

POLITECNICO DI TORINO

Corso di Laurea Magistrale in
Architettura per il Progetto Sostenibile

Tesi di Laurea Magistrale

Caratterizzazione del patrimonio edilizio esistente mediante gli attestati di prestazione energetica



Politecnico di Torino

Relatori:

Prof. Vincenzo Corrado

Prof.ssa Ilaria Ballarini

Candidato:

Viola Barberis

A.A. 2020-2021

INDICE

INTRODUZIONE	1
1. QUADRO LEGISLATIVO SULL'EFFICIENZA ENERGETICA DEGLI EDIFICI	2
1.1. Quadro legislativo europeo	3
1.1.1. La Direttiva 2002/91/CE - Energy Performance of Buildings Directive	3
1.1.2. Direttiva 2009/28/CE - Promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili	3
1.1.3. Direttiva 2010/31/UE - EPBD recast	4
1.1.4. Direttiva sull'efficienza energetica e modifiche	4
1.2. Quadro legislativo nazionale	5
1.2.1. Legge 373/1976 - Norme per il contenimento del consumo energetico	5
1.2.2. Legge 10/1991 e successive modifiche	5
1.2.3. Attuazione della Direttiva 2002/91/CE	7
1.2.4. Attuazione della Direttiva 2009/28/CE	9
1.2.5. Attuazione della Direttiva 2010/31/UE	9
1.3. Quadro legislativo della Regione Piemonte	10
1.3.1. L.R. 13/2007 - Rendimento energetico nell'edilizia	11
1.3.2. Delibere di applicazione della L.R. 13/2007	11
1.3.3. L.R. 3/2015 - Nuove disposizioni	13
1.3.4. Delibere di applicazione della L.R. 3/2015	13
1.4. L'Attestato di Prestazione Energetica	14
1.4.1. Differenze tra A.C.E. e A.P.E.	14
2. ANALISI DEGLI ATTESTATI DI PRESTAZIONE ENERGETICA E DEL DATABASE REGIONE PIEMONTE	15
2.1. Sezione dati generali	16
2.2. Sezione dati energetici	20
2.3. Sezione impianti	22
2.4. Sezione raccomandazioni	23
2.5. Sezione consumi	24
2.6. Dati tecnici aggiuntivi	25
2.7. Dati tecnici relativi all'edificio reale	26
2.8. Dati tecnici relativi all'edificio di riferimento	27
2.9. Dati relativi agli attestati di certificazione energetica	29
3. ELABORAZIONE DEI DATI	31
3.1. Suddivisione del database in sezioni	32
3.1.1. Provincia	32

3.1.2. Residenziale e non Residenziale.....	33
3.1.3. Oggetto dell'attestato	33
3.1.4. Periodo di rilascio	35
3.1.5. Zona climatica	36
3.2. Analisi dei dati generali	38
3.2.1. Destinazione d'uso	38
3.2.2. Epoca di costruzione.....	40
3.2.3. Motivazione di rilascio.....	42
3.2.4. Tipologia edilizia.....	44
3.2.5. Superficie disperdente.....	45
3.2.6. Volume lordo riscaldato.....	46
3.2.7. Superficie utile	48
3.3. Analisi dei dati energetici	50
3.3.1. Classe energetica.....	50
3.3.2. Fattore di forma	51
3.3.3. Prestazione energetica invernale.....	53
3.3.4. Prestazione energetica estiva	55
3.3.5. Servizi energetici presenti.....	57
3.3.6. Indice di prestazione energetica globale	59
3.3.7. Consumi di CO ₂	63
3.4. Analisi dei dati sugli impianti.....	64
3.4.1. Fonte energetica	64
3.5. Analisi dei dati sulle raccomandazioni.....	67
3.5.1. Tipo di intervento	67
3.5.2. EP _{gl,nren} e classe energetica del singolo intervento	69
4. ANALISI DI CORRELAZIONE DEI DATI	71
4.1. Parametri scelti per la correlazione e rimozione dei valori anomali	71
4.2. Dati generali	74
4.2.1. Tipologia edilizia - Epoca di costruzione	74
4.2.2. S/V - Epoca di costruzione	76
4.2.3. Motivazione di rilascio dell'attestato - Destinazione d'uso	78
4.3. Classe energetica	81
4.3.1. Classe energetica - Motivazione di rilascio dell'attestato	81
4.3.2. Classe energetica - Epoca di costruzione	83
4.3.3. Classe energetica - Destinazione d'uso	85
4.3.4. Classe energetica - Anno di rilascio dell'attestato	88

4.4. Indice di prestazione energetica globale non rinnovabile $EP_{gl, nren}$	90
4.4.1. $EP_{gl, nren}$: Motivazione di rilascio - Anno di rilascio	90
4.4.2. $EP_{gl, nren}$: Epoca di costruzione - Anno di rilascio	92
4.4.3. $EP_{gl, nren}$: Classe energetica - Destinazione d'uso	94
4.5. Indice di prestazione energetica globale rinnovabile $EP_{gl, ren}$	97
4.5.1. $EP_{gl, ren}$: Motivazione di rilascio - Anno di rilascio	97
4.5.2. $EP_{gl, ren}$: Epoca di costruzione - Anno di rilascio	99
4.5.3. $EP_{gl, ren}$: Classe energetica - Destinazione d'uso.....	101
4.6. Indice di prestazione termica utile per la climatizzazione invernale dell'edificio $EP_{H,nd}$	104
4.6.1. $EP_{H,nd}$: Motivazione di rilascio - Anno di rilascio.....	104
4.6.2. $EP_{H,nd}$: Epoca di costruzione - Anno di rilascio.....	106
4.6.3. $EP_{H,nd}$: Classe energetica - Destinazione d'uso	108
4.7. Consumi di CO_2	110
4.7.1. Consumi di CO_2 : Motivazione di rilascio - Anno di rilascio	110
4.7.2. Consumi di CO_2 : Epoca di costruzione - Anno di rilascio	112
4.7.3. Consumi di CO_2 : Classe energetica - Destinazione d'uso.....	114
4.8. Fonte energetica	117
4.8.1. Fonte energetica - Epoca di costruzione.....	117
4.8.2. Fonte energetica - Motivazione di rilascio.....	120
4.8.3. Potenza nominale: Fonte energetica rinnovabile - Anno di rilascio.....	123
4.8.4. Potenza nominale: Fonte energetica non rinnovabile - Anno di rilascio.....	125
4.9. Raccomandazioni	128
4.9.1. Tipologia di intervento - Epoca di costruzione.....	128
4.9.2. Tipologia di intervento - Classe energetica post intervento	130
4.9.3. $EP_{gl, nren}$ singolo intervento: Tipologia di intervento - Anno di rilascio	132
5. ANALISI DELLA PRESTAZIONE ENERGETICA	135
5.1. $EP_{gl, nren}$ rapportato alla superficie	135
5.1.1. $EP_{gl, nren}$ e superficie utile: Tipologia costruttiva - Anno di rilascio.....	135
5.1.2. $EP_{gl, nren}$ e superficie utile: Motivazione di rilascio - Anno di rilascio.....	138
5.1.3. $EP_{gl, nren}$ e superficie utile: Epoca di costruzione - Anno di rilascio.....	141
5.1.4. $EP_{gl, nren}$ e superficie utile: Destinazione d'uso - Anno di rilascio	144
5.1.5. $EP_{gl, nren}$ singolo intervento e superficie utile: Tipologia di intervento - Anno di rilascio	147
6. CONSIDERAZIONI FINALI SULLA CARATTERIZZAZIONE DEL PARCO EDILIZIO	149
7. CONCLUSIONI	154
8. BIBLIOGRAFIA	156

INDICE DEI GRAFICI

Grafico 1 - Percentuale di APE rilasciati in Piemonte dal 2015 al 2020 divisi per Province. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.....	32
Grafico 2 - Percentuale di APE rilasciati in Piemonte dal 2015 al 2020 divisi per destinazione d'uso residenziale e non residenziale. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.....	33
Grafico 3 - Numero di APE rilasciati in Piemonte dal 2015 al 2020 divisi per oggetto dell'attestato. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.....	34
Grafico 4 - Numero di ACE e APE rilasciati in Piemonte dal 2009 al 2020 divisi per anno di rilascio. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.....	35
Grafico 5 - Numero di APE del parco edilizio residenziale piemontese divisi per destinazione d'uso. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.....	38
Grafico 6 - Numero di APE del parco edilizio non residenziale piemontese divisi per destinazione d'uso. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.....	39
Grafico 7 - Numero di APE del parco edilizio residenziale piemontese divisi per epoca di costruzione. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.....	40
Grafico 8 - Numero di APE del parco edilizio non residenziale piemontese divisi per epoca di costruzione. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.....	41
Grafico 9 - Numero di APE del parco edilizio residenziale piemontese divisi per motivazione di rilascio. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.....	42
Grafico 10 - Numero di APE del parco edilizio non residenziale piemontese divisi per motivazione di rilascio. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.....	43
Grafico 11 - Numero di APE del parco edilizio residenziale piemontese divisi per tipologia edilizia. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.....	44
Grafico 12 - Numero di APE del parco edilizio non residenziale piemontese divisi per tipologia edilizia. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.....	44
Grafico 13 - Numero di APE del parco edilizio residenziale piemontese divisi per classi di superficie disperdente. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.....	45
Grafico 14 - Numero di APE del parco edilizio non residenziale piemontese divisi per classi di superficie disperdente. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.....	46
Grafico 15 - Numero di APE del parco edilizio residenziale piemontese divisi per classi di volume lordo riscaldato. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.....	47
Grafico 16 - Numero di APE del parco edilizio non residenziale piemontese divisi per classi di volume lordo riscaldato. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.....	47
Grafico 17 - Numero di APE del parco edilizio residenziale piemontese divisi per classi di superficie utile. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.....	48
Grafico 18 - Numero di APE del parco edilizio non residenziale piemontese divisi per classi di superficie utile. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.....	49
Grafico 19 - Numero di APE del parco edilizio residenziale piemontese divisi per classe energetica. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.....	50
Grafico 20 - Numero di APE del parco edilizio non residenziale piemontese divisi per classe energetica. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.....	51
Grafico 21 - Numero di APE del parco edilizio residenziale piemontese divisi per classi di S/V. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.....	52
Grafico 22 - Numero di APE del parco edilizio non residenziale piemontese divisi per classi di S/V. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.....	52

Grafico 23 - Numero di APE del parco edilizio residenziale piemontese divisi per classi di $EP_{H,nd}$. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.....	54
Grafico 24 - Numero di APE del parco edilizio non residenziale piemontese divisi per classi di $EP_{H,nd}$. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.....	54
Grafico 25 - Numero di APE del parco edilizio residenziale e non residenziale piemontese divisi per classi di Y_{IE} . Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.	55
Grafico 26 - Numero di APE del parco edilizio residenziale e non residenziale piemontese divisi per classi di $A_{sol,est}/A_{sup\ utile}$. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.	56
Grafico 27 - Numero di APE del parco edilizio residenziale piemontese divisi per servizi energetici presenti. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.	57
Grafico 28 - Numero di APE del parco edilizio non residenziale piemontese divisi per servizi energetici presenti. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.	58
Grafico 29 - Numero di APE del parco edilizio residenziale piemontese divisi per classi di $EP_{gl,ren}$. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.....	60
Grafico 30 - Numero di APE del parco edilizio non residenziale piemontese divisi per classi di $EP_{gl,ren}$. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.....	60
Grafico 31 - Numero di APE del parco edilizio residenziale piemontese divisi per classi di $EP_{gl,ren}$. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.....	61
Grafico 32 - Numero di APE del parco edilizio non residenziale piemontese divisi per classi di $EP_{gl,ren}$. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.....	62
Grafico 33 - Numero di APE del parco edilizio residenziale piemontese divisi per classi di consumi di CO_2 . Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.	63
Grafico 34 - Numero di APE del parco edilizio non residenziale piemontese divisi per classi di consumi di CO_2 . Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.	63
Grafico 35 - Numero di APE del parco edilizio residenziale piemontese divisi per fonte energetica. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.....	65
Grafico 36 - Numero di APE del parco edilizio non residenziale piemontese divisi per fonte energetica. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.	66
Grafico 37 - Numero di APE del parco edilizio residenziale piemontese divisi per tipologia di intervento. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.	68
Grafico 38 - Numero di APE del parco edilizio non residenziale piemontese divisi per tipologia di intervento. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.	68
Grafico 39 - Numero di APE del parco edilizio residenziale piemontese divisi per classe energetica post intervento. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.....	69
Grafico 40 - Numero di APE del parco edilizio non residenziale piemontese divisi per classe energetica post intervento. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.....	70
Grafico 41 - Tipologia edilizia del parco edilizio residenziale piemontese per epoca di costruzione. Percentuali riferite alla superficie utile di pavimento. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.....	74
Grafico 42 - Tipologia edilizia del parco edilizio non residenziale piemontese per epoca di costruzione. Percentuali riferite alla superficie utile di pavimento. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.....	75
Grafico 43 - Classi di S/V del parco edilizio residenziale piemontese per epoca di costruzione. Percentuali riferite alla superficie utile di pavimento. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.	76
Grafico 44 - Classi di S/V del parco edilizio non residenziale piemontese per epoca di costruzione. Percentuali riferite alla superficie utile di pavimento. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.....	77
Grafico 45 - Tipo di motivazione di rilascio degli attestati del parco edilizio residenziale piemontese per destinazione d'uso. Percentuali riferite alla superficie utile di pavimento. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.....	78

Grafico 46 - Tipo di motivazione di rilascio degli attestati del parco edilizio non residenziale piemontese per destinazione d'uso. Percentuali riferite alla superficie utile di pavimento. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.....	79
Grafico 47 - Distribuzione delle classi energetiche del parco edilizio residenziale piemontese per destinazione d'uso. Percentuali riferite alla superficie utile di pavimento. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.....	81
Grafico 48 - Distribuzione delle classi energetiche del parco edilizio non residenziale piemontese per destinazione d'uso. Percentuali riferite alla superficie utile di pavimento. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.....	82
Grafico 49 - Distribuzione delle classi energetiche del parco edilizio residenziale piemontese per epoca di costruzione. Percentuali riferite alla superficie utile di pavimento. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.....	83
Grafico 50 - Distribuzione delle classi energetiche del parco edilizio non residenziale piemontese per epoca di costruzione. Percentuali riferite alla superficie utile di pavimento. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.....	84
Grafico 51 - Distribuzione delle classi energetiche del parco edilizio residenziale piemontese per destinazione d'uso. Percentuali riferite alla superficie utile di pavimento. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.....	85
Grafico 52 - Distribuzione delle classi energetiche del parco edilizio non residenziale piemontese per destinazione d'uso. Percentuali riferite alla superficie utile di pavimento. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.....	86
Grafico 53 - Distribuzione delle classi energetiche del parco edilizio residenziale piemontese per anno di rilascio dell'attestato. Percentuali riferite alla superficie utile di pavimento. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.....	88
Grafico 54 - Distribuzione delle classi energetiche del parco edilizio non residenziale piemontese per anno di rilascio dell'attestato. Percentuali riferite alla superficie utile di pavimento. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.....	89
Grafico 55 - Distribuzione della media di $EP_{gl,nren}$ pesata sulla superficie di pavimento per motivazione di rilascio e anno di rilascio del settore residenziale. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.	90
Grafico 56 - Distribuzione della media di $EP_{gl,nren}$ pesata sulla superficie di pavimento per motivazione di rilascio e anno di rilascio del settore non residenziale. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.	91
Grafico 57 - Distribuzione della media di $EP_{gl,nren}$ pesata sulla superficie di pavimento per epoca di costruzione e anno di rilascio del settore residenziale. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.	92
Grafico 58 - Distribuzione della media di $EP_{gl,nren}$ pesata sulla superficie di pavimento per epoca di costruzione e anno di rilascio del settore non residenziale. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte. ..	93
Grafico 59 - Distribuzione della media di $EP_{gl,nren}$ pesata sulla superficie di pavimento per classe energetica e destinazione d'uso del settore residenziale. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.	94
Grafico 60 - Distribuzione della media di $EP_{gl,nren}$ pesata sulla superficie di pavimento per classe energetica e destinazione d'uso del settore non residenziale. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.	95
Grafico 61 - Distribuzione della media di $EP_{gl,ren}$ pesata sulla superficie di pavimento per motivazione di rilascio e anno di rilascio del settore residenziale. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.	97
Grafico 62 - Distribuzione della media di $EP_{gl,ren}$ pesata sulla superficie di pavimento per motivazione di rilascio e anno di rilascio del settore non residenziale. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.	98
Grafico 63 - Distribuzione della media di $EP_{gl,ren}$ pesata sulla superficie di pavimento per epoca di costruzione e anno di rilascio del settore residenziale. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.	99
Grafico 64 - Distribuzione della media di $EP_{gl,ren}$ pesata sulla superficie di pavimento per epoca di costruzione e anno di rilascio del settore non residenziale. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.	100
Grafico 65 - Distribuzione della media di $EP_{gl,ren}$ pesata sulla superficie di pavimento per classe energetica e destinazione d'uso del settore residenziale. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.	101

Grafico 66 - Distribuzione della media di $EP_{gl,ren}$ pesata sulla superficie di pavimento per classe energetica e destinazione d'uso del settore non residenziale. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.	102
Grafico 67 - Distribuzione della media di $EP_{H,nd}$ pesata sulla superficie di pavimento per motivazione di rilascio e anno di rilascio del settore residenziale. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.	104
Grafico 68 - Distribuzione della media di $EP_{H,nd}$ pesata sulla superficie di pavimento per motivazione di rilascio e anno di rilascio del settore non residenziale. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.	105
Grafico 69 - Distribuzione della media di $EP_{H,nd}$ pesata sulla superficie di pavimento per epoca di costruzione e anno di rilascio del settore residenziale. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.	106
Grafico 70 - Distribuzione della media di $EP_{H,nd}$ pesata sulla superficie di pavimento per epoca di costruzione e anno di rilascio del settore non residenziale. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.	107
Grafico 71 - Distribuzione della media di $EP_{H,nd}$ pesata sulla superficie di pavimento per classe energetica e destinazione d'uso del settore residenziale. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.	108
Grafico 72 - Distribuzione della media di $EP_{H,nd}$ pesata sulla superficie di pavimento per classe energetica e destinazione d'uso del settore non residenziale. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.	109
Grafico 73 - Distribuzione della media di consumi di CO_2 pesata sulla superficie di pavimento per motivazione di rilascio e anno di rilascio del settore residenziale. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.	110
Grafico 74 - Distribuzione della media di consumi di CO_2 pesata sulla superficie di pavimento per motivazione di rilascio e anno di rilascio del settore non residenziale. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.	111
Grafico 75 - Distribuzione della media di consumi di CO_2 pesata sulla superficie di pavimento per epoca di costruzione e anno di rilascio del settore residenziale. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.	112
Grafico 76 - Distribuzione della media di consumi di CO_2 pesata sulla superficie di pavimento per epoca di costruzione e anno di rilascio del settore non residenziale. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.	113
Grafico 77 - Distribuzione della media di consumi di CO_2 pesata sulla superficie di pavimento per classe energetica e destinazione d'uso del settore residenziale. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.	114
Grafico 78 - Distribuzione della media di consumi di CO_2 pesata sulla superficie di pavimento per classe energetica e destinazione d'uso del settore non residenziale. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.	115
Grafico 79 - Tipo di vettore energetico impiegato negli impianti di riscaldamento del parco edilizio residenziale piemontese per epoca di costruzione. Percentuali riferite alla superficie utile di pavimento. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.	117
Grafico 80 - Tipo di vettore energetico impiegato negli impianti di riscaldamento del parco edilizio non residenziale piemontese per epoca di costruzione. Percentuali riferite alla superficie utile di pavimento. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.	118
Grafico 81 - Tipo di motivazione di rilascio degli attestati del parco edilizio residenziale piemontese per vettore energetico impiegato negli impianti di riscaldamento. Percentuali riferite alla superficie utile di pavimento. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.	120
Grafico 82 - Tipo di motivazione di rilascio degli attestati del parco edilizio non residenziale piemontese per vettore energetico impiegato negli impianti di riscaldamento. Percentuali riferite alla superficie utile di pavimento. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.	121
Grafico 83 - Distribuzione della media della potenza nominale dei vettori energetici rinnovabili impiegati negli impianti di riscaldamento del patrimonio edilizio residenziale pesata sulla superficie di pavimento per motivazione di rilascio e anno di rilascio. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.	123
Grafico 84 - Distribuzione della media della potenza nominale dei vettori energetici rinnovabili impiegati negli impianti di riscaldamento del patrimonio edilizio non residenziale pesata sulla superficie di pavimento per motivazione di rilascio e anno di rilascio. Fonte: Elaborazione Database Dati Piemonte.	124

Grafico 85 - Distribuzione della media della potenza nominale dei vettori energetici impiegati negli impianti di riscaldamento del patrimonio edilizio residenziale pesata sulla superficie di pavimento per motivazione di rilascio e anno di rilascio. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.	125
Grafico 86 - Distribuzione della media della potenza nominale dei vettori energetici impiegati negli impianti di riscaldamento del patrimonio edilizio non residenziale pesata sulla superficie di pavimento per motivazione di rilascio e anno di rilascio. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.	126
Grafico 87 - Tipologia di intervento del parco edilizio residenziale piemontese per epoca di costruzione. Percentuali riferite alla superficie utile di pavimento. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.....	128
Grafico 88 - Tipologia di intervento del parco edilizio non residenziale piemontese per epoca di costruzione. Percentuali riferite alla superficie utile di pavimento. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.....	129
Grafico 89 - Distribuzione delle classi energetiche del parco edilizio residenziale piemontese per tipologia di intervento. Percentuali riferite alla superficie utile di pavimento. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.....	130
Grafico 90 - Distribuzione delle classi energetiche del parco edilizio non residenziale piemontese per tipologia di intervento. Percentuali riferite alla superficie utile di pavimento. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.....	131
Grafico 91 - Distribuzione della media di $EP_{gl,nren}$ del singolo intervento pesata sulla superficie di pavimento per tipologia d'intervento e anno di rilascio del settore residenziale. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.....	132
Grafico 92 - Distribuzione della media di $EP_{gl,nren}$ del singolo intervento pesata sulla superficie di pavimento per tipologia d'intervento e anno di rilascio del settore non residenziale. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.....	133
Grafico 93 - Relazione tra l'indice di prestazione energetica non rinnovabile $EP_{gl,nren}$ nel periodo di rilascio 2015-2020 pesato sulla superficie di pavimento e la superficie stessa del parco edilizio residenziale per tipologia costruttiva. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.	135
Grafico 94 - Relazione tra l'indice di prestazione energetica non rinnovabile $EP_{gl,nren}$ nel periodo di rilascio 2015-2020 pesato sulla superficie di pavimento e la superficie stessa del parco edilizio non residenziale per tipologia costruttiva. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.	137
Grafico 95 - Relazione tra l'indice di prestazione energetica non rinnovabile $EP_{gl,nren}$ nel periodo di rilascio 2015-2020 pesato sulla superficie di pavimento e la superficie stessa del parco edilizio residenziale per motivazione di rilascio. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.	138
Grafico 96 - Relazione tra l'indice di prestazione energetica non rinnovabile $EP_{gl,nren}$ nel periodo di rilascio 2015-2020 pesato sulla superficie di pavimento e la superficie stessa del parco edilizio non residenziale per motivazione di rilascio. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.	140
Grafico 97 - Relazione tra l'indice di prestazione energetica non rinnovabile $EP_{gl,nren}$ nel periodo di rilascio 2015-2020 pesato sulla superficie di pavimento e la superficie stessa del parco edilizio residenziale per anno di costruzione. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.....	141
Grafico 98 - Relazione tra l'indice di prestazione energetica non rinnovabile $EP_{gl,nren}$ nel periodo di rilascio 2015-2020 pesato sulla superficie di pavimento e la superficie stessa del parco edilizio non residenziale per anno di costruzione. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.....	142
Grafico 99 - Relazione tra l'indice di prestazione energetica non rinnovabile $EP_{gl,nren}$ nel periodo di rilascio 2015-2020 pesato sulla superficie di pavimento e la superficie stessa del parco edilizio residenziale per destinazione d'uso. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.	144
Grafico 100 - Relazione tra l'indice di prestazione energetica non rinnovabile $EP_{gl,nren}$ nel periodo di rilascio 2015-2020 pesato sulla superficie di pavimento e la superficie stessa del parco edilizio non residenziale per destinazione d'uso. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.	145
Grafico 101 - Relazione tra l'indice di prestazione energetica non rinnovabile $EP_{gl,nren}$ nel periodo di rilascio 2015-2020 pesato sulla superficie di pavimento e la superficie stessa del parco edilizio residenziale per tipologia di intervento. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.....	147

Grafico 102 - Relazione tra l'indice di prestazione energetica non rinnovabile $EP_{gl,nren}$ nel periodo di rilascio 2015-2020 pesato sulla superficie di pavimento e la superficie stessa del parco edilizio non residenziale per tipologia di intervento. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.....148

INDICE DELLE TABELLE

Tabella 1 - Numero e percentuale di APE relativi ai dati generali presenti nei differenti database. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.....	19
Tabella 2 - Numero e percentuale di APE presenti nel database "Sezione dati energetici". Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.....	22
Tabella 3 - Numero e percentuale di APE presenti nel database "Sezione dati impianti". Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.....	23
Tabella 4 - Numero e percentuale di APE presenti nel database "Sezione raccomandazioni". Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.....	24
Tabella 5- Numero e percentuale di APE presenti nel database "Sezione consumi". Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.....	24
Tabella 6 - Numero e percentuale di APE presenti nel database "Dati tecnici aggiuntivi". Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.....	25
Tabella 7 - Numero e percentuale di APE presenti nel database "Dati tecnici relativi all'edificio reale". Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.....	27
Tabella 8 - Numero e percentuale di APE presenti nel database "Dati tecnici relativi all'edificio di riferimento". Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.....	28
Tabella 9 - Numero e percentuale di ACE presenti nel database "Attestati di certificazione energetica visione d'insieme". Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.....	30
Tabella 10 - Numero e percentuale di APE rilasciati in Piemonte dal 2015 al 2020 divisi per Province. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.....	32
Tabella 11 - Numero e percentuale di APE rilasciati in Piemonte dal 2015 al 2020 divisi per destinazione d'uso residenziale e non residenziale. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.	33
Tabella 12 - Numero di APE rilasciati in Piemonte dal 2015 al 2020 divisi per oggetto dell'attestato. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.....	34
Tabella 13 - Percentuale di APE rilasciati in Piemonte dal 2015 al 2020 divisi per oggetto dell'attestato. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.	35
Tabella 14 - Numero e percentuale di ACE e APE rilasciati in Piemonte dal 2009 al 2020 divisi per anno di rilascio. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.	36
Tabella 15 - Suddivisione nelle zone climatiche e durata del periodo di riscaldamento. Fonte: DPR 412/93[8].	37
Tabella 16 - Numero e percentuale di APE del parco edilizio residenziale piemontese divisi per destinazione d'uso. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.....	38
Tabella 17 - Numero e percentuale di APE del parco edilizio non residenziale piemontese divisi per destinazione d'uso. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.	40
Tabella 18 - Numero e percentuale di APE del parco edilizio residenziale e non residenziale piemontese divisi per epoca di costruzione. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.	41
Tabella 19 - Numero e percentuale di APE del parco edilizio residenziale e non residenziale piemontese divisi per motivazione di rilascio. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.....	43
Tabella 20 - Numero e percentuale di APE del parco edilizio residenziale e non residenziale piemontese divisi per tipologia edilizia. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.	45

Tabella 21 - Numero e percentuale di APE del parco edilizio residenziale e non residenziale piemontese divisi per classi di superficie disperdente. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.....	46
Tabella 22 - Numero e percentuale di APE del parco edilizio residenziale e non residenziale piemontese divisi per classi di volume lordo riscaldato. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.....	47
Tabella 23 - Numero e percentuale di APE del parco edilizio residenziale e non residenziale piemontese divisi per classi di superficie utile. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.....	49
Tabella 24 - Numero e percentuale di APE del parco edilizio residenziale e non residenziale piemontese divisi per classe energetica. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.....	51
Tabella 25 - Numero e percentuale di APE parco edilizio residenziale e non residenziale piemontese divisi per classi di S/V. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.....	53
Tabella 26 - Numero e percentuale di APE del parco edilizio residenziale e non residenziale piemontese divisi per classi di $EP_{H,nd}$. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.....	54
Tabella 27 - Variazione dei valori medi dell'indice di prestazione energetica per il riscaldamento dell'edificio $EP_{H,nd}$ nel periodo 2015-2020 del parco edilizio residenziale e non residenziale piemontese. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.....	55
Tabella 28 - Numero e percentuale di APE del parco edilizio residenziale e non residenziale piemontese divisi per classi di Y_{IE} . Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.....	56
Tabella 29 - Numero e percentuale di APE del parco edilizio residenziale e non residenziale piemontese divisi per classi di $A_{sol,est}/A_{sup\ utile}$. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.....	57
Tabella 30 - Numero di APE del parco edilizio residenziale e non residenziale piemontese divisi per servizi energetici presenti. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.....	58
Tabella 31 - Percentuale di APE del parco edilizio residenziale e non residenziale piemontese divisi per servizi energetici presenti. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.....	58
Tabella 32 - Numero di APE del parco edilizio residenziale e non residenziale piemontese divisi per classi di $EP_{gl,nren}$. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.....	61
Tabella 33 - Variazione dei valori medi dell'indice di prestazione energetica non rinnovabile $EP_{gl,nren}$ nel periodo 2015-2020 del parco edilizio residenziale e non residenziale piemontese. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.....	61
Tabella 34 - Numero e percentuale di APE del parco edilizio residenziale e non residenziale piemontese divisi per classi di $EP_{gl,ren}$. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.....	62
Tabella 35 - Variazione dei valori medi dell'indice di prestazione energetica rinnovabile $EP_{gl,ren}$ nel periodo 2015-2020 del parco edilizio residenziale e non residenziale piemontese. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.....	62
Tabella 36 - Numero e percentuale di APE del parco edilizio residenziale e non residenziale piemontese divisi per classi di consumi di CO_2 . Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.....	64
Tabella 37 - Variazione dei valori medi dei consumi di CO_2 nel periodo 2015-2020 del parco edilizio residenziale e non residenziale piemontese. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.....	64
Tabella 38 - Numero e percentuale di APE del parco edilizio residenziale e non residenziale piemontese divisi per fonte energetica. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.....	66
Tabella 39 - Numero e percentuale di APE del parco edilizio residenziale e non residenziale piemontese divisi per tipologia di intervento. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.....	68
Tabella 40 - Numero e percentuale di APE del parco edilizio non residenziale piemontese divisi per classe energetica post intervento. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.....	70
Tabella 41 - Sommatoria relativa alla superficie utile di pavimento complessiva del parco edilizio residenziale e non residenziale delle diverse sezioni del database Regione Piemonte. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.....	73
Tabella 42 - Media statistica relativa alla superficie utile di pavimento complessiva del parco edilizio residenziale e non residenziale delle diverse sezioni del database Regione Piemonte. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.....	73

Tabella 43 - Tipologia edilizia del parco edilizio residenziale piemontese per epoca di costruzione. Percentuali riferite alla superficie utile di pavimento. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.....	74
Tabella 44 - Tipologia edilizia del parco edilizio non residenziale piemontese per epoca di costruzione. Percentuali riferite alla superficie utile di pavimento. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.....	76
Tabella 45 - Classi di S/V del parco edilizio residenziale piemontese per epoca di costruzione. Percentuali riferite alla superficie utile di pavimento. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.	76
Tabella 46 - Classi di S/V del parco edilizio non residenziale piemontese per epoca di costruzione. Percentuali riferite alla superficie utile di pavimento. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.....	78
Tabella 47 - Tipo di motivazione di rilascio degli attestati del parco edilizio residenziale piemontese per destinazione d'uso. Percentuali riferite alla superficie utile di pavimento. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.....	78
Tabella 48 - Tipo di motivazione di rilascio degli attestati del parco edilizio non residenziale piemontese per destinazione d'uso. Percentuali riferite alla superficie utile di pavimento. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.....	80
Tabella 49 - Distribuzione delle classi energetiche del parco edilizio residenziale piemontese per destinazione d'uso. Percentuali riferite alla superficie utile di pavimento. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.....	81
Tabella 50 - Distribuzione delle classi energetiche del parco edilizio non residenziale piemontese per destinazione d'uso. Percentuali riferite alla superficie utile di pavimento. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.....	82
Tabella 51 - Distribuzione delle classi energetiche del parco edilizio residenziale piemontese per epoca di costruzione. Percentuali riferite alla superficie utile di pavimento. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.....	84
Tabella 52 - Distribuzione delle classi energetiche del parco edilizio non residenziale piemontese per epoca di costruzione. Percentuali riferite alla superficie utile di pavimento. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.....	84
Tabella 53 - Distribuzione delle classi energetiche del parco edilizio residenziale piemontese per destinazione d'uso. Percentuali riferite alla superficie utile di pavimento. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.....	86
Tabella 54 - Distribuzione delle classi energetiche del parco edilizio non residenziale piemontese per destinazione d'uso. Percentuali riferite alla superficie utile di pavimento. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.....	87
Tabella 55 - Distribuzione delle classi energetiche del parco edilizio residenziale piemontese per anno di rilascio dell'attestato. Percentuali riferite alla superficie utile di pavimento. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.....	88
Tabella 56 - Distribuzione delle classi energetiche del parco edilizio residenziale piemontese per anno di rilascio dell'attestato. Percentuali riferite alla superficie utile di pavimento. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.....	89
Tabella 57 - Distribuzione della media di $EP_{gl,nren}$ pesata sulla superficie di pavimento per motivazione di rilascio e anno di rilascio del settore residenziale. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.	90
Tabella 58 - Distribuzione della media di $EP_{gl,nren}$ pesata sulla superficie di pavimento per motivazione di rilascio e anno di rilascio del settore non residenziale. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.	91
Tabella 59 - Distribuzione dei valori medi di $EP_{gl,nren}$ per anno di costruzione e anno di rilascio del settore residenziale, suddiviso in "intero edificio" e "unità immobiliare". Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.....	92
Tabella 60 - Distribuzione della media di $EP_{gl,nren}$ pesata sulla superficie di pavimento per epoca di costruzione e anno di rilascio del settore non residenziale. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte. ...	93
Tabella 61 - Distribuzione della media di $EP_{gl,nren}$ pesata sulla superficie di pavimento per classe energetica e destinazione d'uso del settore residenziale. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.....	94

Tabella 62 - Distribuzione della media di $EP_{gl,nren}$ pesata sulla superficie di pavimento per classe energetica e destinazione d'uso del settore non residenziale. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.	96
Tabella 63 - Distribuzione della media di $EP_{gl,ren}$ pesata sulla superficie di pavimento per motivazione di rilascio e anno di rilascio del settore residenziale. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.	97
Tabella 64 - Distribuzione della media di $EP_{gl,ren}$ pesata sulla superficie di pavimento per motivazione di rilascio e anno di rilascio del settore non residenziale. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.	98
Tabella 65 - Distribuzione della media di $EP_{gl,ren}$ pesata sulla superficie di pavimento per epoca di costruzione e anno di rilascio del settore residenziale. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.	99
Tabella 66 - Distribuzione della media di $EP_{gl,ren}$ pesata sulla superficie di pavimento per epoca di costruzione e anno di rilascio del settore non residenziale. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.	100
Tabella 67 - Distribuzione della media di $EP_{gl,ren}$ pesata sulla superficie di pavimento per classe energetica e destinazione d'uso del settore residenziale. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.	101
Tabella 68 - Distribuzione della media di $EP_{gl,ren}$ pesata sulla superficie di pavimento per classe energetica e destinazione d'uso del settore non residenziale. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.	103
Tabella 69 - Distribuzione della media di $EP_{H,nd}$ pesata sulla superficie di pavimento per motivazione di rilascio e anno di rilascio del settore residenziale. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.	104
Tabella 70 - Distribuzione della media di $EP_{H,nd}$ pesata sulla superficie di pavimento per motivazione di rilascio e anno di rilascio del settore non residenziale. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.	105
Tabella 71 - Distribuzione della media di $EP_{H,nd}$ pesata sulla superficie di pavimento per epoca di costruzione e anno di rilascio del settore residenziale. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.	106
Tabella 72 - Distribuzione della media di $EP_{H,nd}$ pesata sulla superficie di pavimento per epoca di costruzione e anno di rilascio del settore non residenziale. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.	107
Tabella 73 - Distribuzione della media di $EP_{H,nd}$ pesata sulla superficie di pavimento per classe energetica e destinazione d'uso del settore residenziale. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.	108
Tabella 74 - Distribuzione della media di $EP_{H,nd}$ pesata sulla superficie di pavimento per classe energetica e destinazione d'uso del settore non residenziale. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.	110
Tabella 75 - Distribuzione della media di consumi di CO_2 pesata sulla superficie di pavimento per motivazione di rilascio e anno di rilascio del settore residenziale. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.	111
Tabella 76 - Distribuzione della media di consumi di CO_2 pesata sulla superficie di pavimento per motivazione di rilascio e anno di rilascio del settore non residenziale. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.	112
Tabella 77 - Distribuzione della media di consumi di CO_2 pesata sulla superficie di pavimento per epoca di costruzione e anno di rilascio del settore residenziale. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.	113
Tabella 78 - Distribuzione della media di consumi di CO_2 pesata sulla superficie di pavimento per epoca di costruzione e anno di rilascio del settore non residenziale. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.	114
Tabella 79 - Distribuzione della media di consumi di CO_2 pesata sulla superficie di pavimento per classe energetica e destinazione d'uso del settore residenziale. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.	115
Tabella 80 - Distribuzione della media di consumi di CO_2 pesata sulla superficie di pavimento per classe energetica e destinazione d'uso del settore non residenziale. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.	116
Tabella 81 - Tipo di vettore energetico impiegato negli impianti di riscaldamento del parco edilizio residenziale piemontese per epoca di costruzione. Percentuali riferite alla superficie utile di pavimento. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.	117
Tabella 82 - Tipo di vettore energetico impiegato negli impianti di riscaldamento del parco edilizio non residenziale piemontese per epoca di costruzione. Percentuali riferite alla superficie utile di pavimento. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.	119

Tabella 83 - Tipo di motivazione di rilascio degli attestati del parco edilizio residenziale piemontese per vettore energetico impiegato negli impianti di riscaldamento. Percentuali riferite alla superficie utile di pavimento. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.	120
Tabella 84 - Tipo di motivazione di rilascio degli attestati del parco edilizio residenziale piemontese per vettore energetico impiegato negli impianti di riscaldamento. Percentuali riferite alla superficie utile di pavimento. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.	122
Tabella 85 - Distribuzione della media della potenza nominale dei vettori energetici rinnovabili impiegati negli impianti di riscaldamento del patrimonio edilizio residenziale pesata sulla superficie di pavimento per motivazione di rilascio e anno di rilascio. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.	123
Tabella 86 - Distribuzione della media della potenza nominale dei vettori energetici rinnovabili impiegati negli impianti di riscaldamento del patrimonio edilizio non residenziale pesata sulla superficie di pavimento per motivazione di rilascio e anno di rilascio. Fonte: Elaborazione Database Dati Piemonte.	124
Tabella 87 - Distribuzione della media della potenza nominale dei vettori energetici impiegati negli impianti di riscaldamento del patrimonio edilizio residenziale pesata sulla superficie di pavimento per motivazione di rilascio e anno di rilascio. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.	125
Tabella 88 - Distribuzione della media della potenza nominale dei vettori energetici impiegati negli impianti di riscaldamento del patrimonio edilizio non residenziale pesata sulla superficie di pavimento per motivazione di rilascio e anno di rilascio. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.	126
Tabella 89 - Tipologia di intervento del parco edilizio residenziale piemontese per epoca di costruzione. Percentuali riferite alla superficie utile di pavimento. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.....	128
Tabella 90 - Tipologia di intervento del parco edilizio non residenziale piemontese per epoca di costruzione. Percentuali riferite alla superficie utile di pavimento. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.....	129
Tabella 91 - Distribuzione delle classi energetiche del parco edilizio residenziale piemontese per tipologia di intervento. Percentuali riferite alla superficie utile di pavimento. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.....	130
Tabella 92 - Distribuzione delle classi energetiche del parco edilizio non residenziale piemontese per tipologia di intervento. Percentuali riferite alla superficie utile di pavimento. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.....	131
Tabella 93 - Distribuzione della media di $EP_{gl,nren}$ del singolo intervento pesata sulla superficie di pavimento per tipologia d'intervento e anno di rilascio del settore residenziale. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.....	132
Tabella 94 - Distribuzione della media di $EP_{gl,nren}$ del singolo intervento pesata sulla superficie di pavimento per tipologia d'intervento e anno di rilascio del settore non residenziale. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.....	134
Tabella 95 - Variazione dei valori medi dell'indice di prestazione energetica non rinnovabile $EP_{gl,nren}$ post intervento nel periodo 2015-2020 del parco edilizio residenziale e non residenziale piemontese. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.....	134
Tabella 96 - Relazione tra l'indice di prestazione energetica non rinnovabile $EP_{gl,nren}$ nel periodo di rilascio 2015-2020 pesato sulla superficie di pavimento e la superficie stessa del parco edilizio residenziale per tipologia costruttiva. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.....	136
Tabella 97 - Relazione tra l'indice di prestazione energetica non rinnovabile $EP_{gl,nren}$ nel periodo di rilascio 2015-2020 pesato sulla superficie di pavimento e la superficie stessa del parco edilizio non residenziale per tipologia costruttiva. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.....	138
Tabella 98 - Relazione tra l'indice di prestazione energetica non rinnovabile $EP_{gl,nren}$ nel periodo di rilascio 2015-2020 pesato sulla superficie di pavimento e la superficie stessa del parco edilizio residenziale per motivazione di rilascio. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.	139
Tabella 99 - Relazione tra l'indice di prestazione energetica non rinnovabile $EP_{gl,nren}$ nel periodo di rilascio 2015-2020 pesato sulla superficie di pavimento e la superficie stessa del parco edilizio non residenziale per motivazione di rilascio. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.	140

Tabella 100 - Relazione tra l'indice di prestazione energetica non rinnovabile $EP_{gl,nren}$ nel periodo di rilascio 2015-2020 pesato sulla superficie di pavimento e la superficie stessa del parco edilizio residenziale per anno di costruzione. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.....	142
Tabella 101 - Relazione tra l'indice di prestazione energetica non rinnovabile $EP_{gl,nren}$ nel periodo di rilascio 2015-2020 pesato sulla superficie di pavimento e la superficie stessa del parco edilizio non residenziale per anno di costruzione. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.....	143
Tabella 102 - Relazione tra l'indice di prestazione energetica non rinnovabile $EP_{gl,nren}$ nel periodo di rilascio 2015-2020 pesato sulla superficie di pavimento e la superficie stessa del parco edilizio residenziale per destinazione d'uso. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.	144
Tabella 103 - Relazione tra l'indice di prestazione energetica non rinnovabile $EP_{gl,nren}$ nel periodo di rilascio 2015-2020 pesato sulla superficie di pavimento e la superficie stessa del parco edilizio non residenziale per destinazione d'uso. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.	146
Tabella 104 - Relazione tra l'indice di prestazione energetica non rinnovabile $EP_{gl,nren}$ nel periodo di rilascio 2015-2020 pesato sulla superficie di pavimento e la superficie stessa del parco edilizio residenziale per tipologia di intervento. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.....	147
Tabella 105 - Relazione tra l'indice di prestazione energetica non rinnovabile $EP_{gl,nren}$ nel periodo di rilascio 2015-2020 pesato sulla superficie di pavimento e la superficie stessa del parco edilizio non residenziale per tipologia di intervento. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.....	148

INDICE DELLE IMMAGINI

Figura 1 - Quadro della legislazione energetica in Europa, in Italia e in Piemonte. Fonte: elaborazione personale.....	2
Figura 2 - Esempio di APE[25].....	15
Figura 3 - Scala di classificazione degli edifici sulla base dell'indice di prestazione energetica globale non rinnovabile $EP_{gl,nren}$. Fonte: Linee Guida Nazionali per l'attestazione della prestazione energetica degli edifici, D.M. 26 giugno 2015[15].	60
Figura 4 - Fattori di conversione in energia primaria dei vettori energetici. Fonte: Criteri generali e requisiti delle prestazioni energetiche degli edifici, D.M. 26 giugno 2015[15].	65

INTRODUZIONE

La certificazione energetica degli edifici è stata introdotta in Italia con il D.lgs. 192 del 2005 *“Attuazione della direttiva 2002/91/CE relativa al rendimento energetico in edilizia”*, in recepimento della direttiva EPBD 2002/91/CE *“Energy Performance of Buildings Directive”*. Oggi, in recepimento della Direttiva EPBD 2010/31/UE, l’etichetta energetica di un immobile è rappresentata dall’Attestato di Prestazione Energetica (APE). L’Attestato di Prestazione Energetica (APE) è un documento che permette di comprendere e stimare la prestazione energetica attraverso la classe energetica di un edificio basandosi sulle caratteristiche fisico-ambientali e quali interventi sarebbe opportuno realizzare per migliorarne la performance.

Negli ultimi anni il settore energetico è responsabile per il circa 40% del consumo di energia con l’aumento dell’utilizzo di fonti di energia fossile e delle emissioni di gas serra. Sono necessari per questo dei modelli energetici che permettono di identificare sia i consumi sia i potenziali interventi sui sistemi di edilizia residenziale. In questo contesto gli attestati di prestazione energetica permettono di avere un quadro generale riguardo l’efficienza energetica del patrimonio edilizio. Il primo passo per sviluppare il modello energetico è definire degli edifici di riferimento che rappresentino determinate categorie all’interno del patrimonio immobiliare esistente.

L’obiettivo di questa tesi è registrare le caratteristiche della prestazione energetica del patrimonio edilizio residenziale e non residenziale piemontese tramite i parametri forniti dai database degli attestati energetici. I dati utilizzati per le analisi sono stati estratti dalla serie di dataset rilasciati dalla Regione Piemonte relativi agli Attestati di Certificazione Energetica (A.C.E.), rilasciati da ottobre del 2009 al 2015, e agli Attestati di Prestazione Energetica (A.P.E.) rilasciati dal 2015 a ottobre del 2020. Le analisi sono state svolte tramite il software di calcolo Excel e sono elaborazioni che partono dallo studio dei differenti database, suddivisi in più sezioni inerenti ai contenuti degli attestati. Il database, gestito tramite il formato di scambio dati CSV, contiene una ricchezza di informazioni estremamente rilevante, a partire dalla classe energetica degli immobili, fino ad arrivare alle emissioni di anidride carbonica. Tutti i parametri selezionati nelle analisi sono stati scelti in funzione dei contenuti del nuovo modello APE, entrato in vigore da ottobre del 2015 attraverso *“Linee guida nazionali per la certificazione energetica degli edifici”* aggiornate con il D.M. 26/06/2015.

Nel primo capitolo viene svolta un’analisi del quadro normativo di riferimento europeo, nazionale e regionale. Nel secondo capitolo vengono analizzati nel dettaglio i differenti database rilasciati dalla Regione Piemonte, relativi alle sezioni presenti all’interno degli attestati di prestazione energetica, al fine di selezionare quelli contenenti dati più attendibili per svolgere delle analisi. Una volta scelti i database, nel terzo capitolo viene svolta un’analisi sui singoli parametri che sono contenuti all’interno dell’APE, selezionando quelli che possono essere utili per studiare le caratteristiche più significative del patrimonio edilizio esistente. Nel quarto e nel quinto capitolo vengono svolte analisi a due filtri, ovvero combinazioni di due parametri, che permettono di suddividere ulteriormente il database e studiare un campione ristretto di dati. In questa sezione vengono prodotti due tipi di studi, ovvero analisi statistiche percentuali e analisi sui valori medi degli indici di prestazione energetica e dei consumi energetici annuali. Nell’ultimo capitolo viene studiata la relazione tra i valori medi dei suddetti indici e la superficie utile del patrimonio edilizio residenziale e non residenziale.

1. QUADRO LEGISLATIVO SULL'EFFICIENZA ENERGETICA DEGLI EDIFICI

Dagli anni '70 inizia una presa di coscienza indirizzata verso uno sviluppo sostenibile, secondo la quale l'utilizzo umano delle risorse naturali e la crescita incontrollata della popolazione in un pianeta dalle risorse limitate stava raggiungendo un livello allarmante per l'ecosistema. Il rapporto Brudtland del 1987 definisce il sviluppo sostenibile come "lo sviluppo che è in grado di soddisfare i bisogni della generazione presente, senza compromettere la possibilità che le generazioni future riescano a soddisfare i propri". Nel 1987 con il Protocollo di Montréal si interviene attraverso misure restrittive per ridurre le emissioni delle sostanze nocive responsabili del buco nell'ozono. Nel 1992 si tiene la prima Conferenza sull'Ambiente e lo Sviluppo delle Nazioni Unite, che propone un programma di azione globale in diversi settori dello sviluppo sostenibile con l'obiettivo di stabilizzare le emissioni di gas a effetto serra a un livello che non metta in pericolo il clima mondiale. Nel 1997 viene stipulato il protocollo di Kyoto, un trattato internazionale che stabilisce precisi obiettivi per i tagli delle emissioni di gas, responsabili dell'effetto serra e del surriscaldamento del pianeta, obbligando i paesi industrializzati ad operare una drastica riduzione delle emissioni di inquinanti.

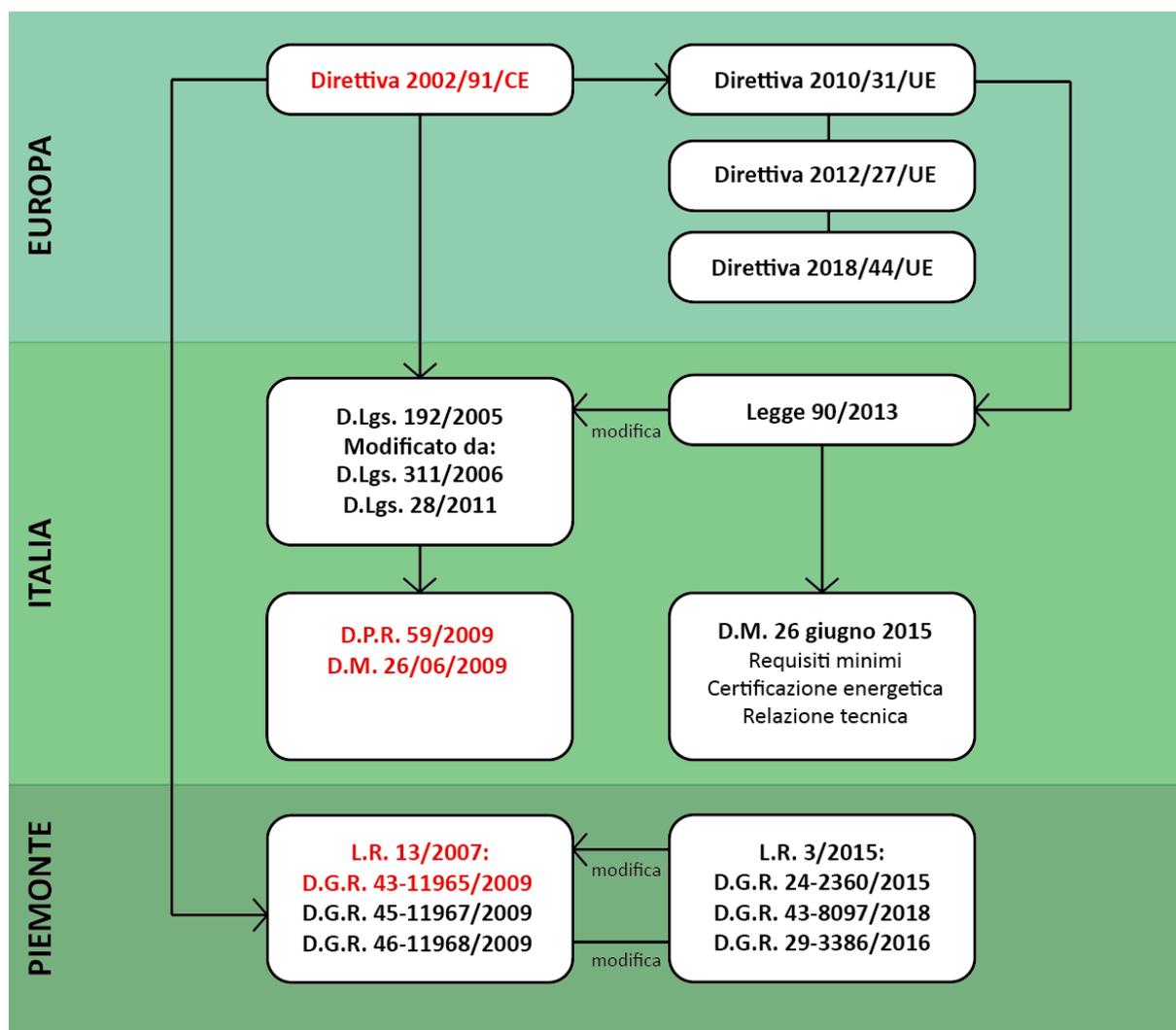


Figura 1 - Quadro della legislazione energetica in Europa, in Italia e in Piemonte. Fonte: elaborazione personale.

1.1. Quadro legislativo europeo

Le direttive europee in materia di certificazione energetica nascono da una considerazione fondamentale: gli edifici sono responsabili del 40% dell'energia consumata nell'Unione Europea. Una riduzione del loro consumo energetico, accompagnata da una maggiore diffusione delle fonti rinnovabili, favorirebbe in misura significativa il raggiungimento degli obiettivi che l'Unione Europea si è data in materia di energia: quelli legati al Protocollo di Kyoto del 1997, in primo luogo, ma anche l'impegno a contenere nel lungo termine il riscaldamento globale e quello di ridurre entro il 2020 le emissioni di gas serra di almeno il 20% rispetto ai livelli del 1990.

1.1.1. La Direttiva 2002/91/CE - Energy Performance of Buildings Directive

Nel 2002 il Parlamento Europeo e il Consiglio dell'Unione emanano la direttiva 2002/91/CE chiamata anche EPBD (Energy Performance of Building Directive)^[1] con lo scopo di orientare e indirizzare ogni Stato membro della Comunità Europea a recepire tale direttiva e a sviluppare una propria normativa nazionale verso una concezione di efficienza energetica che consenta di perseguire obiettivi rivolti alla riduzione dell'impatto ambientale e al contenimento dell'inquinamento. Le disposizioni definiscono un quadro generale di una metodologia per il calcolo delle prestazioni energetiche degli edifici, il rispetto dei requisiti minimi in materia di rendimento energetico degli edifici di nuova costruzione e di edifici esistenti di grande metratura sottoposti a importanti ristrutturazioni, un sistema di certificazione del rendimento energetico degli edifici e lo svolgimento di regolari ispezioni di caldaie ed impianti di condizionamento dell'aria.

La novità più importante dell'EPBD è stata l'introduzione di vincoli prestazionali relativi all'efficienza energetica nel caso di edilizia esistente interessata da significative ristrutturazioni e soprattutto l'introduzione dell'Attestato di Certificazione Energetica (ACE). L'Attestato di Certificazione Energetica indica la prestazione energetica dell'edificio (di nuova costruzione, compravendita o locazione di edifici esistenti) e i possibili interventi migliorativi sull'involucro e sugli impianti, in modo da informare i cittadini sull'efficienza energetica dell'immobile e confrontare più possibilità di acquisto.

1.1.2. Direttiva 2009/28/CE - Promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili

La direttiva 2009/28/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio^[2] fissa l'obiettivo principale di promuovere l'utilizzo di energia da fonti rinnovabili. Ogni Stato membro ha l'obbligo di adottare un piano di azione nazionale per le energie rinnovabili che fissano degli obiettivi per la quota di energia da fonti rinnovabili consumata nel settore dei trasporti, dell'elettricità e del riscaldamento e raffreddamento nel 2020. Come citato negli articoli 33 e 34, *"per ottenere un modello energetico incentrato sull'energia da fonti rinnovabili è necessario promuovere una cooperazione strategica tra Stati membri cui partecipino, se del caso, le regioni e gli enti locali. Nel rispetto delle disposizioni della presente direttiva, gli Stati membri dovrebbero essere incoraggiati a perseguire tutte le forme appropriate di cooperazione in relazione agli obiettivi fissati dalla presente direttiva"*. Le misure politiche da adottare per raggiungere tali obiettivi sono: la cooperazione tra autorità locali, regionali e nazionali; i trasferimenti statistici o i progetti comuni pianificati; le politiche nazionali per lo sviluppo delle risorse della biomassa esistenti e per lo sfruttamento di nuove risorse della biomassa per usi diversi; le procedure amministrative e le specifiche tecniche; l'informazione e la formazione; le garanzie di origine; l'accesso e il funzionamento delle reti; la sostenibilità di biocarburanti e bioliquidi.

1.1.3. Direttiva 2010/31/UE - EPBD recast

La Direttiva 2010/31/UE^[3] (EPDB recast) pubblicata sulla Gazzetta Ufficiale dell'Unione europea il 18 giugno 2010, abroga la precedente 2002/91/CE con effetto dal 1° febbraio 2012. Secondo l'articolo 1, comma 2:

“Le disposizioni della presente direttiva riguardano:

- a) il quadro comune generale di una metodologia per il calcolo della prestazione energetica integrata degli edifici e delle unità immobiliari;*
- b) l'applicazione di requisiti minimi alla prestazione energetica di edifici e unità immobiliari di nuova costruzione;*
- c) l'applicazione di requisiti minimi alla prestazione energetica di: edifici esistenti, unità immobiliari ed elementi edilizi sottoposti a ristrutturazioni importanti; elementi edilizi che fanno parte dell'involucro dell'edificio e hanno un impatto significativo sulla prestazione energetica dell'involucro dell'edificio quando sono rinnovati o sostituiti; nonché sistemi tecnici per l'edilizia quando sono installati, sostituiti o sono oggetto di un intervento di miglioramento;*
- d) i piani nazionali destinati ad aumentare il numero di edifici a energia quasi zero;*
- e) la certificazione energetica degli edifici o delle unità immobiliari;*
- f) l'ispezione periodica degli impianti di riscaldamento e condizionamento d'aria negli edifici;*
- g) i sistemi di controllo indipendenti per gli attestati di prestazione energetica e i rapporti di ispezione.”*

Per “edificio ad energia quasi zero” si intende un edificio ad altissima prestazione energetica, il cui fabbisogno energetico molto basso o quasi nullo è coperto in misura significativa da energia da fonti rinnovabili.

1.1.4. Direttiva sull'efficienza energetica e modifiche

La Direttiva 2012/27/UE del Parlamento Europeo e del Consiglio sull'efficienza energetica^[4] del 25 ottobre del 2012, si applica dal 4 dicembre 2012, con l'obbligo di diventare legge negli Stati membri entro il 5 giugno 2014.

Secondo l'articolo 1, comma 1: *“La presente direttiva stabilisce un quadro comune di misure per la promozione dell'efficienza energetica nell'Unione al fine di garantire il conseguimento dell'obiettivo principale dell'Unione relativo all'efficienza energetica del 20% entro il 2020 e di gettare le basi per ulteriori miglioramenti dell'efficienza energetica al di là di tale data. Essa stabilisce norme atte a rimuovere gli ostacoli sul mercato dell'energia e a superare le carenze del mercato che frenano l'efficienza nella fornitura e nell'uso dell'energia e prevede la fissazione di obiettivi nazionali indicativi in materia di efficienza energetica per il 2020.”*

Secondo l'articolo 3 (comma 1) ciascun Stato membro deve stabilire degli obiettivi nazionali in materia di efficienza energetica sotto forma consumo di energia primaria o finale, di risparmio di energia primaria o finale e di intensità energetica. Inoltre la direttiva fornisce norme più chiare in materia di conteggio e fatturazione dell'energia, rafforzamento dei diritti dei consumatori, in particolare per le persone che vivono in condomini e norme nazionali trasparenti e pubblicamente disponibili sull'assegnazione del costo dei servizi di riscaldamento, raffreddamento e acqua calda nei condomini e negli edifici multifunzione in cui tali servizi sono condivisi.

Direttiva 2018/844/UE - Modifica delle direttive 2010/31/UE e 2012/27/UE

La Direttiva 2018/844/UE del Parlamento Europeo e del Consiglio^[5] del 30 maggio 2018 modifica la direttiva 2010/31/UE sulla prestazione energetica nell'edilizia e la direttiva 2012/27/UE sull'efficienza energetica. La nuova direttiva nasce dall'esigenza di favorire il raggiungimento di nuovi obiettivi di efficientamento e prestazione energetica:

- *“L'Unione dell'energia e il quadro politico per l'energia e il clima per il 2030 fissano ambiziosi impegni dell'Unione per ridurre ulteriormente le emissioni di gas a effetto serra di almeno il 40 % entro il 2030 rispetto al 1990, per aumentare la quota di consumo di energia da fonti rinnovabili.”*

- *“L'Unione si è impegnata a elaborare un sistema energetico sostenibile, competitivo, sicuro e decarbonizzato entro il 2050”.* Per raggiungere tale obiettivo gli Stati Membri dovranno seguire una tabella di marcia con step a breve termine (2030), medio termine (2040) e lungo termine (2050).

Questo è ottenibile tramite la trasformazione degli edifici esistenti in edifici a energia quasi zero, in particolare mediante un aumento delle ristrutturazioni profonde, e tramite il miglioramento della prestazione energetica sia di edifici nuovi sia di edifici esistenti. La Commissione stima che gli interventi dovrebbero prevedere un tasso medio di ristrutturazione pari al 3% annuo.

1.2. Quadro legislativo nazionale

In Italia la strategia europea trova attuazione nel rilascio degli Attestati di Certificazione energetica (A.C.E.) sostituiti successivamente dagli Attestati di Prestazione Energetica (A.P.E.). Questo passaggio si è manifestato tramite un'evoluzione del quadro normativo italiano, a partire dalla prima legge n.373 del 1976 fino al Decreto ministeriale del 26 giugno 2015.

1.2.1. Legge 373/1976 - Norme per il contenimento del consumo energetico

A seguito della crisi energetica degli anni '70 viene emanata in Italia la prima legge sul risparmio energetico, quando prima non sussistevano obblighi. La legge era costituita da tre parti^[6]: una parte che riguarda gli impianti di produzione del calore e gli annessi sistemi di termoregolazione, una seconda che tratta dell'isolamento termico degli edifici e una terza che riguarda le sanzioni previste per una mancata osservanza della legge. Questa legge è stata successivamente sostituita dalla Legge 10/1991.

1.2.2. Legge 10/1991 e successive modifiche

La legge 10/1991 *“Norme per l'attuazione del Piano Energetico Nazionale in materia di uso razionale dell'energia, di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili”*^[7] è una legge quadro che sostituisce e aggiorna la legge 373/6 e altre normative ad essa collegate. È considerata la prima legge che si sviluppa verso una direzione volta al risparmio energetico e all'utilizzo dell'energia per il riscaldamento. La legge propone un metodo di valutazione del bilancio energetico invernale dell'edificio, in cui vi sono apporti di calore e dispersioni di calore. Per arrivare a tale obiettivo sono necessari due punti: da una parte l'isolamento di pareti e tetto al fine di non disperdere calore e dall'altra parte il rendimento che non deve andare al di sotto di determinati valori. I consumi di energia termica ed elettrica ammessi per gli edifici sono limitati in relazione alla destinazione d'uso degli edifici stessi, agli impianti di cui sono dotati e alla zona climatica di appartenenza. Oltre all'uso razionale dell'energia, la legge incentiva l'utilizzazione delle fonti rinnovabili,

definite dall'articolo 1, comma 3 come: *“sole, vento, l'energia idraulica, le risorse geotermiche, le maree, il moto ondoso e la trasformazione dei rifiuti organici ed inorganici o di prodotti vegetali. Sono altresì considerate fonti di energia assimilate alle fonti rinnovabili di energia: la cogenerazione, intesa come produzione combinata di energia elettrica o meccanica e di calore, il calore recuperabile nei fumi di scarico e da impianti termici, da impianti elettrici e da processi industriali, nonché le altre forme di energia recuperabile in processi, in impianti e in prodotti ivi compresi i risparmi di energia conseguibili nella climatizzazione e nell'illuminazione degli edifici con interventi sull'involucro edilizio e sugli impianti”*.

Avviene una prima suddivisione del territorio italiano in aree geografiche o zone climatiche, classificate con periodi precisi di esercizio (A, B, C, D, E, F), in cui ogni periodo prevede determinate temperature, e in base alla velocità dei venti con coefficienti di esposizione.

La Legge è stata in gran parte modificata e integrata nel corso degli anni da vari decreti tra cui il D.P.R. del 26 agosto del 1993, rispecchiando chiaramente l'intento e la necessità sempre più crescente di contenere i consumi energetici globali delle costruzioni.

D.P.R. 412/93 - Contenimento dei consumi di energia

Il DPR 412/93 *“Regolamento recante norme per la progettazione, l'installazione, l'esercizio e la manutenzione degli impianti termici degli edifici al fine del contenimento dei consumi di energia”* ^[8] è il decreto di attuazione della legge 10/1991 e reca norme e disposizioni per gli adempimenti del settore impiantistico. Il decreto suddivide il territorio nazionale italiano in diverse zone climatiche in funzione dei gradi giorno (GG), che sarebbe la classificazione utilizzata attualmente. Il territorio viene diviso così in sei zone climatiche, dalla A alla F, ad ognuna delle quali viene associato un periodo convenzionale di riscaldamento. Altra novità importante è la definizione della classificazione generale degli edifici per categorie e destinazione d'uso, utilizzata ancora attualmente. Vengono distinte principalmente otto categorie: E.1 (divisa a sua volta in E.1 (1), E.1 (2) e E.1 (3)), E.2, E.3, E.4 (divisa a sua volta in E.4 (1), E.4 (2) e E.4 (3)), E.5, E.6 (divisa a sua volta in E.6 (1), E.6 (2) e E.6 (3)), E.7, E.8.

Il rendimento globale medio stagionale dell'impianto termico invece viene definito come (Articolo 5, comma2) *“il prodotto dei seguenti rendimenti medi stagionali:*

- *Rendimento di produzione,*
- *Rendimento di regolazione,*
- *Rendimento di distribuzione,*
- *Rendimento di emissione,*

e deve essere calcolato secondo le metodologie e le indicazioni riportate nelle norme tecniche UNI che verranno pubblicate entro il 31 ottobre 1993 e recepite dal Ministero dell'industria del commercio e dell'artigianato entro i successivi trenta giorni”.

Inoltre i criteri di progettazione energetica vengono stabiliti in base al fabbisogno di energia normalizzato FEN al rendimento globale stagionale dell'impianto termico. Il fabbisogno di energia normalizzato FEN è la quantità di energia primaria globale richiesta nel corso dell'anno per mantenere gli ambienti riscaldati a una temperatura costante di 20°, prevedendo un adeguato ricambio d'aria durante la stagione di riscaldamento.

1.2.3. Attuazione della Direttiva 2002/91/CE

D.lgs. 192/2005 - Legge sulla certificazione energetica

La Direttiva Europea 2002/91/CE viene recepita in Italia tre anni più tardi. A seguito di un breve periodo transitorio in cui la legge 10/91 viene affiancata al D.M. 178/2005, dal 9 ottobre 2005 entra in vigore il Decreto legislativo 192/2005^[9], che non sarebbe altro che l'attuazione della Direttiva Europea 2002/91/CE. Come citato nell'articolo 1, comma 1 il presente decreto *"promuove il miglioramento della prestazione energetica degli edifici tenendo conto delle condizioni locali e climatiche esterne, nonché delle prestazioni relative al clima degli ambienti interni e all'efficacia sotto il profilo dei costi"*. Il decreto introduce:

- Metodologia di calcolo delle prestazioni energetiche integrate degli edifici.
- Applicazione dei requisiti minimi.
- Criteri per la certificazione energetica degli edifici.
- Accertamenti e ispezioni degli edifici e sugli impianti (per impianti di età maggiore di 15 anni l'ispezione è accompagnata da una diagnosi dell'impianto e dell'edificio).
- Ispezioni e manutenzioni degli impianti termici.
- Requisiti professionali e criteri di accreditamento degli esperti o degli organismi a cui affidare la certificazione energetica degli edifici e l'ispezione degli impianti di climatizzazione.
- La promozione dell'uso razionale dell'energia anche attraverso l'informazione e la sensibilizzazione degli utenti finali, la formazione e l'aggiornamento degli operatori del settore.
- Favorire lo sviluppo, la valorizzazione e l'integrazione delle fonti rinnovabili negli edifici.

L'ambito di applicazione delle prescrizioni e dei requisiti minimi in materia di prestazioni energetiche avviene su: edifici di nuova costruzione, ristrutturazioni importanti o riqualificazione energetica.

L'attestazione della prestazione energetica può avvenire su edifici o su unità immobiliari. Secondo l'articolo 6, comma 12, essa deve *"comprendere tutti i dati relativi all'efficienza energetica dell'edificio che consentano ai cittadini di valutare e confrontare edifici diversi. Tra tali dati sono obbligatori:*

- *La prestazione energetica globale dell'edificio sia in termini di energia primaria totale che di energia primaria non rinnovabile, attraverso i rispettivi indici.*
- *La classe energetica determinata attraverso l'indice di prestazione energetica globale dell'edificio, espresso in energia primaria non rinnovabile.*
- *La qualità energetica del fabbricato a contenere i consumi energetici per il riscaldamento e il raffrescamento, attraverso gli indici di prestazione termica utile per la climatizzazione invernale ed estiva dell'edificio.*
- *I valori di riferimento, quali i requisiti minimi di efficienza energetica vigenti a norma di legge.*
- *Le emissioni di anidride carbonica.*
- *L'energia esportata.*
- *Le raccomandazioni per il miglioramento dell'efficienza energetica dell'edificio con le proposte degli interventi più significativi ed economicamente convenienti, separando la previsione di interventi di ristrutturazione importanti da quelli di riqualificazione energetica.*
- *Le informazioni correlate al miglioramento della prestazione energetica, quali diagnosi e incentivi di carattere finanziario"*.

1.2.5. D.lgs. 311/2006 - Disposizioni correttive

Il D.lgs. 311/2006^[10] ha apportato alcuni correttivi relativi al Decreto Legislativo 19 agosto 2005, n. 192, definendo nel dettaglio i limiti da verificare. Viene introdotto l'obbligo dell'attestato di prestazione energetica, un documento che descrive le caratteristiche energetiche dell'edificio o di un'unità immobiliare.

La principale novità rispetto alle leggi precedenti è stata l'introduzione di un metodo di calcolo delle prestazioni energetiche che oltre a considerare la componente strutturale (muri, tipologia di serramenti, ecc..) considera anche la componente impiantistica e l'utilizzo di fonti rinnovabili per la produzione di energia.

I punti fondamentali sono i seguenti:

- Obbligo di dichiarazione da parte degli edifici immessi nel mercato immobiliare del consumo energetico.
- Predisposizione da parte delle Regioni, in accordo con gli enti locali, di un programma di sensibilizzazione dei cittadini e di riqualificazione energetica del parco immobiliare territoriale.
- L'obbligo di avere determinati livelli di prestazione energetica e isolamento su tutti gli edifici nuovi e su quelli ristrutturati di determinate dimensioni e determinati livelli di isolamento su tutte le parti ristrutturate di quelli esistenti (pareti, tetti, pavimenti).
- Obbligo che l'acqua domestica venga riscaldata con l'energia solare nei nuovi edifici o nel caso nuova installazione di impianti termici o di ristrutturazione degli impianti termici esistenti, per una frazione almeno del 50% del fabbisogno di acqua calda.
- L'obbligo di protezioni solari passive esterne per i nuovi palazzi, riducendo il ricorso a condizionatori.

D.M. 26/06/2009 - Linee Guida Nazionali per la certificazione energetica

Il Decreto del 26 giugno contiene le *"Linee Guida Nazionali per la Certificazione Energetica degli Edifici"*^[11], che definiscono un sistema di certificazione energetica degli edifici in grado di fornire informazioni sulla qualità energetica degli immobili e contribuire ad una applicazione omogenea della certificazione energetica degli edifici coerente con la direttiva 2002/91/CE e con i principi del decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192. Il decreto inoltre sancisce la dismissione dell'A.Q.E. (Attestato di Qualificazione Energetica) in favore dell'A.C.E. (Attestato di Certificazione Energetica). L'ACE deve contenere tutte le informazioni riguardanti l'efficienza energetica dell'edificio, le classi prestazionali, le indicazioni riguardanti gli interventi di riqualificazione energetica e i valori di riferimento a norma di legge. La sua validità, come citato nell'Art. 6, è di dieci anni purché siano rispettate le prescrizioni normative vigenti per le operazioni di controllo di efficienza energetica.

Come stabilito nell'Allegato A paragrafo 3, la prestazione energetica complessiva dell'edificio è espressa dall'indice di prestazione energetica globale EP_{gl} , dato dalla somma di EP_i (indice di prestazione energetica per la climatizzazione invernale), EP_{acs} (indice di prestazione energetica per la produzione dell'acqua calda sanitaria), E_{pe} (indice di prestazione energetica per la climatizzazione estiva), EP_{ill} (indice di prestazione energetica per l'illuminazione artificiale). Essa deve risultare inferiore ai limiti dell'allegato C del d.lgs. 311/2006.

Per il calcolo degli indici di prestazione energetica si fa riferimento a:

- UNI/TS 11300 – Parte 1: determinazione del fabbisogno di energia termica dell'edificio per la climatizzazione estiva ed invernale.
- UNI/TS 11300 – Parte 2: determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione invernale e per la produzione di acqua calda sanitaria.

1.2.4. Attuazione della Direttiva 2009/28/CE

D.lgs. 28/2011 - Fonti rinnovabili

Il Decreto legislativo n. 28 del 2011^[12] attua la Direttiva 2009/28/CE sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili. Come citato nell'Articolo 11, Allegato 3, il decreto introduce la *“definizione degli obblighi di utilizzo delle fonti rinnovabili negli edifici di nuova costruzione e sottoposti a ristrutturazioni importanti”*. Nel caso di edifici nuovi o edifici sottoposti a ristrutturazioni rilevanti, gli impianti di produzione di energia termica devono essere progettati in modo da garantire il rispetto della copertura del fabbisogno energetico per il riscaldamento, il raffrescamento e acqua calda sanitaria tramite il ricorso a energia prodotta da impianti alimentati da fonti rinnovabili, ovvero del 50% dei consumi previsti da acqua calda sanitaria.

Viene introdotto per la prima volta nella normativa il concetto di *“edificio sottoposto a ristrutturazione rilevante”*, ovvero un edificio che può ricadere nelle seguenti categorie: a) edificio esistente avente superficie utile superiore a 1000 metri quadrati, soggetto a ristrutturazione integrale degli elementi edilizi costituenti l'involucro; b) edificio esistente soggetto a demolizione e ricostruzione anche in manutenzione straordinaria”.

1.2.5. Attuazione della Direttiva 2010/31/UE

Legge 90/2013 - Recepimento della direttiva 31/2010/UE

Con il Decreto Legge 63/2013^[13], chiamato anche Decreto Ecobonus, viene recepita la Direttiva Europea 31/2010/UE e contiene le modifiche al D.Lgs 192/2005 nonché la proroga degli incentivi fiscali. Le principali novità sono:

- La certificazione passa da A.C.E. (Attestato di Certificazione Energetica) a A.P.E. (Attestato di Prestazione Energetica).
- L'obbligo di rilascio dell'attestato coinvolge anche le locazioni di edifici e unità immobiliari, al pari di quanto avviene per le compravendite.

Il Decreto Legge 63/2013 è stato successivamente convertito nella Legge 90/2013^[14], con alcune modificazioni, tra cui l'obbligo di allegare l'APE al contratto di vendita, agli atti di trasferimento di immobili a titolo gratuito o ai nuovi contratti di locazione, pena la nullità degli stessi contratti. Le metodologie di calcolo delle prestazioni energetiche degli edifici sono, oltre alle norme UNI/TS 11300 parti 1, 2, 3 e 4 e Raccomandazione CTI 14/2013, anche la UNI EN 15193 (Prestazione energetica degli edifici – Requisiti energetici per illuminazione).

D.M. 26 giugno 2015 - Adeguamento linee guida nazionali per la certificazione energetica degli edifici

Il Decreto Interministeriale del 26 giugno 2015^[15] sarebbe un adeguamento del decreto del 26 giugno 2009 *“Linee guida nazionali per la certificazione energetica degli edifici”*, ai sensi dell'articolo 6, comma 12, del decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192, convertito nella legge 90/2013. Il decreto definisce tre documenti, che completano il quadro normativo in materia di efficienza energetica negli edifici:

- Decreto requisiti minimi, applicazione delle metodologie di calcolo delle prestazioni energetiche e definizione delle prescrizioni e dei requisiti minimi degli edifici.
- Linee guida nuovo APE 2015, adeguamento del decreto del Ministro dello sviluppo economico, 26 giugno 2009 - Linee guida nazionali per la certificazione energetica degli edifici.
- Decreto relazione tecnica di progetto, schemi e modalità di riferimento per la compilazione della relazione tecnica di progetto ai fini dell'applicazione delle prescrizioni e dei requisiti minimi di prestazione energetica negli edifici.

L'obiettivo principale del decreto legislativo è promuovere il miglioramento della prestazione energetica degli edifici tenendo conto delle condizioni locali e climatiche esterne, nonché delle prescrizioni relative al clima degli ambienti interni e all'efficacia sotto il profilo dei costi.

Le nuove Linee guida:

- Prevedono metodologie di calcolo semplificate per gli edifici caratterizzati da ridotte dimensioni e prestazioni energetiche di modesta qualità, finalizzate a ridurre i costi a carico dei cittadini;
- Forniscono un format di APE comprendente tutti i dati relativi all'efficienza energetica dell'edificio e all'utilizzo delle fonti rinnovabili nello stesso, al fine di consentire ai cittadini di valutare e confrontare edifici diversi;
- Forniscono uno schema di annuncio di vendita o locazione, che renda uniformi le informazioni sulla qualità energetica degli edifici fornite ai cittadini;
- Definiscono un sistema informativo comune per tutto il territorio nazionale (SIAPE).

D.lgs. 48/2020 - Attuazione della direttiva 2018/844/UE

Il Decreto legislativo n.48 del 2020^[16] non sarebbe altro che l'attuazione della direttiva (UE) 2018/844 del Parlamento europeo e del Consiglio, del 30 maggio 2018, che modifica la direttiva 2010/31/UE sulla prestazione energetica nell'edilizia e la direttiva 2012/27/UE sull'efficienza energetica. Gli obiettivi principali del decreto sono:

- Promuovere il miglioramento della prestazione energetica degli edifici tramite *“l'applicazione di requisiti minimi alla prestazione di edifici nuovi, nonché edifici esistenti sottoposti a ristrutturazione ed elementi edilizi o sistemi tecnici per l'edilizia rinnovati o sostituiti”*.
- Favorire lo sviluppo, la valorizzazione e l'integrazione delle fonti rinnovabili degli edifici.
- Definire strategie nazionali a lungo termine per la ristrutturazione del parco immobiliare nazionale
- Definire le modalità di esercizio, conduzione, controllo, ispezione e manutenzione degli impianti per la climatizzazione invernale ed estiva al fine di ridurre il consumo energetico e le emissioni di CO₂.
- *“Perseguire la conoscenza dettagliata del parco immobiliare nazionale, della sua prestazione energetica e dei suoi consumi attraverso l'implementazione, la valorizzazione e il collegamento tra banche dati, mettendo tali informazioni a disposizione dei cittadini, delle imprese e della pubblica amministrazione anche al fine di sviluppare strumenti che incrementino il tasso di riqualificazione energetica degli edifici”*.

1.3. Quadro legislativo della Regione Piemonte

La certificazione energetica nella regione Piemonte è disciplinata dalla Legge Regionale 28 maggio 2007, n.13 *“Disposizioni in materia di rendimento energetico nell'edilizia”* e successive modifiche, che hanno introdotto la certificazione energetica degli edifici. I decreti attuativi (DGR n.43-11965, n.45-11967 e n.46-11968 del 4/08/2009) hanno reso operativo il sistema di certificazione energetica in Piemonte a partire dal 1° ottobre 2009. La procedura di certificazione energetica comprende la valutazione della prestazione energetica dell'edificio, la sua classificazione attraverso il confronto con opportuni valori di riferimento e la redazione dell'attestato di certificazione energetica (ACE) secondo il modello di cui all'allegato A del DGR n. 43-11965. Con l'entrata in vigore della Legge dello Stato 03/08/2013 n. 90 nel caso di contratti di vendita, di trasferimenti di immobili a titolo gratuito, di contratti di affitto e per la esposizione di annunci relativi alla compravendita degli immobili, gli stessi devono essere dotati di un Attestato di Prestazione Energetica (APE). Attraverso la Legge Regionale n. 3 dell'11 marzo del 2015 rimangono in vigore le DGR n.43-11965, n.45-11967 e n.46-11968 del 4/08/2009. Attraverso la DGR 24-2360 del 2 novembre 2015 rimangono ancora in vigore le DGR n.45-11967 e n.46-11968.

1.3.1. L.R. 13/2007 - Rendimento energetico nell'edilizia

La legge Regionale 28/05/2007^[17] "Disposizioni in materia di rendimento energetico nell'edilizia", viene emanata in attuazione della Direttiva 2002/91/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio. La legge ha lo scopo di promuovere il miglioramento delle prestazioni energetiche degli edifici esistenti e di nuova costruzione tenendo conto delle condizioni climatiche locali, al fine di favorire lo sviluppo, la valorizzazione e l'integrazione delle fonti rinnovabili e la diversificazione energetica, dando la preferenza alle tecnologie a minore impatto ambientale. Secondo l'Articolo 1, comma 2, "la Regione Piemonte disciplina:

- *La metodologia per il calcolo delle prestazioni energetiche integrate degli edifici;*
- *L'applicazione di requisiti minimi e di prescrizioni specifiche in materia di prestazione energetica degli edifici di nuova costruzione;*
- *L'applicazione di requisiti minimi e di prescrizioni specifiche in materia di prestazione energetica degli edifici esistenti sottoposti a ristrutturazione;*
- *I criteri e le caratteristiche della certificazione energetica degli edifici; - Le ispezioni periodiche degli impianti termici e dei sistemi di condizionamento d'aria;*
- *I requisiti professionali e i criteri di accreditamento dei soggetti abilitati al rilascio dell'attestato di certificazione energetica degli edifici e allo svolgimento delle ispezioni degli impianti termici e dei sistemi di condizionamento d'aria;*
- *La promozione dell'uso razionale dell'energia anche attraverso l'informazione e la sensibilizzazione degli utenti finali, la formazione e l'aggiornamento degli operatori del settore."*

Agli edifici di nuova costruzione, a tutti quelli oggetto di ristrutturazione, di qualunque superficie utile, nonché in tutti i casi di compravendita o locazione degli edifici, è obbligatorio applicare la certificazione energetica.

1.3.2. Delibere di applicazione della L.R. 13/2007

D.G.R. 43-11965/2009 - Certificazione energetica

Il DGR n. 43-11965^[18] è un'attuazione della legge regionale n.13 del 2007 (Disposizioni in materia di rendimento energetico nell'edilizia) e riprende il decreto legislativo 2005 n.192 (Attuazione della direttiva 2002/91/CE relativa al rendimento energetico nell'edilizia). La delibera disciplina: l'elenco dei professionisti e dei soggetti abilitati al rilascio dell'attestato di certificazione energetica ACE; le modalità di svolgimento del corso di formazione e i titoli di studio tecnico-scientifici; il modello dell'attestato di certificazione energetica ACE e gli aspetti ad esso connessi; la procedura di calcolo delle prestazioni energetiche da utilizzare per la certificazione e il Sistema informativo per la certificazione energetica degli edifici.

La procedura di certificazione energetica comprende la valutazione della prestazione energetica dell'edificio, la sua classificazione attraverso il confronto con opportuni valori di riferimento e la redazione dell'attestato di certificazione. Il metodo di calcolo di progetto per la prestazione invernale dell'involucro edilizio, l'energia primaria della prestazione invernale, l'energia primaria della prestazione dell'acqua calda sanitaria e la prestazione energetica estiva dell'involucro edilizio è presa dalle norme UNI/TS 11300. L'attestato di certificazione energetica dovrà riportare i seguenti indicatori di prestazione energetica: indice di prestazione energetica globale; indice di fabbisogno energetico richiesto per il riscaldamento degli ambienti e relativo valore limite previsto dalla normativa; indice di prestazione energetica per la climatizzazione estiva e relativo limite previsto dalla normativa; indice di prestazione energetica per la produzione di acqua calda sanitaria;

indice di prestazione energetica per illuminazione artificiale; rendimento medio globale stagionale dell'impianto di riscaldamento e relativo valore limite previsto dalla normativa; valore di prestazione energetica della pompa di calore (se installata) e relativo valore limite previsto dalla normativa; indice globale di prestazione energetica espresso in emissioni annue in ambiente di CO₂ rapportate agli ettari di bosco necessari a smaltirle; ulteriori informazioni energetiche in conformità a quanto riportato sulle precitate Linee guida nazionali.

D.G.R. 45-11967/2009 - Impianti solari termici, da fonti rinnovabili e serre solari

Il DGR n.45-11967^[19] *“Disposizioni attuative in materia di impianti solari termici, impianti da fonti rinnovabili e serre solari”* è l'attuazione della legge regionale n.13 del 2007 ed emanata in conformità con il decreto legislativo n.192 del 2005. La delibera disciplina: i criteri per determinare il fabbisogno di acqua calda sanitaria, le modalità operativa per l'installazione degli impianti fotovoltaici e il loro allacciamento alla rete di distribuzione; i limiti di esclusione del calcolo convenzionale delle volumetrie edilizie per le serre solari e altri elementi costruttivi finalizzati alla captazione diretta dell'energia solare e all'esclusivo miglioramento dei livelli di isolamento termico.

Ai sensi dell'articolo 18 della legge regionale 13/2007, per soddisfare il fabbisogno energetico annuale di acqua calda sanitaria il proprietario o chi ne ha titolo installa sistemi solari termici integrati nella struttura edilizia dimensionati in modo tale da coprire il 60% del suddetto fabbisogno (di seguito denominato fabbisogno standard). Devono essere installati sistemi solari termici: a edifici di nuova costruzione in cui è prevista l'installazione dell'impianto idricosanitario; edifici sottoposti a ristrutturazione con ristrutturazione dell'impianto termico; ristrutturazione di impianti termici; ampliamenti o sopraelevazioni di edifici esistenti in cui sia previsto un fabbisogno di acqua calda sanitaria; nuova installazione di impianti termici in edifici esistenti. Il fabbisogno annuale di acqua calda sanitaria deve essere calcolato tenendo conto dei valori indicati dalla norma tecnica UNI/TS 11300-2 per l'attività che richiede il maggior fabbisogno di energia termica.

D.G.R. 46-11968/2009 – Tecnologie per l'efficienza energetica

Il DGR n. 46-11968^[20], ovvero *“Aggiornamento del Piano regionale per il risanamento e la tutela della qualità dell'aria, stralcio di piano per il riscaldamento ambientale e il condizionamento”*, è sempre l'attuazione della legge regionale 28 maggio 2007, n.13. La delibera ha lo scopo di individuare le prescrizioni e gli strumenti volti a promuovere la diffusione di tecnologie a basse emissioni e ad elevata efficienza energetica, nonché per il governo della qualità dell'aria sul territorio piemontese, applicabili al settore del riscaldamento e del condizionamento degli ambienti. I principali punti affrontati sono:

- Migliorare l'efficienza energetica complessiva del sistema edificio-impianto, dei generatori di calore, dei sistemi distributivi e di regolazione: la presente disciplina individua quale strumento utile per il contenimento dei consumi energetici legati alla climatizzazione e per la riduzione delle emissioni ad essa correlate, la fissazione di livelli prestazionali minimi e di qualità per gli edifici di nuova costruzione e sottoposti a manutenzione straordinaria, interventi finalizzati a ridurre il fabbisogno energetico.
- Favorire l'utilizzo di tecnologie innovative per incrementare l'efficienza energetica e migliorare le prestazioni emissive dei generatori di calore, che permettono di ottenere sostanziali riduzioni dei consumi di combustibile (20%) e una riduzione delle emissioni (in particolare quelle di ossidi di azoto, dal 50% all'80%).

- Favorire l'utilizzo di combustibili a basso impatto ambientale, con lo scopo di ridurre le emissioni (particolato fine PM10 e gli ossidi di azoto NOx) e l'utilizzo di fonti energetiche rinnovabili, attraverso lo sfruttamento del solare termico e l'utilizzo di biomasse (in particolare quelle a matrice lignocellulosica).

- Favorire l'adozione da parte del cittadino consumatore di comportamenti atti a ridurre i consumi energetici e le emissioni derivanti dai sistemi di riscaldamento e di condizionamento.

1.3.3. L.R. 3/2015 - Nuove disposizioni

La legge regionale 11 marzo 2015 n. 3 *"Disposizioni in materia di semplificazione"*, ha scelto di abrogare la legge regionale 13/2007, salvaguardando le deliberazioni già adottate dalla Giunta stessa ed in particolare la DGR del 4 agosto 2009 n. 46-11968 sino a che non vengano sostituite dalle nuove.

1.3.4. Delibere di applicazione della L.R. 3/2015

D.G.R. 24-2360/2015 - Attestazione della Prestazione Energetica

La DRG 24-360 o *"Disposizioni regionali in materia di Attestazione della Prestazione Energetica"* ^[21] viene emanata in attuazione dei disposti del D.lgs. 192/2005, del D.P.R. 75/2013, del D.M. 26 giugno 2015 e degli articoli 39 comma 1, lett. g) e i) della Legge regionale 3/2015. La delibera disciplina: l'adozione di un sistema di accreditamento dei soggetti abilitati al rilascio dell'attestato di prestazione energetica; le modalità di svolgimento del corso di formazione e aggiornamento; le modalità per l'accertamento della correttezza e qualità dei servizi di certificazione e il Sistema Informativo regionale per la Prestazione Energetica degli Edifici (di seguito denominato SIAPE) utile al fine di monitorare l'impatto del sistema di certificazione degli edifici in termini di adempimenti burocratici, oneri e benefici per cittadini.

D.G.R. 29-3386/2016 - Tutela dell'ambiente

La DGR 29-3386 del 9 giugno 2016 attua la legge regionale 7 aprile 2000 n. 43 *"Disposizioni per la tutela dell'ambiente in materia di inquinamento atmosferico. Armonizzazione del Piano regionale per il risanamento e la tutela della qualità dell'aria con gli aggiornamenti del quadro normativo comunitario e nazionale"* ^[22] e modifica la DGR 4/08/2009, n. 46-11968.

D.G.R. 43-8097/2018 – Sanzioni

La DGR 43-8097 del 14 dicembre 2018 o *"Attestazione della prestazione energetica degli edifici. Disposizioni in materia di controlli e sanzioni. Istituzione di un corso di raccordo formativo per certificatori energetici"* ^[23] viene emanata in attuazione delle direttive europee 28/2009, 2010/31 e 27/2012. L'art. 39 stabilisce che la Giunta regionale adotta provvedimenti specifici in materia di promozione dell'efficienza energetica e dell'uso di fonti energetiche rinnovabili. Secondo quanto dettato dalla direttiva *"i controlli sulla qualità degli attestati di prestazione energetica sono svolti dall'Agenzia regionale per la protezione ambientale del Piemonte (ARPA), in accordo con la struttura regionale competente, in attuazione dell'articolo 40 della legge regionale n. 3 del 11 marzo 2015"*.

1.4. L'Attestato di Prestazione Energetica

L'A.Q.E. (Attestato di Qualificazione Energetica) è stato introdotto dal D.lgs. 311/2006^[10] ed è un documento o strumento di controllo redatto dal progettista o dal direttore dei lavori durante la costruzione o ristrutturazione dove non viene indicata la classe energetica dell'edificio ma solamente la proposta d'intervento e le prescrizioni volte al miglioramento delle prestazioni energetiche. L'A.Q.E. si calcola con la procedura di "calcolo di progetto o calcolo standardizzato che si basa sui dati in ingresso derivati dalla relazione energetica (Ex Legge 10 del 1991^[7]).

L'A.C.E. (Attestato di Certificazione Energetica) recepisce la Direttiva 2002/91/CE^[4] e contiene tutte le informazioni riguardanti l'efficienza energetica dell'edificio, le classi energetiche, i valori di riferimento a norma di legge e le informazioni relative alle proposte d'intervento. La validità dell'A.C.E. è di dieci anni dalla data di rilascio, a meno di eventuali interventi di ristrutturazione che modifichino la prestazione energetica dell'edificio o degli impianti in esso installati.

L'A.P.E. (Attestato di Prestazione Energetica) è entrato in vigore con il Decreto Legge 63/2013^[13], articolo 6 (a modifica del D.lgs. 192/2005), chiamato anche Decreto Ecobonus, con il quale la certificazione passa da A.C.E. a A.P.E. Quest'ultimo ha l'obbligo di essere rilasciato nel caso di contratto di vendita, atti di trasferimento di immobili a titolo gratuito o nuovi contratti di locazione. Gli A.C.E. redatti fino al 2013 rimangono validi, tranne i casi di cui sia scaduta la validità certificazione di dieci anni oppure casi in cui ci siano stati interventi di riqualificazione o ristrutturazione tali da modificare la prestazione energetica dell'edificio o degli impianti in esso installati. L'A.P.E. recepisce la Direttiva 2010/31/UE^[3]. In seguito al Decreto ministeriale del 2015^[15] sono state introdotte nuove linee guida per la compilazione dell'attestato e un format di A.P.E. uguale per tutte le Regioni. L'A.P.E. deve essere redatto dal certificatore energetico, ovvero un tecnico abilitato alla progettazione di edifici e impianti, un soggetto estraneo alle altre fasi del processo di realizzazione. Per la redazione dell'attestato è obbligatorio il sopralluogo dell'immobile oggetto di studio.

1.4.1. Differenze tra A.C.E. e A.P.E.

Le classi energetiche per gli A.P.E. sono dieci (A1, A2, A3, A4, B, C, D, E, F, G) dalla più efficiente alla meno efficiente. La scala delle classi è definita a partire dal valore dell'indice di prestazione energetica globale non rinnovabile dell'edificio di riferimento $EP_{gl,nren,rif,standard}$ (2019/21), che determina il valore limite di legge di energia primaria con cui il caso oggetto di attestato deve confrontarsi. Per gli A.C.E., prima del decreto legislativo del 2015, le classi energetiche erano otto (A+, A, B, C, D, E, F, G), definite in base ai gradi giorno del Comune di appartenenza e in base al rapporto forma S/V, che descrive le caratteristiche geometriche dell'edificio. Sia per l'A.C.E. sia per l'A.P.E. la determinazione della classe energetica avviene attraverso il calcolo dell'indice prestazione energetica. Per gli A.C.E. il calcolo dell'indice di prestazione energetica globale EP_{gl} viene calcolato come la somma dell'indice di prestazione invernale EP_i , l'indice di prestazione energetica per la produzione di acqua sanitaria EP_{acs} , l'indice di prestazione energetica per la climatizzazione estive EP_e e l'indice di prestazione energetica per l'illuminazione artificiale EP_{ill} . Per gli A.P.E. l'indice di prestazione energetica globale $EP_{gl,nren}$ è la somma del fabbisogno di energia primaria non rinnovabile per la climatizzazione invernale $EP_{H,nren}$, per la climatizzazione estiva $EP_{C,nren}$, per la produzione di acqua calda sanitaria $EP_{W,nren}$, per la ventilazione $EP_{V,nren}$, per l'illuminazione $EP_{L,nren}$ e per il trasporto di persone o cose $EP_{T,nren}$. Un'altra novità rispetto agli A.C.E. è l'indicazione dei consumi stimati, a seconda del vettore energetico utilizzato (fonte rinnovabile o non rinnovabile), in modo tale da permettere un confronto con i consumi reali. Le modalità di calcolo rimangono invariate ma l'A.P.E. dovrà fornire indicazioni più dettagliate riguardo gli interventi per migliorare l'efficienza energetica.

2. ANALISI DEGLI ATTESTATI DI PRESTAZIONE ENERGETICA E DEL DATABASE REGIONE PIEMONTE

La Regione Piemonte fornisce una serie di dataset^[24] gestiti tramite il formato di scambio dati CSV. I dataset sono 904, suddivisi per temi (ambiente, economia e finanza, energia, governo e settore pubblico, istruzione cultura e sport, popolazione e società, Regioni e città, salute, scienza e tecnologia e tematiche internazionali). All'interno della sezione energia sono consultabili 47 dataset relativi agli ACE e agli APE rilasciati nella regione Piemonte e ad altri aspetti, quali energia termica utile; energia elettrica totale; dati di dettaglio relativi agli impianti termici; consumi di gas naturale per comune, ecc. I database relativi agli APE sono suddivisi in due tipi. È presente una prima parte di database contenente: numero di attestati di prestazione energetica inviati alla Pubblica Amministrazione, APE distinti per destinazione d'uso e classe, APE raggruppati per classe di età di costruzione dell'edificio e relativa classe energetica, APE distinti per classe energetica e per comune, APE distinti per combustibile dell'impianto di riscaldamento, APE con consumo energetico quasi a zero (NZEB) raggruppati per comune. È presente una seconda parte di database contenente i dettagli degli attestati di prestazione energetica nelle sue diverse sezioni: sezione dati generali, sezione dati energetici, sezione impianti, sezione consumi, sezione raccomandazioni, dati tecnici aggiuntivi, dati tecnici aggiuntivi relativi all'edificio reale e all'edificio di riferimento, dati relativi agli attestati di certificazione energetica (ACE). Queste ultime sono quelle che verranno utilizzate per le analisi in quanto contengono una ricchezza di informazioni estremamente rilevante, quali ad esempio la classe energetica dell'edificio, le motivazioni di rilascio degli attestati, i consumi di CO₂, ecc. In questo capitolo verranno analizzate la corrispondenza tra i database e il nuovo modello di APE, entrato in vigore da ottobre del 2015 attraverso "Linee guida nazionali per la certificazione energetica degli edifici" (Allegato 1) aggiornate con il D.M. 26/06/2015^[15], e il quantitativo di dati relativo ai parametri contenuti.

Appendice B - Format di Attestato di Prestazione Energetica (APE)

DATI GENERALI

Logo Regione: ATTESTATO DI PRESTAZIONE ENERGETICA DEGLI EDIFICI APE

CODICE IDENTIFICATIVO: _____ VALIDO FINO AL: _____

DATI IDENTIFICATIVI

Regione: _____ Comune: _____ Indirizzo: _____ Piano: _____ Interno: _____ Coordinate GIS: _____

Zona climatica: _____ Anno di costruzione: _____ Superficie utile riscaldata (m²): _____ Superficie utile raffrescata (m²): _____ Volume lordo riscaldato (m³): _____ Volume lordo raffrescato (m³): _____

SERVIZI ENERGETICI PRESENTI

Climatizzazione invernale Ventilazione meccanica Illuminazione

Climatizzazione estiva Prod. acqua calda sanitaria Trasporto di persone o cose

PRESTAZIONE ENERGETICA GLOBALE E DEL FABBRICATO

La sezione riporta l'indice di prestazione energetica globale non rinnovabile in funzione del fabbricato e dei servizi energetici presenti, nonché la prestazione energetica del fabbricato, al netto del rendimento degli impianti presenti.

PRESTAZIONE ENERGETICA DEL FABBRICATO

INVERNO: ESTATE:

PRESTAZIONE ENERGETICA GLOBALE

EDIFICIO A ENERGIA QUASI ZERO

CLASSE ENERGETICA X

EP_{gl,nren} kWh/m² anno

Riferimenti: Gli immobili simili avrebbero in media la seguente classificazione:

Se nuovi: **Y (EP_{gl,nren})**

Se esistenti: **Z (EP_{gl,nren})**

Figura 2 - Esempio di APE^[25].

2.1. Sezione dati generali

In questa sezione vengono indicati i dati tecnici generali dell'edificio oggetto dell'attestato. I dati generali contengono al loro interno^[25]:

- Dati identificativi dell'edificio:

I dati che permettono di localizzare l'edificio dal punto di vista geografico. Tali dati sono:

ID certificato: è il codice identificativo che serve per identificare l'APE. È attribuito dal sistema informativo regionale all'attestato di prestazione energetica dopo il completamento della procedura di trasmissione a cura dei soggetti certificatori. È anche il codice con cui verrà anche spedito al SIAPE nazionale.

Provincia e Comune: Provincia e Comune in cui si trova l'unità abitativa oggetto dell'attestato.

Indirizzo, numero civico e CAP: Indirizzo e numero civico e CAP in cui si trova l'unità abitativa considerata.

Piano: piano in cui si trova l'unità abitativa considerata, nel caso in cui si tratti di unità immobiliare.

Interno: interno in cui si trova l'unità abitativa considerata.

Coordinate GIS: devono contenere informazioni riguardanti la latitudine e la longitudine, che permettono di identificare la geolocalizzazione dell'edificio.

- Dati catastali:

In questa sezione vengono riportati i dati catastali dell'edificio oggetto dell'attestato che sono obbligatori in quanto sono alla base del Catasto APE.

Comune catastale: Comune di appartenenza.

Riferimento catastale: viene indicato se si tratta di N.C.E.U. (nuovo catasto edilizio urbano) o N.C.T. (nuovo catasto terreni).

Codice comune catastale: codice identificativo catastale del Comune.

Sezione: Sezione all'interno del comune di appartenenza, espresso in numeri.

Foglio: Unità territoriale all'interno della sezione, espresso in numeri.

Particella: Porzione di terreno o fabbricato all'interno di un foglio, noto anche come numero di mappa.

Subalterno: identifica l'unità abitativa all'interno della particella. Nel caso in cui l'edificio sia formato da un unico subalterno si introdurrà il medesimo valore numerico nelle celle "da" e "a". Nel caso in cui l'edificio sia costituito da subalterni multipli si introdurrà il valore considerando il primo subalterno nella cella "da" e l'ultimo nella cella "a" (esempio un edificio con subalterni da 100 a 130 sarà compilato con "da" = 100 "a" =130).

- Dati generali:

Destinazione d'uso: secondo la classificazione D.P.R. 412/93^[8] viene indicato se l'edificio a cui appartiene l'unità abitativa o l'intero edificio appartiene alla categoria residenziale o non residenziale.

Oggetto dell'attestato: viene indicato se l'oggetto dell'attestato è un intero edificio, un'unità immobiliare o un gruppo di unità immobiliari.

Motivazione dell'attestato: viene indicata la motivazione del rilascio (nuova costruzione, passaggio di proprietà, locazione, ristrutturazione importante e riqualificazione energetica).

- **Dati tecnici dell'edificio:**

Zona climatica: individuazione della zona climatica del comune di appartenenza, secondo la classificazione dell'articolo 2 del D.P.R. 412/93^[8].

Anno di costruzione: anno di costruzione o ristrutturazione dell'unità abitativa.

Superficie utile riscaldata (m²): è la superficie coinvolta dalla climatizzazione invernale.

Superficie utile raffrescata (m²): è la superficie coinvolta dalla climatizzazione estiva.

Superficie disperdente: è la superficie esterna che delimita il volume climatizzato V rispetto all'esterno, al terreno, ad ambienti di diversa temperatura o ambienti non dotati di impianti di climatizzazione, espressa in m² ^[26].

Volume lordo riscaldato (m³): è il volume lordo coinvolto dalla climatizzazione invernale.

Volume lordo raffrescato (m³): è il volume lordo coinvolto dalla climatizzazione estiva.

Se presenti anche:

Tipologia edilizia: indica la tipologia dell'edificio (edificio a blocco, edificio a corte, edificio a piastra, edificio a schiera, edificio a torre, edificio in linea, edificio isolato (monofamiliare), edificio isolato (bifamiliare), edificio isolato (plurifamiliare)).

Destinazione d'uso descrizione: descrizione nel dettaglio della destinazione d'uso, come riportata nell'articolo 3 del D.P.R. 412/93^[8].

Descrizione tipologia di ristrutturazione: ampliamento e sopra elevazione, demolizione e ricostruzione, nuova costruzione, riqualificazione energetica, ristrutturazione importante di primo livello o ristrutturazione importante di secondo livello, nessuno.

Descrizione proprietà edificato: privato, pubblico o uso pubblico.

Descrizione tipologia costruttiva: struttura in acciaio (con facciate continue in vetro), struttura in c.a. (con chiusure in laterizi), struttura in c.a. (con chiusure in pannelli prefabbricati), struttura in legno, struttura in muratura portante, struttura mista (altro), struttura mista (c.a. e laterizi), struttura prefabbricata in c.a., altro.

- **Altri dati:**

Data invio file: data di rilascio dell'attestato.

Data scadenza attestato: La validità è fissata per 10 anni, se si rispettano le scadenze del controllo sugli impianti. Il certificatore non può cambiare la validità dell'attestato.

Sopralluogo e data sopralluogo: viene specificato se è stato effettuato un sopralluogo dell'immobile oggetti dell'attestato.

	Dati generali									
	Sezione dati generali		Sezione dati energetici		Sezione impianti		Sezione consumi		Sezione raccomandazioni	
	Numero	%	Numero	%	Numero	%	Numero	%	Numero	%
ID certificato	431138	100%	76841	100%	280777	100%	646429	100%	445038	100%
Provincia	431138	100%	76841	100%	280777	100%	646429	100%	445038	100%
Comune	431138	100%	76841	100%	280777	100%	646429	100%	445038	100%
Indirizzo	114	0,03%	76841	100%	280698	100%	150	0,02%	445038	100%
Numero civico	392365	91,01%	76841	100%	259501	92,4%	45368	7,02%	28797	6,47%
CAP	431138	100%	76841	100%	280777	100%	646429	100%	445038	100%
Piano	398890	92,52%	71109	92,5%	259044	92,3%	601655	93,07%	413631	92,94%
Interno	33128	7,68%	6045	7,9%	504	0,2%	50568	7,82%	32728	7,35%
Latitudine	431138	100%	76841	100%	280777	100%	646429	100%	445037	100%
Longitudine	431138	100%	76841	100%	280777	100%	646429	100%	445037	100%
Riferimento catasto	431130	100%	76840	100%	280776	100%	646416	100%	445030	100%
Codice comune catastale	430851	99,93%	76827	100%	280758	100%	646061	99,94%	444750	99,94%
Sezione	73700	17,09%	6045	7,9%	870	0,3%	113225	17,52%	75351	16,93%
Foglio	431138	100%	76841	100%	280777	100%	646429	100%	445037	100%
Particella	431138	100%	76841	100%	280777	100%	646429	100%	445037	100%
Subalterno	411209	95,38%	73320	95,4%	18627	6,6%	618212	95,63%	421796	94,78%
Data invio file	431138	100%	76841	100%	280777	100%	646429	100%	445037	100%
Data scadenza attestato	431138	100%	76841	100%	280777	100%	646429	100%	445037	100%
Dichiarazione 101	298668	69,27%	53307	69,4%	199449	71%	452627	70,02%	305885	68,73%
Destinazione d'uso descrizione	431138	100%	76841	100%	280777	100%	646429	100%	445037	100%
Residenziale/Non residenziale	431138	100%	76840	100%	280777	100%	646429	100%	445037	100%
Destinazione d'uso	431138	100%	76840	100%	280777	100%	646429	100%	445037	100%
Uso pubblico	0	0%	76840	100%	0	0%	0	0%	0	0%
Anno di costruzione	431138	100%	76840	100%	280777	100%	646429	100%	445037	100%
Anno ultima ristrutturazione	98929	22,95%	17505	22,8%	71121	25,3%	156869	24,27%	100661	22,62%
Volume lordo riscaldato	431012	99,97%	76819	100%	280718	100%	646248	99,97%	444917	99,97%
Volume lordo raffrescato	333974	77,46%	59568	77,5%	224182	79,8%	506073	78,29%	343724	77,23%
Superficie raffrescata	334860	77,67%	59707	77,7%	224715	80%	507374	78,49%	344601	77,43%
Superficie disperdente	431135	100%	76840	100%	280775	100%	646426	100%	445033	100%
Superficie riscaldata	426968	99,03%	76074	99%	278345	99,1%	640857	99,14%	441159	99,13%
Zona climatica	430916	99,95%	76806	100%	280660	100%	646145	99,96%	444822	99,95%
Numero di unità immobiliari	431136	100%	76840	100%	280775	100%	646428	100%	445034	100%
Oggetto dell'attestato	431125	100%	76838	100%	280769	100%	646416	100%	445024	100%

Descrizione tipologia di ristrutturazione	258919	60,05%	46150	60,1%	176971	63%	397278	61,46%	265086	59,56%
Descrizione tipologia edilizia	382737	88,77%	68337	88,9%	251804	89,7%	576602	89,20%	392789	88,26%
Descrizione proprietà edificato	382737	88,77%	68337	88,9%	251804	89,7%	576604	89,20%	392789	88,26%
Descrizione tipologia costruttiva	382737	88,77%	68338	88,9%	251804	89,7%	576604	89,20%	392789	88,26%
Motivazione di rilascio	431119	100%	76838	100%	280759	100%	646407	100%	445020	100%
Motivazione: altro	411556	95,46%	3515	4,6%	14956	5,3%	30426	4,71%	19212	4,32%
Dichiarazione di indipendenza	133152	30,88%	23661	30,8%	81700	29,1%	194655	30,11%	139932	31,44%
Informazioni sui miglioramenti di prestazione energetica	388895	90,20%	0	0%	29214	10,4%	64826	10,03%	396961	89,20%
Sopralluogo	431136	100 %	76840	100%	280775	100%	646428	100%	445034	100%
Data sopralluogo	140869	32,67%	51825	67,4%	194416	69,2%	441409	68,28%	297674	66,89%
TOTALE DATI	431138	100%	76841	100%	280777	100%	646429	100%	445038	100%

Tabella 1 - Numero e percentuale di APE relativi ai dati generali presenti nei differenti database. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.

2.2. Sezione dati energetici

La sezione riporta una serie di dati energetici e la prestazione energetica globale dell'edificio, tra cui l'indice di prestazione energetica globale non rinnovabile in funzione del fabbricato e dei servizi energetici presenti, nonché la prestazione energetica del fabbricato al netto del rendimento degli impianti presenti^[25]. All'interno del database "Sezione dati energetici" è compresa la sezione dati generali.

- Dati di dettaglio del fabbricato

Classe energetica: Le classi energetiche in cui gli edifici possono rientrare sono dieci: A1, A2, A3, A4, B, C, D, E, F, G.

Servizi energetici presenti: in questa vengono indicati i servizi energetici considerati: climatizzazione invernale, climatizzazione estiva, ventilazione meccanica, produzione di ACS, illuminazione, trasporto di persone/cose.

La trasmittanza termica periodica (Y_{IE}): L'articolo 2 del D.P.R. 59/2009^[27] definisce la trasmittanza termica periodica come il parametro che valuta la capacità di una parete opaca di sfasare e attenuare la componente periodica del flusso termico che la attraversa nell'arco delle 24 ore, definita e determinata la norma UNI EN ISO 13786:2008 e successivi aggiornamenti, espressa in W/m^2K .

L'area equivalente estiva ($A_{sol,est}$): è la sommatoria delle aree equivalenti estive di ogni componente vetrato k , espressa in m^2 .

Rapporto S/V: Il fattore di forma è dato dal rapporto tra la superficie disperdente e il volume lordo riscaldato, espressa in m^{-1} .

Prestazione invernale ed estiva valutazione: In questa sezione viene indicata la prestazione energetica invernale ed estiva dell'involucro, ovvero del fabbricato al netto del rendimento degli impianti presenti. Tali informazioni sono fornite sotto forma di un indicatore grafico del livello di qualità (smiles).

- Indici di prestazione energetica del fabbricato

Indice di prestazione energetica invernale (EP_H): si calcola dal rapporto tra l'indice di prestazione energetica invernale utile per la climatizzazione invernale $EP_{H,nd}$ e il rendimento medio stagionale dell'impianto di riscaldamento, espresso in kWh/m^2 anno. La sua definizione fa riferimento all'indice di prestazione termica utile per il riscaldamento dell'edificio di riferimento $EP_{H,nd,limite\ 2019/21}$, calcolato secondo quanto previsto dall'Allegato 1, capitolo 3 del decreto requisiti minimi^[15].

Indice di prestazione energetica globale ($EP_{gl,nren}$): indice che tiene conto del fabbisogno di energia primaria non rinnovabile per la climatizzazione invernale $EP_{H,nren}$, per la climatizzazione estiva $EP_{C,nren}$, per la produzione di acqua calda sanitaria $EP_{W,nren}$, per la ventilazione $EP_{V,nren}$, per l'illuminazione $EP_{L,nren}$ e per il trasporto di persone o cose $EP_{T,nren}$, espressa in kWh/m^2 anno. La scala delle classi è definita a partire dal valore dell'indice di prestazione energetica globale non rinnovabile dell'edificio di riferimento $EP_{gl,nren,rif,standard}$ (2019/21).

Indice di prestazione energetica globale rinnovabile dell'edificio ($EP_{gl,ren}$): stima del fabbisogno di energia primaria rinnovabile, espressa in kWh/m^2 anno. Visto che è necessario inserire nel calcolo gli ausiliari elettrici, il valore di $EP_{gl,ren}$ non potrà essere uguale a zero (a meno che non siano stati simulati gli impianti o in casi

particolari), perché la presenza di ausiliari elettrici determina una certa quota di energia primaria rinnovabile a causa del fattore di conversione dell'energia elettrica in energia primaria.

Edificio a energia quasi zero: Viene indicato se l'edificio appartiene alla categoria "Edificio a energia quasi zero", definito nell'Allegato 1, paragrafo 3.4 del decreto requisiti minimi^[15]. Sono "edifici a energia quasi zero" tutti gli edifici, siano essi di nuova costruzione o esistenti, per cui sono contemporaneamente rispettati:

a) tutti i requisiti previsti dalla lettera b), del comma 2, del paragrafo 3.3, determinati con i valori vigenti dal 1° gennaio 2019 per gli edifici pubblici e dal 1° gennaio 2021 per tutti gli altri edifici;

b) gli obblighi di integrazione delle fonti rinnovabili nel rispetto dei principi minimi di cui all'Allegato 3, paragrafo 1, lettera c), del decreto legislativo 3 marzo 2011, n. 28^[12]. L'edificio a energia quasi zero deve rispettare la quota di fonti rinnovabili da garantire richiesta dal suddetto allegato deve essere uguale al 50% della somma di ACS, riscaldamento e raffrescamento. Il comma 8 dell'allegato 3 del D.Lgs 28/2011 prevede che l'indice di prestazione energetica complessivo dell'edificio "I" sia minore o uguale ad un valore che dipende dal valore dell'indice di prestazione energetica complessivo reso obbligatorio ai sensi del decreto legislativo n. 192 del 2005^[9] "I₁₉₂". Alla luce dei decreti sui requisiti minimi e sulle nuove linee guida si pone $I_{192} = Y(EP_{gl,nren}) = EP_{gl,tot,limite}$, come specificato nel comma 3 del paragrafo 3.3 dell'allegato 1 al decreto requisiti minimi^[15].

Emissioni di CO₂ : consumi di CO₂ che deriva dall'utilizzo standard dell'impianto, espressi in kg/m²anno.

Energia esportata: viene indicata la quantità di energia esportata in termini di kWh/anno e di vettore energetico, che per normativa può essere soltanto energia elettrica.

- Riferimenti

In questa sezione vengono indicati dei riferimenti per fare una comparazione delle prestazioni energetiche dell'edificio reale. Vengono riportati gli indici di prestazione e la classificazione per gli edifici aventi le stesse caratteristiche dell'immobile reale, sia nel caso che essi siano nuovi (e quindi nel rispetto dei requisiti minimi per gli edifici nuovi) sia nel caso in cui essi siano esistenti (l'indice fa riferimento alla prestazione media degli edifici analoghi). Ai sensi dell'articolo 4 del decreto requisiti minimi del 2015^[15] devono essere riportati i valori di riferimento: la classe energetica e la prestazione.

Nel caso di edifici nuovi, il software simula un edificio uguale a quello reale con i parametri dell'edificio di riferimento relativi ai requisiti minimi. Viene quindi simulato un edificio di nuova costruzione con i requisiti minimi alla data di redazione dell'attestato. Il software fa il bilancio termico dell'edificio calcolando l'indice di prestazione energetica globale $EP_{gl,nren}$, che viene poi confrontato con la classe energetica dell'edificio di riferimento scelto, in modo tale da poter comparare le prestazioni dell'edificio reale con quelle dell'edificio di riferimento, rispettando i requisiti minimi energetici alla data di presentazione dell'attestato.

Sezione dati energetici		
	Numero	Percentuale
Classe energetica	76841	100%
Classe energetica raccomandazione totale	76841	100%
EP _H	76841	100%
EP _H limite	76841	100%
Y _{IE}	76841	100%
A _{sol} /A _{sup utile}	76841	100%
Edificio energia 0	76841	100%
Climatizzazione invernale (SI o NO)	76841	100%
Climatizzazione estiva (SI o NO)	76841	100%
Produzione di ACS (SI o NO)	76841	100%
Illuminazione (SI o NO)	76841	100%
Trasporto persone/cose (SI o NO)	76841	100%
Energia esportata	76841	100%
EP _{gl,nren} raccomandazioni tot	75576	98,35%
EP _{gl,ren} globale	76833	99,99%
EP _{gl,nren} globale	75496	98,25%
Emissioni di CO ₂	76841	100%
EP _{gl,nren} nuovi	72791	94,73%
EP _{gl,nren} esistenti	2058	2,68%
EP _{gl,nren} rif	76841	100%
Ottime prestazioni inverno	76770	99,91%
Ottime prestazioni estate	76471	99,52%
Rapporto S/V	76803	99,95%
TOTALE	76841	100%

Tabella 2 - Numero e percentuale di APE presenti nel database "Sezione dati energetici". Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.

2.3. Sezione impianti

In questa sezione vengono riportati i dati relativi agli impianti presenti nell'immobile oggetto dell'attestato^[25]. All'interno del database "Sezione impianti" è compresa la sezione dati generali.

Combustibile/Fonte energetica utilizzata: indica la tipologia di combustibile utilizzata per l'impianto di riscaldamento e di generazione di acqua calda sanitaria. La fonte energetica può essere di tipo rinnovabile (biomasse, ecc.) o non rinnovabile (gas naturale, carbone, ecc.). Non può essere compilato in modo generico, ma scegliendo tra queste differenti possibilità: energia elettrica, gas naturale, GPL, carbone, gasolio e olio combustibile, biomasse solide, biomasse liquide, biomasse gassose, solare fotovoltaico, solare termico, eolico, teleriscaldamento, teleraffrescamento, altro.

Servizio energetico: che può essere climatizzazione invernale, climatizzazione estiva, ventilazione meccanica, produzione di ACS, illuminazione e/o trasporto di persone/cose.

Tipo di impianto: negli ACE la tipologia di impianto indicava se l'impianto era centralizzato o autonomo, mentre negli attuali APE non viene specificato. Nei nuovi APE questo campo non deve essere compilato in modo generico, ma scegliendo tra diverse possibilità: caldaia standard, caldaia a condensazione, stufa o caminetto, riscaldamento elettrico, HP elettrica aria-aria, HP elettrica aria-acqua, HP elettrica acqua-aria, HP elettrica acqua-acqua, HP ad assorbimento aria-aria, HP ad assorbimento aria-acqua, HP ad assorbimento acqua-aria, HP ad assorbimento acqua-acqua, HP a motore endotermico aria-aria, HP a motore endotermico aria-acqua, HP a motore endotermico acqua-aria, HP a motore endotermico acqua-acqua, impianto solare termico, cogeneratore, teleriscaldamento, eolico, ventilatori, lampade a incandescenza, lampade

fluorescenti, lampade a led, lampade a scarica, ascensore a motore elettrico a fune con contrappeso, ascensore a motore elettrico a fune con argano agganciato, ascensore idraulico, scala mobile, marciapiede mobile, altro.

Anno di installazione: anno di installazione dell'impianto. Se non conosciuto, va ipotizzato per epoca costruttiva del generatore.

Potenza nominale: indica la potenza dell'impianto, espressa in kW.

Codice catasto regionale impianti termici: può essere indicato anche il codice del catasto provinciale o comunale.

EP_{nren}: indice di prestazione non rinnovabile espresso in kWh/m²anno, che fa riferimento a f_{Pnren} (fattore di conversione in energia primaria non rinnovabile). Le somme di EP_{nren} deve coincidere con EP_{gl,nren}.

EP_{ren}: indice di prestazione rinnovabile espresso in kWh/m²anno, che fa riferimento a f_{Pre}n (fattore di conversione in energia primaria rinnovabile). Le somme di EP_{ren} deve coincidere con EP_{gl,ren}.

Sezione dati impianti		
	Numero	Percentuale
ID di dettaglio impianto	280776	100%
Progressivo dettaglio	280776	100%
Tipo di combustibile	280776	100%
Servizio energetico	280776	100%
Tipo di impianto	85341	30,39%
Anno di installazione	213669	76,10%
Potenza nominale	253638	90,33%
Codice impianto	150593	53,63%
TOTALE	280777	100%

Tabella 3 - Numero e percentuale di APE presenti nel database "Sezione dati impianti". Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.

2.4. Sezione raccomandazioni

In questa parte sono riportati gli interventi raccomandati e la stima dei risultati conseguibili, con il singolo intervento o con la realizzazione dell'insieme di essi, esprimendo una valutazione di massima del potenziale di miglioramento dell'edificio o immobile oggetto dell'attestato di prestazione energetica^[25]. All'interno del database "Sezione raccomandazioni" è compresa la sezione dati generali.

Codice REN: Esistono sei tipi di raccomandazione indicati da un codice (REN1, REN2, REN3, REN4, REN5, REN6).

Tipo di intervento raccomandato: vengono indicati l'intervento o gli interventi più significativi ed economicamente convenienti per il miglioramento dell'efficienza energetica.

Comporta una ristrutturazione importante: viene indicato se l'intervento raccomandato comporta una ristrutturazione importante o una riqualificazione energetica.

Tempo di ritorno dell'investimento in anni: viene riportato il tempo di ritorno dell'investimento in anni, intendendo un tempo di ritorno semplice, senza conteggiare eventuali incentivi.

Classe energetica raggiungibile con l'intervento (EP_{gl,nren}): prestazione energetica raggiunta con l'intervento o l'insieme di interventi, espressa in kWh/m²anno.

Classe energetica raggiungibile se si realizzano tutti gli interventi raccomandati: la classe energetica raggiunta con la realizzazione di tutti gli interventi raccomandati.

Sezione raccomandazioni		
	Numero	Percentuale
ID raccomandazione	445037	100%
Codice REN	445037	100%
Classe energetica	445037	100%
Tipo di intervento	445038	100%
Ristrutturazione	445037	100%
Numero di anni di ritorno dell'investimento	425894	95,70%
EP _{gl,nren} singolo intervento	445037	100%
TOTALE	445038	100%

Tabella 4 - Numero e percentuale di APE presenti nel database "Sezione raccomandazioni". Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.

2.5. Sezione consumi

In questa sezione vengono indicate la prestazione energetica degli impianti e dei consumi stimati^[25]. All'interno del database "Sezione consumi" è compresa la sezione dati generali.

Quantità annua consumata in uso standard: vengono indicate le quantità di combustibili/vettori energetici consumate annualmente dall'edificio con un utilizzo standard.

Unità di misura: cambia a seconda del tipo di combustibile. I tipi di vettori energetici sono i seguenti: biomasse solide (kg, KWh, Nm³), biomasse gassose e liquide (kg, l, Nm³) eolico (KWh, Nm³), solare fotovoltaico (KWh), solare termico (KWh), teleraffrescamento (KWh, Nm³), teleriscaldamento (kg, KWh, Nm³), gas naturale (KWh, l, Nm³), gasolio (kg, l), gasolio e olio combustibile (kg, KWh, l, Nm³), GPL (kg, l, Nm³, Sm³), olio combustibile (kg), energia elettrica (KWh), carbone (kg).

Sezione consumi		
	Numero	Percentuale
ID quantità consumi	646428	100%
Unità di misura	646428	100%
Tipo di combustibile	646428	100%
Quantità	646428	100%
Altro. Descrizione combustibile	408	0,06%
TOTALE	646429	100%

Tabella 5- Numero e percentuale di APE presenti nel database "Sezione consumi". Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.

2.6. Dati tecnici aggiuntivi

In questa sezione vengono riportati i dati tecnici aggiuntivi relativi all'immobile oggetto dell'attestato di prestazione energetica. Non sono compresi i dati generali all'interno del database.

H'_T : il coefficiente medio globale di scambio termico per trasmissione per unità di superficie disperdente, definito nel capitolo 2 dell'Allegato 1, paragrafo 3.3 del decreto ministeriale del 26 giugno 2015^[15], espresso in W/m^2K .

Trasmittanza media delle superfici opache: trasmittanza termica media ponderata delle strutture opache verticali delimitanti il volume climatizzato verso l'esterno e verso locali non climatizzati, al netto dei ponti termici, espressa in W/m^2K .

Trasmittanza media delle superfici trasparenti: trasmittanza termica media ponderata delle superfici trasparenti verticali delimitanti il volume climatizzato verso l'esterno e verso locali non climatizzati, al netto dei ponti termici, espressa in W/m^2K .

Efficienza media stagionale (η): l'efficienza media stagionale, come definita dai D.M. 26.06.15^[15], viene calcolata rispetto all'energia primaria impiegata (mentre il rendimento termico è calcolato rispetto all'energia consegnata dal combustibile). L'efficienza globale media stagionale è influenzata dai fattori di conversione dell'energia consegnata ed esportata dai differenti vettori. Tali fattori, definiti dall'Allegato 1, Tabella 1, del decreto "requisiti minimi", sono rappresentativi ad esempio delle perdite dovute al trasporto dei vettori energetici (combustibile ed energia elettrica), le quali non competono direttamente al sistema considerato bensì avvengono al di fuori dei suoi confini. Dunque il calcolo dell'efficienza media stagionale tiene conto del servizio di riscaldamento, servizio di raffrescamento e servizio di acqua calda sanitaria.

Portata di ventilazione (Q): la portata d'aria del locale, espressa in m^3/h . Secondo le normative UNI EN 15251 e UNI 10339 viene calcolata moltiplicando il volume V [m^3] del locale per il numero di ricambi aria.

Dati tecnici aggiuntivi		
	Numero	Percentuale
ID certificato	345221	100%
Proprietà edificio	0	0%
Tipo ventilazione	345221	100%
Data titolo abilitativo	102280	29,63%
Sistema contabilizzazione	0	0%
H'_T	345221	100%
Superficie disperdente totale opaca	345221	100%
Superficie disperdente totale trasparente	345221	100%
Trasmittanza media delle superfici opache	345221	100%
Trasmittanza media delle superfici trasparenti	345221	100%
Portata ventilazione totale	345221	100%
Efficienza recupero medio	212012	61,41%
Gradi giorno	1	0%
Data sopralluogo	1	0%
TOTALE	345221	100%

Tabella 6 - Numero e percentuale di APE presenti nel database "Dati tecnici aggiuntivi". Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.

2.7. Dati tecnici relativi all'edificio reale

Questa sezione dei database contiene tutti i dati tecnici relativi all'edificio reale, tra cui dati relativi al fabbisogno energetico per riscaldamento e al rendimento dell'impianto di riscaldamento. Non sono compresi i dati generali all'interno del database.

Fabbisogno di energia termica utile per il riscaldamento ($Q_{H,nd}$) : quantità di energia primaria necessaria per mantenere negli ambienti riscaldati la temperatura di progetto, espresso in KWh/m². Il calcolo per il bilancio energetico invernale secondo UNI TS 11300-1 "Prestazioni energetiche degli edifici- Parte 1: Determinazione del fabbisogno di energia termica dell'edificio per la climatizzazione estiva ed invernale" è dato dalla seguente formula semplificata^[30]:

$$Q_{H,nd} = Q_{H,tr} + Q_{H,ve} + Q_{H,int} + Q_{H,sol}$$

Dove:

$Q_{H,tr}$: è lo scambio termico per trasmissione, espresso in KWh/m².

$Q_{H,ve}$: flusso termico scambiato con l'ambiente esterno per ventilazione attraverso l'involucro edilizio, espresso in KWh/m².

$Q_{sol,w}$: sono gli apporti termici solari, espressi in KWh/m².

Q_{int} : sono gli apporti termici interni dovuti a sorgenti interne all'edificio, quali persone, lampade e apparecchiature, espressi in KWh/m².

Dati sui rendimenti: i sistemi di riscaldamento per produrre calore determinano una certa quantità di energia primaria servita per produrlo. Quest'ultima è l'elemento che determina l'efficienza dell'intero impianto di riscaldamento. La differenza tra le due quantità di energia è dovuta alle perdite di varia natura che si verificano nell'impianto di riscaldamento. Per valutarle bisogna considerare i vari sottosistemi che compongono l'impianto stesso e le perdite che si verificano in ognuno. Vengono di seguito elencati i vari rendimenti medi stagionali^[28] :

Rendimento di generazione (Etag): il sottosistema di generazione è l'elemento che produce calore, consumando energia primaria. È il rapporto tra l'energia termica in uscita dal generatore e l'energia termica fornita dal combustibile sommata all'energia elettrica ausiliaria^[28] .

Rendimento di distribuzione: il rendimento di distribuzione si può definire come il rapporto tra il calore utile fornito ai terminali di emissione e il calore utile fornito al sistema di distribuzione da parte del generatore (o dall'accumulo, se presente)^[29] .

Rendimento di regolazione: il rendimento del sistema di controllo, chiamato anche rendimento di regolazione, si può definire come il rapporto tra l'energia richiesta per il riscaldamento degli ambienti con una regolazione teorica perfetta (che non genera oscillazioni di temperatura all'interno dell'ambiente) e l'energia richiesta per il riscaldamento degli ambienti con l'impianto di regolazione reale^[29] .

Rendimento di emissione: si definisce rendimento di emissione il rapporto tra l'energia richiesta per il riscaldamento degli ambienti con un sistema di emissione in grado di fornire una temperatura ambiente con uniformità ed uguale nei vari ambienti e l'energia richiesta per il riscaldamento degli stessi ambienti con l'impianto di emissione reale^[29] .

Rendimento globale: il rendimento medio stagionale di un impianto di riscaldamento è dato dal prodotto dei quattro suddetti rendimenti.

Dati tecnici relativi all'edificio reale		
	Numero	Percentuale
ID certificato	229497	100%
Fabb. Risc. involucro $Q_{H,tr}$	229497	100%
Fabb. Risc. involucro $Q_{H,ve}$	229497	100%
Fabb. Risc. involucro $Q_{sol,w}$	229497	100%
Fabb. Risc. involucro $Q_{int,sens}$	229497	100%
Fabb. Risc. involucro $Q_{int,lat}$	229497	100%
Fabb. Risc. involucro Q_{Hnd}	229497	100%
Fabb. Risc. involucro Q_{Lr}	229497	100%
Fabb. Risc. involucro Q_{Himp}	229497	100%
Fabb. Risc. impianto Etar	229497	100%
Fabb. Risc. impianto Etad	229497	100%
Fabb. Risc. impianto Etae	229497	100%
Fabb. Risc. impianto Etag	229497	100%
TOTALE	229497	100%

Tabella 7 - Numero e percentuale di APE presenti nel database "Dati tecnici relativi all'edificio reale". Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.

2.8. Dati tecnici relativi all'edificio di riferimento

Questa sezione del database contiene tutti i dati tecnici relativi all'edificio di riferimento. Un "edificio di riferimento" è identico sotto molti aspetti a quello in studio: ha in comune con esso la sagoma, i volumi, la superficie calpestabile, ed ancora l'orientamento, l'ubicazione territoriale, la destinazione d'uso. L'edificio di riferimento ha però caratteristiche termiche e parametri energetici predefiniti. Per esprimere i requisiti minimi sono previsti due tipi di parametri numerici: parametri specifici del fabbricato e parametri complessivi (indici di prestazione energetica globale, riferiti al consumo di energia primaria)^[28]. Non sono compresi i dati generali all'interno del database.

- Dati sui fabbisogni di energia

Fabbisogno di energia termica utile per il riscaldamento ($Q_{H,nd}$): quantità di energia primaria necessaria per mantenere negli ambienti riscaldati la temperatura di progetto, espresso in kWh/m².

Indice di prestazione termica utile per la climatizzazione invernale ($EP_{H,nd}$): si calcola dal rapporto tra il fabbisogno di energia termica utile per il riscaldamento $Q_{H,nd}$ e la superficie utile, espresso in kWh/m²anno.

Indice di prestazione energetica invernale ($EP_{H,nren}$): si calcola dal rapporto tra l'indice di prestazione energetica invernale utile per la climatizzazione invernale $EP_{H,nd}$ e il rendimento medio stagionale dell'impianto di riscaldamento, espresso in kWh/m²anno.

Fabbisogno di energia termica utile per il raffrescamento ($Q_{C,nd}$): quantità di energia primaria necessaria per mantenere negli ambienti raffrescati la temperatura di progetto, espresso in kWh/m².

Indice di prestazione energetica estiva ($EP_{C,nd}$): si calcola dal rapporto tra il fabbisogno di energia termica utile per il raffrescamento $Q_{C,nd}$ e la superficie utile, espresso in kWh/m²anno.

Indice di prestazione energetica per la climatizzazione estiva ($EP_{C,nren}$): si calcola dal rapporto tra l'indice di prestazione termica utile per la climatizzazione estiva dell'edificio ($EP_{C,nd}$) e dal rendimento dell'impianto di raffrescamento, espressa in kWh/m²anno.

Fabbisogno di energia primaria per acqua calda sanitaria ($Q_{w,nd}$) : indica la quantità di energia necessaria ad assicurare l'erogazione dell'acqua calda sanitaria, tenendo conto dell'efficienza del sistema che la produce, espresso in kWh/m².

Indice di prestazione energetica per la preparazione dell'acqua calda sanitaria ($EP_{W,nd}$): Si calcola dal rapporto tra il fabbisogno di energia primaria per acqua calda sanitaria $Q_{ACS,w}$ e la superficie utile, espresso in kWh/m²anno.

Indice di prestazione energetica non rinnovabile relativo all'acqua calda sanitaria ($EP_{W,nren}$): Si calcola dal rapporto tra l'indice di prestazione energetica per la preparazione dell'acqua calda sanitaria $EP_{W,nd}$ e dal rendimento dell'impianto di ACS, espressa in kWh/m²anno.

Indice di prestazione energetica globale ($EP_{gl,nren}$): indice che tiene conto del fabbisogno di energia primaria non rinnovabile per la climatizzazione invernale $EP_{H,nren}$, per la climatizzazione estiva $EP_{C,nren}$, per la produzione di acqua calda sanitaria $EP_{W,nren}$, per la ventilazione $EP_{V,nren}$, per l'illuminazione $EP_{L,nren}$ e per il trasporto di persone o cose $EP_{T,nren}$, espressa in kWh/m²anno.

- **Dati sull'efficienza**

Efficienza per la climatizzazione invernale (η_H): data dal rapporto tra il fabbisogno ideale netto per riscaldamento Q'_H e l'energia primaria per il riscaldamento $EP_{H,tot}$.

Efficienza per la climatizzazione estiva (η_C): data dal rapporto tra il fabbisogno di energia termica utile ideale per il raffrescamento $Q_{C,nd}$ e l'energia primaria per il raffrescamento $EP_{C,tot}$.

Efficienza per Acqua Calda per uso Sanitario (η_W): data dal rapporto tra il fabbisogno di energia termica utile ideale per acqua calda sanitaria $Q_{W,nd}$ e l'energia primaria per l'acqua calda sanitaria $EP_{W,tot}$.

I parametri η_H , η_C , η_W devono risultare maggiori dei valori dei corrispondenti indici limite calcolati per l'impianto di riferimento ($\eta_{H,limite}$, $\eta_{C,limite}$, $\eta_{W,limite}$) definiti nelle tabelle 7 e 8 dell'Appendice A del decreto del 26 giugno 2015^[15].

Dati tecnici relativi all'edificio di riferimento		
	Numero	Percentuale
ID certificato	345221	100%
Q_H	345221	100%
Q_C	345221	100%
$EP_{H,nd}$	345221	100%
$EP_{C,nd}$	345221	100%
EP_H	345221	100%
EP_C	345221	100%
EP_W	345221	100%
EP_V	345221	100%
EP_L	345221	100%
$EP_{gl,nren}$	345221	100%
$EP_{gl,ren}$	345221	100%
$EP_{gl,tot}$	345221	100%
etaH	345221	100%
etaC	345221	100%
etaW	345221	100%
TOTALE	345221	100%

Tabella 8 - Numero e percentuale di APE presenti nel database "Dati tecnici relativi all'edificio di riferimento". Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.

2.9. Dati relativi agli attestati di certificazione energetica

I database rilasciati dalla regione Piemonte forniscono anche un foglio relativo agli attestati di certificazione energetica (ACE) rilasciati da ottobre del 2005 a ottobre del 2009. Il database comprende al suo interno i dati generali, i dati energetici e i dati relativi agli impianti. I dati rilasciati sono gli stessi degli altri database, con la differenza che negli attestati di certificazione energetica non vengono specificati: la differenza tra oggetto degli attestati (intero edificio, unità immobiliari e gruppi di unità immobiliari), la destinazione d'uso (identificazione tra residenziale e non residenziale), la motivazione di rilascio dell'attestato (locazione, nuova costruzione, ecc..) e la tipologia di combustibile (negli ACE la tipologia di impianto indicava se l'impianto era centralizzato o autonomo).

Attestati di certificazione energetica (ACE)		
	Numero	Percentuale
ID certificato	531975	100%
Data inizio	531309	99,87%
Data upload	531962	100%
Descrizione Provincia	531850	99,98%
ID provincia	531717	99,95%
Descrizione Comune	531965	100%
ID comune	531715	99,95%
Descrizione indirizzo	531930	99,99%
Numero civico	491718	92,43%
Sezione	184	0,03%
Foglio	531700	99,95%
Particella	531701	99,95%
Subalterno	484267	91,03%
Gradi giorno	529677	99,57%
Piano	529691	99,57%
Numero piani complessivi	529637	99,56%
Destinazione d'uso	531892	99,98%
Caratteristiche edificio	204574	38,46%
Descrizione tipo edificio	529331	99,50%
Anno di costruzione	529951	99,62%
Anno ultima ristrutturazione	403038	75,76%
Volume lordo riscaldato	529952	99,62%
Superficie disperdente totale	529426	99,52%
Su	529427	99,52%
V/Su	529427	99,52%
Fattore forma	529652	99,56%
Trasmittanza opaca	529416	99,52%
Trasmittanza trasparente	529416	99,52%
Tipo impianto	492011	92,49%
Combustibile riscaldamento	503438	94,64%
Combustibile ACS	490889	92,28%
Classe	531732	99,95%
Classe 192/05	529650	99,56%
Q _H	529650	99,56%
Redimento impianto Ettag	529650	99,56%
Rendimento ACS Ettag	529651	99,56%
EPI	529651	99,56%
Motivo	531730	99,95%

Metodologia calcolo	529649	99,56%
Sw utilizzato	513584	96,54%
Prestazione energetica	529650	99,56%
Numeri appartamenti	280930	52,81%
Unità immobiliari servite	330404	62,11%
Potenza riscaldamento	459837	86,44%
Rendimento di generazione	407758	76,65%
Rendimento di regolazione	406010	76,32%
Rendimento di emissione	406138	76,35%
Rendimento di distribuzione	406054	76,33%
Edificio energia 0	527	0,10%
EP_{gl,nren} globale	528	0,10%
EP_{gl,ren} globale	451	0,08%
Emissioni di CO₂	528	0,10%
Superficie raffrescata	233	0,04%
Superficie riscaldata	526	0,10%
Volume lordo raffrescato	229	0,04%
EP_H	529	0,10%
A_{sol}/A_{suputile}	529	0,10%
Y_{IE}	529	0,10%
V/Sup raff.	226	0,04%
V/Sup risc.	452	0,08%
S/V raff.	226	0,04%
S/V risc.	526	0,10%
TOTALE	531975	100%

Tabella 9 - Numero e percentuale di ACE presenti nel database "Attestati di certificazione energetica visione d'insieme". Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.

3. ELABORAZIONE DEI DATI

L'obiettivo della tesi parte dal concetto del progetto TABULA (*Typology Approach for Building stock energy Assessment*, 2009-2012), finanziato dal programma europeo *Intelligent Energy Europe*^[35]. Lo scopo del progetto è quello di creare una struttura armonizzata delle tipologie edilizie residenziali europee. Ogni tipologia edilizia è costituita da un insieme di edifici residenziali modello con tipiche caratteristiche energetiche. Ciascun edificio rappresenta un determinato periodo di costruzione e una specifica dimensione. Gli edifici tipo possono essere utilizzati in ciascun paese come mezzo per rendere nota la prestazione energetica e i potenziali di risparmio energetico raggiungibili attraverso azioni di riqualificazione dell'involucro edilizio e degli impianti termici. La conoscenza delle tipologie edilizie consente l'elaborazione di modelli del patrimonio edilizio per la proiezione del consumo energetico e per la stima dei potenziali di risparmio^[36]. Tra le fonti utilizzate per ottenere informazioni sulla prestazione energetica nazionale ci sono gli Attestati di Prestazione Energetica poiché le informazioni si basano principalmente sulle indagini di esperti energetici. Il numero degli attestati rilasciati negli ultimi anni è aumentato molto, a causa dell'implementazione dell'EPBD^[3]. Il progetto EPISCOPE (*Energy Performance Indicator Tracking Schemes for the Continuous Optimisation of Refurbishment Processes in European Housing Stocks*, 2013-2016), finanziato dal programma europeo *Intelligent Energy Europe*, si pone a continuazione del progetto TABULA e ha come obiettivo principale il monitoraggio dell'evoluzione della riqualificazione energetica del patrimonio edilizio residenziale esistente a scale diverse mediante *Pilot Actions*^[37]. Dall'attuazione della Direttiva sul rendimento energetico nell'edilizia 2010/31/UE^[3], gli attestati di prestazione energetica hanno fornito un'eccellente fonte di informazioni sulle caratteristiche del patrimonio edilizio e hanno un grande potenziale per applicazioni basate sulla scienza dei dati^[39]. La scelta di un edificio rappresentativo esistente richiede sempre una grande quantità di informazioni sul patrimonio edilizio. Ciò è particolarmente vero quando vengono utilizzate tecniche di clustering poiché richiedono set di dati completi. Precedenti iniziative di ricerca nel campo dell'identificazione degli edifici di riferimento hanno applicato metodi di clustering utilizzando database per correlare le caratteristiche dell'edificio, della costruzione e del funzionamento con i dati sul consumo energetico^[38].

Sulla linea di quanto scritto prima, questa fase del lavoro ha portato alla selezione dei database della Regione Piemonte contenenti dati più precisi e attendibili. Sono stati scelti i database relativi alla sezione dati energetici, dati sugli impianti e dati sulle raccomandazioni in quanto all'interno dei fogli di calcolo sono presenti anche i dati generali sugli attestati di prestazione energetica, in modo da poter eseguire la correlazione di dati nel capitolo successivo. Tutti gli altri dataset non sono stati presi in considerazione per motivi di incompletezza di dati. In questo capitolo vengono scelti i parametri che meglio possono descrivere e rappresentare le caratteristiche principali e le prestazioni energetiche del parco edilizio piemontese residenziale e non residenziale. Inoltre i parametri sono stati scelti in funzione del modello di APE aggiornato dal D.M. 26/06/2015^[15] Allegato 1 delle "Linee guida nazionali per la certificazione energetica degli edifici", in modo da eseguire delle analisi coerenti con le normative recenti.

3.1. Suddivisione del database in sezioni

In questo paragrafo viene analizzato il numero di APE rilasciati nella Regione Piemonte^[24] in funzione di dati generici quali Comune, destinazione d'uso residenziale e non residenziale, periodo di rilascio, anno di rilascio e oggetto dell'attestato. Tutti i database scelti per analisi contengono al loro interno la sezione relativa ai dati generali: dunque è stato scelto quello con il maggior numero di dati al suo interno, ovvero quello relativo alla sezione raccomandazioni, che contiene in tutto 445038 dati per ogni parametro.

3.1.1. Provincia

Il numero totale degli attestati rilasciati nella regione Piemonte è di 445038, suddivisi per le diverse Province di appartenenza.

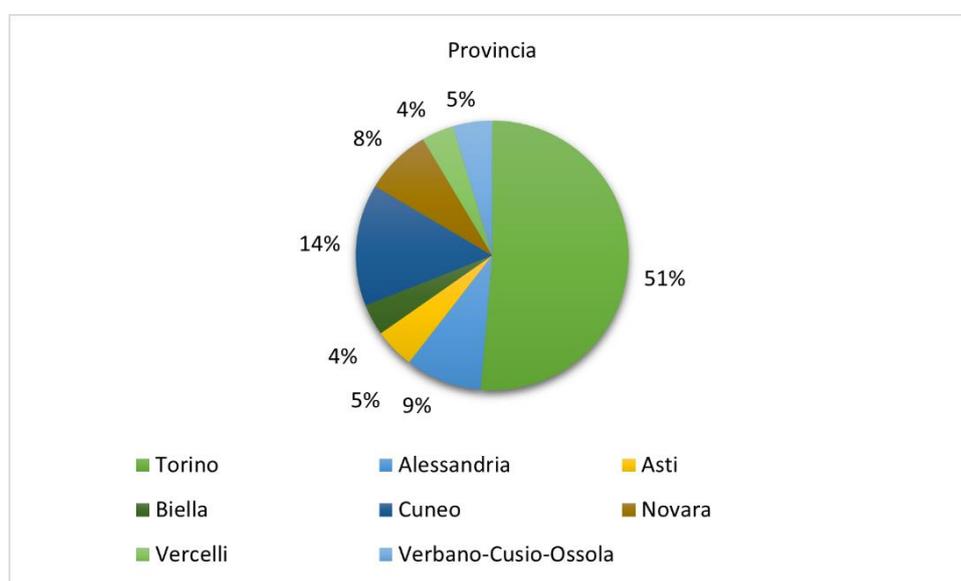


Grafico 1 - Percentuale di APE rilasciati in Piemonte dal 2015 al 2020 divisi per Province. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.

Provincia	Numero	%
Torino	228524	51,35%
Alessandria	40378	9,07%
Asti	21258	4,78%
Biella	16589	3,73%
Cuneo	65196	14,65%
Novara	35372	7,95%
Vercelli	17014	3,82%
Verbano-Cusio-Ossola	20707	4,65%
Totale	445038	100%

Tabella 10 - Numero e percentuale di APE rilasciati in Piemonte dal 2015 al 2020 divisi per Province. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.

Il 51,31% sul totale regionale degli attestati di prestazione energetica vengono rilasciati nella Provincia di Torino. Il restante 48,65% viene rilasciato nelle Province di Alessandria, Asti, Biella, Cuneo, Novara, Vercelli e Verbano-Cusio-Ossola.

3.1.2. Residenziale e non Residenziale

La sezione dei dati generali contenuta all'interno dell'APE richiede di specificare se l'immobile oggetto dell'attestato appartiene alla categoria residenziale o non residenziale e a quale destinazione d'uso appartiene secondo la classificazione del D.P.R. 412/93⁸⁾.

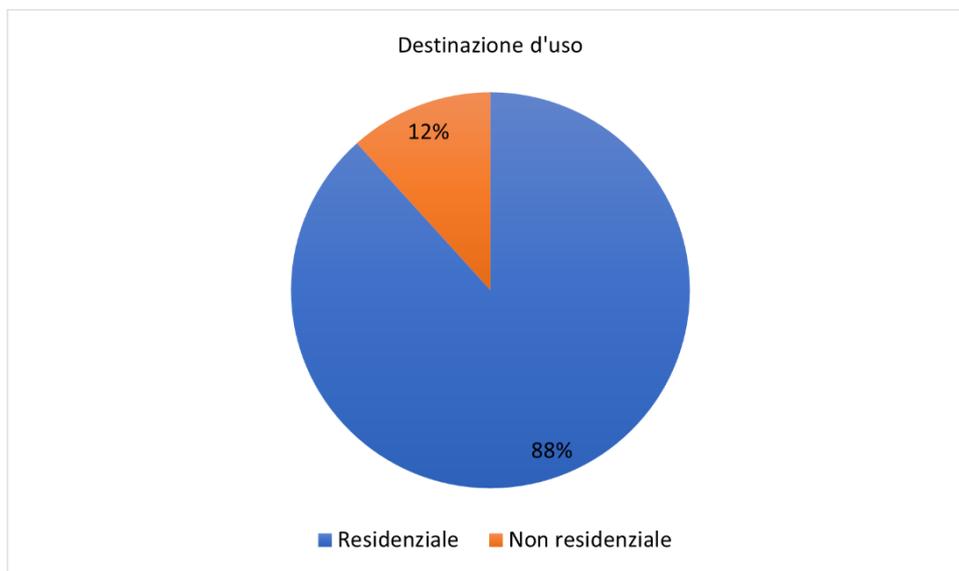


Grafico 2 - Percentuale di APE rilasciati in Piemonte dal 2015 al 2020 divisi per destinazione d'uso residenziale e non residenziale. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.

Destinazione d'uso	Sezione dati generali		Sezione dati energetici		Sezione impianti		Sezione raccomandazioni	
	Numero	%	Numero	%	Numero	%	Numero	%
Residenziale	379421	88,00%	67793	88,23%	236666	84,29%	393080	88,33%
Non residenziale	51717	12,00%	9048	11,77%	44111	15,71%	51958	11,67%
Totale	431138	100%	76841	100%	280777	100%	445038	100%

Tabella 11 - Numero e percentuale di APE rilasciati in Piemonte dal 2015 al 2020 divisi per destinazione d'uso residenziale e non residenziale. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.

Il grafico è riferito al numero di dati presente nella sezione raccomandazioni, contenente un maggior numero di dati. Il patrimonio edilizio residenziale piemontese è caratterizzato da un 88% di edifici appartenenti alla destinazione residenziale, ovvero le destinazioni E.1(1) e E.1(2). Tutte le categorie non appartenenti alla destinazione d'uso E.1 fanno parte del patrimonio edilizio non residenziale, che ricopre una percentuale del 12%.

3.1.3. Oggetto dell'attestato

Il database della regione Piemonte suddivide i dati concernenti gli attestati per tre gruppi di oggetto dell'attestato: intero edificio, unità immobiliari e gruppi di unità immobiliari. Per semplificazione le ultime due categorie sono state considerate in un unico gruppo.

- La categoria "intero edificio" comprende tutti quegli edifici con una sola unità immobiliare, ad esempio una palazzina per uffici o una villa monofamiliare. La certificazione è possibile quando si tratta di un edificio composto da una sola unità immobiliare.

- La categoria “unità immobiliare” si riferisce invece a una sola unità all’interno di un edificio composto da più unità immobiliari (pluriunità).
- Si parla invece di “gruppo di unità immobiliari” nel caso di un edificio composto da più unità immobiliari (o pluriunità): in genere la redazione di questo tipo di attestato è molto rara. Si deve segnare il numero totale delle unità (esempio se si tratta di un condominio con 6 appartamenti in totale) nell’apposito campo dell’attestato “numero di unità immobiliari di cui è composto l’edificio”. In questo caso tutti i valori riportati nell’attestato fanno riferimento ad un’unità rappresentativa. La normativa di riferimento per questa categoria è l’art.6 del D.Lgs.192/2005^[9]: “L’attestazione della prestazione energetica può riferirsi a una o più unità immobiliari facenti parte di un medesimo edificio. L’attestazione di prestazione energetica riferita a più unità immobiliari può essere prodotta solo qualora esse abbiano la medesima destinazione d’uso, la medesima situazione al contorno, il medesimo orientamento e la medesima geometria e siano servite, qualora presente, dal medesimo impianto termico destinato alla climatizzazione invernale e, qualora presente, dal medesimo sistema di climatizzazione estiva.”

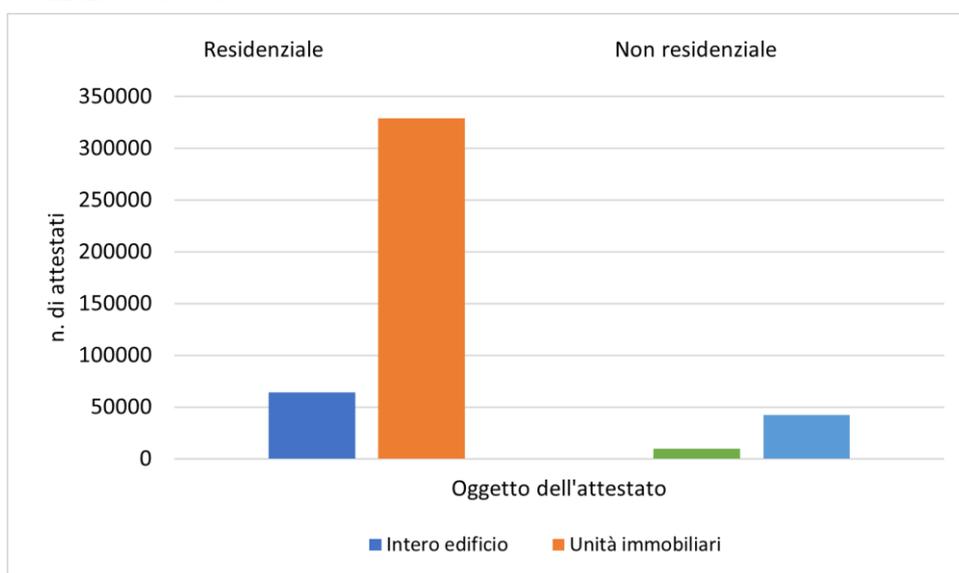


Grafico 3 - Numero di APE rilasciati in Piemonte dal 2015 al 2020 divisi per oggetto dell’attestato. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.

Oggetto dell’attestato: Numero di APE	Sezione dati generali		Sezione dati energetici		Sezione impianti		Sezione raccomandazioni	
	RES.	NON RES.	RES.	NON RES.	RES.	NON RES.	RES.	NON RES.
Intero edificio	55145	9312	9954	1602	37342	9625	64081	9666
Unità immobiliari + Gruppo di unità immobiliari	324263	42405	57839	7446	199324	34486	328999	42292
Totale	379421	51717	67793	9048	236666	44111	393080	51958

Tabella 12 - Numero di APE rilasciati in Piemonte dal 2015 al 2020 divisi per oggetto dell’attestato. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.

Oggetto dell'attestato: % di APE	Sezione dati generali		Sezione dati energetici		Sezione impianti		Sezione raccomandazioni	
	RES.	NON RES.	RES.	NON RES.	RES.	NON RES.	RES.	NON RES.
Intero edificio	14,53%	18,01%	14,68%	17,71%	15,78%	21,82%	16,30%	18,60%
Unità immobiliari + Gruppo di unità immobiliari	85,47%	81,99%	85,32%	82,29%	84,22%	78,18%	83,70%	81,40%
Totale	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Tabella 13 - Percentuale di APE rilasciati in Piemonte dal 2015 al 2020 divisi per oggetto dell'attestato. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.

Per semplificazione i gruppi di unità immobiliari sono stati considerati all'interno del gruppo unità immobiliari dal momento in cui gli APE riferiti a questa categoria sono pochi. Come si può evincere dal grafico (riferito alla sezione raccomandazioni) gli attestati rilasciati alle unità immobiliari sono decisamente maggiori rispetto agli attestati riferiti all'intero edificio, sia per la categoria residenziale (83,70%) sia per la categoria non residenziale (81,40%).

3.1.4. Periodo di rilascio

La banca dati del Piemonte rilascia le informazioni riguardanti il periodo di rilascio degli ACE (Attestato di Certificazione Energetica) da ottobre del 2009 fino al 2015 e degli APE (Attestato di Prestazione Energetica) dal 2015 a ottobre del 2020. Il numero totale di ACE è 531958 e il numero totale degli APE è 445038, con un totale di 976996 dati.

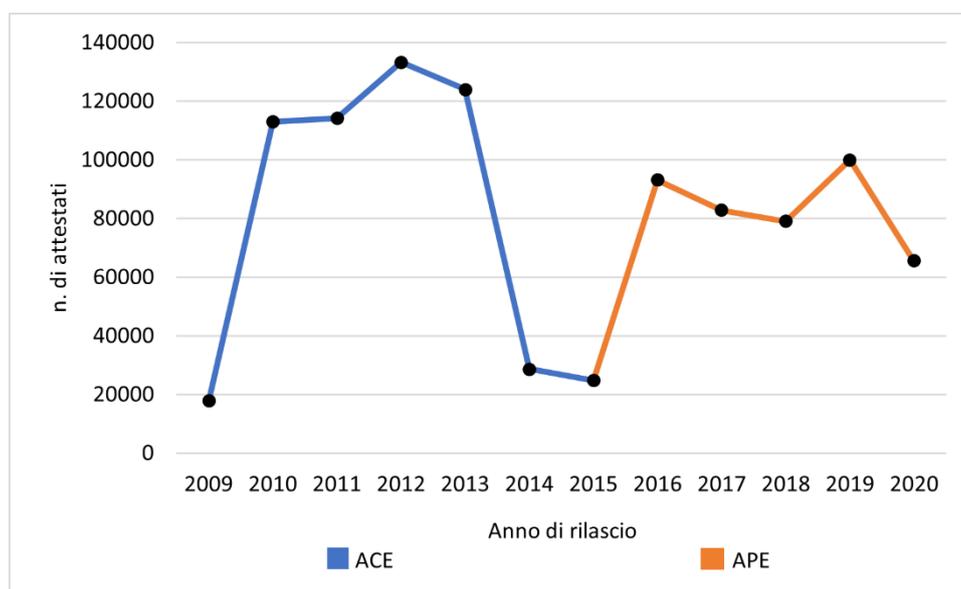


Grafico 4 - Numero di ACE e APE rilasciati in Piemonte dal 2009 al 2020 divisi per anno di rilascio. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.

Anno di rilascio	Numero	%
2009	17927	1,83%
2010	113046	11,57%
2011	114269	11,70%
2012	133290	13,64%
2013	124107	12,70%
2014	28783	2,95%
2015	24875	2,55%
2016	93178	9,54%
2017	82806	8,48%
2018	79092	8,10%
2019	100037	10,24%
2020	65586	6,71%
Totale	976996	100%

Tabella 14 - Numero e percentuale di ACE e APE rilasciati in Piemonte dal 2009 al 2020 divisi per anno di rilascio. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.

Si può notare dal grafico una crescita del rilascio degli ACE tra il 2009 e il 2012, con un calo fino al 2015 (da un 13,64% a un 2,55%). Dal 2016 vediamo una ripresa del rilascio degli APE fino al 2019 (da un 0,54% fino a un 10,24%), con un conseguente calo causa minor numero di dati nel 2020.

3.1.5. Zona climatica

Il territorio italiano è stato suddiviso in sei zone climatiche, che vanno dalla zona climatica A, ovvero la più calda, fino alla zona climatica F, considerata quella più fredda, come descritto nel D.P.R. 412/93 (art. 2)^[8] "Individuazione della zona climatica e dei gradi giorno". La definizione della zona climatica è un dato fondamentale per determinare il fabbisogno energetico di un edificio. L'unità di misura delle zone climatiche sono i gradi giorno (GG), sempre definiti dal DPR 412/93 come "la somma, estesa a tutti i giorni di un periodo annuale convenzionale di riscaldamento, delle sole differenze positive giornaliere tra la temperatura dell'ambiente, convenzionalmente fissata a 20°C, e la temperatura media esterna giornaliera; l'unità di misura utilizzata è il grado-giorno (GG)". Più è alto il valore dei gradi giorno più si discosta dalla temperatura dell'ambiente fissata a 20°C e di conseguenza le temperature sono più fredde e l'edificio richiede un maggiore fabbisogno energetico per riscaldare o raffreddare gli ambienti all'interno di un edificio. La formula dei gradi giorno è la seguente.

$$GG = \sum_{e=1}^n (T_i - T_e)$$

Dove:

GG è l'andamento della temperatura media esterna durante la stagione di riscaldamento;

n è il numero di giorni stabiliti convenzionalmente per il periodo di riscaldamento;

T_i è la temperatura di riferimento interna (pari a 20°C, stabilita dalla normativa);

T_e è la temperatura media giornaliera esterna (pari a -12°C, stabilita dalla normativa).

Zona climatica						
Classe	Da (GG)	A (GG)	Ore giornaliera	Data inizio	Data fine	Numero comuni
A	0	600	6	1° Dicembre	15 Marzo	2
B	601	900	8	1° Dicembre	31 Marzo	157
C	901	1400	10	15 Novembre	31 Marzo	989
D	1401	2100	12	1° Novembre	15 Aprile	1611
E	2101	3000	14	15 Ottobre	15 Aprile	4271
F	3001	+∞	Nessuna limitazione			1071

Tabella 15 - Suddivisione nelle zone climatiche e durata del periodo di riscaldamento. Fonte: DPR 412/93[8].

Il database con un maggior numero di dati, ovvero quello riferito alla sezione raccomandazioni, presenta 382112 dati riferiti alla zona climatica E e 48804 dati riferiti alla zona climatica F. I dati mancanti sono 222.

3.2. Analisi dei dati generali

3.2.1. Destinazione d'uso

La classificazione delle destinazioni d'uso secondo l'articolo 3 del D.P.R. 412/93^[8] si divide in due categorie: edifici residenziale e edifici non residenziali. Da questa classificazione derivano i servizi da considerare nel calcolo della prestazione energetica.

Residenziali:

- E.1(1) abitazioni adibite a residenza con carattere continuativo, quali abitazioni civili e rurali;
- E.1(2) abitazioni adibite a residenza con occupazione saltuaria, quali case per vacanze, fine settimana e simili;

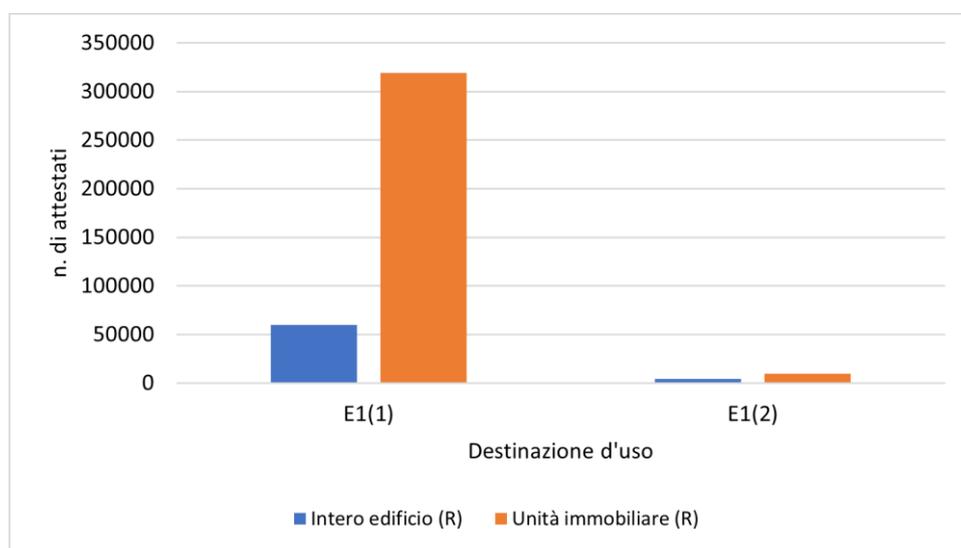


Grafico 5 - Numero di APE del parco edilizio residenziale piemontese divisi per destinazione d'uso.
Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.

Destinazione d'uso (D.P.R. 412/93)	Residenziale			
	Intero edificio		Unità immobiliari	
	Numero	%	Numero	%
E.1 (1)	59823	93,36%	319319	97,06%
E.2 (2)	4258	6,64%	9680	2,94%
Totale	64081	100%	328999	100%

Tabella 16 - Numero e percentuale di APE del parco edilizio residenziale piemontese divisi per destinazione d'uso. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.

Il parco edilizio piemontese residenziale vede una prevalenza di abitazioni adibite a residenza a carattere continuativo (93,36% per intero edificio e 97,06% per unità immobiliari), mentre la destinazione d'uso E.1(2) ricopre una bassa percentuale del campione.

Non residenziali:

- E.1(1) bis - collegi, conventi, case di pena, caserme;
- E.1(3) edifici adibiti ad albergo, pensione ed attività similari;
- E.2 Edifici adibiti a uffici e assimilabili: pubblici o privati, indipendenti o contigui a costruzioni adibite anche ad attività industriali o artigianali, purché siano da tali costruzioni scorporabili agli effetti dell'isolamento termico;
- E.3 Edifici adibiti a ospedali, cliniche o case di cura e assimilabili ivi compresi quelli adibiti a ricovero o cura di minori o anziani nonché le strutture protette per l'assistenza ed il recupero dei tossico-dipendenti e di altri soggetti affidati a servizi sociali pubblici;
- E.4 Edifici adibiti ad attività ricreative, associative o di culto e assimilabili:
 - E.4(1) quali cinema e teatri, sale di riunione per congressi;
 - E.4(2) quali mostre, musei e biblioteche, luoghi di culto;
 - E.4(3) quali bar, ristoranti, sale da ballo;
- E.5 Edifici adibiti ad attività commerciali e assimilabili: quali negozi, magazzini di vendita all'ingrosso o al minuto, supermercati, esposizioni;
- E.6 Edifici adibiti ad attività sportive:
 - E.6(1) piscine, saune e assimilabili;
 - E.6(2) palestre e assimilabili;
 - E.6(3) servizi di supporto alle attività sportive;
- E.7 Edifici adibiti ad attività scolastiche a tutti i livelli e assimilabili;
- E.8 Edifici adibiti ad attività industriali ed artigianali e assimilabili.

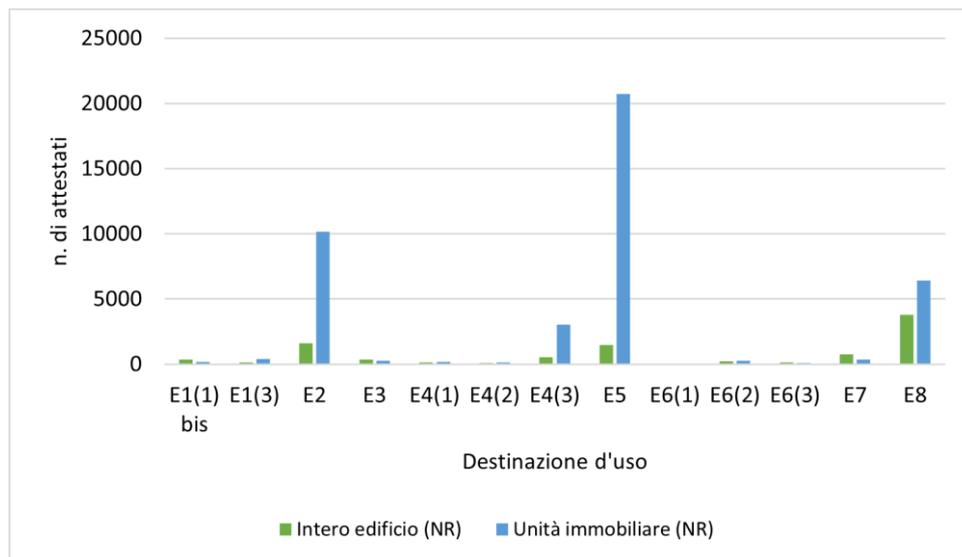


Gráfico 6 - Numero di APE del parco edilizio non residenziale piemontese divisi per destinazione d'uso. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.

Destinazione d'uso (D.P.R. 412/93)	Residenziale			
	Intero edificio		Unità immobiliari	
	Numero	%	Numero	%
E.1(1) bis	343	3,55%	180	0,43%
E.1(3)	155	1,60%	411	0,97%
E.2	1625	16,81%	10185	24,08%
E.3	365	3,78%	275	0,65%
E.4 (1)	124	1,28%	162	0,38%
E.4 (2)	110	1,14%	139	0,33%
E.4 (3)	545	5,64%	3032	7,17%
E.5	1474	15,25%	20737	49,03%
E.6(1)	29	0,30%	38	0,09%
E.6(2)	225	2,33%	293	0,69%
E.6(3)	130	1,34%	74	0,17%
E.7	768	7,95%	355	0,84%
E.8	3773	39,03%	6411	15,16%
Totale	9666	100%	42292	100%

Tabella 17 - Numero e percentuale di APE del parco edilizio non residenziale piemontese divisi per destinazione d'uso. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.

Il parco edilizio non residenziale piemontese vede una forte eterogeneità di destinazioni d'uso. In ordine vediamo una prevalenza della destinazione d'uso E.5 (edifici adibiti ad attività commerciali) che ricoprono il 42,75% del campione, a cui segue la destinazione d'uso E.2 (edifici adibiti a uffici), E.8 (attività industriali) e E.4(3) (bar, ristoranti).

3.2.2. Epoca di costruzione

I dati sono stati suddivisi per epoca di costruzione in nove raggruppamenti: la suddivisione in range di epoche di costruzione riprende la stessa della classificazione in otto classi del progetto TABULA^[31]. L'epoca di costruzione di un edificio è fondamentale per determinare le caratteristiche che influenzano la richiesta di fabbisogno, quali tipologia di involucro esterno e stratigrafia, trasmittanza termica dell'involucro opaco e trasparente, tipologia di impianto, ecc.

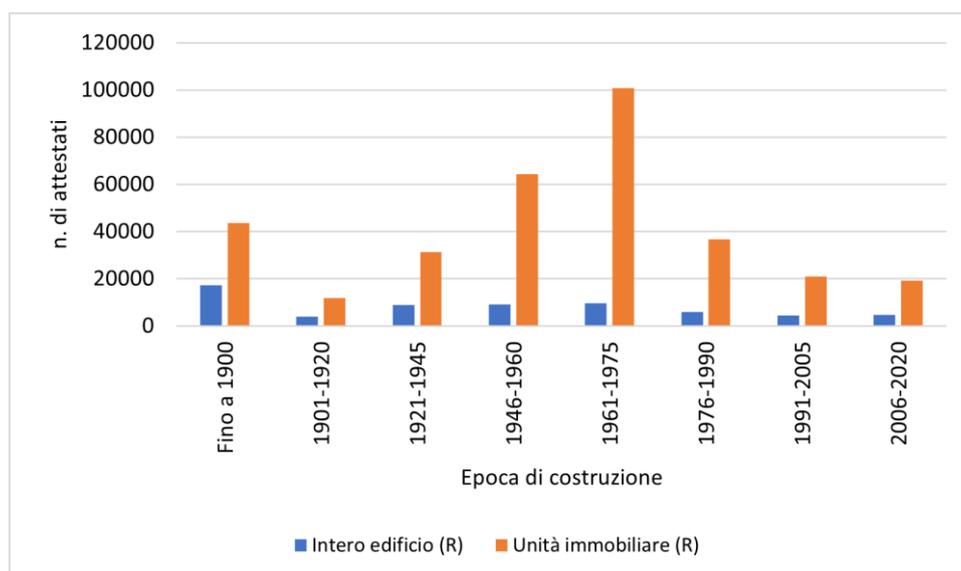


Grafico 7 - Numero di APE del parco edilizio residenziale piemontese divisi per epoca di costruzione. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.

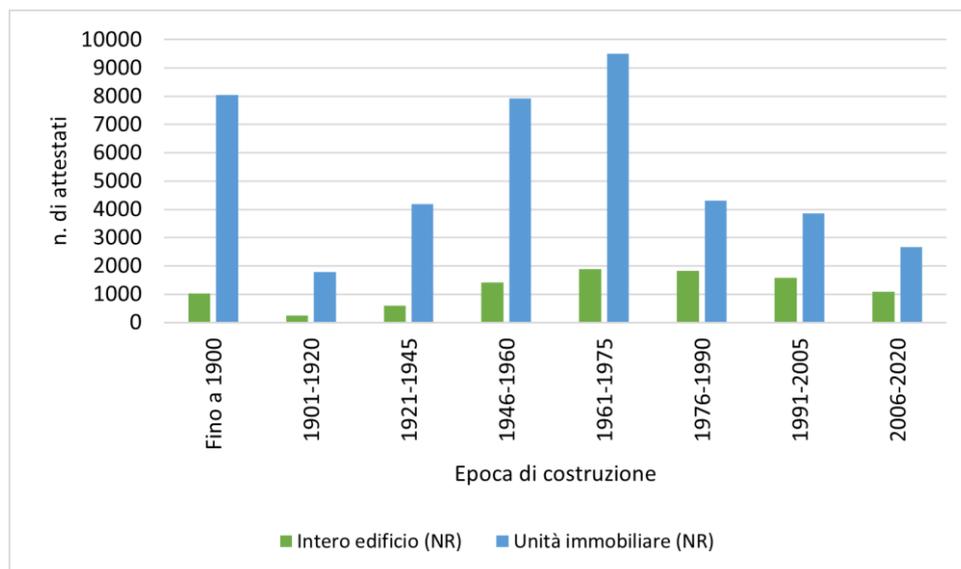


Grafico 8 - Numero di APE del parco edilizio non residenziale piemontese divisi per epoca di costruzione. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.

Epoca di costruzione	Residenziale				Non residenziale			
	Intero edificio		Unità immobiliari		Intero edificio		Unità immobiliari	
	Numero	%	Numero	%	Numero	%	Numero	%
Fino al 1799	664	0,17%	3159	0,80%	141	1,46%	762	1,80%
1800-1900	16601	4,22%	40509	10,31%	887	9,18%	7287	17,23%
1901-1920	3946	1,00%	11797	3,00%	241	2,49%	1790	4,23%
1921-1945	8995	2,29%	31385	7,98%	590	6,10%	4192	9,91%
1946-1960	9229	2,35%	64424	16,39%	1410	14,59%	1833	18,74%
1961-1975	9679	2,46%	100781	25,64%	1882	19,47%	9501	22,47%
1976-1990	5868	1,49%	36815	9,37%	1833	18,96%	4308	10,19%
1991-2005	4432	1,13%	20903	5,32%	1588	16,43%	2865	9,14%
2006-2020	4667	1,19%	19226	4,89%	1094	11,32%	2660	6,29%
Totale	64081	100%	328999	100%	9666	100%	42292	100%

Tabella 18 - Numero e percentuale di APE del parco edilizio residenziale e non residenziale piemontese divisi per epoca di costruzione. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.

Come si evince dai grafici, nel settore residenziale la maggior parte degli edifici è stata costruita tra gli anni '40 e gli anni '70: in particolare l'epoca di costruzione tra il 1961 e il 1975 corrisponde agli anni del boom edilizio in seguito al secondo dopoguerra con un numero di edifici certificati che ricoprono il 28,1% del campione. Il settore non residenziale vede invece un forte picco nell'epoca tra il 1800 e il 1900, (probabilmente legata al patrimonio industriale). Anche gli interi edifici nella categoria residenziale vedono una grande percentuale di costruzioni tra il 1800 e il 1900. Dal 1976 si può notare in entrambi i settori una significativa diminuzione del tessuto edilizio fino al 2020, con un decremento percentuale che va dal 10,8% al 6,07% per il residenziale e dall'11,8% al 7,2% per il non residenziale. Generalmente il parco edilizio piemontese è caratterizzato da edifici costruiti prima del 1976, anno cui esce la prima legge sul risparmio energetico^[6], che richiedono dunque un alto fabbisogno energetico.

3.2.3. Motivazione di rilascio

Si distinguono cinque categorie di motivazione di rilascio dell’attestato di prestazione energetica: nuova costruzione, passaggio di proprietà, locazione, ristrutturazione importante, riqualificazione energetica, altro.

La scelta di un tipo di motivazione non può includere le altre, escludendosi a vicenda. Durante la redazione dell’APE, oltre alla motivazione si può ulteriormente indicare nella voce “altro” altri tipi di motivazione (ad esempio certificazione volontaria). Inoltre l’attestato di prestazione energetica ha una validità di dieci anni, dunque un APE redatto per un certo tipo di motivazione (ad esempio nuova costruzione) può essere utilizzato negli anni successivi per altre motivazioni (ad esempio per mettere in affitto o in vendita l’immobile)^[25].

Per edificio di nuova costruzione si intende l’edificio il cui titolo abilitativo sia stato richiesto dopo l’entrata in vigore del D.M. del 1 ottobre 2015. Sono assimilati agli edifici di nuova costruzione: gli edifici sottoposti a demolizione e ricostruzione, qualunque sia il titolo abilitativo necessario; l’ampliamento di edifici esistenti, ovvero i nuovi volumi edilizi con destinazione d’uso considerata nel decreto, sempre che la nuova porzione abbia un volume lordo climatizzato > al 15% di quello esistente o comunque superiore a 500 m³. L’ampliamento può essere connesso funzionalmente al volume pre-esistente o costituire a sua volta una nuova unità immobiliare.

Nel caso di un APE redatto per “ristrutturazione importante”, bisogna specificare se si tratta di: ristrutturazione importante di I° livello oppure ristrutturazione importante di II° livello. In una ristrutturazione importante di I° livello l’intervento, oltre a interessare l’involucro edilizio con un’incidenza superiore al 25% della superficie disperdente lorda complessiva dell’edificio e può interessare l’impianto termico per il servizio di climatizzazione invernale e/o estiva.

Si definiscono interventi di riqualificazione energetica di un edificio quelli non riconducibili ai casi di ristrutturazioni importanti e che hanno comunque un impatto sulla prestazione energetica dell’edificio. In tali casi, come anche nelle ristrutturazioni importanti di secondo livello, i requisiti di prestazione energetica richiesti si applicano ai soli componenti edilizi e impianti oggetto di intervento, e si riferiscono alle loro relative caratteristiche termo-fisiche o di efficienza^[26].

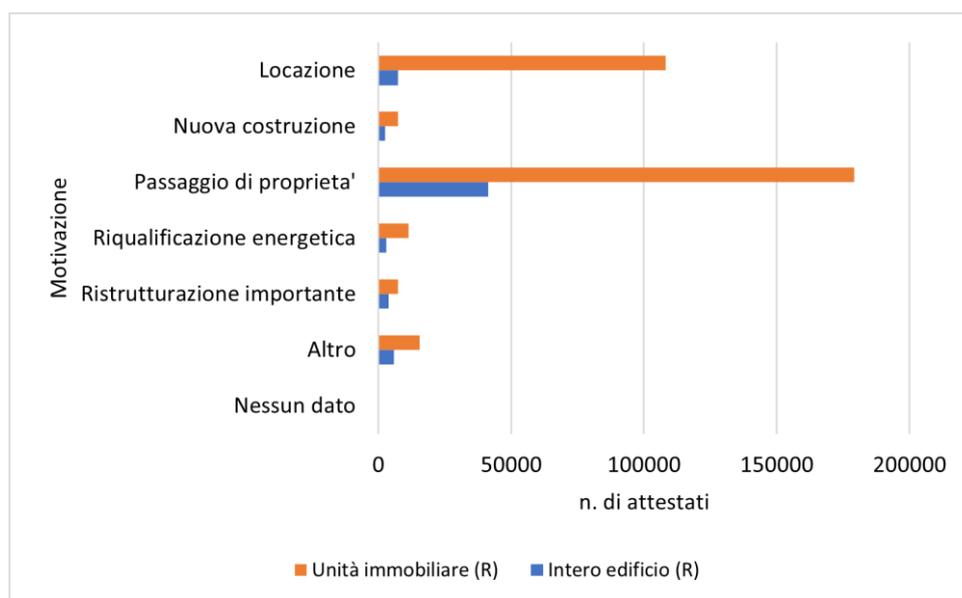


Grafico 9 - Numero di APE del parco edilizio residenziale piemontese divisi per motivazione di rilascio. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.

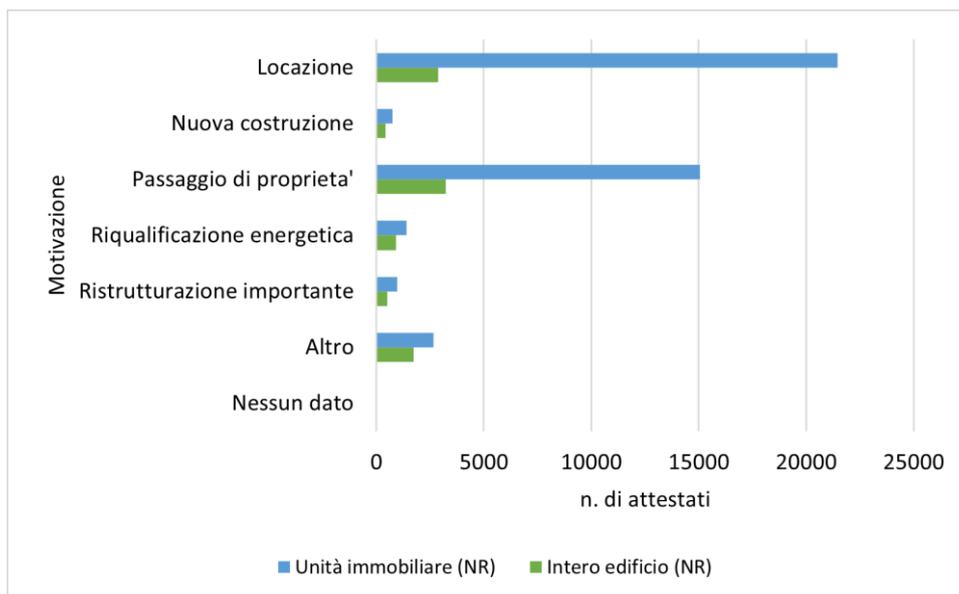


Grafico 10 - Numero di APE del parco edilizio non residenziale piemontese divisi per motivazione di rilascio. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.

Motivazione dell'attestato	Residenziale				Non residenziale			
	Intero edificio		Unità immobiliari		Intero edificio		Unità immobiliari	
	Numero	%	Numero	%	Numero	%	Numero	%
Locazione	7476	11,67%	108198	32,89%	1863	29,62%	21462	50,75%
Nuova costruzione	2469	3,85%	7333	2,23%	422	4,37%	744	1,76%
Passaggio di proprietà	41327	64,49%	179184	54,46%	3230	33,42%	15049	35,58%
Riqualificazione energetica	3065	4,78%	11406	3,47%	912	9,44%	1413	3,34%
Ristrutturazione importante	3880	6,05%	11406	2,25%	502	5,19%	972	2,30%
Altro	5861	9,15%	15451	4,70%	1737	17,97%	2651	6,27%
Nessun dato	3	0%	13	0%			1	0%
Totale	64081	100%	328999	100%	9666	100%	42292	100%

Tabella 19 - Numero e percentuale di APE del parco edilizio residenziale e non residenziale piemontese divisi per motivazione di rilascio. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.

Dai grafici si può evincere una forte prevalenza di motivazioni quali passaggio di proprietà e locazione, che non comportano un miglioramento dell'efficienza energetica. Passaggi di proprietà e locazione ricoprono un 85,53% rispetto al totale per il settore residenziale e un 82% per il non residenziale. Secondo la legge 3 agosto 2013, n.90^[14] è obbligatorio produrre l'attestato sia al contratto di trasferimento che di locazione. La produzione dell'attestato è obbligatoria anche per gli edifici di nuova costruzione e gli immobili sottoposti a ristrutturazioni importanti: deve essere prodotto a cura del costruttore sia esso committente della costruzione o società di costruzione che opera direttamente e deve essere allegato alla documentazione per l'agibilità. Le ristrutturazioni importanti, riqualificazioni energetiche e nuove costruzioni sono le motivazioni che comportano un innalzamento della classe energetica: queste sono in minoranza e ricoprono all'incirca il 9% sul totale degli attestati rilasciati sia per il parco residenziale sia per il parco non residenziale.

3.2.4. Tipologia edilizia

Il database riporta le seguenti categorie di tipologia edilizia, così suddivise:

-Edifici a multipiano: edificio a blocco, edificio a corte, edificio a piastra, edificio a schiera, edificio a torre, edificio in linea.

-Edifici isolati: edificio isolato (monofamiliare), edificio isolato (bifamiliare), edificio isolato (plurifamiliare)

-Altro

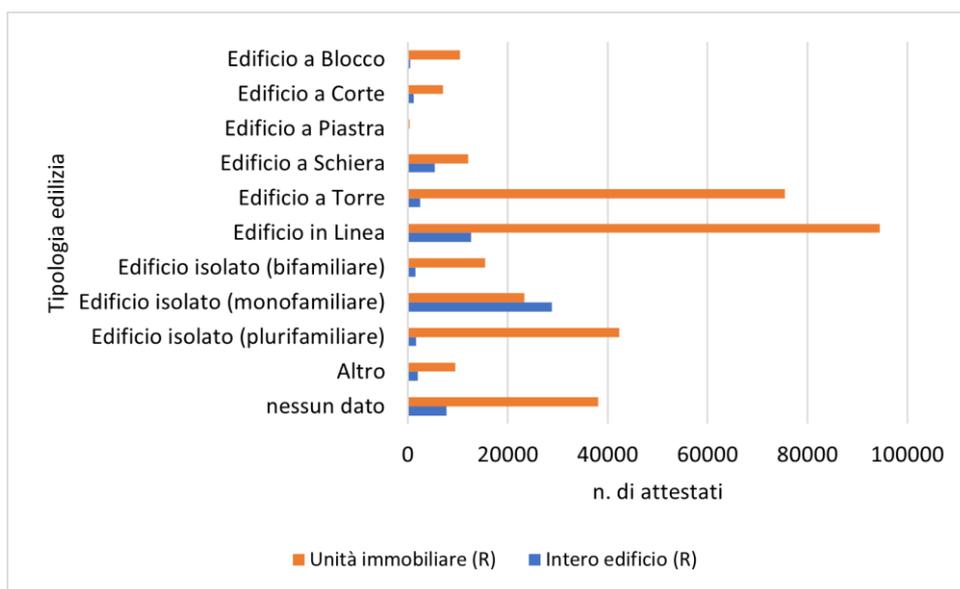


Gráfico 11 - Numero di APE del parco edilizio residenziale piemontese divisi per tipologia edilizia. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.

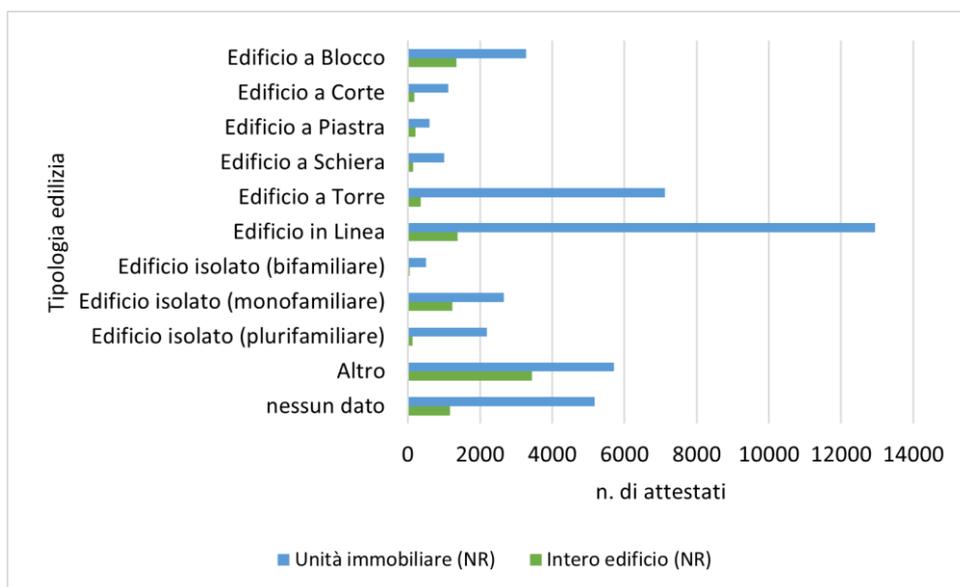


Gráfico 12 - Numero di APE del parco edilizio non residenziale piemontese divisi per tipologia edilizia. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.

Tipologia edilizia	Residenziale				Non residenziale			
	Intero edificio		Unità immobiliari		Intero edificio		Unità immobiliari	
	Numero	%	Numero	%	Numero	%	Numero	%
Edificio a blocco	485	0,76%	10430	3,17%	1346	13,93%	3275	7,74%
Edificio a corte	1179	1,84%	7101	2,16%	186	1,92%	1115	2,64%
Edificio a piastra	28	0,04%	329	0,10%	209	2,16%	597	1,41%
Edificio a schiera	5392	8,41%	12111	3,68%	156	1,61%	1006	2,38%
Edificio a torre	2473	3,86%	75527	22,96%	365	3,78%	7127	16,85%
Edificio in linea	12663	19,76%	94511	28,73%	1375	14,23%	12939	30,59%
Edificio isolato (monofamiliare)	1564	2,44%	15548	4,73%	51	0,53%	498	1,18%
Edificio isolato (bifamiliare)	28885	45,08%	23332	7,09%	1232	12,75%	2658	6,28%
Edificio isolato (plurifamiliare)	1710	2,67%	42399	12,89%	135	1,40%	2187	5,17%
Altro	1963	3,06%	9546	2,90%	3440	35,59%	5717	13,52%
Nessun dato	7739	12,08%	38165	11,60%	1171	12,11%	5173	12,23%
Totale	64081	100%	328999	100%	9666	100%	42292	100%

Tabella 20 - Numero e percentuale di APE del parco edilizio residenziale e non residenziale piemontese divisi per tipologia edilizia.

Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.

Nel settore residenziale la maggior parte degli attestati viene rilasciata per unità immobiliari in edifici multipiano, in particolare edifici in linea (28,73%) e edifici a torre (22,96%). Tra gli edifici isolati vediamo invece una prevalenza di edifici isolati bifamiliari e monofamiliari. Gli interi edifici riguardano principalmente edifici isolati monofamiliari (45,33%), edifici in linea (19,23%) e edifici a schiera (8,31%). Il settore non residenziale è caratterizzato principalmente da edifici in linea, a torre, a blocco o categoria non specificata. All'incirca il 12% dei dati in entrambe le categorie manca la compilazione da parte dei certificatori riguardo la tipologia edilizia.

3.2.5. Superficie disperdente

La superficie disperdente è data dalla superficie che delimita il volume climatizzato rispetto all'esterno, al terreno, ad ambienti a diversa temperatura o ambienti non dotati di impianto di climatizzazione (esempio ripostigli, vani scala, ecc.), espressa in m². I raggruppamenti sono presi dal sito del Sistema Informativo sugli Attestati di Prestazione Energetica (SIAPE) ^[32].

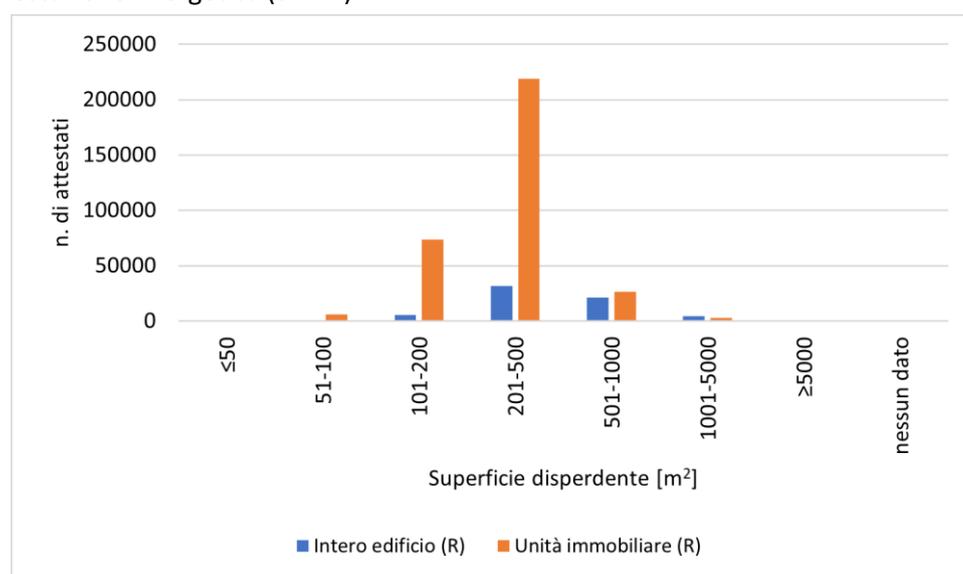


Grafico 13 - Numero di APE del parco edilizio residenziale piemontese divisi per classi di superficie disperdente. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.

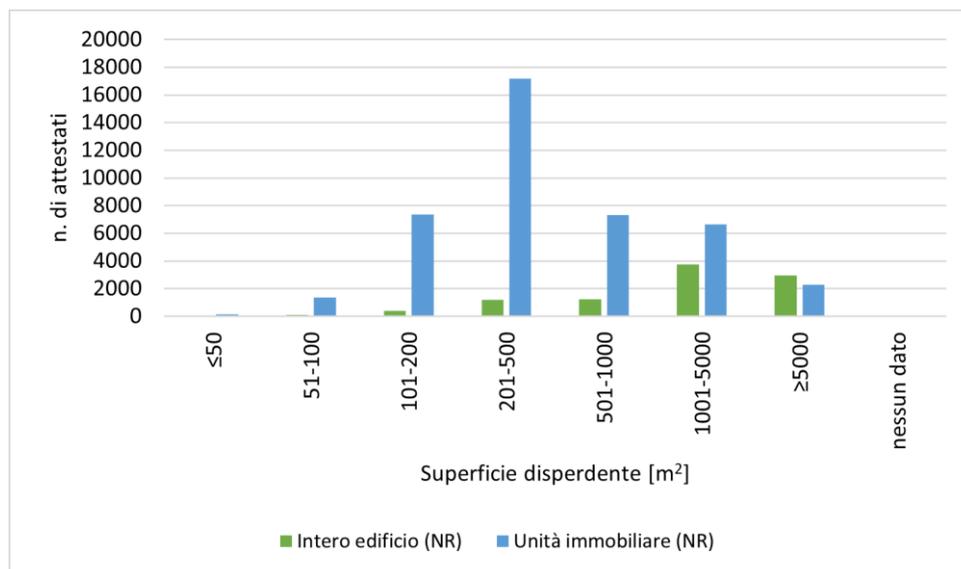


Grafico 14 - Numero di APE del parco edilizio non residenziale piemontese divisi per classi di superficie disperdente. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.

Superficie disperdente [m²]	Residenziale				Non residenziale			
	Intero edificio		Unità immobiliari		Intero edificio		Unità immobiliari	
	Numero	%	Numero	%	Numero	%	Numero	%
≤50	99	0,15%	716	0,22%	35	0,36%	154	0,36%
51-100	699	1,09%	6090	1,85%	97	1,00%	1348	3,19%
101-200	5415	8,45%	73831	22,44%	408	4,22%	7369	17,42%
201-500	31576	49,28%	218700	66,47%	1183	12,24%	17183	40,63%
501-1000	21153	33,01%	26736	8,13%	1235	12,78%	7309	17,28%
1000-5000	4292	6,70%	2655	0,81%	3771	39,01%	6633	15,68%
≥5000	826	1,29%	187	0,06%	2935	30,36%	2282	5,40%
Nessun dato	21	0,03%	84	0,03%	2	0,02%	14	0,03%
Totale	64081	100%	328999	100%	9666	100%	42292	100%

Tabella 21 - Numero e percentuale di APE del parco edilizio residenziale e non residenziale piemontese divisi per classi di superficie disperdente. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.

Dall'analisi emerge che il 90,98% delle unità immobiliari nel settore residenziale ha una superficie disperdente al di sotto di 500 m², con un valore medio pari a 208,4 m², mentre le unità immobiliari che rientrano nel settore non residenziale registrano una media di 681 m² (il 41,03% presenta superfici maggiori ai 500 m²). Gli attestati che ricadono nella categoria intero edificio presentano un 58,97% di edifici residenziali con superficie minore di 500 m² (con un valore medio pari a 462,1 m²) mentre l' 82,17% degli edifici non residenziali risulta superiore (media di 2792 m²).

3.2.6. Volume lordo riscaldato

Il volume lordo riscaldato rappresenta la sommatoria di tutti i volumi lordi delle parti climatizzate di un edificio come definito dalle superfici che lo delimitano, espressa in m³. I raggruppamenti sono presi dal sito del Sistema Informativo sugli Attestati di Prestazione Energetica (SIAPE) [\[32\]](#).

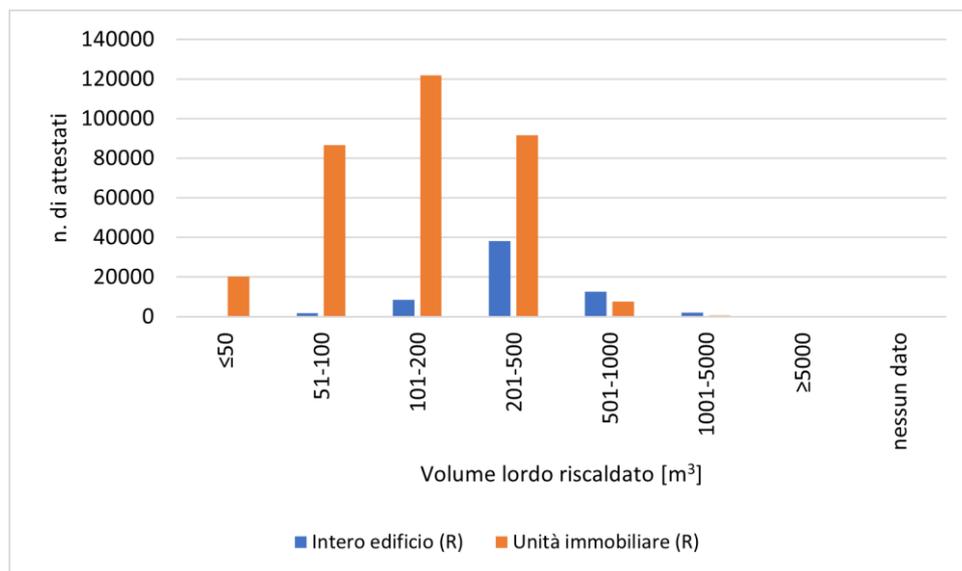


Grafico 15 - Numero di APE del parco edilizio residenziale piemontese divisi per classi di volume lordo riscaldato. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.

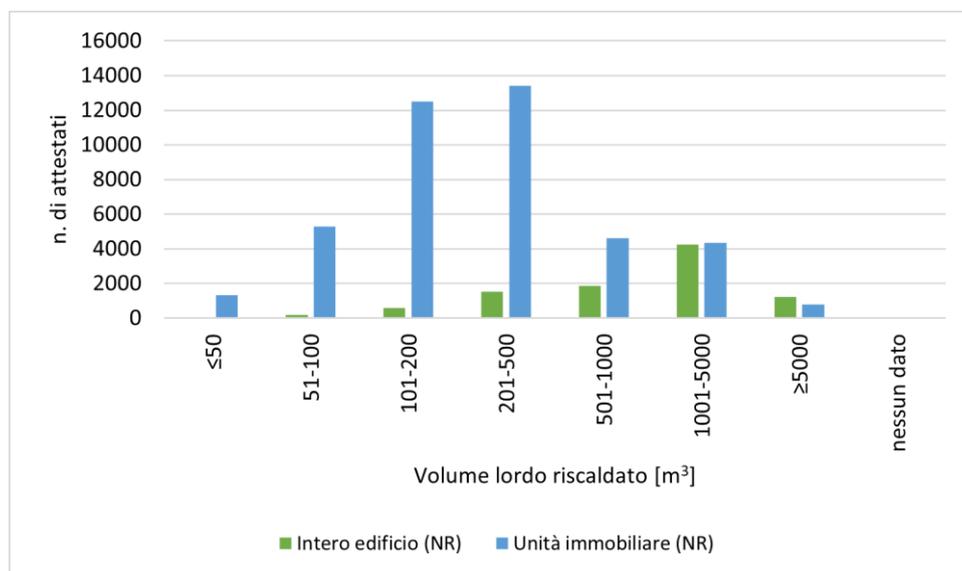


Grafico 16 - Numero di APE del parco edilizio non residenziale piemontese divisi per classi di volume lordo riscaldato. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.

Volume lordo riscaldato [m³]	Residenziale				Non residenziale			
	Intero edificio		Unità immobiliari		Intero edificio		Unità immobiliari	
	Numero	%	Numero	%	Numero	%	Numero	%
≤50	382	0,60%	20399	6,20%	51	0,53%	1328	3,14%
51-100	1890	2,95%	86532	26,30%	175	1,81%	5296	12,52%
101-200	8609	13,43%	121992	37,08%	588	6,08%	12502	29,56%
201-500	38273	59,73%	91623	27,85%	1528	15,81%	13426	31,75%
501-1000	12514	19,53%	7737	2,35%	1867	19,32%	4628	10,94%
1000-5000	2201	3,43%	638	0,19%	4245	43,92%	4335	10,25%
≥5000	210	0,33%	76	0,02%	1212	12,54%	777	1,84%
Nessun dato	2	0,00%	2	0,00%	0	0,00%	0	0,00%
Totale	64081	100%	328999	100%	9666	100%	42292	100%

Tabella 22 - Numero e percentuale di APE del parco edilizio residenziale e non residenziale piemontese divisi per classi di volume lordo riscaldato. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.

Dall'analisi emerge che il 37,08% delle unità immobiliari residenziali ha un volume lordo riscaldato tra i 100 e i 200 m³ mentre il 31,75% delle unità non residenziali si aggira tra i 200 e 500 m³. Il 59,73% degli interi edifici residenziali si aggira tra i 200 e 500 m³ mentre il 43,92% degli edifici non residenziali si aggira tra i 1000 e 5000 m³.

3.2.7. Superficie utile

La superficie utile è data dall'unione delle superfici riscaldate e delle superfici raffrescate, espressa in m². La superficie utile che serve per il calcolo degli indici di prestazione energetica è quella definita all'Allegato A del D.Lgs.192/2005 al punto 50^[9], ovvero "la superficie netta calpestabile dei volumi interessati dalla climatizzazione ove l'altezza sia non minore di 1,50 m e delle proiezioni sul piano orizzontale delle rampe relative ad ogni piano nel caso di scale interne comprese nell'unità immobiliare". Nell'APE saranno riportate la superficie riscaldata e la superficie raffrescata, con i corrispondenti volumi lordi. Se non è presente il servizio "climatizzazione estiva" non vengono indicati superficie e volume raffrescati. I raggruppamenti sono presi dal sito del Sistema Informativo sugli Attestati di Prestazione Energetica (SIAPE)^[32].

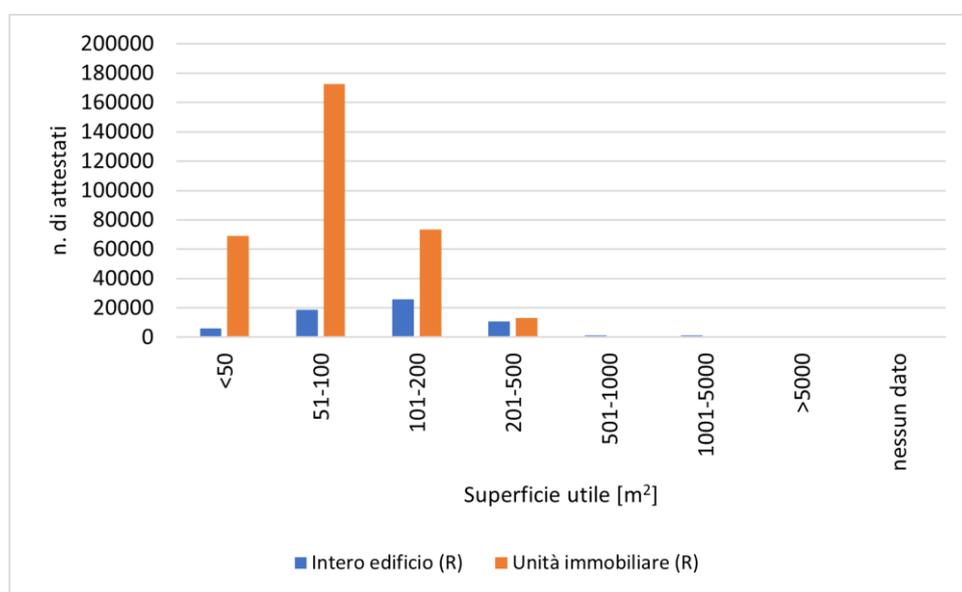


Grafico 17 - Numero di APE del parco edilizio residenziale piemontese divisi per classi di superficie utile. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.

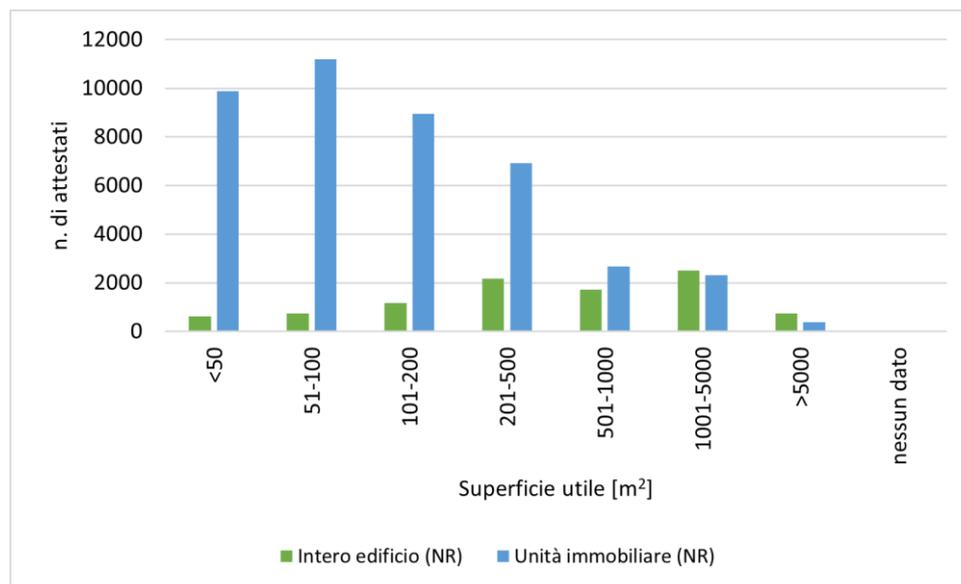


Grafico 18 - Numero di APE del parco edilizio non residenziale piemontese divisi per classi di superficie utile. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.

Superficie utile [m ²]	Residenziale				Non residenziale			
	Intero edificio		Unità immobiliari		Intero edificio		Unità immobiliari	
	Numero	%	Numero	%	Numero	%	Numero	%
≤50	5897	9,20%	68925	20,95%	618	6,39%	9871	23,34%
51-100	18836	29,39%	172402	52,40%	744	7,70%	11204	26,49%
101-200	25908	40,43%	73622	22,38%	1157	11,97%	8943	21,15%
201-500	10930	17,06%	13331	4,05%	2171	22,46%	6921	16,36%
501-1000	1211	1,89%	515	0,16%	1713	17,72%	2667	6,31%
1000-5000	1177	1,84%	141	0,04%	2514	26,01%	2303	5,45%
≥5000	122	0,19%	50	0,02%	749	7,75%	383	0,91%
Nessun dato	0	0,00%	13	0,00%	0	0,00%	0	0,00%
Totale	64081	100%	328999	100%	9666	100%	42292	100%

Tabella 23 - Numero e percentuale di APE del parco edilizio residenziale e non residenziale piemontese divisi per classi di superficie utile. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.

La superficie minima calpestabile (netta) comprensiva dei servizi non deve essere inferiore ai 28 m² per l'agibilità, secondo il D.M. del 5 luglio del 1975 "Modificazioni alle istruzioni ministeriali 20 giugno 1896, relativamente all'altezza minima ed ai requisiti igienico-sanitari principali dei locali di abitazione" che regola gli standard minimi delle abitazioni. Gli edifici o le unità che stanno al di sotto degli standard minimi ricoprono una percentuale molto bassa.

Nel parco immobiliare residenziale il 52,40% delle unità immobiliari presenta una superficie utile tra 50 e 100 m² mentre l'intero edificio presenta un 40,43% di edifici con una superficie tra i 100 e 200 m², dal momento in cui presentano una superficie maggiore rispetto alla precedente categoria. Nel parco immobiliare non residenziale registra una superficie utile maggiore rispetto al parco residenziale. Il 49,83% delle unità presenta una superficie utile inferiore ai 100 m² e un 50,17% superiore ai 100 m², mentre gli interi edifici presentano un 85,91% di edifici con superficie maggiore ai 100 m².

3.3. Analisi dei dati energetici

3.3.1. Classe energetica

Ai sensi dell'articolo 4 comma 4 del decreto ministeriale del 26 giugno 2015^[45], la classe energetica viene stabilita in funzione dell'indice di prestazione energetica globale non rinnovabile dell'edificio ($EP_{gl,nren}$), misurato in kWh/m²/anno.

$$EP_{gl,nren} = EP_{H,nren} + EP_{W,nren} + EP_{C,nren} + EP_{V,nren} + EP_{L,nren} + EP_{T,nren}$$

Le classi energetiche per gli attestati di prestazione energetica sono contrassegnate da un indicatore alfabetico e sono dieci (A1, A2, A3, A4, B, C, D, E, F, G), mentre invece per gli ACE prima del decreto legislativo del 2015 le classi energetiche erano otto (A+, A, B, C, D, E, F, G), definite in base ai gradi giorno del Comune di appartenenza.

Ogni classe energetica è rappresentata da un intervallo di prestazione energetica definito. La lettera G indica la classe caratterizzata dall'indice di prestazione più alto (quindi con maggiori consumi energetici), mentre la lettera A indica la classe caratterizzata dall'indice di prestazione più basso (quindi con minori consumi energetici). La classe energetica A è suddivisa in diversi livelli crescenti di prestazione energetica, che vanno dalla classe A1 alla classe A4.

La scala delle classi è definita a partire dal valore dell'indice di prestazione energetica globale non rinnovabile dell'edificio di riferimento $EP_{gl,nren,rif,standard}$ (2019/21) calcolato ipotizzando che in esso siano installati elementi edilizi e impianti standard dell'edificio di riferimento (escludendo quindi gli eventuali impianti a fonti rinnovabili presenti nell'edificio reale).

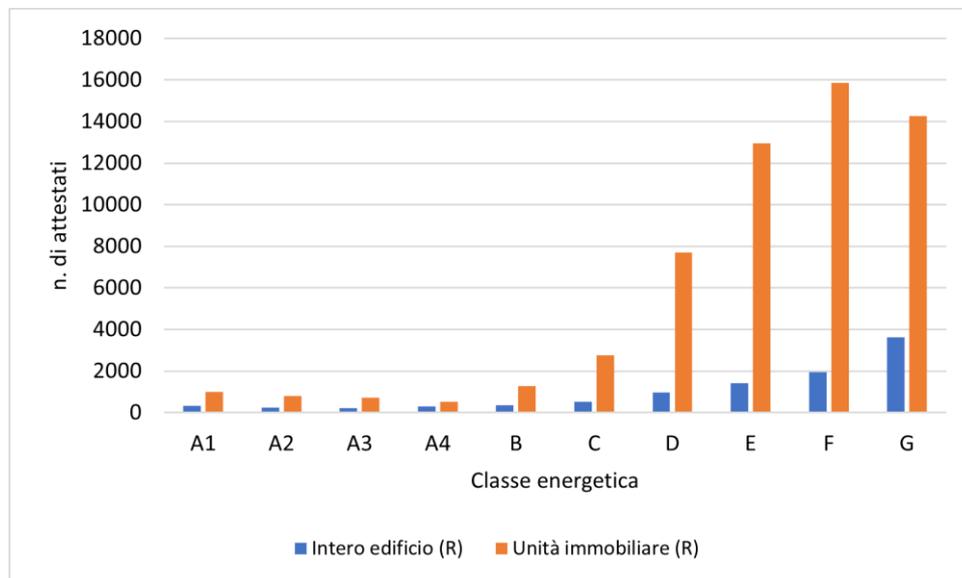


Grafico 19 - Numero di APE del parco edilizio residenziale piemontese divisi per classe energetica.
Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.

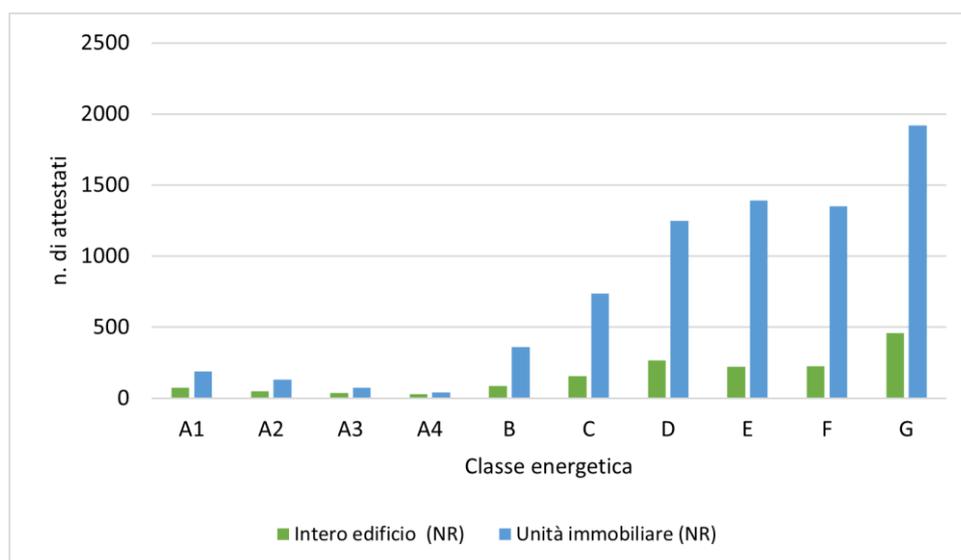


Grafico 20 - Numero di APE del parco edilizio non residenziale piemontese divisi per classe energetica. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.

Classe energetica	Residenziale				Non residenziale			
	Intero edificio		Unità immobiliari		Intero edificio		Unità immobiliari	
	Numero	%	Numero	%	Numero	%	Numero	%
A1	324	3,25%	998	1,73%	74	4,62%	190	2,55%
A2	255	2,56%	806	1,39%	50	3,12%	132	1,77%
A3	227	2,28%	726	1,26%	38	2,37%	76	1,02%
A4	294	2,95%	522	0,90%	28	1,75%	42	0,56%
B	365	3,67%	1276	2,21%	86	5,37%	360	4,83%
C	519	5,21%	2752	4,76%	156	9,74%	736	9,88%
D	974	9,79%	7696	13,31%	265	16,54%	1249	16,77%
E	1406	14,12%	12948	22,39%	221	13,80%	1390	18,67%
F	1962	19,71%	15851	27,41%	227	14,17%	1350	18,13%
G	3628	36,45%	14264	24,66%	457	28,53%	1921	25,80%
Totale	9954	100%	57839	100%	1602	100%	7446	100%

Tabella 24 - Numero e percentuale di APE del parco edilizio residenziale e non residenziale piemontese divisi per classe energetica. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.

Possiamo affermare che il parco edilizio residenziale registra una maggior parte di edifici che ricadono in classi energetiche basse (classi F-G) con una percentuale pari a 56,16% per interi edifici e un 52,07% per le unità immobiliari. In particolare gli interi edifici mostrano una percentuale maggiore della classe G rispetto alla F, rispetto alle unità mostrando dunque una minore prestazione energetica. Le classi energetiche più alte (A4-B) ricoprono una percentuale minore, ovvero del 14,72% per intero edificio e del 7,48% per unità immobiliare. Il parco edilizio non residenziale presenta invece una maggiore percentuale legata alle classi energetiche intermedie (classi C-E) pari a 40,07% per intero edificio e pari a 45,33% per le unità immobiliari. Anche le classi energetiche più prestanti (A4-B) presentano una percentuale maggiore, ovvero pari a 11,89% per il non residenziale, contro un 8,55% per il residenziale.

3.3.2. Fattore di forma

Il fattore di forma è dato dal rapporto tra la superficie disperdente e il volume lordo riscaldato, espressa in m^{-1} . Dipende dalle dimensioni e dalla geometria dell'edificio ed esprime il rapporto di compattezza dell'involucro, che a sua volta influenza le dispersioni termiche dell'edificio. Maggiore è la compattezza

dell'involucro minori sono le dispersioni termiche. Dunque più è basso il rapporto S/V maggiore è la compattezza e dunque migliori saranno le prestazioni energetiche dell'edificio. Invece maggiore è la superficie disperdente maggiori saranno le dispersioni termiche, quindi a una più bassa compattezza corrisponde un minore livello di performance energetica. Il fattore forma dipende dalla geometria dell'edificio, mentre non tiene conto di altri fattori, quali impianti o contesto climatico.

I dati sono stati divisi in sei raggruppamenti^[33]: $\leq 0,20$, 0,21-0,40, 0,41-0,60, 0,61-0,80, 0,80-1,00, $\geq 1,00$.

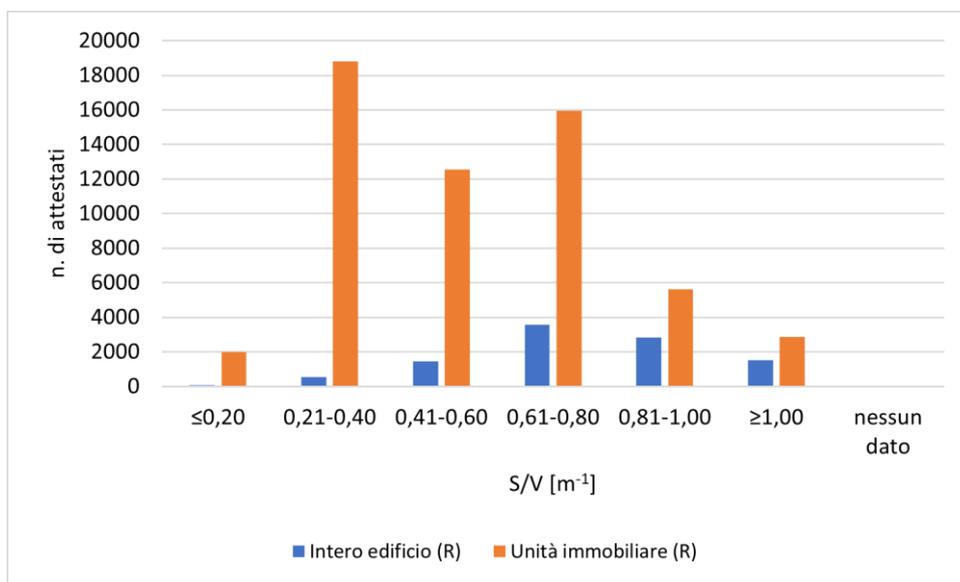


Grafico 21 - Numero di APE del parco edilizio residenziale piemontese divisi per classi di S/V. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.

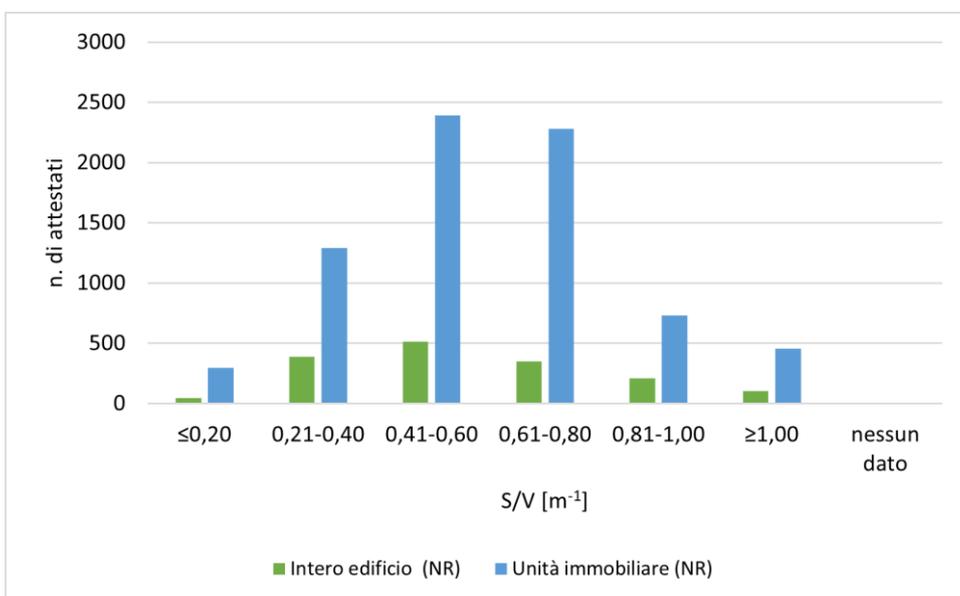


Grafico 22 - Numero di APE del parco edilizio non residenziale piemontese divisi per classi di S/V. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.

Rapporto S/V [m ⁻¹]	Residenziale				Non residenziale			
	Intero edificio		Unità immobiliari		Intero edificio		Unità immobiliari	
	Numero	%	Numero	%	Numero	%	Numero	%
$\leq 0,20$	66	0,66%	2000	3,46%	45	2,81%	298	4,00%

0,21-0,40	527	5,29%	18808	32,52%	388	24,22%	1290	17,32%
0,41-0,60	1453	14,60%	12559	21,71%	512	31,96%	2392	32,12%
0,61-0,80	3556	35,72%	15960	27,59%	349	21,79%	2282	30,65%
0,81-1,00	2836	28,49%	5626	9,73%	207	12,92%	729	9,79%
≥1,00	1509	15,16%	1857	4,94%	101	6,30%	453	6,08%
Nessun dato	7	0,07%	29	0,05%		0%	2	0,03%
Totale	9954	100%	57839	100%	1602	100%	7446	100%

Tabella 25 - Numero e percentuale di APE parco edilizio residenziale e non residenziale piemontese divisi per classi di S/V. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.

La maggior parte degli immobili del settore residenziale presenta un rapporto forma tra 0,2 e 0,4 m⁻¹: a bassi valori del rapporto forma corrisponde un edificio compatto con minori superfici disperdenti verso l'esterno. La classe più performante, ovvero quella minore a 0,2 m⁻¹ presenta le percentuali più basse. La categoria intero edificio vede invece rapporti più alti di S/V rispetto alle unità, ovvero tra 0,6 e 0,8 m⁻¹. Nel settore non residenziale prevalgono invece classi di S/V intermedie, quindi tra 0,40-0,60 e tra 0,60-0,80. È presente anche una percentuale minore di classi S/V alte a cui appartengono gli edifici più disperdenti che presentano forme più movimentate e quindi con maggiore penetrazione e comunicazione con l'ambiente esterno.

3.3.3. Prestazione energetica invernale

Come descritto nell'Allegato 1 "Linee guida nazionali per l'attestazione della prestazione energetica degli edifici" del decreto requisiti minimi del 26 giugno 2015^[15], l'indice di prestazione energetica per la climatizzazione invernale EP_H "deriva dall'indice della capacità dell'involucro edilizio nel contenere il fabbisogno di energia per il riscaldamento (EP_{H,nd}: indice di prestazione termica utile per la climatizzazione invernale dell'edificio) e dal rendimento dell'impianto di riscaldamento (H: rendimento medio stagionale dell'impianto di riscaldamento)". L'indice di prestazione termica utile per riscaldamento EP_{H,nd} rappresenta l'energia che si consuma in un anno per riscaldare un metro quadro dell'appartamento, espressa in kWh/m²anno: tale valore indica la qualità alta, media o bassa dell'involucro edilizio. L'indicatore è definito a partire dal valore dell'indice di prestazione termica utile per il riscaldamento dell'edificio di riferimento (EP_{H,nd,limite 2019/21}), calcolato secondo quanto previsto dall'Allegato 1, capitolo 3 del decreto requisiti minimi, ipotizzando che in esso siano installati elementi edilizi dotati dei requisiti minimi di legge in vigore dal 1° gennaio 2019 per gli edifici pubblici, e dal 1° gennaio 2021 per tutti gli altri. La scala di classificazione è quella delle linee guida nazionali che suddivide le classi energetiche^[15].

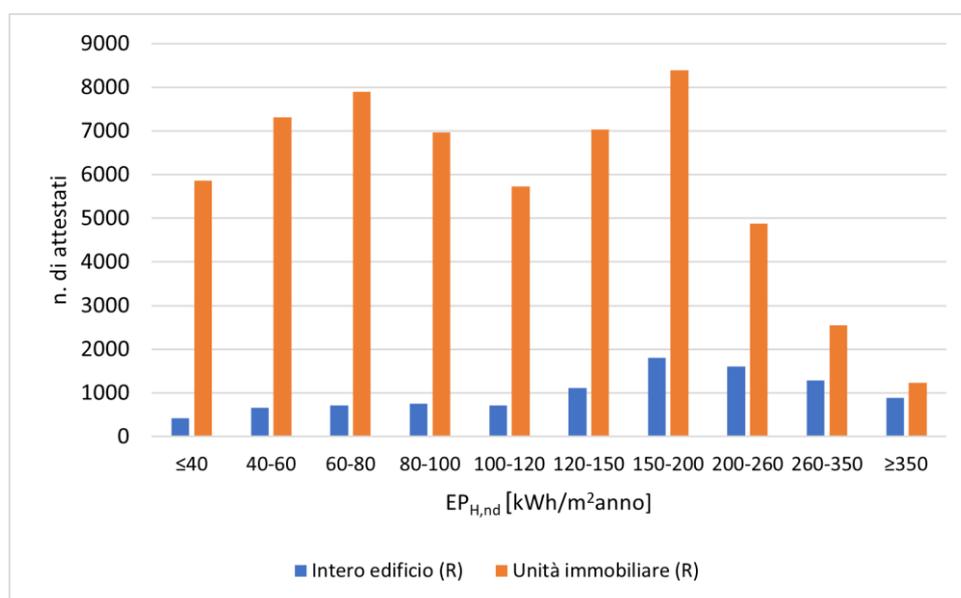


Grafico 23 - Numero di APE del parco edilizio residenziale piemontese divisi per classi di $EP_{H,nd}$.
Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.

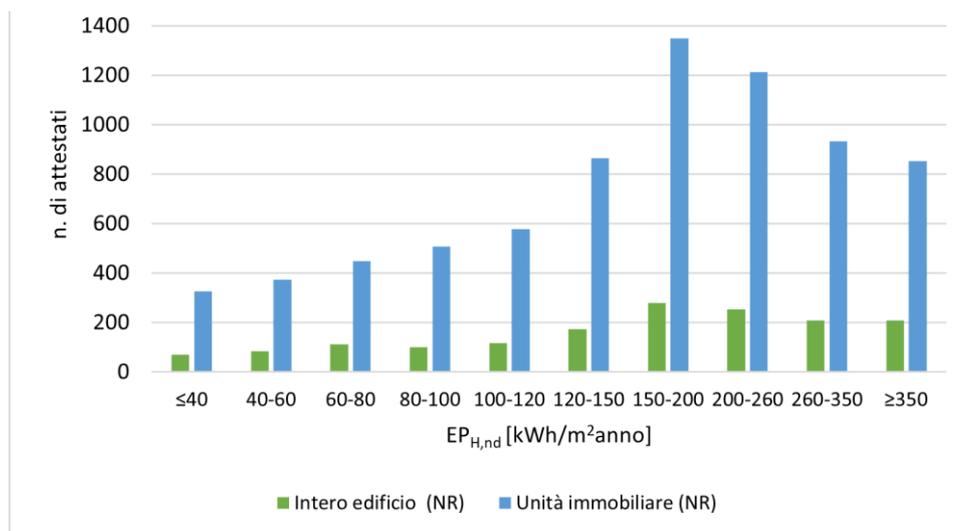


Grafico 24 - Numero di APE del parco edilizio non residenziale piemontese divisi per classi di $EP_{H,nd}$.
Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.

EP _H [kWh/m²anno]	Residenziale				Non residenziale			
	Intero edificio		Unità immobiliari		Intero edificio		Unità immobiliari	
	Numero	%	Numero	%	Numero	%	Numero	%
≤40	340	3,42%	949	1,64%	35	2,18%	85	1,14%
40-60	287	2,88%	1340	2,32%	29	1,81%	114	1,53%
60-80	389	3,91%	2350	4,06%	47	2,93%	140	1,88%
80-100	439	4,41%	3866	6,68%	48	3,00%	207	2,78%
100-120	504	5,06%	4910	8,49%	60	3,75%	249	3,34%
120-150	782	7,86%	7994	13,82%	90	5,62%	459	6,16%
150-200	1265	12,71%	11507	19,89%	172	10,74%	874	11,74%
200-260	1443	14,50%	9842	17,02%	230	14,36%	1052	14,13%
260-350	1786	17,94%	8387	17,94%	305	19,04%	1384	18,59%
≥350	2719	27,32%	6694	11,57%	586	36,58%	2882	38,71%
Totale	9954	100%	57839	100%	1602	100%	7446	100%

Tabella 26 - Numero e percentuale di APE del parco edilizio residenziale e non residenziale piemontese divisi per classi di $EP_{H,nd}$.
Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.

Possiamo evincere che sia per il settore residenziale che per il settore non residenziale prevalgono valori di $EP_{H,nd}$ che si aggirano tra i 150 e i 200 kWh/m²anno. Il settore residenziale presenta classi di EP_H con valori più bassi di 150 kWh/m²anno: da questo si desume che il parco immobiliare è caratterizzato da una qualità medio alta dell'involucro edilizio. Le unità immobiliari presentano classi di $EP_{H,nd}$ anche basse, ovvero tra i 60 e 80 kWh/m²anno mentre gli intero edifici rientrano in classi con valori più elevati rispetto alle unità (tra 150 e 260 kWh/m²anno). Discorso diverso vale per il settore non residenziale, nel quale prevalgono classi di $EP_{H,nd}$ con valori più alti, superiori ai 200 kWh/m²anno, quindi con una qualità dell'involucro edilizio peggiorativa.

EP _H medio kWh/m ² anno						
	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Residenziale	148,90	148,41	138,03	132,78	153,31	140,87
Non residenziale	322,77	217,99	207,29	203,76	204,29	203,49

Tabella 27 - Variazione dei valori medi dell'indice di prestazione energetica per il riscaldamento dell'edificio EP_{H,nd} nel periodo 2015-2020 del parco edilizio residenziale e non residenziale piemontese. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.

Tra il 2015 e il 2020 vediamo una decrescita costante del valore medio di EP_H, giustificata dall'implementazione degli obblighi legislativi (D.Lgs. 192/2005 e D.M. 26/06/2015).

3.3.4. Prestazione energetica estiva

La prestazione energetica estiva dell'involucro edilizio è data principalmente da due fattori: la trasmittanza termica (Y_{IE}) e l'area solare equivalente estiva per unità di superficie utile ($A_{sol,est}/A_{sup\ utile}$).

La trasmittanza termica periodica Y_{IE} espressa in W/m²K, definita dalla norma UNI EN ISO 13786 del 2008, valuta la capacità di una struttura opaca (parete) di sfasare e attenuare il flusso termico che la attraversa nell'arco delle 24 ore, definendone l'inerzia termica del componente. È un parametro che dipende sia dalla capacità di accumulo termico sia dal grado di isolamento termico della parete. La trasmittanza termica periodica prende in considerazione il valore medio pesato in base alle superfici che delimitano l'involucro, con l'esclusione delle superfici verticali esposte a Nord. Nell' Allegato 1, capitolo 3 e Appendice A del decreto requisiti minimi^[15] del 26 giugno 2015 il valore di Y_{IE} indica la qualità alta, media o bassa dell'involucro rispetto a un limite posto pari a 0,14 W/m²K.

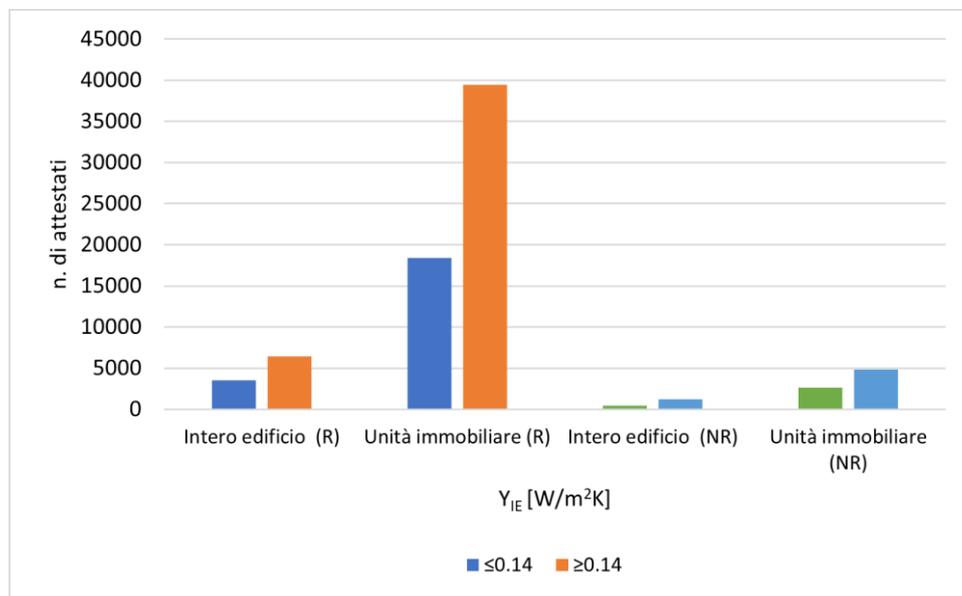


Grafico 25 - Numero di APE del parco edilizio residenziale e non residenziale piemontese divisi per classi di Y_{IE} . Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.

Y _{IE} [W/m ² K]	Residenziale				Non residenziale			
	Intero edificio		Unità immobiliari		Intero edificio		Unità immobiliari	
	Numero	%	Numero	%	Numero	%	Numero	%
≤0.14	3525	35,41%	18397	64,59%	406	25,34%	2598	74,66%
≥0.14	18397	31,81%	39442	68,19%	1196	34,89%	4848	65,11%
Totale	9954	100%	57839	100%	1602	100%	7446	100%

Tabella 28 - Numero e percentuale di APE del parco edilizio residenziale e non residenziale piemontese divisi per classi di Y_{IE}. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.

L'area equivalente estiva A_{sol,est} dell'edificio^[26] è la sommatoria delle aree equivalenti estive di ogni componente vetrato k, espressa in m².

$$A_{sol,est} = \sum k F_{sh,ob} \times g_{gl+sh} \times (1 - FF) \times A_{w,p} \times F_{sol,est}$$

Dove:

- F_{sh,ob}: il fattore di riduzione per ombreggiatura relativo ad elementi esterni per l'area di captazione solare effettiva della superficie vetrata k-esima, riferito al mese di luglio;
- g_{gl+sh} è la trasmittanza di energia solare totale della finestra calcolata nel mese di luglio, quando la schermatura solare è utilizzata;
- FF è la frazione di area relativa al telaio, rapporto tra l'area proiettata del telaio e l'area proiettata totale del componente finestrato;
- A_{w,p} è l'area proiettata totale del componente vetrato (area del vano finestra);
- F_{sol,est} è il fattore di correzione per l'irraggiamento incidente, ricavato come rapporto tra l'irradianza media nel mese di luglio, nella località e sull'esposizione considerata, e l'irradianza media annuale di Roma, sul piano orizzontale.

Nell' Allegato 1, capitolo 3 e Appendice A del decreto requisiti minimi^[15] del 2015 il valore di A_{sol,est} divisa per A_{sup utile} indica la qualità alta, media o bassa dell'involucro rispetto a un limite posto pari a 0,03 [-].

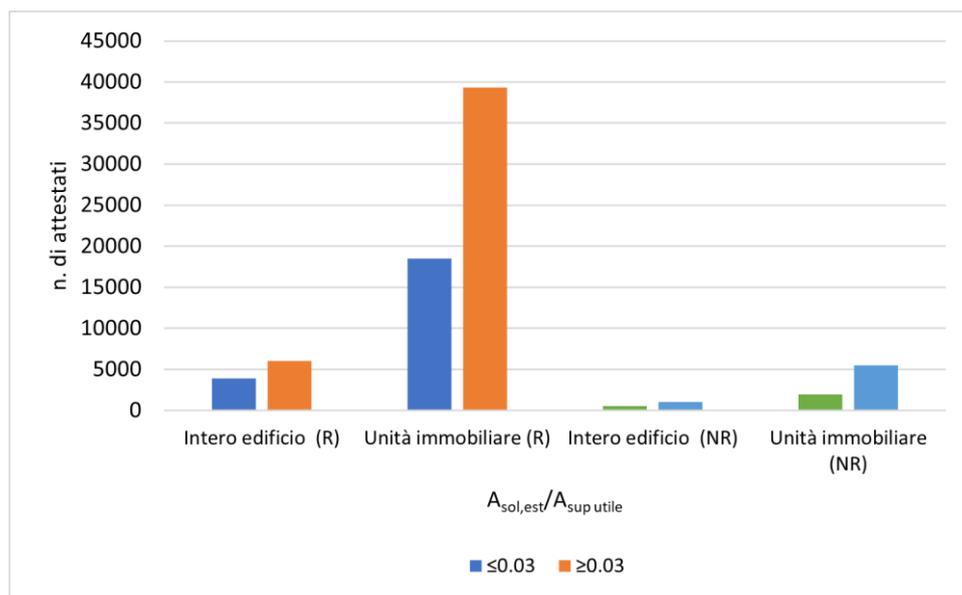


Grafico 26 - Numero di APE del parco edilizio residenziale e non residenziale piemontese divisi per classi di A_{sol,est}/A_{sup utile}. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.

Asol/Asup [-]	Residenziale				Non residenziale			
	Intero edificio		Unità immobiliari		Intero edificio		Unità immobiliari	
	Numero	%	Numero	%	Numero	%	Numero	%
≤0.03	3914	39,32%	18507	32,00%	551	34,39%	1925	25,85%
≥0.03	6040	60,68%	39332	68,00%	1051	65,51%	5521	74,15%
Totale	9954	100%	57839	100%	1602	100%	7446	100%

Tabella 29 - Numero e percentuale di APE del parco edilizio residenziale e non residenziale piemontese divisi per classi di $A_{sol,est}/A_{sup}$ utile. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.

Le analisi mostrano un parco edilizio residenziale e non residenziale con una buona qualità dell’involucro, in quanto la maggior parte degli attestati riporta valori di Y_{IE} superiori a $0,14 \text{ W/m}^2\text{K}$ e valori di area solare equivalente estiva superiori a $0,03$.

3.3.5. Servizi energetici presenti

In questa sezione dell’APE vengono indicati i servizi energetici considerati nel calcolo della prestazione energetica, compresi gli impianti che vengono simulati nel calcolo: climatizzazione invernale, climatizzazione estiva, acqua calda sanitaria, illuminazione e trasporto di cose/persone. Secondo la classificazione DPR 412/93^[8] i diversi servizi energetici vengono classificati a seconda delle categorie di destinazione d’uso. In alcuni casi i consumi vengono calcolati simulando la presenza di un impianto fittizio/convenzionale, ovvero l’impianto viene simulato in quanto assente (esempio il caso in cui un edificio non sia riscaldato e non abbia l’impianto di produzione di ACS vengono considerati gli impianti standard previsti per la definizione dell’indicatore di classe). In questo caso vengono indicate le efficienze medie e i fabbisogni simulati. I servizi di illuminazione e di trasporto (attivo a partire dal 29 giugno del 2016) vengono considerati per tutti gli edifici di categoria non residenziale. Gli alberghi, le pensioni e attività similari rientrano nel settore terziario, per cui i servizi di illuminazione e trasporto vanno considerati ai fini della prestazione energetica dell’edificio (cfr. definizione di “prestazione energetica di un edificio” contenuta nella Legge 90/13^[14]). Secondo il capitolo 2 del decreto requisiti minimi del 26 giugno 2015^[15], il servizio di illuminazione per la determinazione del calcolo della prestazione energetica viene esteso ai collegi, conventi, case di pena e caserme (categoria E.1(1)).

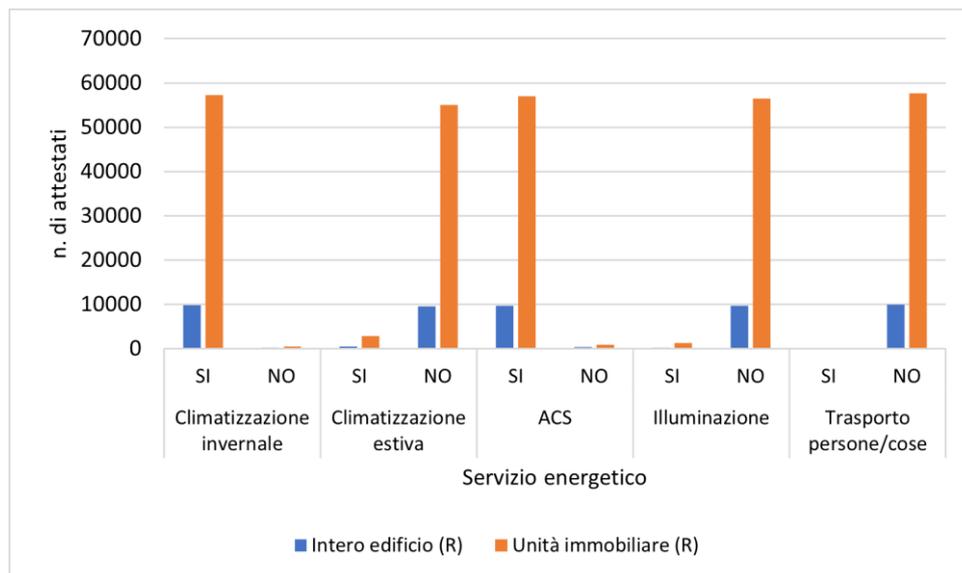


Grafico 27 - Numero di APE del parco edilizio residenziale piemontese divisi per servizi energetici presenti. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.

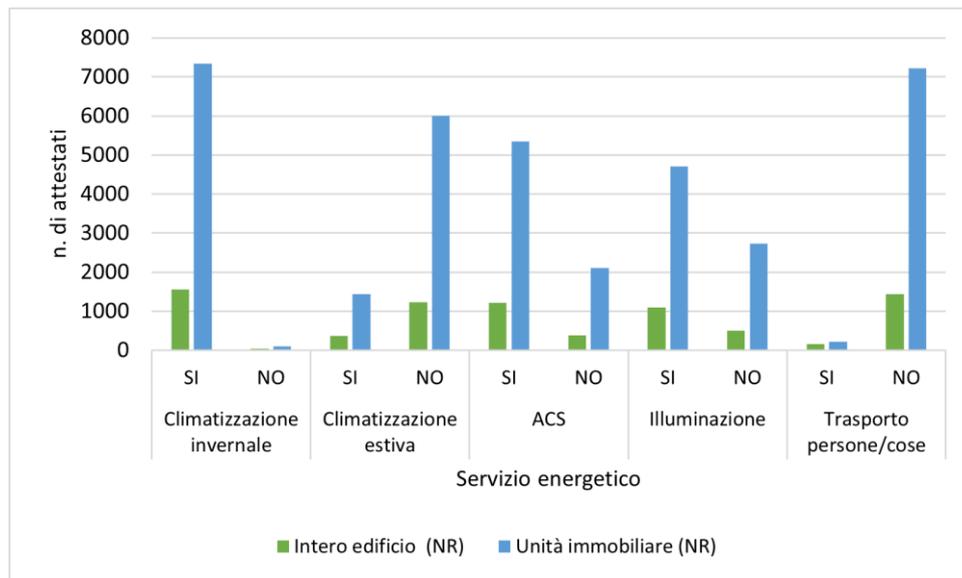


Grafico 28 - Numero di APE del parco edilizio non residenziale piemontese divisi per servizi energetici presenti. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.

Servizi energetici presenti	Residenziale				Non residenziale			
	Intero edificio		Unità immobiliari		Intero edificio		Unità immobiliari	
	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO
Climatizzazione invernale	9775	179	57295	544	1562	40	7388	108
Climatizzazione estiva	437	9517	2833	55006	368	1234	1436	6010
ACS	9642	312	57009	830	1216	386	5344	2102
Illuminazione	249	9705	1316	56523	1102	500	4709	2737
Trasporto persone/cose	14	9940	157	57682	158	1444	226	7220
Totale	9954	9954	57839	57839	1602	1602	7446	7446

Tabella 30 - Numero di APE del parco edilizio residenziale e non residenziale piemontese divisi per servizi energetici presenti. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.

Servizi energetici presenti	Residenziale				Non residenziale			
	Intero edificio		Unità immobiliari		Intero edificio		Unità immobiliari	
	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO
Climatizzazione invernale	98,20%	1,80%	99,06%	0,94%	97,50%	2,50%	98,55%	1,45%
Climatizzazione estiva	4,39%	95,61%	4,90%	95,10%	22,97%	77,03%	19,29%	80,71%
ACS	96,87%	3,13%	98,56%	1,44%	75,91%	24,09%	71,77%	28,23%
Illuminazione	2,50%	97,50%	2,28%	97,72%	68,79%	31,21%	62,24%	36,76%
Trasporto persone/cose	0,14%	99,86%	0,27%	99,73%	9,86%	90,14%	3,04%	96,96%
Totale	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Tabella 31 - Percentuale di APE del parco edilizio residenziale e non residenziale piemontese divisi per servizi energetici presenti. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.

Il calcolo della prestazione energetica tiene conto soprattutto di servizi energetici quali climatizzazione invernale, ACS mentre climatizzazione estiva, illuminazione e servizi di trasporto non vengono quasi mai considerati.

3.3.6. Indice di prestazione energetica globale

L'indice di prestazione energetica indica il consumo totale di energia primaria per la climatizzazione (in regime continuo degli impianti, 24h) riferito alla superficie utile di riferimento, espresso in kWh/m²anno: indica quindi quanta energia viene consumata affinché l'unità immobiliare o l'edificio raggiunga le condizioni di comfort considerando un utilizzo standard dei servizi energetici presenti.

In riferimento all'Allegato A paragrafo 3 del D.M. 26 giugno 2009 "Linee guida nazionali per la certificazione energetica degli edifici"^[11] per gli ACE il calcolo dell'indice di prestazione energetica globale viene calcolato come:

$$EP_{gl} = EP_i + EP_{acs} + EP_e + EP_{ill}$$

Dove:

- EP_i: indice di prestazione energetica per la climatizzazione invernale;
- EP_{acs}: indice di prestazione energetica per la produzione dell'acqua calda sanitaria;
- EP_e: indice di prestazione energetica per la climatizzazione estiva;
- EP_{ill}: indice di prestazione energetica per l'illuminazione artificiale.

Nel caso di edifici residenziali tutti gli indici sono espressi in kWh/m² anno. Nel caso di altri edifici (residenze collettive, terziario, industria) tutti gli indici sono espressi in kWh/m³ anno.

Ai sensi dell'articolo 4 comma 4 del decreto ministeriale del 26 giugno 2015^[15] il nuovo APE esprime la prestazione energetica globale in termini di energia primaria non rinnovabile. Esso si determina come somma dei singoli servizi energetici forniti nell'edificio in esame, ed è espresso in kWh/m²/anno.

$$EP_{gl,nren} = EP_{H,nren} + EP_{C,nren} + EP_{W,nren} + EP_{V,nren} + EP_{L,nren} + EP_{T,nren}$$

Dove:

EP_{H,nren} : fabbisogno di energia primaria non rinnovabile per la climatizzazione invernale;

EP_{C,nren} : fabbisogno di energia primaria non rinnovabile per la climatizzazione estiva;

EP_{W,nren} : fabbisogno di energia primaria non rinnovabile per la produzione di acqua calda sanitaria;

EP_{V,nren} : fabbisogno di energia primaria non rinnovabile per la ventilazione;

EP_{L,nren} : fabbisogno di energia primaria non rinnovabile per l'illuminazione artificiale (nel caso del settore non residenziale);

EP_{T,nren} : fabbisogno di energia primaria non rinnovabile per il trasporto di persone (nel caso del settore non residenziale). Tutti gli indici sono espressi in kWh/m².

Tramite l'indice di prestazione energetica globale non rinnovabile è possibile determinare la classe energetica in cui ricade l'edificio. Più è basso il valore di EP_{gl,nren} minore è il consumo energetico quindi maggiore l'efficienza. La scala di classificazione è quella riportata nelle Linee guida nazionali del D.M. 26 giugno 2015 e viene svolta sia sull'indice di prestazione energetica non rinnovabile. La suddivisione in classi di EP_{gl,nren} segue la suddetta classificazione.

	Classe A4	$\leq 0,40 EP_{gl,nren,standard} (2019/21)$
$0,40 EP_{gl,nren,standard} (2019/21) <$	Classe A3	$\leq 0,60 EP_{gl,nren,standard} (2019/21)$
$0,60 EP_{gl,nren,standard} (2019/21) <$	Classe A2	$\leq 0,80 EP_{gl,nren,standard} (2019/21)$
$0,80 EP_{gl,nren,standard} (2019/21) <$	Classe A1	$\leq 1,00 EP_{gl,nren,standard} (2019/21)$
$1,00 EP_{gl,nren,standard} (2019/21) <$	Classe B	$\leq 1,20 EP_{gl,nren,standard} (2019/21)$
$1,20 EP_{gl,nren,standard} (2019/21) <$	Classe C	$\leq 1,50 EP_{gl,nren,standard} (2019/21)$
$1,50 EP_{gl,nren,standard} (2019/21) <$	Classe D	$\leq 2,00 EP_{gl,nren,standard} (2019/21)$
$2,00 EP_{gl,nren,standard} (2019/21) <$	Classe E	$\leq 2,60 EP_{gl,nren,standard} (2019/21)$
$2,60 EP_{gl,nren,standard} (2019/21) <$	Classe F	$\leq 3,50 EP_{gl,nren,standard} (2019/21)$
	Classe G	$> 3,50 EP_{gl,nren,standard} (2019/21)$

Figura 3 - Scala di classificazione degli edifici sulla base dell'indice di prestazione energetica globale non rinnovabile $EP_{gl,nren}$. Fonte: Linee Guida Nazionali per l'attestazione della prestazione energetica degli edifici, D.M. 26 giugno 2015[15].

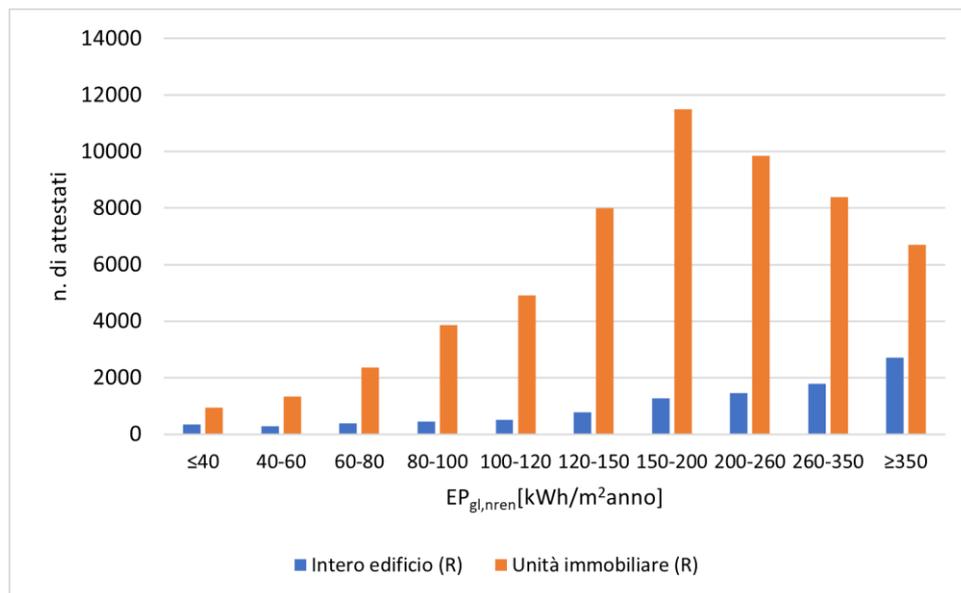


Grafico 29 - Numero di APE del parco edilizio residenziale piemontese divisi per classi di $EP_{gl,nren}$. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.

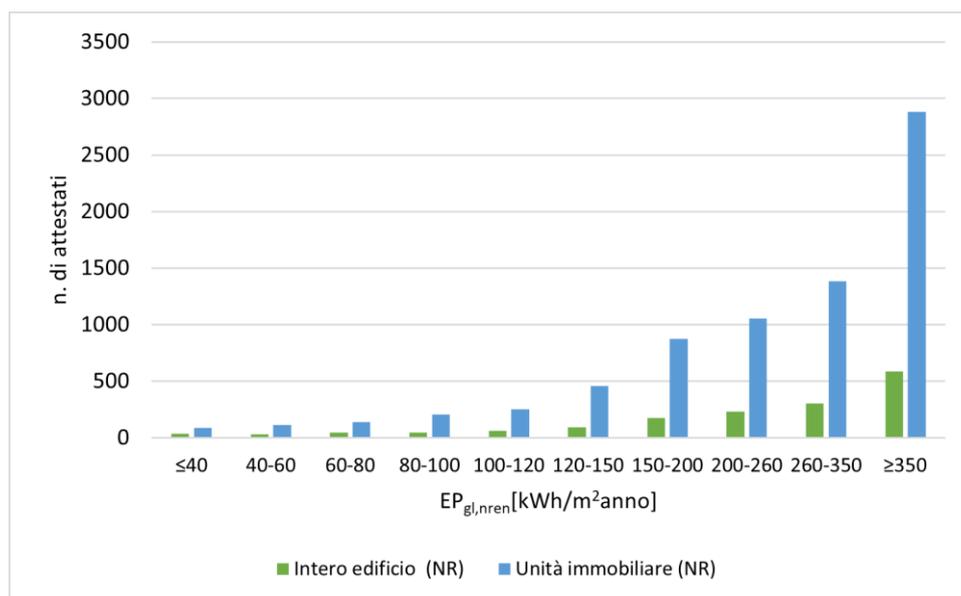


Grafico 30 - Numero di APE del parco edilizio non residenziale piemontese divisi per classi di $EP_{gl,nren}$. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.

EP _{gl,nren} [kWh/m ² anno]	Residenziale				Non residenziale			
	Intero edificio		Unità immobiliari		Intero edificio		Unità immobiliari	
	Numero	%	Numero	%	Numero	%	Numero	%
≤40	340	3,42%	949	1,64%	35	2,18%	85	1,14%
40-60	287	2,88%	1340	2,32%	29	1,81%	114	1,53%
60-80	389	3,91%	2350	4,06%	47	2,93%	140	1,88%
80-100	439	4,41%	3866	6,68%	48	3,00%	207	2,78%
100-120	504	5,06%	4910	8,49%	60	3,75%	249	3,34%
120-150	782	7,86%	7994	13,82%	90	5,62%	459	6,16%
150-200	1265	12,71%	11507	19,89%	172	10,74%	874	11,74%
200-260	1443	14,50%	9842	17,02%	230	14,36%	1052	14,13%
260-350	1786	17,94%	8387	14,50%	305	19,04%	1384	18,59%
≥350	2719	27,32%	6694	11,57%	586	36,58%	2882	38,71%
Totale	9954	100%	57839	100%	1602	100%	7446	100%

Tabella 32 - Numero di APE del parco edilizio residenziale e non residenziale piemontese divisi per classi di EP_{gl,nren}. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.

Possiamo evincere che per il settore residenziale prevalgono valori di EP_{gl,nren} che si aggirano tra i 150 e i 200 kWh/m²anno, pari a 18,84% rispetto all'intero campione. Il 45,54% degli attestati del settore residenziale e il 71,16% del settore non residenziale mostra classi di EP_{gl,nren} superiori a 200 kWh/m²anno. Il settore non residenziale registra un 38,33% di attestati che registrano valori anche superiori a 350 kWh/m²anno, a cui viene associata la classe energetica peggiorativa (classe G). Lo stesso discorso vale per gli interi edifici rientranti nella categoria residenziale, che vedono classi di EP_{gl,nren} più alte, anche oltre i 350 kWh/m²anno (27,32%).

EP _{gl,nren} [kWh/m ² anno]						
	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Residenziale	246,27	225,25	219,11	215,75	220,75	221,07
Non residenziale	404,41	357,29	360,96	350,35	348,79	344,59

Tabella 33 - Variazione dei valori medi dell'indice di prestazione energetica non rinnovabile EP_{gl,nren} nel periodo 2015-2020 del parco edilizio residenziale e non residenziale piemontese. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.

I valori dell'indice di prestazione energetica globale non rinnovabile decresce nel periodo che intercorre tra l'anno 2015 e l'anno 2020 sia per il settore residenziale che per quello non residenziale in seguito all'applicazione di obblighi legislativi, quali il D.Lgs. 192/2005 e il D.M. 26/06/2015.

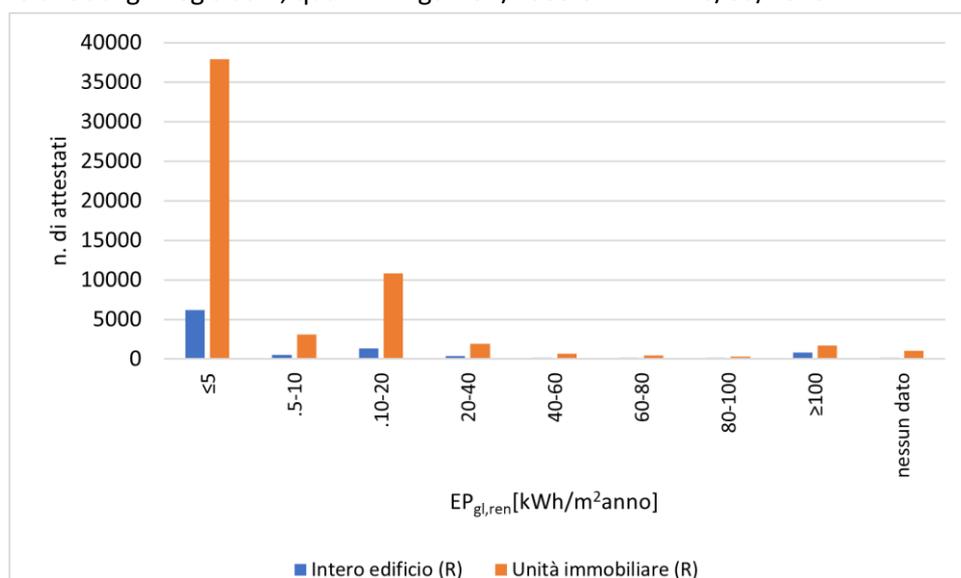


Grafico 31 - Numero di APE del parco edilizio residenziale piemontese divisi per classi di EP_{gl,ren}. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.

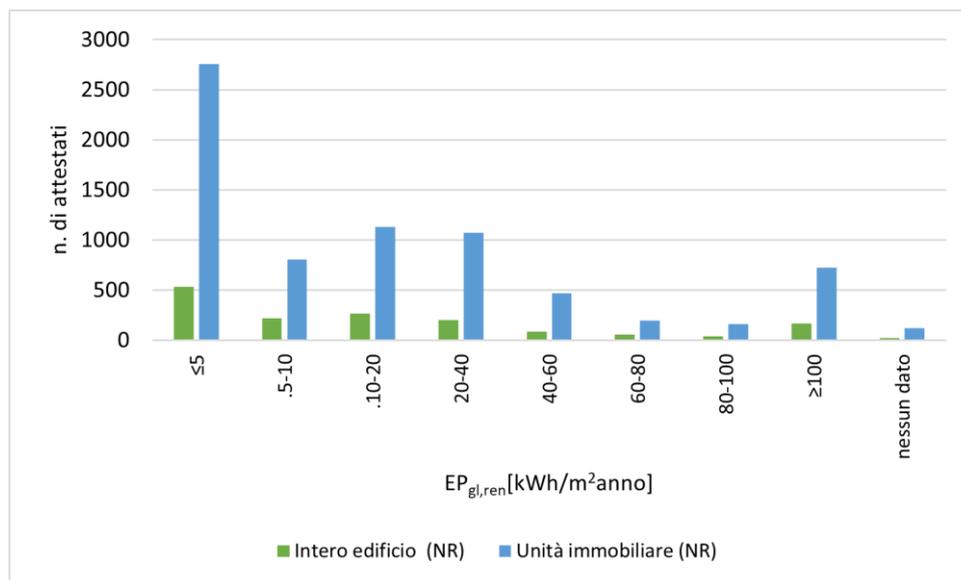


Grafico 32 - Numero di APE del parco edilizio non residenziale piemontese divisi per classi di EP_{gl,ren}.
Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.

EP _{gl,ren} [kWh/m²anno]	Residenziale				Non residenziale			
	Intero edificio		Unità immobiliari		Intero edificio		Unità immobiliari	
	Numero	%	Numero	%	Numero	%	Numero	%
≤5	6195	62,24%	37868	65,47%	534	33,33%	2759	37,05%
5-10	550	5,53%	3079	5,32%	222	13,86%	807	10,84%
10-20	1360	13,66%	10819	18,71%	266	16,60%	1130	15,18%
20-40	370	3,72%	1925	3,33%	201	12,55%	1073	14,41%
40-60	177	1,78%	668	1,15%	84	5,24%	471	6,33%
60-80	153	1,54%	462	0,80%	58	3,62%	195	2,62%
80-100	124	1,25%	298	0,52%	43	2,68%	163	2,19%
≥100	841	8,45%	1704	2,95%	169	10,55%	728	9,78%
Totale	9954	1,85%	57839	1,76%	1602	1,56%	7446	1,61%

Tabella 34 - Numero e percentuale di APE del parco edilizio residenziale e non residenziale piemontese divisi per classi di EP_{gl,ren}.
Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.

Più è alto il valore di EP_{gl,ren} maggiore è l'efficienza energetica dell'edificio. Il settore non residenziale presenta un numero maggiore di attestati che ricadono in classi di EP_{gl,ren} con valori superiori a 5 kWh/m²anno. Il settore residenziale mostra invece classi con valori inferiori a 5 kWh/m²anno.

	EP _{gl,ren} [kWh/m²anno]					
	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Residenziale	19,39	19,13	19,14	19,54	22,61	41,92
Non residenziale	39,013	38,98	36,54	42,23	45,17	46,21

Tabella 35 - Variazione dei valori medi dell'indice di prestazione energetica rinnovabile EP_{gl,ren} nel periodo 2015-2020 del parco edilizio residenziale e non residenziale piemontese. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.

Se tra il 2015 e il 2020 i valori di EP_{gl,ren} decrescono quelli di EP_{gl,ren} aumentano, anche se con un trend meno costante soprattutto per il settore non residenziale.

3.3.7. Consumi di CO₂

Ai sensi dell'articolo 4 comma 4 del decreto ministeriale del 26 giugno 2015^[15] l'APE deve obbligatoriamente riportare insieme agli indici di prestazione energetica anche i consumi di CO₂, espressi in kg/m² anno.

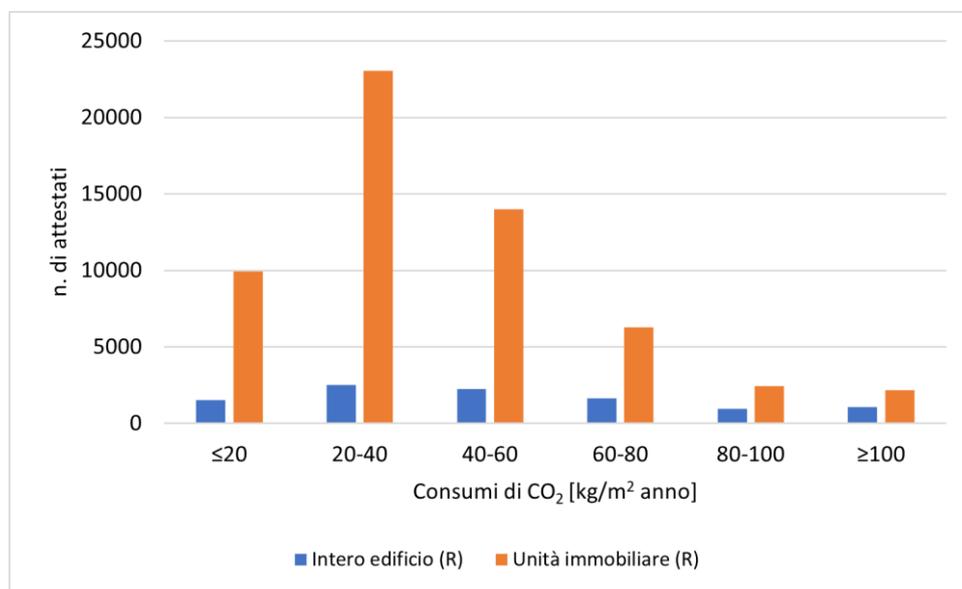


Grafico 33 - Numero di APE del parco edilizio residenziale piemontese divisi per classi di consumi di CO₂. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.

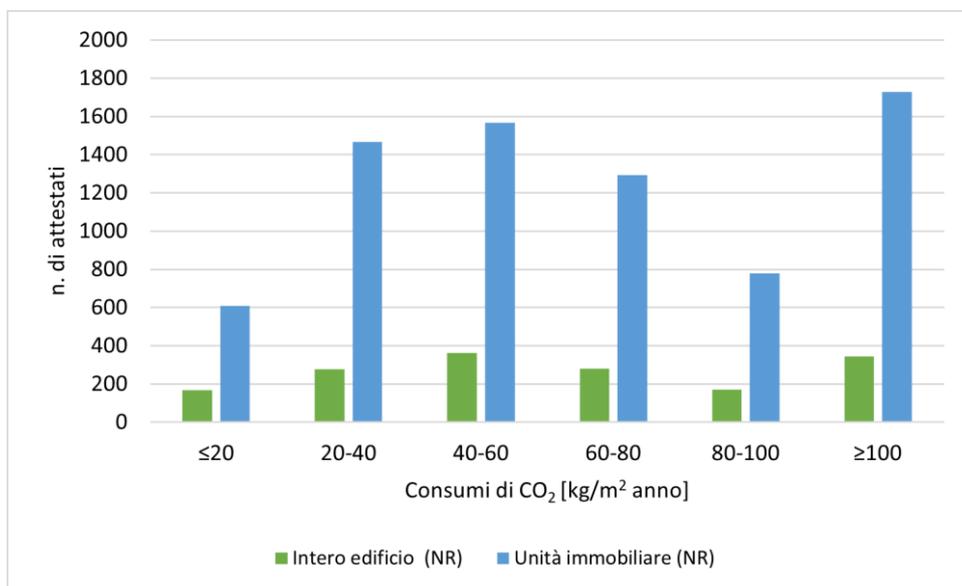


Grafico 34 - Numero di APE del parco edilizio non residenziale piemontese divisi per classi di consumi di CO₂. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.

CO ₂ [kg/m ² anno]	Residenziale				Non residenziale			
	Intero edificio		Unità immobiliari		Intero edificio		Unità immobiliari	
	Numero	%	Numero	%	Numero	%	Numero	%
≤20	1527	15,34%	9915	1,05%	167	10,42%	609	8,18%
20-40	2522	25,34%	23059	2,54%	278	17,35%	1468	19,72%
40-60	2235	22,45%	13984	2,71%	362	22,60%	1566	21,03%
60-80	1657	16,65%	6279	2,24%	280	17,48%	1294	17,38%
80-100	948	9,52%	2429	1,35%	170	10,61%	780	10,48%
≥100	1065	10,70%	2173	2,99%	345	21,54%	1729	23,22%
Totale	9954	100%	57839	100%	1602	100%	7446	100%

Tabella 36 - Numero e percentuale di APE del parco edilizio residenziale e non residenziale piemontese divisi per classi di consumi di CO₂. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.

La categoria residenziale vede prevalentemente classi basse di consumi di CO₂, ovvero tra 20-40 e 40-60 kg/m² anno. Il settore non residenziale vede classi di consumi di CO₂ più elevate di 60 kg/m² anno, arrivando fino a 100 kg/m² anno.

CO ₂ [kg/m ² anno]						
	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Residenziale	77,98	63,45	50,80	47,83	46,34	46,49
Non residenziale	78,67	89,85	84,71	83,70	83,89	74,95

Tabella 37 - Variazione dei valori medi dei consumi di CO₂ nel periodo 2015-2020 del parco edilizio residenziale e non residenziale piemontese. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.

Coerentemente con la diminuzione dei valori di EP_{gl,nren}, anche i valori medi dei consumi di CO₂ diminuiscono in maniera costante tra il 2015 e il 2020, con valori sempre più elevati per il parco immobiliare non residenziale.

3.4. Analisi dei dati sugli impianti

3.4.1. Fonte energetica

Il database della regione Piemonte fornisce tutti i dati relativi alla tipologia di fonti energetiche utilizzate per l'impianto di riscaldamento. Queste si dividono in: fonti energetiche rinnovabili e fonti energetiche non rinnovabili. Le fonti energetiche rinnovabili utilizzano energia pulita e si rigenerano alla stessa velocità con cui vengono utilizzate, senza recare danno alle risorse naturali e senza essere soggette ad esaurimento, limitando le emissioni di CO₂: tra queste abbiamo energia da solare, eolica, geotermica, idroelettrica e da biomasse. Le fonti energetiche non rinnovabili si riconducono a quelle risorse limitate che nel breve periodo non si riproducono naturalmente: tra queste abbiamo combustibili fossili quali gas naturale o metano, carbone e petrolio.

Secondo il decreto requisiti minimi (D.M. 2015^[15]) ai fini delle verifiche progettuali del rispetto dei requisiti minimi, si effettua il calcolo sia dell'energia primaria totale che dell'energia primaria non rinnovabile, ottenute applicando i pertinenti fattori di conversione in energia primaria totale $f_{P,tot}$ e in energia primaria non rinnovabile $f_{P,nren}$.

Il fattore di conversione in energia primaria totale $f_{P,tot}$ è pari a:

$$f_{P,tot} = f_{P,nren} + f_{P,ren}$$

Dove:

$f_{P,nren}$: fattore di conversione in energia primaria non rinnovabile

$f_{P,ren}$: fattore di conversione in energia primaria rinnovabile

Vettore energetico	$f_{P,nren}$	$f_{P,ren}$	$f_{P,tot}$
Gas naturale ⁽¹⁾	1,05	0	1,05
GPL	1,05	0	1,05
Gasolio e Olio combustibile	1,07	0	1,07
Carbone	1,10	0	1,10
Biomasse solide ⁽²⁾	0,20	0,80	1,00
Biomasse liquide e gassose ⁽²⁾	0,40	0,60	1,00
Energia elettrica da rete ⁽³⁾	1,95	0,47	2,42
Teleriscaldamento ⁽⁴⁾	1,5	0	1,5
Rifiuti solidi urbani	0,2	0,2	0,4
Teleraffrescamento ⁽⁴⁾	0,5	0	0,5
Energia termica da collettori solari ⁽⁵⁾	0	1,00	1,00
Energia elettrica prodotta da fotovoltaico, mini-eolico e mini-idraulico ⁽⁵⁾	0	1,00	1,00
Energia termica dall'ambiente esterno – free cooling ⁽⁵⁾	0	1,00	1,00
Energia termica dall'ambiente esterno – pompa di calore ⁽⁵⁾	0	1,00	1,00

⁽¹⁾ I valori saranno aggiornati ogni due anni sulla base dei dati forniti da GSE.
⁽²⁾ Come definite dall'allegato X del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152.
⁽³⁾ I valori saranno aggiornati ogni due anni sulla base dei dati forniti da GSE.
⁽⁴⁾ Fattore assunto in assenza di valori dichiarati dal fornitore e asseverati da parte terza, conformemente al quanto previsto al paragrafo 3.2.
⁽⁵⁾ Valori convenzionali funzionali al sistema di calcolo.

Figura 4 - Fattori di conversione in energia primaria dei vettori energetici. Fonte: Fonte: Criteri generali e requisiti delle prestazioni energetiche degli edifici, D.M. 26 giugno 2015[15].

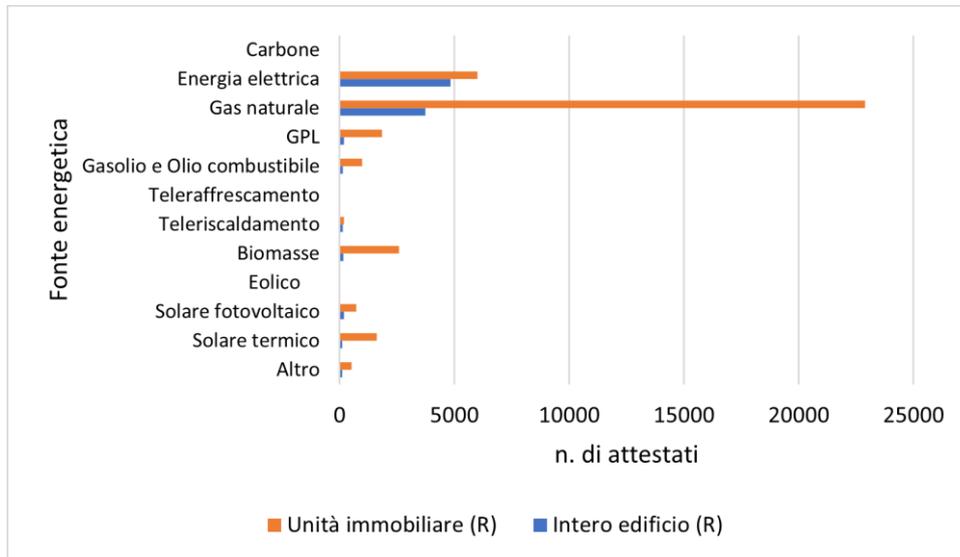


Grafico 35 - Numero di APE del parco edilizio residenziale piemontese divisi per fonte energetica. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.

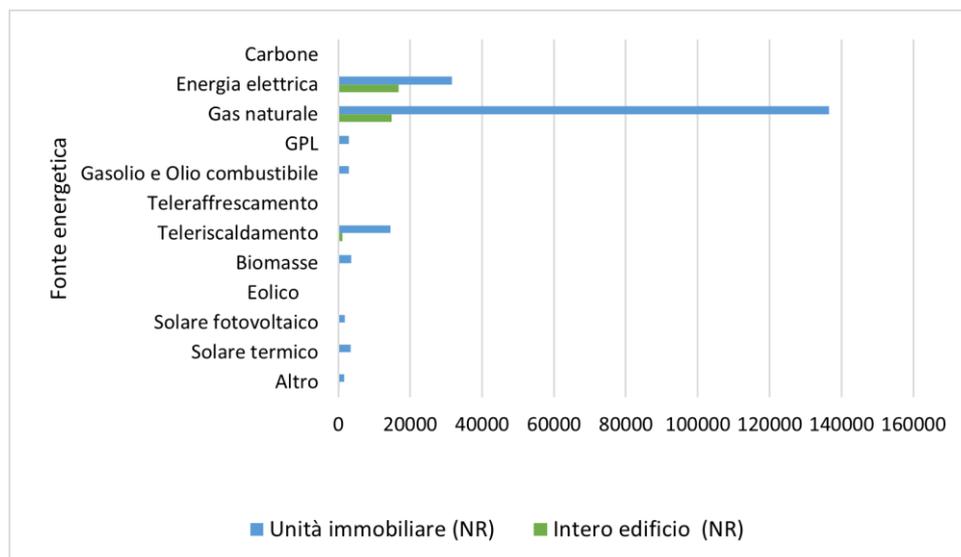


Grafico 36 - Numero di APE del parco edilizio non residenziale piemontese divisi per fonte energetica. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.

Fonte energetica	Residenziale				Non residenziale			
	Intero edificio		Unità immobiliari		Intero edificio		Unità immobiliari	
	Numero	%	Numero	%	Numero	%	Numero	%
Carbone	116	1,21%	514	1,38%	412	1,19%	1649	0,83%
Energia elettrica	115	1,19%	1609	4,31%	170	0,49%	3501	1,76%
Gas naturale	186	1,93%	726	1,94%	239	0,69%	1833	0,92%
GPL	0	0,00%	2	0,01%	1	0,00%	2	0,00%
Gasolio e olio combustibile	169	1,76%	2592	6,94%	353	1,02%	3669	1,84%
Teleraffrescamento	129	1,34%	178	0,48%	1164	3,38%	14558	7,30%
Teleriscaldamento	1	0,01%	1	0,00%	7	0,02%	72	0,04%
Biomasse	150	1,56%	975	2,61%	245	0,71%	3017	1,51%
Eolico	190	1,97%	1847	4,95%	265	0,77%	2947	1,48%
Solare fotovoltaico	3738	38,84%	22888	61,29%	14821	42,98%	136455	68,46%
Solare termico	4831	50,19%	6009	16,09%	16809	48,74%	31616	15,86%
Altro	0	0,00%	1	0,00%	0	0,00%	4	0,00%
Totale	9625	100%	37342	100%	34486	100%	199323	100%

Tabella 38 - Numero e percentuale di APE del parco edilizio residenziale e non residenziale piemontese divisi per fonte energetica. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.

Tra le fonti energetiche utilizzate per il riscaldamento degli edifici prevalgono principalmente il gas naturale o metano (56,69% sul totale del residenziale e 64,70% sul totale del non residenziale) a cui seguono l'utilizzo di energia elettrica, teleriscaldamento, GPL, gasolio e olio combustibile. Le fonti energetiche rinnovabili vedono un impiego minore rispetto alle restanti. Possiamo notare che l'impiego di energia a biomasse prevale nel residenziale, con una percentuale pari a 5,88% sul totale. L'utilizzo di impianti solari termici prevale sui fotovoltaici, con una percentuale pari a 3,67% per il residenziale e pari a 1,57% per il non residenziale. Negli interi edifici l'utilizzo di energia elettrica prevale sul gas naturale, sia per il residenziale sia per il non residenziale.

3.5. Analisi dei dati sulle raccomandazioni

3.5.1. Tipo di intervento

In questa sezione vengono riportati gli interventi raccomandati e la stima dei risultati conseguibili, con il singolo intervento o l'insieme di più interventi attraverso una valutazione di massima del potenziale di miglioramento dell'efficienza energetica dell'edificio o immobile oggetto dell'attestato di prestazione energetica. Gli interventi raccomandati devono essere realizzabili dal punto di vista normativo rispettando il D.M. requisiti minimi^[15].

In questa parte viene indicato l'intervento che il certificatore raccomanda per l'edificio. Ai sensi dell'articolo 4 decreto ministeriale del 26 giugno 2015 bisogna distinguere tra interventi di ristrutturazione importanti dagli interventi di riqualificazione energetica. Una sola raccomandazione è ritenuta insufficiente per adempiere alla norma, dunque dovranno essere inserite almeno due raccomandazioni. Si deve riportare il tempo di ritorno dell'investimento in anni, intendendo un tempo di ritorno semplice, senza conteggiare eventuali incentivi. Gli interventi vengono ordinati in base ai tempi di ritorno crescenti, individuando quelli con tempi di ritorno più breve (e con miglioramenti di prestazione ridotti o elevati). In assenza di impianti il certificatore deve inserire le raccomandazioni relative all'involucro (esempio fabbricato-involucro opaco, isolamento delle pareti esterne, installazione del cappotto, ecc...), dando indicazioni su una possibile soluzione impiantistica riguardante il riscaldamento invernale e la produzione di acqua calda sanitaria. Inoltre le raccomandazioni devono essere descritte puntualmente, andando a indicare il materiale, lo spessore, o se si tratta di isolamento verso l'esterno o l'interno, verso il locale non riscaldato, verso l'intradosso o l'estradosso. Viene anche indicato il costo stimato per l'intervento, comprensivo di eventuali ponteggi e spese tecniche.

I tipi di raccomandazione sono sei e sono identificati attraverso il codice dell'intervento secondo questa classificazione:

- REN 1: Fabbricato involucro opaco
- REN 2: Fabbricato involucro trasparente
- REN 3: Impianto climatizzazione inverno
- REN 4: Impianto climatizzazione estate
- REN 5: Altri impianti
- REN 6: Fonti rinnovabili

Possono essere indicati anche più interventi con lo stesso codice, fino ad un massimo di sei raccomandazioni.

Il database Regione Piemonte non fornisce alcun tipo di informazione sulle combinazioni di interventi ma descrive soltanto il singolo intervento raccomandato.

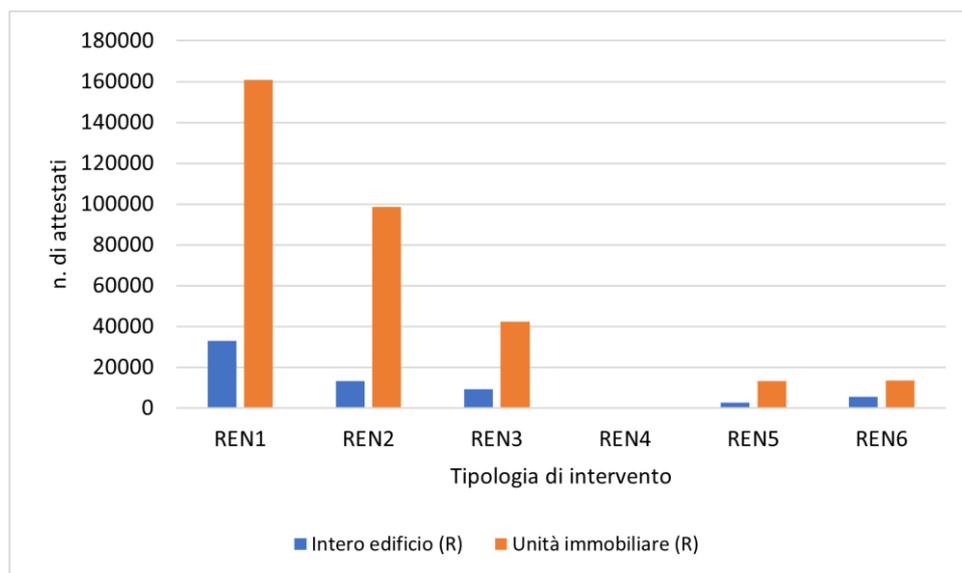


Grafico 37 - Numero di APE del parco edilizio residenziale piemontese divisi per tipologia di intervento. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.

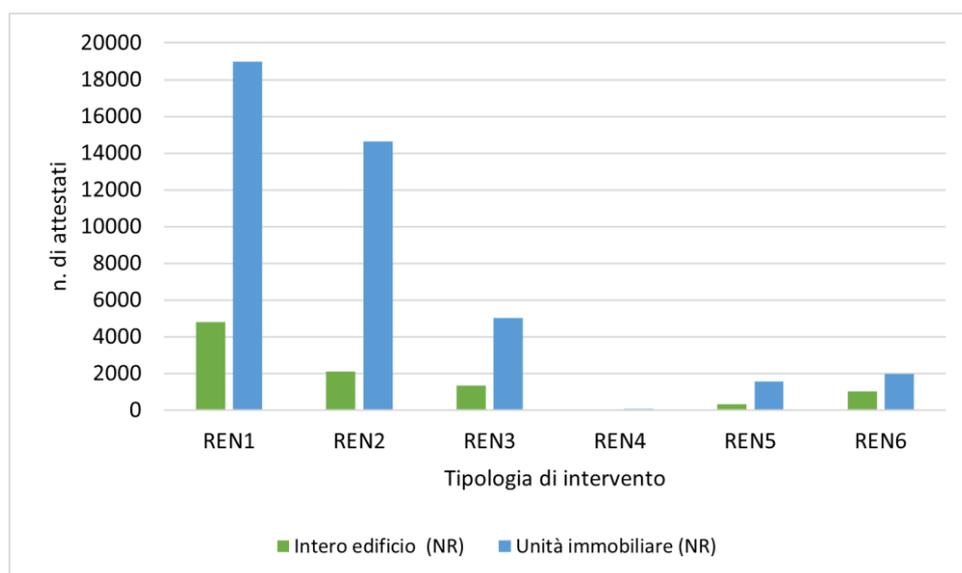


Grafico 38 - Numero di APE del parco edilizio non residenziale piemontese divisi per tipologia di intervento. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.

Tipologia di intervento	Residenziale				Non residenziale			
	Intero edificio		Unità immobiliari		Intero edificio		Unità immobiliari	
	Numero	%	Numero	%	Numero	%	Numero	%
REN1	33092	51,64%	160732	48,85%	4818	49,84%	18994	44,91%
REN2	13185	20,58%	98693	30,00%	2095	21,67%	14630	34,59%
REN3	9377	14,63%	42259	12,84%	1354	14,01%	5018	11,87%
REN4	162	0,25%	472	0,14%	35	0,36%	88	0,21%
REN5	2813	4,39%	13250	4,03%	325	3,36%	1565	3,70%
REN6	5452	8,51%	13593	4,13%	1039	10,75%	1997	4,72%
Totale	64081	100%	328999	100%	9666	100%	42292	100%

Tabella 39 - Numero e percentuale di APE del parco edilizio residenziale e non residenziale piemontese divisi per tipologia di intervento. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.

Le tipologie di intervento di riqualificazione energetica più ricorrenti effettuate sugli edifici oggetto di certificazione energetica sono in ordine: interventi sull'involucro opaco (generalmente isolamento dei componenti edilizi verticali e orizzontali opachi) con una percentuali del 49,31% per il residenziale e del 45,83% per il non residenziale, a cui seguono interventi sull'involucro trasparente (in genere sostituzione degli infissi) e interventi sull'impianto di climatizzazione invernale (interventi quali sostituzione o installazione del generatore di calore, ecc.). Meno presenti sono gli interventi sull'impianto di climatizzazione estiva e altri tipi di impianti. L'utilizzo di fonti rinnovabili è maggiore nella categoria non residenziale e risulta pari a 5,84%, mentre per il parco edilizio residenziale pari a 4,85%.

3.5.2. $EP_{gl,nren}$ e classe energetica del singolo intervento

In questa sezione vengono indicate la prestazione raggiunta con l'intervento tramite l'indice di prestazione energetica globale non rinnovabile $EP_{gl,nren}$ espresso in kWh/m²/anno e la classe energetica. In seguito viene riportata la classe energetica raggiunta con la realizzazione dell'intervento raccomandato. Come detto in precedenza, non è presente all'interno del database alcuna informazione relativa alla combinazione di interventi, né alla prestazione energetica relativa allo stato di fatto, che è presente nella sezione dati energetici.

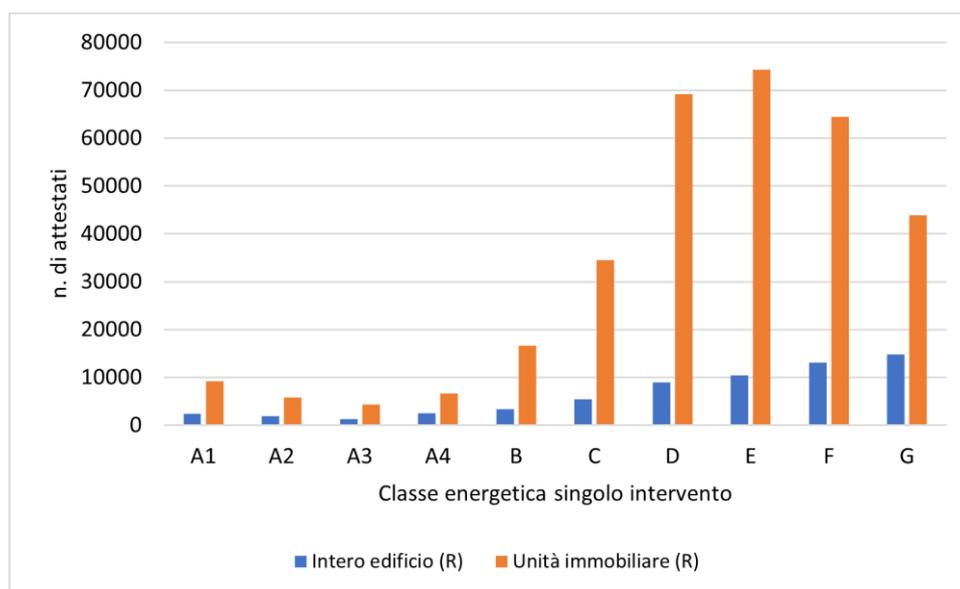


Grafico 39 - Numero di APE del parco edilizio residenziale piemontese divisi per classe energetica post intervento. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.

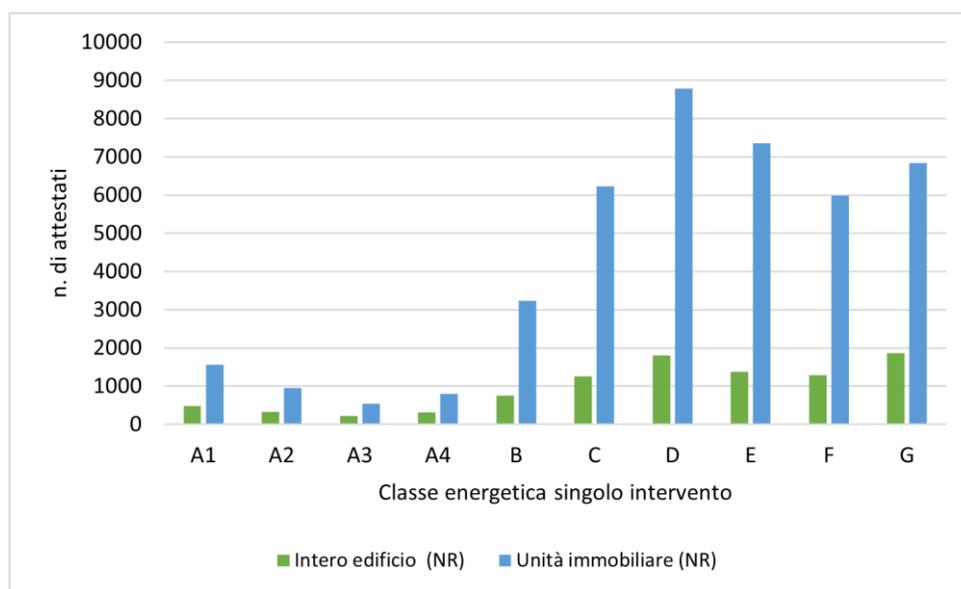


Grafico 40 - Numero di APE del parco edilizio non residenziale piemontese divisi per classe energetica post intervento. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.

Classe energetica REN	Residenziale				Non residenziale			
	Intero edificio		Unità immobiliari		Intero edificio		Unità immobiliari	
	Numero	%	Numero	%	Numero	%	Numero	%
A1	2382	3,72%	9221	2,80%	476	4,92%	1567	3,71%
A2	1856	2,90%	5740	1,74%	329	3,40%	953	2,25%
A3	1338	2,09%	4304	1,31%	229	2,37%	539	1,27%
A4	2498	3,90%	6641	2,02%	310	3,21%	807	1,91%
B	3386	5,28%	16653	5,06%	747	7,73%	3234	7,65%
C	5428	8,47%	34549	10,50%	1254	12,97%	6226	14,72%
D	8908	13,90%	69195	21,03%	1798	18,60%	8786	20,77%
E	10399	16,23%	74281	22,58%	1383	14,31%	7356	17,39%
F	13116	20,47%	64509	19,61%	1283	13,27%	5982	14,14%
G	14770	23,05%	43906	13,35%	1857	19,21%	6842	16,18%
Totale	64081	100%	328999	100%	9666	100%	42292	100%

Tabella 40 - Numero e percentuale di APE del parco edilizio non residenziale piemontese divisi per classe energetica post intervento. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.

Confrontando i grafici relativi alla classe energetica post intervento ([paragrafo 3.3.1.](#)) con i grafici relativi alla classe energetica dello stato di fatto del parco edilizio possiamo notare delle differenze. Prima di tutto vediamo un aumento delle classi energetiche intermedie (C-E) per il residenziale, che passa da un 38,79% per lo stato di fatto a un 51,58% per gli edifici riqualificati. Lo stesso vale per la categoria non residenziale, che passa da un 44,40% a un 51,59%, sempre relativo alle classi C-F. Di conseguenza le classi energetiche più basse (F e G) diminuiscono notevolmente, da 52,67% a 34,68% per il residenziale e da 43,71% a 30,72% per il non residenziale. Vediamo un aumento delle classi energetiche più prestanti (A4-B) che passano da 8,55% a 13,74% per il residenziale e da 11,89% a 17,69% per il non residenziale. Il parco edilizio residenziale registra un maggior numero di edifici ricadenti nelle classi energetiche più alte. Nella categoria residenziale gli interi edifici vedono un passaggio di classe meno significativo, con prevalenza per la classe energetica G, anche se quest'ultima diminuisce rispetto allo stato di fatto.

4. ANALISI DI CORRELAZIONE DEI DATI

In seguito alle analisi sui singoli parametri, con le quali si è applicato un filtro di primo livello, si passa successivamente alle analisi con filtri di secondo livello al fine di mettere a confronto due parametri l'uno rispetto all'altro. L'analisi a due parametri è stata ottenuta riportando la distribuzione della superficie utile di pavimento del patrimonio edilizio residenziale e non residenziale. Per semplificazione si è presa la superficie riscaldata e non quella raffrescata. Il periodo preso in considerazione va dal 2015 al 2020, che coincide con il periodo di rilascio degli APE.

4.1. Parametri scelti per la correlazione e rimozione dei valori anomali

Nel capitolo 3 le analisi a un filtro hanno permesso di analizzare i singoli parametri e individuare i dati mancanti o quei dati considerati poco attendibili a causa di errori di calcolo o di inserimento da parte dei certificatori energetici. Nel capitolo 4 entriamo nel dettaglio di questi parametri andando a svolgere una correlazione. Per svolgere questo lavoro si è proceduto con l'eliminazione di quei dati chiamati valori anomali. Gli errori di immissione dei dati sono osservazioni anomale e incoerenti rispetto alle altre osservazioni in un set di dati. I valori anomali esistono in quasi tutti i dati reali e la media campionaria è sensibile a questi problemi^[31]. La suddivisione del database in due macrocategorie ha facilitato l'eliminazione di tali errori. Non si è riuscito a stimare una percentuale degli errori rispetto al quantitativo di dati dal momento in cui molti di questi sono stati eliminati manualmente.

In questo capitolo vengono svolti due tipi di analisi: analisi percentuali e analisi sulle medie degli indici di prestazione. Le analisi percentuali sono riferite alla superficie di pavimento del parco edilizio residenziale e non residenziale piemontese. Anche le analisi sulle medie pesate di $EP_{gl,nren}$, $EP_{gl,ren}$, $EP_{H,nd}$ e le emissioni di CO_2 sono riferite alla superficie di pavimento. Per semplificazione per la superficie utile di pavimento è stata considerata la superficie utile riscaldata e non quella raffrescata. La definizione della prestazione energetica degli edifici in base ai valori di $EP_{gl,nren}$ e di $EP_{H,nd}$ è stata definita in base alla classificazione delle classi energetiche secondo la [figura 3](#) (Scala di classificazione degli edifici sulla base dell'indice di prestazione energetica globale non rinnovabile $EP_{gl,nren}$). Le Linee Guida nazionali conferiscono alle classi energetiche migliorative (A4-B) valori di $EP_{gl,nren}$ tra 40 e 120 kWh/m² anno, alle classi energetiche intermedie (C-F) valori tra 120 e 350 kWh/m² anno mentre la classe energetica peggiorativa G valori sopra i 350 kWh/m² anno. Il database presenta valori medi di $EP_{gl,nren}$ e di $EP_{H,nd}$ che arrivano mediamente fino a un massimo di 1000 kWh/m² anno: il resto dei dati è stato eliminato perché ritenuto superiore alla soglia. I valori di $EP_{gl,ren}$ presenti nel database arrivano mediamente fino a 700-800 kWh/m² anno: anche in questo caso sono stati eliminati manualmente i valori che andassero troppo oltre la soglia. I valori presenti nel database mostrano consumi di CO_2 arrivano mediamente fino a un massimo di 500 kg/m² anno: sono stati anche qui eliminati i valori troppo elevati.

La sezione **dati generali** presenta una superficie riscaldata complessiva di 43241664 m² per il parco edilizio residenziale e una superficie riscaldata complessiva di 24145903 m² per il parco edilizio non residenziale. Il parco edilizio residenziale vede per gli attestati ricadenti nella categoria intero edificio una superficie complessiva di 10697142 m² e nella categoria unità immobiliare una superficie complessiva di 32544523 m². Il parco edilizio non residenziale vede per gli attestati ricadenti nella categoria intero edificio una superficie complessiva di 12015158 m² e nella categoria unità immobiliare una superficie complessiva di 12130745 m². I parametri analizzati e messi a confronto sono i seguenti:

- Anno di costruzione
- Tipologia edilizia
- Rapporto S/V
- Motivazione di rilascio dell'attestato

La sezione **dati energetici** presenta una superficie riscaldata complessiva di 7750718 m² per il parco edilizio residenziale e una superficie riscaldata complessiva di 4231138 m² per il parco edilizio non residenziale. Il parco edilizio residenziale vede per gli attestati ricadenti nella categoria intero edificio una superficie complessiva di 1753087 m² e nella categoria unità immobiliare una superficie complessiva di 5997631 m². Il parco edilizio non residenziale vede per gli attestati ricadenti nella categoria intero edificio una superficie complessiva di 2203107 m² e nella categoria unità immobiliare una superficie complessiva di 2028032 m². I parametri analizzati e messi a confronto sono i seguenti:

- Classe energetica
- Motivazione di rilascio dell'attestato
- Anno di costruzione
- Destinazione d'uso
- Anno di rilascio dell'attestato

La sezione **impianti** presenta una superficie riscaldata complessiva di 29826817 m² per il parco edilizio residenziale e una superficie riscaldata complessiva di 34861707 m² per il parco edilizio non residenziale. Il parco edilizio residenziale vede per gli attestati ricadenti nella categoria intero edificio una superficie complessiva di 8942705 m² e nella categoria unità immobiliare una superficie complessiva di 20884112 m². Il parco edilizio non residenziale vede per gli attestati ricadenti nella categoria intero edificio una superficie complessiva di 20102494 m² e nella categoria unità immobiliare una superficie complessiva di 14759213 m². I parametri analizzati e messi a confronto sono i seguenti:

- Fonte energetica rinnovabile non rinnovabile
- Anno di costruzione
- Motivazione di rilascio dell'attestato

Per la sezione **raccomandazioni** è uguale alla sezione dati generali, dunque presenta le stesse caratteristiche. I parametri analizzati e messi a confronto sono i seguenti.

- Tipologia di intervento
- Anno di costruzione
- Classe energetica post intervento

In particolare per quanto riguarda gli indici di prestazione ($EP_{gl,nren}$, $EP_{gl,ren}$, $EP_{H,nd}$), espressi in kWh/m² anno e le emissioni di CO₂, espresse in kgCO₂/m² anno, sono state effettuate delle analisi sempre a due filtri in cui vengono riportate le medie pesate in base alla superficie riscaldata riferite all'anno di rilascio degli APE (dal 2015 al 2020), alla motivazione di rilascio, all'anno di costruzione dell'immobile, alla destinazione d'uso e alla classe energetica. La potenza nominale espressa in kW è stata analizzata con lo stesso metodo in relazione alla fonte energetica rinnovabile e non rinnovabile e all'anno di rilascio dell'attestato. Infine, l'indice di

prestazione $EP_{gl,nren}$ del singolo intervento viene studiato in relazione alla tipologia di intervento e all'anno di rilascio.

In seguito vengono riportate le tabelle dei risultati relativi alla sommatoria e alle medie aggregate delle superfici complessive del parco edilizio piemontese, che sono state necessarie per tutte le elaborazioni statistiche che seguono.

	Dati generali				Dati energetici				Impianti			
	R		NR		R		NR		R		NR	
	IE	UI	IE	UI	IE	UI	IE	UI	IE	UI	IE	UI
	10697	325445	120151	121307	17530	59976	22031	20280	89427	208841	201024	147592
	142	23	58	45	87	31	07	32	05	12	94	13
TOT	43241664		24145903		7750718		4231138		29826817		34861707	

Tabella 41 - Sommatoria relativa alla superficie utile di pavimento complessiva del parco edilizio residenziale e non residenziale delle diverse sezioni del database Regione Piemonte. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.

Come si può evincere dalla tabella, la sommatoria della superficie riscaldata complessiva residenziale è maggiore rispetto a quella non residenziale, in quanto è presente un maggior numero di dati. Lo stesso vale per la categoria unità immobiliare rispetto all'intero edificio, in quanto il database presenta molti più dati relativi alle unità.

	Dati generali				Dati energetici				Impianti			
	R		NR		R		NR		R		NR	
	IE	UI	IE	UI	IE	UI	IE	UI	IE	UI	IE	UI
	168,5	99,754	1006,5	289,47	178,12	104,71	1043,8	275,06	241,87	105,67	1424,1	431,32
	5		98				43				95	
TOT	110,96		469,53		115,48		472,75		127,14		797,2399	

Tabella 42 - Media statistica relativa alla superficie utile di pavimento complessiva del parco edilizio residenziale e non residenziale delle diverse sezioni del database Regione Piemonte. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.

La tabella riferita alle medie statistiche della superficie riscaldata mostrano invece che la superficie relativa al patrimonio edilizio residenziale è decisamente minore rispetto a quello non residenziale, in quanto gli attestati ricadenti in questa categoria sono riferiti a edifici con una superficie maggiore. Lo stesso discorso riguarda la categoria intero edificio in quanto gli edifici ricadenti in questo tipo di attestati presentano una superficie maggiore rispetto alle unità immobiliari, nonostante il minor numero di dati. Le unità immobiliari presentano una superficie media minore in quanto si riferiscono in genere a unità all'interno di un edificio composto da pluriunità, mentre gli interi edifici sono composti da una unità immobiliare.

4.2. Dati generali

4.2.1. Tipologia edilizia - Epoca di costruzione

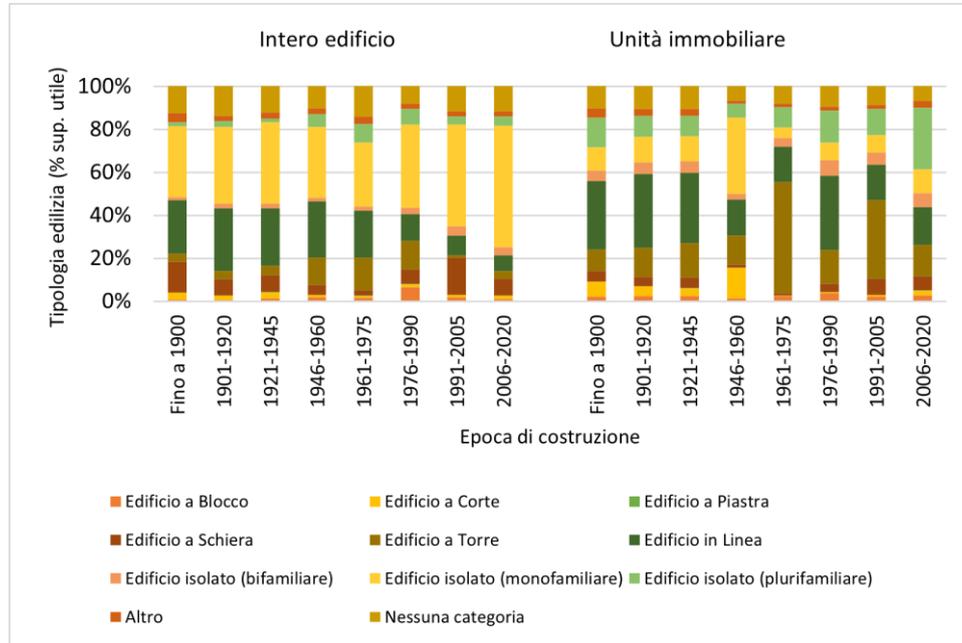


Grafico 41 - Tipologia edilizia del parco edilizio residenziale piemontese per epoca di costruzione. Percentuali riferite alla superficie utile di pavimento. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.

		Residenziale															
		Fino 1900		1901-1920		1921-1945		1946-1960		1961-1975		1976-1990		1991-2005		2006-2020	
		IE	UI	IE	UI	IE	UI	IE	UI	IE	UI	IE	UI	IE	UI	IE	UI
A Blocco		0,16 %	0,22 %	0,02 %	0,07 %	0,14 %	0,16 %	0,30 %	0,35 %	0,42 %	0,81 %	0,74 %	0,42 %	0,11 %	0,16 %	0,08 %	0,14 %
A Corte		0,66 %	0,76 %	0,10 %	0,12 %	0,30 %	0,24 %	0,16 %	3,43 %	0,16 %	0,09 %	0,15 %	0,04 %	0,08 %	0,05 %	0,11 %	0,11 %
A Piastra		0,01 %	0,01 %	0,00 %	0,00 %	0,01 %	0,01 %	0,00 %	0,01 %	0,04 %	0,02 %	0,04 %	0,01 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %
A Schiera		3,00 %	0,52 %	0,35 %	0,11 %	0,84 %	0,33 %	0,72 %	0,33 %	0,59 %	0,36 %	0,78 %	0,43 %	1,11 %	0,54 %	0,52 %	0,33 %
A Torre		0,77 %	1,05 %	0,17 %	0,35 %	0,46 %	1,05 %	1,99 %	3,27 %	3,63 %	17,01 %	1,55 %	1,72 %	0,07 %	2,60 %	0,25 %	0,72 %
In Linea		5,15 %	3,39 %	1,33 %	0,90 %	2,87 %	2,16 %	4,07 %	4,08 %	5,21 %	5,40 %	1,42 %	3,80 %	0,58 %	1,17 %	0,50 %	0,88 %
Monofamiliare		0,32 %	0,51 %	0,10 %	0,14 %	0,23 %	0,36 %	0,25 %	0,68 %	0,46 %	1,36 %	0,35 %	0,77 %	0,28 %	0,39 %	0,26 %	0,32 %
Bifamiliare		6,79 %	1,14 %	1,64 %	0,31 %	4,04 %	0,76 %	5,11 %	8,54 %	7,04 %	1,60 %	4,45 %	0,92 %	3,04 %	0,59 %	3,85 %	0,56 %
Plurifamiliare		0,43 %	1,45 %	0,12 %	0,25 %	0,16 %	0,63 %	0,93 %	1,63 %	2,05 %	3,12 %	0,87 %	1,62 %	0,23 %	0,86 %	0,29 %	1,43 %
Altro		0,88 %	0,48 %	0,11 %	0,09 %	0,33 %	0,22 %	0,44 %	0,32 %	0,81 %	0,50 %	0,27 %	0,20 %	0,16 %	0,13 %	0,15 %	0,16 %
Nessuna categoria		2,57 %	1,07 %	0,63 %	0,27 %	1,27 %	0,69 %	1,57 %	1,60 %	3,35 %	2,64 %	0,92 %	1,03 %	0,75 %	0,61 %	0,79 %	0,33 %

Tabella 43 - Tipologia edilizia del parco edilizio residenziale piemontese per epoca di costruzione. Percentuali riferite alla superficie utile di pavimento. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.

In questa analisi è stata riportata la distribuzione della superficie di pavimento del patrimonio edilizio residenziale e non residenziale piemontese in funzione della tipologia edilizia costruttiva per epoca di costruzione. Dalle elaborazioni statistiche si evince che il 33,06% della superficie di pavimento del patrimonio edilizio residenziale piemontese è appartenente alla categoria edificio isolato, di tipo monofamiliare, bifamiliare e plurifamiliare. Tra queste la tipologia monofamiliare occupa una buona percentuale del campione edilizio, sia per l'intero edificio (35,96%) sia per le unità immobiliari (14,42%), ma anche la tipologia bifamiliare (rispettivamente 5,09% per intero edificio e 10,99% per unità immobiliare). Gli interi edifici vedono anche una grande percentuale legata a edifici in linea e a schiera. I blocchi di appartamenti (edifici a blocco, a corte, a piastra, a schiera, a torre e in linea) rappresentano la maggiore parte del campione, ovvero il 55,52% del patrimonio edilizio residenziale. Tra questi vedono una particolare prevalenza gli edifici in linea (21,13% per intero edificio e 21,77% per unità immobiliare) e gli edifici a torre (8,89% per intero edificio e 27,78% per unità immobiliare). Il 2,34% del campione appartiene alla categoria altro, mentre il 9,08% non viene classificato.

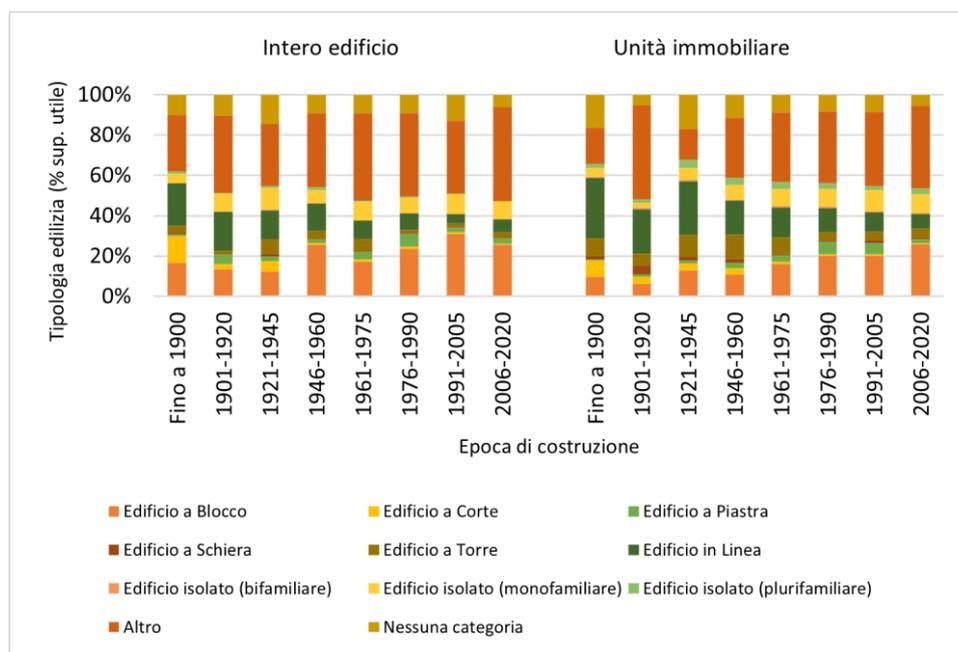


Grafico 42 - Tipologia edilizia del parco edilizio non residenziale piemontese per epoca di costruzione. Percentuali riferite alla superficie utile di pavimento. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.

		Non residenziale															
		Fino 1900		1901-1920		1921-1945		1946-1960		1961-1975		1976-1990		1991-2005		2006-2020	
		IE	UI	IE	UI	IE	UI	IE	UI	IE	UI	IE	UI	IE	UI	IE	UI
A Blocco		1,54 %	1,06 %	0,19 %	0,21 %	0,63 %	0,77 %	2,94 %	1,56 %	4,66 %	3,62 %	4,01 %	3,19 %	5,21 %	3,13 %	3,04 %	2,98 %
A Corte		1,25 %	0,89 %	0,04 %	0,11 %	0,28 %	0,22 %	0,10 %	0,46 %	0,30 %	0,24 %	0,21 %	0,13 %	0,18 %	0,12 %	0,07 %	0,06 %
A Piastra		0,09 %	0,07 %	0,07 %	0,04 %	0,11 %	0,09 %	0,19 %	0,37 %	1,02 %	0,73 %	1,08 %	0,99 %	0,37 %	0,86 %	0,32 %	0,24 %
A Schiera		0,06 %	0,18 %	0,01 %	0,16 %	0,07 %	0,12 %	0,06 %	0,26 %	0,10 %	0,15 %	0,10 %	0,09 %	0,08 %	0,21 %	0,03 %	0,07 %
A Torre		0,33 %	0,96 %	0,02 %	0,19 %	0,36 %	0,64 %	0,45 %	1,74 %	1,61 %	1,83 %	0,23 %	0,66 %	0,28 %	0,70 %	0,37 %	0,52 %
In Linea		1,95 %	3,31 %	0,27 %	0,74 %	0,75 %	1,61 %	1,57 %	2,39 %	2,47 %	3,31 %	1,39 %	1,89 %	0,74 %	1,47 %	0,74 %	0,82 %
Monofamiliare		0,00 %	0,07 %	0,00 %	0,03 %	0,02 %	0,05 %	0,02 %	0,08 %	0,03 %	0,20 %	0,04 %	0,14 %	0,00 %	0,09 %	0,02 %	0,08 %
Bifamiliare		0,44 %	0,46 %	0,13 %	0,07 %	0,55 %	0,34 %	0,72 %	1,04 %	2,42 %	1,92 %	1,29 %	1,38 %	1,65 %	1,64 %	1,06 %	1,06 %

Plurifamiliare	0,10%	0,25%	0,01%	0,06%	0,04%	0,24%	0,19%	0,47%	0,17%	0,74%	0,10%	0,43%	0,05%	0,33%	0,01%	0,33%
Altro	2,62%	1,95%	0,55%	1,58%	1,60%	0,92%	4,19%	4,24%	11,65%	7,70%	7,03%	5,65%	6,06%	5,72%	5,55%	4,72%
Nessuna categoria	0,92%	1,81%	0,14%	0,17%	0,75%	1,02%	1,06%	1,64%	2,46%	2,00%	1,54%	1,30%	2,18%	1,31%	0,72%	0,60%

Tabella 44 - Tipologia edilizia del parco edilizio non residenziale piemontese per epoca di costruzione. Percentuali riferite alla superficie utile di pavimento. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.

Contrariamente per quanto accade al patrimonio residenziale, il 43,99% della superficie di pavimento del patrimonio edilizio non residenziale piemontese è appartenente alla categoria di edifici contenenti blocchi di unità (edifici a blocco, a corte, a piastra, a schiera, a torre e in linea), con una prevalenza per gli edifici a blocco (19,45% rispetto all'intero campione), edifici in linea (12,64%), e gli edifici a torre (5,40%). Il 35,95% del campione appartiene alla categoria altro, mentre il 9,80% non viene classificato.

4.2.2. S/V - Epoca di costruzione

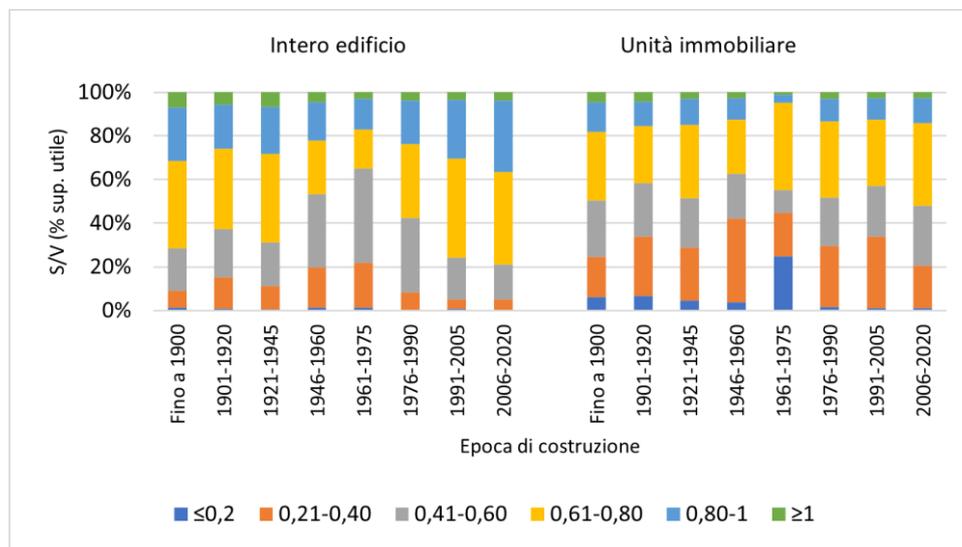


Grafico 43 - Classi di S/V del parco edilizio residenziale piemontese per epoca di costruzione. Percentuali riferite alla superficie utile di pavimento. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.

Residenziale																
	Fino 1900		1901-1920		1921-1945		1946-1960		1961-1975		1976-1990		1991-2005		2006-2020	
	IE	UI	IE	UI	IE	UI	IE	UI								
≤0,20	0,23%	0,58%	0,03%	0,18%	0,05%	0,31%	0,19%	0,49%	0,35%	11,53%	0,02%	0,15%	0,05%	0,07%	0,01%	0,06%
0,21-0,40	1,35%	1,78%	0,61%	0,73%	1,14%	1,73%	2,77%	5,18%	5,50%	9,17%	0,87%	2,44%	0,27%	2,15%	0,46%	1,08%
0,41-0,60	3,35%	2,47%	0,94%	0,66%	2,10%	1,59%	5,09%	2,77%	11,48%	4,81%	3,62%	1,94%	1,19%	1,51%	1,46%	1,54%
0,61-0,80	6,94%	3,02%	1,57%	0,71%	4,30%	2,38%	3,70%	3,31%	4,82%	18,58%	3,59%	3,04%	2,83%	2,00%	3,92%	2,11%
0,80-1,00	4,24%	1,32%	0,87%	0,30%	2,27%	0,84%	2,65%	1,32%	3,71%	1,71%	2,11%	0,92%	1,67%	0,64%	3,04%	0,65%
≥1,00	1,20%	0,43%	0,23%	0,11%	0,71%	0,22%	0,70%	0,38%	0,82%	0,50%	0,40%	0,26%	0,22%	0,17%	0,35%	0,14%

Tabella 45 - Classi di S/V del parco edilizio residenziale piemontese per epoca di costruzione. Percentuali riferite alla superficie utile di pavimento. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.

La distribuzione dell'intera superficie di pavimento per intervalli di rapporti S/V per epoca di costruzione mostra un parco edilizio con caratteristiche geometriche differenti, legati ad esempio a differenti altezze di piano o superfici di involucro (basamenti, coperture, pareti esterne). Si ricorda che più è grande il rapporto S/V minore è la compattezza dell'edificio e più estesa sarà la superficie disperdente: si tratta infatti di un parametro importante per determinare le prestazioni energetiche, anche se dovrebbe essere valutato in funzione del contesto climatico. Gli edifici costruiti prima della Seconda Guerra Mondiale sono di grandi dimensioni e quindi con elevate altezze di piano e caratterizzati dalla presenza di edifici confinanti, con superfici climatizzate che ha un S/V più grande e la parte in alzato più articolata e più difficile da isolare a cappotto. Possiamo notare che le epoche costruttive dal 1900 fino al 1976 vedono una crescita di edifici caratterizzati da rapporti S/V bassi e intermedi (0,2-0,4, 0,4-0,8). Dal 1976 (anno in cui esce la Legge 373/1976, "Norme per il contenimento del consumo energetico"^[6]) in poi vediamo una distribuzione equa delle classi. Per la categoria residenziale la media del rapporto S/V è pari a 0,61 m⁻¹. L'intero campione è caratterizzato principalmente da rapporti S/V intermedi, quindi tra 0,41 e 0,80 m⁻¹, che ricoprono il 54,37%. Rapporti bassi di S/V quindi con una migliore prestazione (tra 0,2 e 0,4 m⁻¹) hanno una percentuale pari a 32,27%, mentre rapporti elevati di S/V (tra 0,8 e 1 m⁻¹) hanno una percentuale pari a 13,36%. Gli interi edifici rispetto alle unità immobiliari vedono rapporti S/V più alti (tra 0,6 e 1 m⁻¹).

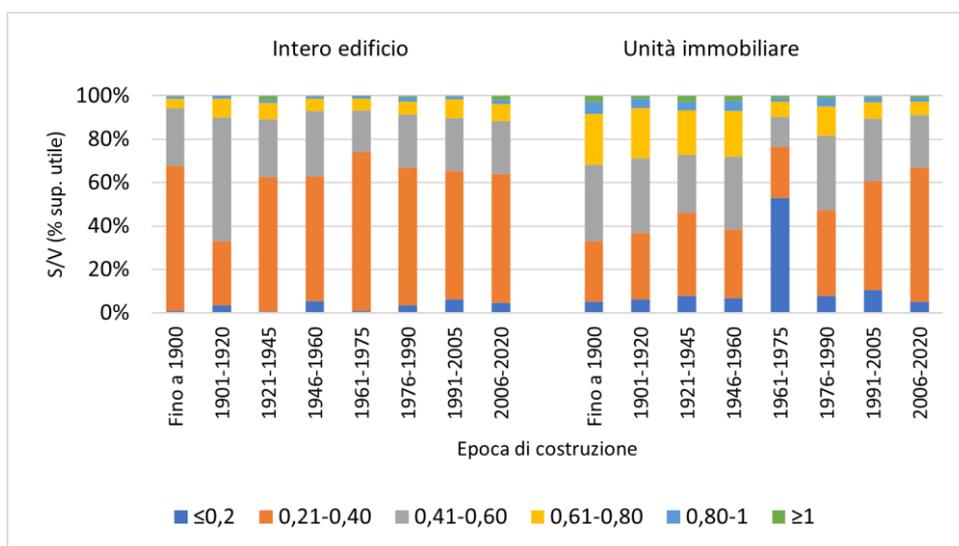


Grafico 44 - Classi di S/V del parco edilizio non residenziale piemontese per epoca di costruzione. Percentuali riferite alla superficie utile di pavimento. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.

Non residenziale																
	Fino 1900		1901-1920		1921-1945		1946-1960		1961-1975		1976-1990		1991-2005		2006-2020	
	IE	UI	IE	UI	IE	UI	IE	UI								
≤0,20	0,07%	0,33%	0,04%	0,08%	0,02%	0,33%	0,72%	1,43%	0,22%	17,25%	0,59%	0,84%	0,95%	1,25%	0,56%	0,60%
0,21-0,40	6,61%	1,79%	0,31%	0,41%	2,92%	1,62%	7,64%	6,66%	19,56%	7,72%	10,38%	4,31%	9,09%	6,04%	7,49%	7,07%
0,41-0,60	2,63%	2,26%	0,60%	0,46%	1,24%	1,12%	4,01%	7,09%	5,10%	4,49%	3,98%	3,74%	3,78%	3,42%	3,07%	2,79%
0,61-0,80	0,42%	1,51%	0,09%	0,31%	0,35%	0,86%	0,74%	4,38%	1,44%	2,27%	0,99%	1,45%	1,31%	0,92%	0,99%	0,70%
0,80-1,00	0,08%	0,36%	0,02%	0,06%	0,07%	0,17%	0,16%	1,05%	0,35%	0,52%	0,34%	0,40%	0,20%	0,29%	0,23%	0,22%
≥1,00	0,05%	0,18%	0,00%	0,02%	0,09%	0,12%	0,04%	0,44%	0,04%	0,39%	0,11%	0,14%	0,05%	0,07%	0,24%	0,09%

Tabella 46 - Classi di S/V del parco edilizio non residenziale piemontese per epoca di costruzione. Percentuali riferite alla superficie utile di pavimento. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.

La media del rapporto S/V per la categoria non residenziale è maggiore rispetto a quella della categoria residenziale, ovvero pari a $0,73 \text{ m}^{-1}$. Nonostante il valore più alto di S/V, l'analisi mostra il parco edilizio non residenziale ha una superficie che ricopre classi di S/V basse, quindi tra $0,2$ e $0,4 \text{ m}^{-1}$, con una percentuale pari a 61,91%. Rapporti medi di S/V (tra $0,41$ e $0,80 \text{ m}^{-1}$) ricoprono il 34,66% mentre rapporti elevati (tra $0,8$ e 1 m^{-1}) ricoprono soltanto il 3,43% dell'intero campione. Anche qui possiamo notare una crescita significativa di edifici con un rapporto forma più basso in seguito al 1976: gli edifici più articolati sono stati costruiti prima degli anni '70 laddove non c'era l'obiettivo di contenere i consumi energetici.

4.2.3. Motivazione di rilascio dell'attestato - Destinazione d'uso

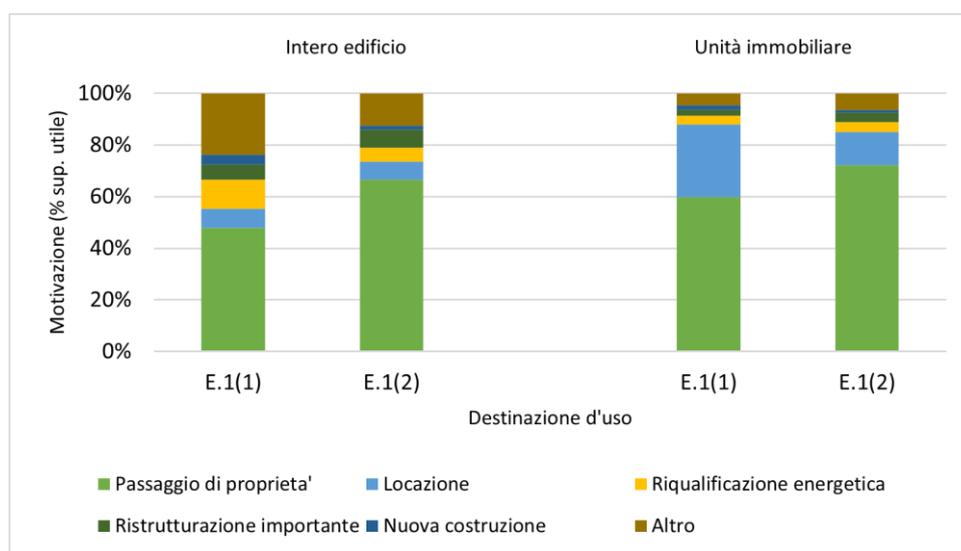


Grafico 45 - Tipo di motivazione di rilascio degli attestati del parco edilizio residenziale piemontese per destinazione d'uso. Percentuali riferite alla superficie utile di pavimento. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.

	Residenziale			
	E.1(1)		E.1(2)	
	Intero edificio	Unità Immobiliare	Intero edificio	Unità Immobiliare
Passaggio di proprietà	46,05%	58,77%	2,56%	1,32%
Locazione	7,14%	27,68%	0,26%	0,24%
Riqualficazione energetica	10,95%	3,16%	0,20%	0,07%
Ristrutturazione importante	5,63%	2,22%	0,27%	0,06%
Nuova costruzione	3,49%	1,90%	0,05%	0,02%
Altro	22,90%	4,44%	0,48%	0,12%

Tabella 47 - Tipo di motivazione di rilascio degli attestati del parco edilizio residenziale piemontese per destinazione d'uso. Percentuali riferite alla superficie utile di pavimento. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.

In questa sezione vengono analizzate le motivazioni di rilascio degli attestati di prestazione energetica in relazione alle destinazioni d'uso, come classificate secondo il D.P.R. 412/1993^[8]. Per il settore residenziale, gli attestati riferiti alla destinazione d'uso E.1(2) (abitazioni adibite a residenza con occupazione saltuaria, quali case per vacanze, fine settimana e simili) mostrano una prevalenza di casi legati al passaggio di proprietà, con una percentuale pari al 1,63% rispetto all'intero campione. La categoria E.1(1) (abitazioni adibite a residenza con carattere continuativo, quali abitazioni civili e rurali) ricopre una superficie maggiore

sia per il passaggio di proprietà sia per la locazione, con una percentuale del 55,62% per la prima e del 22,6% per la seconda.

Per quanto riguarda gli interventi per il miglioramento dell'efficienza energetica dell'immobile (riqualificazione energetica, ristrutturazione importante e nuova costruzione) questi sono in netta minoranza rispetto alle altre motivazioni. La destinazione E.1(1) ricopre però una maggiore superficie rispetto alla E.1(2) riferita ai suddetti interventi, con una prevalenza per le riqualificazioni energetiche (5,09%) e anche per gli interventi di ristrutturazione.

Gli attestati ricadenti nella categoria "Altro" non possono essere riconducibili a interventi per il miglioramento della prestazione energetica dell'edificio o dell'unità immobiliare, dal momento in cui almeno il 90% di questi casi non ha una descrizione della motivazione riportata e dichiarata. All'incirca il 10% di questi fa riferimento a motivazioni che possono precludere o meno interventi migliorativi, come ad esempio detrazioni fiscali, ampliamenti, ecc. Questi ricoprono una percentuale maggiore rispetto agli interventi migliorativi in entrambe le categorie.

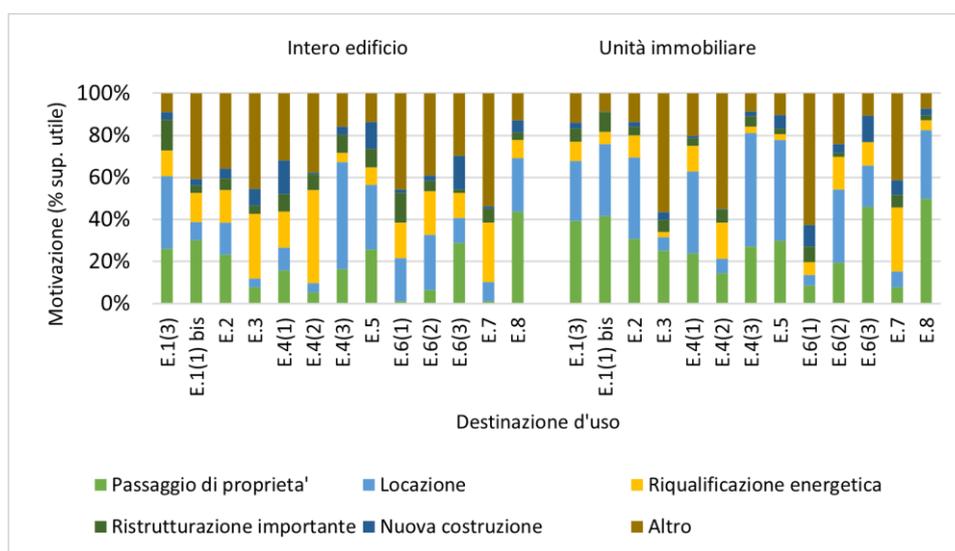


Grafico 46 - Tipo di motivazione di rilascio degli attestati del parco edilizio non residenziale piemontese per destinazione d'uso. Percentuali riferite alla superficie utile di pavimento. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.

Non residenziale													
Intero edificio	E.1(3)	E.1(1) bis	E.2	E.3	E.4(1)	E.4(2)	E.4(3)	E.5	E.6(1)	E.6(2)	E.6(3)	E.7	E.8
Passaggio di proprietà	0,84%	0,65%	2,94%	0,98%	0,10%	0,04%	0,21%	2,31%	0,00%	0,12%	0,12%	0,19%	17,40%
Locazione	1,11%	0,18%	1,90%	0,56%	0,07%	0,03%	0,66%	2,73%	0,06%	0,50%	0,05%	1,37%	10,20%
Riquilificazione energetica	0,40%	0,30%	1,94%	3,90%	0,11%	0,31%	0,06%	0,73%	0,05%	0,40%	0,05%	4,32%	3,38%
Ristrutturazione importante	0,47%	0,08%	0,70%	0,52%	0,05%	0,05%	0,11%	0,80%	0,04%	0,09%	0,01%	1,02%	1,41%
Nuova costruzione	0,12%	0,06%	0,59%	1,02%	0,10%	0,01%	0,05%	1,13%	0,01%	0,05%	0,07%	0,19%	2,36%
Altro	0,29%	0,87%	4,50%	5,80%	0,20%	0,27%	0,20%	1,21%	0,14%	0,75%	0,13%	8,22%	5,05%

Non residenziale													
Unità immobiliare	E.1(3)	E.1(1) bis	E.2	E.3	E.4(1)	E.4(2)	E.4(3)	E.5	E.6(1)	E.6(2)	E.6(3)	E.7	E.8

Passaggio di proprietà	0,70%	0,48%	5,13 %	1,25 %	0,13%	0,15%	1,05%	7,24%	0,02%	0,24%	0,08%	0,35 %	19,84 %
Locazione	0,50%	0,39%	6,47 %	0,32 %	0,22%	0,07%	2,08%	11,52 %	0,01%	0,43%	0,04%	0,35 %	12,93 %
Riqualificazion e energetica	0,16%	0,07%	1,72 %	0,13 %	0,07%	0,17%	0,13%	0,66%	0,01%	0,19%	0,02%	1,39 %	1,81%
Ristrutturazion e importante	0,11%	0,11%	0,70 %	0,28 %	0,02%	0,06%	0,19%	0,69%	0,01%	0,03%	0,00%	0,28 %	1,05%
Nuova costruzione	0,05%	0,00%	0,37 %	0,18 %	0,01%	0,00%	0,08%	1,54%	0,02%	0,05%	0,02%	0,32 %	1,15%
Altro	0,25%	0,10%	2,27 %	2,82 %	0,11%	0,55%	0,34%	2,48%	0,12%	0,29%	0,02%	1,90 %	2,92%

Tabella 48 - Tipo di motivazione di rilascio degli attestati del parco edilizio non residenziale piemontese per destinazione d'uso. Percentuali riferite alla superficie utile di pavimento. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.

Alle destinazioni d'uso E.1(3) (edifici adibiti ad albergo, pensione ed attività similari), E.2 (edifici adibiti a uffici e assimilabili), E.5 (edifici adibiti ad attività commerciali e assimilabili), E.4(3) (bar, ristoranti) e E.8 (edifici adibiti ad attività industriali ed artigianali e assimilabili) corrisponde un'alta percentuale riferita alle motivazioni "passaggio di proprietà" e "locazione", lasciando ipotizzare una minore sensibilità a investimenti per il risparmio energetico, con un conseguente mancato miglioramento delle classi energetiche. Le percentuali arrivano fino a un massimo del 18,63% per i passaggi di proprietà e fino a un massimo dell'11,57% per le locazioni nella categoria E.8.

Le categorie E.4(3), E.6(1), E.6(2), E.6(3) (edifici adibiti ad attività sportive) e E.7 (edifici adibiti ad attività scolastiche a tutti i livelli e assimilabili) sono difficilmente soggette a passaggi di proprietà e locazione: infatti vediamo un aumento di percentuale riguardante le nuove costruzioni, le ristrutturazioni importanti e soprattutto le riqualificazioni energetiche, con una percentuale pari 2,85% per la destinazione E.7. Anche le destinazioni E.3 (alberghi), E.4(1) e E.4(2) (cinema, teatri, mostre, ecc.) ricoprono una superficie maggiore riferita a interventi migliorativi, con una netta prevalenza di riqualificazioni energetiche, che arriva fino a un massimo del 2% per la destinazione E.3.

Negli edifici non residenziali gli interventi di retrofit, riqualificazione e ristrutturazione vengono impiegati soprattutto negli edifici adibiti ad ospedali, ad attività scolastiche, ad attività ricreative e di culto (mostre, musei, biblioteche), attività sportive e meno negli uffici. Le nuove costruzioni riguardano soprattutto edifici adibiti ad attività commerciali, attività sportive, attività ricreative e di culto e ospedali.

4.3. Classe energetica

4.3.1. Classe energetica - Motivazione di rilascio dell'attestato

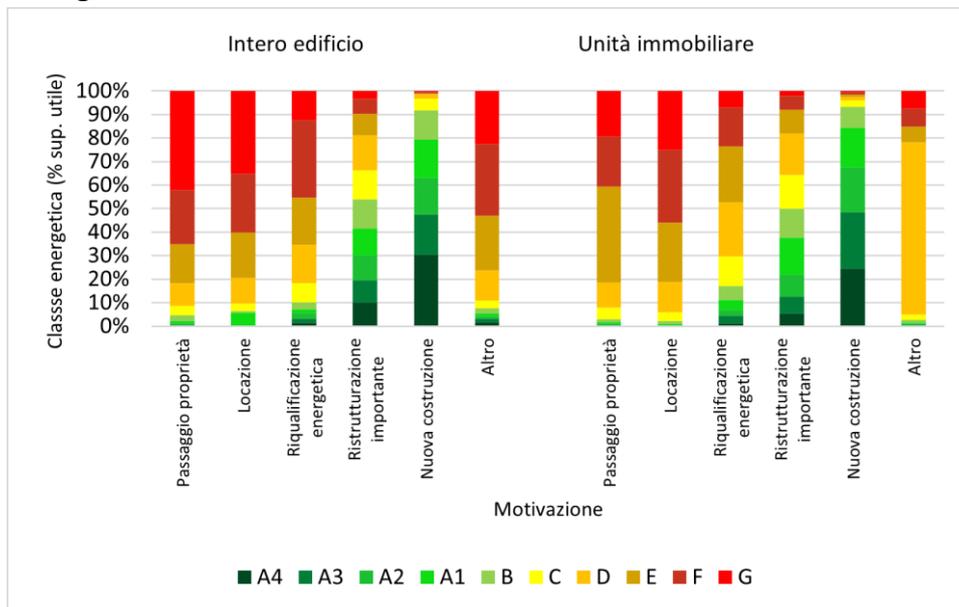


Grafico 47 - Distribuzione delle classi energetiche del parco edilizio residenziale piemontese per destinazione d'uso. Percentuali riferite alla superficie utile di pavimento. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.

Residenziale												
	Passaggio di proprietà		Locazione		Riqualficazione energetica		Ristrutturazione importante		Nuova costruzione		Altro	
	Intero edificio	Unità Imm.	Intero edificio	Unità Imm.	Intero edificio	Unità Imm.	Intero edificio	Unità Imm.	Intero edificio	Unità Imm.	Intero edificio	Unità Imm.
A4	0,12%	0,09%	0,01%	0,00%	0,20%	0,04%	0,72%	0,14%	1,51%	0,56%	0,44%	0,03%
A3	0,13%	0,20%	0,01%	0,03%	0,23%	0,11%	0,66%	0,18%	0,84%	0,55%	0,37%	0,05%
A2	0,27%	0,30%	0,00%	0,05%	0,32%	0,08%	0,75%	0,24%	0,77%	0,44%	0,28%	0,06%
A1	0,46%	0,36%	0,40%	0,12%	0,19%	0,14%	0,81%	0,39%	0,81%	0,38%	0,32%	0,11%
B	1,01%	0,67%	0,05%	0,27%	0,38%	0,20%	0,88%	0,32%	0,62%	0,20%	0,56%	0,17%
C	1,66%	2,78%	0,23%	0,81%	1,06%	0,41%	0,87%	0,36%	0,24%	0,06%	0,88%	0,36%
D	3,97%	5,83%	0,79%	2,76%	2,13%	0,76%	1,04%	0,45%	0,10%	0,04%	3,34%	11,56%
E	6,93%	22,33%	1,37%	5,39%	2,61%	0,78%	0,65%	0,26%	0,02%	0,02%	6,01%	1,04%
F	9,64%	11,54%	1,80%	6,63%	4,27%	0,55%	0,46%	0,15%	0,03%	0,02%	7,90%	1,22%
G	17,64%	10,60%	2,52%	5,34%	1,60%	0,23%	0,22%	0,05%	0,02%	0,01%	5,88%	1,18%

Tabella 49 - Distribuzione delle classi energetiche del parco edilizio residenziale piemontese per destinazione d'uso. Percentuali riferite alla superficie utile di pavimento. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.

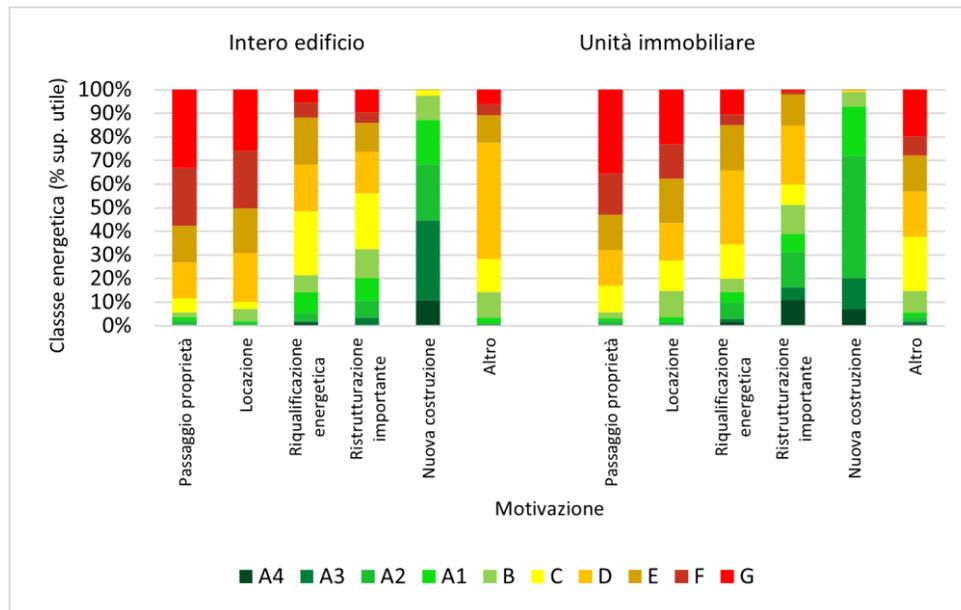


Grafico 48 - Distribuzione delle classi energetiche del parco edilizio non residenziale piemontese per destinazione d'uso. Percentuali riferite alla superficie utile di pavimento. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.

Non residenziale												
	Passaggio di proprietà		Locazione		Riquilificazione energetica		Ristrutturazione importante		Nuova costruzione		Altro	
	Intero edificio	Unità Imm.	Intero edificio	Unità Imm.	Intero edificio	Unità Imm.	Intero edificio	Unità Imm.	Intero edificio	Unità Imm.	Intero edificio	Unità Imm.
A4	0,00%	0,16%	0,00%	0,09%	0,17%	0,12%	0,00%	0,42%	0,53%	0,34%	0,05%	0,08%
A3	0,15%	0,05%	0,02%	0,12%	0,11%	0,08%	0,17%	0,19%	1,66%	0,64%	0,22%	0,09%
A2	0,61%	0,65%	0,15%	0,39%	0,52%	0,50%	0,35%	0,56%	1,18%	2,51%	0,02%	0,20%
A1	0,34%	0,31%	0,12%	0,75%	1,27%	0,33%	0,46%	0,29%	0,92%	1,02%	0,84%	0,22%
B	0,56%	1,00%	0,71%	4,03%	1,01%	0,41%	0,60%	0,46%	0,50%	0,29%	3,40%	0,92%
C	1,76%	4,15%	0,43%	4,72%	3,92%	1,07%	1,16%	0,32%	0,12%	0,02%	4,44%	2,37%
D	4,55%	5,62%	2,95%	5,80%	2,85%	2,27%	0,86%	0,93%	0,00%	0,02%	15,60%	1,97%
E	4,66%	5,66%	2,70%	6,88%	2,90%	1,40%	0,59%	0,50%	0,00%	0,01%	3,72%	1,58%
F	7,31%	6,50%	3,45%	5,25%	0,90%	0,34%	0,23%	0,04%	0,00%	0,00%	1,43%	0,84%
G	9,86%	13,28%	3,70%	8,45%	0,80%	0,75%	0,46%	0,03%	0,00%	0,00%	1,98%	2,01%

Tabella 50 - Distribuzione delle classi energetiche del parco edilizio non residenziale piemontese per destinazione d'uso. Percentuali riferite alla superficie utile di pavimento. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.

Gli attestati ricadenti nelle categorie “Passaggio di Proprietà” e “Locazione” non comportano un miglioramento della classe energetica: infatti i casi ricadenti tra le classi energetiche peggiorative C e G rappresentano il 67,8% per il settore residenziale e il 53,3% per il settore non residenziale.

Le categorie “Nuova costruzione”, “Riquilificazione energetica” e “Ristrutturazione importante” fanno parte delle tipologie di intervento volte al miglioramento delle prestazioni energetiche e che riportano l’immobile a una classe energetica più elevata: il 5,3% per il settore residenziale e l’8,8% per il settore non residenziale dei casi complessivi delle tre categorie si trova tra le classi energetiche più alte (tra A4 e B). Per la ristrutturazione importante si vede una distribuzione equilibrata delle classi energetiche sia per la categoria residenziale che non residenziale. Per quanto riguarda invece la riquilificazione energetica, la classi C-G ricoprono più della metà dei casi. Le nuove costruzioni sono invece la categoria a cui appartengono le classi e prestazioni energetiche più elevate: rappresentano il 2,7% per residenziale e il 4,8% per il non residenziale tra le classi A4 e B e solo lo 0,2% per il residenziale e 0,1% per il non residenziale tra la classi C e G. La presenza

di casi nelle classi energetiche inferiori alla B è da ricondursi alla data effettiva di inizio dei progetti, la quale potrebbe essere antecedente al D.M. 26/06/2015.

Come già accennato in precedenza, gli attestati ricadenti nella categoria “Altro” non possono essere riconducibili a interventi per il miglioramento della prestazione energetica dell’edificio o dell’unità immobiliare, dal momento in cui almeno il 90% di questi casi non ha una descrizione della motivazione riportata e dichiarata. La distribuzione della categoria “Altro” presenta il 17,3% tra le classi energetiche C e G e lo 0,8% tra le classi A4 e B per il settore residenziale (sommando le percentuali riferite sia agli interi edifici che alle unità immobiliari), mentre per il settore non residenziale presenta il 18,3% tra le classi energetiche C e G e il 3,1 % tra le classi più prestanti A4 e B.

In questo caso possiamo notare che nel settore non residenziale è presente un maggiore superficie ricoperta da classi energetiche più alte o intermedie, per il maggior ricorso a interventi di nuova costruzione e riqualificazione energetica.

4.3.2. Classe energetica - Epoca di costruzione

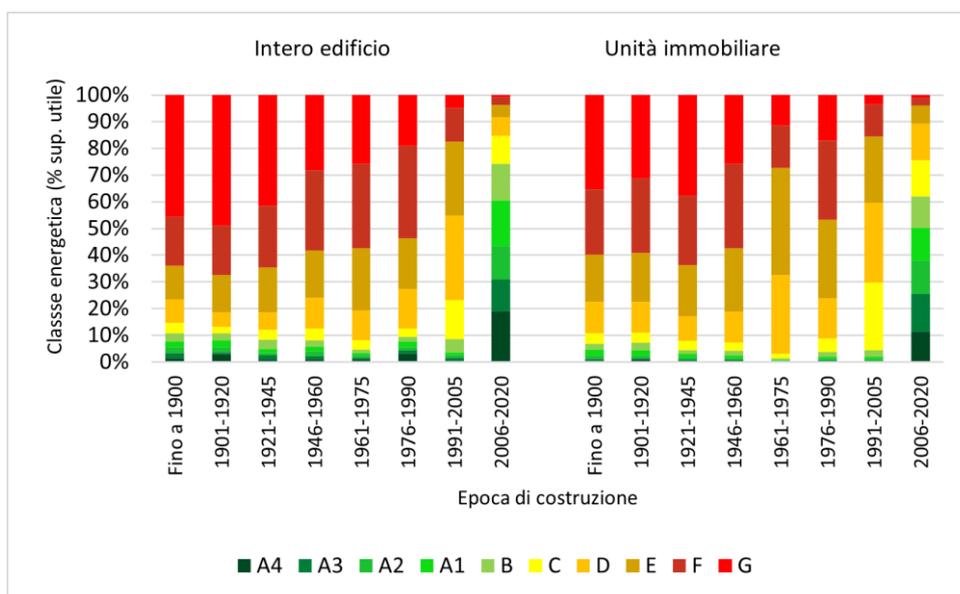


Grafico 49 - Distribuzione delle classi energetiche del parco edilizio residenziale piemontese per epoca di costruzione. Percentuali riferite alla superficie utile di pavimento. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.

Residenziale																
	Fino 1900		1901-1920		1921-1945		1946-1960		1961-1975		1976-1990		1991-2005		2006-2020	
	Intero ed.	Unità Imm.														
A4	0,25%	0,04%	0,12%	0,02%	0,10%	0,02%	0,16%	0,04%	0,23%	0,05%	0,34%	0,02%	0,03%	0,02%	1,77%	0,64%
A3	0,35%	0,07%	0,03%	0,01%	0,18%	0,04%	0,19%	0,09%	0,18%	0,06%	0,12%	0,04%	0,08%	0,02%	1,09%	0,80%
A2	0,36%	0,13%	0,08%	0,03%	0,08%	0,07%	0,25%	0,08%	0,28%	0,10%	0,13%	0,04%	0,06%	0,03%	1,16%	0,69%
A1	0,39%	0,21%	0,11%	0,05%	0,15%	0,09%	0,28%	0,15%	0,21%	0,17%	0,22%	0,08%	0,05%	0,06%	1,58%	0,69%
B	0,53%	0,20%	0,11%	0,08%	0,37%	0,08%	0,34%	0,21%	0,35%	0,27%	0,20%	0,15%	0,32%	0,16%	1,27%	0,66%
C	0,68%	0,40%	0,10%	0,10%	0,40%	0,26%	0,66%	0,43%	0,91%	0,77%	0,32%	0,43%	0,90%	1,65%	0,96%	0,76%
D	1,52%	1,12%	0,23%	0,31%	0,68%	0,65%	1,76%	1,55%	2,97%	13,71%	1,58%	1,32%	1,98%	1,96%	0,65%	0,76%
E	2,19%	1,70%	0,59%	0,49%	1,78%	1,34%	2,64%	3,20%	6,25%	18,53%	2,00%	2,57%	1,71%	1,61%	0,43%	0,38%

F	3,17%	2,35%	0,79%	0,75%	2,45%	1,84%	4,56%	4,25%	8,40%	7,37%	3,68%	2,61%	0,80%	0,80%	0,27%	0,16%
G	7,88%	3,39%	2,09%	0,84%	4,38%	2,67%	4,24%	3,46%	6,90%	5,28%	2,02%	1,48%	0,30%	0,22%	0,07%	0,07%

Tabella 51 - Distribuzione delle classi energetiche del parco edilizio residenziale piemontese per epoca di costruzione. Percentuali riferite alla superficie utile di pavimento. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.

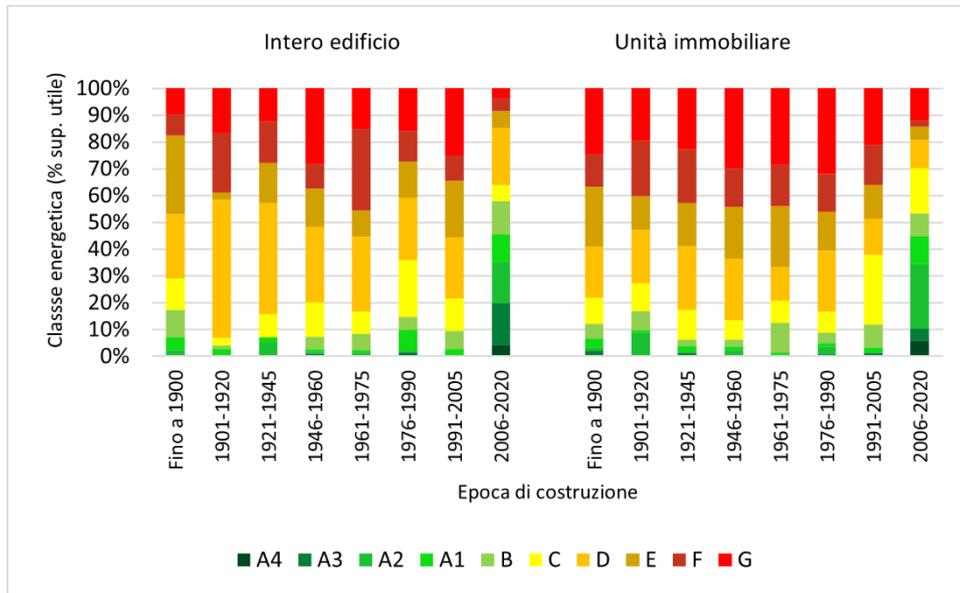


Grafico 50 - Distribuzione delle classi energetiche del parco edilizio non residenziale piemontese per epoca di costruzione. Percentuali riferite alla superficie utile di pavimento. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.

Non residenziale																
	Fino 1900		1901-1920		1921-1945		1946-1960		1961-1975		1976-1990		1991-2005		2006-2020	
	Intero ed.	Unità Imm.														
A4	0,00%	0,05%	0,00%	0,00%	0,00%	0,01%	0,02%	0,05%	0,06%	0,05%	0,12%	0,03%	0,00%	0,11%	0,52%	0,91%
A3	0,05%	0,12%	0,00%	0,00%	0,00%	0,07%	0,12%	0,02%	0,04%	0,03%	0,12%	0,10%	0,03%	0,11%	1,92%	0,71%
A2	0,18%	0,11%	0,00%	0,16%	0,25%	0,04%	0,08%	0,22%	0,23%	0,09%	0,10%	0,40%	0,04%	0,03%	1,87%	3,78%
A1	0,46%	0,31%	0,03%	0,02%	0,07%	0,11%	0,13%	0,15%	0,32%	0,18%	1,23%	0,21%	0,36%	0,27%	1,28%	1,66%
B	0,98%	0,47%	0,01%	0,13%	0,01%	0,14%	0,60%	0,33%	1,72%	2,69%	0,79%	0,58%	1,00%	1,43%	1,52%	1,34%
C	1,12%	0,86%	0,03%	0,19%	0,40%	0,64%	1,66%	0,90%	2,35%	1,99%	3,41%	1,15%	1,83%	4,26%	0,75%	2,66%
D	2,32%	1,70%	0,53%	0,37%	1,90%	1,38%	3,68%	2,85%	7,99%	3,03%	3,72%	3,39%	3,41%	2,24%	2,61%	1,65%
E	2,82%	1,96%	0,03%	0,23%	0,68%	0,92%	1,86%	2,39%	2,77%	5,54%	2,14%	2,17%	3,17%	2,03%	0,76%	0,78%
F	0,76%	1,07%	0,23%	0,38%	0,71%	1,16%	1,19%	1,77%	8,63%	3,68%	1,85%	2,10%	1,40%	2,46%	0,60%	0,36%
G	0,93%	2,16%	0,17%	0,36%	0,57%	1,32%	3,67%	3,71%	4,33%	6,89%	2,52%	4,75%	3,77%	3,47%	0,44%	1,87%

Tabella 52 - Distribuzione delle classi energetiche del parco edilizio non residenziale piemontese per epoca di costruzione. Percentuali riferite alla superficie utile di pavimento. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.

La distribuzione delle costruzioni realizzate fino al 1990 ha un andamento molto simile nel corso degli anni e vede un parco immobiliare prevalentemente con classi energetiche basse, rappresentato dalle classi C-G con una percentuale dell'83,5% per il settore residenziale e del 63,1% per il settore non residenziale. Le classi energetiche A4-B rappresentano pochi casi, ovvero il 3,6% dei casi rispetto al totale per il settore residenziale e il 7,3% dei casi per la categoria non residenziale.

Dal 1976 possiamo notare un innalzamento delle classi energetiche, in concomitanza con l'applicazione della legge 373/1976^[6], ovvero la prima legge sulla riduzione del consumo energetico. A partire dal 1990 fino al 2005, si può notare che la classe più bassa, ovvero la classe G, vede un'importante decrescita di oltre 20 punti percentuali sia per il residenziale che per il non residenziale rispetto ai periodi precedenti. Sempre in questo periodo vediamo un aumento dei casi appartenenti alle classi energetiche intermedie, in particolare le classi

D e E: queste superano anche le classi più basse F e G, effetto dell'applicazione della Legge 10/1991^[7], e raggiungono percentuali pari all'1% per il residenziale e al 4,5% per il non residenziale.

Tra il 2006 e il 2020 vediamo un parco edilizio caratterizzato da prestazioni e classi energetiche più alte rispetto agli anni precedenti, dovuti all'applicazione di legislazioni più severe e restringenti, tra cui prima del Decreto Legislativo 192/2005^[9] e soprattutto con l'emanazione del decreto ministeriale del 26 giugno 2015^[15]. In questo periodo vediamo una maggior parte di casi ricadenti nelle classi energetiche più prestanti A4-B rispetto a quelle più basse, che rappresentano una percentuale del 4,2% per la categoria residenziale e del 7,7% per la categoria non residenziale. Le classi energetiche più basse rappresentano meno della metà del campione e ne caratterizzano il 2,2% rispetto al totale per il settore residenziale e il 6,2% per il settore non residenziale. Questo è dovuto al fatto che i progetti degli immobili potrebbero essere antecedenti al 2015 e in parte perché la maggior parte degli immobili ricade nelle nuove costruzioni, alle quali è associata un aumento delle prestazioni energetiche. Infine, possiamo generalmente affermare che gli interi edifici rispetto alle unità immobiliari presentano una maggiore superficie ricoperta da classi energetiche intermedie e basse. Il settore non residenziale vede una prevalenza sia di classi energetiche intermedie e alte rispetto al residenziale.

4.3.3. Classe energetica - Destinazione d'uso

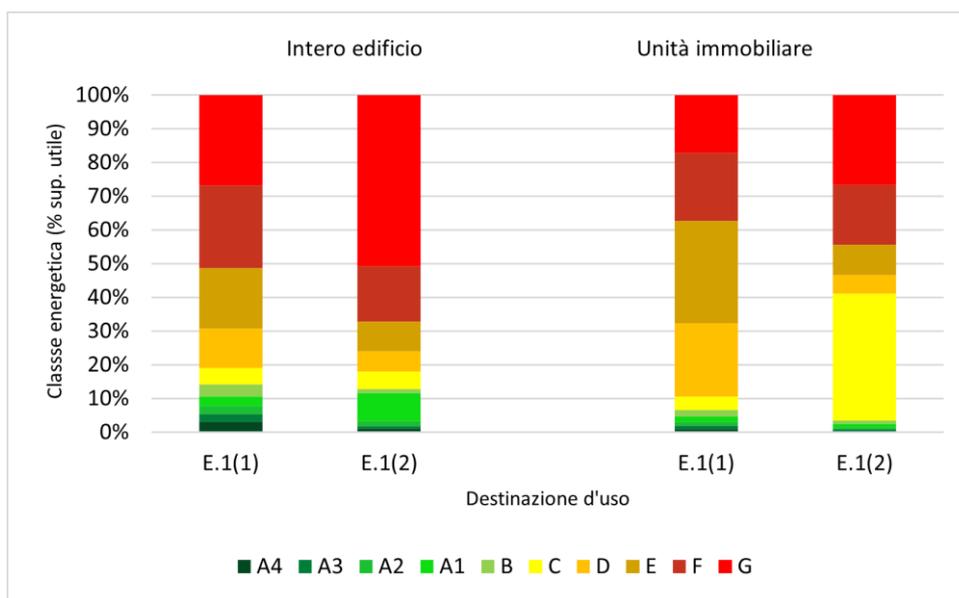


Grafico 51 - Distribuzione delle classi energetiche del parco edilizio residenziale piemontese per destinazione d'uso. Percentuali riferite alla superficie utile di pavimento. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.

Residenziale				
	E.1(1)		E.1(2)	
	Intero edificio	Unità Immobiliare	Intero edificio	Unità Immobiliare
A4	2,95%	0,85%	0,05%	0,00%
A3	2,21%	1,10%	0,03%	0,01%
A2	2,32%	1,16%	0,07%	0,01%
A1	2,60%	1,47%	0,38%	0,03%
B	3,44%	1,80%	0,06%	0,02%
C	4,70%	3,93%	0,24%	0,85%

D	11,09%	21,26%	0,28%	0,13%
E	17,18%	29,63%	0,41%	0,20%
F	23,36%	19,73%	0,76%	0,40%
G	25,53%	16,80%	2,35%	0,60%

Tabella 53 - Distribuzione delle classi energetiche del parco edilizio residenziale piemontese per destinazione d'uso. Percentuali riferite alla superficie utile di pavimento. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.

In questa sezione vengono analizzate le classi energetiche in relazione alle destinazioni d'uso, come classificate secondo il D.P.R. 412/1993^[8].

La distribuzione delle classi energetiche in riferimento alle destinazioni d'uso legate al settore residenziale mostra una prevalenza della classe più bassa G, soprattutto per gli attestati riferiti alla destinazione d'uso E.1(2) (abitazioni adibite a residenza con occupazione saltuaria, quali case per vacanze, fine settimana e simili). In questo caso la classe G arriva fino a un 25,3% per la categoria intero edificio. La destinazione d'uso E.1(1) (abitazioni adibite a residenza con carattere continuativo, quali abitazioni civili e rurali) è caratterizzata da una maggiore superficie riferita a classi più elevate e intermedie rispetto alla E.1(2), con le classi A4-B che si aggirano tra lo 0,85% fino a un massimo di 3,44% sia per le unità immobiliari che l'intero edificio.

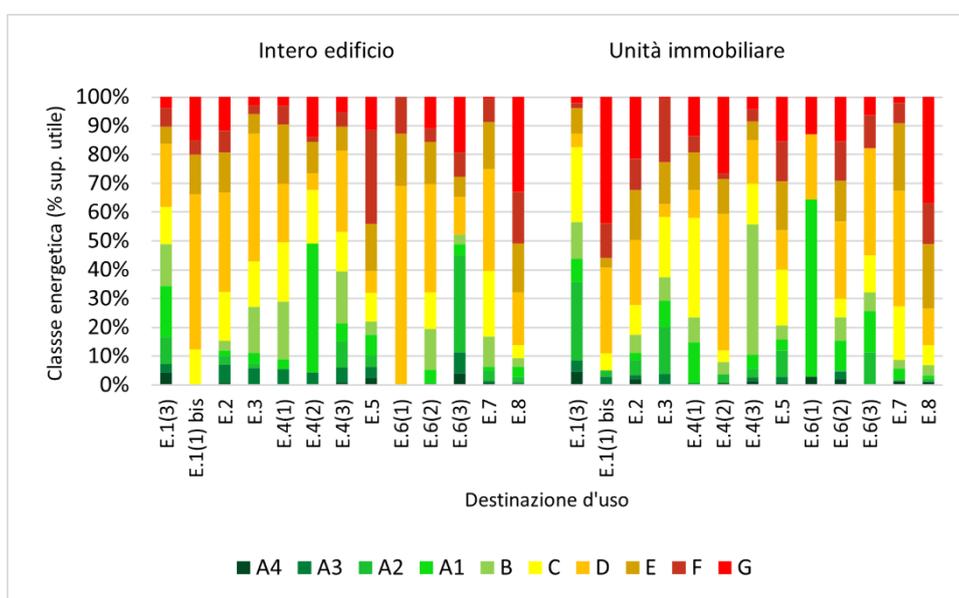


Grafico 52 - Distribuzione delle classi energetiche del parco edilizio non residenziale piemontese per destinazione d'uso. Percentuali riferite alla superficie utile di pavimento. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.

Non residenziale													
Intero edificio	E.1(3)	E.1(1) bis	E.2	E.3	E.4(1)	E.4(2)	E.4(3)	E.5	E.6(1)	E.6(2)	E.6(3)	E.7	E.8
A4	0,12%	0,00%	0,07%	0,00%	0,000%	0,00%	0,01%	0,22%	0,00%	0,00%	0,01%	0,13%	0,19%
A3	0,08%	0,00%	0,75%	0,75%	0,044%	0,04%	0,06%	0,37%	0,00%	0,00%	0,02%	0,13%	0,11%
A2	0,26%	0,00%	0,36%	0,21%	0,000%	0,00%	0,10%	0,36%	0,00%	0,01%	0,07%	0,62%	0,86%
A1	0,49%	0,00%	0,23%	0,47%	0,027%	0,42%	0,07%	0,66%	0,00%	0,06%	0,01%	0,21%	1,33%
B	0,40%	0,00%	0,38%	2,04%	0,159%	0,00%	0,20%	0,42%	0,00%	0,17%	0,01%	1,77%	1,24%
C	0,35%	0,27%	1,98%	2,02%	0,163%	0,17%	0,15%	0,91%	0,00%	0,15%	0,00%	3,88%	1,77%
D	0,61%	1,18%	4,02%	5,72%	0,163%	0,06%	0,32%	0,70%	0,27%	0,45%	0,03%	5,98%	7,32%
E	0,16%	0,30%	1,62%	0,87%	0,164%	0,10%	0,09%	1,50%	0,07%	0,18%	0,01%	2,79%	6,73%
F	0,18%	0,11%	0,87%	0,40%	0,051%	0,01%	0,06%	2,96%	0,05%	0,06%	0,02%	1,38%	7,18%
G	0,11%	0,33%	1,38%	0,36%	0,024%	0,13%	0,06%	1,06%	0,00%	0,13%	0,04%	0,11%	13,07%

Non residenziale													
Unità imm.	E.1(3)	E.1(1) bis	E.2	E.3	E.4(1)	E.4(2)	E.4(3)	E.5	E.6(1)	E.6(2)	E.6(3)	E.7	E.8
A4	0,07%	0,00%	0,39%	0,00%	0,00%	0,01%	0,07%	0,17%	0,00%	0,02%	0,00%	0,04%	0,41%
A3	0,06%	0,02%	0,25%	0,09%	0,00%	0,00%	0,07%	0,54%	0,00%	0,03%	0,00%	0,01%	0,05%
A2	0,41%	0,02%	0,95%	0,38%	0,00%	0,02%	0,16%	2,26%	0,00%	0,00%	0,02%	0,02%	0,44%
A1	0,13%	0,00%	0,45%	0,21%	0,08%	0,00%	0,27%	1,01%	0,02%	0,11%	0,03%	0,13%	0,39%
B	0,19%	0,00%	1,13%	0,18%	0,05%	0,03%	2,42%	1,20%	0,00%	0,09%	0,01%	0,11%	1,47%
C	0,39%	0,05%	1,91%	0,49%	0,19%	0,03%	0,76%	4,86%	0,00%	0,07%	0,03%	0,67%	2,82%
D	0,07%	0,24%	4,14%	0,10%	0,05%	0,35%	0,81%	3,43%	0,01%	0,30%	0,08%	1,46%	5,07%
E	0,14%	0,03%	3,17%	0,34%	0,07%	0,09%	0,34%	4,25%	0,00%	0,16%	0,00%	0,85%	9,09%
F	0,03%	0,10%	1,98%	0,51%	0,03%	0,01%	0,23%	3,48%	0,00%	0,15%	0,02%	0,26%	5,77%
G	0,03%	0,36%	3,93%	0,01%	0,07%	0,20%	0,23%	3,86%	0,00%	0,17%	0,01%	0,07%	14,85%

Tabella 54 - Distribuzione delle classi energetiche del parco edilizio non residenziale piemontese per destinazione d'uso. Percentuali riferite alla superficie utile di pavimento. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.

La distribuzione delle classi energetiche in riferimento alle destinazioni d'uso legate al settore non residenziale vede una distribuzione eterogenea e non costante, con una particolare prevalenza delle classi intermedie (classi C,D,E).

Le categorie che vedono una maggiore percentuale riferita alla classe energetica più bassa sono: le destinazioni d'uso E.1(1)bis (collegi, caserme), E.2 (edifici adibiti a uffici e assimilabili), E.4(2) (mostre, musei e biblioteche, luoghi di culto) e E.5 (edifici adibiti ad attività commerciali e assimilabili) e anche la E.7 (attività scolastiche a tutti i livelli e assimilabili) ma soprattutto la destinazione d'uso E.8 (edifici adibiti ad attività industriali ed artigianali e assimilabili) mette in evidenza, sia per l'intero edificio che per le unità immobiliari, una maggiore percentuale di casi ricadenti nelle classi più basse, in particolare le classi F e G, con una percentuale della classe G pari al 14,1% rispetto al totale dei casi ricadenti nella categoria non residenziale.

Le categorie che vedono una più alta percentuale riferita alle classi energetiche più alte sono: le categorie E.1(3) (edifici adibiti ad albergo, pensione ed attività similari), E.3 (edifici adibiti a ospedali, cliniche e case di cura), E.4 (Edifici adibiti ad attività ricreative) e E.6(3) (servizi di supporto alle attività sportive) sono quelle con una più alta percentuale di classi alte, ovvero classi A4-B che si aggirano tra lo 1,7% e il 2,2% dei casi.

Le categorie E.6(1), E.6(2), E.6(3) (edifici adibiti ad attività sportive) e la classe E.7 sono quelle invece con la più bassa percentuale di classi basse, con classe G che si aggira tra lo 0,0% e lo 0,15%.

4.3.4. Classe energetica - Anno di rilascio dell'attestato

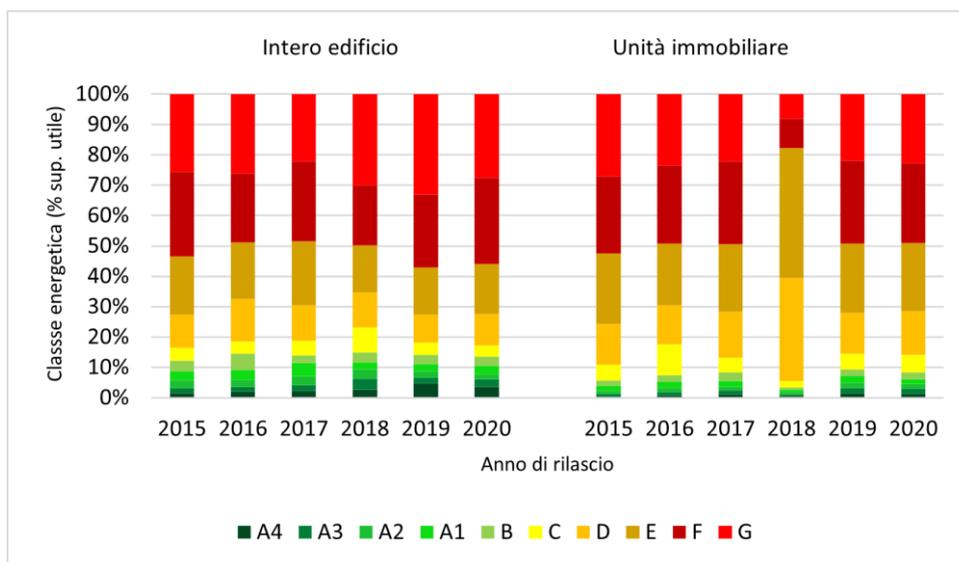


Grafico 53 - Distribuzione delle classi energetiche del parco edilizio residenziale piemontese per anno di rilascio dell'attestato. Percentuali riferite alla superficie utile di pavimento. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.

Residenziale												
	2015		2016		2017		2018		2019		2020	
	Intero edificio	Unità Imm.										
A4	0,07%	0,01%	0,43%	0,12%	0,44%	0,14%	0,47%	0,18%	1,09%	0,25%	0,50%	0,15%
A3	0,08%	0,03%	0,34%	0,19%	0,37%	0,19%	0,66%	0,21%	0,44%	0,31%	0,35%	0,20%
A2	0,12%	0,04%	0,50%	0,22%	0,52%	0,16%	0,52%	0,27%	0,48%	0,31%	0,25%	0,18%
A1	0,15%	0,06%	0,69%	0,31%	0,87%	0,26%	0,41%	0,29%	0,52%	0,39%	0,36%	0,18%
B	0,17%	0,06%	1,16%	0,36%	0,46%	0,40%	0,56%	0,34%	0,72%	0,39%	0,43%	0,26%
C	0,20%	0,20%	0,88%	1,62%	0,94%	0,67%	1,46%	0,75%	0,93%	0,89%	0,53%	0,66%
D	0,53%	0,50%	3,04%	2,09%	2,21%	2,06%	2,04%	12,75%	2,11%	2,33%	1,44%	1,66%
E	0,92%	0,85%	4,03%	3,26%	4,04%	3,06%	2,74%	16,08%	3,55%	3,98%	2,30%	2,60%
F	1,34%	0,94%	4,86%	4,14%	4,99%	3,73%	3,47%	3,56%	5,49%	4,72%	3,96%	3,03%
G	1,24%	1,00%	5,66%	3,81%	4,25%	3,05%	5,30%	3,08%	7,60%	3,84%	3,84%	2,63%

Tabella 55 - Distribuzione delle classi energetiche del parco edilizio residenziale piemontese per anno di rilascio dell'attestato. Percentuali riferite alla superficie utile di pavimento. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.

Per quanto riguarda la distribuzione degli APE appartenenti al settore residenziale, le classi energetiche riferite all'anno di rilascio, che va dal 2015 al 2020, restano più o meno stabili nel tempo. In particolare, vediamo una decrescita per quanto riguarda la classe energetica G, soprattutto tra il 2019 e il 2020, dal 4,69% al 2,9% per il settore residenziale e dal 4,74% al 3,73% per il settore non residenziale. Questa subisce un'inversione di tendenza: si può osservare che tra il 2015 e il 2016 aumenta, per poi diminuire fino al 2018 e riaumentare nel 2019.

Per quanto riguarda le classi energetiche intermedie (C, D, E) vediamo lo stesso andamento, con una decrescita tra il 2018 e il 2020, a favore di un aumento delle classi energetiche più alte.

Per quanto riguarda le classi energetiche più alte, vediamo un leggero aumento delle classi A4-B, dovuto ai limiti previsti dal decreto del 26 giugno 2015 per le ristrutturazioni importanti, riqualificazioni energetiche e nuove costruzioni. Le classi A4-B vedono una crescita graduale, in particolare dal 2015 al 2019, partendo da un valore molto basso dello 0,03% fino ad arrivare a una percentuale del 0,44% del totale residenziale, con una leggera diminuzione nel 2020. Gli interi edifici rispetto alle unità vedono una maggiore percentuale riferita alle classi più basse, che decrescono di pochi punti percentuali.

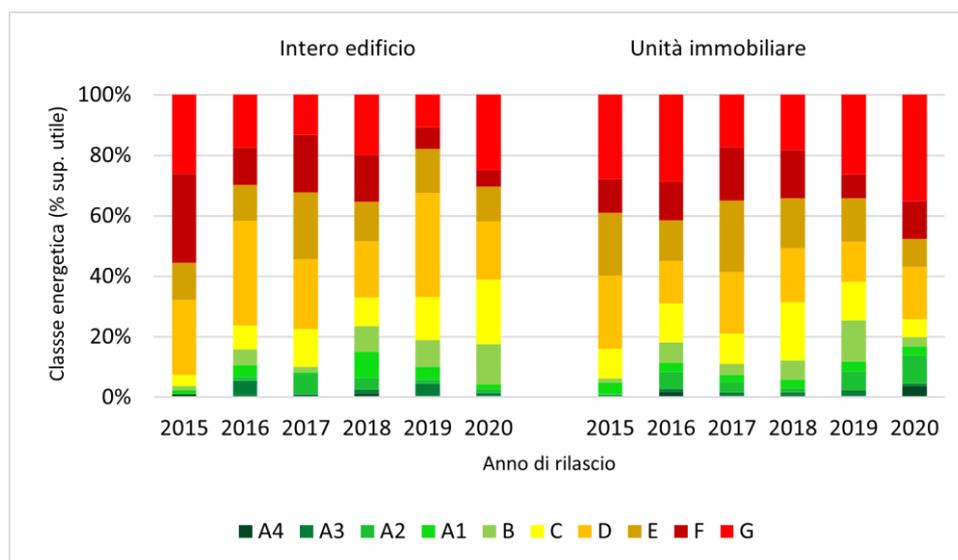


Grafico 54 - Distribuzione delle classi energetiche del parco edilizio non residenziale piemontese per anno di rilascio dell'attestato. Percentuali riferite alla superficie utile di pavimento. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.

Non residenziale												
	2015		2016		2017		2018		2019		2020	
	Intero edificio	Unità Imm.										
A4	0,1%	0,01%	0,1%	0,30%	0,1%	0,11%	0,3%	0,12%	0,2%	0,15%	0,1%	0,54%
A3	0,0%	0,02%	0,9%	0,16%	0,1%	0,25%	0,3%	0,17%	1,0%	0,47%	0,1%	0,11%
A2	0,0%	0,01%	0,2%	0,91%	1,2%	0,70%	0,9%	0,25%	0,4%	1,63%	0,1%	1,35%
A1	0,1%	0,15%	0,7%	0,51%	0,1%	0,48%	1,8%	0,52%	1,1%	0,86%	0,2%	0,41%
B	0,1%	0,06%	0,9%	1,13%	0,3%	0,78%	1,8%	1,18%	2,3%	3,56%	1,4%	0,43%
C	0,2%	0,39%	1,4%	2,11%	2,2%	2,11%	2,0%	3,52%	3,8%	3,28%	2,2%	0,85%
D	1,6%	0,96%	6,1%	2,31%	4,1%	4,25%	4,0%	3,24%	9,0%	3,48%	2,0%	2,45%
E	0,8%	0,82%	2,1%	2,21%	3,9%	4,95%	2,8%	3,05%	3,8%	3,75%	1,2%	1,31%
F	1,9%	0,44%	2,2%	2,09%	3,4%	3,71%	3,4%	2,91%	1,9%	2,09%	0,6%	1,80%
G	1,7%	1,10%	3,1%	4,72%	2,3%	3,60%	4,3%	3,34%	2,8%	6,86%	2,6%	5,00%

Tabella 56 - Distribuzione delle classi energetiche del parco edilizio residenziale piemontese per anno di rilascio dell'attestato. Percentuali riferite alla superficie utile di pavimento. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.

La distribuzione degli APE appartenenti alla categoria non residenziale vedono, come per la categoria residenziale, un andamento costante delle classi energetiche del parco edilizio piemontese. La classe prestante G vede una decrescita dal 2016 al 2017 subendo un'inversione di tendenza nel 2018, per riaumentare nel 2019 e decrescere nel 2020.

A differenza del parco edilizio residenziale vediamo una prevalenza di classi energetiche intermedie (C, D, E), che mostrano un andamento variabile nel tempo.

Anche in questo caso vediamo una crescita dei casi appartenenti alle classi A4-B, soprattutto dal 2016 al 2019, con una decrescita improvvisa nel 2020, maggiore rispetto al residenziale. La superficie ricoperta dalle suddette classi risulta di poco maggiore rispetto al residenziale.

4.4. Indice di prestazione energetica globale non rinnovabile $EP_{gl,nren}$

4.4.1. $EP_{gl,nren}$: Motivazione di rilascio - Anno di rilascio

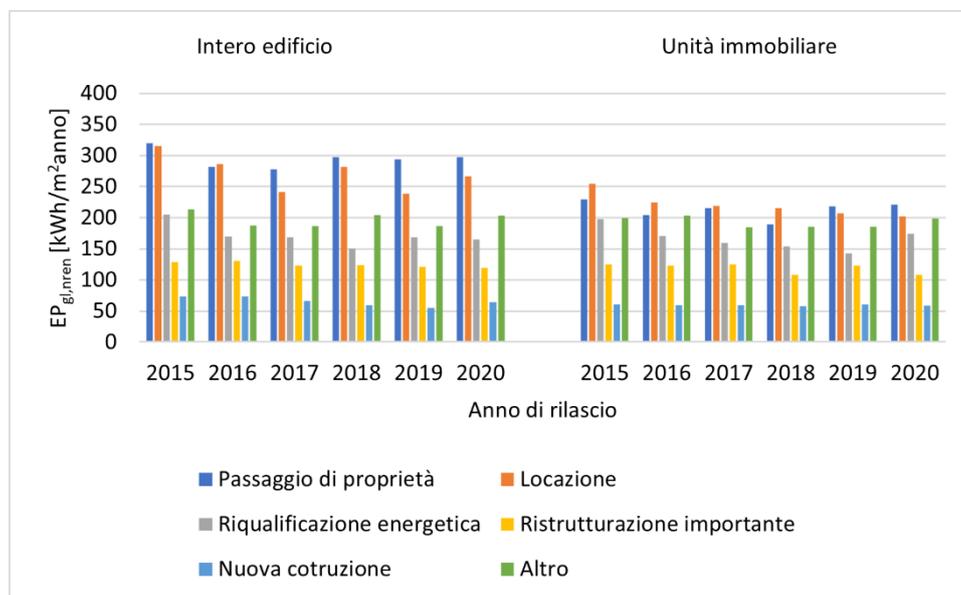


Grafico 55 - Distribuzione della media di $EP_{gl,nren}$ pesata sulla superficie di pavimento per motivazione di rilascio e anno di rilascio del settore residenziale. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.

Residenziale												
$EP_{gl,nren}$ [kWh/m ² anno]	2015		2016		2017		2018		2019		2020	
	Intero ed.	Unità Imm.										
Passaggio di proprietà	320,09	229,26	281,28	204,01	278,04	215,06	297,45	189,28	293,91	218,35	297,69	221,13
Locazione	314,88	254,45	286,51	224,92	241,26	219,47	281,75	215,69	238,99	206,76	267,15	202,61
Riqualficazione energetica	205,21	197,92	170,04	170,45	169,00	159,23	150,53	153,52	168,96	142,90	164,81	174,58
Ristrutturazione importante	128,77	124,72	130,62	122,91	123,20	124,80	123,63	108,43	121,48	122,59	119,69	107,79
Nuova costruzione	73,54	60,11	74,03	59,84	66,24	59,49	59,53	57,44	55,28	60,94	63,81	58,61
Altro	213,34	199,16	187,04	202,96	186,77	184,43	204,68	185,29	186,43	185,62	203,59	198,82

Tabella 57 - Distribuzione della media di $EP_{gl,nren}$ pesata sulla superficie di pavimento per motivazione di rilascio e anno di rilascio del settore residenziale. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.

L'indice di prestazione energetica globale non rinnovabile è fortemente legato alla motivazione di rilascio degli attestati di prestazione energetica. Si può infatti notare che il valore dell'indice di prestazione decresce in proporzione al tipo di intervento per migliorare la prestazione energetica dell'immobile o dell'unità, soprattutto quando si tratta di riqualificazione energetica, ristrutturazione importante e nuova costruzione. I valori dell'indice di prestazione energetica non rinnovabile risultano più alti per gli attestati riferiti a intero edificio rispetto alle unità immobiliari: alla suddetta destinazione appartengono infatti classi energetiche più basse.

Nel settore residenziale i valori più alti di $EP_{gl,nren}$ sono legati alle motivazioni che non comportano alcun intervento sull'immobile, quali passaggio di proprietà e locazione. I valori più elevati sono in particolare legati

al passaggio di proprietà, e arrivano fino a un massimo di 320 kWh/m²anno (classe F). Anche i valori di EP_{gl,nren} legati alla categoria “Altro” sono molto alti, in quanto gli attestati ricadenti in questa motivazioni sono per la maggior parte dei casi riconducibili a locazioni o passaggi di proprietà. A queste, come analizzato precedentemente, appartengono le classi energetiche più basse (F e G).

I valori più bassi di EP_{gl,nren} si riferiscono invece alle nuove costruzioni e indicano un migliore livello di efficienza energetica: i valori più bassi si riscontrano soprattutto nel periodo temporale tra il 2016 e il 2020, con una decrescita all’incirca del 20% per la categoria intero edificio e all’incirca del 3% per la categoria unità immobiliari. Questo è dovuto all’implementazione degli obblighi del D.M. 26/06/2015 per le nuove costruzioni. I valori più bassi sono legati anche alle riqualificazioni energetiche e ancora più prestanti sono le ristrutturazioni importanti. A queste motivazioni corrispondono infatti le classi energetiche più alte (A4-B): per rientrare in questa categoria i valori devono aggirarsi tra 40 e 120 kWh/m²anno.

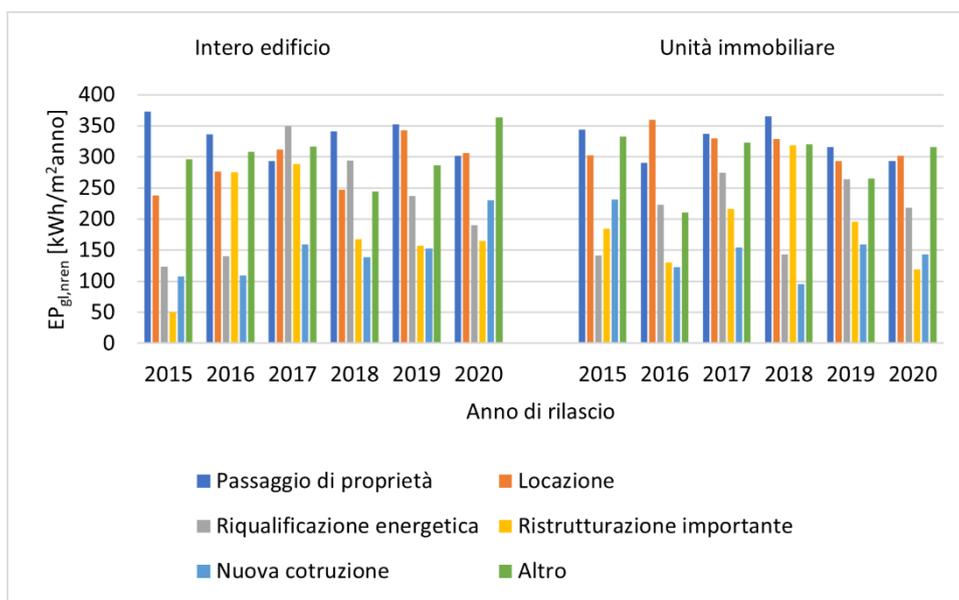


Grafico 56 - Distribuzione della media di EP_{gl,nren} pesata sulla superficie di pavimento per motivazione di rilascio e anno di rilascio del settore non residenziale. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.

Non residenziale												
EP _{gl,nren} [kWh/m ² anno]	2015		2016		2017		2018		2019		2020	
	Intero ed.	Unità Imm.										
Passaggio di proprietà	373,34	343,98	336,12	290,56	293,65	337,32	341,45	365,64	351,99	315,40	301,58	293,64
Locazione	237,80	303,00	276,32	360,18	311,70	330,18	247,23	329,22	343,20	292,86	306,62	302,08
Riqualificazione energetica	123,94	141,81	140,94	222,64	349,33	274,89	294,60	143,60	237,24	264,10	190,57	218,20
Ristrutturazione importante	50,17	184,48	275,08	130,46	288,98	216,32	167,97	318,13	157,40	196,18	164,55	119,22
Nuova costruzione	107,73	231,28	109,38	122,51	159,60	154,16	139,06	95,30	152,67	158,91	230,19	143,34
Altro	296,50	332,72	308,70	210,85	316,43	323,71	244,14	320,02	286,93	264,88	363,60	316,16

Tabella 58 - Distribuzione della media di EP_{gl,nren} pesata sulla superficie di pavimento per motivazione di rilascio e anno di rilascio del settore non residenziale. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.

Per il settore non residenziale abbiamo un trend meno costante per i valori medi di EP_{gl,nren} legati alle motivazioni di rilascio e presentano in generale valori più alti rispetto al settore residenziale. Se per il settore residenziale notiamo una crescita costante, qui i valori medi mostrano inversioni di tendenza tra il 2015 e il

2020. Possiamo comunque sempre affermare che i valori più elevati sono legati a passaggio di proprietà, locazione e altro mentre i valori più bassi sono legati alle motivazioni che comportano interventi di efficienza energetica, quindi ristrutturazioni importanti, riqualificazioni energetiche e nuove costruzioni. Anche in questo caso i valori più bassi sono riconducibili alle nuove costruzioni, mentre i più alti al passaggio di proprietà.

4.4.2. $EP_{gl,nren}$: Epoca di costruzione - Anno di rilascio

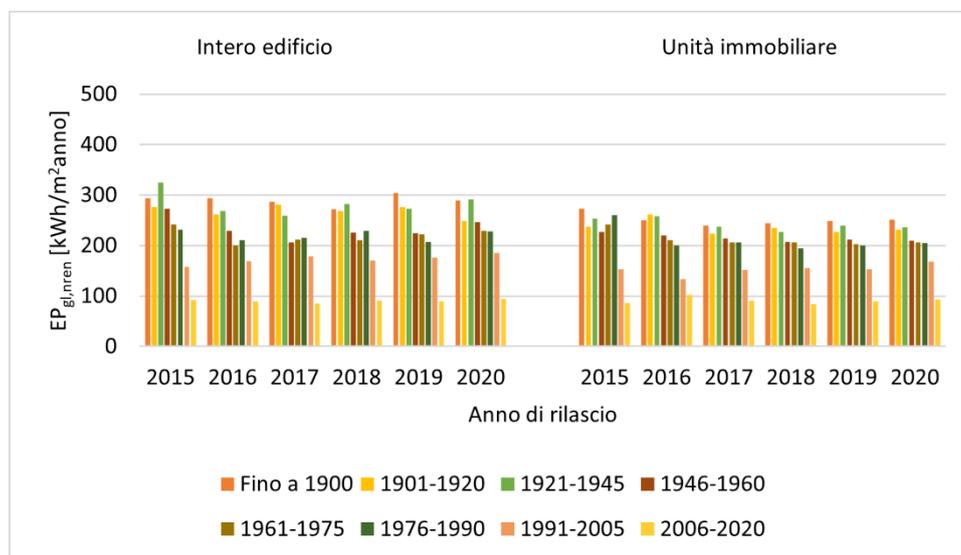


Grafico 57 - Distribuzione della media di $EP_{gl,nren}$ pesata sulla superficie di pavimento per epoca di costruzione e anno di rilascio del settore residenziale. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.

Residenziale												
$EP_{gl,nren}$ [kWh/m²anno]	2015		2016		2017		2018		2019		2020	
	Intero ed.	Unità Imm.										
Fino a 1900	293,60	272,64	293,78	249,94	287,10	240,04	271,87	244,47	303,68	248,74	289,39	250,67
1901-1920	276,33	236,86	261,68	261,76	281,10	223,01	268,05	234,67	276,02	227,31	248,90	231,33
1921-1945	325,50	253,91	268,81	258,11	259,31	237,59	282,02	226,34	273,24	239,69	291,28	236,41
1946-1960	272,68	226,64	229,44	220,44	205,62	214,30	225,47	207,66	224,27	212,36	245,93	209,70
1961-1975	241,37	242,43	200,28	210,26	212,13	205,87	210,81	205,66	222,42	202,41	229,02	205,91
1976-1990	231,30	259,82	210,28	200,84	215,16	205,80	229,44	194,87	207,66	200,18	228,17	205,14
1991-2005	157,24	152,90	169,52	134,03	178,25	151,91	170,69	155,33	175,76	152,92	185,49	168,37
2006-2020	92,42	86,66	89,83	102,67	85,54	90,45	90,31	83,46	89,63	89,48	94,01	92,55

Tabella 59 - Distribuzione dei valori medi di $EP_{gl,nren}$ per anno di costruzione e anno di rilascio del settore residenziale, suddiviso in "intero edificio" e "unità immobiliare". Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.

Come si può evincere dai grafici, per il settore residenziale si nota che i valori dell'indice di prestazione energetica globale non rinnovale decresce nel periodo che intercorre tra il 1976 e il 2020. Questa diminuzione dei valori medi di $EP_{gl,nren}$ è dovuta all'applicazione di obblighi legislativi, quali la legge 373/1976^[6], il D.Lgs. 192/2005 e in seguito il D.M. 26/06/2015 ed è caratterizzata da un trend pressoché costante nel tempo.

Questa decrescita dei valori di $EP_{gl,nren}$ dovuta all'applicazione della legislazione si riscontra anche rispetto all'anno di costruzione dell'edificio: si può notare che i valori minori si registrano per gli edifici costruiti nel periodo che intercorre tra il 1991 e il 2020. Gli edifici costruiti tra il 2006 e il 2020 sono quelli che presentano i valori medi più bassi: in concomitanza con l'analisi sulle classi energetiche a questo periodo corrispondono le classi più alte (A4-B). Anche qui gli attestati riferiti all'intero edificio registrano valori mediamente più elevati rispetto alle unità abitative.

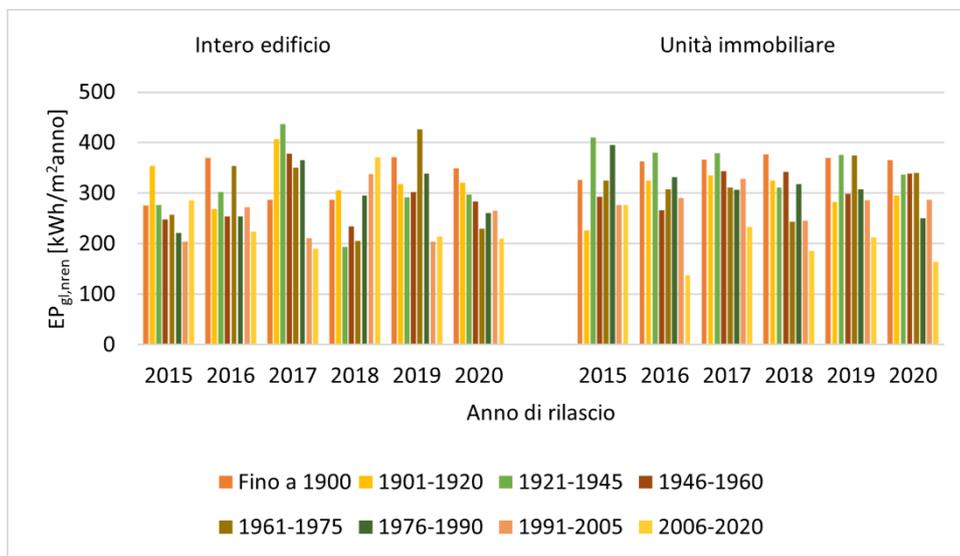


Grafico 58 - Distribuzione della media di $EP_{gl,nren}$ pesata sulla superficie di pavimento per epoca di costruzione e anno di rilascio del settore non residenziale. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.

Non residenziale												
$EP_{gl,nren}$ [kWh/m²anno]	2015		2016		2017		2018		2019		2020	
	Intero ed.	Unità Imm.										
Fino a 1900	275,21	325,77	369,97	363,58	287,54	366,13	287,00	377,33	371,38	370,49	349,66	365,52
1901-1920	353,95	225,79	268,36	325,21	407,20	335,79	305,93	324,92	318,03	282,80	320,11	294,88
1921-1945	277,26	409,73	302,04	380,49	437,24	379,78	193,80	311,15	291,31	375,71	297,16	336,49
1946-1960	247,74	293,06	254,12	266,10	378,45	344,02	234,57	342,12	302,30	298,56	283,62	339,06
1961-1975	256,66	324,92	353,63	308,22	350,74	310,92	205,33	243,90	426,45	374,48	229,41	340,26
1976-1990	221,15	395,37	253,74	332,34	365,50	307,27	295,59	318,59	338,57	307,72	260,28	250,78
1991-2005	203,93	277,08	272,28	290,90	211,09	328,47	337,65	245,59	203,74	285,78	265,37	287,08
2006-2020	285,43	276,51	223,63	137,08	190,51	232,74	371,37	185,42	214,64	212,04	209,84	163,74

Tabella 60 - Distribuzione della media di $EP_{gl,nren}$ pesata sulla superficie di pavimento per epoca di costruzione e anno di rilascio del settore non residenziale. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.

Osservando il comportamento dei valori medi di $EP_{gl,nren}$ riferiti all'anno di rilascio dell'attestato del settore non residenziale, si può notare che l'andamento diminuisce in maniera più variabile e meno lineare. Questo è dovuto a due fattori principali. Il primo fattore è legato all'estrema eterogeneità di destinazioni d'uso che fanno parte della categoria non residenziale, contraddistinte da servizi forniti, esigenze energetiche e caratteristiche del sistema fabbricato-impianto molto diverse tra loro. Il secondo fattore è legato al metodo

di calcolo utilizzato per la certificazione energetica, che si basa sull'edificio di riferimento, sui servizi installati e sui dati di progetto (portate d'aria per ventilazione meccanica, parametri di occupazione e sfruttamento della luce naturale per l'illuminazione e il consumo di acqua calda sanitaria). Infatti, gli edifici di riferimento del settore non residenziale sono diversi e variabili, anche all'interno della stessa destinazione d'uso.

4.4.3. EP_{gl,nren}: Classe energetica - Destinazione d'uso

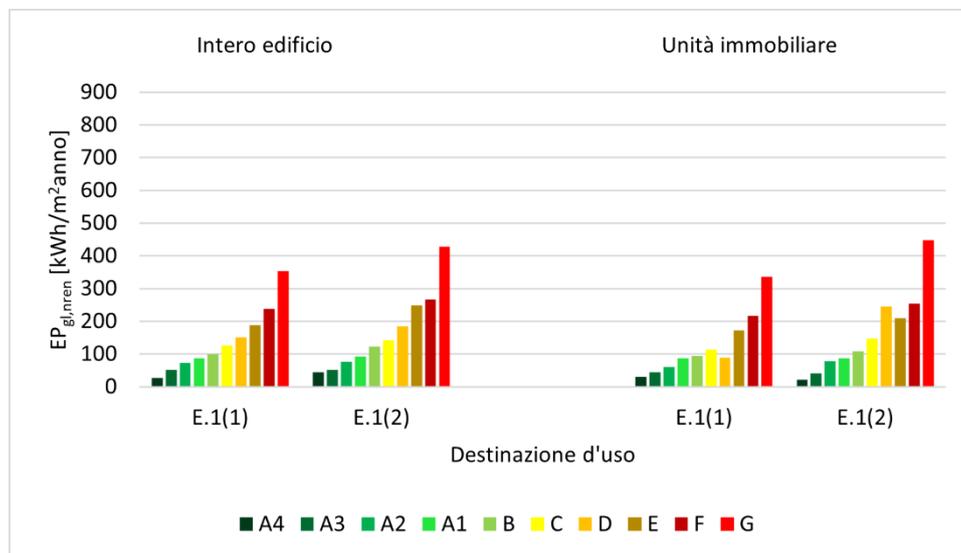


Grafico 59 - Distribuzione della media di EP_{gl,nren} pesata sulla superficie di pavimento per classe energetica e destinazione d'uso del settore residenziale. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.

Residenziale				
EP _{gl,nren} [kWh/m²/anno]	E.1(1)		E.1(2)	
	Intero edificio	Unità Immobiliare	Intero edificio	Unità Immobiliare
A4	25,84	31,14	44,64	22,28
A3	51,37	45,07	50,98	41,04
A2	72,16	61,34	77,26	77,76
A1	86,64	87,54	93,11	86,72
B	99,22	93,60	122,80	107,92
C	125,99	113,07	143,06	147,69
D	151,78	89,75	185,06	245,70
E	188,46	171,86	249,18	209,58
F	238,88	217,50	267,07	253,86
G	352,85	334,99	428,62	447,72

Tabella 61 - Distribuzione della media di EP_{gl,nren} pesata sulla superficie di pavimento per classe energetica e destinazione d'uso del settore residenziale. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.

L'analisi dei valori medi di EP_{gl,nren} riferiti alla classe energetica in base alla destinazione d'uso, fa evincere, nel caso della categoria residenziale del campione di edifici, che gli stessi valori sono in crescita costante, soprattutto nel caso delle unità immobiliari, dalla classe A4 alla F, mentre la classe G ha un picco e vede i più alti valori di indice di prestazione energetica, con conseguente peggioramento della classe energetica. Le destinazioni d'uso E.1(1) (abitazioni adibite a residenza con carattere continuativo, quali abitazioni civili e rurali) e E.1(2) (abitazioni adibite a residenza con occupazione saltuaria, quali case per vacanze, fine settimana e simili) presentano valori medi e un andamento di EP_{gl,nren} abbastanza simili, con valori più alti per la destinazione E.1(2). Quest'ultima è caratterizzata da valori molto elevati per la classe più bassa G, registrando un valore massimo di 447,72 kWh/m²/anno. Possiamo notare che i valori di EP_{gl,nren} aumentano proporzionalmente con il peggioramento della classe energetica.

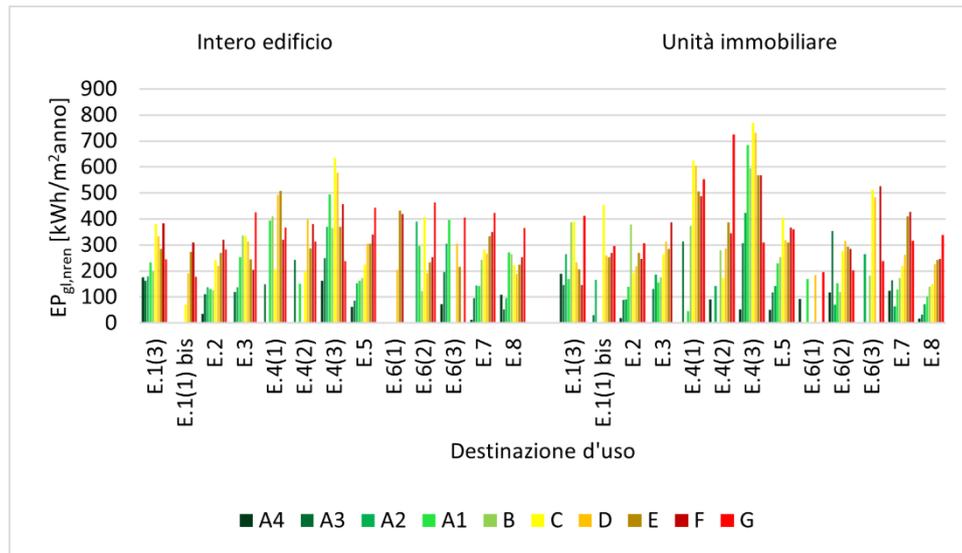


Grafico 60 - Distribuzione della media di $EP_{gl,nren}$ pesata sulla superficie di pavimento per classe energetica e destinazione d'uso del settore non residenziale. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.

Non residenziale – Intero edificio													
$EP_{gl,nren}$ [kWh/m ² anno]	E.1(3)	E.1(1) bis	E.2	E.3	E.4(1)	E.4(2)	E.4(3)	E.5	E.6(1)	E.6(2)	E.6(3)	E.7	E.8
A4	176,60	0,00	35,91	0,00	0,00	0,00	161,39	60,91	0,00	0,00	71,91	11,57	107,88
A3	161,97	0,00	111,44	118,81	149,45	242,48	248,54	87,07	0,00	0,00	196,43	96,31	53,49
A2	179,92	0,00	138,66	138,29	0,00	0,00	369,72	152,56	0,00	388,98	304,91	145,15	95,51
A1	234,68	0,00	131,07	253,56	394,61	152,12	494,32	161,93	0,00	295,39	396,98	142,67	270,57
B	197,39	0,00	127,29	337,20	410,23	0,00	365,52	174,26	0,00	121,45	0,00	241,61	265,76
C	380,07	71,15	242,41	337,40	206,05	197,05	636,51	223,82	0,00	406,94	0,00	282,66	223,19
D	335,15	191,15	220,45	315,14	492,46	399,94	577,75	305,90	203,87	192,07	305,52	267,52	190,03
E	285,46	273,12	269,85	245,68	509,01	287,26	370,32	304,49	432,23	234,59	216,82	334,45	224,32
F	382,92	310,22	321,29	204,38	319,96	381,63	457,07	341,40	419,47	253,79	0,00	350,58	253,41
G	244,81	177,75	282,89	426,16	367,15	313,20	238,36	442,69	0,00	463,66	406,17	423,87	364,42

Non residenziale – Unità immobiliare													
$EP_{gl,nren}$ [kWh/m ² anno]	E.1(3)	E.1(1) bis	E.2	E.3	E.4(1)	E.4(2)	E.4(3)	E.5	E.6(1)	E.6(2)	E.6(3)	E.7	E.8
A4	189,13	0,00	18,62	0,00	0,00	91,55	52,04	51,34	92,91	117,89	0,00	125,30	17,85
A3	146,16	30,25	87,77	132,08	313,72	0,00	308,03	116,53	0,00	354,40	0,00	164,84	33,63

A2	264,12	165,94	90,51	187,59	0,00	141,80	423,23	141,38	0,00	69,61	264,11	64,25	73,62
A1	169,54	0,00	140,93	156,31	46,35	0,00	685,48	228,66	168,71	153,46	0,00	129,43	102,78
B	388,10	0,00	378,47	175,54	374,07	281,05	595,92	252,73	0,00	119,40	183,37	172,40	140,63
C	390,85	453,81	193,11	265,09	623,51	174,41	768,72	405,42	0,00	275,84	512,75	219,56	148,25
D	234,07	259,68	217,89	313,42	604,99	287,79	732,61	318,75	184,82	315,27	483,69	261,68	228,02
E	207,16	254,80	270,14	284,06	506,59	387,38	568,11	308,86	0,00	294,37	0,00	410,20	243,38
F	145,60	268,75	246,52	386,80	488,75	345,74	568,20	367,95	0,00	285,52	526,67	428,43	247,65
G	412,69	297,19	308,08	0,00	552,88	724,28	310,33	362,09	195,61	201,42	239,20	316,25	337,82

Tabella 62 - Distribuzione della media di $EP_{gl,nren}$ pesata sulla superficie di pavimento per classe energetica e destinazione d'uso del settore non residenziale. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.

La crescita costante dei valori medi di $EP_{gl,nren}$ non avviene nel settore non residenziale. Essendo le destinazioni d'uso classificate secondo il D.P.R. 412/93 caratterizzate da varietà di servizi forniti, di esigenze energetiche e caratteristiche del sistema fabbricato-impianto, si riscontrano comportamenti differenti. Le categorie E.2 (uffici), E.5 (attività commerciali), E.7 (attività scolastiche) e E.8 (attività industriali e artigianali) mostrano un andamento crescente dei valori di $EP_{gl,nren}$ al peggioramento della classe energetica e sono molto simili al trend del settore residenziale. Le categorie E.1(3) (alberghi, pensioni), E1(1) bis (collegi, conventi, case di pena, caserme), E.3 (ospedali, cliniche, case di cura), E.4 (attività ricreative e di culto) e E.6 (attività sportive) mostrano invece un comportamento variabile e non costante dei valori medi dell'indice di prestazione. Le destinazioni d'uso che riportano i valori più bassi di $EP_{gl,nren}$ delle classi energetiche più prestanti (A4-B) sono la E1(1)bis, E.2, E.3, E.5, E.7 e E.8, mentre quelle che riportano i valori più alti delle classi energetiche meno prestanti (C-G) e i valori più alti delle classi energetiche più prestanti (A4-B) sono le categorie E.4 e E.6.

Il settore non residenziale vede infatti le classi energetiche più alte proprio nelle categorie che ricadono maggiormente negli interventi di riqualificazione (quindi ospedali, attività scolastiche, attività ricreative e di culto, attività sportive e uffici) e soprattutto negli interventi di nuova costruzione (attività commerciali, attività sportive, attività ricreative di culto e meno in quelle industriali).

4.5. Indice di prestazione energetica globale rinnovabile $EP_{gl,ren}$

4.5.1. $EP_{gl,ren}$: Motivazione di rilascio - Anno di rilascio

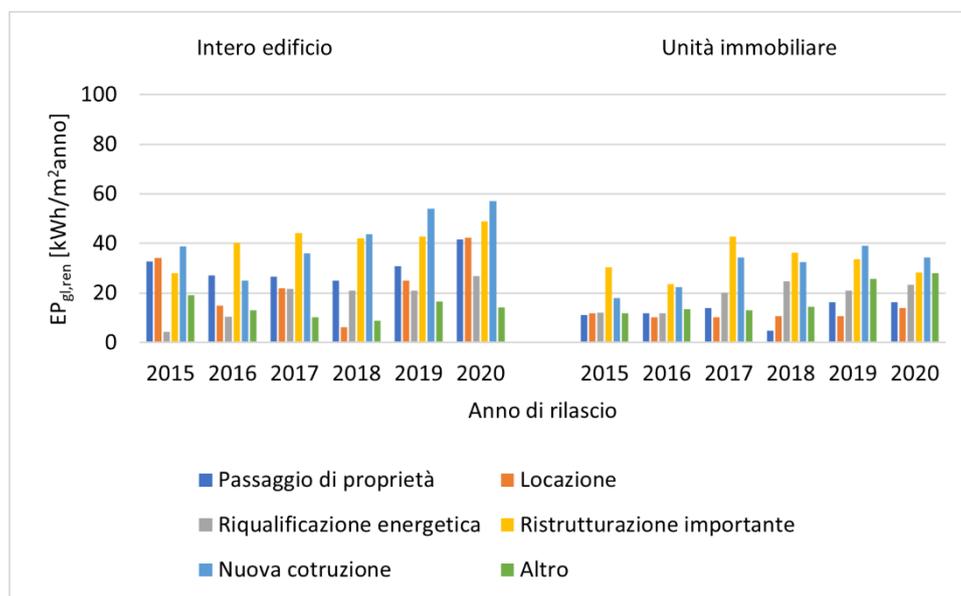


Grafico 61 - Distribuzione della media di $EP_{gl,ren}$ pesata sulla superficie di pavimento per motivazione di rilascio e anno di rilascio del settore residenziale. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.

Residenziale												
$EP_{gl,ren}$ [kWh/m²anno]	2015		2016		2017		2018		2019		2020	
	Intero ed.	Unità Imm.										
Passaggio di proprietà	32,71	11,25	26,99	11,82	26,74	14,06	25,10	4,92	30,75	16,28	41,65	16,27
Locazione	34,14	11,95	14,97	10,33	21,90	10,29	6,28	10,76	25,05	10,65	42,33	13,99
Riqualificazione energetica	4,43	12,00	10,45	11,92	21,65	19,98	21,08	24,79	21,12	21,12	26,91	23,30
Ristrutturazione importante	27,98	30,44	40,20	23,58	44,21	42,83	42,12	36,26	42,77	33,56	48,88	28,16
Nuova costruzione	38,74	18,06	24,98	22,50	35,94	34,30	43,71	32,60	54,15	39,12	57,11	34,31
Altro	19,09	11,96	13,02	13,47	10,23	13,12	8,73	14,37	16,49	25,80	14,22	28,04

Tabella 63 - Distribuzione della media di $EP_{gl,ren}$ pesata sulla superficie di pavimento per motivazione di rilascio e anno di rilascio del settore residenziale. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.

L'indice di prestazione energetica $EP_{gl,ren}$ è legato all'utilizzo di fonti energetiche rinnovabili: per questo più alto è il suo valore e maggiori sono le prestazioni energetiche dell'edificio. La categoria intero edificio presenta nuovamente valori più alti rispetto alle unità immobiliari.

Per il settore residenziale i valori medi più alti di $EP_{gl,ren}$ si riscontrano nelle motivazioni che comportano un miglioramento della classe energetica: nuova costruzione, ristrutturazioni importanti e riqualificazione energetica. I valori più elevati si registrano in particolare per la categoria nuova costruzione, fino a un massimo di 57,11 kWh/m²anno nel 2020, e per la categoria ristrutturazioni importanti, fino a un massimo di 48,88 kWh/m²anno sempre nel 2020. Questo confermato successivamente dalle analisi sui vettori energetici, che dimostrano che alle nuove costruzioni corrisponde un'alta percentuale di fonti rinnovabili (quali impianti

per produzione da solare fotovoltaico e solare termico), alle ristrutturazioni importanti corrisponde l'utilizzo di solare termico e fotovoltaico e biomasse e alle riqualificazioni energetiche corrisponde sempre l'utilizzo di solare termico e fotovoltaico e biomasse.

I valori medi di $EP_{gl,ren}$ legati alle motivazioni come passaggio di proprietà e locazione, che non comportano alcun tipo di intervento migliorativo, sono infatti i più bassi rispetto all'intero campione. I valori più bassi riguardano soprattutto la categoria locazione. L'analisi sui vettori energetici conferma che alle cosiddette motivazioni corrisponde soprattutto l'utilizzo di fonti energetiche non rinnovabili rispetto a quelle rinnovabili, quali ad esempio carbone, gasolio, GPL e olio combustibile.

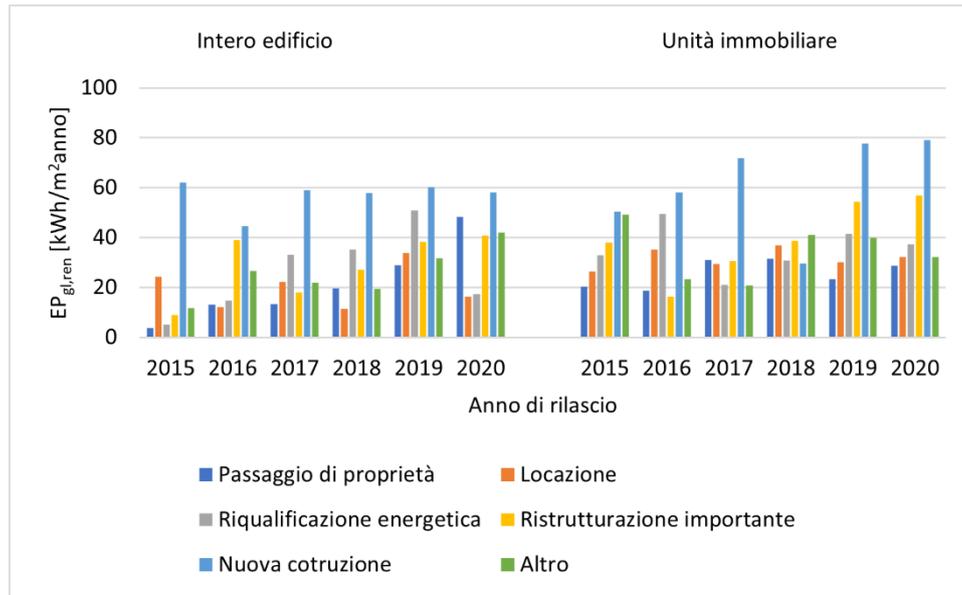


Grafico 62 - Distribuzione della media di $EP_{gl,ren}$ pesata sulla superficie di pavimento per motivazione di rilascio e anno di rilascio del settore non residenziale. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.

Non residenziale												
$EP_{gl,ren}$ [kWh/m²/anno]	2015		2016		2017		2018		2019		2020	
	Intero ed.	Unità Imm.										
Passaggio di proprietà	3,72	20,20	13,02	18,58	13,40	31,06	19,56	31,40	28,95	23,24	48,28	28,76
Locazione	24,30	26,24	12,18	35,11	22,05	29,50	11,51	36,83	33,73	30,11	16,39	32,26
Riqualificazione energetica	5,25	32,94	14,63	49,50	33,16	20,96	35,27	30,77	50,73	41,61	17,34	37,34
Ristrutturazione importante	8,82	38,01	39,06	16,39	17,91	30,45	27,08	38,73	38,24	54,26	40,80	56,94
Nuova costruzione	62,04	50,37	44,52	57,95	59,11	71,70	57,90	29,52	60,14	77,73	58,16	79,11
Altro	11,77	49,17	26,64	23,22	21,84	20,69	19,45	41,03	31,71	39,77	42,06	32,24

Tabella 64 - Distribuzione della media di $EP_{gl,ren}$ pesata sulla superficie di pavimento per motivazione di rilascio e anno di rilascio del settore non residenziale. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.

Anche per il settore non residenziale i valori medi più alti di $EP_{gl,ren}$ si riscontrano nelle motivazioni nuova costruzione, ristrutturazioni importanti e riqualificazione energetica, con valori più elevati per la categoria nuova costruzione, fino a un massimo di 79,11 kWh/m²/anno nel 2020, e per la categoria ristrutturazioni importanti, fino a un massimo di 56,94 kWh/m²/anno nel 2020. I valori medi di $EP_{gl,ren}$ legati alle motivazioni come passaggio di proprietà e locazione sono i più bassi, con il minor valore registrato nel 2015 di 3,72

kWh/m²anno per la motivazione passaggio di proprietà. Possiamo infine riscontrare che i valori sono più alti rispetto alla categoria residenziale: questo a conferma del fatto che il parco edilizio non residenziale vede un maggiore impiego di fonti energetiche rinnovabili.

4.5.2. EP_{gl,ren}: Epoca di costruzione - Anno di rilascio

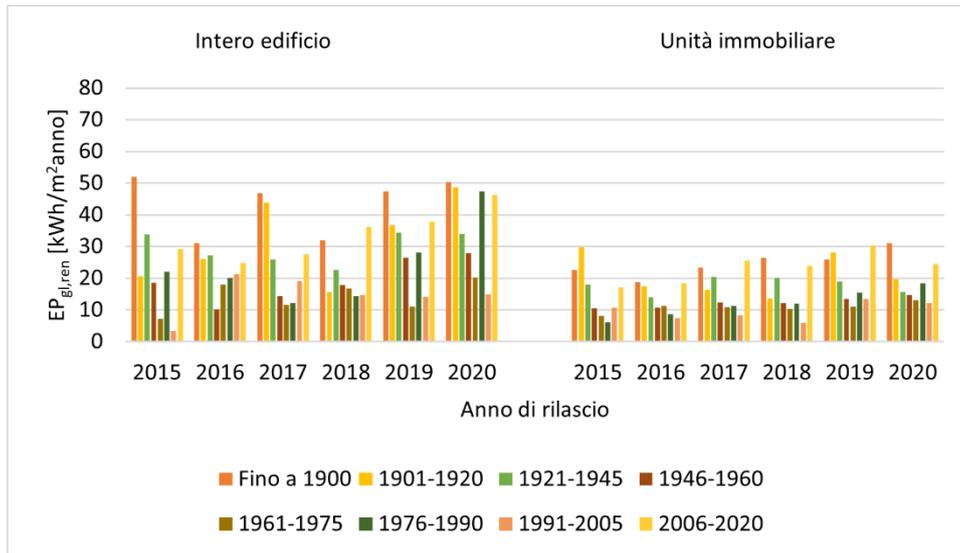


Grafico 63 - Distribuzione della media di EP_{gl,ren} pesata sulla superficie di pavimento per epoca di costruzione e anno di rilascio del settore residenziale. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.

Residenziale												
EP _{gl,ren} [kWh/m ² anno]	2015		2016		2017		2018		2019		2020	
	Intero ed.	Unità Imm.										
Fino a 1900	51,85	22,64	31,11	18,75	46,84	23,34	31,92	26,46	47,40	25,85	50,28	31,08
1901-1920	20,60	29,67	26,09	17,54	43,90	16,33	15,64	13,64	36,77	28,17	48,69	19,72
1921-1945	33,78	17,94	27,14	13,98	25,92	20,33	22,66	19,94	34,28	18,95	33,99	15,67
1946-1960	18,64	10,50	10,10	10,71	14,29	12,27	17,85	12,24	26,50	13,42	28,01	14,80
1961-1975	7,26	8,19	17,97	11,30	11,56	10,84	16,75	10,25	11,10	11,02	20,17	13,02
1976-1990	22,10	6,12	20,08	8,63	12,08	11,27	14,28	12,04	28,17	15,42	47,42	18,35
1991-2005	3,31	10,75	21,37	7,42	19,21	8,30	14,66	5,98	14,15	13,42	14,95	12,14
2006-2020	29,21	17,18	24,86	18,38	27,59	25,50	36,13	23,96	37,77	30,24	46,34	24,39

Tabella 65 - Distribuzione della media di EP_{gl,ren} pesata sulla superficie di pavimento per epoca di costruzione e anno di rilascio del settore residenziale. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.

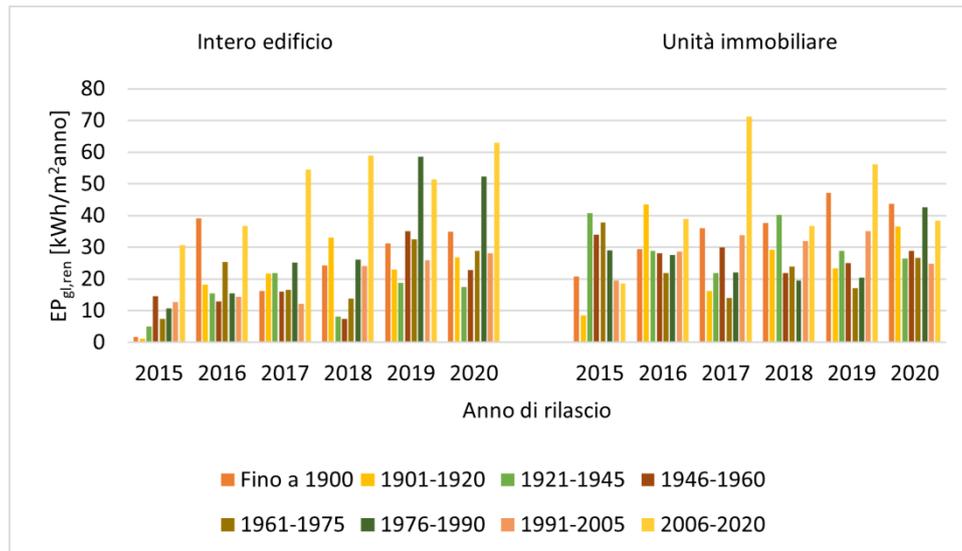


Grafico 64 - Distribuzione della media di $EP_{gl,ren}$ pesata sulla superficie di pavimento per epoca di costruzione e anno di rilascio del settore non residenziale. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.

Non residenziale												
$EP_{gl,ren}$ [kWh/m ² anno]	2015		2016		2017		2018		2019		2020	
	Intero ed.	Unità Imm.										
Fino a 1900	1,72	20,89	39,13	29,47	16,19	35,97	24,33	37,69	31,28	47,15	34,93	43,76
1901-1920	1,27	8,57	18,21	43,47	21,80	16,24	33,03	29,28	23,07	23,42	26,94	36,67
1921-1945	5,13	40,72	15,58	28,82	21,90	21,91	8,23	40,17	18,81	28,87	17,46	26,56
1946-1960	14,64	33,96	12,95	28,15	16,14	29,90	7,52	21,91	35,10	25,01	22,88	28,91
1961-1975	7,40	37,95	25,49	21,84	16,57	14,11	13,87	23,92	32,48	17,13	28,96	26,74
1976-1990	10,77	28,98	15,44	27,59	25,14	22,06	26,16	19,59	58,61	20,39	52,40	42,55
1991-2005	12,71	19,61	14,44	28,78	12,22	33,81	24,15	31,99	26,01	35,06	28,10	24,92
2006-2020	30,75	18,55	36,68	38,99	54,52	71,32	58,93	36,76	51,39	56,22	62,94	38,46

Tabella 66 - Distribuzione della media di $EP_{gl,ren}$ pesata sulla superficie di pavimento per epoca di costruzione e anno di rilascio del settore non residenziale. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.

I valori medi di $EP_{gl,ren}$ riferiti all'anno di costruzione non dimostrano un trend crescente nel tempo come nel caso dei valori di $EP_{gl,nren}$ ma piuttosto variabile e poco prevedibile, sia per quanto riguarda la categoria residenziale che per la non residenziale. Si può sicuramente notare però che i valori dell'indice di prestazione energetica rinnovabile sono generalmente più alti per la categoria non residenziale e crescono molto tra il 2017 e 2019.

Osservando le classi di epoca di costruzione notiamo che soprattutto per gli edifici più recenti, ovvero quelli costruiti dal 2005 in poi, presentano i valori di indice di prestazione energetica rinnovabile più alti, fino a un massimo di 71,32 kWh/m²anno nel 2017 per gli edifici residenziali. Questo perché gli edifici sono soggetti a obblighi normativi e legislativi legati all'utilizzo di fonti energetiche rinnovabili, quali il decreto Legislativo 28/2011^[12] Allegato 3, che si basa principalmente su principi minimi da rispettare. Lo studio sulle classi

energetiche e l'epoca di costruzione mostra infatti l'aumento delle classi energetiche A4-B in questo periodo. Per le altre epoche di costruzione i valori hanno un comportamento con picchi irregolari.

4.5.3. $EP_{gl,ren}$: Classe energetica - Destinazione d'uso

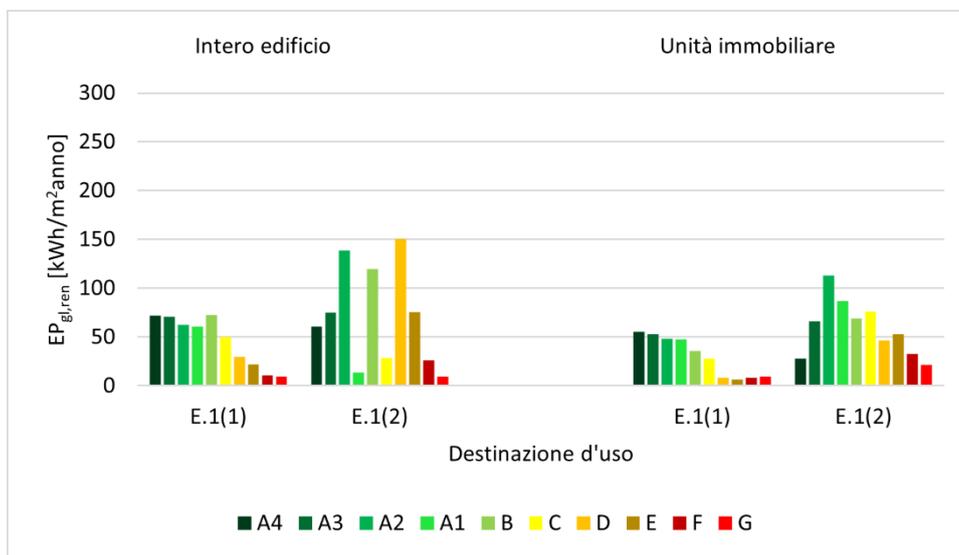


Grafico 65 - Distribuzione della media di $EP_{gl,ren}$ pesata sulla superficie di pavimento per classe energetica e destinazione d'uso del settore residenziale. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.

Residenziale				
$EP_{gl,ren}$ [kWh/m ² anno]	E.1(1)		E.1(2)	
	Intero edificio	Unità Immobiliare	Intero edificio	Unità Immobiliare
A4	71,71	55,22	60,84	28,02
A3	70,74	52,89	74,88	65,92
A2	62,38	48,28	138,74	113,38
A1	60,82	47,78	13,48	86,90
B	72,34	35,64	119,40	69,07
C	49,84	27,80	28,39	76,28
D	30,00	8,19	150,33	46,53
E	21,90	6,23	75,62	53,03
F	10,50	8,52	26,27	32,96
G	9,25	9,38	9,76	21,70

Tabella 67 - Distribuzione della media di $EP_{gl,ren}$ pesata sulla superficie di pavimento per classe energetica e destinazione d'uso del settore residenziale. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.

Nel settore residenziale le categorie E.1(1) (abitazioni adibite a residenza con carattere continuativo, quali abitazioni civili e rurali) e E.1(2) (abitazioni adibite a residenza con occupazione saltuaria, quali case per vacanze, fine settimana e simili) mostrano più o meno una corrispondenza tra i valori medi di $EP_{gl,ren}$ e le classi energetiche più elevate. I valori calcolati mostrano una decrescita costante dalla classe A4 alla G, dimostrando che più i valori di $EP_{gl,ren}$ e dunque il ricorso a fonti energetiche rinnovabili sono maggiori più la classe energetica è migliore. La destinazione E.1(2) vede valori medi più alti legati alle classi energetiche migliori (classi A4-B), soprattutto per classe A2. La destinazione E.1(1) vede invece i valori più bassi dell'indice di prestazione non rinnovabile in relazione alla classe peggiorativa G e anche alle classi intermedie C, D ed E. Possiamo notare che i valori di $EP_{gl,ren}$ diminuiscono proporzionalmente con il peggioramento della classe energetica.

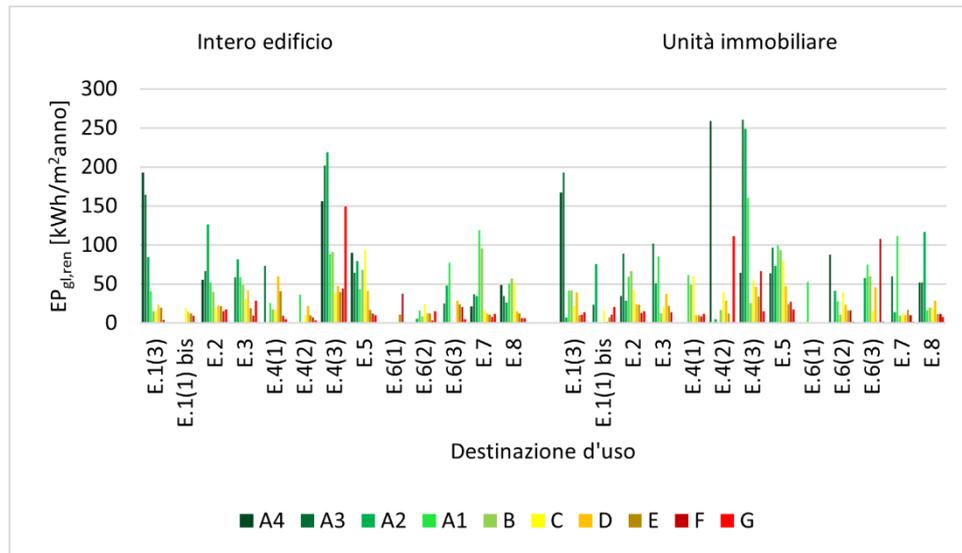


Grafico 66 - Distribuzione della media di $EP_{gl,ren}$ pesata sulla superficie di pavimento per classe energetica e destinazione d'uso del settore non residenziale. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.

Non residenziale – Intero edificio													
$EP_{gl,ren}$ [kWh/m²anno]	E1(3)	E1(1) bis	E2	E3	E4(1)	E4(2)	E4(3)	E5	E6(1)	E6(2)	E6(3)	E7	E8
A4	192,69	0,00	55,28	0,00	0,00	0,00	156,32	89,72	0,00	0,00	0,00	21,50	48,83
A3	164,31	0,00	66,65	58,79	73,26	0,00	201,58	64,88	0,00	0,00	25,12	37,29	34,42
A2	84,72	0,00	126,13	81,44	0,00	0,00	218,77	79,27	0,00	5,82	48,49	34,95	26,63
A1	40,39	0,00	51,75	58,38	25,46	36,30	88,11	43,43	0,00	16,02	77,58	119,27	50,36
B	15,17	0,00	39,95	48,92	17,22	0,00	91,65	68,15	0,00	8,95	0,00	95,74	56,86
C	15,73	19,42	19,49	31,31	17,01	10,16	38,65	94,52	0,00	24,43	0,00	16,77	51,83
D	23,86	14,73	22,75	42,22	60,18	22,04	47,43	41,77	0,55	12,20	28,50	12,21	15,22
E	20,16	12,51	22,28	19,27	40,83	10,44	40,12	16,79	10,64	12,53	24,24	11,09	12,69
F	4,15	9,01	15,59	9,29	9,51	6,83	44,12	12,30	37,62	3,56	20,34	7,72	6,66
G	0,75	0,31	17,48	28,77	4,89	3,23	149,19	9,98	0,00	15,58	5,19	11,40	6,60

Non residenziale – Unità immobiliare													
$EP_{gl,ren}$ [kWh/m²anno]	E1(3)	E1(1) bis	E2	E3	E4(1)	E4(2)	E4(3)	E5	E6(1)	E6(2)	E6(3)	E7	E8
A4	167,60	0,00	34,50	0,00	0,00	259,43	64,61	63,89	0,00	87,68	0,00	0,00	51,57
A3	192,76	23,34	89,26	101,87	0,00	0,00	260,49	96,96	0,00	0,00	0,00	60,26	52,23

A2	7,24	75,36	28,76	51,46	0,00	5,20	248,87	73,63	0,00	41,40	57,50	13,63	116,89
A1	41,06	0,00	59,42	85,37	61,87	0,00	160,58	99,91	52,45	27,74	74,99	111,86	16,28
B	41,85	0,00	66,78	12,49	48,61	16,50	25,52	93,53	0,00	10,70	60,32	9,40	19,49
C	21,79	16,07	42,81	21,15	60,20	39,75	54,96	79,45	0,00	39,26	15,47	12,41	19,85
D	39,17	2,14	24,20	38,04	10,29	28,57	46,52	47,53	0,76	23,83	46,23	10,21	28,99
E	10,33	6,93	23,22	22,11	10,07	12,39	33,69	24,64	0,00	15,88	0,00	16,46	11,58
F	10,61	10,54	12,92	13,49	8,78	0,94	66,94	26,96	0,00	15,84	107,49	9,94	11,76
G	13,71	20,24	15,45	0,00	11,51	111,19	15,21	17,24	1,13	1,77	1,53	1,75	8,05

Tabella 68 - Distribuzione della media di $EP_{gl,ren}$ pesata sulla superficie di pavimento per classe energetica e destinazione d'uso del settore non residenziale. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.

Nel settore non residenziale non c'è proporzionalità tra i valori medi di $EP_{gl,ren}$ e la classe energetica dal momento in cui l'indice di prestazione energetica non rinnovabile dell'edificio è estremamente variabile all'interno della stessa destinazione d'uso. Questo perché, come citato in precedenza, le destinazioni d'uso della categoria non residenziale sono definite da varietà di servizi forniti, di esigenze energetiche e caratteristiche del sistema fabbricato-impianto. Le categorie E.2 (uffici), E.3 (ospedali), E.5 (attività commerciali), E.7 (attività scolastiche) e E.8 (attività industriali e artigianali) mostrano un trend pressoché decrescente rispetto alle restanti destinazioni. Tutte le altre mostrano un trend discontinuo e irregolare, come ad esempio le destinazioni E1(1)bis (collegi), E1(3) (alberghi), E.4 (attività ricreative) e E.6 (attività sportive).

Le destinazioni d'uso che riportano i valori più bassi delle classi energetiche meno prestanti (C-G) sono le categorie E1(1)bis, E.2, E.3, E.5, E.7 e E.8, mentre quelli che riportano i valori più alti di $EP_{gl,ren}$ delle classi energetiche più prestanti (A4-B) sono la E.1(3) (alberghi) e E.4(3).

4.6. Indice di prestazione termica utile per la climatizzazione invernale dell'edificio

$EP_{H,nd}$

4.6.1. $EP_{H,nd}$: Motivazione di rilascio - Anno di rilascio

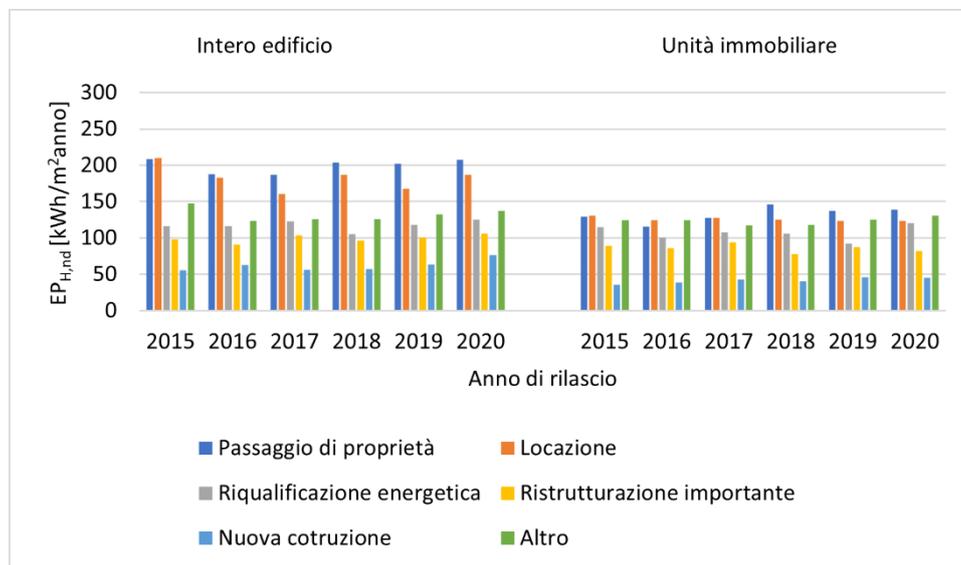


Grafico 67 - Distribuzione della media di $EP_{H,nd}$ pesata sulla superficie di pavimento per motivazione di rilascio e anno di rilascio del settore residenziale. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.

Residenziale												
$EP_{H,nd}$ [kWh/m²·anno]	2015		2016		2017		2018		2019		2020	
	Intero ed.	Unità Imm.										
Passaggio di proprietà	208,32	129,16	187,64	115,21	187,01	127,51	203,58	145,68	201,78	136,94	207,93	138,75
Locazione	210,33	130,34	182,69	123,93	159,96	127,15	187,11	124,84	167,24	123,73	186,53	123,76
Riqualificazione energetica	116,61	114,45	116,35	100,26	122,85	107,11	105,47	105,75	117,82	92,24	125,41	120,41
Ristrutturazione importante	98,21	88,83	90,44	85,52	103,76	94,19	96,31	77,87	100,49	87,48	106,21	81,87
Nuova costruzione	55,79	35,33	62,93	38,89	56,04	42,87	56,78	40,34	63,21	45,69	76,28	45,20
Altro	147,44	124,21	123,15	124,41	125,96	117,44	125,68	117,79	132,64	125,30	137,31	130,59

Tabella 69 - Distribuzione della media di $EP_{H,nd}$ pesata sulla superficie di pavimento per motivazione di rilascio e anno di rilascio del settore residenziale. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.

L'indice di prestazione termica utile per il riscaldamento $EP_{H,nd}$ rappresenta la capacità dell'involucro di contenere il fabbisogno di energia per il riscaldamento. Insieme al rendimento dell'impianto (η_H) serve per definire il calcolo dell'indice di prestazione energetica per la climatizzazione invernale EP_H . L'indice di prestazione termica utile per il riscaldamento, come esplicitato nella "Linee guida nazionali", permette al cittadino, al proprietario o al conduttore di un immobile di conoscere come la qualità dell'involucro edilizio e degli impianti e di quanto questi diano un contributo più o meno importante nel raggiungimento del livello di prestazione globale e aiutino a capire quali sono le carenze energetiche e quali sono le priorità di intervento. L'indice di prestazione termica utile, come gli indici di prestazione energetica, è fortemente legato

alla motivazione di rilascio: possiamo infatti evincere dagli stessi grafici che lo stesso indice diminuisce in proporzione al tipo di intervento. I valori più bassi di $EP_{H,nd}$ sono relazionati agli interventi di tipo migliorativo dal punto di vista energetico, quindi nuove costruzioni, riqualificazioni energetiche e ristrutturazioni importanti. I valori più bassi di si registrano tra il 2015 e il 2016 per la categoria unità immobiliare riferita alle nuove costruzioni (tra i 35 e i 60 kWh/m²anno). Questo è dovuto all'implementazione degli obblighi del D.M. 26/06/2015 per le nuove costruzioni. I valori più alti sono legati a motivazioni quali passaggio di proprietà e locazione, che non sono in alcun modo riconducibili a interventi sull'immobile. Il valore più alto è registrato nel 2020, pari a 207,93 kWh/m²anno.

Anche qui i valori medi riferiti alla categoria intero edificio risultano complessivamente più elevati rispetto alle unità immobiliari. Maggiore è la superficie maggiore sarà la richiesta di fabbisogno per il riscaldamento (e di conseguenza minori le prestazioni dell'involucro).

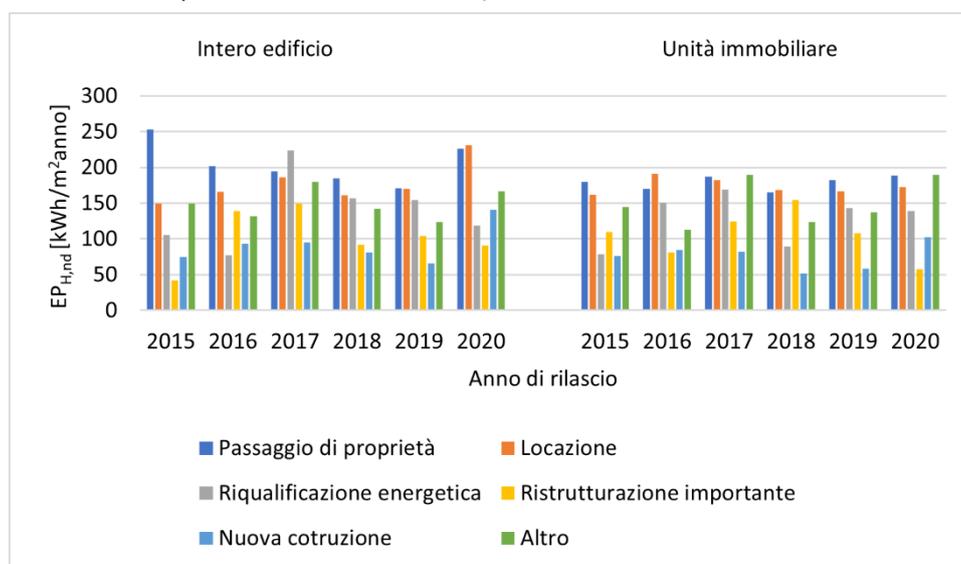


Grafico 68 - Distribuzione della media di $EP_{H,nd}$ pesata sulla superficie di pavimento per motivazione di rilascio e anno di rilascio del settore non residenziale. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.

Non residenziale												
$EP_{H,nd}$ [kWh/m ² anno]	2015		2016		2017		2018		2019		2020	
	Intero ed.	Unità Imm.										
Passaggio di proprietà	253,01	179,75	201,75	169,99	194,76	186,84	184,41	165,36	170,46	182,23	226,11	188,92
Locazione	149,58	161,99	165,99	191,56	186,53	182,09	160,88	168,38	169,79	166,83	230,78	172,79
Riqualificazione energetica	105,81	78,99	77,34	150,18	223,51	168,85	156,76	89,39	154,20	143,14	118,67	138,83
Ristrutturazione importante	42,18	109,91	138,80	81,36	149,93	124,24	91,90	154,34	104,23	108,21	91,03	57,46
Nuova costruzione	74,31	76,47	93,67	84,84	95,13	81,93	81,11	51,63	65,56	58,02	140,52	102,41
Altro	150,05	144,79	131,53	112,95	179,64	189,56	142,34	123,49	123,33	137,29	167,09	189,67

Tabella 70 - Distribuzione della media di $EP_{H,nd}$ pesata sulla superficie di pavimento per motivazione di rilascio e anno di rilascio del settore non residenziale. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.

Per il settore non residenziale i valori medi di $EP_{H,nd}$ seguono un trend più irregolare rispetto al settore residenziale e presentano complessivamente valori più elevati, quindi meno prestante dal punto di vista energetico. Mentre il settore residenziale mostra valori più o meno costanti tra il 2015 e il 2020, in questo

caso si mostrano molte inversioni di tendenza tra gli anni per tutte le motivazioni di rilascio. I valori più bassi registrati sono sempre legati a nuove costruzioni, ristrutturazioni importanti e riqualificazioni energetiche, mentre quelli più alti a passaggio di proprietà e locazione.

4.6.2. EP_{H,nd}: Epoca di costruzione - Anno di rilascio

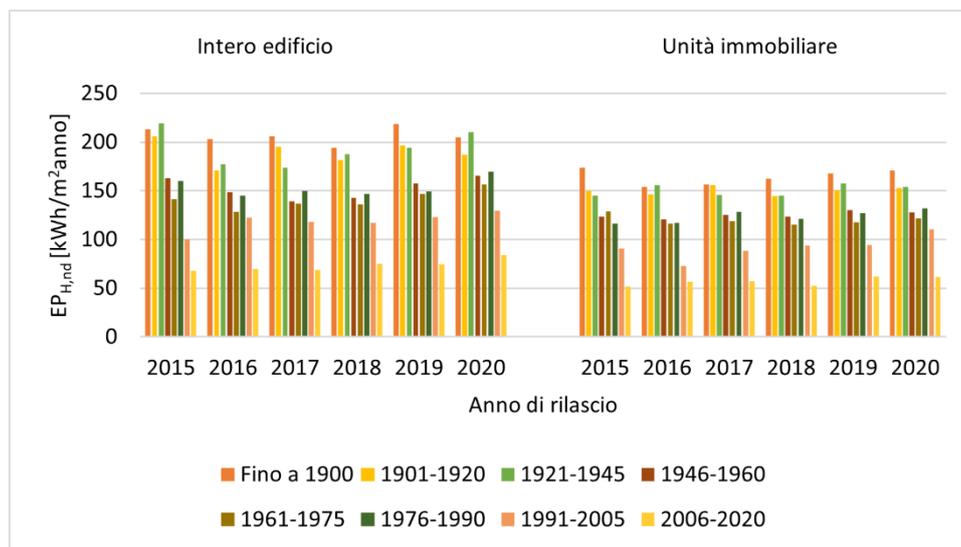


Grafico 69 - Distribuzione della media di EP_{H,nd} pesata sulla superficie di pavimento per epoca di costruzione e anno di rilascio del settore residenziale. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.

Residenziale												
EP _{H,nd} [kWh/m²·anno]	2015		2016		2017		2018		2019		2020	
	Intero ed.	Unità Imm.										
Fino a 1900	213,15	173,63	203,17	154,18	206,16	156,22	194,41	162,35	218,75	168,04	204,79	170,61
1901-1920	206,14	149,61	170,88	146,54	195,10	155,89	181,67	144,68	196,26	150,34	186,84	153,08
1921-1945	219,21	144,81	177,52	155,65	174,00	145,75	187,41	145,13	193,88	157,78	210,21	154,14
1946-1960	162,84	123,71	148,55	120,69	139,26	125,38	142,58	123,51	157,58	129,94	165,51	127,50
1961-1975	141,79	128,71	128,13	116,43	136,67	118,91	135,85	115,46	146,64	117,62	156,55	121,81
1976-1990	159,89	116,15	144,81	117,22	149,76	128,43	147,05	121,33	148,98	127,02	169,63	132,12
1991-2005	100,07	90,73	122,37	72,97	118,02	88,30	117,26	93,93	122,76	94,22	129,74	110,66
2006-2020	67,90	52,01	69,97	56,80	68,66	57,03	74,91	52,13	74,24	61,72	83,84	61,53

Tabella 71 - Distribuzione della media di EP_{H,nd} pesata sulla superficie di pavimento per epoca di costruzione e anno di rilascio del settore residenziale. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.

I risultati delle analisi del settore residenziale secondo la motivazione e l'anno di costruzione seguono gli stessi andamenti decrescenti per EP_{gl,nren}, segno del peso di EP_{H,nd} nell'ottenimento dell'indice di prestazione globale non rinnovabile. Tra il 2015 e il 2020 vediamo una decrescita costante, giustificata dall'implementazione degli obblighi legislativi (D.Lgs. 192/2005 e D.M. 26/06/2015). Rispetto all'anno di

costruzione si nota che i valori minori di $EP_{H,nd}$ riguardano gli immobili costruiti in seguito al 1991 (tra 60 e 100 kWh/m²anno).

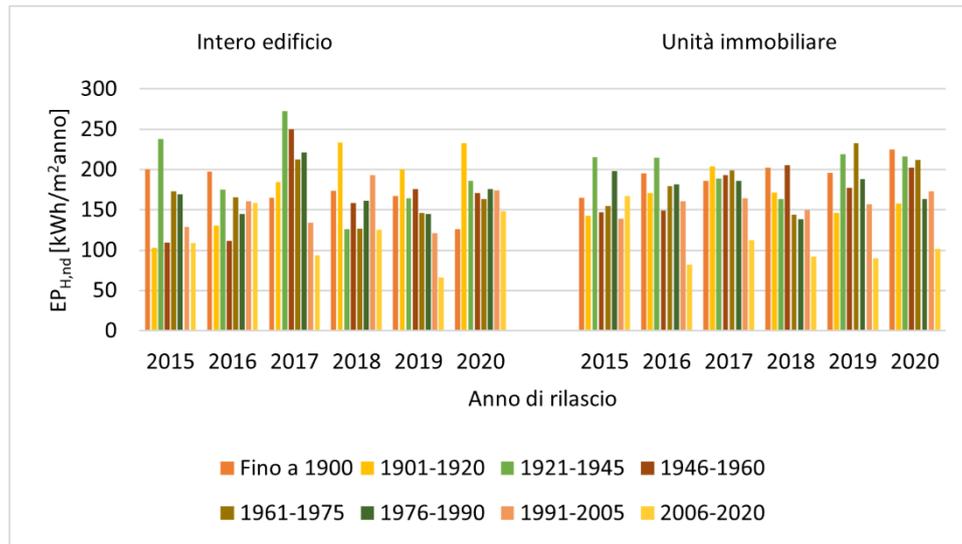


Grafico 70 - Distribuzione della media di $EP_{H,nd}$ pesata sulla superficie di pavimento per epoca di costruzione e anno di rilascio del settore non residenziale. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.

Non residenziale												
$EP_{H,nd}$ [kWh/m ² anno]	2015		2016		2017		2018		2019		2020	
	Intero ed.	Unità Imm.										
Fino a 1900	200,53	164,84	197,73	195,00	165,10	186,21	173,86	202,73	167,40	195,76	126,22	225,17
1901-1920	102,65	142,49	130,10	170,51	184,43	203,68	233,22	171,49	200,18	145,98	232,71	157,58
1921-1945	238,09	215,45	174,87	214,59	272,60	188,98	125,97	163,26	164,10	219,16	185,69	215,89
1946-1960	109,46	146,88	111,33	149,02	250,00	193,42	158,54	205,07	175,89	177,34	170,84	202,46
1961-1975	173,12	154,69	165,69	179,57	212,26	198,92	126,45	144,38	146,16	233,09	163,76	211,72
1976-1990	169,45	198,49	144,72	181,27	221,56	185,64	161,49	138,37	144,94	187,90	175,56	163,77
1991-2005	128,82	139,17	160,97	160,81	134,11	164,24	193,48	149,78	120,89	157,12	174,43	172,62
2006-2020	108,95	167,12	158,20	82,27	93,23	112,48	125,12	92,26	65,93	90,27	148,36	101,36

Tabella 72 - Distribuzione della media di $EP_{H,nd}$ pesata sulla superficie di pavimento per epoca di costruzione e anno di rilascio del settore non residenziale. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.

Precisamente come per l'indice di prestazione non rinnovabile, l'andamento dei valori medi di $EP_{H,nd}$ per il settore non residenziale è più irregolare e variabile: questo dovuto all'estrema diversità delle destinazioni d'uso e dei servizi, esigenze e caratteristiche presenti all'interno delle stesse. Nonostante queste eterogeneità possiamo evincere che i valori più bassi, e quindi migliori dal punto di vista delle prestazioni energetiche, li ritroviamo tra il 2019 e il 2020 e in relazione agli immobili costruiti in seguito al 1991. I valori medi registrati sono più alti rispetto al residenziale, quindi con prestazioni minori dal punto di vista della qualità dell'involucro e degli impianti.

4.6.3. EP_{H,nd}: Classe energetica - Destinazione d'uso

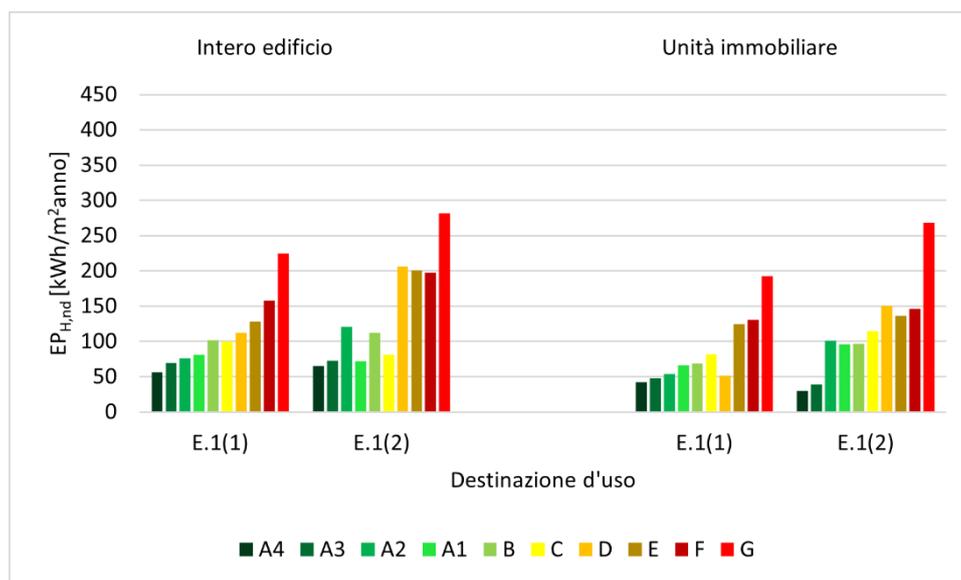


Grafico 71 - Distribuzione della media di EP_{H,nd} pesata sulla superficie di pavimento per classe energetica e destinazione d'uso del settore residenziale. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.

Residenziale				
EP _{H,nd} [kWh/m²·anno]	E1(1)		E1(2)	
	Intero edificio	Unità Immobiliare	Intero edificio	Unità Immobiliare
A4	56,57	42,04	65,18	30,06
A3	69,72	48,07	72,41	39,09
A2	76,19	53,42	120,92	101,16
A1	81,17	66,13	72,10	96,17
B	101,25	68,24	112,00	96,96
C	100,06	81,51	80,93	114,81
D	112,59	51,58	206,26	150,41
E	127,76	124,97	200,97	136,07
F	157,55	130,74	197,15	146,30
G	224,60	192,49	281,62	268,73

Tabella 73 - Distribuzione della media di EP_{H,nd} pesata sulla superficie di pavimento per classe energetica e destinazione d'uso del settore residenziale. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.

Per la categoria residenziale, la crescita dei valori medi di EP_{H,nd} è proporzionale al peggioramento della classe energetica, indice del fatto che la qualità dell'involucro incide sulla classificazione dell'immobile. La categoria E1(1) registra i valori più bassi di EP_{H,nd} sia per le classi peggiorative C-G sia per le classi più prestanti A4-B. Questo a dimostrazione dell'importanza e del contributo della qualità dell'involucro e della scelta dei sistemi tecnici applicati all'edificio che, se ottimizzati nella loro gestione rispetto al fabbricato, riescono a determinare bassi indici di prestazione globale.

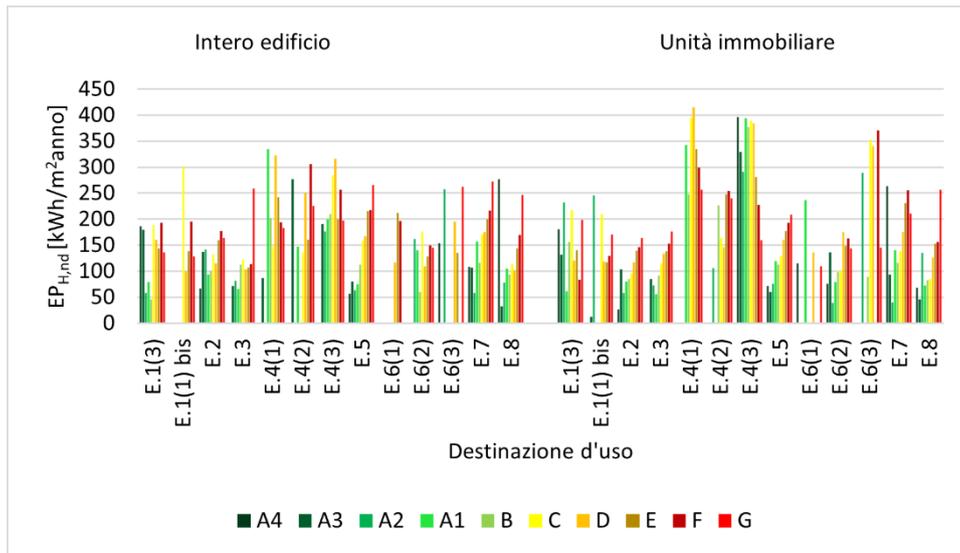


Grafico 72 - Distribuzione della media di $EP_{H,nd}$ pesata sulla superficie di pavimento per classe energetica e destinazione d'uso del settore non residenziale. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.

Non residenziale – Intero edificio													
$EP_{H,nd}$ [kWh/m²anno]	E1(3)	E1(1) bis	E2	E3	E4(1)	E4(2)	E4(3)	E5	E6(1)	E6(2)	E6(3)	E7	E8
A4	186,2 2	0,00	66,76	0,00	0,00	0,00	0,00	56,86	0,00	0,00	154,4 1	107,8 0	276,8 4
A3	179,9 4	0,00	137,2 3	71,04	87,44	277,2 4	191,0 2	79,98	0,00	0,00	0,00	106,9 9	32,04
A2	57,48	0,00	141,1 7	81,71	0,00	0,00	176,1 5	63,43	0,00	162,1 5	258,2 5	57,48	78,48
A1	78,76	0,00	94,20	66,05	334,6 5	147,0 6	199,4 6	74,96	0,00	140,1 2	0,00	156,9 7	104,5 5
B	45,90	0,00	100,6 3	112,2 0	202,0 2	0,00	209,2 3	112,2 0	0,00	60,36	0,00	116,3 2	93,67
C	188,9 0	300,9 9	132,9 2	122,8 8	147,4 6	136,4 5	284,8 7	158,5 5	0,00	176,8 2	0,00	171,0 6	113,4 9
D	161,0 3	100,0 2	115,3 1	103,5 0	322,5 4	250,6 3	315,8 2	167,1 1	116,7 8	108,8 9	195,5 6	174,6 4	101,9 2
E	143,7 1	138,8 5	159,2 4	107,4 4	242,3 7	160,6 5	199,1 8	215,5 5	211,5 1	128,1 1	134,8 9	199,8 9	143,8 8
F	193,3 5	195,4 1	176,9 0	113,6 3	194,5 2	305,3 0	257,0 6	217,2 3	196,5 6	149,1 3	0,00	216,6 7	169,8 7
G	136,3 1	128,4 0	164,2 6	258,6 6	183,4 8	225,6 9	197,9 2	265,4 6	0,00	144,7 1	262,6 7	272,0 4	247,1 0

Non residenziale – Unità immobiliare													
$EP_{H,nd}$ [kWh/m²anno]	E1(3)	E1(1) bis	E2	E3	E4(1)	E4(2)	E4(3)	E5	E6(1)	E6(2)	E6(3)	E7	E8
A4	180,6 2	0,00	26,72	0,00	0,00	0,00	395,7 0	71,24	115,0 5	75,70	0,00	262,9 5	68,04
A3	131,8 6	12,04	103,2 8	84,66	0,00	0,00	329,4 6	60,30	0,00	135,9 0	0,00	94,05	45,47
A2	232,4 9	244,9 5	57,42	72,57	0,00	106,2 0	291,7 2	76,21	0,00	38,70	289,4 0	39,98	135,0 8
A1	61,29	0,00	80,40	55,96	342,4 6	0,00	393,6 3	119,0 6	236,2 7	78,79	0,00	141,0 3	72,22
B	156,1 9	0,00	84,80	91,28	248,0 0	227,0 2	377,5 6	112,8 8	0,00	97,91	89,33	116,2 6	81,95

C	218,0 9	209,5 8	95,28	114,5 2	395,4 5	164,3 9	389,3 9	128,9 6	0,00	101,3 1	352,2 0	138,8 0	84,93
D	120,5 4	118,7 5	117,5 2	133,9 1	415,1 1	145,7 8	384,1 9	160,5 2	135,8 9	174,7 4	339,8 5	174,8 8	126,0 1
E	140,7 4	117,5 2	139,2 7	137,9 3	334,5 2	247,9 5	281,1 9	177,6 9	0,00	148,5 9	0,00	231,0 9	152,7 8
F	83,28	129,1 8	146,0 0	152,4 3	299,3 6	254,8 5	227,3 7	192,5 7	0,00	163,1 9	370,2 0	255,5 2	156,7 2
G	198,9 3	170,8 8	164,5 5	176,5 7	256,3 8	240,1 3	159,4 4	208,9 9	109,7 7	144,2 3	144,4 9	211,0 5	256,8 5

Tabella 74 - Distribuzione della media di $EP_{H,nd}$ pesata sulla superficie di pavimento per classe energetica e destinazione d'uso del settore non residenziale. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.

Per il settore non residenziale la proporzionalità tra $EP_{H,nd}$ e la classe energetica è meno accentuata rispetto al residenziale. Le categorie E.2, E.5, E.7 e E.8 mostrano un andamento crescente al peggioramento della classe energetica. Le categorie E.1(3), E1(1) bis, E.3, E.4 e E.6 mostrano invece un comportamento variabile. Per alcune destinazioni d'uso i valori medi sono più alti a fronte di una classe energetica migliore (A4-B), come ad esempio per le destinazioni E.1(3), E.4 e E.6: questo a dimostrazione del fatto che una migliore classe energetica tiene conto non solo della qualità dell'involucro ma anche di altri fattori quali i servizi energetici installati, molto diversi tra le differenti destinazioni d'uso. Anche qui le destinazioni d'uso che riportano i valori più bassi di $EP_{H,nd}$ delle classi energetiche più prestanti (A4-B) sono la E1(1)bis, E.2, E.3, E.5, E.7 e E.8, mentre quelle che riportano i valori più alti delle classi energetiche meno prestanti (C-G) e più prestanti sono le categorie E.4 e E.6, che sono appunto caratterizzate da un andamento discontinuo.

4.7. Consumi di CO₂

4.7.1. Consumi di CO₂: Motivazione di rilascio - Anno di rilascio

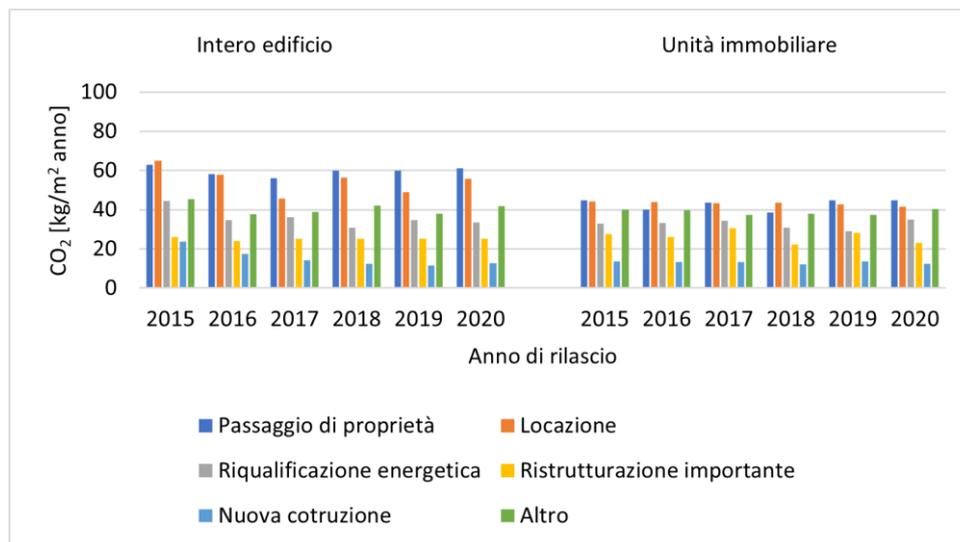


Grafico 73 - Distribuzione della media di consumi di CO₂ pesata sulla superficie di pavimento per motivazione di rilascio e anno di rilascio del settore residenziale. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.

Residenziale												
CO ₂ [kg/m ² anno]	2015		2016		2017		2018		2019		2020	
	Intero ed.	Unità Imm.										
Passaggio di proprietà	62,76	44,74	58,13	40,13	55,96	43,66	59,93	38,65	59,92	44,63	61,17	44,89
Locazione	64,83	44,24	57,70	43,93	45,72	43,28	56,24	43,70	48,91	42,60	55,79	41,57
Riqualificazione energetica	44,37	32,89	34,62	33,32	36,13	34,26	30,77	30,96	34,69	28,97	33,62	34,98
Ristrutturazione importante	26,05	27,44	23,92	25,96	25,17	30,39	25,18	22,16	25,09	28,17	25,15	23,04
Nuova costruzione	23,64	13,56	17,32	13,29	14,27	13,19	12,42	12,13	11,48	13,68	12,72	12,29
Altro	45,34	39,95	37,77	39,84	38,83	37,31	41,96	37,81	37,85	37,37	41,80	40,27

Tabella 75 - Distribuzione della media di consumi di CO₂ pesata sulla superficie di pavimento per motivazione di rilascio e anno di rilascio del settore residenziale. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.

La motivazione di rilascio determina e influenza in maniera rilevante i consumi di CO₂: l'analisi mostra un calo netto delle emissioni di CO₂ in particolare per quanto riguarda gli interventi sugli immobili, quali le nuove costruzioni, le riqualificazioni energetiche e le ristrutturazioni importanti (con valori che si aggirano tra i 10 e 30 kg/m²anno per le nuove costruzioni). Per i passaggi di proprietà e le locazioni, non essendoci alcun tipo di intervento, i valori dei consumi sono molto più alti. Il trend per il settore residenziale dimostra pressochè costante. I risultati sono sovrapponibili con quelli ottenuti per l'EP_{gl,nren}, confermando la stretta connessione tra l'indice e la produzione di emissioni di CO₂. I consumi risultano mediamente maggiori per gli attestati riferiti all'intero edificio, che infatti presentano classi energetiche più basse.

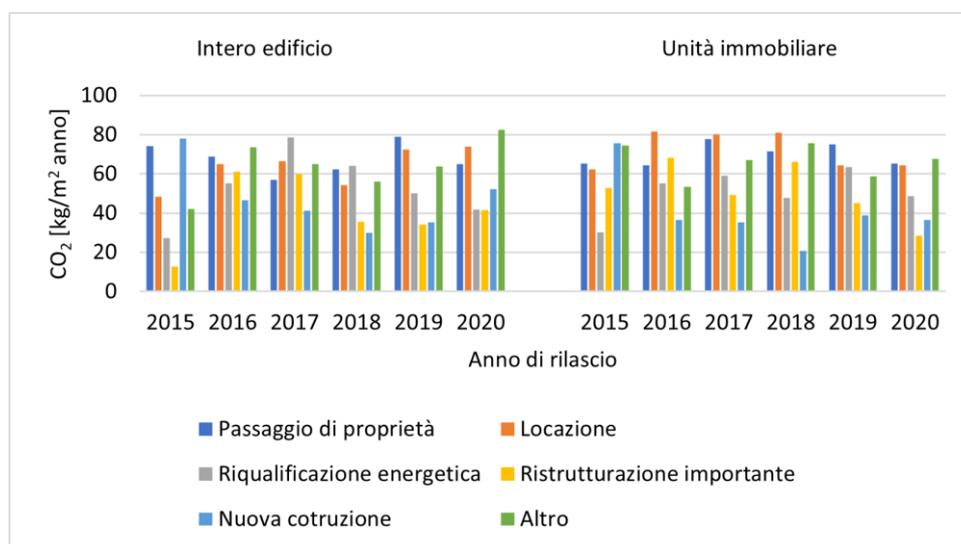


Grafico 74 - Distribuzione della media di consumi di CO₂ pesata sulla superficie di pavimento per motivazione di rilascio e anno di rilascio del settore non residenziale. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.

Non residenziale												
CO ₂ [kg/m ² anno]	2015		2016		2017		2018		2019		2020	
	Intero ed.	Unità Imm.										
Passaggio di proprietà	74,28	65,37	68,81	64,23	56,87	77,86	62,22	71,54	78,80	75,19	65,02	65,30
Locazione	48,45	62,37	64,83	81,67	66,34	80,21	54,26	81,09	72,34	64,38	73,80	64,45
Riqualificazione energetica	27,22	30,26	55,16	55,22	78,50	58,99	63,99	47,64	50,05	63,59	41,91	48,53
Ristrutturazione importante	12,63	52,76	61,01	68,26	59,96	49,32	35,68	66,12	33,99	45,01	41,64	28,55
Nuova costruzione	77,94	75,55	46,43	36,46	41,29	35,35	29,81	20,58	35,27	38,71	52,33	36,47
Altro	42,10	74,52	73,62	53,41	64,97	66,96	56,19	75,71	63,66	58,66	82,50	67,74

Tabella 76 - Distribuzione della media di consumi di CO₂ pesata sulla superficie di pavimento per motivazione di rilascio e anno di rilascio del settore non residenziale. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.

Anche per i consumi di CO₂ il trend del settore residenziale non si mostra lineare. Anche in questo caso si registra un calo soprattutto per quanto riguarda le nuove costruzioni, con il valore più basso registrato nel 2018, pari a 20,58 kg/m² anno. La categoria non residenziale presenta consumi di CO₂ più elevati.

4.7.2. Consumi di CO₂: Epoca di costruzione - Anno di rilascio

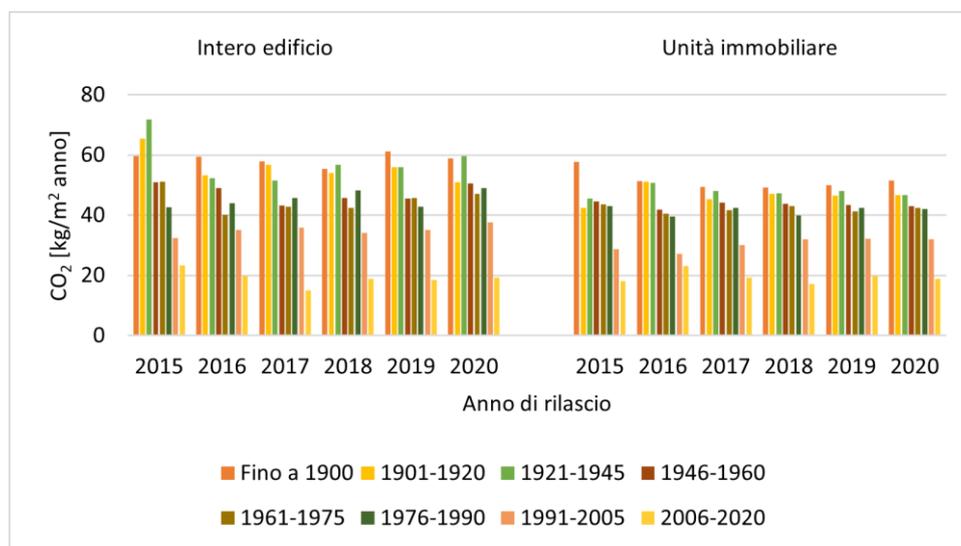


Grafico 75 - Distribuzione della media di consumi di CO₂ pesata sulla superficie di pavimento per epoca di costruzione e anno di rilascio del settore residenziale. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.

Residenziale												
CO ₂ [kg/m ² anno]	2015		2016		2017		2018		2019		2020	
	Intero ed.	Unità Imm.										
Fino a 1900	59,72	57,64	59,38	51,35	57,91	49,49	55,46	49,20	61,24	49,98	58,80	51,56
1901-1920	65,46	42,46	53,34	51,10	56,68	45,30	54,12	47,13	55,96	46,51	50,91	46,77
1921-1945	71,76	45,54	52,21	50,83	51,55	47,96	56,67	47,25	55,99	48,11	59,59	46,70
1946-1960	51,05	44,55	49,05	41,89	43,16	44,12	45,82	43,89	45,60	43,44	50,61	43,07
1961-1975	51,20	43,66	40,15	40,55	42,80	41,69	42,46	42,94	45,78	41,36	47,13	42,41
1976-1990	42,72	43,11	43,92	39,51	45,70	42,45	48,20	39,96	42,77	42,50	49,09	41,97
1991-2005	32,46	28,70	35,07	27,16	35,87	30,16	34,08	31,93	35,12	32,25	37,66	32,01
2006-2020	23,38	18,20	19,92	23,13	15,04	19,24	18,92	17,17	18,57	19,89	19,32	18,95

Tabella 77 - Distribuzione della media di consumi di CO₂ pesata sulla superficie di pavimento per epoca di costruzione e anno di rilascio del settore residenziale. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.

Il settore residenziale conferma un andamento discendente nel tempo, come accade sia per l'andamento dell'indice EP_{gl,nren} e sia per l'andamento dell'indice EP_{H,nd}. I consumi di CO₂ mostrano i valori più bassi nel periodo tra il 2006 e il 2020, tra 15 e 20 kg/m² anno.

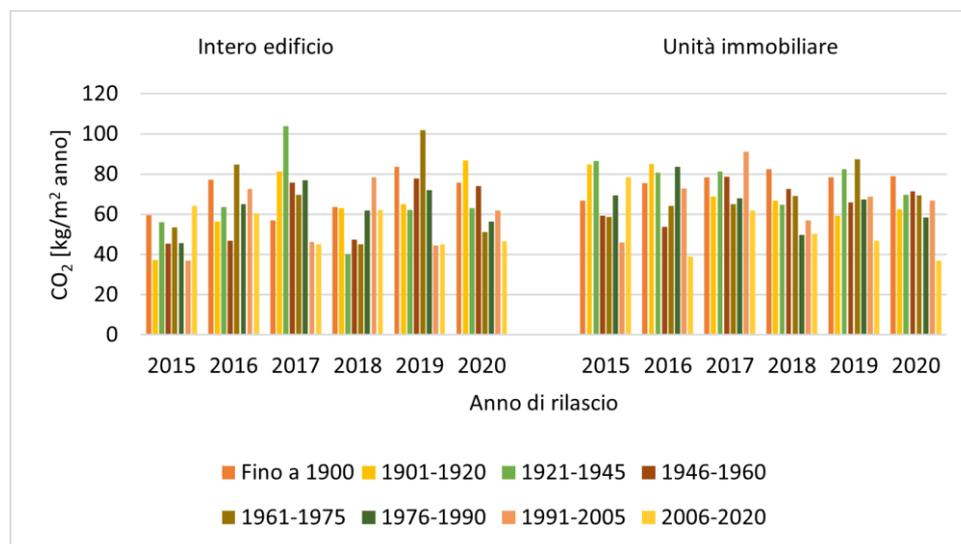


Grafico 76 - Distribuzione della media di consumi di CO₂ pesata sulla superficie di pavimento per epoca di costruzione e anno di rilascio del settore non residenziale. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.

Non residenziale												
CO ₂ [kg/m ² anno]	2015		2016		2017		2018		2019		2020	
	Intero ed.	Unità Imm.										
Fino a 1900	59,60	66,93	77,26	75,39	57,02	78,55	63,58	82,55	83,65	78,43	75,79	78,94
1901-1920	37,35	84,81	56,31	85,13	81,38	68,93	62,98	66,81	65,03	59,26	86,76	62,60
1921-1945	56,14	86,63	63,68	80,61	103,94	81,40	40,04	64,66	62,21	82,44	63,08	69,75
1946-1960	45,42	59,42	46,70	53,81	75,83	78,57	47,42	72,60	77,83	65,83	74,21	71,40
1961-1975	53,49	58,84	84,73	64,11	69,72	65,10	45,10	69,14	101,97	87,27	51,08	69,54
1976-1990	45,71	69,52	65,16	83,72	76,90	67,97	61,87	49,64	72,05	67,33	56,54	58,46
1991-2005	36,97	45,84	72,69	72,95	46,16	91,04	78,41	57,05	44,66	68,86	61,83	66,81
2006-2020	64,29	78,31	60,51	38,88	45,08	61,78	62,15	50,18	45,17	46,97	46,61	37,12

Tabella 78 - Distribuzione della media di consumi di CO₂ pesata sulla superficie di pavimento per epoca di costruzione e anno di rilascio del settore non residenziale. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.

Nel settore non residenziale i valori medi di emissioni di CO₂ risultano maggiori rispetto al settore residenziale. La decrescita risulta meno lineare.

4.7.3. Consumi di CO₂: Classe energetica - Destinazione d'uso

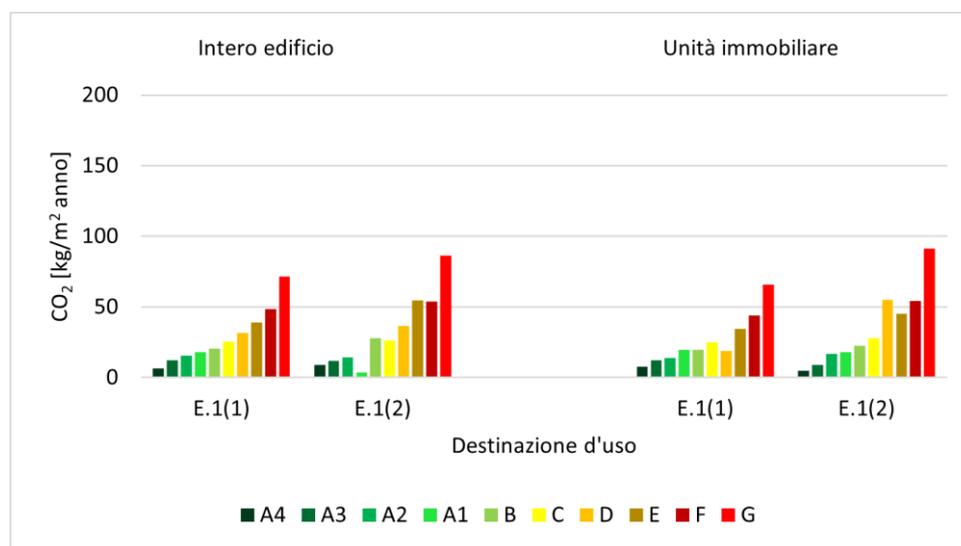


Grafico 77 - Distribuzione della media di consumi di CO₂ pesata sulla superficie di pavimento per classe energetica e destinazione d'uso del settore residenziale. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.

Residenziale				
CO ₂ [kg/m ² anno]	E1(1)		E1(2)	
	Intero edificio	Unità Immobiliare	Intero edificio	Unità Immobiliare
A4	6,58	7,58	9,00	4,73
A3	12,39	12,23	11,87	8,76
A2	15,42	13,82	14,47	16,92
A1	17,90	19,69	3,76	18,14
B	20,44	19,62	27,73	22,55
C	25,37	25,11	26,18	28,01
D	31,44	18,65	36,50	54,87
E	38,98	34,65	54,61	45,34
F	48,58	43,78	53,67	54,22
G	71,56	65,87	86,42	91,30

Tabella 79 - Distribuzione della media di consumi di CO₂ pesata sulla superficie di pavimento per classe energetica e destinazione d'uso del settore residenziale. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.

L'analisi dei valori dei consumi di CO₂ riferiti alla classe energetica in base alla destinazione d'uso mette in evidenza una diretta proporzionalità tra l'aumento dei consumi stessi e il peggioramento della classe energetica. La classe con maggiori consumi nel settore residenziale è la E.1(2), soprattutto relativi alle classi intermedie e basse. Per la destinazione d'uso E.1(1) i valori medi sono più alti a fronte di una classe energetica migliore (A4-B).

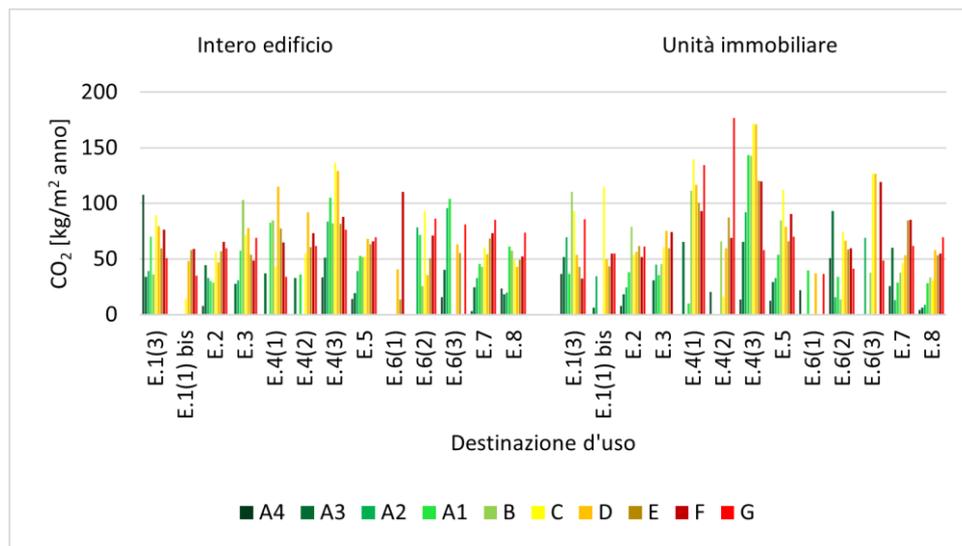


Grafico 78 - Distribuzione della media di consumi di CO₂ pesata sulla superficie di pavimento per classe energetica e destinazione d'uso del settore non residenziale. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.

Non residenziale – Intero edificio													
CO ₂ [kg/m ² anno]	E1(3)	E1(1) bis	E2	E3	E4(1)	E4(2)	E4(3)	E5	E6(1)	E6(2)	E6(3)	E7	E8
A4	107,99	0,00	8,00	0,00	0,00	0,00	33,62	14,05	0,00	0,00	15,79	3,38	23,38
A3	34,28	0,00	44,70	27,67	36,98	33,00	51,55	19,64	0,00	0,00	40,44	24,47	18,46
A2	39,43	0,00	33,16	30,73	0,00	0,00	83,80	39,29	0,00	78,66	95,86	32,98	19,93

A1	70,07	0,00	30,13	57,76	82,71	36,08	105,16	52,99	0,00	71,83	104,30	45,39	61,33
B	36,36	0,00	29,00	103,31	84,92	0,00	82,00	51,80	0,00	25,62	0,00	42,75	57,70
C	89,41	14,21	56,61	71,87	43,51	54,76	136,79	52,18	0,00	93,20	0,00	60,39	49,02
D	79,71	48,13	47,11	78,04	115,17	92,10	129,20	68,29	40,77	35,51	63,20	54,45	43,07
E	59,55	58,21	57,00	53,98	77,62	60,48	81,67	63,18	13,89	50,71	55,61	68,47	49,34
F	76,52	58,90	65,34	48,60	65,07	73,52	87,98	65,93	110,40	71,42	0,00	73,25	52,56
G	50,64	35,30	59,42	69,08	34,03	61,94	76,28	69,38	0,00	86,62	81,20	85,35	73,69

Non residenziale – Unità immobiliare													
CO₂ [kg/m² anno]	E1(3)	E1(1) bis	E2	E3	E4(1)	E4(2)	E4(3)	E5	E6(1)	E6(2)	E6(3)	E7	E8
A4	36,63	0,00	8,01	0,00	0,00	20,34	13,84	12,69	21,92	51,00	0,00	25,70	4,20
A3	52,01	6,15	18,56	31,04	65,67	0,00	65,61	29,37	0,00	93,25	0,00	60,05	6,32
A2	69,40	34,55	24,47	45,00	0,00	0,00	92,34	32,75	0,00	15,47	69,32	13,26	9,08
A1	36,59	0,00	38,37	35,79	10,07	0,00	143,41	54,15	39,80	34,14	0,00	29,04	28,27
B	110,26	0,00	79,00	45,71	111,46	65,92	143,13	84,80	0,00	13,75	37,84	37,59	33,45
C	93,24	114,96	54,01	60,87	139,94	16,14	171,88	112,07	0,00	74,49	126,79	46,79	31,15
D	53,92	49,94	56,52	75,60	116,71	59,82	170,95	79,18	37,08	66,69	126,52	53,51	58,00
E	42,83	43,61	61,84	59,94	100,32	87,19	120,59	65,75	0,00	58,54	0,00	84,92	53,35
F	32,55	54,74	51,71	74,27	92,91	68,92	119,88	90,31	0,00	59,79	119,57	85,20	55,12
G	85,94	55,06	61,01	0,00	134,42	176,69	58,04	70,06	36,84	41,21	48,88	61,74	69,77

Tabella 80 - Distribuzione della media di consumi di CO₂ pesata sulla superficie di pavimento per classe energetica e destinazione d'uso del settore non residenziale. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.

Le categorie E.2, E.5, E.7, E.8 mostrano un andamento pressoché crescente, risultando sovrapponibili ai risultati per l'indice di prestazione energetica non rinnovabile. Le destinazioni d'uso che riportano i valori più bassi di consumi di CO₂ in relazione alle classi A4-B sono E1(1) bis, E.2, E.3, E.5, E.7 e E.8, mentre quelle che riportano i valori più alti in relazione alla classe G sono la E.4 e la E.6. Le categorie E.2, E.5, E.7 e E.8 mostrano un andamento crescente dei valori dei consumi di CO₂ al peggioramento della classe energetica.

4.8. Fonte energetica

4.8.1. Fonte energetica - Epoca di costruzione

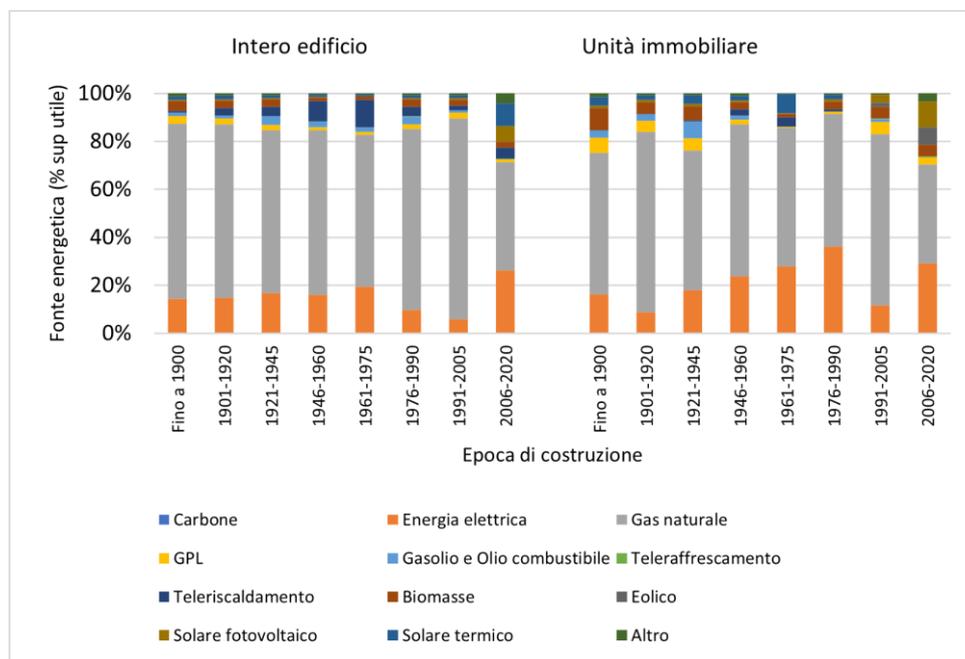


Grafico 79 - Tipo di vettore energetico impiegato negli impianti di riscaldamento del parco edilizio residenziale piemontese per epoca di costruzione. Percentuali riferite alla superficie utile di pavimento. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.

Residenziale																
	Fino 1900		1901-1920		1921-1945		1946-1960		1961-1975		1976-1990		1991-2005		2006-2020	
	IE	UI	IE	UI	IE	UI	IE	UI	IE	UI	IE	UI	IE	UI	IE	UI
Carbone	0,0 0%	0,0 0%	0,0 0%	0,0 0%	0,0 0%	0,0 0%	0,00 %	0,0 0%	0,00 %	0,00 %	0,0 0%	0,0 0%	0,0 0%	0,0 0%	0,0 0%	0,0 0%
Energia elettrica	1,8 7%	2,0 1%	0,5 0%	0,3 7%	1,4 3%	1,4 6%	2,74 %	3,5 1%	5,59 %	8,81 %	1,0 9%	4,8 1%	0,4 3%	0,6 2%	2,7 9%	3,0 4%
Gas naturale	9,5 4%	7,2 5%	2,4 6%	3,2 0%	5,8 4%	4,7 5%	11,8 2%	9,3 5%	18,1 8%	18,2 5%	8,4 8%	7,3 4%	6,0 4%	3,8 1%	4,8 0%	4,2 8%
GPL	0,4 1%	0,7 7%	0,0 9%	0,2 0%	0,1 9%	0,4 1%	0,21 %	0,2 8%	0,31 %	0,11 %	0,2 2%	0,1 1%	0,1 8%	0,2 7%	0,1 2%	0,3 0%
Gasolio e olio combustibile	0,1 9%	0,3 5%	0,0 4%	0,1 1%	0,3 0%	0,5 8%	0,40 %	0,2 4%	0,56 %	0,00 %	0,3 7%	0,0 0%	0,0 7%	0,0 7%	0,0 1%	0,0 2%
Teleraffrescamento	0,0 0%	0,0 0%	0,0 0%	0,0 0%	0,0 0%	0,0 0%	0,01 %	0,0 0%	0,02 %	0,00 %	0,0 0%	0,0 0%	0,0 0%	0,0 0%	0,0 0%	0,0 5%
Teleriscaldamento	0,1 0%	0,0 3%	0,1 0%	0,0 1%	0,3 3%	0,0 3%	1,45 %	0,4 1%	3,26 %	1,21 %	0,4 6%	0,1 2%	0,1 4%	0,0 0%	0,5 1%	0,0 0%
Biomasse	0,5 5%	1,1 3%	0,1 1%	0,2 1%	0,2 7%	0,4 9%	0,27 %	0,4 3%	0,40 %	0,45 %	0,3 4%	0,4 4%	0,1 8%	0,2 6%	0,2 4%	0,5 1%
Eolico	0,0 0%	0,0 0%	0,0 0%	0,0 0%	0,0 0%	0,0 0%	0,00 %	0,0 0%	0,00 %	0,00 %	0,0 0%	0,0 0%	0,0 0%	0,1 0%	0,0 0%	0,7 6%
Solare fotovoltaico	0,0 5%	0,1 2%	0,0 1%	0,0 4%	0,0 4%	0,0 7%	0,04 %	0,1 0%	0,05 %	0,11 %	0,0 6%	0,1 2%	0,0 5%	0,1 7%	0,7 0%	1,0 9%
Solare termico	0,1 9%	0,4 5%	0,0 6%	0,0 9%	0,1 1%	0,2 9%	0,16 %	0,2 8%	0,22 %	2,49 %	0,1 4%	0,2 6%	0,0 9%	0,0 0%	1,0 1%	0,0 0%
Altro	0,1 7%	0,1 9%	0,0 3%	0,0 3%	0,0 6%	0,0 7%	0,08 %	0,1 5%	0,11 %	0,10 %	0,0 7%	0,0 7%	0,0 6%	0,0 3%	0,4 4%	0,3 6%

Tabella 81 - Tipo di vettore energetico impiegato negli impianti di riscaldamento del parco edilizio residenziale piemontese per epoca di costruzione. Percentuali riferite alla superficie utile di pavimento. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.

In questa analisi viene studiata la distribuzione della superficie di pavimento del patrimonio edilizio residenziale relativa al tipo di vettore energetico utilizzato per il riscaldamento per epoca di costruzione. Come si può evincere dai grafici prevale nettamente l'utilizzo di gas naturale, utilizzato dal 54,95% della superficie utile, seguito poi dall'utilizzo di energia elettrica (19,34% rispetto al totale della superficie), gasolio e olio combustibile (10,80%) e teleriscaldamento (4,75%).

Per quanto concerne l'impiego di fonti rinnovabili, il vettore energetico maggiormente utilizzato sono le biomasse (2,91%), seguito da impianto solare termico (2,64%) e impianto solare fotovoltaico (1,29%), mentre l'eolico rappresenta una bassissima percentuale del campione (solo lo 0,30%). In seguito all'applicazione del Decreto Legislativo 28/2011 è diventato obbligatorio il ricorso all'utilizzo di fonti energetiche rinnovabili in base a principi minimi da rispettare. Infatti, possiamo notare che nell'epoca di costruzione 2006-2020 vediamo un netto aumento dell'utilizzo di solate termico (che aumenta da una percentuale dello 0,09% nel 1991 fino ad aumentare a 1,01% nel 2020), solare fotovoltaico e una diminuzione dell'impegno di gas naturale e GPL. Coerentemente con l'analisi delle classi energetiche, gli edifici costruiti nelle suddette epoche infatti presentano classi energetiche più prestanti, con valori di $EP_{gl,ren}$ che crescono gradualmente.

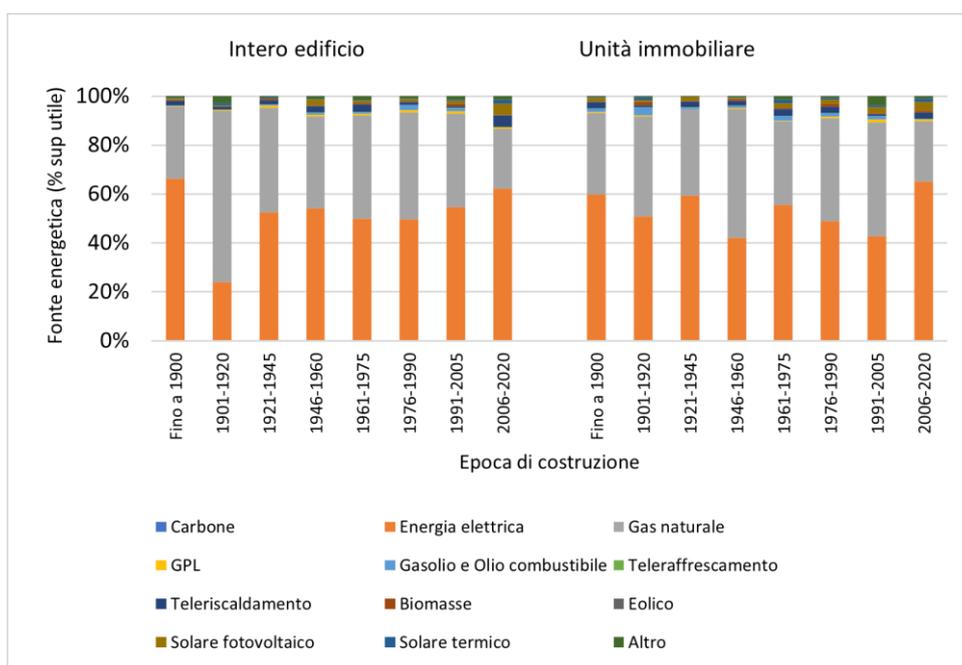


Grafico 80 - Tipo di vettore energetico impiegato negli impianti di riscaldamento del parco edilizio non residenziale piemontese per epoca di costruzione. Percentuali riferite alla superficie utile di pavimento. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.

Non residenziale																
	Fino 1900		1901-1920		1921-1945		1946-1960		1961-1975		1976-1990		1991-2005		2006-2020	
	IE	UI	IE	UI	IE	UI	IE	UI								
Carbone	0,0 0%	0,00 %	0,0 0%	0,0 0%	0,0 0%	0,0 0%	0,00 %	0,00 %								
Energia elettrica	8,1 5%	6,0 3%	0,6 3%	0,6 3%	2,4 8%	3,4 7%	6,0 6%	5,1 0%	8,7 9%	11,5 5%	7,3 7%	7,4 4%	9,8 0%	7,0 7%	11,6 3%	11,8 6%
Gas naturale	3,6 1%	3,3 6%	1,8 5%	0,5 1%	2,0 2%	2,0 6%	4,2 3%	6,3 7%	7,4 9%	7,12 %	6,5 2%	6,3 6%	6,8 3%	7,6 5%	4,61 %	4,49 %
GPL	0,0 4%	0,0 4%	0,0 1%	0,0 1%	0,0 4%	0,0 0%	0,0 7%	0,0 6%	0,1 0%	0,09 %	0,1 3%	0,1 1%	0,1 9%	0,2 2%	0,10 %	0,10 %
Gasolio e olio combustibile	0,0 3%	0,1 5%	0,0 0%	0,0 4%	0,0 3%	0,0 4%	0,0 8%	0,1 2%	0,1 2%	0,38 %	0,3 2%	0,2 3%	0,2 1%	0,2 4%	0,01 %	0,06 %
Teleraffrescamento	0,0 0%	0,0 0%	0,0 0%	0,0 0%	0,0 0%	0,0 0%	0,0 1%	0,0 0%	0,0 0%	0,00 %	0,0 0%	0,0 0%	0,0 1%	0,0 0%	0,00 %	0,00 %
Teleriscaldamento	0,2 2%	0,2 5%	0,0 3%	0,0 1%	0,0 7%	0,1 4%	0,2 9%	0,2 3%	0,5 6%	0,59 %	0,1 6%	0,3 9%	0,1 4%	0,1 1%	0,87 %	0,47 %
Biomasse	0,0 6%	0,0 4%	0,0 0%	0,0 2%	0,0 3%	0,0 2%	0,0 5%	0,0 8%	0,0 8%	0,11 %	0,0 5%	0,1 8%	0,1 7%	0,0 9%	0,08 %	0,11 %
Eolico	0,0 0%	0,00 %	0,0 0%	0,0 0%	0,0 0%	0,0 0%	0,00 %	0,00 %								
Solare fotovoltaico	0,0 6%	0,1 4%	0,0 1%	0,0 1%	0,0 0%	0,0 9%	0,2 6%	0,0 5%	0,1 7%	0,39 %	0,1 5%	0,2 5%	0,2 3%	0,3 6%	0,84 %	0,66 %
Solare termico	0,0 4%	0,0 3%	0,0 2%	0,0 1%	0,0 2%	0,0 1%	0,0 2%	0,0 3%	0,0 3%	0,28 %	0,0 2%	0,1 0%	0,0 8%	0,1 4%	0,28 %	0,27 %
Altro	0,0 9%	0,0 4%	0,0 8%	0,0 1%	0,0 3%	0,0 1%	0,1 4%	0,0 6%	0,3 1%	0,31 %	0,1 5%	0,1 2%	0,2 6%	0,6 3%	0,29 %	0,18 %

Tabella 82 - Tipo di vettore energetico impiegato negli impianti di riscaldamento del parco edilizio non residenziale piemontese per epoca di costruzione. Percentuali riferite alla superficie utile di pavimento. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.

Come si può evincere dai grafici, per il patrimonio edilizio non residenziale prevale invece l'utilizzo di energia elettrica (53,90% della superficie utile), seguito poi dall'utilizzo di gas naturale (37,60%), teleriscaldamento (2,25%) e gasolio e olio combustibile (1,07%).

In seguito agli obblighi per l'utilizzo di fonti rinnovabili (Decreto Legislativo 28/2011) vediamo anche qui un aumento dell'impiego di impianto solare termico, la cui percentuale (1,85%) supera quella relativa all'utilizzo di olio combustibile. L'impianto solare fotovoltaico viene utilizzato invece dallo 0,72% della superficie non residenziale, mentre si denota un minore ricorso alle biomasse (0,60%) rispetto al residenziale.

4.8.2. Fonte energetica - Motivazione di rilascio

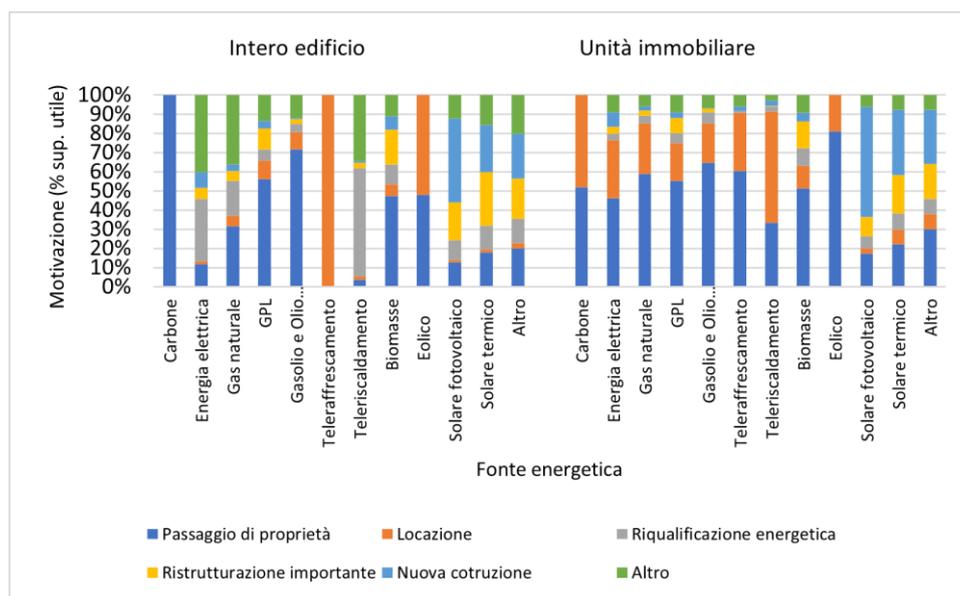


Grafico 81 - Tipo di motivazione di rilascio degli attestati del parco edilizio residenziale piemontese per vettore energetico impiegato negli impianti di riscaldamento. Percentuali riferite alla superficie utile di pavimento. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.

	Residenziale											
	Passaggio di proprietà		Locazione		Riqualficazione e energetica		Ristrutturazion e importante		Nuova costruzione		Altro	
	IE	UI	IE	UI	IE	UI	IE	UI	IE	UI	IE	UI
Carbone	0,00%	0,00%	0,00	0,00%	0,00%	0,00	0,00%	0,00%	0,00	0,00	0,00%	0,00
Energia elettrica	2,97%	9,39%	0,42	6,12%	8,22%	0,68	1,46%	0,75%	2,10	1,52	10,12	1,83
Gas naturale	18,44	37,38	3,26	16,60	10,60	2,55	3,06%	1,78%	1,89	1,31	21,29	3,76
GPL	1,65%	0,76%	0,28	0,27%	0,17%	0,07	0,32%	0,11%	0,11	0,04	0,40%	0,12
Gasolio e olio combustibile	1,29%	0,80%	0,16	0,26%	0,08%	0,07	0,04%	0,02%	0,01	0,00	0,21%	0,08
Teleraffrescamento	0,00%	0,02%	0,00	0,01%	0,00%	0,00	0,00%	0,00%	0,00	0,00	0,00%	0,00
Teleriscaldamento	0,07%	2,86%	0,03	4,97%	1,08%	0,21	0,05%	0,04%	0,02	0,24	0,66%	0,23
Biomasse	1,91%	0,97%	0,24	0,23%	0,42%	0,17	0,73%	0,26%	0,28	0,09	0,44%	0,17
Eolico	0,00%	0,00%	0,00	0,00%	0,00%	0,00	0,00%	0,00%	0,00	0,00	0,00%	0,00
Solare fotovoltaico	0,19%	0,14%	0,02	0,02%	0,15%	0,05	0,29%	0,08%	0,64	0,46	0,18%	0,05
Solare termico	0,54%	0,35%	0,05	0,12%	0,38%	0,13	0,85%	0,32%	0,74	0,54	0,47%	0,12
Altro	0,20%	0,24%	0,03	0,06%	0,13%	0,06	0,21%	0,15%	0,24	0,23	0,21%	0,06

Tabella 83 - Tipo di motivazione di rilascio degli attestati del parco edilizio residenziale piemontese per vettore energetico impiegato negli impianti di riscaldamento. Percentuali riferite alla superficie utile di pavimento. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.

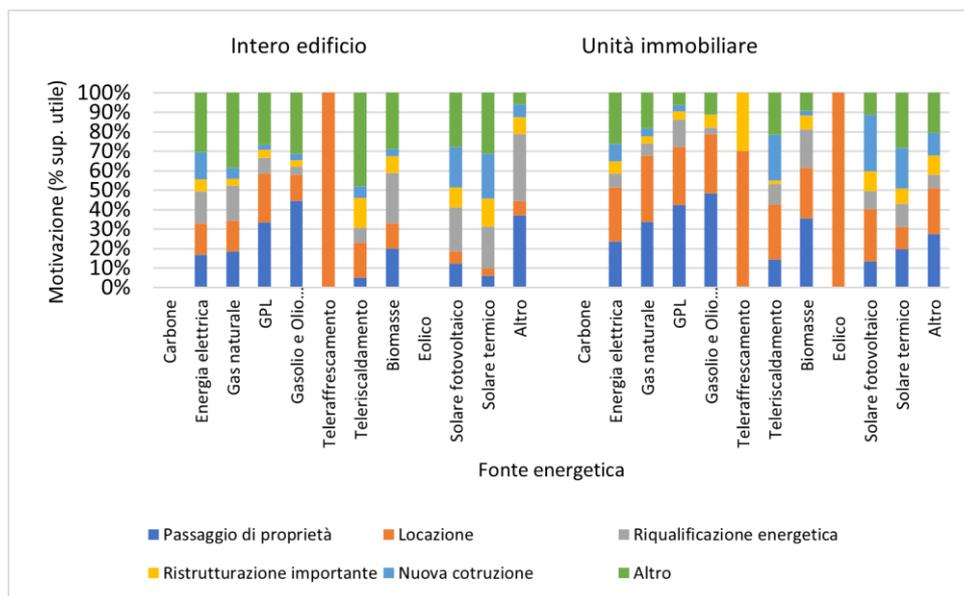


Grafico 82 - Tipo di motivazione di rilascio degli attestati del parco edilizio non residenziale piemontese per vettore energetico impiegato negli impianti di riscaldamento. Percentuali riferite alla superficie utile di pavimento. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.

L'analisi dei vettori energetici relazionati alla motivazione di rilascio dell'attestato è fortemente connessa all'analisi sui valori medi di $EP_{gl,ren}$. Come analizzato precedentemente, più è elevato il valore di $EP_{gl,ren}$ maggiore sarà la prestazione energetica dell'immobile. I valori medi più alti sono infatti legati alle motivazioni che comportano un miglioramento della classe energetica, ovvero le nuove costruzioni, le ristrutturazioni importanti e le riqualificazioni energetiche. Per quanto riguarda la categoria residenziale, alle nuove costruzioni corrisponde un'alta percentuale di utilizzo di impianti per produzione da solare fotovoltaico e solare termico (pari all'1,1%), biomasse (0,15%). Alle ristrutturazioni importanti corrisponde una percentuale di utilizzo di impianti per produzione da solare fotovoltaico e solare termico pari a 0,62% e utilizzo di biomasse pari a 0,40%. Alle riqualificazioni energetiche corrisponde una percentuale di utilizzo di impianti per produzione da solare fotovoltaico e solare termico pari a 0,29% e utilizzo di biomasse pari a 0,25%. L'analisi sui valori medi di $EP_{gl,ren}$ ha dimostrato infatti che a queste motivazioni corrispondono i valori più alti (all'incirca tra i 30 e 60 kWh/m²/anno, soprattutto per le nuove costruzioni).

Per quanto concerne l'impiego di fonti non rinnovabili alle nuove costruzioni corrispondono le seguenti percentuali: 1,70% di utilizzo di energia elettrica, 1,54% di gas naturale e GPL e 0,17% di teleriscaldamento. Alle ristrutturazioni importanti corrisponde una maggiore percentuale legata all'utilizzo di gas naturale e GPL (2,33%), energia elettrica (0,96%), teleriscaldamento (0,04%), mentre gasolio e olio combustibile ricoprono una superficie minore rispetto all'impiego di fotovoltaico e biomasse (0,03%). Alle riqualificazioni energetiche invece corrisponde la maggiore percentuale di utilizzo di Gas naturale e GPL rispetto agli altri interventi (5,07%), a cui segue energia elettrica (2,94%), teleriscaldamento (0,47%), gasolio e olio combustibile (0,07%) minore rispetto all'impiego di fonti rinnovabili.

Non residenziale													
	Passaggio di proprietà		Locazione		Riqualificazion e energetica		Ristrutturazion e importante		Nuova costruzione		Altro		
	IE	UI	IE	UI	IE	UI	IE	UI	IE	UI	IE	UI	
Carbone	0,00 %	0,00%	0,00 %	0,00%	0,00%	0,00 %	0,00%	0,00%	0,00%	0,00 %	0,00%	0,00%	0,00%
Energia elettrica	9,02 %	13,04 %	8,47 %	15,28 %	8,79%	3,87 %	3,33%	3,36%	7,45 %	5,03 %	16,09 %	14,33 %	
Gas naturale	7,02 %	12,59 %	5,99 %	12,58 %	6,84%	2,40 %	1,39%	1,25%	2,07 %	1,62 %	14,60 %	6,70%	
GPL	0,21 %	0,29%	0,16 %	0,20%	0,05%	0,10 %	0,03%	0,03%	0,02 %	0,02 %	0,17%	0,04%	
Gasolio e olio combustibile	0,56 %	0,39%	0,17 %	0,25%	0,05%	0,03 %	0,04%	0,05%	0,04 %	0,00 %	0,39%	0,09%	
Teleraffrescamento	0,00 %	0,00%	0,00 %	0,01%	0,00%	0,00 %	0,00%	0,01%	0,00 %	0,00 %	0,00%	0,00%	
Teleriscaldamento	0,12 %	0,34%	0,39 %	0,67%	0,17%	0,24 %	0,33%	0,04%	0,13 %	0,55 %	1,05%	0,50%	
Biomasse	0,13 %	0,19%	0,08 %	0,14%	0,17%	0,10 %	0,06%	0,04%	0,02 %	0,01 %	0,19%	0,05%	
Eolico	0,00 %	0,00%	0,00 %	0,00%	0,00%	0,00 %	0,00%	0,00%	0,00 %	0,00 %	0,00%	0,00%	
Solare fotovoltaico	0,24 %	0,24%	0,12 %	0,46%	0,44%	0,16 %	0,20%	0,18%	0,41 %	0,49 %	0,54%	0,19%	
Solare termico	0,05 %	0,10%	0,03 %	0,06%	0,19%	0,06 %	0,12%	0,04%	0,20 %	0,11 %	0,27%	0,14%	
Altro	0,50 %	0,37%	0,10 %	0,31%	0,46%	0,09 %	0,12%	0,13%	0,09 %	0,16 %	0,08%	0,27%	

Tabella 84 - Tipo di motivazione di rilascio degli attestati del parco edilizio residenziale piemontese per vettore energetico impiegato negli impianti di riscaldamento. Percentuali riferite alla superficie utile di pavimento. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.

In riferimento alle analisi riguardanti la categoria non residenziale, alle nuove costruzioni corrisponde un'alta percentuale di utilizzo di impianti per produzione da solare fotovoltaico e solare termico (0,60%) e di teleriscaldamento (0,31%), mentre un minore utilizzo di biomasse rispetto al residenziale (0,02%). Alle ristrutturazioni importanti corrisponde una percentuale di utilizzo di impianti per produzione da solare fotovoltaico e solare termico pari a 0,28%, utilizzo di biomasse pari a 0,05% e una maggiore percentuale di teleriscaldamento rispetto al residenziale pari a 0,21%. Alle riqualificazioni energetiche corrisponde una percentuale di utilizzo di impianti per produzione da solare fotovoltaico e solare termico pari a 0,45% (maggiore rispetto al residenziale), utilizzo di biomasse pari a 0,14% e di utilizzo di teleriscaldamento pari a 0,21%.

L'impiego delle fonti non rinnovabili nel settore non residenziale si rispecchia nelle seguenti percentuali. Le nuove costruzioni vedono un utilizzo di energia elettrica pari a 6,43%, gas naturale e GPL pari a 1,90%, teleriscaldamento pari a 0,31% e gasolio e olio combustibile pari a 0,02%. Alle ristrutturazioni importanti corrisponde una maggiore percentuale legata all'utilizzo di energia elettrica (3,35%), a cui seguono gas naturale e GPL (1,36%), teleriscaldamento (0,21%) e gasolio e olio combustibile (0,05%). Alle riqualificazioni energetiche invece corrisponde una maggiore percentuale di utilizzo di energia elettrica (6,71%), a cui seguono Gas naturale e GPL (5,03%), teleriscaldamento (0,20%) e gasolio e olio combustibile (0,04%), minore rispetto all'impegno di fonti rinnovabili. Prevale dunque l'utilizzo di energia elettrica rispetto al gas naturale rispetto al residenziale.

4.8.3. Potenza nominale: Fonte energetica rinnovabile - Anno di rilascio

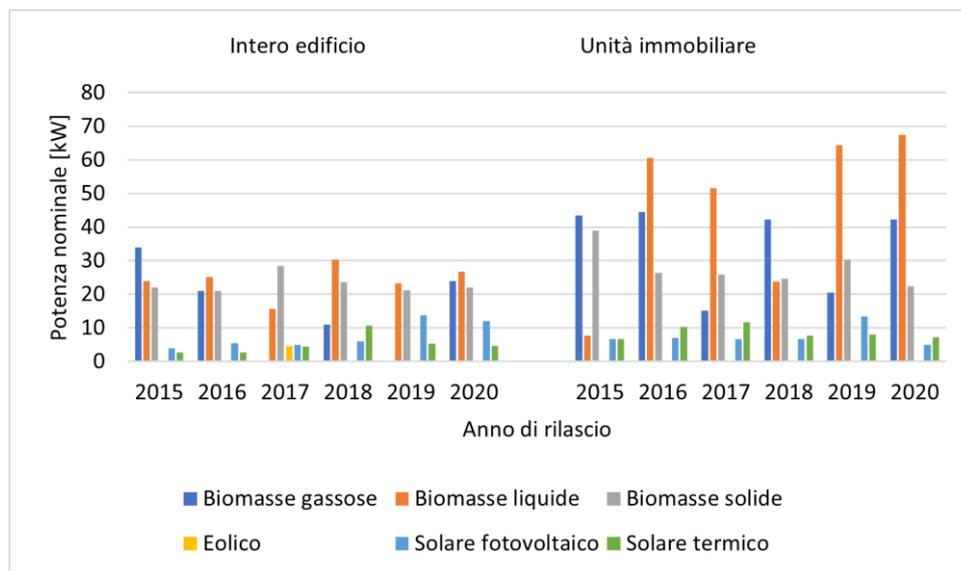


Grafico 83 - Distribuzione della media della potenza nominale dei vettori energetici rinnovabili impiegati negli impianti di riscaldamento del patrimonio edilizio residenziale pesata sulla superficie di pavimento per motivazione di rilascio e anno di rilascio. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.

Residenziale												
Potenza nominale [kW]	2015		2016		2017		2018		2019		2020	
	Intero ed.	Unità Imm.										
Biomasse gassose	34,03	43,48	20,93	44,49	0,00	15,19	11,00	42,30	0,00	20,42	24,00	42,30
Biomasse liquide	23,90	7,75	25,19	60,65	15,67	51,51	30,32	23,85	23,23	64,31	26,66	67,55
Biomasse solide	22,02	38,93	20,92	26,37	28,43	25,75	23,68	24,71	21,22	30,40	21,95	22,32
Eolico	0,00	0,00	0,00	0,00	4,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Solare fotovoltaico	3,96	6,59	5,50	6,92	4,98	6,72	5,97	6,59	13,73	13,35	12,08	4,93
Solare termico	2,60	6,60	2,63	10,24	4,49	11,74	10,66	7,69	5,23	8,11	4,62	7,10

Tabella 85 - Distribuzione della media della potenza nominale dei vettori energetici rinnovabili impiegati negli impianti di riscaldamento del patrimonio edilizio residenziale pesata sulla superficie di pavimento per motivazione di rilascio e anno di rilascio. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.

Per il settore residenziale gli impianti più diffusi sono sicuramente il solare fotovoltaico e il solare termico. All'incirca il 60% della potenza nominale installata degli impianti fotovoltaici resta al di sotto dei 6-8 kW, salendo in maniera progressiva fino a 14 kW nel 2019 e diminuire nel 2020. Per gli impianti solari termici la potenza nominale installata risulta mediamente inferiore ai 6-8kW per arrivare a un massimo di 12 kW, risultando di poco inferiori rispetto al fotovoltaico.

La potenza nominale installata degli impianti a biomassa risulta genericamente più alta rispetto a quella installata degli impianti fotovoltaici e termici: questa si aggira all'incirca tra i 10 e i 35 kW per la categoria intero edificio e tra i 10 e 70 kW per la categoria unità immobiliare. Il database fornisce la distinzione tra biomasse solide, liquide e gassose. Le biomasse solide sono quelle più utilizzate e hanno una potenza nominale inferiore che si aggira all'incirca tra i 20 e i 40 kW.

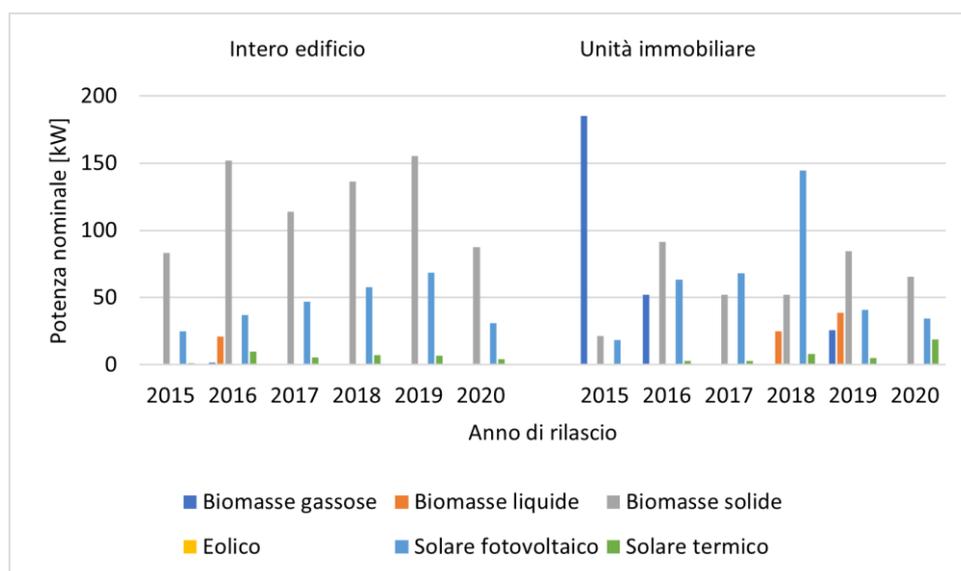


Grafico 84 - Distribuzione della media della potenza nominale dei vettori energetici rinnovabili impiegati negli impianti di riscaldamento del patrimonio edilizio non residenziale pesata sulla superficie di pavimento per motivazione di rilascio e anno di rilascio. Fonte: Elaborazione Database Dati Piemonte.

Non residenziale												
Potenza nominale [kW]	2015		2016		2017		2018		2019		2020	
	Intero ed.	Unità Imm.										
Biomasse gassose	0,00	185,00	1,53	52,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	25,94	0,00	0,00
Biomasse liquide	0,00	0,00	21,00	0,00	0,00	0,00	0,00	25,00	0,00	38,70	0,00	0,00
Biomasse solide	83,38	21,29	151,89	91,34	113,89	52,23	136,57	52,28	155,41	84,64	87,72	65,70
Eolico	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Solare fotovoltaico	24,76	18,24	37,12	63,19	46,75	68,07	57,67	144,68	68,75	41,03	30,93	34,61
Solare termico	1,22	0,42	9,75	3,00	5,28	2,92	7,21	7,91	6,88	5,17	4,26	18,70

Tabella 86 - Distribuzione della media della potenza nominale dei vettori energetici rinnovabili impiegati negli impianti di riscaldamento del patrimonio edilizio non residenziale pesata sulla superficie di pavimento per motivazione di rilascio e anno di rilascio. Fonte: Elaborazione Database Dati Piemonte.

Il settore non residenziale presenta una potenza nominale degli impianti a fonti non rinnovabili superiore al residenziale. La potenza nominale installata degli impianti fotovoltaici si aggira tra un minimo di 20 kW e un massimo di 140 kW, con una crescita esponenziale tra il 2018 e il 2019 e una decrescita nel 2020. La potenza nominale installata degli impianti solari termici risulta mediamente inferiore ai 10kW per arrivare a un massimo di 18 kW.

La potenza nominale installata degli impianti a biomassa per il settore non residenziale risulta più elevata e si aggira all'incirca tra 80 e 160 kW per la categoria intero edificio fino a un massimo di 180 kW per la categoria unità immobiliare. Le biomasse solide sono quelle più utilizzate e hanno una potenza nominale inferiore che si aggira all'incirca tra i 80 e i 160 kW.

4.8.4. Potenza nominale: Fonte energetica non rinnovabile - Anno di rilascio

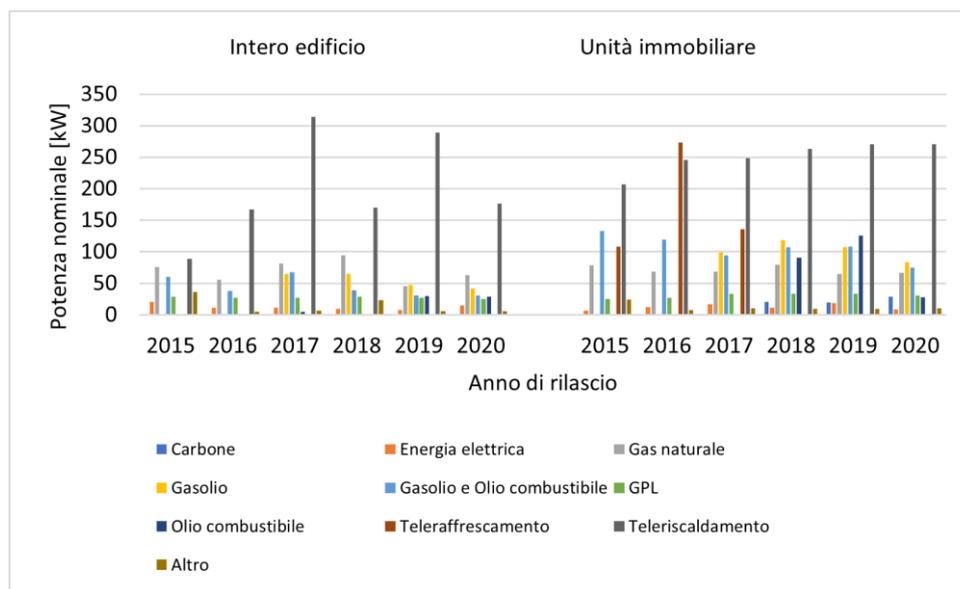


Gráfico 85 - Distribuzione della media della potenza nominale dei vettori energetici impiegati negli impianti di riscaldamento del patrimonio edilizio residenziale pesata sulla superficie di pavimento per motivazione di rilascio e anno di rilascio. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.

Residenziale												
Potenza nominale [kW]	2015		2016		2017		2018		2019		2020	
	Intero ed.	Unità Imm.										
Carbone	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	20,93	0,00	20,00	0,00	28,90
Energia elettrica	20,85	7,05	11,43	12,44	11,80	17,10	9,70	11,05	7,42	18,92	14,63	8,15
Gas naturale	76,07	78,82	55,74	68,56	81,44	68,93	94,59	80,02	45,62	65,19	63,37	66,61
GPL	28,59	25,56	27,40	26,69	26,83	33,16	29,18	33,58	27,38	33,30	25,06	30,74
Gasolio	0,00	0,00	0,00	0,00	64,89	99,38	64,94	117,92	47,34	107,63	41,35	83,58
Gasolio e olio combustibile	60,23	132,91	38,17	119,37	67,86	94,11	39,26	107,07	31,07	108,10	30,72	75,47
Olio combustibile	0,00	0,00	0,00	0,00	5,00	0,00	0,00	90,66	30,00	125,51	29,00	27,63
Teleraffrescamento	0,00	108,23	0,00	273,72	0,00	136,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Teleriscaldamento	88,55	207,16	167,62	245,34	313,96	248,08	169,60	263,19	289,25	270,26	176,11	270,89
Altro	36,66	24,10	4,44	8,11	6,99	10,22	23,25	9,35	6,15	9,42	6,07	10,69

Tabella 87 - Distribuzione della media della potenza nominale dei vettori energetici impiegati negli impianti di riscaldamento del patrimonio edilizio residenziale pesata sulla superficie di pavimento per motivazione di rilascio e anno di rilascio. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.

I valori medi più elevati di potenza nominale dei vettori energetici utilizzati per il riscaldamento sono raggiunti da impianti a gasolio e impianti a gasolio e olio combustibile, partendo da un minimo di 40 kW fino ad arrivare a un massimo di 130 kW. Questi subiscono una crescita tra il 2015 e il 2018 per poi decrescere fino al 2020.

Gas naturale e GPL presentano valori medi più bassi, sono infatti tra i vettori energetici più impiegati. Impianti alimentati da GPL vedono una potenza nominale dall'andamento costante, che si aggira tra i 25 e i 30 kW. Gli impianti alimentati da gas metano hanno una potenza nominale che cresce fino al 2018 per poi diminuire fino al 2020, partendo da un minimo di 60 kW fino a un massimo di 90 kW.

Gli impianti di produzione di energia elettrica sono quelli con potenza nominale minore che parte da 7 kW per arrivare fino a un massimo di 20 kW.

Discorso diverso riguarda gli impianti di teleriscaldamento, che possono essere alimentati da FER, da fonti fossili oppure da rifiuti o calore di recupero. Per quanto riguarda la scelta del combustibile di alimentazione per gli impianti di teleriscaldamento, il più diffuso in Italia risulta essere il gas naturale. In Italia le fonti fossili (prevalentemente gas naturale) alimentano complessivamente l'84% della potenza installata^[40]. Per questo motivo la potenza nominale installata degli impianti di riscaldamento si aggira tra i 100 e i 300 kW con una crescita costante tra il 2015 e il 2020.

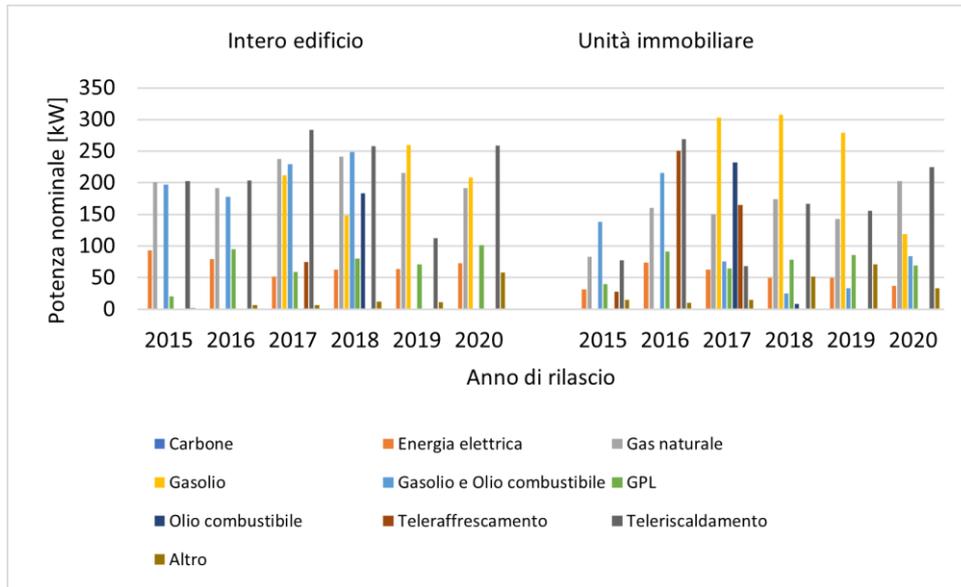


Grafico 86 - Distribuzione della media della potenza nominale dei vettori energetici impiegati negli impianti di riscaldamento del patrimonio edilizio non residenziale pesata sulla superficie di pavimento per motivazione di rilascio e anno di rilascio. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.

Non residenziale												
Potenza nominale [kW]	2015		2016		2017		2018		2019		2020	
	Intero ed.	Unità Imm.										
Carbone	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Energia elettrica	93,15	31,38	79,39	73,90	52,17	62,85	63,05	49,76	63,69	50,23	72,83	37,44
Gas naturale	200,99	83,46	191,36	160,12	237,62	150,34	241,66	174,59	216,07	142,96	191,38	202,41
GPL	20,68	39,64	95,06	91,03	58,74	64,45	79,93	78,79	70,91	85,95	101,92	69,05
Gasolio	0,00	0,00	0,00	0,00	212,23	303,12	148,42	307,26	260,21	279,26	208,47	119,04
Gasolio e olio combustibile	197,31	138,25	178,03	215,17	229,18	75,30	249,00	25,00	0,00	33,32	0,00	84,16
Olio combustibile	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	232,00	183,34	8,14	0,00	0,00	0,00	0,00
Teleraffrescamento	0,00	28,00	0,00	250,72	75,00	165,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Teleriscaldamento	202,57	77,13	203,41	268,91	283,70	68,56	257,85	166,40	112,79	156,10	258,77	225,17
Altro	1,76	14,83	6,98	10,02	6,76	14,98	12,64	52,16	10,90	71,45	58,55	33,55

Tabella 88 - Distribuzione della media della potenza nominale dei vettori energetici impiegati negli impianti di riscaldamento del patrimonio edilizio non residenziale pesata sulla superficie di pavimento per motivazione di rilascio e anno di rilascio. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.

Nel settore non residenziale la potenza nominale legata ai tipi di vettore energetico utilizzati per il riscaldamento raggiungono valori più alti rispetto al residenziale e con un andamento più irregolare dal 2015 al 2020. I valori medi di potenza nominale raggiunti da impianti a gasolio e impianti a gasolio e olio combustibile, partono da un minimo di 40 kW fino a un massimo di 300 kW.

Impianti alimentati da GPL vedono una potenza nominale che si aggira tra gli 20 e i 100 kW, mentre quelli alimentati da gas metano hanno una potenza nominale maggiore, che parte da un minimo di 80 kW fino a un massimo di 230 kW. L'andamento della potenza nominale non è caratterizzato da un trend costante.

Gli impianti di produzione di energia elettrica hanno una potenza nominale superiore alla categoria residenziale, con valori che si aggirano tra i 30 e gli 80 kW.

La potenza nominale installata degli impianti di teleriscaldamento raggiunge mediamente i 190 kW.

4.9. Raccomandazioni

4.9.1. Tipologia di intervento - Epoca di costruzione

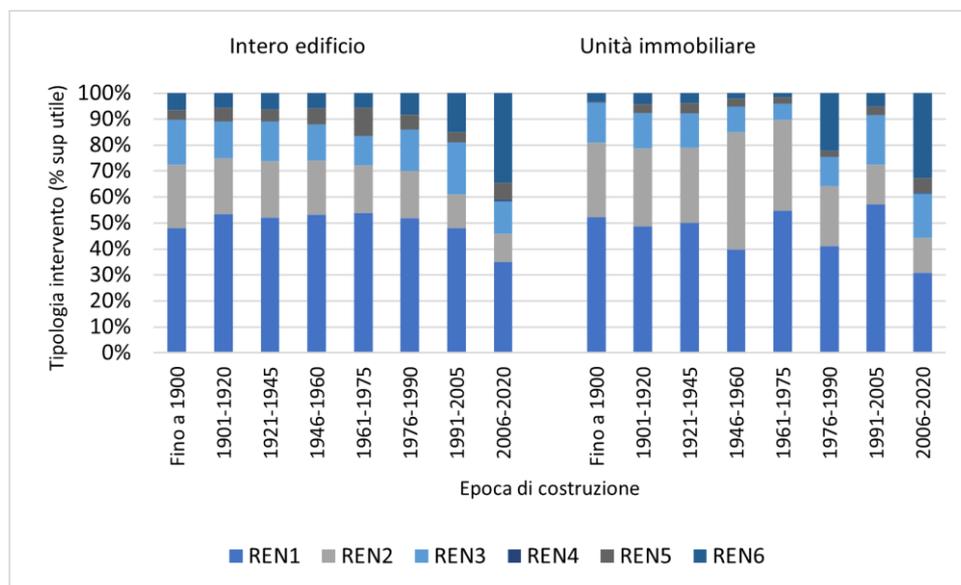


Grafico 87 - Tipologia di intervento del parco edilizio residenziale piemontese per epoca di costruzione. Percentuali riferite alla superficie utile di pavimento. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.

Residenziale																
	Fino 1900		1901-1920		1921-1945		1946-1960		1961-1975		1976-1990		1991-2005		2006-2020	
	Intero ed.	Unità Imm.														
REN1	9,95%	5,70%	2,44%	1,38%	5,55%	3,56%	8,27%	7,25%	12,81%	19,72%	5,98%	4,87%	3,08%	4,39%	2,38%	1,67%
REN2	5,07%	3,14%	0,97%	0,85%	2,32%	2,05%	3,25%	8,21%	4,33%	12,66%	2,10%	2,71%	0,84%	1,17%	0,74%	0,71%
REN3	3,56%	1,66%	0,64%	0,38%	1,61%	0,94%	2,14%	1,77%	2,69%	2,21%	1,84%	1,34%	1,28%	1,47%	0,85%	0,92%
REN4	0,04%	0,02%	0,02%	0,00%	0,02%	0,02%	0,04%	0,02%	0,04%	0,04%	0,01%	0,01%	0,01%	0,01%	0,05%	0,02%
REN5	0,78%	0,02%	0,23%	0,09%	0,49%	0,26%	0,94%	0,56%	2,58%	0,87%	0,64%	0,29%	0,25%	0,24%	0,44%	0,31%
REN6	1,33%	0,37%	0,26%	0,12%	0,66%	0,28%	0,91%	0,37%	1,31%	0,56%	0,97%	2,61%	0,96%	0,39%	2,35%	1,76%

Tabella 89 - Tipologia di intervento del parco edilizio residenziale piemontese per epoca di costruzione. Percentuali riferite alla superficie utile di pavimento. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.

Nella sezione “raccomandazioni” del database Regione Piemonte vengono indicati i tipi di intervento applicati all’edificio o all’unità immobiliare. Non vengono però indicate le combinazioni delle tipologie di intervento: dunque le successive analisi si baseranno sulle caratteristiche dei singoli interventi. Ricordiamo che i tipi di raccomandazione sono sei e classificati in base a dei codici. Questi ultimi vengono indicati come: REN 1 (fabbricato involucro opaco), REN 2 (fabbricato involucro trasparente), REN 3 (Impianto climatizzazione inverno), REN 4 (impianto climatizzazione estate), REN 5 (altri impianti) e REN 6 (fonti rinnovabili). In questa analisi viene stabilita la superficie totale di pavimento interessata dai singoli interventi di riqualificazione per epoca di costruzione, al fine di valutare quali tipi di intervento sono più frequenti all’interno del patrimonio edilizio. Si evince che per il patrimonio edilizio residenziale il 77,58% richiede tipologie di intervento legate alla riqualificazione dell’involucro opaco e dell’involucro trasparente (REN 1 e REN2), ovvero interventi quali isolamento dei componenti edilizi verticali e orizzontali opachi e sostituzione dei serramenti. In particolare la tipologia di intervento di REN 1 è la più frequente in quanto ricopre il 49,01% della superficie di pavimento totale. Decisamente minore è la percentuale del 15,38% legata agli interventi relativi agli impianti, ovvero

impianto di climatizzazione invernale, impianto di climatizzazione estiva e altri impianti (interventi REN 3, REN 4 e REN 5). Tra questi maggiore è la tipologia REN 3 legata all'impianto di climatizzazione invernale (interventi quali sostituzione o installazione del generatore di calore, ecc.), che occupa l'11,6% all'interno del campione. Minore è il ricorso a interventi legati all'impianto per la climatizzazione estiva (installazione caldaia a condensazione, impianto di climatizzazione ecc.). La tipologia di intervento REN 6, ovvero relativa alle fonti rinnovabili (interventi quali installazione del solare termico, ecc.) ricopre soltanto il 7,03%. Possiamo però riscontrare che in seguito al Decreto Legislativo 28/2011 gli interventi legati all'utilizzo di fonti energetiche rinnovabili aumenta molto, da una percentuale pari a 0,53% relativa agli edifici costruiti tra il 1991 e il 2005, fino a una percentuale del 1,91% relativa agli edifici costruiti in seguito al 2006. Le tipologie di intervento relative agli interi edifici mostrano un maggiore ricorso a interventi sull'impianto di climatizzazione e all'impiego di fonti energetiche rinnovabili dal momento in cui si tratta di edifici che richiedono un fabbisogno energetico maggiore.

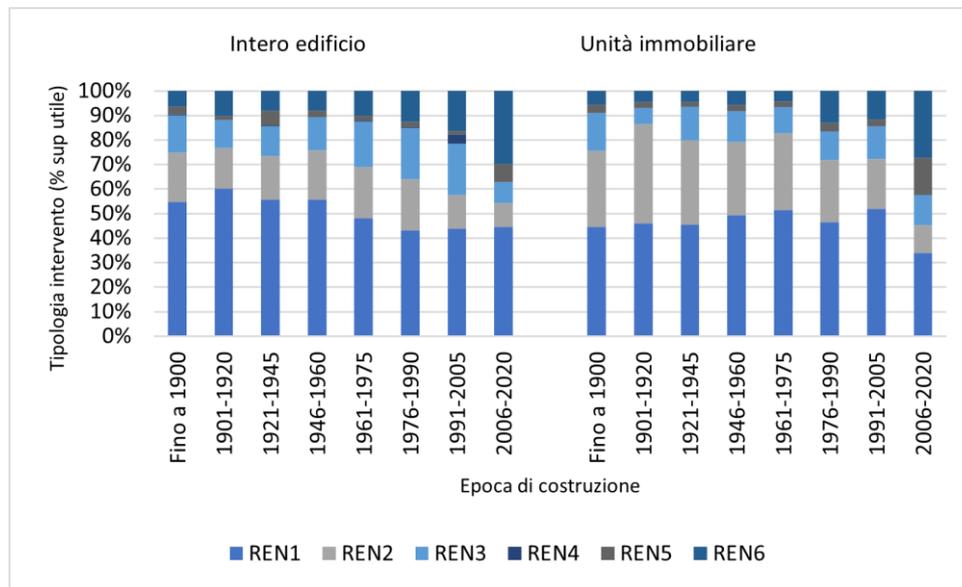


Grafico 88 - Tipologia di intervento del parco edilizio non residenziale piemontese per epoca di costruzione. Percentuali riferite alla superficie utile di pavimento. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.

Non residenziale																
	Fino 1900		1901-1920		1921-1945		1946-1960		1961-1975		1976-1990		1991-2005		2006-2020	
	Intero ed.	Unità Imm.														
REN1	5,41%	4,91%	0,91%	1,55%	3,06%	2,74%	6,81%	7,01%	10,77%	11,53%	7,82%	7,35%	7,81%	8,11%	5,64%	3,89%
REN2	1,98%	3,41%	0,25%	1,37%	0,98%	2,06%	2,45%	4,28%	4,63%	7,03%	3,75%	4,02%	2,49%	3,17%	1,24%	1,30%
REN3	1,49%	1,70%	0,17%	0,22%	0,67%	0,82%	1,64%	1,77%	4,16%	2,38%	3,78%	1,87%	3,70%	2,08%	1,08%	1,41%
REN4	0,05%	0,03%	0,00%	0,00%	0,01%	0,00%	0,01%	0,02%	0,07%	0,09%	0,05%	0,01%	0,68%	0,03%	0,04%	0,01%
REN5	0,32%	0,34%	0,02%	0,08%	0,33%	0,11%	0,31%	0,35%	0,45%	0,46%	0,41%	0,55%	0,27%	0,38%	0,89%	1,74%
REN6	0,62%	0,63%	0,15%	0,15%	0,44%	0,27%	0,98%	0,81%	2,26%	0,96%	2,26%	2,05%	2,90%	1,82%	3,78%	3,13%

Tabella 90 - Tipologia di intervento del parco edilizio non residenziale piemontese per epoca di costruzione. Percentuali riferite alla superficie utile di pavimento. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.

Il parco edilizio non residenziale presenta un andamento omogeneo con quello residenziale. Anche qui le tipologie di intervento legate alla riqualificazione dell'involucro opaco e dell'involucro trasparente (REN 1 e REN2) occupano gran parte del campione, ovvero il 69,87% (di cui il 47,65% per la categoria REN 1). La percentuale legata agli interventi relativi agli impianti (interventi REN 3, REN 4 e REN 5) è del 18,53%, maggiore rispetto al patrimonio residenziale. Anche in questo caso possiamo notare un aumento significativo

dell'utilizzo delle fonti rinnovabili (REN 6) a seguito dell'applicazione delle legislazioni in precedenza citate. La tipologia REN 6 vede un aumento dal 2,15% registrato per gli edifici costruiti tra il 1976 e il 1990 fino al 3,45% per gli edifici costruiti in seguito al 2006. Il settore non residenziale vede un maggiore ricorso all'utilizzo di fonti non rinnovabili rispetto al residenziale.

4.9.2. Tipologia di intervento - Classe energetica post intervento

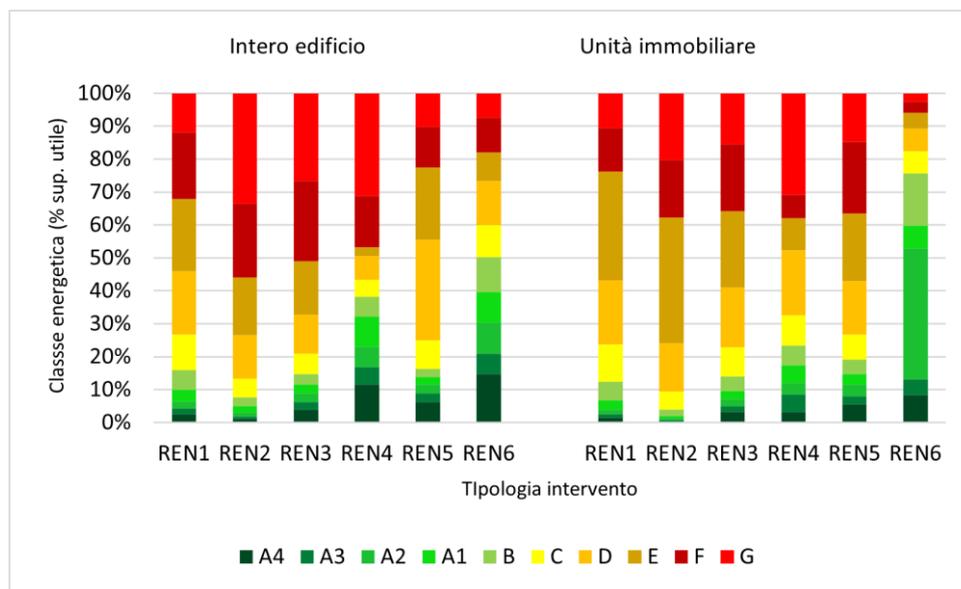


Grafico 89 - Distribuzione delle classi energetiche del parco edilizio residenziale piemontese per tipologia di intervento. Percentuali riferite alla superficie utile di pavimento. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.

Residenziale												
	REN1		REN2		REN3		REN4		REN5		REN6	
	Intero edificio	Unità Imm.										
A4	1,28%	0,73%	0,23%	0,08%	0,58%	0,35%	0,03%	0,00%	0,39%	0,16%	1,28%	0,55%
A3	0,84%	0,45%	0,14%	0,13%	0,34%	0,17%	0,01%	0,01%	0,17%	0,08%	0,54%	0,32%
A2	1,15%	0,70%	0,23%	0,16%	0,38%	0,23%	0,01%	0,00%	0,17%	0,10%	0,85%	2,63%
A1	1,73%	1,35%	0,37%	0,25%	0,37%	0,27%	0,02%	0,01%	0,15%	0,09%	0,80%	0,46%
B	3,04%	2,75%	0,51%	0,59%	0,48%	0,46%	0,01%	0,01%	0,16%	0,13%	0,92%	1,05%
C	5,43%	5,40%	1,14%	1,73%	0,91%	0,95%	0,01%	0,01%	0,55%	0,23%	0,85%	0,44%
D	9,70%	9,34%	2,58%	4,66%	1,73%	1,94%	0,02%	0,03%	1,95%	0,48%	1,19%	0,46%
E	11,09%	15,90%	3,43%	12,02%	2,36%	2,48%	0,01%	0,01%	1,39%	0,62%	0,76%	0,32%
F	10,16%	6,36%	4,42%	5,49%	3,57%	2,18%	0,03%	0,01%	0,79%	0,65%	0,92%	0,22%
G	6,04%	5,06%	6,55%	6,40%	3,89%	1,65%	0,07%	0,04%	0,64%	0,45%	0,65%	0,17%

Tabella 91 - Distribuzione delle classi energetiche del parco edilizio residenziale piemontese per tipologia di intervento. Percentuali riferite alla superficie utile di pavimento. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.

In questa analisi viene stabilita la superficie totale di pavimento interessata dai singoli interventi di riqualificazione per classe energetica, al fine di valutare quali tipi di intervento sono volti a un miglioramento della prestazione energetica dell'edificio o dell'unità immobiliare. Come descritto dall'analisi svolta in precedenza, gli interventi REN 1 (fabbricato involucro opaco) e REN 2 (fabbricato involucro trasparente) sono i più frequenti all'interno del parco edilizio. Interventi quali isolamento dei componenti edilizi verticali e orizzontali opachi e sostituzione dei serramenti non comportano un miglioramento dell'efficienza energetica del fabbricato rispetto alle altre tipologie di intervento. Possiamo notare infatti all'interno di queste due categorie di intervento è presente un numero percentuale minore legato alle classi energetiche più alte (A4-B) pari al 7,76%, mentre il numero percentuale legato alle classi intermedie (C-E) e basse (F e G) è

decisamente maggiore, rispettivamente del 45,17% e del 24,26%. Gli interventi legati all'involucro trasparente sono quelli che presentano la percentuale maggiore per la classe G, pari al 6,44%. Possiamo dunque dire che con queste tipologie di intervento non c'è un significativo passaggio di classe, si pensa per valori di trasmittanza piuttosto bassi dell'involucro opaco esistente e dell'involucro trasparente. Gli interventi relativi all'impianto di climatizzazione invernale ed estivo o ad altre tipologie di impianto (REN 3, REN 4 e REN 5) presentano invece una minore percentuale delle classi intermedie C-E (7,29%) ma soprattutto delle classi F e G (5,97%). La categoria REN 6 (fonti rinnovabili) è quella che riscontra un miglioramento delle prestazioni energetiche: infatti le classi più elevate A4-B rappresentano il 4,86% del campione edilizio residenziale mentre la classe peggiorativa G solo lo 0,29%. Gli interi edifici mostrano un passaggio di classe più difficile rispetto alle unità in quanto sono caratterizzati da classi energetiche più basse.

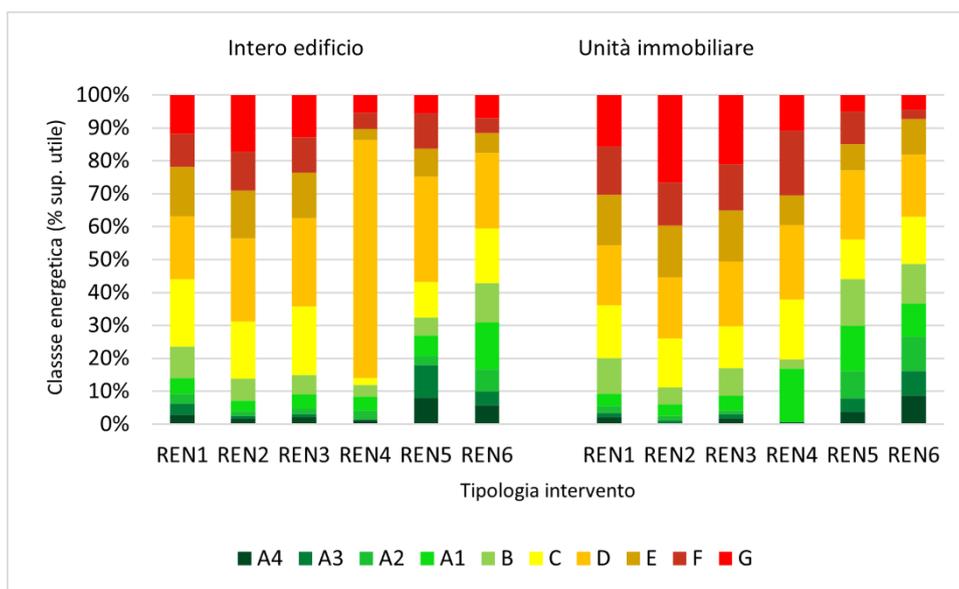


Grafico 90 - Distribuzione delle classi energetiche del parco edilizio non residenziale piemontese per tipologia di intervento. Percentuali riferite alla superficie utile di pavimento. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.

Non residenziale												
	REN1		REN2		REN3		REN4		REN5		REN6	
	Intero edificio	Unità Imm.										
A4	1,41%	1,00%	0,31%	0,08%	0,38%	0,23%	0,01%	0,00%	0,24%	0,16%	0,76%	0,86%
A3	1,58%	0,59%	0,15%	0,24%	0,14%	0,14%	0,00%	0,00%	0,30%	0,16%	0,58%	0,72%
A2	1,44%	1,04%	0,24%	0,35%	0,30%	0,14%	0,02%	0,00%	0,09%	0,34%	0,90%	1,02%
A1	2,31%	1,75%	0,57%	0,94%	0,72%	0,56%	0,04%	0,03%	0,19%	0,56%	1,92%	0,99%
B	4,63%	5,04%	1,18%	1,37%	0,96%	1,01%	0,03%	0,01%	0,17%	0,56%	1,58%	1,19%
C	9,90%	7,58%	3,08%	3,95%	3,49%	1,56%	0,02%	0,04%	0,32%	0,48%	2,22%	1,41%
D	9,22%	8,58%	4,49%	4,97%	4,48%	2,41%	0,67%	0,05%	0,96%	0,85%	3,09%	1,86%
E	7,20%	7,21%	2,59%	4,17%	2,30%	1,90%	0,03%	0,02%	0,26%	0,32%	0,79%	1,06%
F	4,91%	6,90%	2,08%	3,47%	1,79%	1,72%	0,05%	0,04%	0,33%	0,40%	0,63%	0,27%
G	5,62%	7,38%	3,07%	7,10%	2,13%	2,58%	0,05%	0,02%	0,17%	0,20%	0,93%	0,44%

Tabella 92 - Distribuzione delle classi energetiche del parco edilizio non residenziale piemontese per tipologia di intervento. Percentuali riferite alla superficie utile di pavimento. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.

Il patrimonio edilizio non residenziale presenta caratteristiche omogenee a quello residenziale. Per gli interventi REN 1 e REN 2 la percentuale legata alle classi energetiche più alte (A4-B) è del 13,12%. Il numero percentuale legato alle classi intermedie (C-E) e basse (F e G) è maggiore, rispettivamente del 36,46% e del 20,29%. Gli interventi relativi agli impianti (REN 3, REN 4 e REN 5) presentano anche qui una minore percentuale delle classi intermedie C-E e delle classi basse F e G, rispettivamente del 10,06% e del 4,74%.

Nella categoria REN 6 le classi più elevate A4-B rappresentano il 5,26% dell'intero campione mentre la classe peggiorativa G solo lo 0,68%. Le classi energetiche post intervento peggiorative (F e G) nel settore non residenziale ricoprono una percentuale minore rispetto al residenziale.

Possiamo notare, rispetto allo stato di fatto del parco edilizio, un innalzamento delle classi energetiche post intervento (presente nel paragrafo 4.3.4 che confronta la classe energetica con l'anno di rilascio), soprattutto delle classi intermedie (C-E) e delle classi alte (A4-B), con conseguente abbassamento delle classi F e G. Le classi A4-B passano da un 8,2% a un 15% nel residenziale e da un 16,9% a un 22,1% nel non residenziale.

4.9.3. EP_{gl, nren} singolo intervento: Tipologia di intervento - Anno di rilascio

In questo paragrafo vengono studiati i valori medi pesati sulla superficie di pavimento dell'indice di prestazione energetica non rinnovabile in base al tipo di intervento, studiandone l'andamento dal 2015 al 2020, ovvero il periodo di rilascio degli APE.

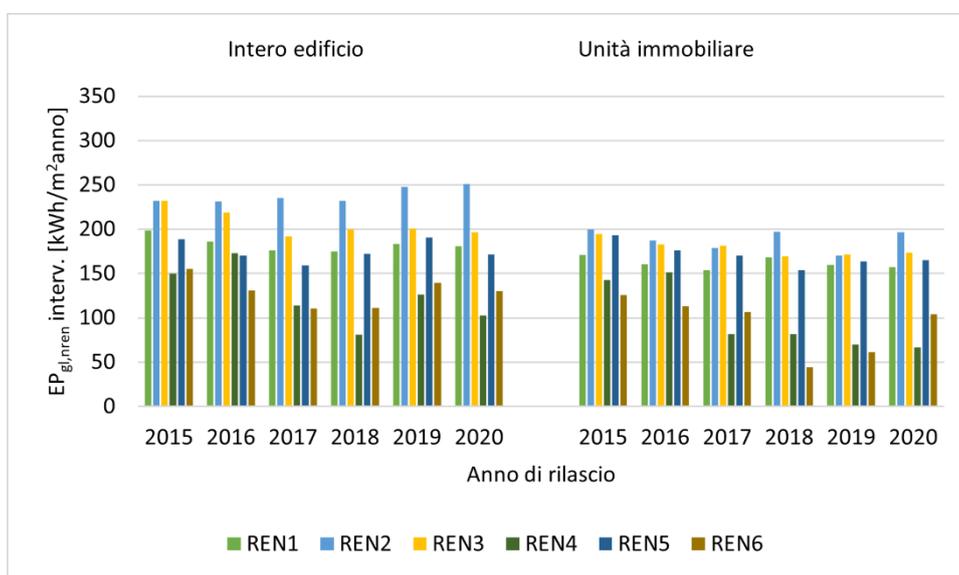


Grafico 91 - Distribuzione della media di EP_{gl, nren} del singolo intervento pesata sulla superficie di pavimento per tipologia d'intervento e anno di rilascio del settore residenziale. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.

Residenziale												
EP _{gl,ren} [kWh/m²anno]	2015		2016		2017		2018		2019		2020	
	Intero ed.	Unità Imm.										
REN1	198,49	171,04	186,33	160,45	175,95	153,66	174,89	168,24	183,39	159,82	180,79	156,97
REN2	231,71	199,86	231,54	187,32	235,15	179,01	231,90	197,37	247,52	170,02	251,26	196,81
REN3	232,16	194,38	218,57	182,44	191,97	181,14	199,65	169,88	200,22	171,42	196,23	173,28
REN4	150,16	142,39	173,05	151,50	113,64	81,59	80,73	81,81	126,37	70,09	102,52	66,85
REN5	188,67	193,40	170,07	176,08	159,36	170,37	172,55	153,62	190,60	163,99	171,90	165,01
REN6	154,96	125,72	130,98	113,24	110,68	106,30	111,05	44,59	139,10	61,67	130,45	103,90

Tabella 93 - Distribuzione della media di EP_{gl, nren} del singolo intervento pesata sulla superficie di pavimento per tipologia d'intervento e anno di rilascio del settore residenziale. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.

Il database della Regione Piemonte fornisce nella sezione raccomandazioni i valori di $EP_{gl,nren}$ relativi alle singole tipologie di intervento, espresso in kWh/m²anno. L'analisi dell'indice di prestazione energetica globale non rinnovabile è legata all'analisi precedentemente svolta sulle classi energetiche relative alle diverse tipologie di intervento. Si può notare che il valore di decresce in proporzione al tipo di intervento per il miglioramento dell'efficienza energetica dell'immobile o dell'unità immobiliare. Nel settore residenziale i valori più bassi di $EP_{gl,nren}$ sono quelli legati alle tipologie di intervento legate all'utilizzo di fonti energetiche rinnovabili (REN 6), che comportano un netto miglioramento della prestazione energetica e il passaggio alle classi A4-B. In seguito all'applicazione del D.M. 26/06/2015, che implementa gli obblighi relativi all'utilizzo di fonti energetiche rinnovabili, possiamo notare che i valori di $EP_{gl,nren}$ della categoria REN 6 vedono una decrescita, anche se irregolare, tra il 2015 e il 2020 sia per la categoria intero edificio sia per la categoria unità immobiliare. Il valore minore è registrato nel 2018, pari a 44,59 kWh/m²anno nella categoria unità immobiliare. Valori bassi si registrano anche per gli interventi legati agli impianti, soprattutto per le categorie REN 4 e REN 5, che comportano un passaggio a classi alte e intermedie. La categoria REN 3 (impianto di climatizzazione invernale) presenta invece valori corrispondenti a classi intermedie, che vedono però una decrescita tra il 2015 e il 2016.

I valori più elevati di $EP_{gl,nren}$ si registrano nelle categorie REN 1 e REN 2, ovvero gli interventi che riguardano l'involucro opaco e l'involucro trasparente, che rispetto alle altre tipologie di intervento sono quelle che comportano un minore miglioramento della prestazione energetica. I valori medi mostrano tra il 2015 e il 2016 un andamento più o meno costante nel tempo, con una leggera crescita nel 2020. In particolare, gli interventi legati all'involucro trasparente, quali ad esempio sostituzione dei serramenti, sono quelli che mostrano valori più alti, fino a un massimo di 251,26 kWh/m²anno (classe E). Anche qui i valori legati agli interi edifici risultano maggiori, dal momento in cui essendo edifici che richiedono un alto fabbisogno energetico il passaggio di classe risulterà difficoltoso.

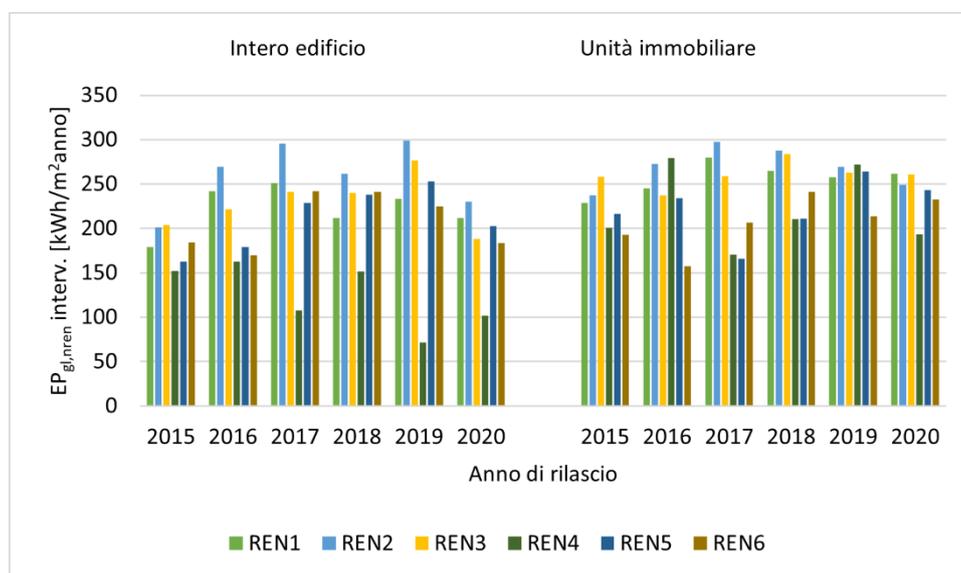


Grafico 92 - Distribuzione della media di $EP_{gl,nren}$ del singolo intervento pesata sulla superficie di pavimento per tipologia d'intervento e anno di rilascio del settore non residenziale. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.

Non residenziale												
EP _{gl,ren} [kWh/m ² anno]	2015		2016		2017		2018		2019		2020	
	Intero ed.	Unità Imm.										
REN1	179,11	228,75	241,57	244,94	250,73	279,82	211,82	264,89	233,42	257,44	211,72	261,59
REN2	201,50	237,25	269,69	272,71	295,31	297,44	261,37	287,59	299,20	269,14	230,22	248,81
REN3	203,94	258,25	221,85	237,45	241,19	258,83	239,82	284,01	276,42	263,04	188,35	260,81
REN4	152,08	200,81	162,78	278,96	107,80	170,48	151,38	210,74	71,55	271,89	101,87	193,37
REN5	162,91	216,02	179,29	233,92	228,54	166,02	237,92	211,28	253,10	264,21	202,33	243,24
REN6	184,41	192,71	169,68	157,23	241,74	206,73	241,02	241,42	225,04	213,40	183,50	232,99

Tabella 94 - Distribuzione della media di EP_{gl,ren} del singolo intervento pesata sulla superficie di pavimento per tipologia d'intervento e anno di rilascio del settore non residenziale. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.

La categoria non residenziale presenta valori più alti di EP_{gl,ren} legati alle tipologie di intervento e con un andamento più irregolare rispetto alla categoria residenziale. Le categorie REN 6 (fonti rinnovabili), REN 4 (impianto di climatizzazione estiva) e REN 5 (altri impianti) sono quelli che registrano i valori medi più bassi, mentre le categorie REN 1 (fabbricato involucro opaco), REN 2 (fabbricato involucro trasparente) e REN 3 (impianto di climatizzazione invernale) sono quelli che registrano i valori medi più alti. Il valore più alto viene registrato nel 2019, pari a 299,20 kWh/m²/anno (classe F) per la tipologia REN2 per la categoria intero edificio. I valori legati al settore non residenziale risultano maggiori, dal momento in cui essendo edifici che richiedono un alto fabbisogno energetico il passaggio di classe risulterà più difficile.

Possiamo evincere che i valori di EP_{gl,ren} a seguito dell'intervento sono più bassi rispetto a quelli relativi allo stato di fatto del parco edilizio (paragrafo 4.4.2 che confronta i valori dell'indice di prestazione con l'epoca di costruzione e l'anno di rilascio) con conseguenze miglioramento della prestazione energetica.

EP _{gl,ren} [kWh/m ² anno]						
	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Residenziale	195,32	185,04	179,18	175,69	178,81	180,23
Non residenziale	267,45	267,65	276,76	265,87	270,95	265,50

Tabella 95 - Variazione dei valori medi dell'indice di prestazione energetica non rinnovabile EP_{gl,ren} post intervento nel periodo 2015-2020 del parco edilizio residenziale e non residenziale piemontese. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.

Confrontando i valori della [tabella 33](#) relativa alla media statistica dell'indice di prestazione energetica non rinnovabile dello stato di fatto del parco edilizio, possiamo notare l'abbassamento dei valori di EP_{gl,ren} degli interventi tra il 2015 e il 2016. Lo stato di fatto del parco edilizio mostra valori di EP_{gl,ren} più alti, mediamente tra 220 e 350 kWh/m²anno, mentre i valori di EP_{gl,ren} post intervento risultano minori (tra 170 e 260 kWh/m²anno).

5. ANALISI DELLA PRESTAZIONE ENERGETICA

Le analisi che seguono riportano i risultati relativi all'indice di prestazione energetica non rinnovabile rappresentato in funzione della superficie utile di pavimento del patrimonio edilizio residenziale e non residenziale. Le analisi sono sempre a due parametri come nel capitolo precedente e i valori sempre riferiti all'anno di rilascio degli attestati, quindi dal 2015 al 2020. Questa analisi è stata svolta al fine di verificare quanto l'indice di prestazione energetica non rinnovabile dipenda dalla superficie utile di pavimento, che per semplificazione fa sempre riferimento alla superficie riscaldata, in base ai parametri analizzati.

5.1. $EP_{gl,nren}$ rapportato alla superficie

5.1.1. $EP_{gl,nren}$ e superficie utile: Tipologia costruttiva - Anno di rilascio

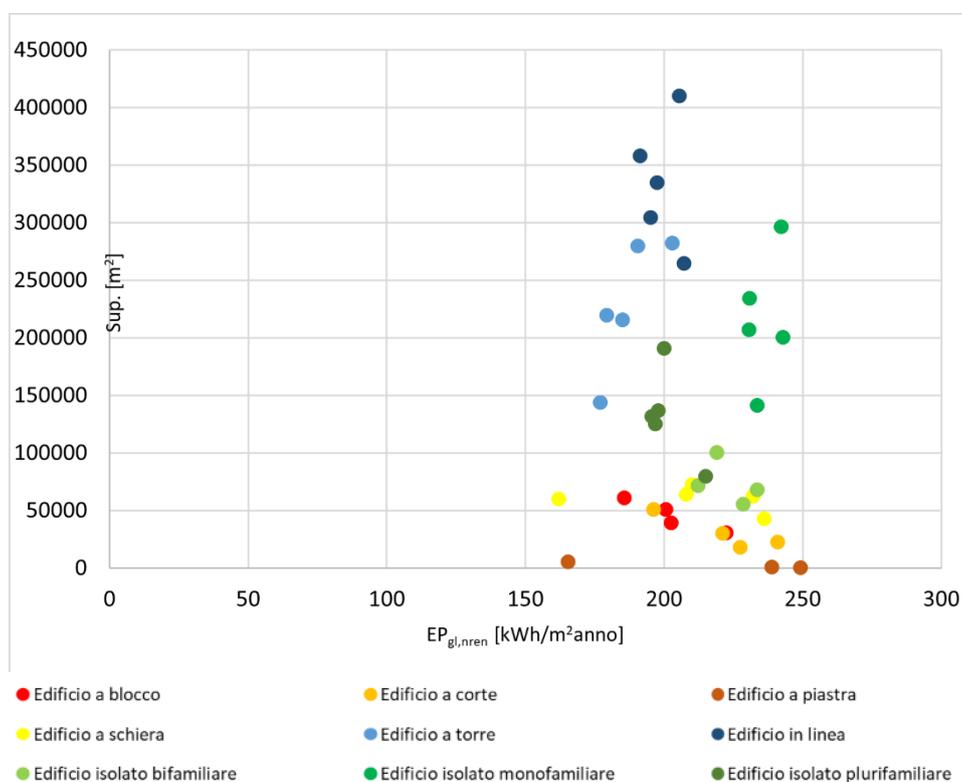


Grafico 93 - Relazione tra l'indice di prestazione energetica non rinnovabile $EP_{gl,nren}$ nel periodo di rilascio 2015-2020 pesato sulla superficie di pavimento e la superficie stessa del parco edilizio residenziale per tipologia costruttiva. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.

Residenziale						
EP _{gl,ren} [kWh/m ² anno]	2015	2016	2017	2018	2019	2020
A Blocco	0	0	222,46	200,65	185,71	202,46
A Corte	0	0	227,43	221,20	196,16	240,93
A Piastra	0	0	238,80		165,47	249,14
A Schiera	0	162,04	208,12	232,01	210,10	236,02
A Torre	0	202,94	190,55	185,03	179,29	177,01
In Linea	0	191,30	197,41	195,13	205,51	207,28
Monofamiliare	0		228,44	212,34	219,07	233,52
Bifamiliare	0	233,49	230,71	230,91	242,19	242,77
Plurifamiliare	0	215,08	196,75	197,83	200,10	195,47
Altro	0	279,80	227,29	213,53	242,23	241,62
Nessuna categoria	283,25	257,25	0	0	0	0

Residenziale						
Sup utile [m ²]	2015	2016	2017	2018	2019	2020
A Blocco	0	0	30503	50918	60979	39375
A Corte	0	0	18349	30300	50983	22900
A Piastra	0	0	878	1597	5625	547
A Schiera	0	60236	63882	62500	72572	42979
A Torre	0	282178	279966	215573	219665	143935
In Linea	0	358258	335096	304410	410006	264735
Monofamiliare	0		55517	71572	100643	67888
Bifamiliare	0	141574	207276	234591	296564	200440
Plurifamiliare	0	79576	125250	136678	190682	131711
Altro	0	45112	40431	38486	38242	22295
Nessuna categoria	164092	221676	0	0	0	0

Tabella 96 - Relazione tra l'indice di prestazione energetica non rinnovabile EP_{gl,nren} nel periodo di rilascio 2015-2020 pesato sulla superficie di pavimento e la superficie stessa del parco edilizio residenziale per tipologia costruttiva. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.

In ascissa vengono rappresentati i valori pesati di EP_{gl,nren} sulla superficie di pavimento espressi in kWh/m²anno, in ordinata la sommatoria della superficie di pavimento, espressa in m². Come analizzato nel capitolo precedente, il patrimonio edilizio residenziale è caratterizzato dalla maggior parte di casi da edifici con blocchi di appartamenti, ovvero edifici a blocco, a corte, a piastra, a schiera, a torre e in linea (ovvero il 55,52% del campione). Gli attestati che ricadono in questa categoria si riferiscono per la maggior parte dei casi a singole unità immobiliari (o gruppi di unità immobiliare) e ricoprono la maggior parte della superficie del campione. Gli attestati riferiti a unità che rientrano negli edifici in linea e edifici a torre rappresentano un'area maggiore e valori più bassi di EP_{gl,nren}, tra i 180 e i 210 kWh/m²anno, di conseguenza con una migliore prestazione energetica. Gli edifici isolati monofamiliari e plurifamiliari si riferiscono per la maggior parte dei casi a interi edifici e ricoprono una superficie intermedia/elevata e hanno prestazioni energetiche minori in quanto i valori di EP_{gl,nren} sono molto alti e arrivano fino a 240 kWh/m²anno. Gli edifici a blocco, a corte e a schiera sono quelli caratterizzati da una superficie minore e prestazioni energetiche intermedie (EP_{gl,nren} che si aggira tra 180 e 240 kWh/m²anno).

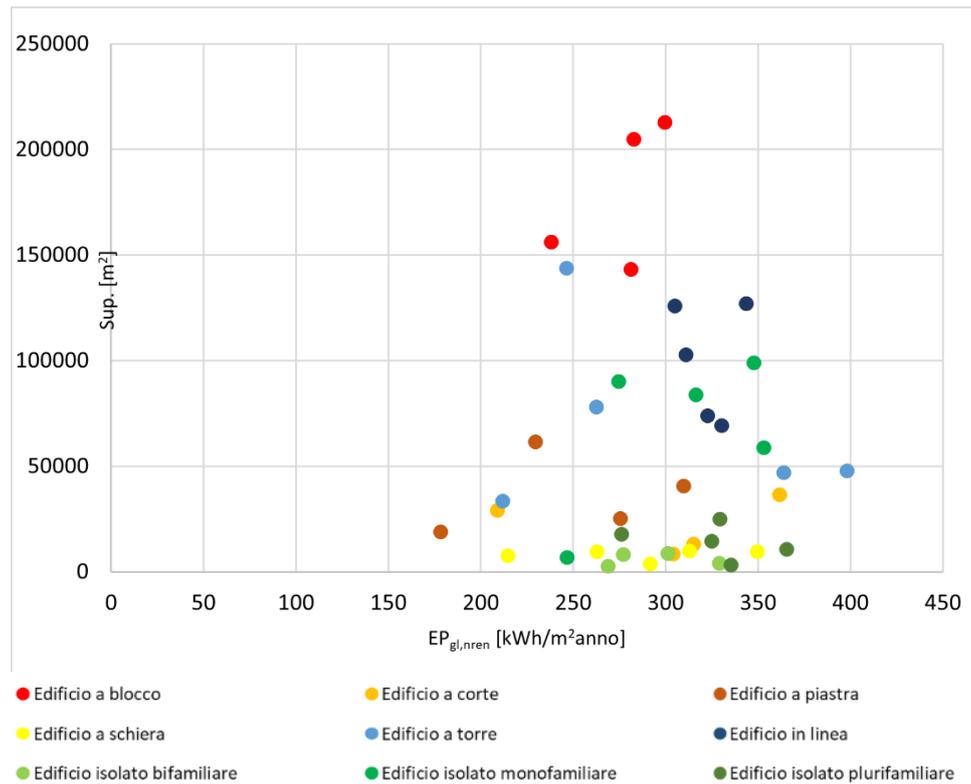


Grafico 94 - Relazione tra l'indice di prestazione energetica non rinnovabile $EP_{gl,ren}$ nel periodo di rilascio 2015-2020 pesato sulla superficie di pavimento e la superficie stessa del parco edilizio non residenziale per tipologia costruttiva. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.

Non residenziale						
$EP_{gl,ren}$ [kWh/m²anno]	2015	2016	2017	2018	2019	2020
A Blocco	0	0	281,07	282,67	299,59	238,02
A Corte	0	0	315,23	208,89	361,75	303,93
A Piastra	0	0	309,69	275,65	229,49	178,43
A Schiera	0	291,79	214,73	312,80	349,79	262,77
A Torre	0	262,67	364,05	398,13	246,52	211,78
In Linea	0	322,77	311,08	343,74	305,07	330,22
Monofamiliare	0	0	329,20	301,07	277,02	268,81
Bifamiliare	0	246,70	353,19	274,53	347,70	316,37
Plurifamiliare	0	335,24	365,44	324,88	329,43	276,27
Altro	0	290,67	380,55	270,73	310,78	275,66
Nessuna categoria	288,41	258,67	0	0	0	0

Non residenziale						
Sup utile [m²]	2015	2016	2017	2018	2019	2020
A Blocco	0	0	143326	204749	212726	156052
A Corte	0	0	13173	29027	36439	8359
A Piastra	0	0	40491	25118	61557	18805
A Schiera	0	3697	7570	9699	9568	9547
A Torre	0	78022	46900	47684	143687	33430
In Linea	0	73835	102690	127081	125887	69148
Monofamiliare	0		4155	8813	8134	2526
Bifamiliare	0	6709	58735	90234	98991	83915

Plurifamiliare	0	3083	10593	14403	25066	17786
Altro	0	331548	382905	277658	228115	115903
Nessuna categoria	225013	235006	0	0	0	0

Tabella 97 - Relazione tra l'indice di prestazione energetica non rinnovabile $EP_{gl,nren}$ nel periodo di rilascio 2015-2020 pesato sulla superficie di pavimento e la superficie stessa del parco edilizio non residenziale per tipologia costruttiva. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.

Discorso diverso vale per il patrimonio edilizio residenziale, caratterizzato da un 43,99% della superficie di pavimento da edifici costituiti da blocchi di unità. Gli edifici a blocco sono quelli che hanno un'area maggiore e con valori di $EP_{gl,nren}$ intermedi rispetto alle altre tipologie edilizie (tra i 230 e 300 kWh/m²anno). Gli edifici in linea ricoprono un'elevata superficie (minore rispetto di quelli a blocco) ma presentano peggiori prestazioni energetiche. Gli edifici a corte e a schiera ricoprono una superficie minore con valori di $EP_{gl,nren}$ molto variabili. In questo tipo di analisi non esiste una particolare correlazione tra indice di prestazione energetica non rinnovabile e superficie utile, in quanto la categoria residenziale ha dimostrato che avendo una estrema diversità di destinazioni d'uso non presenta un andamento lineare per i valori medi di $EP_{gl,nren}$. L'unica caratteristica che si può riscontrare è che i valori dell'indice di prestazione energetica non rinnovabile sono più elevati rispetto al residenziale, nonostante la sommatoria della superficie minore.

5.1.2. $EP_{gl,nren}$ e superficie utile: Motivazione di rilascio - Anno di rilascio

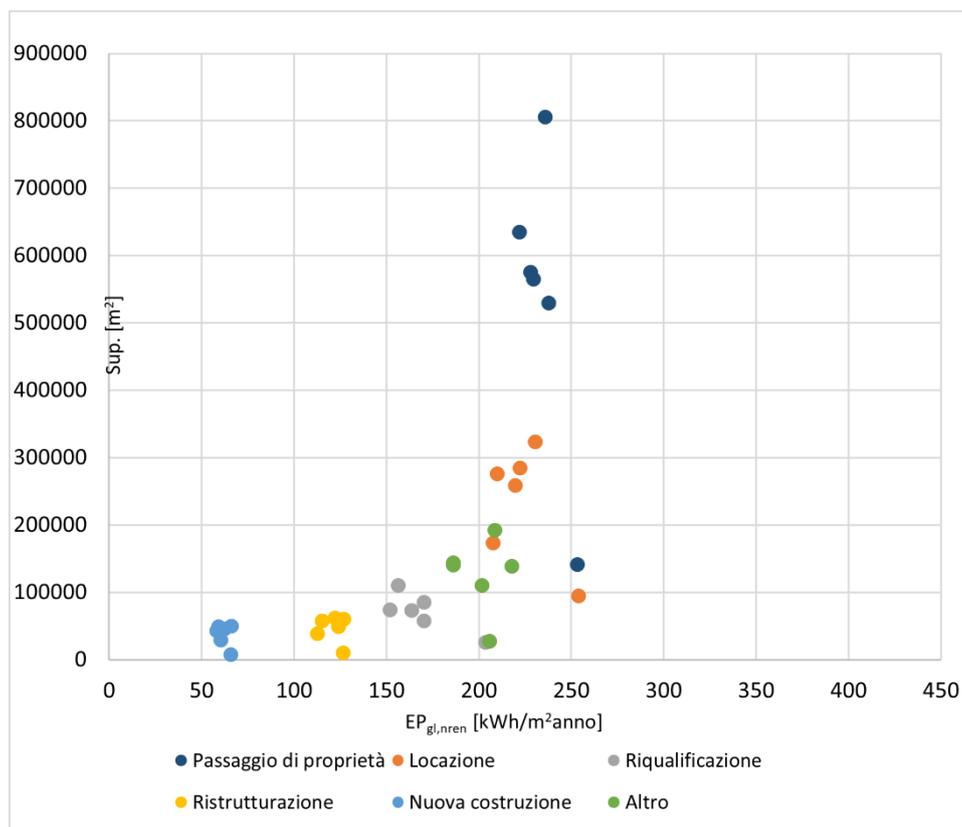


Grafico 95 - Relazione tra l'indice di prestazione energetica non rinnovabile $EP_{gl,nren}$ nel periodo di rilascio 2015-2020 pesato sulla superficie di pavimento e la superficie stessa del parco edilizio residenziale per motivazione di rilascio. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.

Residenziale						
EP _{gl,ren} [kWh/m ² anno]	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Passaggio di proprietà	253,28	222,00	229,46	227,84	236,00	237,87
Locazione	254,00	230,50	222,11	219,67	209,87	207,77
Riqualificazione energetica	203,70	170,19	163,64	151,91	156,44	170,44
Ristrutturazione importante	126,60	127,04	124,08	115,18	122,16	112,62
Nuova costruzione	65,88	66,15	62,36	58,16	59,00	60,52
Altro	205,84	208,63	186,05	217,76	186,12	201,62

Residenziale						
Superficie riscaldata [m ²]	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Passaggio di proprietà	141168	634853	564697	575256	805835	529272
Locazione	94606	323263	284367	258519	275688	173546
Riqualificazione energetica	25444	84716	73311	73978	110284	57408
Ristrutturazione importante	9766	60257	48714	57547	61769	38172
Nuova costruzione	7857	49905	45808	42457	48785	28886
Altro	27381	192198	140249	138868	143600	110107

Tabella 98 - Relazione tra l'indice di prestazione energetica non rinnovabile EP_{gl,ren} nel periodo di rilascio 2015-2020 pesato sulla superficie di pavimento e la superficie stessa del parco edilizio residenziale per motivazione di rilascio. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.

Possiamo evincere dai grafici che gli interventi che comportano un miglioramento della prestazione energetica (nuova costruzione, ristrutturazione importante e riqualificazione energetica) riguardano immobili che ricoprono una superficie minore e presentano valori di EP_{gl,ren} molti bassi, quindi migliori dal punto di vista energetico. In particolare gli interventi di nuova costruzione sono quelli che presentano un'area inferiore all'interno del campione e con la migliore prestazione energetica (con valori medi di EP_{gl,ren} tra 60 e 66 kWh/m²anno). Motivazioni che non comportano un innalzamento delle performance energetiche, quali passaggio di proprietà e locazione, sono caratterizzate invece da un'area maggiore (in particolare gli attestati che rientrano nei passaggi di proprietà) e minori prestazioni energetiche, quindi con valori di EP_{gl,ren} molto alti, fino a un massimo di 250 kWh/m²anno.

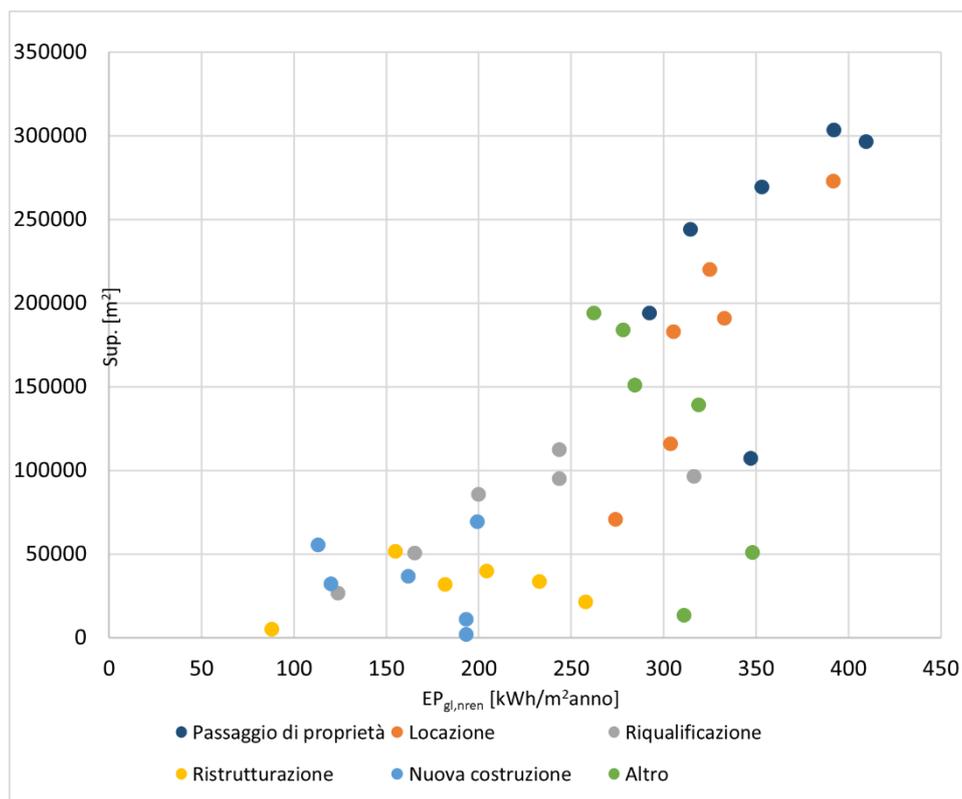


Grafico 96 - Relazione tra l'indice di prestazione energetica non rinnovabile $EP_{gl,ren}$ nel periodo di rilascio 2015-2020 pesato sulla superficie di pavimento e la superficie stessa del parco edilizio non residenziale per motivazione di rilascio. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.

Non residenziale						
$EP_{gl,ren}$ [kWh/m²anno]	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Passaggio di proprietà	347,11	314,62	409,40	353,02	392,07	292,37
Locazione	273,89	332,87	324,89	305,17	391,81	303,65
Riqualificazione energetica	123,71	165,25	316,47	243,39	243,55	199,90
Ristrutturazione importante	88,04	204,14	257,83	232,66	181,90	154,76
Nuova costruzione	193,03	113,14	161,95	120,12	199,07	193,06
Altro	310,92	284,25	318,88	262,19	278,19	347,99

Non residenziale						
Superficie riscaldata [m²]	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Passaggio di proprietà	107191	243983	296546	269420	303619	194038
Locazione	70675	190809	220166	182858	272803	115739
Riqualificazione energetica	26456	50599	96552	94898	112273	85513
Ristrutturazione importante	5111	39951	21404	33565	31736	51764
Nuova costruzione	1990	55492	36774	32061	69438	11155
Altro	13591	151066	139095	193908	183979	50977

Tabella 99 - Relazione tra l'indice di prestazione energetica non rinnovabile $EP_{gl,ren}$ nel periodo di rilascio 2015-2020 pesato sulla superficie di pavimento e la superficie stessa del parco edilizio non residenziale per motivazione di rilascio. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.

Il patrimonio edilizio residenziale rispecchia in questa analisi le stesse caratteristiche di quello residenziale, con la differenza che a superfici utili minori (in quanto è presente un minor numero di attestati ricadenti in questa tipologia) corrispondono valori di indice di prestazione energetica non rinnovabile più elevati. Anche qui le nuove costruzioni, le riqualificazioni energetiche e le ristrutturazioni importanti rappresentano l'area del grafico con una superficie minore e le migliori prestazioni energetiche, mentre passaggi di proprietà e locazioni ricoprono l'area maggiore e presentano le peggiori prestazioni energetiche.

5.1.3. EP_{gl, nren} e superficie utile: Epoca di costruzione - Anno di rilascio

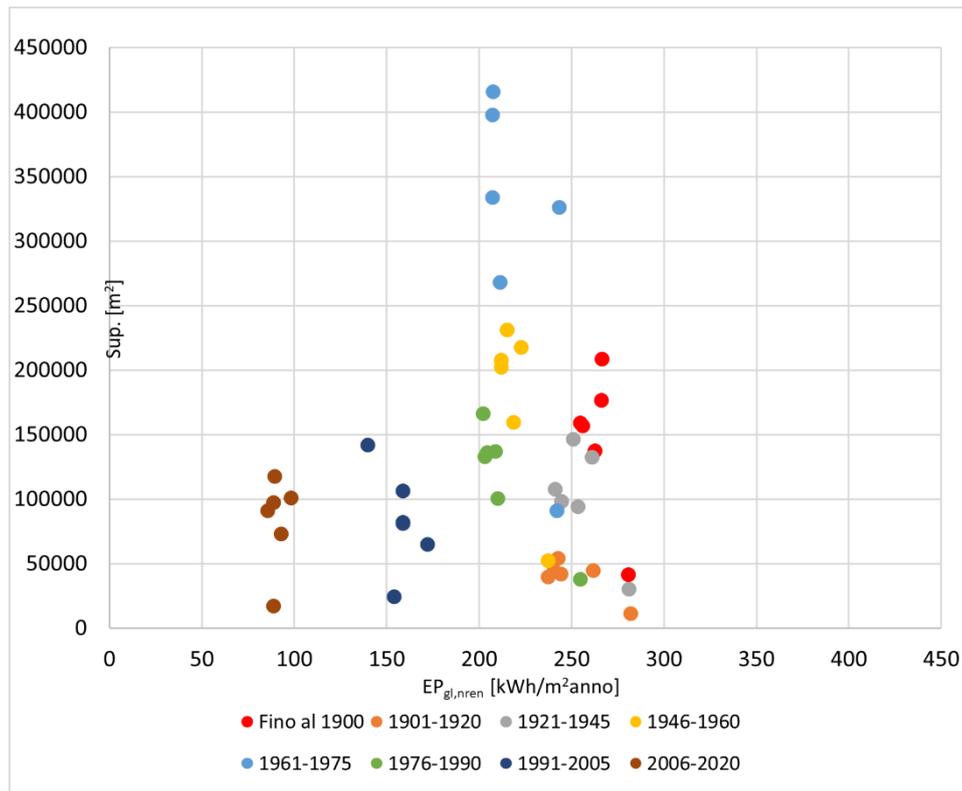


Grafico 97 - Relazione tra l'indice di prestazione energetica non rinnovabile EP_{gl,nren} nel periodo di rilascio 2015-2020 pesato sulla superficie di pavimento e la superficie stessa del parco edilizio residenziale per anno di costruzione. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.

Residenziale						
EP _{gl,ren} [kWh/m²anno]	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Fino a 1900	280,65	266,04	256,04	254,86	266,37	262,56
1901-1920	282,05	261,73	240,53	244,42	242,77	237,23
1921-1945	281,08	260,96	244,69	241,07	250,82	253,46
1946-1960	237,24	222,70	211,91	211,91	215,10	218,58
1961-1975	242,17	207,27	207,34	243,30	207,62	211,45
1976-1990	254,60	203,06	208,72	204,36	202,28	209,98
1991-2005	153,92	139,64	158,63	158,85	158,69	172,18
2006-2020	88,63	98,09	88,60	85,59	89,52	92,96

Residenziale						
Superficie riscaldata [m ²]	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Fino a 1900	41390	176652	156907	158913	208448	137259
1901-1920	11265	44794	44824	41934	53979	39730
1921-1945	30138	132594	98192	107672	146382	94355
1946-1960	52503	217552	207616	202234	231293	159457
1961-1975	91067	397853	333886	326306	415813	267927
1976-1990	38048	132902	136927	136193	166195	100572
1991-2005	24569	141905	81331	82193	106355	64972
2006-2020	17241	101134	97462	91179	117495	73118

Tabella 100 - Relazione tra l'indice di prestazione energetica non rinnovabile $EP_{gl,nren}$ nel periodo di rilascio 2015-2020 pesato sulla superficie di pavimento e la superficie stessa del parco edilizio residenziale per anno di costruzione. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.

Si può evincere dal grafico che gli edifici costruiti prima della Seconda Guerra Mondiale, quindi nell'epoca di costruzione tra il 1900 e il 1945, sono quelli che ricoprono un'area minore all'interno del campione (in particolare quelli costruiti tra il 1901 e il 1920) e presentano le prestazioni energetiche minori, con valori di $EP_{gl,nren}$ che arrivano fino a 280 kWh/m²anno. Questi ultimi sono infatti edifici che richiedono un alto fabbisogno energetico. Gli edifici costruiti tra il 1961 e il 1975 (anni del boom edilizio) rappresentano l'area maggiore tra gli edifici residenziale, con prestazioni energetiche intermedie (intorno ai 200 kWh/m²anno). Gli edifici appartenenti alle epoche di costruzione 1991-2005 e 2006-2020 vedono un'area minore e le migliori prestazioni energetiche, con valori di $EP_{gl,nren}$ più bassi (tra 85 e 98 kWh/m²anno) rispetto alle epoche precedenti.

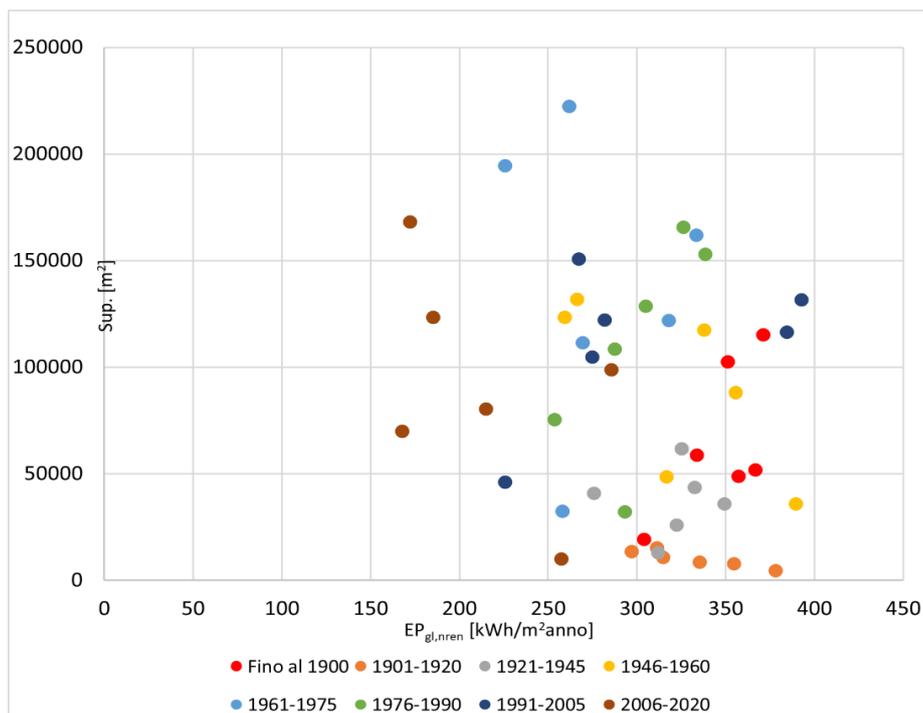


Grafico 98 - Relazione tra l'indice di prestazione energetica non rinnovabile $EP_{gl,nren}$ nel periodo di rilascio 2015-2020 pesato sulla superficie di pavimento e la superficie stessa del parco edilizio non residenziale per anno di costruzione. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.

Non residenziale						
EP _{gl,ren} [kWh/m ² anno]	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Fino a 1900	303,88	366,67	333,71	351,25	371,02	357,21
1901-1920	378,15	297,06	354,55	314,82	311,24	335,40
1921-1945	311,80	332,63	349,19	275,75	325,28	322,19
1946-1960	389,51	259,29	355,58	266,24	337,91	316,72
1961-1975	258,01	317,83	333,43	225,78	261,93	269,31
1976-1990	293,12	287,64	338,63	305,07	326,03	253,74
1991-2005	225,83	281,78	267,10	384,47	392,77	274,71
2006-2020	257,36	185,20	214,85	285,75	172,10	167,83

Non residenziale						
Superficie riscaldata [m ²]	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Fino a 1900	19108	51718	58829	102511	115254	48669
1901-1920	4641	13433	7815	10810	15229	8463
1921-1945	13086	43454	35793	40840	61644	25917
1946-1960	35762	123273	88130	131688	117318	48625
1961-1975	32373	121926	161820	194370	222237	111527
1976-1990	32204	108345	152826	128662	165603	75317
1991-2005	46140	122179	150597	116518	131470	104598
2006-2020	9928	123379	80285	98720	168136	70030

Tabella 101 - Relazione tra l'indice di prestazione energetica non rinnovabile EP_{gl,ren} nel periodo di rilascio 2015-2020 pesato sulla superficie di pavimento e la superficie stessa del parco edilizio non residenziale per anno di costruzione. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.

Discorso diverso vale per il settore non residenziale in quanto i valori di EP_{gl,ren} risultano avere un comportamento meno costante, dovuto all'estrema diversità e eterogeneità delle destinazioni d'uso presenti all'interno di questa categoria. Possiamo generalmente notare però che gli edifici costruiti tra il 1900 e il 1945 sono quelli che nel grafico rappresentano l'area minore e le peggiori prestazioni energetiche, con valori di che arrivano fino a un massimo di 371,02 kWh/m²anno. Gli edifici costruiti tra il 1961 e il 1975 registrano la superficie più elevata con prestazioni energetiche intermedie/alte, con valori di EP_{gl,ren} tra 220 e 330 kWh/m²anno. Gli edifici costruiti tra il 1976 e il 2005 hanno risultati poco leggibili. Gli edifici costruiti tra il 2006 e il 2020 presentano un'area intermedia e le migliori prestazioni energetiche (170-230 kWh/m²anno).

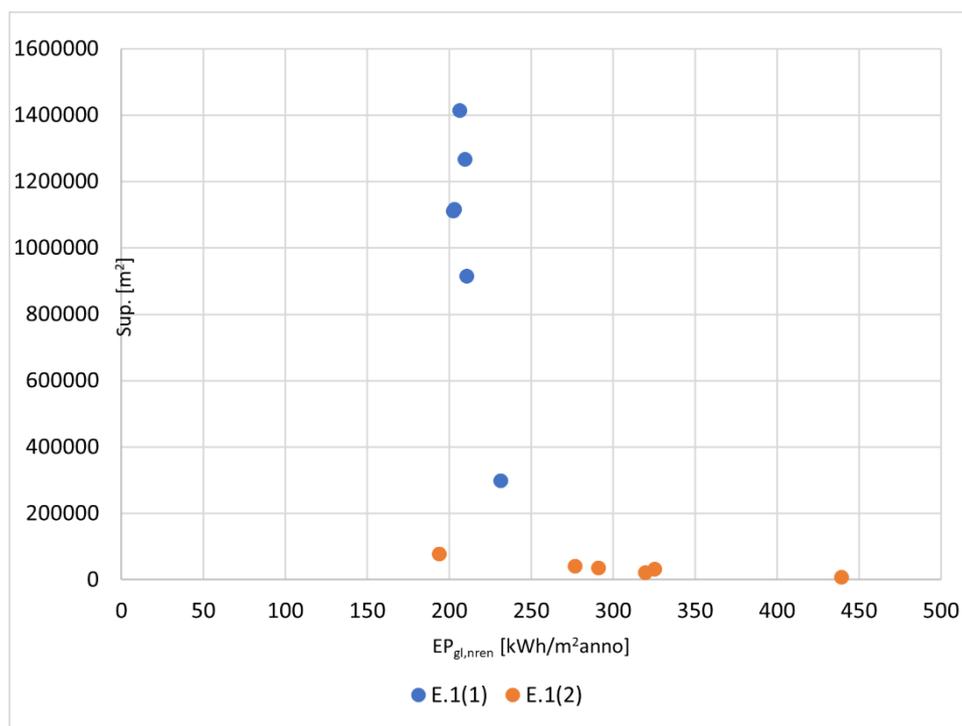
5.1.4. EP_{gl, nren} e superficie utile: Destinazione d'uso - Anno di rilascio


Grafico 99 - Relazione tra l'indice di prestazione energetica non rinnovabile $EP_{gl,nren}$ nel periodo di rilascio 2015-2020 pesato sulla superficie di pavimento e la superficie stessa del parco edilizio residenziale per destinazione d'uso. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.

Residenziale						
EP _{gl,ren} [kWh/m²anno]	2015	2016	2017	2018	2019	2020
E.1(1)	231,56	209,75	203,33	202,45	206,52	210,78
E.1(2)	439,26	193,91	276,87	291,02	325,24	319,66

Residenziale						
Superficie riscaldata [m²]	2015	2016	2017	2018	2019	2020
E.1(1)	298786	1266992	1115788	1111255	1413825	915265
E.1(2)	7435	78394	41358	35370	32136	22125

Tabella 102 - Relazione tra l'indice di prestazione energetica non rinnovabile $EP_{gl,nren}$ nel periodo di rilascio 2015-2020 pesato sulla superficie di pavimento e la superficie stessa del parco edilizio residenziale per destinazione d'uso. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.

La destinazione d'uso E.1(1) relativa alle residenze con carattere continuativo ricopre la maggior parte della superficie e presenta valori di $EP_{gl,ren}$ più bassi (200-230 kWh/m²anno), quindi con caratteristiche di performance energetica più elevate. La destinazione d'uso E.1(2) relativa alle residenze con occupazione saltuaria rappresentano una superficie minore e con valori di $EP_{gl,ren}$ più alti (fino a un massimo di 440 kWh/m²anno).

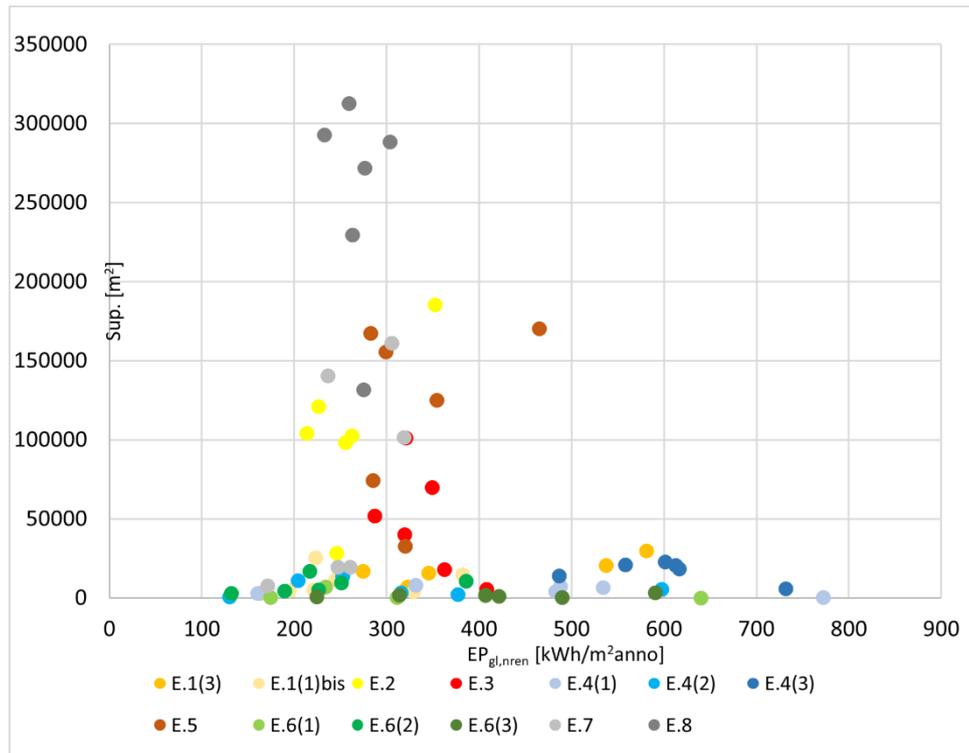


Grafico 100 - Relazione tra l'indice di prestazione energetica non rinnovabile $EP_{gl,ren}$ nel periodo di rilascio 2015-2020 pesato sulla superficie di pavimento e la superficie stessa del parco edilizio non residenziale per destinazione d'uso. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.

EP _{gl,ren} [kWh/m ² anno]	Non residenziale					
	2015	2016	2017	2018	2019	2020
E.1(1) bis	162,14	345,18	274,27	537,23	581,22	322,52
E.1(3)	221,35	382,29	194,83	222,99	244,96	328,98
E.2	246,12	226,06	262,22	255,24	352,22	213,52
E.3	408,40	286,84	362,69	349,28	321,03	319,76
E.4 (1)	772,41	534,51	160,58	483,18	331,37	487,77
E.4 (2)	129,97	315,60	252,13	204,31	597,55	377,29
E.4 (3)	732,19	613,00	616,27	558,03	601,38	486,57
E.5	320,31	299,32	468,21	354,20	283,02	285,45
E.6(1)	407,20	639,98	174,36	0,00	311,07	233,81
E.6(2)	132,14	251,25	385,70	189,49	216,67	226,45
E.6(3)	489,95	421,52	590,57	224,63	313,53	407,07
E.7	171,20	260,23	305,67	318,65	236,24	247,26
E.8	275,04	259,39	303,66	232,52	276,66	263,02

Non residenziale						
Sup. risc. [m ²]	2015	2016	2017	2018	2019	2020
E.1(1) bis	2891	15828	16833	20497	29821	6775
E.1(3)	5073	14821	4826	25328	11251	4013
E.2	28456	120998	102579	98043	185291	104192
E.3	5294	51919	17908	69817	100983	39863
E.4 (1)	350	6452	2818	4065	8005	7151
E.4 (2)	713	3281	13437	10963	5428	2211
E.4 (3)	5681	20660	18467	20832	22635	13924
E.5	32630	155569	170270	125057	167481	74148
E.6(1)	1444	55	139	0	426	6951
E.6(2)	2760	9406	10518	4437	17042	5255
E.6(3)	484	962	3335	603	1702	1871
E.7	7738	19444	161171	101309	140620	19396
E.8	131499	312506	288239	292711	271837	229677

Tabella 103 - Relazione tra l'indice di prestazione energetica non rinnovabile $EP_{gl,nren}$ nel periodo di rilascio 2015-2020 pesato sulla superficie di pavimento e la superficie stessa del parco edilizio non residenziale per destinazione d'uso. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.

Il patrimonio edilizio residenziale vede una forte eterogeneità di destinazioni d'uso presenti al suo interno, dunque, mostra una netta diversità sia di superfici sia di indice di prestazione energetica, che presentano un comportamento poco costante.

Le categorie E.8 (attività industriali), E.7 (attività scolastiche), E.2 (uffici), E.3 (ospedali) e E.5 (attività commerciali) rappresentano l'area maggiore all'interno del parco edilizio non residenziale e sono caratterizzate da prestazioni energetiche intermedie (valori medi di $EP_{gl,nren}$ tra 200 e 300 kWh/m²anno). Le categorie E.1(3) (alberghi), E.1(1) bis (collegi, caserme) ricoprono una superficie minore e presentano valori medi di $EP_{gl,nren}$ molto vari ma tendenzialmente intermedi. Le destinazioni d'uso E.4 (edifici adibiti ad attività ricreative e di culto) e E.6 (attività sportive) ricoprono l'area minore e presentano caratteristiche di prestazione energetica molto variabili, con valori di $EP_{gl,nren}$ molto bassi o molto alti (da un minimo di 170 fino a 700 kWh/m²anno).

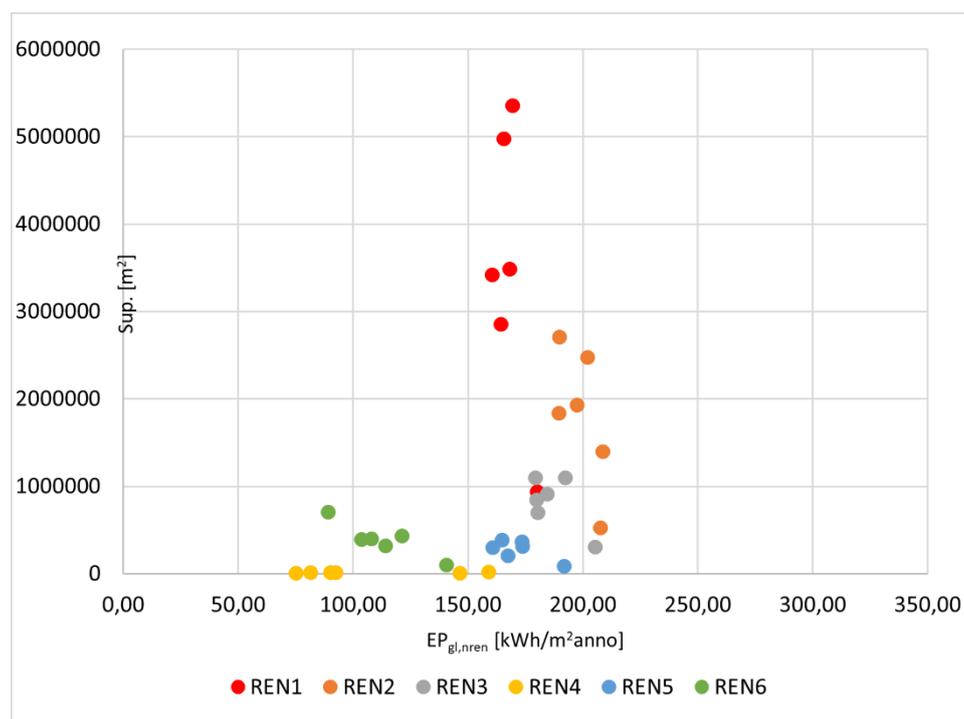
5.1.5. EP_{gl, nren} singolo intervento e superficie utile: Tipologia di intervento - Anno di rilascio


Grafico 101 - Relazione tra l'indice di prestazione energetica non rinnovabile EP_{gl,nren} nel periodo di rilascio 2015-2020 pesato sulla superficie di pavimento e la superficie stessa del parco edilizio residenziale per tipologia di intervento. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.

Residenziale						
EP _{gl,nren} [kWh/m²anno]	2015	2016	2017	2018	2019	2020
REN 1	180,06	168,16	160,40	169,38	165,61	164,31
REN 2	207,58	197,41	189,67	202,15	189,73	208,61
REN 3	205,43	192,43	184,48	179,77	179,39	180,51
REN 4	146,39	158,91	92,49	81,46	90,26	75,14
REN 5	191,73	173,57	164,76	160,87	173,67	167,40
REN 6	140,59	121,36	108,13	103,70	89,05	114,13

Residenziale						
Sup. risc. [m²]	2015	2016	2017	2018	2019	2020
REN 1	940635	3487778	3421711	5353802	4974069	2851190
REN 2	527370	1930674	1835563	2476626	2707941	1397408
REN 3	307018	1099664	913915	844717	1095916	697447
REN 4	3809	20108	13556	11819	13085	6972
REN 5	88273	364614	385053	299685	315167	203157
REN 6	99353	431778	400356	389444	707544	318353

Tabella 104 - Relazione tra l'indice di prestazione energetica non rinnovabile EP_{gl,nren} nel periodo di rilascio 2015-2020 pesato sulla superficie di pavimento e la superficie stessa del parco edilizio residenziale per tipologia di intervento. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.

La tipologia di interventi REN 1 (fabbricato involucro opaco) e REN 2 (fabbricato involucro trasparente) ricoprono la superficie maggiore (soprattutto REN 1) e presentano valori di EP_{gl,nren} più alti, che si aggirano tra 160 e 200 kWh/m²anno: sono infatti tra gli interventi che non comportano un cambio di classe energetica significativo (classi intermedie/basse). Le tipologia di intervento REN 3 (impianto climatizzazione inverno) e REN 5 (altri impianti) rappresentano un'area intermedia e valori di EP_{gl,nren} più bassi rispetto a REN 1 e REN 2 (e che quindi comportano un passaggio di classe). La tipologia REN 6 (fonti rinnovabili) è quella che occupa insieme alla REN 4 (impianto di climatizzazione estate) la superficie minore e a cui corrispondono le migliori

prestazioni energetiche, con valori medi di $EP_{gl,nren}$ tra 90 e 110 kWh/m²anno. L'impiego di fonti rinnovabili è la tipologia di intervento che comporta il passaggio a classi elevate (A4-B).

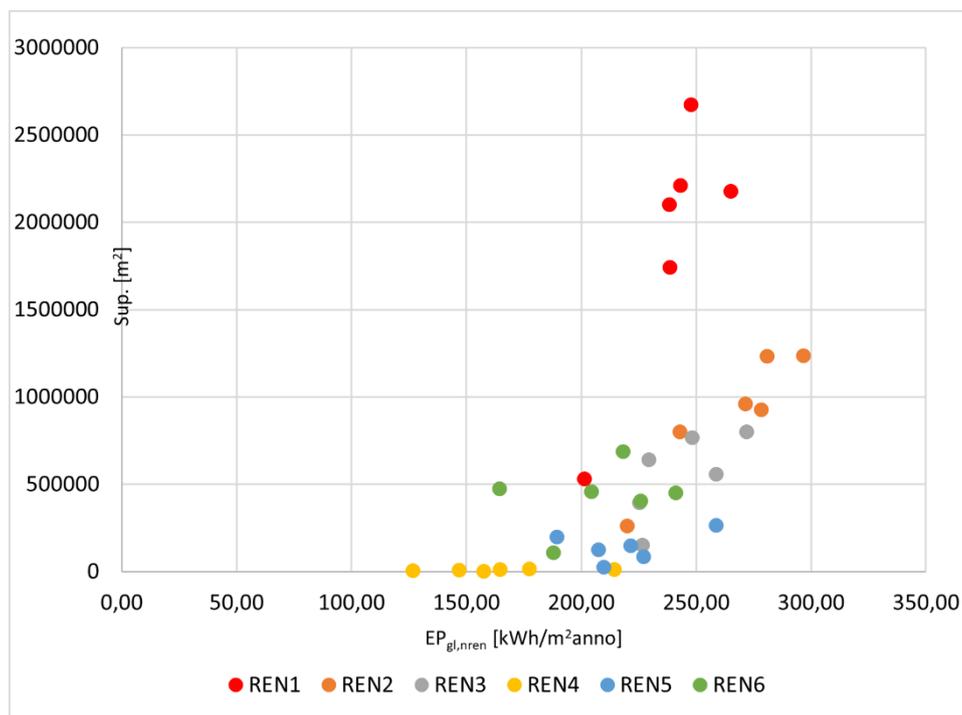


Grafico 102 - Relazione tra l'indice di prestazione energetica non rinnovabile $EP_{gl,nren}$ nel periodo di rilascio 2015-2020 pesato sulla superficie di pavimento e la superficie stessa del parco edilizio non residenziale per tipologia di intervento. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.

Non residenziale						
$EP_{gl,nren}$ [kWh/m ² anno]	2015	2016	2017	2018	2019	2020
REN 1	201,37	243,03	265,02	238,30	247,81	238,53
REN 2	220,02	271,48	296,54	278,40	280,74	242,75
REN 3	226,63	229,47	248,15	258,63	272,01	225,19
REN 4	177,37	214,34	126,73	164,68	146,73	157,56
REN 5	209,80	207,38	189,26	221,40	258,61	227,18
REN 6	187,81	164,29	225,73	241,16	218,23	204,34

Non residenziale						
Sup. risc. [m ²]	2015	2016	2017	2018	2019	2020
REN 1	531513	2211804	2177914	2103025	2674912	1742987
REN 2	260660	959648	1236783	927138	1234082	800440
REN 3	151958	639367	768441	558808	800685	393907
REN 4	14401	13265	5690	12100	7680	3929
REN 5	27076	125513	198823	147554	264784	84841
REN 6	108197	473088	405194	451143	686526	458936

Tabella 105 - Relazione tra l'indice di prestazione energetica non rinnovabile $EP_{gl,nren}$ nel periodo di rilascio 2015-2020 pesato sulla superficie di pavimento e la superficie stessa del parco edilizio non residenziale per tipologia di intervento. Fonte: elaborazione database Dati Piemonte.

Lo stesso comportamento si verifica per la categoria non residenziale. Anche qui REN 1 e REN 2 occupano la superficie maggiore e sono caratterizzate da prestazioni energetiche minori. L'unica differenza che si riscontra con il settore residenziale sta nella tipologia REN 6, che occupa un'area maggiore: nel settore non residenziale il ricorso alle fonti energetiche rinnovabili è maggiore e anche qui presenta valori di $EP_{gl,nren}$ più

bassi rispetto agli altri interventi. I valori di post-intervento risultano maggiori rispetto al residenziale in quanto gli edifici residenziali richiedono un alto fabbisogno energetico e dunque il passaggio di classe è meno significativo.

6. CONSIDERAZIONI FINALI SULLA CARATTERIZZAZIONE DEL PARCO EDILIZIO

L'obiettivo della tesi parte dal concetto del progetto TABULA (*Typology Approach for Building stock energy Assessment*, 2009-2012), finanziato dal programma europeo *Intelligent Energy Europe*^[35]. Lo scopo del progetto è quello di creare una struttura armonizzata delle tipologie edilizie residenziali europee. Ogni tipologia edilizia è costituita da un insieme di edifici residenziali modello con tipiche caratteristiche energetiche. Ciascun edificio rappresenta un determinato periodo di costruzione e una specifica dimensione. La conoscenza delle tipologie edilizie consente l'elaborazione di modelli del patrimonio edilizio per la proiezione del consumo energetico e per la stima dei potenziali di risparmio^[36]. Tra le fonti utilizzate per ottenere informazioni sulla prestazione energetica nazionale ci sono gli Attestati di Prestazione Energetica poiché le informazioni si basano principalmente sulle indagini di esperti energetici: il numero degli attestati rilasciati negli ultimi anni è aumentato molto, a causa dell'implementazione dell'EPBD^[3].

Il nostro caso studio è la Regione Piemonte. A partire dai database relativi agli attestati di prestazione energetica rilasciati dal 2015 al 2020 forniti dalla Regione Piemonte, lo scopo è stato quello di definire le caratteristiche del patrimonio edilizio residenziale e non residenziale piemontese. I database contengono un numero elevato di informazioni, a partire dall'epoca di costruzione, superficie e volume degli immobili fino ad arrivare ai consumi e agli indici di prestazione. È stato dunque possibile, in linea con gli obiettivi descritti precedentemente, delineare un quadro del parco edilizio piemontese e classificarlo in base alle sue caratteristiche geometriche ed energetiche. Possiamo suddividere l'intero lavoro svolto in quattro categorie principali, che rispecchiano la suddivisione del database fornito dalla Regione Piemonte. Le quattro macrocategorie sono: dati generali, dati energetici, dati sugli impianti e dati sulle raccomandazioni. Prima di partire con lo studio dei vari parametri, è stato necessario partire da una suddivisione tra edifici appartenenti alla categoria residenziale e edifici appartenenti alla categoria non residenziale: si è potuto evincere che la maggior parte degli attestati rilasciati riguarda edifici residenziali. In più questi sono stati ulteriormente suddivisi in intero edificio e unità immobiliari. Ricordiamo che la categoria intero edificio si riferisce generalmente a una sola unità immobiliare (ad esempio una villa monofamiliare o una palazzina per uffici) e la categoria unità immobiliare si riferisce a una sola unità all'interno di un edificio composto da pluriunità. Dal momento in cui l'APE richiede di distinguere queste due categorie è stato necessario suddividere il database in funzione di questi due aspetti. La maggior parte degli attestati viene rilasciata ad unità immobiliari (in genere appartamenti), che ricoprono la maggior parte della superficie del parco edilizio. Molti meno sono gli attestati riferiti all'intero edificio: gli immobili appartenenti a questa categoria ricoprono una superficie minore ma si è riscontrato che essendo unità rientranti ad esempio in ville monofamiliari o palazzine per uffici hanno una superficie media maggiore rispetto alle unità. Questo è stato successivamente utile per riscontrare delle differenze delle prestazioni energetiche di queste due tipologie.

Dati generali:

Le principali caratteristiche studiate sono: la tipologia edilizia, l'epoca di costruzione, la motivazione di rilascio, la destinazione d'uso. Molti di questi dati verranno successivamente ripresi per determinare le caratteristiche energetiche del patrimonio edilizio in quanto sono fondamentali per determinare le qualità che influenzano la richiesta di fabbisogno, quali tipologia di involucro esterno e stratigrafia, tipologia di impianto, tipologia di intervento ecc.

- Epoca di costruzione, tipologia edilizia e fattore di forma

L'analisi sullo stato di fatto ha fatto evincere che la maggior parte del parco edilizio piemontese è caratterizzato da edifici residenziali e non residenziali costruiti tra il 1940 e il 1975 (soprattutto appartamenti), in concomitanza della ricostruzione nel secondo Dopoguerra, del boom edilizio degli anni '70 e l'espansione dell'industria automobilistica nella città di Torino. Il parco edilizio piemontese è dunque abbastanza datato e caratterizzato da edifici che richiedono un grande fabbisogno energetico e che necessitano dunque di interventi per il miglioramento della prestazione energetica. In seguito all'entrata in vigore di dispositivi di legge volti alla riduzione dei consumi energetici (come ad esempio la legge 373/1976^[6] e la legge 10/1991^[7]) si nota una diminuzione del tessuto edilizio, caratterizzato da edifici con un fattore di forma più basso, ovvero da edifici più compatti e con una migliore prestazione energetica. Inoltre, lo studio sul fattore di forma ha fatto evincere che gli interi edifici rientranti nella categoria residenziale sono caratterizzati da un S/V più elevato, ovvero con una maggiore superficie disperdente, mostrando minori prestazioni energetiche rispetto alle unità. In seguito al 1976 vediamo una crescita graduale di costruzioni di appartamenti all'interno di edifici a torre, edifici a piastra e edifici in linea (che generalmente rientrano nella categoria unità immobiliari) ma anche di edifici isolati monofamiliari e plurifamiliari (che generalmente rientrano nella categoria intero edificio), mentre il non residenziale vede una crescita di unità all'interno di edifici a blocco, a torre e in linea (probabilmente rientranti nella categoria uffici). Infatti il settore non residenziale vede una prevalenza di destinazioni d'uso legate a uffici e attività commerciali e assimilabili (negozi, magazzini), edifici adibiti ad uffici, bar e ristoranti e attività industriali. Il settore residenziale invece vede invece una prevalenza di residenze a carattere continuativo rispetto alle residenze ad occupazione saltuaria.

- Destinazione d'uso e motivazione di rilascio

Per quanto riguarda le motivazioni di rilascio notiamo che i passaggi di proprietà e locazioni riguardano la maggior parte del rilascio degli attestati. Gli interventi volti al miglioramento della prestazione energetica sono molto meno presenti. Gli interventi di retrofit e riqualificazione energetica sul patrimonio esistente sono più frequenti delle ristrutturazioni. In linea con lo studio delle epoche di costruzione, abbiamo un parco edilizio caratterizzato da edifici datati mentre le nuove costruzioni sono molto meno presenti. Gli interventi di riqualificazione energetica e ristrutturazione negli edifici residenziali vengono impiegati maggiormente nelle residenze a carattere continuativo rispetto alle residenze ad occupazione saltuaria. Gli edifici non residenziali invece vedono un maggior ricorso sia di riqualificazioni energetiche sia di nuove costruzioni. Negli edifici non residenziali gli interventi di retrofit, riqualificazione e ristrutturazione vengono impiegati soprattutto negli edifici adibiti ad ospedali, ad attività scolastiche, ad attività ricreative e di culto (mostre, musei, biblioteche), attività sportive e meno negli uffici. Le nuove costruzioni riguardano soprattutto edifici adibiti ad attività commerciali, attività sportive, attività ricreative e di culto e ospedali.

Dati energetici:

Le principali caratteristiche studiate sono la classe energetica, gli indici di prestazione energetica e i consumi in relazione ai parametri precedentemente studiati (epoca di costruzione, motivazione di rilascio e destinazione d'uso), monitorandone l'evoluzione tra il 2015 e il 2020, ovvero il periodo di rilascio degli APE. La valutazione della prestazione energetica è definita dall'indice di prestazione globale dell'edificio confrontato con quello calcolato su un edificio di riferimento le cui caratteristiche termiche e parametri energetici sono predeterminati e conformi al Decreto Interministeriale del 26 giugno 2015. La definizione della prestazione energetica degli edifici in base ai valori di $EP_{gl,nren}$ e di $EP_{H,nd}$ è stata definita in base alla classificazione delle classi energetiche secondo la [figura 3](#) (Scala di classificazione degli edifici sulla base dell'indice di prestazione energetica globale non rinnovabile $EP_{gl,nren}$). Le Linee Guida nazionali conferiscono

alle classi energetiche migliorative (A4-B) valori bassi di $EP_{gl,nren}$ (tra 40 e 120 kWh/m² anno), alle classi energetiche intermedie (C-F) valori intermedi (tra 120 e 350 kWh/m²anno) mentre la classe energetica peggiorativa G valori elevati sopra i 350 kWh/m² anno.

- Epoca di costruzione, classe energetica e anno di rilascio degli attestati

L'analisi sulla classe energetica ha messo in evidenza un parco edilizio residenziale caratterizzato da classi energetiche basse e da un parco edilizio non residenziale caratterizzato da classi energetiche intermedie e basse. In concomitanza con l'analisi sulle epoche costruttive, notiamo un innalzamento delle classi energetiche (e dunque delle prestazioni) del parco edilizio. In seguito al 1976 e all'applicazione delle leggi relative alla riduzione del consumo energetico (legge 373/1976^[6] e legge 10/1991^[2]) la classe energetica G, ovvero la classe peggiorativa, vede una netta decrescita a favore dell'innalzamento delle classi energetiche intermedie: questo si può riscontrare soprattutto nell'epoca tra il 1990 e il 2005. Tra il 2006 e il 2020 avviene una crescita esponenziale delle classi energetiche più alte, effetto dell'applicazione del Legislativo 192/2005^[9] e soprattutto dell'emanazione del decreto ministeriale del 26 giugno 2015^[15] (limiti previsti per le ristrutturazioni importanti, riqualificazioni energetiche e nuove costruzioni). Tra il 2015 e il 2020 (anni di rilascio degli APE) vediamo un leggero incremento delle classi energetiche migliorative (A4 e B) e dunque delle prestazioni degli edifici. Inoltre, gli interi edifici mostrano una maggiore percentuale riferita alle classi più basse perchè caratterizzati da edifici che richiedono un alto fabbisogno energetico. Infatti, gli studi sull'indice di prestazione globale non rinnovabile vanno di pari passo con le classi energetiche: più alto è il suo valore e peggiore sarà la classe energetica. I valori di $EP_{gl,nren}$ diminuiscono gradualmente, soprattutto dal 1990 al 2020, e seguono lo stesso andamento della diminuzione delle classi peggiorative del parco edilizio. I valori di $EP_{gl,nren}$ sono decisamente maggiori negli interi edifici residenziali rispetto alle unità e questo conferma la presenza di classi energetiche più basse. Il settore edilizio non residenziale mostra invece una percentuale maggiore di classi energetiche intermedie e alte rispetto al residenziale: questo è dovuto al maggiore ricorso a interventi di nuova costruzione e di riqualificazione energetica. Per contro nel settore non residenziale I valori di $EP_{gl,nren}$ sono più elevati (superiori a 350 kWh/m² anno) in quanto la superficie media degli edifici è decisamente maggiore.

- Motivazione di rilascio e classe energetica

La motivazione principale della prevalenza di classi energetiche basse è soprattutto legata alla motivazione del rilascio degli attestati: come detto precedentemente gli APE vengono rilasciati soprattutto per passaggi di proprietà e locazioni, che non comportano in nessun modo alcun tipo di intervento. Gli interventi di riqualificazione energetica, che sono quelli maggiormente impiegati, comportano un passaggio di classe, generalmente da classi energetiche basse a intermedie. Le ristrutturazioni importanti e le nuove costruzioni sono gli interventi meno presenti ma che comportano un importante innalzamento della classe energetica. L'indice di prestazione energetica non rinnovabile conferma le analisi svolte: i valori più bassi (tra 40 e 120 kWh/m²anno) si riscontrano infatti nelle nuove costruzioni, poi nelle ristrutturazioni importanti e nelle riqualificazioni energetiche.

- Destinazione d'uso e classe energetica

Nel settore residenziale, come detto precedentemente, le residenze a carattere continuativo vedono l'impiego di interventi di riqualificazione energetica e ristrutturazione rispetto alle residenze ad occupazione saltuaria: infatti vediamo più edifici che ricadono nelle classi intermedie e alte. Infatti i valori di $EP_{gl,nren}$ sono più bassi nella suddetta destinazione. Nel settore non residenziale vediamo destinazioni d'uso con classi più alte rispetto al residenziale, questo per il maggior ricorso a interventi di riqualificazione e di nuova costruzione. Il settore non residenziale vede infatti le classi energetiche più alte proprio nelle categorie che ricadono maggiormente negli interventi di riqualificazione (quindi ospedali, attività scolastiche, attività ricreative e di culto, attività sportive e uffici) e soprattutto negli interventi di nuova costruzione (attività

commerciali, attività sportive, attività ricreative di culto e meno in quelle industriali). I valori di $EP_{gl,ren}$ più bassi (rientranti nelle classi A4-B) appartengono alle suddette categorie.

- $EP_{gl,ren}$, $EP_{H,nd}$ e consumi di CO_2

L'indice di prestazione energetica rinnovabile $EP_{gl,ren}$ ha un comportamento inverso rispetto all'indice di prestazione energetica non rinnovabile e decresce proporzionalmente con il peggioramento della classe energetica. Le analisi hanno dimostrato infatti che il suo valore aumenta tra il 2006 e il 2020, questo perché gli edifici sono soggetti a obblighi normativi e legislativi legati all'utilizzo di fonti energetiche rinnovabili, quali il decreto Legislativo 28/2011^[12]. In questo periodo infatti viene registrata una crescita legata alle classi energetiche più prestanti (A4-B). L'indice di prestazione termica utile per la climatizzazione invernale dell'edificio $EP_{H,nd}$ (che determina la qualità dell'involucro edilizio e degli impianti) e i consumi di CO_2 vanno di pari passo con l'analisi dell'indice di prestazione energetica non rinnovabile e decrescono in seguito dell'implementazione degli obblighi legislativi sopra citati. Si può generalmente dire che i valori di $EP_{H,nd}$ e delle emissioni di CO_2 sono maggiori nel settore non residenziale e negli interi edifici residenziali, confermando una maggiore carenza energetica e di conseguenza una maggiore priorità di intervento. Infine, i valori medi degli indici di prestazione risultano avere un trend più irregolare per il settore non residenziale a causa dell'estrema eterogeneità di destinazioni d'uso.

Dati sugli impianti:

Le principali caratteristiche studiate sono la fonte energetica, l'epoca di costruzione e la motivazione di rilascio.

- Epoca di costruzione e fonte energetica

Tra le fonti energetiche utilizzate per il riscaldamento degli edifici prevalgono principalmente il gas naturale, energia elettrica, teleriscaldamento e GPL. Gli edifici costruiti in seguito al 1976 vedono un aumento dell'utilizzo di fonti energetiche rinnovabili, sia per gli edifici residenziali sia per gli edifici non residenziali. Coerentemente con l'analisi delle classi energetiche, gli edifici costruiti nelle suddette epoche infatti presentano classi energetiche più prestanti, con valori di $EP_{gl,ren}$ che crescono gradualmente. In seguito all'applicazione del Decreto Legislativo 28/2011^[12] è diventato obbligatorio il ricorso all'utilizzo di fonti energetiche rinnovabili in base a principi minimi da rispettare. Infatti, tra il 2006 e il 2020 si registra un netto aumento dell'impiego di fonti energetiche rinnovabili accompagnato da un miglioramento delle classi energetiche. Tra le fonti energetiche rinnovabili prevale soprattutto l'impiego di biomasse e solare termico, meno del solare fotovoltaico, sia per gli edifici residenziali sia per gli edifici non residenziali.

- Motivazione di rilascio e fonte energetica

Motivazioni quali nuove costruzioni e ristrutturazioni importanti, che sono le motivazioni a cui corrispondono le classi energetiche più alte, vedono un maggiore impiego di fonti energetiche rinnovabili rispetto alle riqualificazioni: prevalgono l'utilizzo di solare fotovoltaico, solare termico e di biomasse. Gli interventi di riqualificazione, a cui corrispondono classi energetiche alte e intermedie, fanno maggiormente ricorso all'impiego di fonti non rinnovabili (gas naturale, energia elettrica, teleriscaldamento) rispetto alle fonti rinnovabili (solare fotovoltaico, solare termico, biomasse). L'analisi sui valori medi di $EP_{gl,ren}$ ha dimostrato infatti che a queste motivazioni corrispondono i valori più alti (all'incirca tra i 30 e 60 kWh/m²anno, soprattutto per le nuove costruzioni).

Dati sulle raccomandazioni:

Le principali caratteristiche studiate sono: la tipologia di intervento, l'epoca di costruzione e la classe energetica.

- Epoca di costruzione e tipologia di intervento

Le tipologie di intervento di riqualificazione energetica più ricorrenti effettuate sul patrimonio edilizio esistente sono interventi sull'involucro opaco, sull'involucro trasparente e interventi sull'impianto di climatizzazione invernale. Gli edifici costruiti dal 1976 vedono un maggiore impiego di interventi legati agli impianti e all'utilizzo di fonti rinnovabili. Come precedentemente studiato nell'analisi dei vettori energetici anche qui si conferma il netto aumento dell'utilizzo di fonti energetiche rinnovabili tra il 2006 e il 2020, soprattutto per il parco edilizio non residenziale. In seguito all'implementazione degli obblighi del D.M. 26/06/2015 per le nuove costruzioni, ristrutturazioni importanti e riqualificazioni energetiche notiamo infatti nello stesso periodo un innalzamento delle prestazioni energetiche del parco edilizio. Le tipologie di intervento relative agli interi edifici residenziali mostrano un maggiore ricorso a interventi sull'impianto di climatizzazione e all'impiego di fonti energetiche rinnovabili dal momento in cui si tratta di edifici che richiedono un fabbisogno energetico maggiore e dunque necessitano di interventi che comportano un migliore passaggio di classe.

- Classe energetica e tipologia di intervento

Le tipologie di intervento legate all'involucro opaco e trasparente non comportano un passaggio di classe migliorativo. Le classi energetiche legati a questi tipi di intervento riportano classi energetiche intermedie e basse: questo probabilmente perché le raccomandazioni fornite dal database si riferiscono al singolo intervento e non alle combinazioni di interventi, che porterebbe a un passaggio di classe energetica più significativo, o per valori di trasmittanza piuttosto bassi dell'involucro opaco esistente e dell'involucro trasparente. Gli interventi legati agli impianti e all'utilizzo di fonti energetiche rinnovabili considerati come singoli interventi comportano invece passaggi a classe energetiche alte. Relazionando questo tipo di analisi con lo stato di fatto del parco edilizio, notiamo un innalzamento delle classi energetiche in intermedie e alte, con conseguenze abbassamento delle classi peggiorative, sia per gli edifici residenziali sia per gli edifici non residenziali. I valori di $EP_{gl,nren}$ post intervento risultano infatti più bassi rispetto a quelli relativi allo stato di fatto, dimostrando il miglioramento dell'efficienza energetica in seguito agli interventi sul patrimonio edilizio esistente. Lo stato di fatto dell'intero parco edilizio mostra valori di $EP_{gl,nren}$ più alti, mediamente tra 220 e 350 kWh/m²anno, mentre i valori di $EP_{gl,nren}$ post intervento risultano minori (tra 170 e 260 kWh/m²anno).

7. CONCLUSIONI

L'obiettivo del lavoro di tesi è stato quello di definire le caratteristiche del patrimonio edilizio residenziale e non residenziale in Piemonte a partire dai database delle certificazioni energetiche rilasciati dal 2015 al 2020. La prima parte del lavoro si basa sulla selezione dei database utili per le analisi, andando a scartare quelli relativi agli attestati di certificazione energetica (ACE), in quanto il periodo di rilascio va dal 2009 al 2015, e tutti i database contenenti informazioni errate. In tutto sono stati studiati quattro database diversi, contenenti le informazioni sui dati generali, energetici, sugli impianti e sulle tipologie di intervento. Il passo successivo è stato quello di eliminare gli errori contenuti in questi dati: questo ha permesso di aumentare l'accuratezza del lavoro svolto. La suddivisione nelle categorie intero edificio e unità immobiliare ha permesso di studiare nel dettaglio campioni più piccoli per l'eliminazione manuale degli errori, in quanto il database contiene un numero elevato di dati. La selezione dei parametri è stata svolta in funzione dei contenuti presenti nel nuovo modello di APE entrato in vigore dal 2015 attraverso le *"Linee guida nazionali per la certificazione energetica degli edifici"* aggiornate con il D.M. 26/06/2015: questo passaggio ha permesso di scartare molti parametri presenti all'interno del database e di svolgere analisi aggiornate secondo le ultime normative. Sono stati scelti i parametri che possano definire in qualche modo le caratteristiche e le prestazioni energetiche del parco immobiliare.

Nel quarto capitolo vengono svolte le analisi a due parametri che hanno permesso di suddividere ulteriormente il campione e avere un quadro più preciso sull'efficienza energetica del parco edilizio piemontese. In questo capitolo vengono svolti due tipi di analisi: analisi statistiche percentuali e analisi sui valori medi degli indici di prestazione energetica e dei consumi di CO₂. Tra le analisi statistiche percentuali risultano particolarmente utili quelle relative alla classe energetica: questo tipo di studio ha dimostrato quanto le motivazioni di rilascio degli attestati, l'anno di rilascio, l'epoca di costruzione e la destinazione d'uso determinino la classe energetica stessa. Possiamo generalmente dire che gli edifici costruiti dal 1990 in poi vedono un miglioramento della classe energetica, questo per effetto dell'applicazione della Legge 10/1991, del Decreto Legislativo 192/2005 e del decreto ministeriale del 26 giugno 2015. In particolare alle nuove costruzioni, alle riqualificazioni energetiche e alle ristrutturazioni importanti viene associato un miglioramento della classe energetica, soprattutto per il ricorso a fonti energetiche rinnovabili: questo dovuto all'applicazione del Decreto Legislativo 28/2011 grazie al quale è diventato obbligatorio il ricorso all'utilizzo di fonti energetiche rinnovabili in base a principi minimi da rispettare. Il secondo tipo di analisi calcola i valori medi dei parametri utili a valutare la prestazione energetica. La valutazione della certificazione prestazione energetica è definita dall'indice di prestazione globale dell'edificio confrontato con quello calcolato su un edificio di riferimento. Per questo motivo per valutare la prestazione energetica del parco edilizio sono stati analizzati l'indice di prestazione energetica non rinnovabile, l'indice di prestazione energetica rinnovabile, l'indice di prestazione termica utile per la climatizzazione invernale e i consumi di CO₂. Lo studio ha permesso di definire quanto le motivazioni di rilascio degli attestati, l'epoca di costruzione e la destinazione d'uso influenzino l'andamento dei valori di tali indici. Possiamo generalmente affermare che i valori di EP_{gl,nren} hanno una decrescita costante nel settore residenziale dal 2015 al 2020 grazie all'applicazione degli obblighi legislativi. Di conseguenza se i valori di EP_{gl,nren} decrescono quelli di EP_{gl,ren} vedono invece una crescita costante, a dimostrazione del maggior impiego delle fonti rinnovabili, soprattutto nelle nuove costruzioni e riqualificazioni energetiche. Di pari passo all'indice di prestazione energetica non rinnovabile vanno i valori di EP_{H,nd} e dei consumi di CO₂, che vedono una decrescita nel periodo analizzato. Le analisi sulle raccomandazioni hanno permesso di delineare un quadro generale sia delle tipologie di intervento in base alle epoche di costruzione sia del miglioramento della prestazione energetica rispetto allo stato di fatto.

Per concludere, l'analisi sui dati degli attestati di prestazione energetica ha permesso di delineare il trend della prestazione energetica e dei consumi del patrimonio immobiliare e di monitorarne l'evoluzione nel tempo. L'elaborazione dei modelli del patrimonio edilizio permette di studiare e analizzare la proiezione del consumo energetico e di conseguenza la stima dei potenziali di risparmio energetico. Queste informazioni possono rappresentare uno strumento utile per mettere a punto politiche di risparmio energetico, al fine di ridurre i consumi, e mirare a strumenti di incentivazione secondo criteri di efficienza energetica.

8. BIBLIOGRAFIA

- [1] *Direttiva 2022/91/CE*. URL: <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2003:001:0065:0071:IT:PDF>
- [2] *Direttiva 2009/28/CE*. URL: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/PDF/?uri=CELEX:32009L0028&from=SK>
- [3] *Direttiva 2010/31/UE*. URL: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/PDF/?uri=CELEX:32010L0031&from=LT>
- [4] *Direttiva 2012/27/UE*. URL: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/PDF/?uri=CELEX:32012L0027&from=EN>
- [5] *Direttiva 2018/844/UE*. URL: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018L0844>
- [6] *Legge 373/1976*. URL: <https://www.gazzettaufficiale.it/eli/id/1976/06/07/076U0373/sg>
- [7] *Legge 10/1991*. URL: <https://www.gazzettaufficiale.it/eli/id/1991/01/16/091G0015/sg>
- [8] *D.P.R. 412/93*. URL: https://www.bosettiegatti.eu/info/norme/statali/1993_0412.htm
- [9] *D.lgs. 192/2005*. URL: <https://www.gazzettaufficiale.it/eli/id/2005/09/23/005G0219/sg>
- [10] *D.lgs. 311/2006*. URL: <https://www.gazzettaufficiale.it/eli/id/2007/02/01/007G0007/sg>
- [11] *D.M. 26/06/2009*. URL: <https://www.gazzettaufficiale.it/eli/id/2009/07/10/09A07900/s>
- [12] *D.lgs. 28/2011*. URL: https://www.bosettiegatti.eu/info/norme/statali/2011_0028.htm
- [13] *Decreto Legge 63/2013*. URL: <https://www.gazzettaufficiale.it/eli/id/2013/06/05/13G00107/sg>
- [14] *Legge 90/2013*. URL: https://www.bosettiegatti.eu/info/norme/statali/2013_0090.htm
- [15] *D.M. 26 giugno 2015 - Adeguamento linee guida nazionali per la certificazione energetica degli edifici*.
- *Decreto Requisiti Minimi*. URL:
<https://www.mise.gov.it/index.php/it/90-normativa/decreti-interministeriali/2032966-decreto-interministeriale-26-giugno-2015-applicazione-delle-metodologie-di-calcolo-delle-prestazioni-energetiche-e-definizione-delle-prescrizioni-e-dei-requisiti-minimi-degli-edifici>
- *Linee guida nazionali per la certificazione energetica degli edifici*. URL:
<https://www.mise.gov.it/index.php/it/normativa/decreti-interministeriali/2032968-decreto-interministeriale-26-giugno-2015-adeguamento-linee-guida-nazionali-per-la-certificazione-energetica-degli-edifici>
- *Decreto Relazione tecnica di progetto*. URL:
<https://www.mise.gov.it/index.php/it/normativa/decreti-interministeriali/2032967-decreto-interministeriale-26-giugno-2015-schemi-e-modalita-di-riferimento-per-la-compilazione-della-relazione-tecnica-di-progetto-ai-fini-dell-applicazione-delle-prescrizioni-e-dei-requisiti-minimi-di-prestazione-energetica-negli-edifici>
- [16] *D.lgs. 48/2020*. URL: <https://www.gazzettaufficiale.it/eli/id/2020/06/10/20G00066/sg>

- [17] L.R. 13/2007. URL: https://www.la-certificazione-energetica.net/normative_certificazione_energetica_piemonte/lr_13_2007_piemonte.pdf
- [18] D.G.R. 43-11965/2009. URL: https://www.la-certificazione-energetica.net/normative_certificazione_energetica_piemonte/dgr_43-11965_piemonte.pdf
- [19] D.G.R. 45-11967/2009. URL: https://www.la-certificazione-energetica.net/normative_certificazione_energetica_piemonte/dgr_45-11967_piemonte.pdf
- [20] D.G.R. 46-11968/2009. URL: https://www.la-certificazione-energetica.net/normative_certificazione_energetica_piemonte/dgr_46-11968_piemonte.pdf
- [21] D.G.R. 24-2360/2015. URL: <file:///C:/Users/Utente/Downloads/DGR24-2360%20NOV%202015.pdf>
- [22] D.G.R. 29-3386/2016. URL: http://www.regione.piemonte.it/governo/bollettino/abbonati/2016/23/attach/dgr_03386_930_30052016.pdf
- [23] D.G.R. 43-8097/2018. URL: https://www.collegiogeometribiella.it/repo/allegati_news/dgr_43_8097_del_14_12_2018_8b8a2a4711_12_27.pdf
- [24] Il portale degli Open data della Regione Piemonte. URL: <https://www.dati.piemonte.it/#/home>
- [25] Manuale Operativo Redazione APE. URL: http://www.insiel.it/export/sites/insiel/soluzioni-e-servizi/documenti/Manuale-Operativo-Redazione-APE_16-febbraio-2016.pdf
- [26] Il nuovo Decreto Ministeriale sul calcolo della prestazione energetica e sui requisiti minimi. A cura di Vincenzo Corrado. URL: <http://download.rockwool.it/media/119248/brochure%20dm%20web.pdf>
- [27] D.P.R. 59/2009. URL: https://www.bosettiegatti.eu/info/norme/statali/2009_0059.htm
- [28] Giuseppe Dell'Olio. APE. Esempi pratici di attestato di prestazione energetica. Dario Flaccovio Editore (2015), pp. 20-21, 46-47. URL: https://www.darioflaccovio.it/abstracts/9788857904245/ape-attestato-di-prestazione-energetica-esempio_9788857904245.pdf
- [29] Manuali CENED. Sistemi impiantistici. URL: http://www.cened.it/documents/22239/315155/Cap13_Sistemi_impiantistici.pdf/aeadf6f5-019b-4cde-96d7-4c1be048afca
- [30] L. de Santoli, F. Mancini, M. Cecconi. Sviluppo di una procedura semplificata per la valutazione del potenziale di aggregabilità di utenze residenziali. Report Ricerca di Sistema Elettrico, (2017) pp. 12-18. URL: https://www.enea.it/it/Ricerca_sviluppo/documenti/ricerca-di-sistema-elettrico/adp-mise-enea-2015-2017/smart-district-urbano/rds_par2016_009.pdf
- [31] Ilaria Ballarini, Stefano Paolo Corgnati, Vincenzo Corrado, Novella Talà. Improving energy modeling of large building stock through the development of archetype buildings. In: Proceedings of Building Simulation (2011). URL: https://www.researchgate.net/publication/266282702_Improving_energy_modeling_of_large_building_stock_through_the_development_of_archetype_buildings
- [32] Sistema Informativo sugli Attestati di Prestazione Energetica (SIAPE). URL: <https://siape.enea.it/caratteristiche-immobili>

- [33] *Valutazione delle prestazioni energetiche degli edifici alla scala provinciale* (2009), pp.22. URL: http://www.provincia.torino.gov.it/ambiente/file-storage/download/energia/pdf/relazione_polito_eff_finale.pdf
- [34] ENEA, *Rapporto annuale 2020. Certificazione energetica degli edifici* (2020), pp. 18-58. URL: https://www.enea.it/it/seguici/events/rapportoape_2020/RapportoAPE2020_executive_summary.pdf
- [35] Vincenzo Corrado, Ilaria Ballarini, Stefano Paolo Corgnati. *Building Typology Brochure, Italy. Fascicolo sulla tipologia edilizia italiana* (2014), pp. 5-14. URL: https://episcopes.eu/fileadmin/tabula/public/docs/brochure/IT_TABULA_TypologyBrochure_POLITO.pdf
- [36] *Use of Energy Certificate Databases as Data Source for National Building Typologies. TABULA Thematic Report N° 1* (2012), pp. 5-47-48. URL: https://www.episcopes.eu/downloads/public/docs/report/TABULA_TR1_D7_EPC-DataBase-Use.pdf
- [37] Vincenzo Corrado, Ilaria Ballarini. *L'avanzamento della riqualificazione energetica del patrimonio edilizio residenziale regionale (Regione Piemonte, IT). Report nazionale/Versione finale* (2015), pp. 1-2. URL: https://episcopes.eu/fileadmin/episcopes/public/docs/pilot_actions/IT_EPISCOPE_RegionalCaseStudy_POLITO_SecEd.pdf
- [38] Marta Gangolles et al. *Office representatives for cost-optimal energy retrofitting analysis: A novel approach using cluster analysis of energy performance certificate databases*. In: *Energy and Buildings*, Volume 206 (2020). URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378778819316810#bib0024>
- [39] Oleksii Pasich et al. *Energy performance certificates - New opportunities for data-enabled urban energy policy instruments?*. In: *Energy Policy*, Volume 127 (2019). URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301421518307894>
- [40] A cura di Martino dal Verme, Duilio Lipari e Paolo Liberatore. *Teleriscaldamento e Teleraffrescamento in Italia* (2019), pp. 14. URL: https://www.gse.it/documenti_site/Documenti%20GSE/Rapporti%20statistici/Nota%20TLR%202019.pdf