.201.807,15 kWh/a)**. Contribuiscono in modo più sostanziale all'incremento gli interventi nei quali sono stati impiegati generatori a pompa di calore per la climatizzazione, l'installazione di collettori solari per l'integrazione dell'energia termica e di pannelli fotovoltaici.

In particolare per gli impianti fotovoltaici sono stati installati nuovi pannelli per una potenza complessiva di **189 kWp** che, in rapporto alla superficie complessiva degli edifici sui quali sono stati realizzati, rappresenta un incremento di potenza di 2,34 Wp/m².¹

Gli edifici siti in Comuni in zona climatica D sono 16, quelli in zona E sono 42 e la riduzione del consumo energetico distribuito sulle zone è stata rispettivamente di 111,37 kWh/m²a e di 137,20 kWh/m²a.

¹ Si segnala che i dati medi degli EPgl,ren e dei consumi di energia rinnovabile sono stati elaborati solo su 55 edifici, in quanto non erano disponibili gli EPgl,ren post intervento di 3 edifici (due a destinazione d'uso E.3 e una a destinazione d'uso E.6.2), quindi per rendere confrontabili i dati i 3 edifici non sono stati considerati anche nella situazione ante.

	Consumo ANTE (kWh/a)	Consumo POST (kWh/a)	Superficie (m2)	Consumo ANTE/m2 (kWh/m2a)	Consumo POST/m2 (kWh/m2a)
D	8.478.122,04	5.197.206,95	29.460,07	287,78	176,42
E	24.361.904,18	14.346.065,27	73.003,76	333,71	196,51

Tabella 5: Consumi ante e post intervento relativi alle zone climatiche D ed E

Dai dati della *Tabella 5* si vede che in zona climatica E si ha una riduzione del consumo a m2 superiore a quella che si ottiene nella zona D; va tuttavia considerato che in zona E gli edifici sui quali è stato eseguito almeno un intervento sull'involucro edilizio (coibentazione delle strutture opache e/o sostituzione degli infissi) sono stati 30, mentre quelli in zona climatica sono 16, ma tutti sono stati sottoposti ad almeno un intervento per la riduzione delle trasmittanze termiche dell'involucro.

Le classi energetiche degli edifici ante intervento erano comprese tra la C e la G, mentre quelle post sono tra la classe A4 e la G. Ci sono effettivamente 5 edifici per i quali, a seguito delle realizzazioni dei lavori di efficientamento energetico, non si registrano dei salti di classe e tra questi ci sono appunto due fabbricati che erano e rimangono in classe G. La spiegazione potrebbe essere legata al fatto che le lavorazioni eseguite per il miglioramento della prestazione energetica abbiano riguardato solo piccole porzioni e non l'intero fabbricato ed anche gli impianti sostituiti potrebbero essere a servizio di alcune parti e non del tutto. In ogni caso, valutando il dato medio dei livelli raggiunti ci sarebbero circa tre salti di classe per ogni edificio. Dai *grafici 52 e 53* si vede come siano 16 le strutture che hanno raggiunto la classe A di cui 5 in classe A4 e in quest'ultima sono ricompresi due interventi di trasformazione che hanno portato alla classificazione aggiuntiva di nZEB.



Grafico 52: Classi energetiche ante intervento

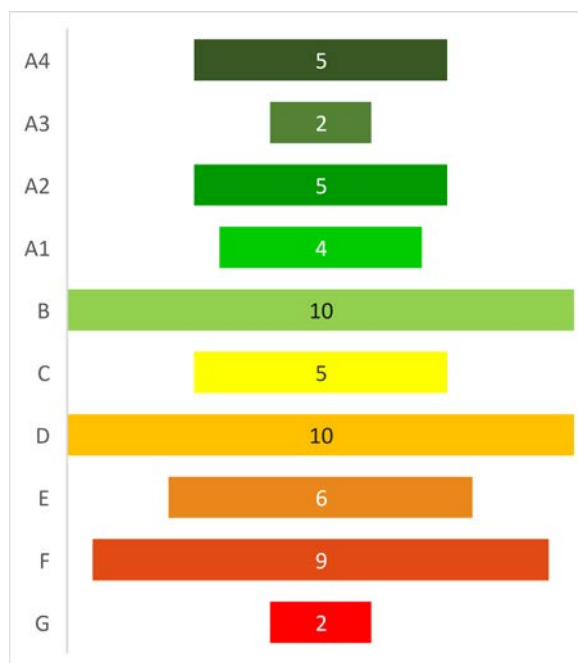


Grafico 53: Classi energetiche post intervento

L'ultima valutazione relativa ai dati conseguiti di riduzione del consumo energetico viene fatta nel successivo diagramma di Pareto (*grafico 54*) nel quale è riportata la riduzione del consumo energetico al m² raggiunto a seguito della realizzazione di differenti tipologie di interventi che possono includere involucro, impianti o installazione di impianti per la produzione di energia da fonte rinnovabile e dalle loro possibili combinazioni che possono essere state applicate nei vari progetti. I risparmi maggiori si ottengono con l'efficientamento energetico delle componenti tecnologiche combinati con le FER.

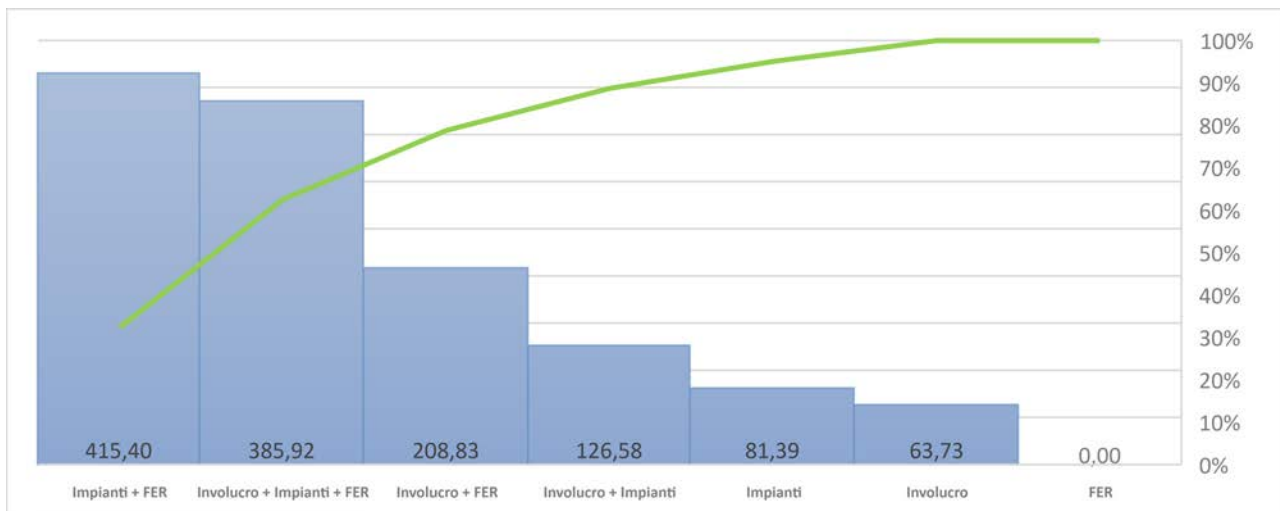


Grafico 54: Riduzione del consumo kWh/m²a ripartito sulla tipologia di interventi

Le emissioni dei gas climalteranti in atmosfera ante intervento erano 7.191.105,11 kgCO₂/a, mentre quelle post sono **4.249.935,24 kgCO₂/a**, per una riduzione di **2.941.169,88 kgCO₂/a**. Il dato medio delle emissioni era di 70,18 kgCO₂/m²a prima degli interventi di efficientamento e 41,48 kgCO₂/m²a, con una diminuzione di 28,70 kgCO₂/m²a.

Il *grafico 55* riporta il dato medio di riduzione delle emissioni di gas climalteranti in termini di kgCO₂/m²a in funzione della destinazione d'uso degli edifici

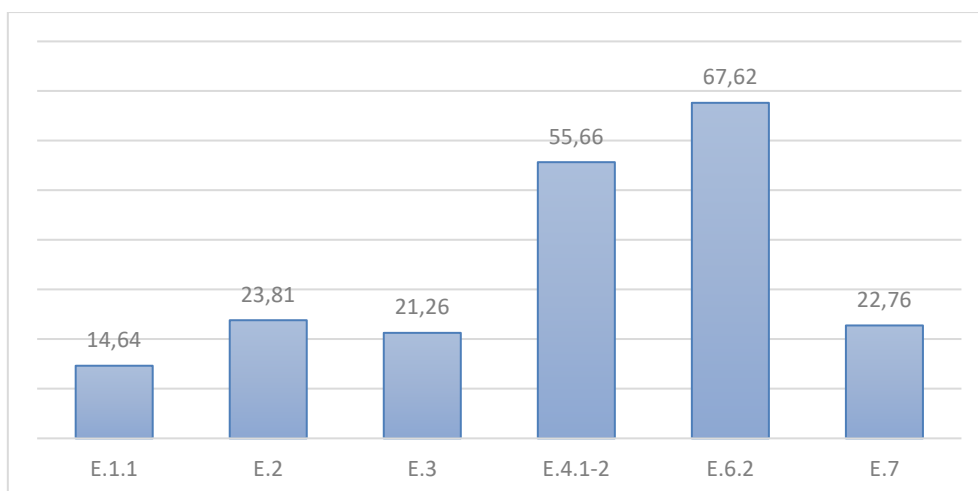


Grafico 55: Riduzione delle emissioni di kgCO₂/m²a in rapporto alla destinazione d'uso degli edifici

3.2.2 RAPPORTO COSTI-BENEFICI

La spesa complessiva dei lavori per l'efficientamento energetico degli edifici, comprensiva di IVA, è stata di 14.845.339,86 €, che significa un costo di 144,88 €/m².

Nel *grafico 56* sono riportati i costi degli interventi sempre comprensivi di IVA riferiti alle singole categorie d'uso degli edifici. Gli investimenti maggiori risultano sulle scuole, con circa il 33% del totale e sugli uffici con circa il 30%. Soltanto l'1% dell'investimento è stato rivolto alle strutture sanitarie (tre in totale).

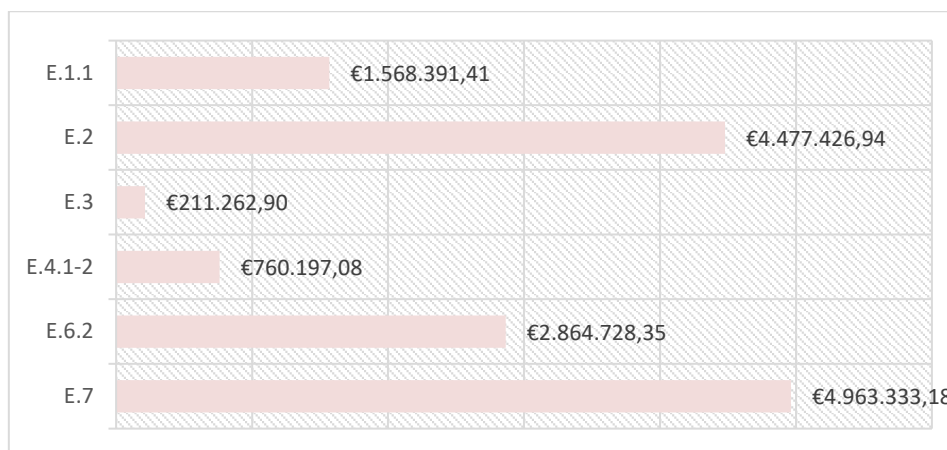


Grafico 56: Importi lavori comprensivi di IVA in rapporto alle destinazioni d'uso degli edifici

Considerando i dati relativi al costo degli interventi in rapporto alla superficie utile degli edifici interessati dai lavori di efficientamento energetico, si può vedere (*grafico 57*) come la spesa media maggiore sia riferibile ai fabbricati destinati ad attività sportive, con 248,98 €/m² e agli alloggi di edilizia residenziale pubblica con 220,85 €/m². Su questo dato probabilmente incide il fatto che in ognuna di queste due categorie è presente un intervento che prevedeva la trasformazione dell'edificio esistente in uno ad energia quasi zero e questo sicuramente determina l'innalzamento del costo medio dei lavori riferibili alla categoria d'uso.

In rapporto ai costi, il grafico mostra anche l'andamento del risparmio energetico conseguiti al m² e per i plessi ospedalieri e attività sanitarie assimilate si ha la più elevata massimizzazione del rapporto costi/benefici, mentre indici minori si hanno sugli alloggi di edilizia residenziale pubblica, sugli uffici e sulle scuole.

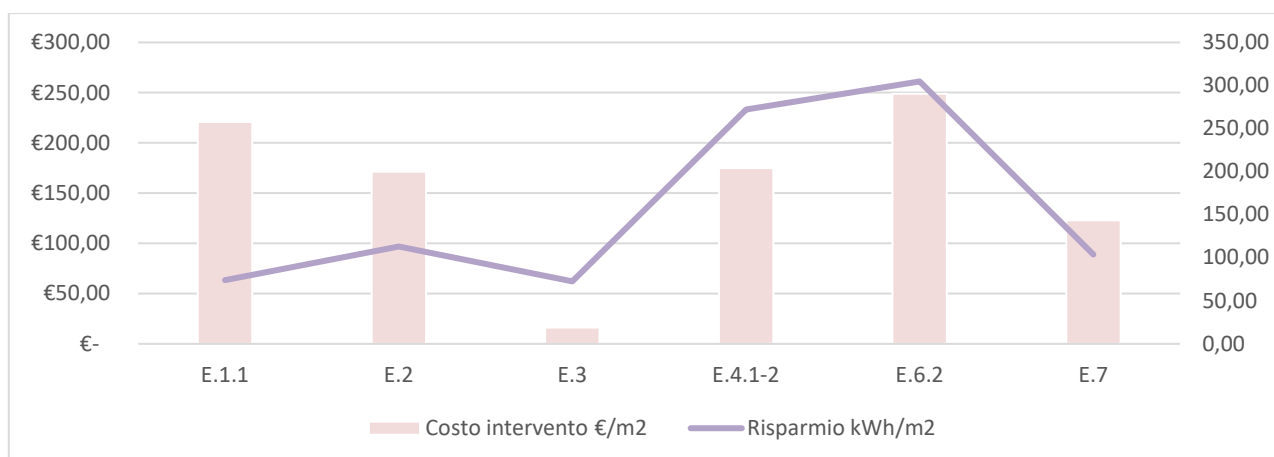


Grafico 57: Rapporto tra il costo intervento al m² e il risparmio energetico al m² suddiviso sulle categorie d'uso

Analizzando invece le tipologie di interventi è possibile verificare la quota parte dell'importo lavori suddiviso sulle categorie che prevedono l'efficientamento energetico dell'involucro o degli impianti e la spesa prevista per l'installazione di impianti per la produzione di energia da fonte rinnovabile (FER). Il 55% della spesa è stato investito per la riduzione delle trasmittanze termiche delle strutture edilizie opache e vetrate e il 42% per incrementare il grado di efficienza delle componenti tecnologiche dell'edificio. Solo il 3% è stato impiegato per l'aumento della produzione di energia da fonti rinnovabili.

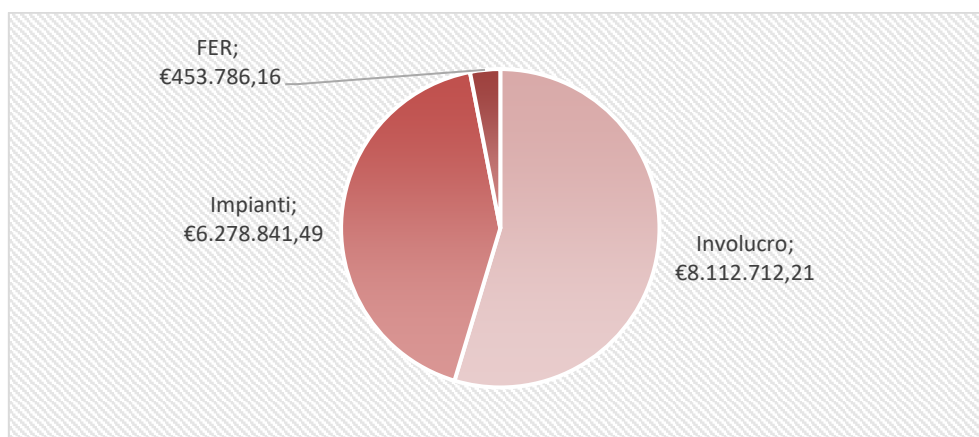


Grafico 58: Importi lavori in rapporto alle tipologie di interventi

Dal *grafico 59* si può invece valutare il rapporto tra il risparmio conseguito sul consumo in termini di kWh/m²a, rispetto al costo dello stesso intervento in termini di €/m², riferito alle singole tipologie di interventi raggruppate su tre categorie e rispetto alle eventuali possibili interazioni tra le stesse categorie.

Il risparmio più elevato è quello relativo agli interventi combinati che prevedono modifiche sulle sole componenti tecnologiche del sistema in aggiunta all'installazione di fonti energetiche rinnovabili e questa combinazione ha anche il miglior risultato in termini di rapporto costo-beneficio. Risultati meno evidenti si hanno per gli interventi che prevedono l'efficientamento energetico della componente involucro, ma come già scritto in precedenza si tratta di tipologie di lavorazioni che, pur prevedendo tempi lunghi di rientro dell'investimento, forniscono maggiori benefici nel lungo periodo.

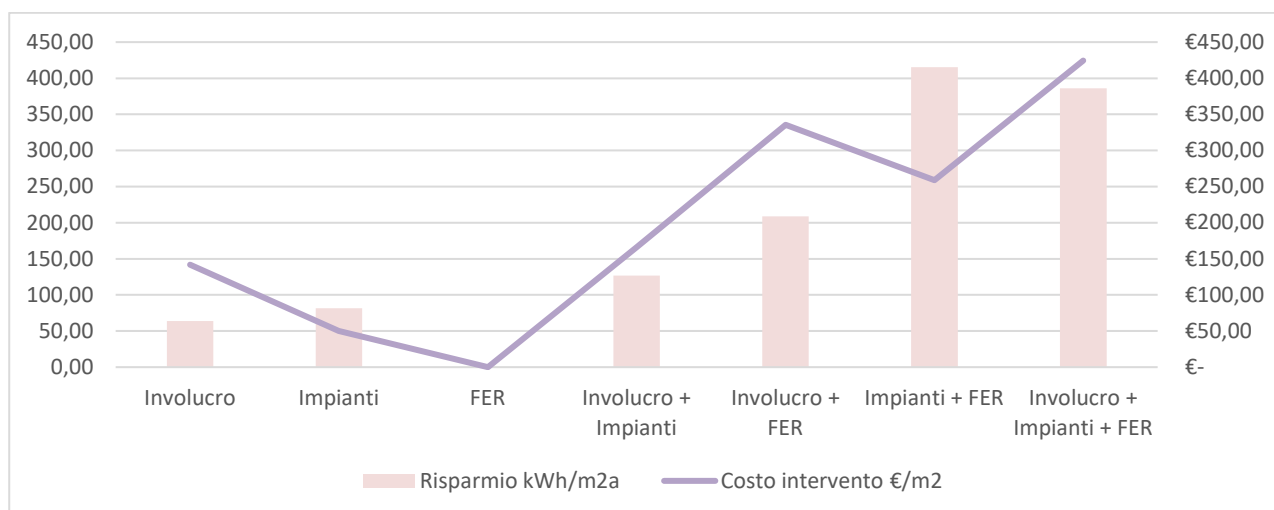


Grafico 59: Riduzione del consumo kWh/m2a e costo intervento €/m2 in rapporto alla tipologia degli interventi

3.3 PROGRAMMA REGIONALE PER INTERVENTI DI EFFICIENTAMENTO ENERGETICO COMPLEMENTARE AL MIGLIORAMENTO SISMICO DEGLI EDIFICI PUBBLICI (PROG_SISM)

In questa parte si procederà all'analisi specifica dei risultati ottenuti in termini di miglioramento della prestazione energetica di questo specifico Bando, dove sono stati finanziati 11 progetti. I dati elaborati in questa sezione dello studio sono quelli dettagliati che sono stati forniti dalla Regione e non rappresentano i risultati attesi ma quelli conseguiti.

Si specifica che nei dati di dettaglio forniti dalla Regione relativi ai risultati del bando, è stata utilizzata la classificazione d'uso prevista dal DPR 412/93, pertanto tutte le valutazioni che saranno fatte in relazione alla destinazione d'uso degli edifici presentano una classificazione differente rispetto a quella utilizzata nell'analisi dei dati generali.

Di seguito sono elencate le destinazioni d'uso definite dal DPR 412/93, degli edifici oggetto di riqualificazione energetica che hanno ottenuto il contributo dal bando e sulla base delle quali saranno analizzati gli obiettivi raggiunti:

- E.2 – Uffici
- E.4.1 – Cinema e teatri
- E.6.2 – Palestre e assimilabili
- E.7 – Scuole e assimilabili

Nella tabella successiva sono stati raggruppati gli 11 edifici in base alla loro destinazione d'uso. Rispetto all'analisi generale, le sedi municipali sono considerate come edifici adibiti ad ufficio. La categoria d'uso più presente è sempre la destinazione scolastica, in tutto 7 edifici, mentre per l'uso uffici e per le attività culturali e sportive è presente un solo fabbricato. L'analisi viene comunque condotta per dare evidenza dei risultati del bando ma – eccetto che per le scuole – la presenza di un numero così esiguo di strutture rende l'analisi non molto significativa dal punto di vista statistico per quello che riguarda il rapporto dei dati sulle categorie di uso. L'elaborazione dei dati rimane comunque utile per valutare i risultati conseguiti a seguito della realizzazione degli interventi di efficientamento energetico.

Destinazione d'uso	n.	DPR 412/93
<i>Uffici</i>	2	E.2
<i>Attività culturali</i>	1	E.4.1
<i>Attività sportive</i>	1	E.6.2
<i>Scuole</i>	7	E.7

Tabella 6: Classificazione d'uso

La superficie utile climatizzata totale degli edifici riqualificati energeticamente attraverso con il contributo del bando è di 17.048,43 m², mentre il volume lordo climatizzato complessivo è di 78.896,76 m³.

Nella tabella successiva sono stati indicati la superficie utile climatizzata e il volume lordo climatizzato degli edifici raggruppati per tipologia di destinazione d'uso.

Destinazione d'uso	Superficie utile climatizzata m²	Volume interno climatizzato m³
<i>Uffici</i>	2.791,77	16.090,90
<i>Attività culturali</i>	186,84	808,37
<i>Attività sportive</i>	255,75	1.800,85
<i>Scuole</i>	13.814,07	60.196,64

Tabella 7: Superfici e volumi degli edifici divisi per destinazione d'uso

Come già evidenziato nei precedenti dati, con questo bando sono stati in prevalenza finanziati interventi di riqualificazione energetica di strutture scolastiche (Incidenza percentuale dell'80% sulla superficie complessiva e del 76% sul volume totale) e in misura più ridotta di uffici che, nonostante siano solo due edifici, hanno comunque una rilevanza percentuale del 16% in termini di superficie e del 20% in termini di volume (grafici 60 e 61). Le altre categorie con destinazione d'uso di attività culturali e sportive rimangono comunque con percentuali dell'uno e del 2% sia in termini di superficie che di volume.

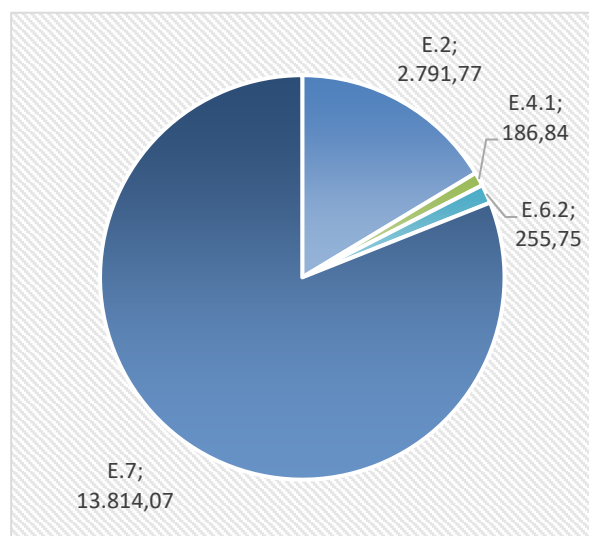


Grafico 60: Superficie degli edifici

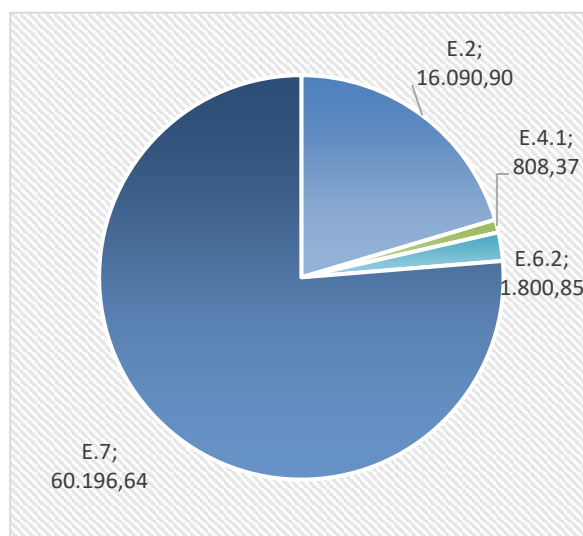


Grafico 61: Volume lordo climatizzato degli edifici

3.3.1 RISPARMIO ENERGETICO

Valutando complessivamente tutti gli edifici si ha che l'EPgl,nren ante intervento medio era di 188,38 kWh/m2a, con un consumo totale di 3.211.576,42 kWh/a mentre a seguito dei lavori di efficientamento energetico l'EPgl,nren si è ridotto a **135,07 kWh/m2a** e il consumo è passato a **2.302.800,21kWh/a**, quindi anche in questo caso le misure di incentivazione per promuovere la riduzione del fabbisogno energetico e delle emissioni i gas climalteranti sono state molto efficaci considerati i risultati conseguiti.

Dei fabbricati in cui sono stati realizzati gli interventi che hanno ricevuto il contributo dal bando, nessuno è stato dichiarato a seguito della conclusione dei lavori nZEB.

Nel *grafico 62* sono analizzati gli indici EPgl,nren ante e post intervento, suddivisi in base alla destinazione d'uso dei fabbricati. La riduzione più significativa si ha nell'edificio adibito ad attività culturali, dove la differenza sull'indice EPgl,nren è di 220,71 kWh/m2a e che è stato oggetto di un intervento integrato che ha comportato la coibentazione di pareti e solaio di copertura nonché la sostituzione degli infissi e la riqualificazione dell'impianto termico con un generatore a gas a condensazione. Anche per gli uffici si registra una riduzione dell'EPgl,nren medio di 102,72 kWh/m2a a seguito della sostituzione degli infissi e l'installazione di nuove caldaie a gas a condensazione e in uno dei due edifici anche la coibentazione parziale delle strutture opache (pareti).

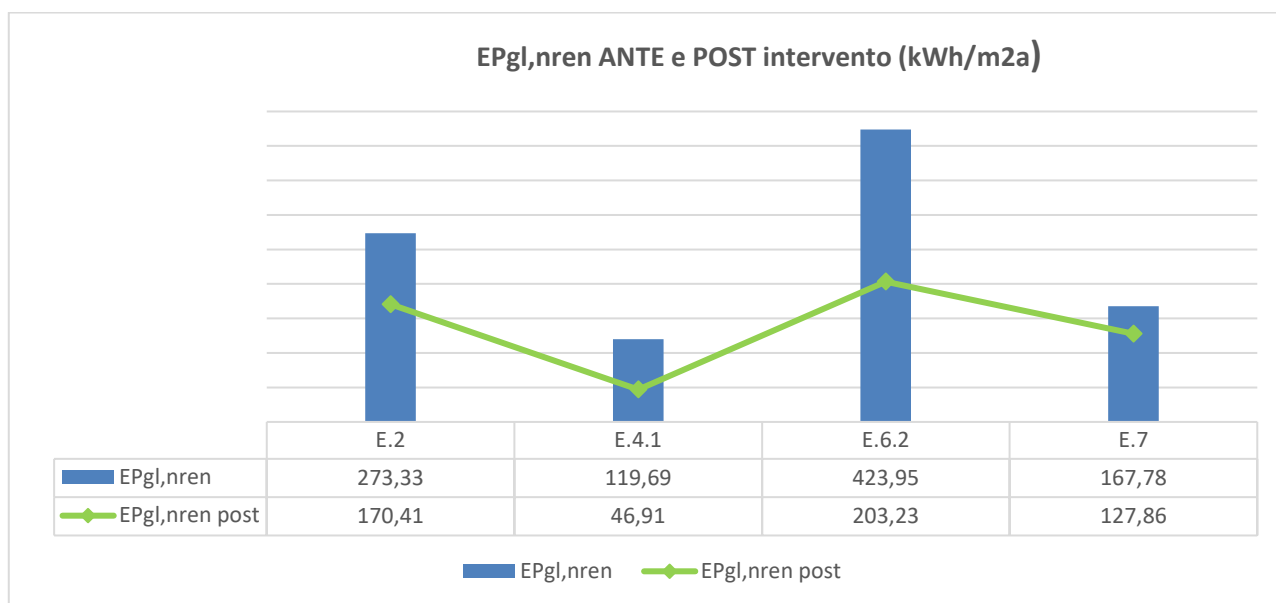


Grafico 62: Raffronto EPgl,nren ANTE e POST intervento (kWh/m2a)

Valutando i consumi energetici degli edifici ante e post intervento, la riduzione complessiva è stata di 908.776,20 kWh/a. Analizzando i dati sulle singole destinazioni d'uso (*grafico 63*), la riduzione assoluta maggiore in termini di effettivo consumo valutato globalmente sul kWh/a (non sono disponibili dati separati relativi ai vettori energetici) si ha sulle scuole, per le quali il risparmio si attesta sui 551.390,08 kWh/a, ma questo dato è influenzato dal numero di edifici oggetto di riqualificazione energetica superiore rispetto alle altre categorie. Per gli uffici si ha invece un risparmio del consumo effettivo di 287.340,05 kWh/a.

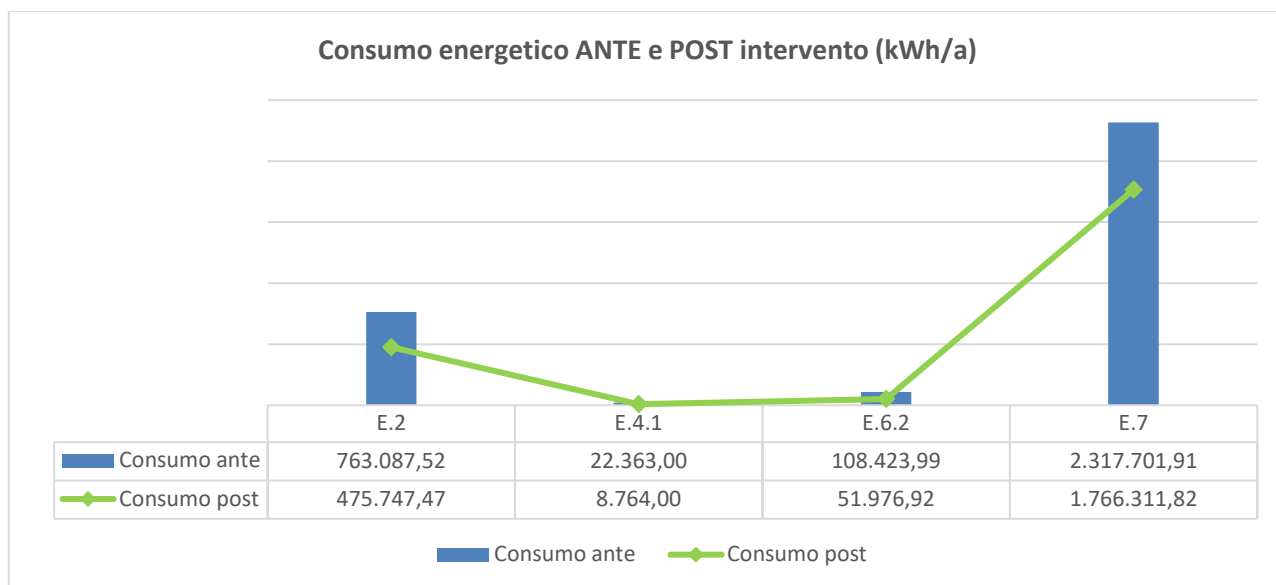


Grafico 63: Raffronto dei consumi energetici ANTE e POST intervento (kWh/a)

In relazione al consumo di energia prodotta da fonte rinnovabile non è possibile fare un raffronto ante e post intervento perché sono disponibili i dati completi solo per due edifici.

Uno solo dei progetti finanziati dal bando ha incluso tra le opere eseguite l'installazione di un impianto fotovoltaico con una potenza di **30 kWp** (9,55 Wp/m²) e sempre lo stesso intervento prevedeva inoltre la realizzazione di un impianto solare termico ed anche in questo caso è l'unico edificio per il quale è stata eseguita questa tipologia di intervento.

Per quello che riguarda gli impianti a pompa di calore che utilizzano energia equiparata a quella rinnovabile (aerotermica, geotermica ecc.), in due realizzazioni sono stati sostituiti i generatori a gas e in uno solo è stato sostituito il boiler elettrico per la produzione di acqua calda sanitaria.

Gli edifici siti in Comuni in zona climatica D sono 5, quelli in zona E sono 6 e la riduzione del consumo energetico distribuito sulle zone è stata rispettivamente di 64,82 kWh/m²a e di 43,32kWh/m²a.

	Consumo ANTE (kWh/a)	Consumo POST (kWh/a)	Superficie (m ²)	Consumo ANTE/m ² (kWh/m ² a)	Consumo POST/m ² (kWh/m ² a)
D	1.324.670,52	811.541,96	7.915,77	167,35	102,52
E	1.886.905,90	1.491.258,26	9.132,66	206,61	163,29

Tabella 8: Consumi ante e post intervento relativi alle zone climatiche D ed E

Dai dati della Tabella 8, si vede che in zona climatica E si ha una riduzione del consumo al m2 superiore a quella che si ottiene nella zona D. Va tuttavia considerato che negli edifici in zona climatica E mediamente sono stati realizzati un maggior numero di interventi integrati comprensivi sia di coibentazione delle strutture opache verticali e orizzontali (coperture), sia di sostituzione infissi che di interventi sulle componenti tecnologiche del fabbricato. L'unico edificio dove non è stato effettuato nessun intervento per l'efficientamento energetico dell'involucro si trova in zona climatica D e i 4 fabbricati dove è stata eseguita la coibentazione della copertura (intervento in genere particolarmente efficace ai fini della riduzione del fabbisogno energetico) si trovano in zona climatica E.

Le classi energetiche degli edifici ante intervento erano comprese tutte tra la D e la G, eccetto per un fabbricato che risulta già classificato come A3. A seguito della realizzazione degli interventi di efficientamento energetico si riscontra un innalzamento delle classi, anche se non sempre significativo. In ogni caso, a parte la scuola che come classe di partenza era già in A3 e non viene modificata, troviamo due edifici, uno sempre a destinazione d'uso scolastica e l'altro sede di attività culturali (E.4.1) che rispettivamente passano in classe A4 e A2. Per gli altri progetti finanziati ci sono comunque passaggi di una o due classi e in un solo edificio non ci sono miglioramenti di classificazione, anche se rimane comunque sempre garantito l'obiettivo di risparmio dei consumi energetici.

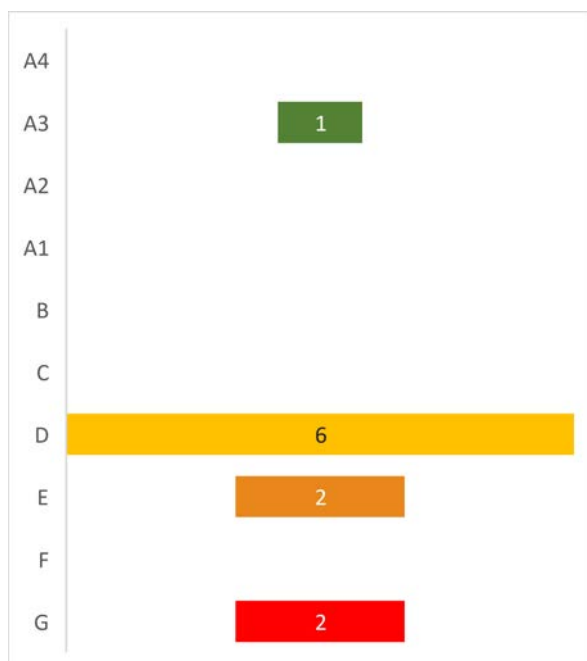


Grafico 64: Classi energetiche ante intervento

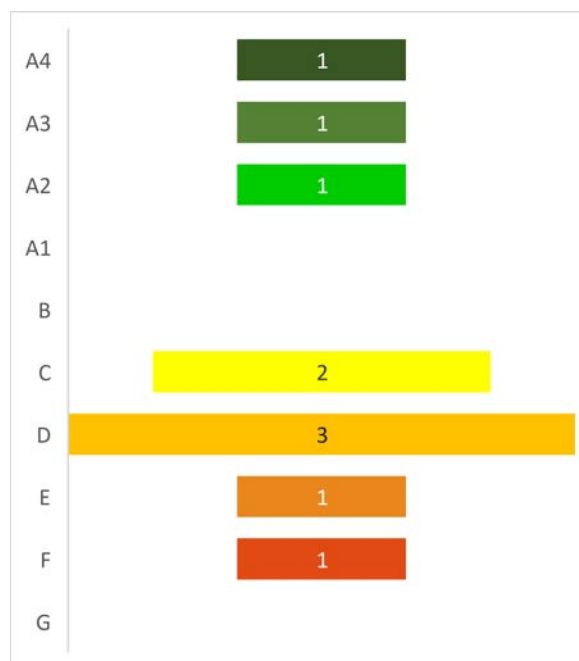


Grafico 65: Classi energetiche post intervento*

* Si segnala che nel grafico 65 sono presenti solo 10 unità immobiliari in quanto per una non era disponibile il dato della classe energetica post intervento.

L'ultima valutazione relativa ai dati conseguiti di riduzione del consumo energetico viene fatta nel successivo diagramma di Pareto (*grafico 66*) nel quale è riportata la riduzione del consumo energetico al m² raggiunto a seguito della realizzazione di differenti tipologie di interventi che possono includere involucro, impianti o installazione di impianti per la produzione di energia da fonte rinnovabile e dalle loro possibili combinazioni che possono essere state applicate nei vari progetti. Nel grafico si vede come con la realizzazione di interventi sull'impianto e sull'impianto in combinazione con involucro e le fonti rinnovabili, o anche solo con le FER si è ottenuto circa il 90% del risparmio complessivo.

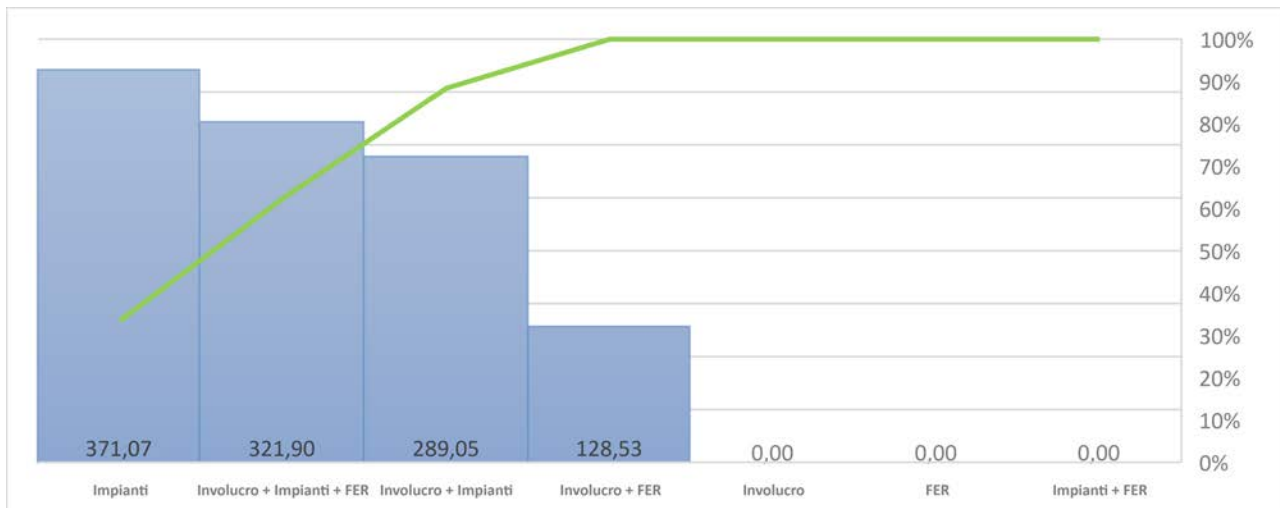


Grafico 66: Riduzione del consumo kWh/m²a ripartito sulla tipologia di interventi

Le emissioni dei gas climalteranti in atmosfera ante intervento erano quantificate in 1.459.256,43 kgCO₂/a, mentre quelle post sono **701.916,60 kgCO₂/a**, per una riduzione di **757.339,83 kgCO₂/a**, quindi quasi il 50%. Il dato medio delle emissioni rispetto alla superficie climatizzata era di 105,51 kgCO₂/m²a prima degli interventi di efficientamento e 50,75 kgCO₂/m²a, con una diminuzione di 54,76 kgCO₂/m²a.

Il *grafico 67* riporta il dato medio di riduzione delle emissioni di gas climalteranti in termini di kgCO₂/m²a in funzione della destinazione d'uso degli edifici.

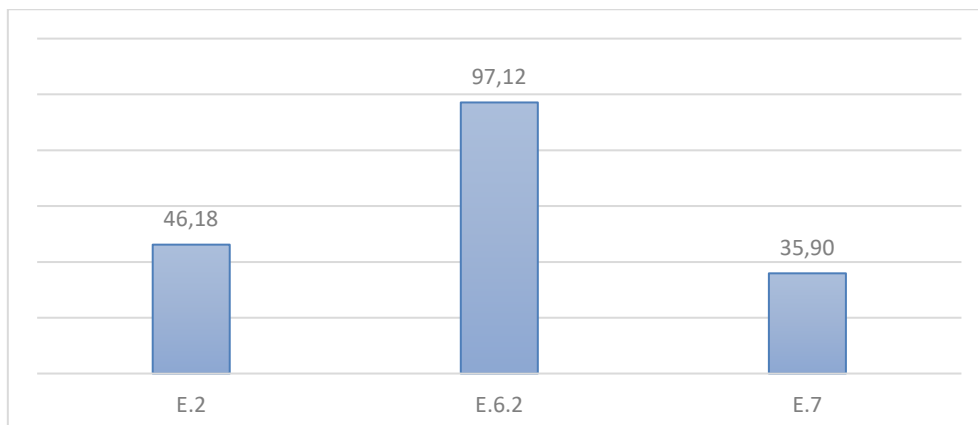


Grafico 67: Riduzione delle emissioni di kgCO₂/m²a in rapporto alla destinazione d'uso degli edifici

3.3.2 RAPPORTO COSTI-BENEFICI

La spesa complessiva dei lavori per l'efficientamento energetico degli edifici, comprensiva di IVA, è stata di 3.542.326,30 €, che significa un costo di 256,14 €/m², più elevato rispetto al bando pubblicato nel 2017.

Nel *grafico 68* sono riportati i costi degli interventi sempre comprensivi di IVA riferiti alle singole categorie d'uso degli edifici. L'investimento sulle scuole è circa il 61% del totale e il 29% sugli uffici.

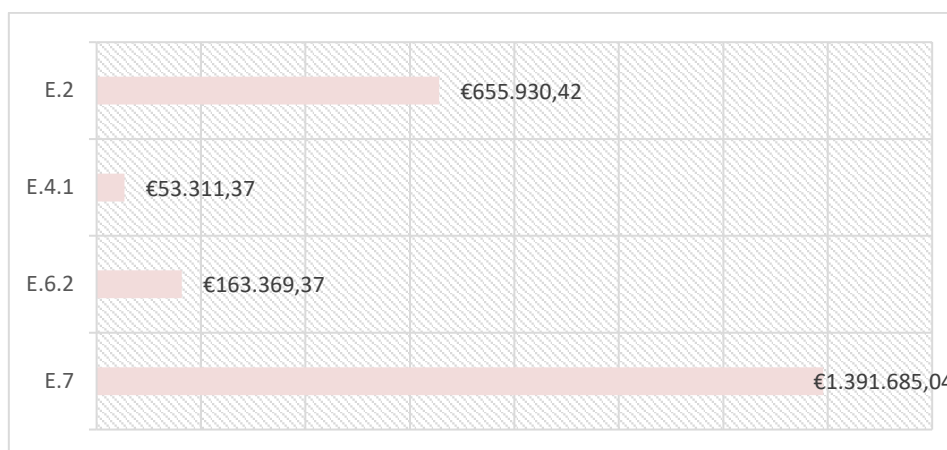


Grafico 68: Importi lavori comprensivi di IVA in rapporto alle destinazioni d'uso degli edifici

Considerando i dati relativi al costo degli interventi in rapporto alla superficie utile degli edifici interessati dai lavori di efficientamento energetico, si può vedere (*grafico 69*) come la spesa maggiore media sia riferibile ai fabbricati destinati ad attività sportive con 638,79 €/m². Il grafico mostra anche l'andamento dei risparmi energetici conseguiti al m² e si può leggere in linea generale, per tutte le categorie d'uso, il rapporto tra costo intervento e obiettivo raggiunto in termini di riduzione del consumo.

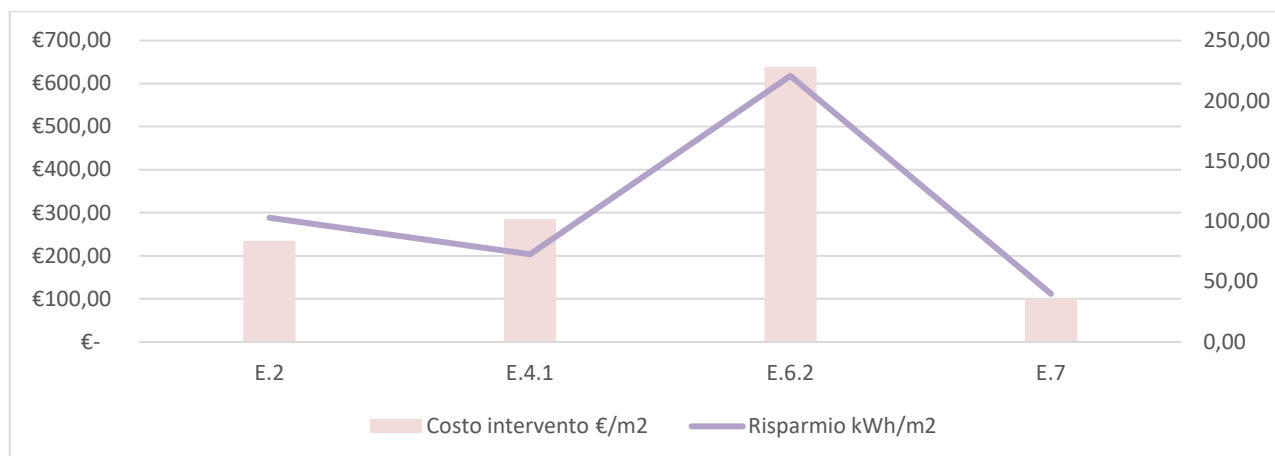


Grafico 69: Rapporto tra il costo intervento al m² e il risparmio energetico al m² suddiviso sulle categorie d'uso

Analizzando invece le tipologie di interventi è possibile verificare la quota parte dell'importo lavori suddiviso sulle categorie che prevedono l'efficientamento energetico dell'involucro, degli impianti o l'installazione di impianti per la produzione di energia da fonte rinnovabile (FER). Il 57% della spesa è stato investito per la riduzione delle trasmittanze termiche delle strutture edilizie opache e vetrate e il 43% per incrementare il grado di efficienza delle componenti tecnologiche dell'edificio. L'installazione di impianti per la produzione di energia da fonti rinnovabili, essendo stata realizzata in un solo edificio, ha una percentuale di spesa prossima allo zero.

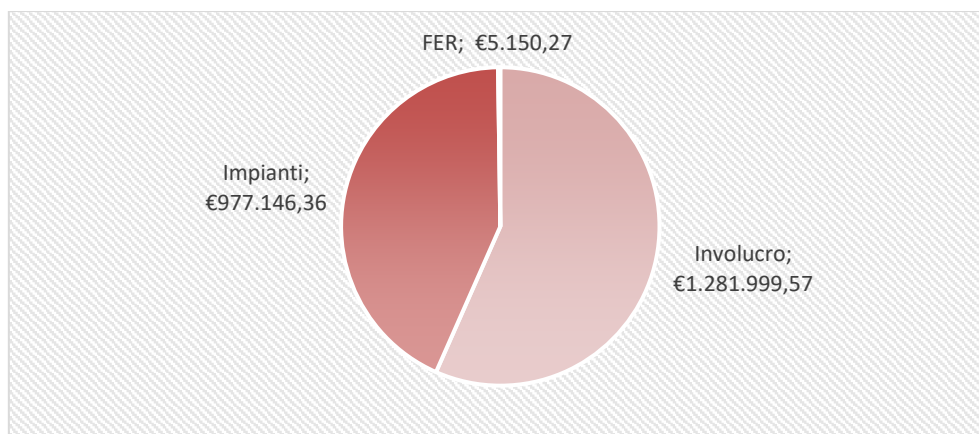


Grafico 70: Importi lavori in rapporto alle tipologie di interventi

Dal *grafico 71* si può invece valutare il rapporto tra il risparmio conseguito sul consumo in termini di kWh/m²a, rispetto al costo dello stesso intervento in termini di €/m², riferito alle singole tipologie di interventi raggruppate su tre categorie e rispetto alle eventuali possibili interazioni tra le stesse categorie. Il risparmio più elevato è quello relativo agli interventi combinati involucro-impianto e FER. In generale, per tutte le combinazioni di interventi ed anche nei casi di categorie singole si riscontrano comunque dei rapporti analoghi in termini di costo-beneficio.

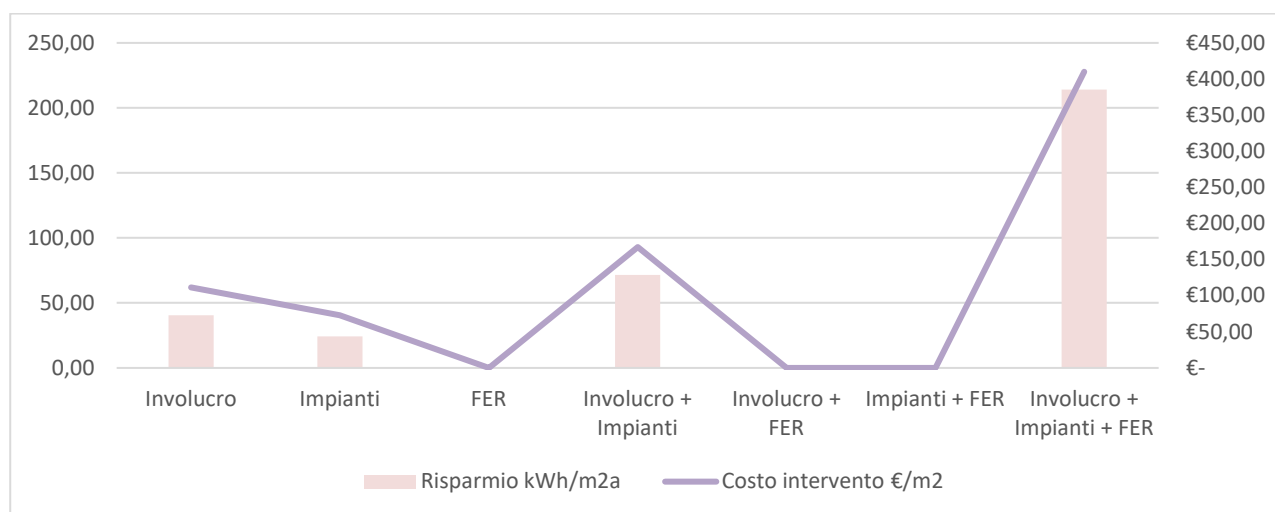


Grafico 71: Riduzione del consumo kWh/m²a e costo intervento €/m² in rapporto alla tipologia degli interventi

3.4 BANDO PER IL FINANZIAMENTO DI INTERVENTI DI EFFICIENTAMENTO ENERGETICO DEGLI EDIFICI PUBBLICI (EE_2020)

In questa parte si procederà all'analisi specifica dei risultati ottenuti in termini di miglioramento della prestazione energetica di questo specifico Bando, dove sono stati ammessi a contributo 9 progetti. I dati elaborati in questa sezione dello studio sono quelli dettagliati che sono stati forniti dalla Regione e non rappresentano i risultati attesi ma quelli conseguiti.

Si specifica che nei dati di dettaglio forniti dalla Regione relativi ai risultati del bando, è stata utilizzata la classificazione d'uso prevista dal DPR 412/93, pertanto tutte le valutazioni che saranno fatte in relazione alla destinazione d'uso degli edifici presentano una classificazione differente rispetto a quella utilizzata nell'analisi dei dati generali.

Di seguito sono elencate le destinazioni d'uso definite dal DPR 412/93, degli edifici oggetto di riqualificazione energetica che hanno ottenuto il contributo dal bando e sulla base delle quali saranno analizzati gli obiettivi raggiunti:

- E.2 – Uffici
- E.6.2 – Palestre e assimilabili
- E.7 – Scuole e assimilabili

Nella *tabella 9* sono stati raggruppati gli 8 edifici in base alla loro destinazione d'uso. Le scuole sono in tutto 4, come pure le strutture utilizzate per attività sportive, mentre per gli uffici è presente un solo fabbricato. Si segnala che quest'ultima struttura nei dati che sono stati elaborati nella parte precedente dello studio, che riguardava i risultati generali attesi su tutti i bandi dell'ASSE IV, risultava classificata come destinazione d'uso ad attività culturale.

Anche in questo caso i dati analizzati sono utili per la valutazione degli obiettivi conseguiti in termini di efficientamento energetico, ma ai fini statistici possono non risultare rappresentativi, prevalentemente sulla categoria E.2, a causa della presenza di dati riferiti ad un solo intervento, situazione analoga a quella vista nell'analisi dei risultati ottenuti con il Programma regionale per interventi di efficientamento energetico complementare il miglioramento sismico di edifici pubblici (prog_sism) che è stata effettuata nel precedente punto 3.3.

<i>Destinazione d'uso</i>	n.	DPR 412/93
<i>Uffici</i>	1	E.2
<i>Attività sportive</i>	4	E.6.2
<i>Scuole</i>	4	E.7

Tabella 9: Classificazione d'uso

La superficie utile climatizzata totale degli edifici riqualificati energeticamente attraverso il finanziamento del bando è di 13.829,88 m², mentre il volume lordo climatizzato complessivo è di 75.759,06 m³.

Nella successiva *tabella 10* sono stati indicati la superficie utile climatizzata e il volume lordo climatizzato degli edifici raggruppati per tipologia di destinazione d'uso.

	Superficie utile climatizzata m²	Volume interno climatizzato m³
<i>Uffici</i>	612,43	2.935,38
<i>Attività sportive</i>	4.157,75	31.200,14
<i>Scuole</i>	9.059,70	41.623,54

Tabella 10: Superfici e volumi degli edifici divisi per destinazione d'uso

Le scuole rappresentano circa il 66% della superficie e il 55% del volume, mentre le palestre e attività assimilate sono il 30% e il 41% rispettivamente della superficie e del volume totale. Per gli edifici che accolgono attività sportive si conferma un'incidenza superiore sul volume lordo climatizzato in quanto in genere il tipo di servizio che offrono richiede altezze interne superiori alle altre destinazioni d'uso.

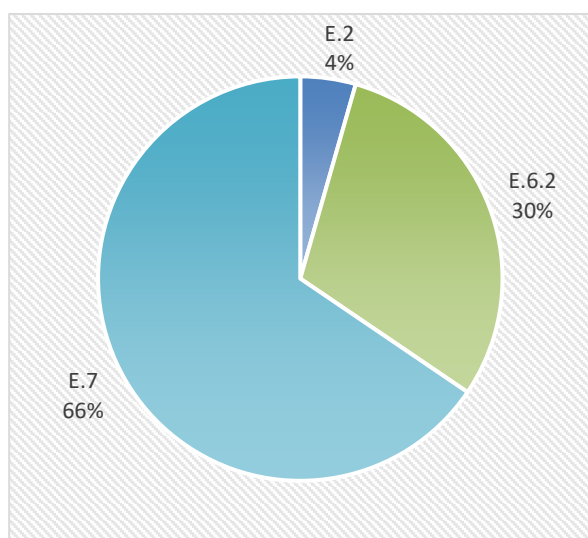


Grafico 72: Superficie degli edifici

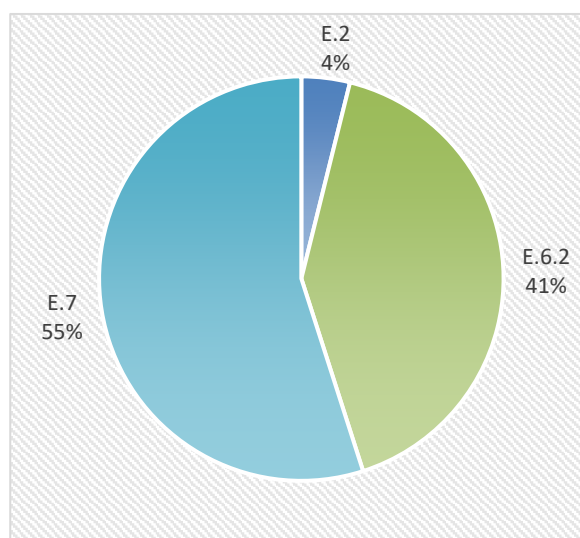


Grafico 73: Volume lordo climatizzato degli edifici

3.4.1 RISPARMIO ENERGETICO

Valutando complessivamente tutti gli edifici si ha che l'Indice di prestazione energetica EP_{gl,nren} ante intervento medio era di 477,60 kWh/m²a, con un consumo totale di 6.605.192,86 kWh/a mentre a seguito dei lavori di efficientamento energetico l'EP_{gl,nren} si è ridotto a **205,00kWh/m²a** e il consumo è passato a **2.835.088,41kWh/a**. Anche nel caso di questo bando, dunque, le misure di incentivazione attuate per promuovere la riduzione del fabbisogno energetico e delle emissioni i gas climalteranti sono state molto efficaci considerati i risultati conseguiti.

Dei fabbricati destinatari degli interventi che hanno ricevuto il contributo dal bando, uno è stato trasformato in edificio ad energia quasi zero.

Nel *grafico 74* sono analizzati gli indici EP_{gl,nren} ante e post intervento, suddivisi in base alla destinazione d'uso dei fabbricati. La riduzione più significativa si ha negli edifici che accolgono attività sportive dove il divario è di 499,30 kWh/m²a. L'ottimo risultato ottenuto dipende in parte dal tipo di interventi che sono state eseguiti su queste strutture che integrano la riqualificazione dell'involucro all'efficientamento delle componenti tecnologiche e non solo relative al sistema di generazione con la semplice sostituzione della caldaia a gas con altra sempre a gas; infatti in tre dei quattro edifici risulta essere stata effettuata la sostituzione del tradizionale impianto gas con generatori a pompa di calore e in uno di questi fabbricati è stata aggiunta la realizzazione di un impianto di ventilazione meccanica controllata.

Nelle altre categorie d'uso la decrescita dell'indice di prestazione energetica si attesta tra i 179 kWh/m²a e i 220 kWh/m²a.

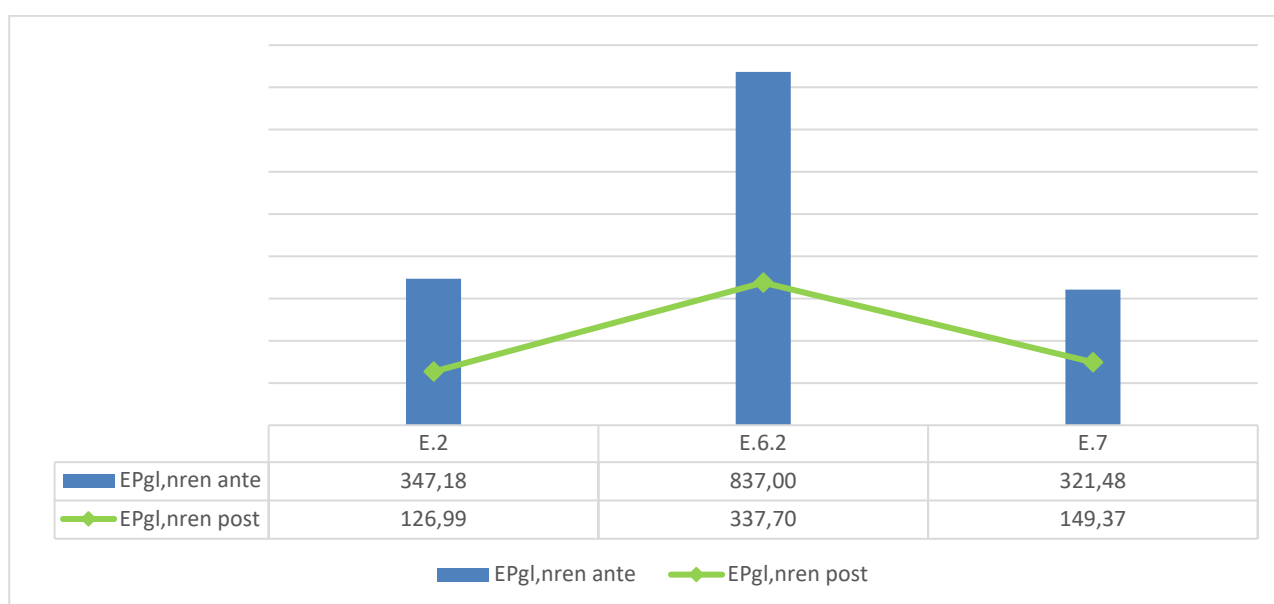


Grafico 74: Raffronto EP_{gl,nren} ANTE e POST intervento (kWh/m²a)

Valutando i consumi energetici degli edifici ante e post intervento, la riduzione complessiva è stata di 3.770.104,46 kWh/a e analizzando i dati sulle singole destinazioni d'uso (*grafico 75*), la decrescita maggiore in termini di effettivo consumo valutato globalmente sul kWh/a (non sono disponibili dati separati relativi ai vettori energetici) si ha, come già evidenziato nel precedente grafico, sulle palestre o attività assimilate per le quali il risparmio si attesta sui 2.075.948,36 kWh/a. Per le scuole e attività similari e gli uffici la diminuzione del consumo effettivo è di rispettivamente 1.559.305,13 kWh/a e di 134.850,96 kWh/a e in merito a quest'ultimo dato si ricorda che si tratta di un solo edificio.

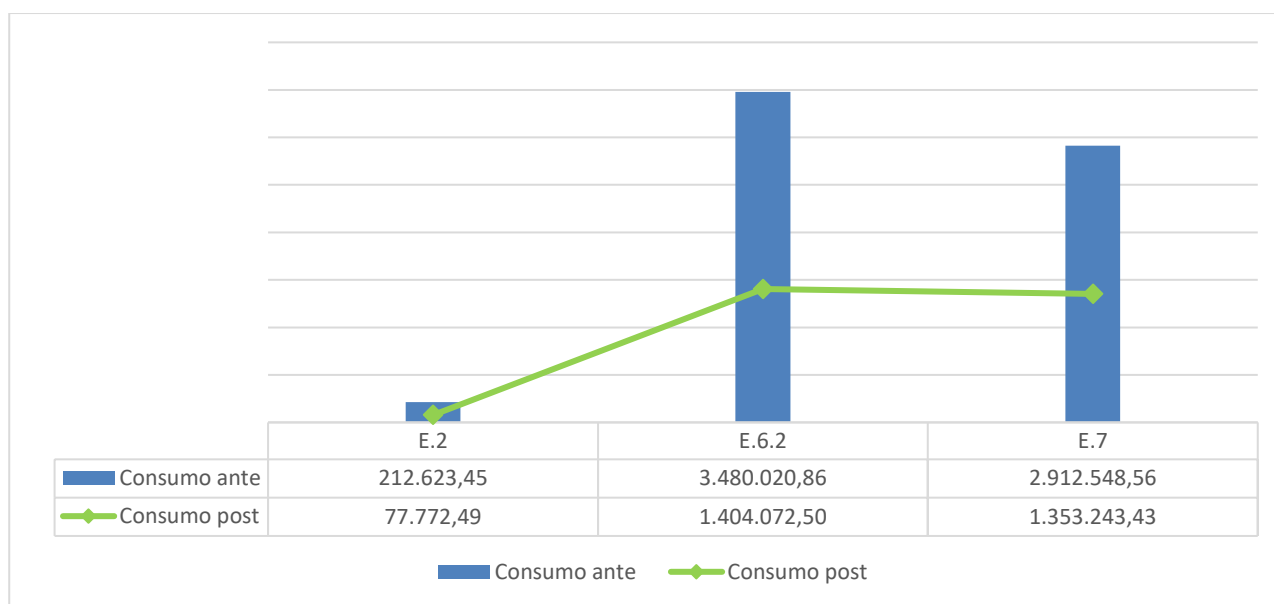


Grafico 75: Raffronto dei consumi energetici ANTE e POST intervento (kWh/a)

In relazione al consumo di energia rinnovabile, si registra un aumento dell'utilizzo di energia prodotta da FER e l'EPgl,ren post intervento passa dal dato di 17,15 kWh/m²a (181.701,97 kWh/a) a quello di **33,29 kWh/m²a (352.688,33 kWh/a)**. Contribuiscono in modo più sostanziale all'incremento dell'indice gli interventi nei quali sono stati impiegati generatori a pompa di calore per la climatizzazione e la produzione di acqua calda sanitaria, l'installazione di collettori solari per l'integrazione dell'energia termica e di pannelli fotovoltaici.

In particolare per gli impianti fotovoltaici sono stati installati nuovi pannelli per una potenza complessiva di **134,05 kWp** che, in rapporto alla superficie complessiva degli edifici sui quali sono stati installati, rappresenta un incremento di potenza di 1,56 Wp/m².

² Si segnala che i dati medi degli EPgl,ren e dei consumi di energia rinnovabile sono stati elaborati solo su 8 edifici.

Gli edifici siti in Comuni in zona climatica D sono 5, quelli in zona E sono 4 e la riduzione dell'indice di prestazione energetica rispetto alle zone è stata rispettivamente di 248,52 kWh/m²a e di 310,34 kWh/m²a. Dai dati della *Tabella 11*, si vede che in zona climatica E si ha una riduzione del consumo al m² superiore a quello che si ottiene nella zona D. Va considerato tuttavia che, al contrario di quanto avvenuto per i fabbricati in zona E, in zona D non sempre si è intervenuti con lavorazioni sulle componenti opache dell'involucro (copertura o pareti) e in un caso si è intervenuti solo sulla parte tecnologica.

	Consumo ANTE (kWh/a)	Consumo POST (kWh/a)	Superficie (m ²)	Consumo ANTE/m ² (kWh/m ² a)	Consumo POST/m ² (kWh/m ² a)
D	4.290.501,42	2.192.804,37	8.440,92	508,30	259,78
E	2.314.691,44	642.284,04	5.388,96	429,52	119,19

Tabella 11: Consumi ante e post intervento relativi alle zone climatiche D ed E

Le classi energetiche degli edifici ante intervento erano comprese tra la E e la G, mentre quelle post sono tra la classe A4 e la G. A parte un edificio che rimane classificato in classe G anche a seguito della realizzazione degli interventi (l'efficientamento energetico potrebbe aver riguardato solo una porzione dell'immobile), per tutti gli altri c'è almeno un salto di due classi nella valutazione della prestazione energetica post. Come già scritto, è stata effettuata la trasformazione di una costruzione in edificio ad energia quasi zero (destinazione d'uso palestra o assimilabili) che a seguito della riqualificazione energetica è passato alla classe A4 dalla precedente G. Anche per un altro fabbricato, questa volta una scuola, si registra un miglioramento di 8 classi (dalla G alla A3) a seguito dell'esecuzione dei lavori su involucro e impianti.

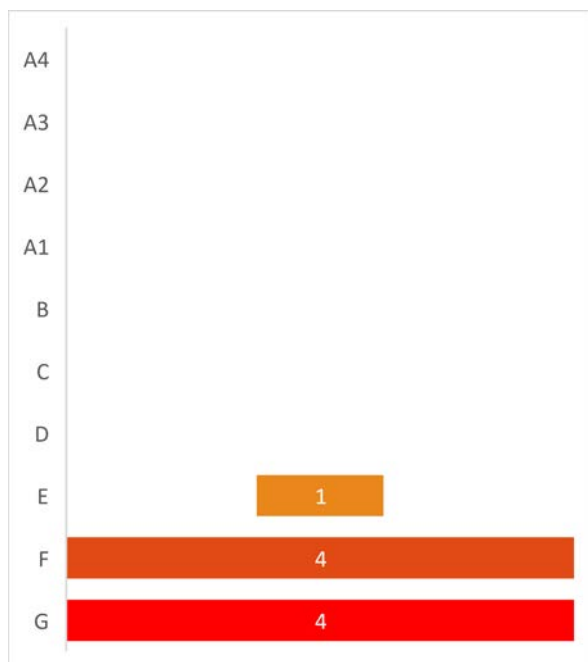


Grafico 76: Classi energetiche ante intervento

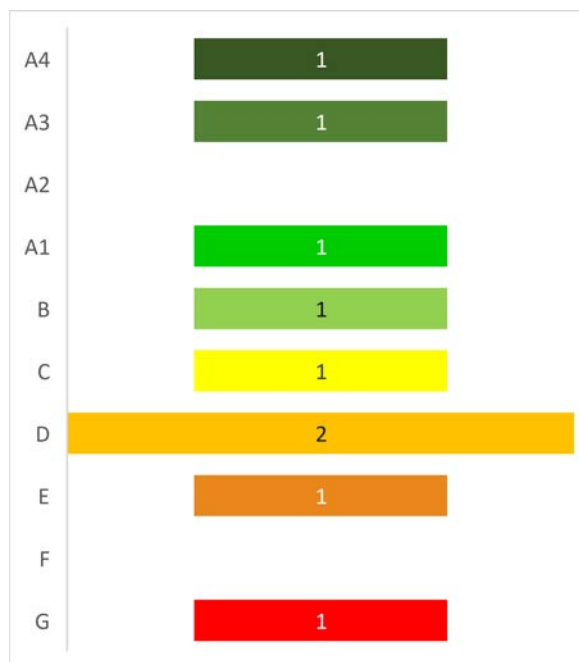


Grafico 77: Classi energetiche post intervento

L'ultima valutazione relativa ai dati conseguiti di riduzione del consumo energetico viene fatta nel successivo diagramma di Pareto (*grafico 78*) nel quale è riportata la riduzione del consumo energetico al m² raggiunto a seguito della realizzazione di differenti tipologie di interventi che possono includere involucro, impianti o installazione di impianti per la produzione di energia da fonte rinnovabile e dalle loro possibili combinazioni che possono essere state applicate nei vari progetti. I risparmi maggiori si ottengono con l'efficientamento energetico delle componenti tecnologiche combinati con le FER.

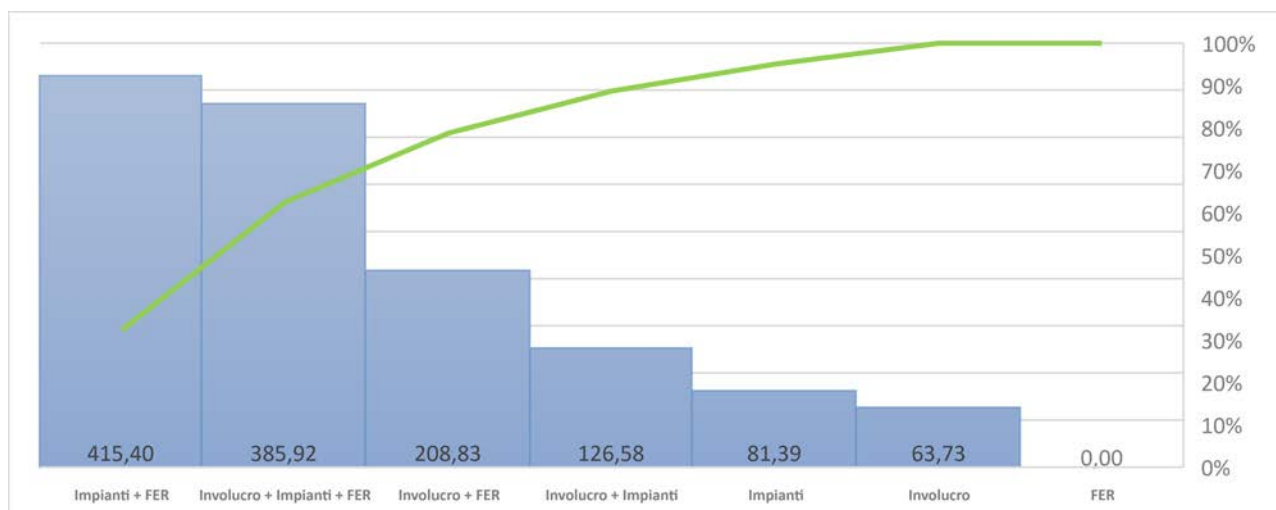


Grafico 78: Riduzione del consumo kWh/m²a ripartito sulla tipologia di interventi

Le emissioni dei gas climalteranti in atmosfera ante intervento erano 7.191.105,11 kgCO₂/a, mentre quelle post sono **4.249.935,24 kgCO₂/a**, per una riduzione di **2.941.169,88 kgCO₂/a**. Il dato medio delle emissioni era di 70,18 kgCO₂/m²a prima degli interventi di efficientamento e 41,48 kgCO₂/m²a, con una diminuzione di 28,70 kgCO₂/m²a.

Il *grafico 79* riporta il dato medio di riduzione delle emissioni di gas climalteranti in termini di kgCO₂/m²a, in funzione della destinazione d'uso degli edifici

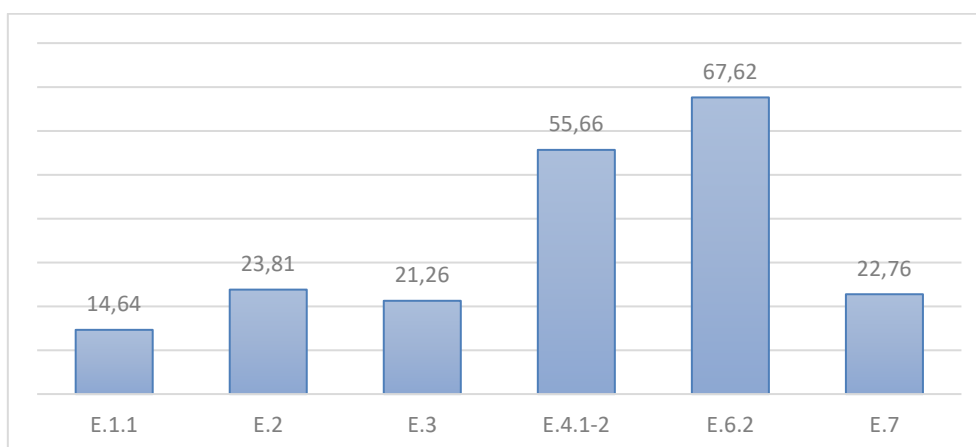


Grafico 79: Riduzione delle emissioni di kgCO₂/m²a in rapporto alla destinazione d'uso degli edifici

3.4.2 RAPPORTO COSTI-BENEFICI

La spesa complessiva dei lavori per l'efficientamento energetico degli edifici, comprensiva di IVA, è stata di 3.542.326,30 €, che significa un costo di 256,14 €/m², in linea con il bando del 2016.

Nel *grafico 80* sono riportati i costi degli interventi sempre comprensivi di IVA riferiti alle singole categorie d'uso degli edifici. La metà dell'investimento risulta sulle scuole, con circa il 50% del totale, mentre sulle palestre e similari la spesa è circa il 44%. L'importo lavori dell'edificio a destinazione d'uso uffici è il 6%.

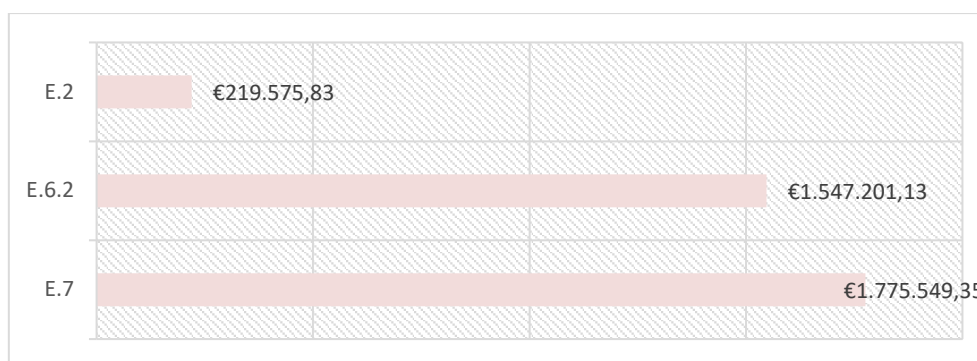


Grafico 80: Importi lavori comprensivi di IVA in rapporto alle destinazioni d'uso degli edifici

Considerando i dati relativi al costo degli interventi in rapporto alla superficie utile degli edifici interessati da lavori di efficientamento energetico, si può vedere (*grafico 81*) come per i fabbricati destinati ad attività sportive e ad uffici la spesa al m² di superficie climatizzata per l'efficientamento energetico sia simile e si attesta sui 360,00 – 370,00 €/m², mentre per le scuole il costo dell'intervento è stimato di 195,98 €/m². In rapporto ai costi, il grafico mostra anche l'andamento del risparmi energetici conseguiti al m² e per le strutture sportive si ha la più elevata massimizzazione del rapporto costi/benefici.

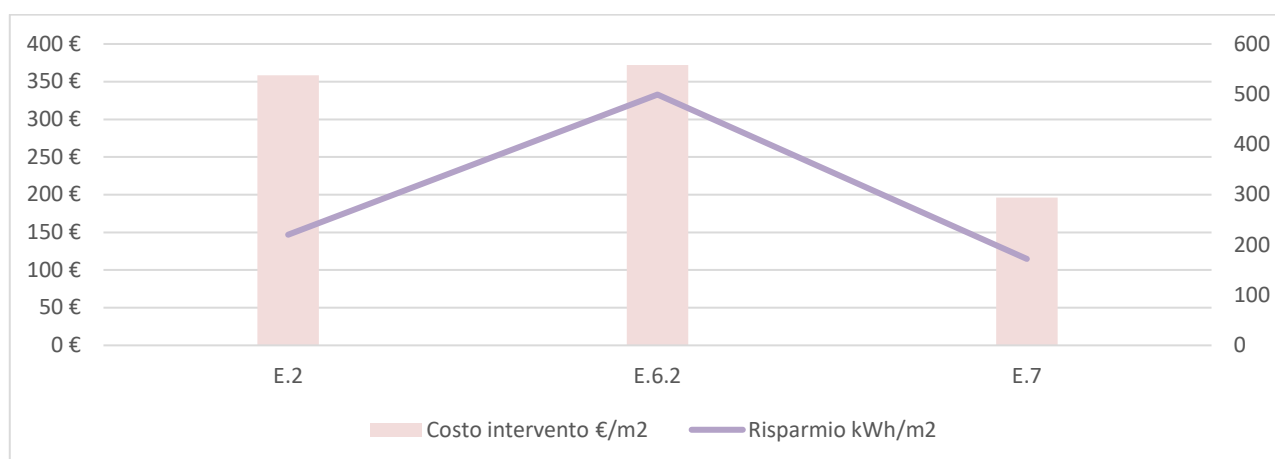


Grafico 81: Rapporto tra il costo intervento al m² e il risparmio energetico al m² suddiviso sulle categorie d'uso

Analizzando le tipologie di interventi è possibile verificare la quota parte dell'importo lavori suddiviso sulle categorie che prevedono l'efficientamento energetico dell'involucro, degli impianti o l'installazione di impianti per la produzione di energia da fonte rinnovabile (FER). Il 67% della spesa è stato investito per la riduzione delle trasmittanze termiche delle strutture edilizie opache e vetrate e il 29% per incrementare il grado di efficienza delle componenti tecnologiche dell'edificio. Il 4% è stato impiegato sull'incremento di produzione di energia da fonti rinnovabili.

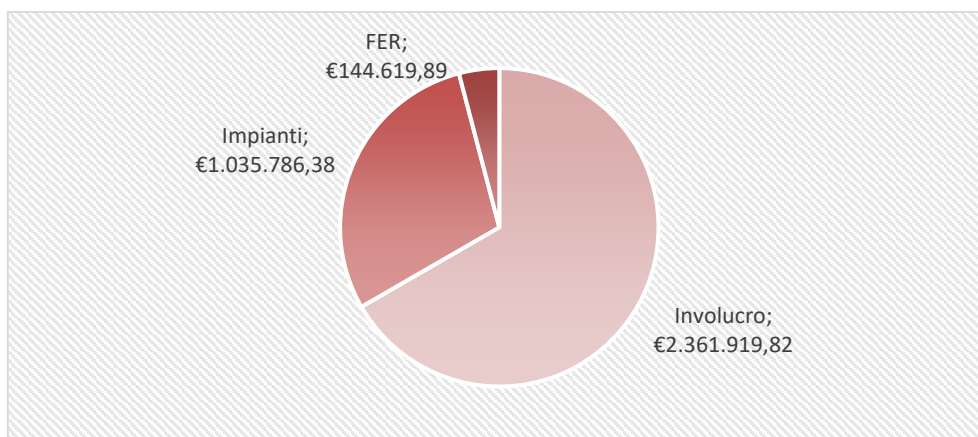


Grafico 82: Importi lavori in rapporto alle tipologie di interventi

Dal *grafico 83* si può invece valutare il rapporto tra il risparmio conseguito sul consumo in termini di kWh/m²a, rispetto al costo dello stesso intervento in termini di €/m², riferito alle singole tipologie di interventi e alle eventuali possibili interazioni tra gli stessi. Il risparmio più elevato è quello relativo agli interventi riguardanti solo le componenti tecnologiche, che hanno anche il miglior rapporto costi-benefici; a seguire l'intervento integrato di involucro, impianti e produzione da fonte energetica rinnovabile o solo di involucro e impianti, ai quali sono associati costi d'intervento superiori. Dei 9 progetti analizzati, solo in uno si è scelto di non intervenire sulla riqualificazione dell'involucro opaco e trasparente, mentre la sostituzione degli infissi è stata effettuata per tutti gli edifici tranne due. Sono 4 i nuovi impianti fotovoltaici installati e nessuno ha previsto la realizzazione di un impianto di solare termico. In termini di risparmio energetico, lavorazioni di coibentazione di pareti e/o solai o di sostituzione infissi hanno tempi di rientro dell'investimento superiori alle altre tipologie.

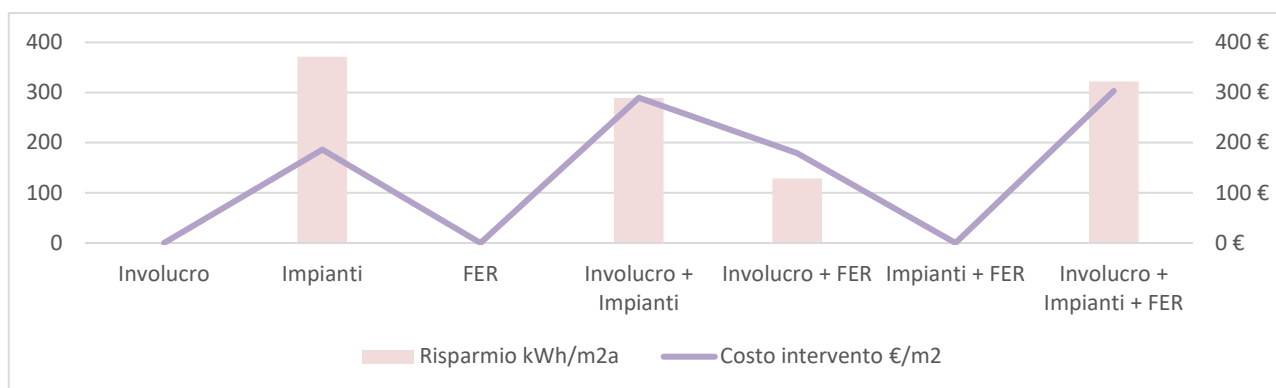


Grafico 83: Riduzione del consumo kWh/m²a e costo intervento €/m² in rapporto alla tipologia degli interventi

3.5 BANDO PER LA CONCESSIONE DI CONTRIBUTI A ENTI PUBBLICI PER LA REALIZZAZIONE DI DIAGNOSI E CERTIFICAZIONI ENERGETICHE SU EDIFICI PUBBLICI FINALIZZATE ALLA PROMOZIONE DI INTERVENTI DI EFFICIENTAMENTO ENERGETICO (D.D. 4924/2015)

Con il presente bando pubblicato nel 2015 la Regione aveva come prima finalità la destinazione di fondi a favore di enti pubblici per effettuare diagnosi energetiche al fine di valutare eventuali risparmi energetici derivanti dall'applicazione di soluzioni di efficientamento energetico e per individuare gli edifici pubblici dove fosse possibile intervenire con il migliore rapporto costi-benefici da includere nella programmazione di riqualificazione energetica del patrimonio edilizio esistente, anche attraverso l'erogazione di contributi concessi tramite la pubblicazione di successivi bandi.

I dati contenuti nella presente sezione sono stati estrapolati dal documento "Analisi dei risultati delle diagnosi energetiche finanziate con il bando di cui alla D. D. n. 4924/2015" redatto e reso disponibile dalla Regione.

Il bando complessivamente ha finanziato 262 diagnosi energetiche e la *tabella 12* mostra l'elenco dei beneficiari ai quali è stato concesso il contributo per la redazione.

BENEFICIARI	DIAGNOSI ENERGETICHE
Regione	3
ADISU	4
Aziende ospedaliere	8
Aziende sanitarie	4
Province	16
Comuni > 30.000 abitanti	54
Comuni 5.000÷30.000 abitanti	77
Comuni < 5.000 abitanti	96

Tabella 12: Elenco delle Diagnosi Energetiche redatte con la concessione del contributo Regionale

Il numero maggiore di Diagnosi energetiche eseguite riguarda gli edifici pubblici di piccoli Comuni con un numero di abitanti inferiore a 5.000, i quali hanno realizzato circa il 37% dell'intero gruppo di Diagnosi energetiche alle quali è stato concesso il contributo (*grafico 84*). Elevata anche la percentuale per i Comuni di piccole e medie dimensioni con abitanti compresi tra i 5.000 e i 30.000 (29%) ed è di poco inferiore la percentuale dei comuni con un numero di abitanti superiore a 30.000 (21%).

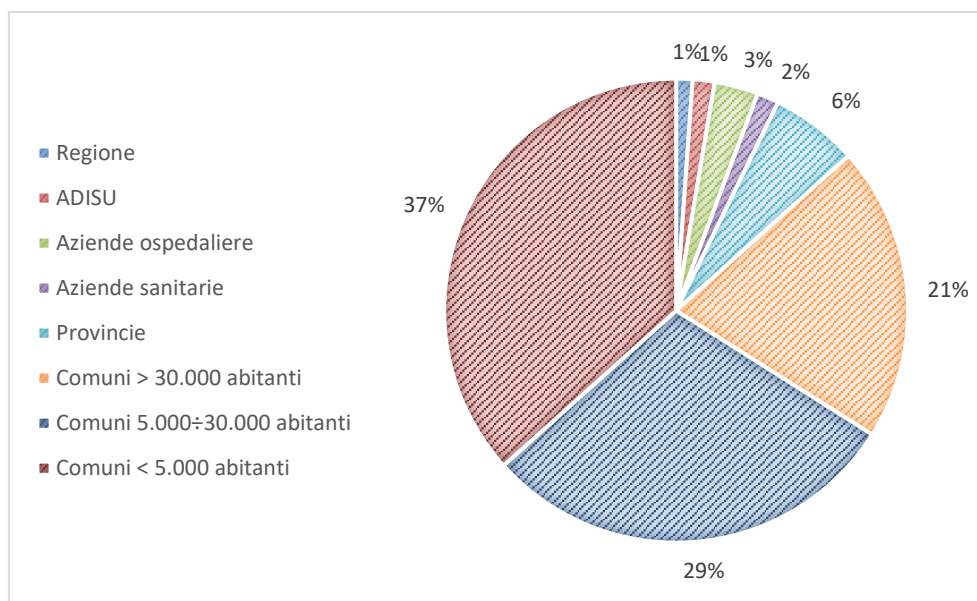


Grafico 84: Rapporto proporzionale tra il numero di Diagnosi energetiche e i beneficiari del contributo

Nel documento “Analisi dei risultati delle diagnosi energetiche finanziate con il bando di cui alla D. D. n. 4924/2015” è inoltre stata individuata una suddivisione sulla base della destinazione d'uso degli edifici sottoposti a Diagnosi energetica, analisi che viene riportata nella successiva *tabella 13*.

DESTINAZIONE D'USO	DIAGNOSI ENERGETICHE
Ospedali	14
Strutture sanitarie	4
Scuole	139
Municipi	39
Uffici	19
Strutture culturali	12
Palestre e strutture sportive	26
Altro	9

Tabella 13: Destinazione d'uso degli edifici oggetto di Diagnosi energetica

Le scuole rappresentano la categoria d'uso per la quale è stato eseguito il maggior numero di Diagnosi energetiche, oltre la metà degli edifici sono infatti strutture scolastiche, municipi ed uffici rappresentano invece cumulativamente il 22%, palestre e strutture sportive rappresentano il 15% del totale (*grafico 85*) e percentuali minori sono per le altre destinazioni d'uso.

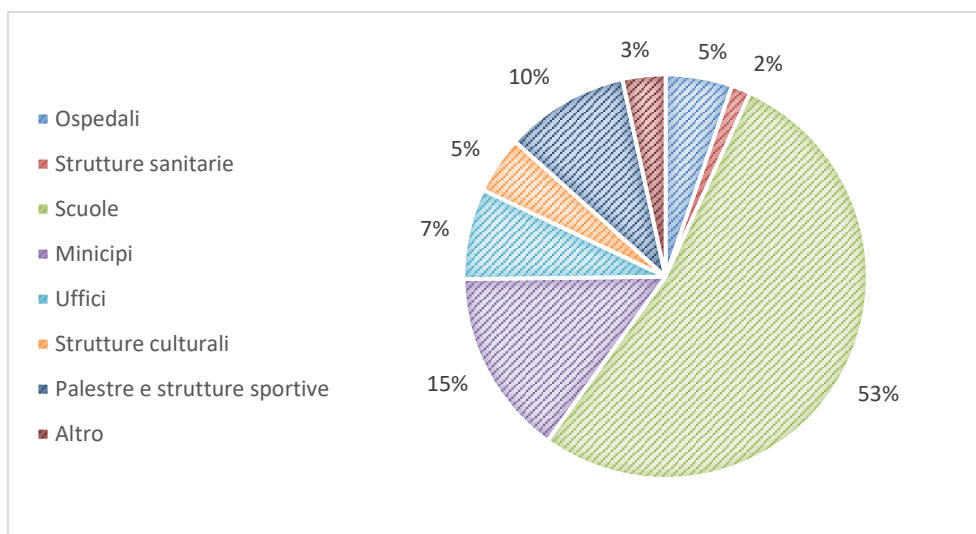


Grafico 85: Destinazione d'uso degli edifici per le quali è stata eseguita la Diagnosi energetica

Nel successivo grafico vengono invece messi a confronto il numero di edifici suddivisi per tipologia d'uso per i quali è stata eseguita una diagnosi energetica con i dati estrapolati dall'analisi dei bandi effettuata nelle precedenti sezioni dello studio, sul numero di edifici sui quali sono stati realizzati effettivamente degli interventi di efficientamento energetico sempre rapportati alla categoria di utilizzo. Come si può vedere dal *grafico 86*, le scuole sono sempre quelle che per le quali è stato realizzato il maggior numero di interventi, anche se il rapporto proporzionale rispetto alle altre destinazioni d'uso è sicuramente minore se si considerano gli interventi realizzati. Per il gruppo delle palestre e altre strutture sportive si verifica una quasi corrispondenza tra il numero di diagnosi effettuate e gli interventi realizzati. Si segnala che nella categoria "altro" degli edifici interessati da lavori di riqualificazione energetica sono stati inseriti gli alloggi di edilizia residenziale pubblica.

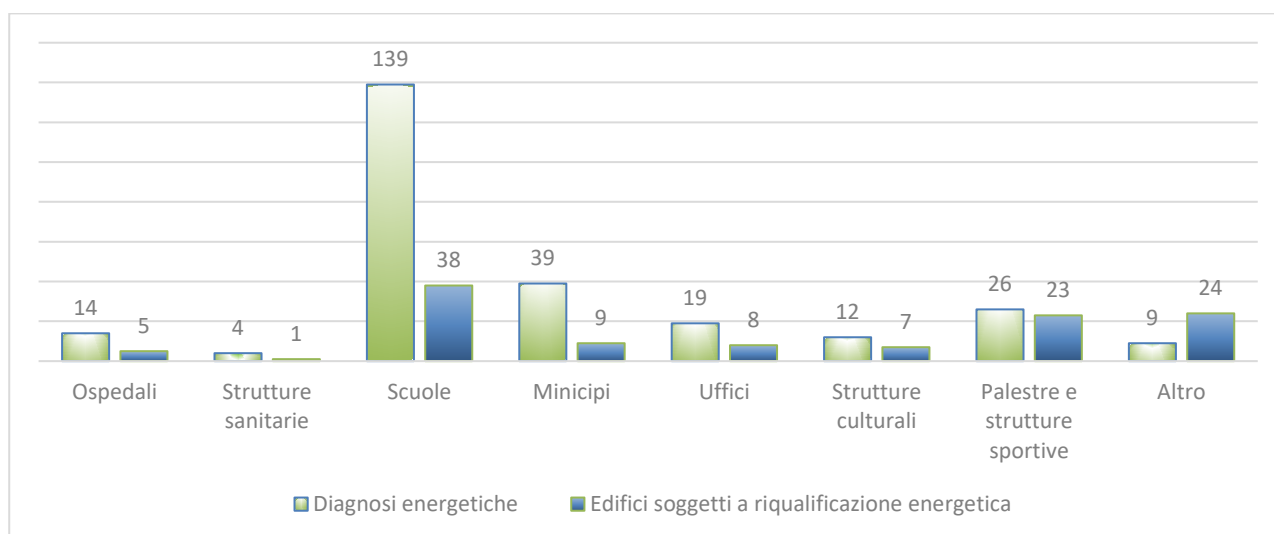


Grafico 86: Raffronto tra le Diagnosi energetiche realizzate e gli interventi di efficientamento energetico ai quali è stato concesso un contributo suddivisi per tipologie d'uso degli edifici

Nel *grafico 87* sono riportate le tipologie di interventi che erano state proposte dalle Diagnosi energetiche. Valutando i dati rispetto a quelle che poi sono state le effettive realizzazioni analizzate al punto 3.1.6 del presente studio, si può verificare come di fatto, pur mantenendosi sempre una prevalenza degli interventi realizzati per la riqualificazione dell'involucro edilizio, ricomprendendo sia l'isolamento delle strutture opache che la sostituzione degli infissi, la percentuale di interventi per le quali si scelto di realizzare l'efficientamento energetico delle componenti tecnologiche del sistema edificio-impianto è superiore rispetto a quella che è emersa dalle diagnosi energetiche analizzate. Sostanzialmente in linea con quelle che erano le previsioni delle diagnosi energetiche sembrano essere interventi che riguardano la sostituzione dei corpi illuminanti e l'installazione di fonti energetiche rinnovabili, anche se nel documento "Analisi dei risultati delle diagnosi energetiche finanziate con il bando di cui alla D. D. n. 4924/2015" a cui fa riferimento il *grafico 87* non sono stati presi in considerazione gli impianti fotovoltaici.

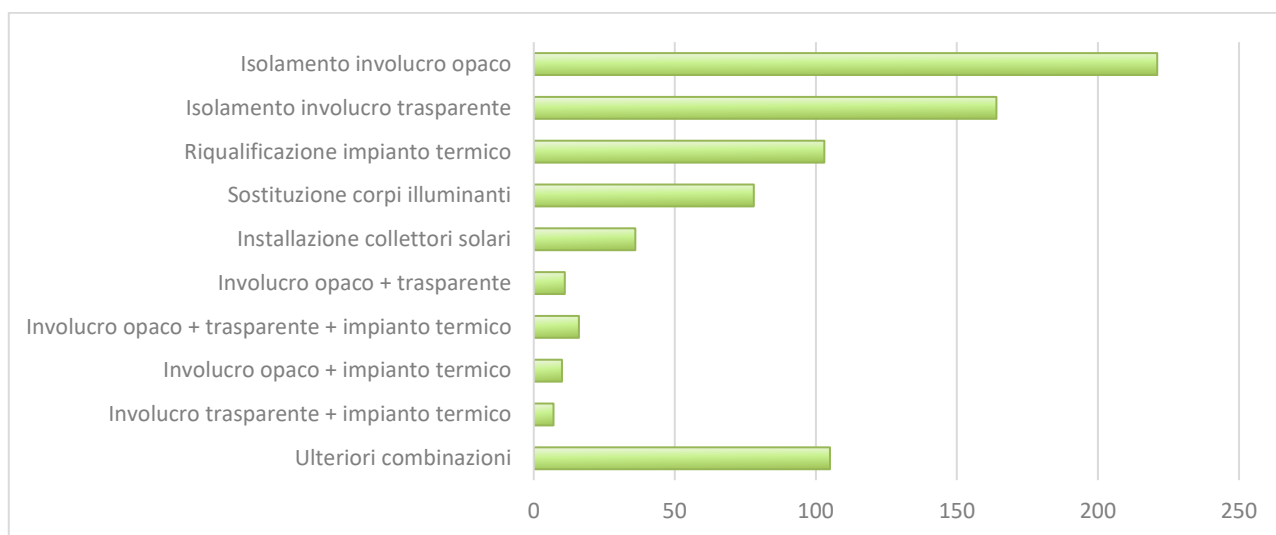


Grafico 87: Tipologie di interventi proposti dalla Diagnosi energetiche

Rispetto a tutte le Diagnosi energetiche realizzate con il contributo concesso dal bando rivolto agli Enti Pubblici, da un raffronto con i progetti di efficientamento energetico analizzati nel presente studio si è potuto constatare che sono stati 37 gli edifici sui quali a seguito dell'esecuzione della diagnosi energetica si è proceduto alla realizzazione di uno o tutti gli interventi proposti in diagnosi, richiedendo il contributo ad uno dei bandi finanziati attraverso il POR FESR 2014-2020.

Altri tre interventi sono stati realizzati partecipando a bandi pubblici per la concessione di contributi per interventi di efficientamento energetico finanziati nell'ambito dell'Accordo Stato-Regioni 15.10.2018, attraverso il quale sono stati erogati dalla Regione contributi per l'intero ammontare di 6.461.618,85 € da destinarsi sempre ad interventi per la riqualificazione del patrimonio edilizio esistente di proprietà o di uso pubblico.

4. ASSE VIII PREVENZIONE SISMICA E SOSTEGNO ALLA RIPRESA DEI TERRITORI COLPITI DAL TERREMOTO - AZIONE 8.3.1

Nell'asse VIII, in attuazione dell'Azione 8.3.1 che ha come finalità la promozione dell'eco efficienza e la riduzione dei consumi di energia primaria degli edifici e delle strutture pubbliche, è stato pubblicato un Bando per la concessione di contributi da concedersi per interventi di efficientamento energetico e/o di adeguamento e miglioramento sismico da realizzarsi su scuole.

Nell'ambito di questo Bando sono stati finanziati 18 interventi di riqualificazione energetica (sono stati concessi contributi a 20 interventi ma la Provincia di Perugia che aveva presentato tre progetti ha deciso di convogliare tutte le risorse erogate dal bando su un solo edificio).

La distribuzione sul territorio vede 14 progetti realizzati nella provincia di Perugia e 4 nella provincia di Terni e nel grafico 88 sono indicati i beneficiari ai quali è stato erogato in contributo. Per la maggior parte gli interventi sono stati realizzati in Comuni di medie dimensioni, con una popolazione superiore a 15.000 abitanti, in tutto 10, mentre nei Comuni più piccoli con meno di 15.000 i progetti sono stati 6.

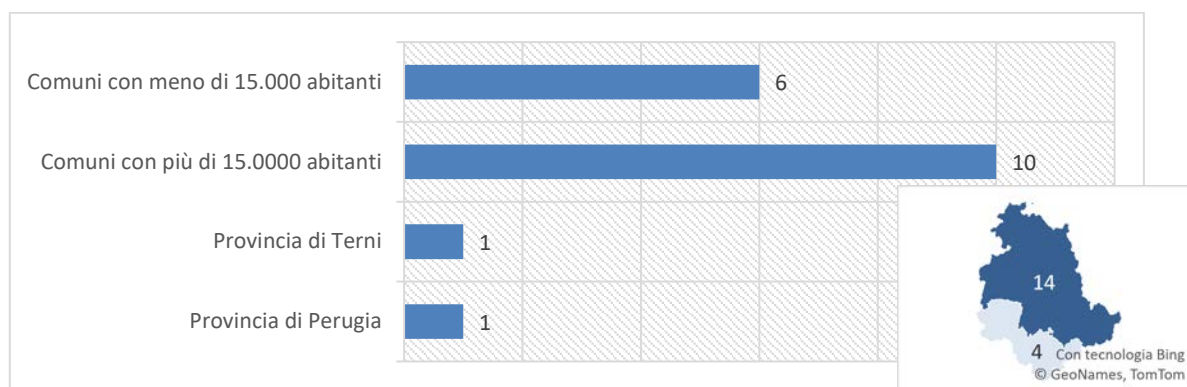


Grafico 88: Interventi ammessi a contributo

Il contributo totale erogato per finanziare gli interventi di efficientamento energetico degli edifici pubblici, in questo caso destinato solo alle scuole, è di 5.819.700,61 €.

L'entità del contributo erogato sostanzialmente rispecchia le proporzioni viste sul numero di progetti finanziati: l'importo maggiore è stato concesso ai comuni con più di 15.000 abitanti, con 3.245.396,20 € che rappresenta oltre la metà del totale, mentre ai comuni con meno di 15.000 abitanti sono stati erogati 1.841.583,41 €, che corrispondono al 32% dell'intero importo. Contributi minori e percentuali che si attestano tra il 4% e il 9% hanno le Province di Perugia e di Terni con un solo edificio oggetto di intervento.

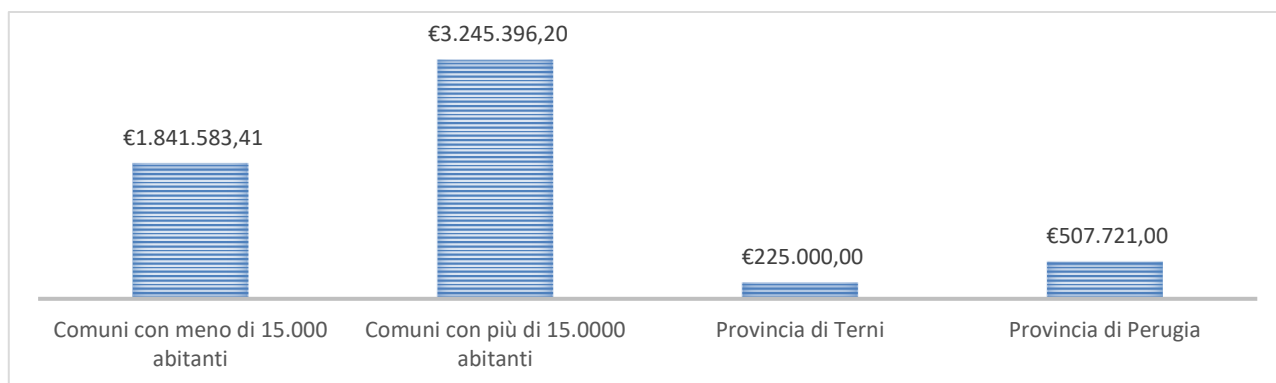


Grafico 89: Entità del contributo erogato

4.1 RISPARMIO ENERGETICO

Dei progetti realizzati e finanziati con i contributi del Bando, è stato possibile reperire la documentazione tecnica presso i beneficiari di solo 4 interventi e di seguito saranno mostrati i risultati conseguiti in termini di efficientamento energetico.

La superficie complessiva delle 4 scuole analizzate è di 7.561,32 m² mentre il volume lordo climatizzato è di 40.404,91 m³.³

Il fabbisogno di energia primaria ante intervento era di 2.063.962,48 kWh/a, mentre a seguito della realizzazione degli interventi il fabbisogno si è ridotto a 1.122.293,99 kWh/a, con un risparmio totale di 941.668,48 kWh/a. Il valore medio dell'EP_{gl,nren} post interventi è di 148,43 kWh/m²a.

Il risparmio sulle emissioni dei gas climalteranti è di 165.302,75 kg CO₂/a, in quanto ante intervento si aveva una complessiva emissione in atmosfera di 407.884,05 kg CO₂/a, mentre alla conclusione dei lavori di efficientamento energetico degli edifici erano di 242.581,30 kg CO₂/a.

Il successivo *grafico 90* mostra il rapporto ante e post intervento dell'EP_{gl,nren} e delle emissioni di CO₂ valutate rispetto alla superficie climatizzata degli edifici.

³ I dati dimensionali indicati sono stati estrapolati dagli Attestati di Prestazione energetica post intervento.

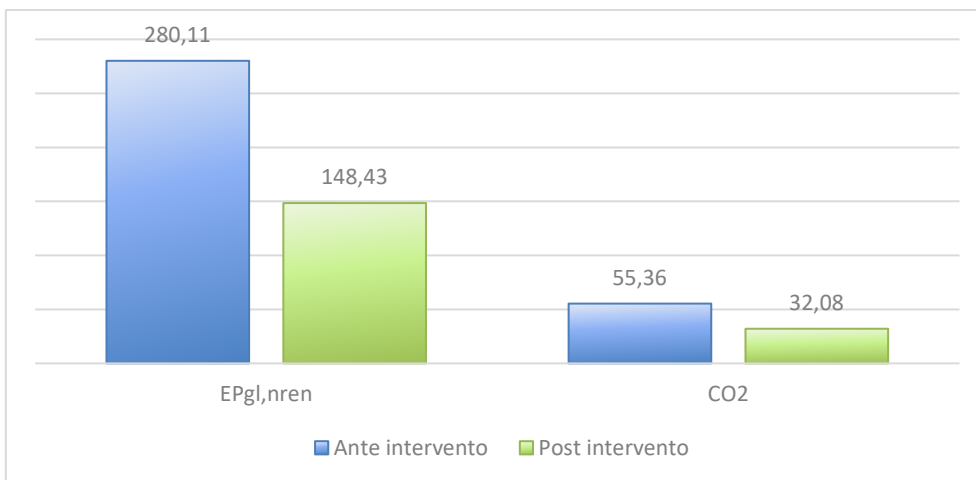


Grafico 90: EPgl,nren e emissioni di CO2/m2 ante e post interventi

I grafici 91 e 92 mostrano i passaggi di classe energetica a seguito dell'efficientamento energetico. In particolare l'edificio che dalla classe E raggiunge la classe A4 è stato classificato come nZEB a seguito di una riqualificazione complessiva che ha riguardato sia l'involucro che gli impianti, con la sostituzione delle caldaie a gas con pompe di calore per il riscaldamento e la produzione di ACS, compresa anche la sostituzione dei corpi illuminanti e l'installazione di un impianto fotovoltaico. Per gli altri edifici i passaggi di classe sono più ridotti, visti anche gli interventi più limitati (1 o 3 classi), ma comunque significativi per il miglioramento della prestazione energetica.



Grafico 91: Classi energetiche ante intervento



Grafico 92: Classi energetiche post intervento



Studio sui progetti di efficientamento energetico degli edifici pubblici finanziati con il POR FESR 2014-2020