# POLITECNICO DI TORINO

Corso di Laurea Magistrale in

Pianificazione Territoriale, Urbanistica e Paesaggistico-Ambientale

Tesi di Laurea Magistrale

# La certificazione energetica degli edifici. Individuazione degli scenari di risparmio energetico e l'utilizzo di fonti rinnovabili sul patrimonio edilizio residenziale del Piemonte


**Relatore**

Prof.ssa Guglielmina Mutani

**Candidato**

Chiara Gabrielli


A.A. 2018-2019

# INDICE

**INTRODUZIONE** **1**

**1. LA CERTIFICAZIONE ENERGETICA** **4**
1.1 ACE e APE: novità e differenze 5
1.2 Descrizione degli attestati 7

**2. LITERATURE REVIEW** **13**
2.1 Analisi dei dati presenti negli attestati di prestazione energetica 13
2.2 GIS per la caratterizzazione spaziale dei dati 14
2.3 Influenza degli attestati di prestazione energetica sul mercato immobiliare 15

**3. IL CONTESTO NORMATIVO DI RIFERIMENTO** **22**
3.1 Le direttive europee 23
3.1.1 Direttiva 2002/91/CE - Energy Performance of Buildings Directive 23
3.1.2 Direttiva 2010/31/UE – EPBD recast 23
3.1.3 Direttiva 2012/27/UE - Efficienza energetica 24
3.2 Normativa nazionale 26
3.2.1 L. 10/91 – Norme per l'attuazione del P.E.N. 26
3.2.2 D.lgs. 192/2005 - Legge fondamentale sulla certificazione energetica 27
3.2.3 D.lgs. 311/2006 - Disposizioni correttive 29
3.2.4 D.lgs. 28/11 - Fonti rinnovabili 29
3.2.5 L. 90/13 30
3.3 Normativa della Regione Piemonte 31
3.3.3 L.R. 13/2007 - Rendimento energetico nell'edilizia 31
3.3.4 D.G.R. 4604/08/2009, n. 46-11968 - requisiti di efficienza energetica 32
3.3.5 D.G.R. 04/08/2009, n. 43-11965 - Certificazione energetica 32
3.3.6 D.G.R. 04/08/2009, n. 45-11967 - Impianti FER e serre solari 33

**4. IL CASO STUDIO: LA CERTIFICAZIONE ENERGETICA IN PIEMONTE** **36**
4.1 Analisi della banca dati SIPEE 36
4.1.1. Tipologia edilizia 38
4.1.2. Epoca di costruzione 39
4.1.3. Fattore di forma 41
4.1.4. Classe energetica 42
4.1.5. Motivazioni del rilascio 45
4.1.6. Tipologia di ristrutturazione 49
4.1.7. Tipologia di impianto 50
4.2 Approssimazione dei dati con le distribuzioni di frequenza 52

4.2.1 Superficie utile 52
4.2.2 Volume lordo riscaldato 55
4.2.3 Superficie disperdente 57
4.2.4 Indice di Prestazione Energetica globale ($EP_{gl}$) 59
4.2.5 EPgl raggiungibile 63
4.3 Risultati e discussione 66

**5. METODOLOGIA REGIONE PIEMONTE 69**
5.1 E1 - Risparmio energetico 73
5.1 E2 - Risparmio energetico 81
5.2 E3 - Risparmio energetico 91
5.3 F1 - Risparmio energetico 100
5.4 F2- Risparmio energetico 109
5.5 F3&F4 - Risparmio energetico 117

**6. CASO STUDIO: COMUNE DI TORINO 124**
6.1 Inquadramento territoriale e climatico 125
6.1.1 Parco edilizio 129
6.1.2 Le unità territoriali 132
6.2 Risparmio energetico 133
6.3 La produzione da FER a Torino 143

**7. ANALISI E RISULTATI 150**
7.1 Elaborazione della banca dati in ambiente GIS 150
7.2 Tipologia di interventi 154

**8. CONCLUSIONI 159**

**9. BIBLIOGRAFIA 162**

**ALLEGATI**

*1) Tipologia di interventi per gli appartamenti*

*2) Tipologia di interventi per le villette*

# INDICE DEI GRAFICI

Grafico 1 Andamento % attestati suddivisi per anno, Regione Piemonte e Comune di Torino (novembre 2009 – aprile 2019). Fonte: dati SIPEE....37
Grafico 2 Tipologia edilizia, Regione Piemonte e Comune di Torino (novembre 2009 – aprile 2019). Fonte: dati SIPEE....39
Grafico 3 Percentuale di attestati per epoca di costruzione, Regione Piemonte e Comune di Torino (novembre 2009 – aprile 2019).Fonte: dati SIPEE....40
Grafico 4 Numero di attestati per S/V, Regione Piemonte e Comune di Torino (novembre 2009 – aprile 2019). Fonte: dati SIPEE....42
Grafico 5 ACE suddivisi per classi energetiche, Regione Piemonte e Comune di Torino (novembre 2009 - settembre 2015). Fonte: dati SIPEE....43
Grafico 6 APE suddivisi per classi energetiche, Regione Piemonte e Comune di Torino (novembre 2009 - settembre 2015). Fonte: dati SIPEE....44
Grafico 7 ACE suddivisi per motivazioni di rilascio, Regione Piemonte e Comune di Torino (novembre 2009 - settembre 2015). Fonte: dati SIPEE....45
Grafico 8 APE totali suddivisi per motivazioni del rilascio, Regione Piemonte e Comune di Torino (ottobre 2015 – aprile 2019). Fonte: dati SIPEE....47
Grafico 9 Attestati totali suddivisi per motivazioni del rilascio, Regione Piemonte e Comune di Torino (novembre 2009 – aprile 2019). Fonte: dati SIPEE....48
Grafico 10 Numero di attestati oggetto di intervento di efficienza energetica. Fonte: dati SIPEE....49
Grafico 11 Tipologia di impianto, Regione Piemonte e Comune di Torino. Fonte: dati SIPEE....50
Grafico 12 Superficie utile appartamenti....53
Grafico 13 Superficie utile villette....54
Grafico 14 Volume lordo riscaldato appartamenti....55
Grafico 15 volume lordo riscaldato villette....56
Grafico 16 Superficie disperdente degli appartamenti....57
Grafico 17 Superficie disperdente delle villette....58
Grafico 18 EPgl appartamenti....61
Grafico 19 EPgl villette....62
Grafico 20 EPgl suddivisi per range Gradi Giorno....63
Grafico 21 EPgl raggiungibile appartamenti....64
Grafico 22 EPgl raggiungibile villette....65
Grafico 23 Risparmio cumulato appartamenti sottozona E1....74
Grafico 24 Risparmio cumulato appartamenti FER, sottozona E1....76
Grafico 25 Risparmio cumulato villette, sottozona E1....78
Grafico 26 Risparmio cumulato villette FER, sottozona E1....80
Grafico 27 Risparmio cumulato appartamenti, sottozona E2....82
Grafico 28 Risparmio cumulato appartamenti FER, sottozona E2....85
Grafico 29 Risparmio cumulato villette, sottozona E2....87

Grafico 30 Risparmio cumulato villette FER, sottozona E2 ..... 90
Grafico 31 Risparmio cumulato appartamenti, sottozona E3 ..... 92
Grafico 32 Risparmio cumulato appartamenti FER, sottozona E3 ..... 94
Grafico 33 Risparmio cumulato villette, sottozona E3 ..... 96
Grafico 34 Risparmio cumulato villette FER, sottozona E3 ..... 99
Grafico 35 Risparmio cumulato appartamenti, sottozona F1 ..... 101
Grafico 36 Risparmio cumulato appartamenti FER, sottozona F1 ..... 103
Grafico 37 Risparmio cumulato villette, sottozona F1 ..... 105
Grafico 38 Risparmio cumulato villette FER, sottozona F1 ..... 108
Grafico 39 Risparmio cumulato appartamenti, sottozona F2 ..... 110
Grafico 40 Risparmio cumulato appartamenti FER, sottozona F2 ..... 112
Grafico 41 Risparmio cumulato villette, sottozona F2 ..... 114
Grafico 42 Risparmio cumulato villette FER, sottozona F2 ..... 116
Grafico 43 Risparmio cumulato appartamenti, sottozone F3&F4 ..... 118
Grafico 44 Risparmio cumulato appartamenti FER, sottozona F3&F4 ..... 120
Grafico 45 Risparmio cumulato villette, sottozone F3&F4 ..... 121
Grafico 46 Risparmio cumulato villette FER, sottozona F3&F4 ..... 123
Grafico 53 Andamento dei GG in riferimento alle cinque stazioni meteorologiche a Torino. ..... 128
Grafico 54 Temperature medie mensili (C°) su Torino. Fonte: elaborazione personale su base dati Arpa Piemonte ..... 128
Grafico 47 Risparmio cumulato appartamenti Torino. Fonte elaborazione personale 136
Grafico 48 Risparmio cumulato appartamenti FER, Torino ..... 138
Grafico 49 Risparmio cumulato villette Torino ..... 140
Grafico 50 Risparmio cumulato villette FER, Torino ..... 142
Grafico 51 Comparazione potenza impianti FV, Torino. Fonte: elaborazione personale ..... 143
Grafico 52 Comparazione potenza impianti biomassa, Torino. Fonte: elaborazione personale ..... 146
Grafico 53 Comparazione potenza impianti pompa di calore, Torino. Fonte: elaborazione personale ..... 147
Grafico 54 Comparazione potenza impianti solari termici, Torino. Fonte: elaborazione personale ..... 149

# INDICE DELLE TABELLE

Tabella 1 Destinazione d'uso secondo il D.P.R. 412/93 ..... 8
Tabella 2 suddivisione del territorio italiano in fasce climatiche secondo il D.P.R. 412/93 ..... 9
Tabella 3 Numeri e percentuali di attestati suddivisi per anno, Regione Piemonte e Comune di Torino (novembre 2009 – aprile 2019). Fonte: dati SIPEE ..... 38
Tabella 4 Numeri e percentuali di attestati suddivisi per tipologia edilizia, Regione Piemonte e Comune di Torino (novembre 2009 – aprile 2019). Fonte: dati SIPEE ..... 39
Tabella 5 Numeri e percentuali di attestati suddivisi per epoca di costruzione, Regione Piemonte e Comune di Torino (novembre 2009 - aprile 2019). Fonte: dati SIPEE ..... 40
Tabella 6 Numeri e percentuali di attestati suddivisi per S/V, Regione Piemonte e Comune di Torino (novembre 2009 - aprile 2019). Fonte: dati SIPEE ..... 42
Tabella 7 ACE suddivisi per classi energetiche, Regione Piemonte e Comune di Torino (novembre 2009 - settembre 2015). Fonte: dati SIPEE ..... 43
Tabella 8 APE suddivisi per classi energetiche, Regione Piemonte e Comune di Torino (novembre 2009 - settembre 2015). Fonte: dati SIPEE ..... 44
Tabella 9 ACE suddivisi per motivazioni di rilascio, Regione Piemonte e Comune di Torino (novembre 2009 - settembre 2015). Fonte: dati SIPEE ..... 46
Tabella 10 APE suddivisi per motivazioni di rilascio, Regione Piemonte e Comune di Torino (ottobre 2015 – aprile 2019). Fonte: dati SIPEE ..... 47
Tabella 11 Comparazione delle caratteristiche dei dati della superficie utile degli appartamenti ..... 54
Tabella 12 Comparazione delle caratteristiche dei dati della superficie utile delle villette ..... 55
Tabella 13 Comparazione delle caratteristiche dei dati del volume lordo riscaldato degli appartamenti ..... 56
Tabella 14 Comparazione delle caratteristiche dei dati del volume lordo riscaldato delle villette ..... 57
Tabella 15 Comparazione delle caratteristiche dei dati della superficie disperdente degli appartamenti ..... 58
Tabella 16 Comparazione delle caratteristiche dei dati della superficie disperdente delle villette ..... 59
Tabella 17 Comparazione delle caratteristiche dei dati dell'EPgl degli appartamenti ..... 61
Tabella 18 Comparazione delle caratteristiche dei dati dell'EPgl delle villette ..... 62
Tabella 19 Comparazione delle caratteristiche dei dati dell'EPgl raggiungibile degli appartamenti ..... 64
Tabella 20 Comparazione delle caratteristiche dei dati dell'EPgl raggiungibile delle villette ..... 65
Tabella 21 Dati prima e dopo le distribuzioni di frequenza, Regione Piemonte e Comune di Torino ..... 68
Tabella 22 Articolazione delle sottozone climatiche regionali ..... 72

Tabella 23 Suddivisione numero di attestati per sottozone climatiche regionali. Fonte: elaborazione personale ..... 72
Tabella 24 Caratteristiche appartamenti "riqualificati" e "no interventi" per epoca di costruzione, sottozona E1 ..... 74
Tabella 25 Risparmio kWh/anno appartamenti sottozona E1 ..... 74
Tabella 26 Appartamenti "FER", sottozona E1 ..... 75
Tabella 27 Caratteristiche appartamenti "no interventi" per epoca di costruzione, sottozona E1 ..... 75
Tabella 28 Risparmio kWh/anno appartamenti FER, sottozona E1 ..... 76
Tabella 29 Caratteristiche villette "riqualificate" e "no interventi" per epoca di costruzione, sottozona E1 ..... 77
Tabella 30 Risparmio kWh/anno villette, sottozona E1 ..... 78
Tabella 31 Caratteristiche villette con "FER", sottozona E1 ..... 79
Tabella 32 Caratteristiche villette "no interventi" per epoca di costruzione, sottozona E1 ..... 79
Tabella 33 Risparmio kWh/anno villette FER, sottozona E1 ..... 80
Tabella 34 Caratteristiche appartamenti "riqualificati" e "no interventi" per epoca di costruzione, sottozona E2 ..... 82
Tabella 35 Risparmio kWh/anno appartamenti, sottozona E2 ..... 82
Tabella 36 Caratteristiche appartamenti "FER", sottozona E2 ..... 83
Tabella 37 Caratteristiche appartamenti "no interventi" per epoca di costruzione, sottozona E2 ..... 83
Tabella 38 Risparmio kWh/anno appartamenti FER, sottozona E2 ..... 84
Tabella 39 Caratteristiche villette "riqualificate" e "no interventi" per epoca di costruzione, sottozona E2 ..... 86
Tabella 40 Risparmio kWh/anno villette, sottozona E2 ..... 87
Tabella 41 Caratteristiche villette con "FER", sottozona E2 ..... 88
Tabella 42 Caratteristiche villette "no interventi" per epoca di costruzione, sottozona E2 ..... 88
Tabella 43 Risparmio kWh/anno villette FER, sottozona E2 ..... 89
Tabella 44 Caratteristiche appartamenti "riqualificati" e "no interventi" per epoca di costruzione, sottozona E3 ..... 92
Tabella 45 Risparmio kWh/anno appartamenti, sottozona E3 ..... 92
Tabella 46 Caratteristiche appartamenti "FER", sottozona E3 ..... 93
Tabella 47 Caratteristiche appartamenti "no interventi" per epoca di costruzione, sottozona E3 ..... 93
Tabella 48 Risparmio kWh/anno appartamenti FER, sottozona E3 ..... 94
Tabella 49 Caratteristiche villette "riqualificate" e "no interventi" per epoca di costruzione, sottozona E3 ..... 95
Tabella 50 Risparmio kWh/anno villette, sottozona E3 ..... 96
Tabella 51Caratteristiche villette "FER", sottozona E3 ..... 97
Tabella 52 Caratteristiche villette "no interventi" per epoca di costruzione, sottozona E3 ..... 97

Tabella 53 Risparmio kWh/anno villette FER, sottozona E3 ..... 98
Tabella 54 Caratteristiche appartamenti "riqualificazioni" e "no interventi" per epoca di costruzione, sottozona F1 ..... 101
Tabella 55 Risparmio kWh/anno appartamenti, sottozona F1 ..... 101
Tabella 56 Caratteristiche appartamenti "FER", sottozona F1 ..... 102
Tabella 57 Caratteristiche appartamenti "no interventi" per epoca di costruzione, sottozona F1 ..... 102
Tabella 58 Risparmio kWh/anno appartamenti FER, sottozona F1 ..... 103
Tabella 59 Caratteristiche villette "riqualificate" e "no interventi" per epoca di costruzione, sottozona F1 ..... 104
Tabella 60 Risparmio kWh/anno villette, sottozona F1 ..... 105
Tabella 61 Caratteristiche villette "FER", sottozona F1 ..... 106
Tabella 62 Villette "no interventi" per epoca di costruzione, sottozona F1 ..... 106
Tabella 63 Risparmio kWh/anno villette FER, sottozona F1 ..... 107
Tabella 64 Caratteristiche appartamenti "riqualificati" e "no interventi" per epoca di costruzione, sottozona F2 ..... 110
Tabella 65 Risparmio kWh/anno appartamenti, sottozona F2 ..... 110
Tabella 66 Caratteristiche appartamenti "FER", sottozona F2 ..... 111
Tabella 67 Caratteristiche appartamenti "no interventi" per epoca di costruzione, sottozona F2 ..... 111
Tabella 68 Risparmio kWh/anno appartamenti FER, sottozona F2 ..... 112
Tabella 69 Caratteristiche villette "riqualificate" e "no interventi" per epoca di costruzione, sottozona F2 ..... 113
Tabella 70 Risparmio kWh/anno villette, sottozona F2 ..... 114
Tabella 71 Caratteristiche appartamenti "FER", sottozona F2 ..... 115
Tabella 72 Caratteristiche villette "no interventi" per epoca di costruzione, sottozona F2 ..... 115
Tabella 73 Risparmio kWh/anno villette FER, sottozona F2 ..... 116
Tabella 74 Caratteristiche appartamenti "riqualificati" e "no interventi" per epoca di costruzione, sottozone F3&F4 ..... 118
Tabella 75 Risparmio kWh/anno appartamenti, sottozone F3&F4 ..... 118
Tabella 76 Caratteristiche appartamenti "FER", sottozone F3&F4 ..... 119
Tabella 77 Caratteristiche appartamenti "no interventi" per epoca di costruzione, sottozona F3&F4 ..... 119
Tabella 78 Risparmio kWh/anno appartamenti FER, sottozona F3&F4 ..... 119
Tabella 79 Caratteristiche villette "riqualificate" e "no interventi" per epoca di costruzione, sottozona F3&F4 ..... 121
Tabella 80 Risparmio kWh/anno villette, sottozone F3&F4 ..... 121
Tabella 81 Villette "FER", sottozona F3&F4 ..... 122
Tabella 82 Caratteristiche villette "no interventi per epoca di costruzione, sottozona F3&F4 ..... 122
Tabella 83 Risparmio kWh/anno villette FER, sottozona F3&F4 ..... 123
Tabella 84 Caratteristiche della popolazione. Fonte: dati Censimento Istat 2011 ..... 126

Tabella 85 Dati climatici per le cinque stazioni metereologiche a Torino, 2006 – 2018. ..... 127
Tabella 86 Caratteristiche degli appartamenti "riqualificazioni" e "no interventi" per epoca di costruzione, Torino. Fonte elaborazione personale ..... 135
Tabella 87 Risparmio cumulato in kWh/anno appartamenti, Torino. Fonte elaborazione personale..... 136
Tabella 88 Caratteristiche degli appartamenti con "FER", Torino. Fonte elaborazione personale..... 137
Tabella 89 Appartamenti "no interventi" per epoca di costruzione, Torino..... 137
Tabella 90 Risparmio cumulato in kWh/ano appartamenti FER, Torino ..... 138
Tabella 91 Villette "riqualificazioni" e "no interventi" suddivisi per epoca di costruzione, Torino ..... 139
Tabella 92 Risparmio cumulato in kWh/anno villette, Torino..... 140
Tabella 93 Villette "FER", Torino ..... 141
Tabella 94 Villette "no interventi" per epoca di costruzione, Torino ..... 141
Tabella 95 Risparmio kWh/anno villette FER, Torino..... 142
Tabella 96 Energia elettrica prodotta da impianti FV presenti a Torino. Fonte: Elaborazione personale ..... 144
Tabella 97 Potenze impianti da FER installate a Torino. Fonte: Elaborazione personale dati Atlaimpianti, 2019)..... 145
Tabella 98 Energia termica prodotta da impianti a biomassa presenti a Torino. Fonte: Elaborazione personale ..... 146
Tabella 99 Energia termica prodotta da impianti a pompa di calore presenti a Torino. Fonte: Elaborazione personale ..... 148
Tabella 100 Energia termica prodotta da impianti solari termici presenti a Torino. Fonte: Elaborazione personale ..... 149
Tabella 101 Consumi di energia medi degli appartamenti di Torino per epoca di costruzione e risparmio energetico a seguito di diversi interventi di riqualificazione energetica ..... 155
Tabella 102 Consumi di energia medi delle villette di Torino per epoca di costruzione e risparmio energetico a seguito di diversi interventi di riqualificazione energetica..... 158

# INDICE DELLE IMMAGINI

Figura 1 Esempio di APE ..... 12
Figura 2 timeline del quadro normativo. Fonte: elaborazione personale ..... 22
Figura 3 Flow chart metodologia..... 70
Figura 4 Sottozone climatiche regionali, Piemonte..... 72
Figura 5 Popolazione residente per sezione di censimento, 2011. Fonte: Elaborazione personale su base dati ISTAT..... 125

Figura 6 Densità abitativa per sezione di censimento, 2011. Fonte: Elaborazione personale su base dati ISTAT ..... 126
Figura 7 Edifici per numero di piani per sezione di censimento, 2011. Fonte: Elaborazione personale su base dati ISTAT ..... 129
Figura 8 Superficie utile per sezione di censimento, 2011. Fonte: Elaborazione personale su base dati ISTAT ..... 130
Figura 9 Stato di conservazione prevalente per sezione di censimento, 2011. Fonte: Elaborazione personale su base dati ISTAT ..... 131
Figura 10 Epoca di costruzione prevalente per sezione di censimento, 2011. Fonte: Elaborazione personale su base dati ISTAT ..... 131
Figura 11 Unità territoriali di Torino: circoscrizioni e sezioni di censimento. Fonte elaborazione personale ..... 132
Figura 12 Flow chart metodologia di calcolo Torino. Fonte elaborazione personale ..... 133
Figura 13 Georeferenziazione dati attestati energetici. Fonte: elaborazione propria ..... 151
Figura 14 Riqualificazioni energetiche sulle diverse tipologie edilizie, per circoscrizione. Fonte elaborazione personale ..... 152
Figura 15 Riqualificazioni energetiche sulle diverse tipologie edilizie, per sezione di censimento. Fonte elaborazione personale ..... 153
Figura 16 Percentuale di interventi su gli appartamenti per circoscrizione. Fonte: elaborazione personale ..... 154
Figura 17 Consumo raggiungibile medio a seguito degli interventi di riqualificazione per sezione di censimento. Fonte: elaborazione personale ..... 156
Figura 18 Percentuale di interventi su le villette, per circoscrizione. Fonte: elaborazione personale ..... 157
Figura 19 Consumo raggiungibile medio a seguito degli interventi di riqualificazione per sezione di censimento. Fonte: elaborazione personale ..... 158

# INTRODUZIONE

Negli ultimi anni, con l'aumento dell'utilizzo di fonti di energia fossile e l'aumento delle emissioni di gas serra ha condotto la Comunità Europea ad adottare delle nuove politiche per la riduzione del consumo di energia, attraverso il miglioramento dell'efficienza energetica del sistema impianto/involucro degli edifici residenziali, poiché il settore edilizio è responsabile per il circa 40% del consumo di energia.

La direttiva comunitaria più importante del settore energetico (2002/91/CE), detta anche Direttiva EPBD *"Energy Performance of Buildings Directive"* mira ad incentivare l'utilizzo di tecnologie intelligenti e fonti di energia alternative "fonti rinnovabili". Quindi, ogni Stato membro è tenuto a sviluppare una propria normativa nazionale che sia in linea con gli obiettivi comunitari e allo stesso tempo capace di interpretare le necessità del proprio territorio.

In Italia si inizia a parlare della certificazione energetica nel 2005 con il D.lgs. 9 agosto 2005, n. 192 *"Attuazione della direttiva 2002/91/CE relativa al rendimento energetico nell'edilizia"* che recepisce la direttiva comunitaria al fine di adeguare la legislazione italiana alla normativa europea in materia di efficienza energetica e di riduzione dei consumi. In particolare l'art. 6 *"Attestato di prestazione energetica, rilascio e affissione"*, prevede la dotazione dell'attestato per gli edifici di nuova costruzione, delle prescrizioni volte a migliorarne le prestazioni energetiche per gli edifici esistenti, ma anche come strumento di informazione del proprietario o dell'acquirente in caso di compravendita o del conduttore in caso di locazione di un immobile.

La certificazione energetica è un documento tecnico che attesta la prestazione energetica di un edificio, attraverso la classe energetica, da A4 (più performante) a G (meno performante); è uno strumento utile per informare sul consumo energetico e di conseguenza trovare delle soluzioni per l'ottimizzazione dell'energia con degli interventi migliorativi.

Tale documento rende più semplice ed immediata la conoscenza delle caratteristiche fisico-ambientali della propria abitazione, avendo la possibilità di beneficiare di incentivi fiscali in caso di costruzioni a basso impatto ambientale, o di interventi migliorativi.

L'obiettivo di questo lavoro di tesi è stato quello di definire: trend attuali di risparmio energetico, utilizzo di fonti rinnovabili con il relativo risparmio energetico, per gli edifici residenziali nella Regione Piemonte e nel Comune di Torino.

I dati utilizzati per le analisi sono stati estratti dal database degli attestati energetici: ACE (Attestato di Certificazione Energetica, rilasciati dal 2 novembre 2009 fino al 30 settembre 2015) e APE (Attestato di Prestazione Energetica, rilasciati dal 1 ottobre 2015 fino ad aprile 2019) contenuti nel SIPEE (Sistema Informativo per la Prestazione Energetica degli Edifici) che rappresentano circa l'84% di tutte le certificazioni energetiche.

Attraverso lo studio dei contributi scientifici, è stato possibile delineare un quadro informativo di base per questo lavoro, in particolare nell'individuazione e nella scelta di metodologie inerenti al risparmio energetico nel settore residenziale partendo dai dati dei certificati di prestazione energetica.

Tramite il modello statistico della distribuzione di frequenza, è stato possibile individuare tutti quei valori ritenuti poco attendibili, a causa della qualità dei dati.

La metodologia applicata per la definizione del risparmio energetico tramite l'utilizzo dei software Access ed Excel, avviene attraverso la suddivisione dei dati in funzione delle sottozone climatiche regionali, per tipologia edilizia appartamenti e villette, per epoca di costruzione. Per questi tipi di edifici residenziali, sono state identificate tre classi in riferimento alla motivazione del rilascio dell'attestato energetico: motivazione generica (acquisto, vendita e locazione dell'edificio), riqualificazione energetica e installazione di tecnologie di energia rinnovabile (solare fotovoltaico, solare termico, biomassa, pompa di calore). In funzione dell'epoca di costruzione sono stati poi analizzati i consumi energetici medi annuali (kWh/m$^2$/anno) specifici per ogni tipo di motivazione.

Per il caso di studio della città di Torino i dati sono stati georeferiti in ambiente GIS, per la creazione di mappe energetiche urbane, mirate ad individuare gli interventi di riqualificazione energetica.

# 1. LA CERTIFICAZIONE ENERGETICA

Dal 1997, con il Protocollo di Kyoto, le Nazioni si impegnano ad attuare una serie di normative con lo scopo di ridurre l'impatto delle attività antropiche sull'aumento della temperatura globale. Vi è una maggiore attenzione a gli edifici residenziali poiché per circa il 40% dei consumi energetici proviene dal settore edilizio.

Con la direttiva comunitaria 2002/91/CE, viene introdotta la certificazione energetica relativa al rendimento energetico nel settore edile con lo scopo di ordinare a gli Stati membri una normativa nazionale che fosse in linea con la normativa europea.

In Italia, il Certificato Energetico è stato introdotto nel 2005 con il D.lgs. 192/2005 e con le modifiche successive che sono state apportate dal D.L. 90/2013 che ha introdotto l'Attestato di Prestazione Energetica (APE) entrato in vigore dal 1 ottobre 2015 in sostituzione dell'Attestato di Certificazione Energetica (ACE). Ciò ha consentito alle Regioni di applicare la normativa europea nelle realtà locali, ma essendo l'Italia un paese molto diversificato dal punto di vista climatico implica delle difficoltà nel definire degli standard nazionali.

L'Attestato di Prestazione Energetica (APE) di un edificio, appartamento o altro immobile, è un documento tecnico ufficiale con validità di 10 anni, dove vengono riportare le caratteristiche, il consumo annuale di energia fornendo al cittadino un'informazione chiara ed immediata relativamente all'Efficienza Energetica dell'edificio stesso.

Per redigere tale documento, il tecnico abilitato che tramite un sopralluogo (obbligatorio) deve rilevare le varie caratteristiche relative a gli involucri e a gli impianti degli edifici: tramite delle verifiche delle condizioni di temperatura e di umidità dell'aria e di trasmittanza di tetti e pareti; il rendimento degli impianti per la produzione di acs (acqua calda sanitaria), riscaldamento, raffrescamento, ed eventuali sistemi di produzione di energia con fonti rinnovabili.

La certificazione energetica è obbligatoria per gli edifici di nuova costruzione assimilati ad edifici sottoposti a demolizione e ricostruzione ed ampliamento volumetrico (minimo del 15% del volume iniziale o 500 $m^3$) degli edifici esistenti.
L'APE è obbligatorio per gli edifici esistenti in caso di compravendita e di contratto di locazione. Il proprietario deve mostrare l'APE in fase di trattativa e consegnarlo all'atto della firma del contratto. Se un immobile messo in vendita/locato possiede già un certificato valido e l'immobile non ha subito lavori di ristrutturazione che ne abbiano modificato la classe energetica non è necessario produrre un nuovo APE.
Le principali informazioni dell'APE tra cui la prestazione energetica del fabbricato, indice di prestazione energetica globale sia rinnovabile che non rinnovabile, e la classe energetica corrispondente, devono essere riportate anche negli annunci immobiliari.
L'APE è anche obbligatorio in caso di lavori di ristrutturazione importante, ovvero interventi su elementi dell'involucro esterno (pareti perimetrali, copertura, infissi) la cui superficie complessiva sia superiore al 25% dello stesso.

## 1.1 ACE e APE: novità e differenze

Tra le principali novità si definisce una metodologia di calcolo unica per tutto il territorio nazionale ed un modello APE uguale per tutte le Regioni. Il sopralluogo diventa obbligatorio.
Inoltre, l'attestato di prestazione energetica deve fornire le indicazioni per il miglioramento dell'efficienza energetica dell'edificio, tramite suggerimenti per interventi di miglioramento, in relazione alla convenienza economica, al fine di incentivare le riqualificazioni energetiche sul patrimonio edilizio esistente tramite le fonti rinnovabili.
Un'altra importante novità è relativa all'aumento delle classi energetiche (da 7 a 10 classi): A4 (dalla più efficiente), A3, A2, A1, B, C, D, E, F, G (meno efficiente).

Per gli ACE la costruzione della scala energetica da A a G era definita in base ai Gradi Giorno (GG) del Comune dove ricadeva l'edificio, ed al rapporto di forma (S/V).

Invece, per gli APE la classificazione energetica dipende dall'edificio di riferimento che serve a determinare il valore di energia primaria limite di legge che l'edificio in esame deve rispettare e confrontarsi.

La modalità di assegnazione della classe energetica avviene tramite la determinazione dell'$EPgl_{nren}$ (Indice di Prestazione Energetica globale non rinnovabile). Dal 1 ottobre 2015, anche il Piemonte, adotta il sistema di certificazione nazionale.

## 1.2 Descrizione degli attestati

La struttura del documento è composta dalle seguenti sezioni:

1. dati catastali;
2. dati tecnici generali dell'unità immobiliare;
3. dati sui rendimenti e impianti;
4. dati sui fabbisogni e indici di prestazione.

I **dati catastali** consentono di identificare l'edificio dal punto di vista geografico, identificando il foglio, la particella, subalterno. Tali parametri consentono di identificare in maniera univoca l'unità immobiliare all'interno del database. Vengono indicati il Comune, l'indirizzo, il numero civico, il CAP, le coordinate geografiche.

Nei **dati tecnici generali** sull'uso dell'edificio vengono indicati:

- **anno** di costruzione e di ristrutturazione dell'unità abitativa;
- **tipologia edificio**: appartamento, villetta, in linea, a torre;
- **volume lordo riscaldato *(V)***: rappresenta la volumetria lorda dell'edificio riscaldata espressa in $m^3$;
- **superficie disperdente totale *(S)***: è la superficie che separa gli ambienti interni dell'edificio dall'ambiente esterno e dagli ambienti non riscaldati, espressa in $m^2$; superficie utile *(Su)*: rappresenta la superficie calpestabile riscaldata all'interno dell'edificio espressa in $m^2$;
- **altezza media *(V/Su)***: è data dal rapporto tra il volume lordo riscaldato $V$ e la superficie utile $Su$, esprime la distanza che intercorre tra l'estradosso del pavimento e l'intradosso del soffitto;
- **fattore di Forma *(S/V)***: è il rapporto tra la superficie disperdente totale $S$ e il volume lordo riscaldato $V$, la sua unità di misura è il reciproco del metro ($m-1$).
- **destinazione d'uso**: influisce in modo determinante sull'attribuzione della classe energetica ed è distinto in 8 categorie definite secondo l'art. 3 del D.P.R. 412/93;

| | |
|---|---|
| **E.1** | Edifici adibiti a residenza e assimilabili: |
| **E.1 (1)** | abitazioni adibite a residenza con carattere continuativo, quali abitazioni civili e rurali, collegi, conventi, case di pena, caserme; |
| **E.1 (2)** | abitazioni adibite a residenza con occupazione saltuaria, quali case per vacanze, fine settimana e simili; |
| **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 tossicodipendenti e di altri soggetti affidati a servizi sociali pubblici. |
| **E.4** | Edifici adibiti ad attività ricreative o di culto e assimilabili: |
| **E.4 (1)** | cinema e teatri, sale di riunioni per congressi; |
| **E.4 (2)** | mostre, musei e biblioteche, luoghi di culto; |
| **E.4 (3)** | 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. |

*Tabella 1 Destinazione d'uso secondo il D.P.R. 412/93*

- **Zona climatica**: nel D.P.R. 412/93 (art. 2)[1] "individuazione della zona climatica e dei gradi-giorno" il territorio nazionale è stato suddiviso in 6 zone (A - F), dove nella zona A ricadono le località più calde fino a quella F dove ricadono le località più fredde. La localizzazione dell'immobile è un fattore fondamentale per valutare concretamente le caratteristiche energetiche.

[1] http://efficienzaenergetica.acs.enea.it/doc/dpr412-93_allA_tabellagradigiorno.pdf

- **Gradi Giorno (GG)**: rappresentano la quantità di energia necessaria a riscaldare o raffrescare un ambiente rispetto a una temperatura di riferimento.
  In Italia sono individuati dal D.P.R. 412/93 che li definisce 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"*.

$$GG = \sum_{e=1}^{n} (Ti - Te)$$

Dove:

$GG$ rappresentano l'andamento della temperatura dell'aria esterna durante la stagione di riscaldamento;

$n$ numero di giorni della stagione di riscaldamento;

$Ti$ rappresenta la temperatura di riferimento interna (pari a 20° C, stabilita dalla normativa italiana);

$Te$ temperatura media giornaliera esterna (<12°C, secondo la normativa italiana).

| Fascia | Da | A | Periodo di riscaldamento | | Durata periodo di riscaldamento |
|---|---|---|---|---|---|
| A | 0 GG | 600 GG | 1/12– 15/3 | 6 ore al giorno | 104 |
| B | 601 GG | 900 GG | 1/12 – 31/3 | 8 ore al giorno | 120 |
| C | 901 GG | 1.400 GG | 15/11– 15/3 | 10 ore al giorno | 136 |
| D | 1.401 GG | 2.100 GG | 1/11 – 15/4 | 12 ore al giorno | 165 |
| E | 2.101 GG | 3.000 GG | 15/10– 15/4 | 14 ore al giorno | 182 |
| F | 3.001 GG | > | Nessuna limitazione | | 199 |

*Tabella 2 suddivisione del territorio italiano in fasce climatiche secondo il D.P.R. 412/93*

**Dati rendimenti e impianti**

Il rendimento è un parametro fisico con cui si esprime il grado di efficienza di una macchina. quando si utilizzano degli impianti reali vi sono delle perdite di efficienza rispetto ai rendimenti teorici, poiché gli impianti reali non sono in grado di eliminare completamente le perdite di calore. Per tale motivo, il miglioramento delle prestazioni energetiche dell'edificio dipende dall'analisi dei 4 rendimenti medi stagionali che caratterizzano l'impianto di riscaldamento:

- **Rendimento di generazione**: è il rapporto tra il calore utile prodotto dal generatore nella stagione di riscaldamento e l'energia fornita nello stesso periodo sotto forma di combustibile ed energia elettrica. Il miglioramento di tale rendimento non dipende esclusivamente da fattori costruttivi dei generatori ma dipende anche dal modello di conduzione, da scelte progettuali e dal tipo di regolazione;
- **Rendimento di distribuzione**: è il rapporto tra la somma del calore utile emesso dai corpi scaldanti e del calore disperso dalla rete di distribuzione all'interno dell'involucro riscaldato dell'edificio ed il calore in uscita dall'impianto di produzione ed immesso nella rete di distribuzione. Tale rendimento caratterizza l'influenza della rete di distribuzione sulla perdita passiva di energia termica;
- **Rendimento di emissione**: è il rapporto tra il calore richiesto per il riscaldamento degli ambienti con un sistema di emissione teorico di riferimento in grado di fornire una temperatura ambiente perfettamente uniforme ed uguale nei differenti locali ed il sistema di emissione reale. Per migliorare il rendimento di emissione di un impianto di riscaldamento, è importante passare a sistemi ad alto rendimento come i pannelli a pavimento o a parete;
- **Rendimento di regolazione**: è il rapporto tra il calore richiesto per il riscaldamento degli ambienti con una regolazione teorica perfetta ed il calore richiesto per il riscaldamento degli stessi ambienti con un sistema di regolazione reale.

Nell'attestato di prestazione energetica, per il calcolo della prestazione energetica dell'edificio, come alcuni attributi relativi agli impianti dell'abitazione.

- **Tipologia di impianto**: negli ACE si indicava il tipo di impianto di riscaldamento presente (centralizzato o autonomo), invece, nell' APE, è diventato un campo libero in cui si possono riportare anche più di due impianti;
- **Combustibile**: indica la tipologia di combustibile utilizzata per il servizio di riscaldamento e generazione di acqua calda sanitaria (gas naturale, energia elettrica o altro);
- **Potenza termica nominale** (kW): se presente, indica la potenza termica dell'impianto effettivamente resa all'ambiente, può essere riportata sul relativo libretto di istruzioni.

**Dati sui fabbisogni e indici di prestazione**

Ai fini della classificazione energetica di un edificio, è utile tenere in considerazione i fabbisogni energetici e indici di prestazione energetica[2]:

- **Fabbisogno di energia termica utile $Q_{H,nd}$** (kWh/m$^2$): indica la quantità di energia primaria richiesta per mantenere negli ambienti riscaldati la temperatura di progetto;
- **Fabbisogno di energia primaria per acqua calda sanitaria $Q_{ACS,w}$** (kWh/m$^2$): indica la quantità di energia necessaria ad assicurare l'erogazione dell'acqua calda sanitaria, tenendo conto dell'efficienza del sistema che la produce;
- **$EP_{gl,nren}$** (kWh/m$^2$anno): l'indice di prestazione energetica globale non rinnovabile tiene conto del fabbisogno di energia primaria non rinnovabile per la climatizzazione invernale ed estiva ($EP_{H,nren}$ e $EP_{C,nren}$), per la produzione di acqua calda sanitaria ($EP_{W,nren}$)per la ventilazione ($EP_{V,nren}$);
- **$EP_{H,nd}$** (kWh/m$^2$ anno): esprime l'indice di prestazione termica utile per la climatizzazione invernale dell'edificio, è dato dal rapporto tra il fabbisogno di energia annuo di energia termica dell'edificio e la superficie utile;

[2]Definiti al paragrafo 3.3 dell'allegato 1 del D.M. 26/06/2015 "*Requisiti minimi*"

- **$EP_{C,nren}$** (kWh/m$^2$ anno): l'indice di prestazione energetica per la climatizzazione estiva deriva dall'indice di prestazione termica utile per la climatizzazione estiva dell'edificio ($EP_{C,nd}$) e dal rendimento dell'impianto di raffrescamento;
- **$EP_{W,nren}$** (kWh/m$^2$ anno): rappresenta l'indice di prestazione energetica per la preparazione dell'acqua calda sanitaria e si calcola come il rapporto tra $Q_{ACS,W}$ e la superficie utile.

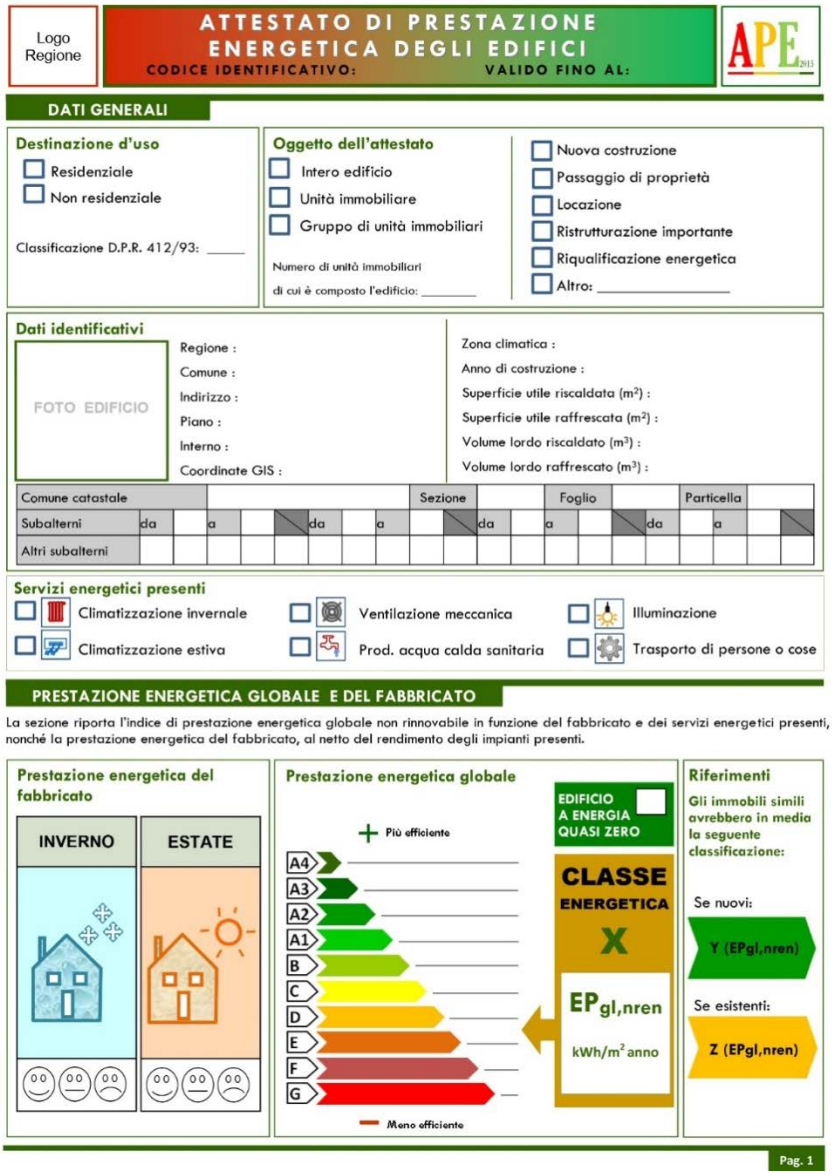



*Figura 1 Esempio di APE*

# 2. LITERATURE REVIEW

Il settore dell'edilizia rappresenta il 40% del consumo totale di energia nell'Unione Europea e deve affrontare grandi sfide con l'obiettivo di trasformare gli edifici esistenti in edifici a energia zero (Nzeb) entro il 2050.

Nello specifico, il settore residenziale viene considerato una delle opzioni più convenienti per il risparmio delle emissioni di $CO_2$. Per indirizzare questo potenziale, l'Unione Europea ha introdotto i certificati di prestazione energetica, che dovrebbero fornire chiare informazioni sul rendimento energetico degli edifici agli acquirenti, ai proprietari e agli inquilini degli alloggi. È uno strumento per prevedere quantitativamente la domanda annuale di energia del patrimonio edilizio, creando così un mercato guidato dalla domanda per edifici a risparmio energetico.

Attraverso lo studio dei contributi scientifici sotto riportati, è stato possibile delineare un quadro informativo di base per questo lavoro di tesi, in particolare nell'individuazione e nella scelta di metodologie inerenti al risparmio energetico nel settore residenziale partendo dai dati dei certificati di prestazione energetica.

## 2.1 Analisi dei dati presenti negli attestati di prestazione energetica

Molti studi hanno messo in luce, dall'analisi dei database dei certificati energetici, che per descrivere il patrimonio edilizio (M. Mangold et al., 2015)[5]è necessario sia effettuare delle valutazioni che correggere la qualità dei dati (C. Hjortling et al., 2017)[17].

Ciò è causato anche dal fatto che i certificatori riscontrano delle difficoltà a valutare i parametri architettonici negli attestati, come il pavimento, la stratificazione della muratura, la forma dell'edificio (J. Jeong et al., 2017)[16]. Inoltre, sembrano appartamenti e villette causare più problemi rispetto ad altri tipi di proprietà, può essere dovuto a difficoltà nel valutare la loro posizione nel edificio e la natura dello spazio circostante (A. Hardy, D. Glew, 2019)[26].

Per la definizione degli scenari di risparmio energetico, partendo dall'analisi degli attestati di prestazione energetica, è stato possibile eseguire delle analisi statistiche utili alle pubbliche amministrazioni per poter pianificare e sviluppare delle politiche energetiche per ridurre sia il consumo di energia primaria che le emissioni di $CO_2$ (Luis M. López-González et al., 2016)[11].

Nello studio di (J. Las-Heras-Casas et al., 2018)[22] viene sviluppato un algoritmo di correzione degli errori presenti nei certificati energetici, partendo dai dati presenti come: la data di registrazione e di validità, tipologia edilizia, zona climatica, anno di costruzione, superficie utile, consumo di energia primaria (kWh/m$^2$anno), classe energetica, tenendo sempre in considerazione i limiti delle diverse zone climatiche e i dati per ogni Comune.

Lo studio condotto da (K.N. Streicher et al., 2018)[21] mette in evidenza come sia necessario caratterizzare il settore residenziale con un adeguato grado di dettaglio, distinguendo tra vari tipi di edifici (archetipi) ed elementi di costruzione al fine di identificare il potenziale non sfruttato per la riqualificazione energetica. L'analisi statistica dei certificati consente, quindi, di stimare un livello di prestazione termica degli edifici ad archetipo e dei rispettivi elementi edilizi nonché dei sistemi di riscaldamento.

Lo studio condotto da (J. von Platten, et al., 2019)[27]sviluppa un nuovo metodo per la comparabilità tra rendimento energetico dei vecchi e nuovi certificati energetici, ai fini di mappare lo sviluppo delle prestazioni energetiche e consentire una valutazione dell'impatto sul rendimento energetico derivante da politiche e misure che sono state attuate tra i due certificati.

## 2.2 GIS per la caratterizzazione spaziale dei dati

Tramite gli strumenti GIS, è possibile elaborare le informazioni relative alle caratteristiche geometriche degli edifici per valutare i fabbisogni energetici (C. Delmastro et al., 2016)[15], ed elaborare delle analisi geo statistiche dei problemi relativi ai sistemi di classificazione delle classi energetiche (C. Koo, T. Hong, 2015)[6].

La caratterizzazione spaziale energetica di un territorio è la base per eseguire analisi di scenari a breve e lungo termine. I risultati di questo metodo sono utili per: i decisori, per comprendere lo stato attuale del consumo di energia territoriale ai fini di identificare aree critiche ad alta intensità energetica; i cittadini per visualizzare il loro consumo di energia e i ricercatori per aver impostato le basi di ulteriori analisi urbane (G. Mutani et al., 2016)[12].

(T. Johansson et al., 2016)[8] sviluppano un modello energetico urbano basato sulle richieste e sulla necessità di visualizzazione da parte dei consulenti energetici, urbanisti e aziende. Tramite la georeferenziazione dei dati, è possibile effettuare dei modelli energetici che migliorano la comprensione del consumo di energia degli edifici, rivelandosi uno strumento prezioso.

Studiare l'analisi statistica degli attestati di prestazione energetica o la costruzione della prestazione energetica a scala urbana e non solo a scala architettonica. Inoltre, la proiezione cartografica GIS offre un buon modello di dati valutare gli indicatori energetici e costruire le caratteristiche energetiche relativi alla città, quartiere. La mappatura è uno strumento utile a cui collegare diversi tipi di dati dell'edificio (K. Fabbri et al., 2012)[3].

Gli edifici più vecchi presentano un'elevata potenzialità per un significativo risparmio energetico, in particolare per il riscaldamento degli ambienti e l'acqua calda sanitaria. La sostituzione dei sistemi di generazione di calore con unità più efficienti dal punto di vista energetico e il passaggio ad altri vettori energetici (ad esempio la sostituzione di caldaie a petrolio e/o il passaggio a gas naturale o biomassa) sono le misure più popolari per i sistemi di riscaldamento (K. G. Droutsa et al., 2016)[13].

## 2.3 Influenza degli attestati di prestazione energetica sul mercato immobiliare

Al fine di rafforzare il ruolo degli attestati di prestazione energetica nel mercato immobiliare, gli Stati membri dovrebbero migliorare continuamente tale documento in modo da velocizzare la trasformazione degli edifici in edifici Nzeb.

Il sistema della certificazione energetica per gli edifici esistenti, per le nuove costruzioni e la relativa etichetta energetica, non è impattante sul prezzo delle abitazioni (A. de Ayala et al., 2016)[10], poiché i prezzi di vendita sono legati alle informazioni dell'edificio, piuttosto che alla certificazione energetica (B. Hårsman et al., 2016)[14]. Deve esserci una relazione tra il prezzo di vendita e la valutazione di prestazione energetica degli immobili residenziali (F. Fuerst, P. McAllister, 2015)[7].

I certificati energetici dovrebbero fornire chiare informazioni sul rendimento energetico degli edifici agli acquirenti, ai proprietari e agli inquilini (Amecke, 2012)[4].

Ci possono essere diverse motivazioni per il debole legame tra efficienza energetica e prezzi: è possibile che le informazioni contenute nell'attestato di prestazione energetica non siano adeguatamente considerate dagli inquilini nei contratti di locazione, perché non è reso disponibile per gli inquilini o non ne sono a conoscenza della disponibilità delle informazioni oppure le considerano informazioni meno rilevanti (F. Fuerst, 2011)[2].

Il risparmio monetario è un fattore importante per alcune famiglie, mentre per altri invece sono l'estetica, il comfort e la consapevolezza ambientale.

Il pacchetto informativo che l'attestato di prestazione energetica fornisce può essere integrato con informazioni sui benefici comuni sulle misure suggerite, ad esempio effetti positivi sull'ambiente o miglioramento dell'interno comfort, sui possibili investimenti (T. Broberg, 2019)[23]; quindi una comunicazione più efficace degli incentivi economici (M. Franke, 2019)[24].

| | Anno | Autore | Titolo | Luogo | Scala | Oggetto | Fattori considerati | Software/ analisi | Risultati |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2009 | Aviel Verbruggen | Performance evaluation of renewable energy support policies, applied on Flanders' tradable certificates system (pp. 1385 - 1394) | Flanders - Belgio | Regionale | Valutazione delle prestazioni delle politiche di sostegno alle energie rinnovabili | Dati impianto: tipo di fonte, capacità, proprietà, anno di messa in servizio | Excel | Considerazioni più attente delle fonti rinnovabili |
| 2 | 2011 | Franz Fuerst Patrick McAllister | The impact of Energy Performance Certificates on the rental and capital values of commercial property assets (pp. 6608 - 6614) | UK | Regionale | L'impatto dei EPC sull'affitto e sui valori di capitale delle attività di proprietà commerciale | Tipologia di proprietà, Regione | Analisi statistiche | EPC non influisce sui contratti di locazione |
| 3 | 2012 | Kristian Fabbri Marco Zuppiroli Keoma Ambrogio | Heritage buildings and energy performance: Mapping with GIS tools (pp. 137 - 145) | Ferrara - Italia | Urbana | Modelli statistici energetici bottom-up o top-down | EPC degli edifici storici, la tipologia e il risparmio energetico | Excel, Access, Gis | Valutazione di indicatori e caratteristiche energetiche (città, città - quartiere) |
| 4 | 2012 | Hermann Amecke | The impact of energy performance certificates: A survey of German home owners (pp. 4 - 14) | Germania | Architettonica | EPC a supporto degli acquirenti nella decisione di acquisto | Costo d'esercizio, valore di rivendita, comfort, protezione ambientale | Indagini web, analisi statistiche | Efficacia degli EPC limitata |
| 5 | 2015 | Mikael Mangold Magnus Österbring Holger Wallbaum | Handling data uncertainties when using Swedish energy performance certificate data to describe energy usage in the building stock (pp. 328 -336) | Svezia | Architettonica | Gestione degli errori dei dati del certificato di prestazione energetica | Dati EPC | Modello di regressione | Metodi per migliorare la qualità dei dati |
| 6 | 2015 | Choongwan Koo Taehoon Hong | Development of a dynamic operational rating system in energy performance certificates for existing buildings: Geostatistical approach and data-mining technique (pp. 254 - 270) | Corea | Regionale | Problemi del sistema di classificazione degli edifici esistenti | Tipologia di edifici, superficie utile, Regione | GIS / Analisi statistiche e probabilistiche | Applicazione per la correzione del sistema di classificazione |
| 7 | 2015 | Franz Fuerst Patrick McAllister | Does energy efficiency matter to homebuyers? An investigation of EPC ratings and transaction prices in England (pp. 145 - 156) | UK | Architettonica | Relazione tra prezzo di vendita e stima di prestazione energetica degli edifici residenziali | Parametri architettonici ed economici | GIS | Maggior parte degli edifici residenziali in classi C, D, E |

| | Anno | Autore | Titolo | Luogo | Scala | Oggetto | Fattori considerati | Software/ analisi | Risultati |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 8 | 2016 | Tim Johansson<br>Mattias Vesterlund<br>Thomas Olofsson<br>Jan Dahl | Energy performance certificates and 3-dimensional city models as a means to reach national targets – A case study of the city of Kiruna (pp. 42 -57) | Svezia | Urbana | Attuazione delle politiche di risparmio energetico e nuovi edifici ad alto livello energetico | Tipologia edilizia, superficie, prestazione energetica | Excel, GIS | Modello energetico per la valutazione delle prestazioni energetiche |
| 9 | 2016 | María Herrando<br>David Cambra<br>Marcos Navarro<br>Lucio de la Cruz<br>Gema Millán<br>Ignacio Zabalza | Energy Performance Certification of Faculty Buildings in Spain: The gap between estimated and real energy consumption (pp. 141 - 153) | Saragozza - Spagna | Urbana | Divario tra consumo energetico stimato e reale | Territorio circostante, anno di costruzione, sistema di illuminazione, vetri, ecc. | CALENER GT per la modellazion e termica | Modelli energetici urbani per i consulenti energetici, immobiliari, urbanisti |
| 10 | 2016 | Amaia de Ayala<br>Ibon Galarraga<br>Joseph V. Spadaro | The price of energy efficiency in the Spanish housing market (pp. 16 - 24) | Spagna | Nazionale | Mercato immobiliare privo delle etichette di efficienza energetica, e dell'impatto sul prezzo delle abitazioni | Sondaggio sulle caratteristiche abitative e sui prezzi delle case | Analisi empiriche | Mercato immobiliare capitalizza il valore di efficienza energetica |
| 11 | 2016 | Luis M. López-González<br>Luis M. López-Ochoa<br>Jesús Las-Heras-Casas<br>César García-Lozano | Energy performance certificates as tools for energy planning in the residential sector. The case of La Rioja (pp 1280 - 1292) | La Roja - Spagna | Regionale | Certificati energetici come strumento di pianificazione | Tipologia edilizia, zona climatica, anno di costruzione, superficie utile, numero di abitazioni, sistema di riscaldamento, raffrescamento e ACS, fonti rinnovabili | Excel , GIS | Scenari per la riqualificazione energetica per ridurre sia il consumo di energia primaria che le emissioni di CO2 |
| 12 | 2016 | Guglielmina Mutani<br>Chiara Delmastro<br>Maurizio Gargiulo<br>Stefano P. Corgnati | Characterization of building thermal energy consumption at the urban scale (pp. 384 - 391) | Torino - Italia | Urbana | Confronto tra due metodologie basate sul GIS | Caratteristiche degli edifici, tipologia edilizia, fattore di forma, epoca di costruzione | GIS | Attuale consumo energetico del territorio e le criticità |
| 13 | 2016 | Kalliopi G. Droutsa<br>Simon Kontoyiannidis<br>Elena G. Dascalaki<br>Constantinos A. Balaras | Mapping the energy performance of hellenic residential buildings from EPC (energy performance certificate) data (pp. 284 -295) | Grecia | Urbana | Mappatura delle prestazioni energetiche degli edifici residenziali con i dati degli EPC | Tipologia degli edifici: unifamiliari, plurifamiliari, epoca di costruzione, zona climatica | Excel / analisi quantitativa | sostituzione dei serramenti, l'installazione di collettori solari per l'a.c.s. |

| | Anno | Autore | Titolo | Luogo | Scala | Oggetto | Fattori considerati | Software/ analisi | Risultati |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 14 | 2016 | Björn Hårsman<br>Zara Daghbashyan<br>Parth Chaudhary | On the quality and impact of residential energy performance certificates (pp. 711 - 723) | Svezia | Architettonica | Relazione tra il prezzo di vendita e la classe energetica | EPC e i dati di vendita per le case unifamiliari | Analisi statistiche | I prezzi di vendita sono legati alle informazioni dell'edificio non ai EPC |
| 15 | 2016 | Chiara Delmastro<br>Guglielmina Mutani<br>Stefano Paolo Corgnati | A supporting method for selecting cost-optimal energy retrofit policies for residential buildings at the urban scale (pp. 42-56) | Torino - Italia | Urbana | Metodologia per simulazione e analisi dell'evoluzione parco edilizio su orizzonti di lungo periodo | Prestazione energetiche degli edifici | GIS | Supporto di distribuzione di risorse nei piani energetici urbani |
| 16 | 2017 | Jaewook Jeong<br>Taehoon Hong<br>Changyoon Ji<br>Jimin Kim<br>Minhyun Lee<br>Kwangbok Jeong<br>Choongwan Koo | Development of a prediction model for the cost saving potentials in implementing the building energy efficiency rating certification (pp. 257–270) | Corea del Sud | Urbana | Modello previsionale per i potenziali di riduzione dei costi nell'attuazione della certificazione energetica | Tipologia edilizia, prestazione energetica | Excel | Determinazione del valore economico della certificazione e il costo aggiuntivo di investimento |
| 17 | 2017 | Camilla Hjortling<br>Folke Björk<br>Magnus Berg<br>Tord af Klintberg | Energy mapping of existing building stock in Sweden – Analysis of data from Energy Performance Certificates (pp. 341–355) | Svezia | Regionale | Mappatura energetica del patrimonio edilizio esistente | Consumo di energia, rendimento energetico, tipologia edilizia, anno di costruzione, zona climatica, superficie del pavimento riscaldato, riscaldamento, raffreddamento, a.c.s. | Excel, GIS | Definizione del consumo energetico regionale |
| 18 | 2017 | Prieler M.<br>Leeb M.<br>Reiter T. | Characteristics of a database for energy performance certificates (pp. 1000 - 1005) | Austria | Urbana | Caratteristiche del database per i certificati di rendimento energetico | EPC: tipologia edilizia, zona climatica, sistema di riscaldamento | Excel / Analisi statistiche | Sviluppo database per la valutazione di sistemi di finanziamento nel campo della ricostruzione e dell'adattamento della tecnologia di costruzione |

| | Anno | Autore | Titolo | Luogo | Scala | Oggetto | Fattori considerati | Software/ analisi | Risultati |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 19 | 2017 | Fazel Khayatian<br>Luca Sarto<br>Giuliano Dall'O' | Building energy retrofit index for policy making and decision support at regional and national scales (pp. 1062 - 1075) | Lombardia | Regionale | Indici di riqualificazione energetica | EPi | Analisi statistiche | Applicazione del sistema DOR |
| 20 | 2018 | Matthew Collins<br>John Curtis | Bunching of residential building energy performance certificates at threshold values (pp. 662 - 676) | Irlanda | Nazionale | Suddivisione classe energetica | Prestazione energetica | Excel / Regressione lineare | Software capace di corregge gli errori di prestazione nei certificati |
| 21 | 2018 | Kai Nino Streicher<br>Pierryves Padey<br>David Parra<br>Meinrad C. Bürer<br>MartinK. Patel | Assessment of the current thermal performance level of the Swiss residential building stock: Statistical analysis of energy performance certificates (pp. 360 - 378) | Svizzera | Nazionale | Stima del livello di prestazione termica degli edifici residenziali | Certificati energetici: sistema di riscaldamento, elementi costruttivi | Analisi statistiche | Sviluppo di una metodologia per l'adeguamento energetico degli edifici residenziali |
| 22 | 2018 | Jesús Las-Heras-Casas<br>Luis M. López-Ochoa<br>Luis M. López-González<br>José P. Paredes-Sánchez | A tool for verifying energy performance certificates and improving the knowledge of the residential sector: A case study of the Autonomous Community of Aragón (Spain) (pp. 62-72) | Spagna | Regionale | Correzione per i certificati di prestazione energetica | EPC: data di registrazione e validità, tipologia edilizia, zona climatica, anno di costruzione, superficie utile, consumo di energia primaria (kWh/m2anno), classe energetica | Excel / Analisi statistiche | L'algoritmo ha dimostrato miglioramenti di qualità e versatilità dei certificati energetici |
| 23 | 2019 | Thomas Broberg<br>Alejandro Egüez<br>Andrius Kažukauskas | Effects of energy performance certificates on investment: A quasi-natural experiment approach | Svezia | Urbana | Effetti dei certificati di prestazione energetica sugli investimenti | Dati EPC e i dati di proprietà delle unità immobiliari | Modello di regressione (probit) | Condomini più efficienti rispetto ad edifici con alloggi in affitto |
| 24 | 2019 | Melanie Franke<br>Claudia Nadler | Energy efficiency in the German residential housing market: Its influence on tenants and owners (pp. 879–890) | Germania | Nazionale | Trasparenza degli EPC per una consapevolezza dell'efficienza energetica nel processo decisionale | Dati socio-economici | Metodi diretti e indiretti | Comunicazione più efficace degli incentivi economici |

| | Anno | Autore | Titolo | Luogo | Scala | Oggetto | Fattori considerati | Software/ analisi | Risultati |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 25 | 2019 | Daan Hulshof<br>Catrinus Jepma<br>Machiel Mulder | Performance of markets for European renewable energy certificates (pp. 697 – 710) | Europa | | Indagini dei mercati dei certificati energetici | Quota di elettricità rinnovabile certificata, tasso di abbandono, volatilità dei prezzi, quota dei certificati scaduti | Analisi di mercato | Aumento di elettricità rinnovabile nell'UE |
| 26 | 2019 | A. Hardy<br>D. Glew | An analysis of errors in the Energy Performance certificate database (pp. 1168 - 1178) | UK | Nazionale | Identificazione errori negli EPC | Parametri di costruzione | Excel, GIS / analisi statistiche | Criteri per un controllo intelligente dei certificati |
| 27 | 2019 | Jenny von Platten<br>Carolina Holmberg<br>Mikael Mangold<br>Tim Johansson<br>Kristina Mjörnell | The renewing of Energy Performance Certificates - Reaching comparability between decade-apart energy records | Svezia | Nazionale | Comparazione tra i vecchi e i nuovi certificati di prestazione energetica | Grado di ristrutturazione, proprietà, periodo di costruzione e reddito dei residenti | Modello di regressione lineare | Eliminazione dei certificati di prestazione energetica, il coefficiente di R-quadrato migliora |

# 3. IL CONTESTO NORMATIVO DI RIFERIMENTO

Le prime leggi in campo energetico sono nate in seguito alle prime crisi energetiche negli anni '70 che portarono ad un tentativo da parte della Comunità Europea di cercare nuove fonti energetiche in sostituzione del petrolio e a far fronte alle problematiche ambientali quali: inquinamento, esaurimento delle risorse naturali, cambiamenti climatici.

Dagli anni '90 i Paesi hanno iniziato a cercare insieme politiche a scala globale per limitare queste problematiche: dalla prima conferenza sul clima del 1992, il Protocollo di Kyoto nel 1997.

In questo capitolo viene introdotto il tema dell'efficienza energetica da un punto di vista normativo a partire dal livello europeo, livello nazionale fino ad arrivare al livello regionale.

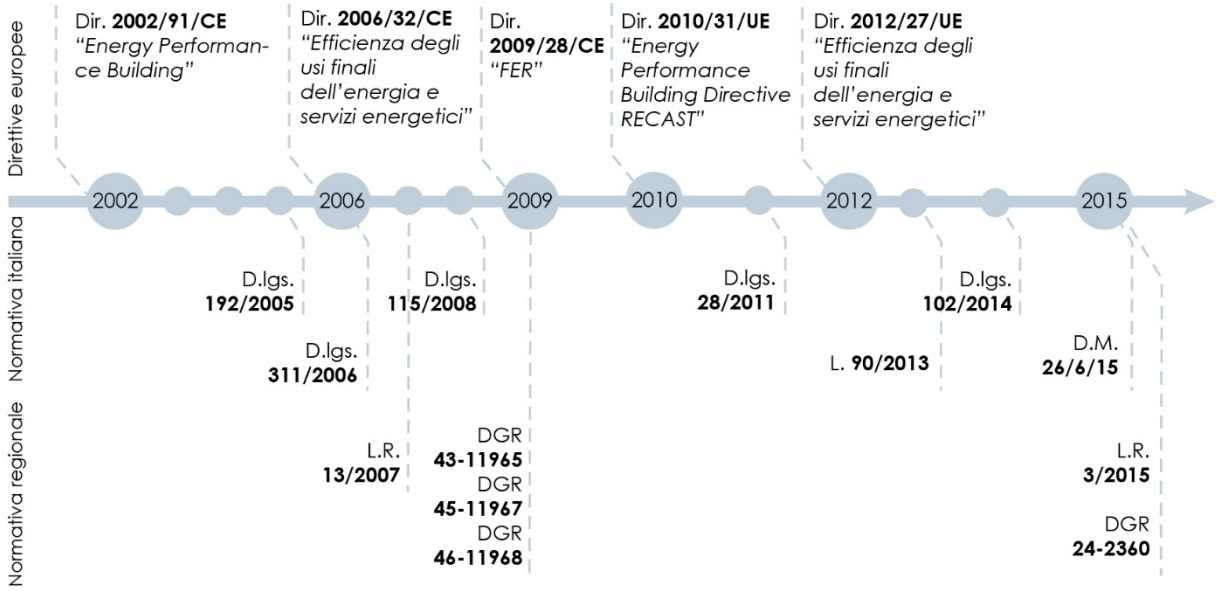



*Figura 2 timeline del quadro normativo. Fonte: elaborazione personale*

## 3.1 Le direttive europee

Le principali politiche energetiche dell'UE promuovono la riduzione dei consumi da fonti fossili, lo sviluppo di nuove fonti rinnovabili, sia per questioni ambientali che per la riduzione di dipendenza energetica dagli altri paesi.
A seguito delle disposizioni per l'attuazione del Protocollo di Kyoto, in ambito UE si è deciso di creare una direttiva in osservanza al Protocollo stesso che indirizzava gli Stati membri verso una riduzione quantitativa delle emissioni di gas ad effetto serra, responsabili dell'innalzamento climatico globale e dell'inquinamento atmosferico, attraverso alcune misure correttive.

### 3.1.1 Direttiva 2002/91/CE - Energy Performance of Buildings Directive

Di fondamentale importanza all'interno del quadro normativo è stata la 2002/91/CE chiamata *"Energy Performance of Buildings Directive, EPBD"* detta la linea sulle nuove disposizioni in materia di efficienza energetica. Ogni Stato membro della Comunità Europea deve recepire tale direttiva e sviluppare una propria normativa nazionale in linea con gli obiettivi comunitari e al contempo capace di interpretare le necessità del proprio territorio definendo una metodologia per il calcolo delle prestazioni energetiche degli edifici, il rispetto di requisiti minimi di efficienza energetica per le nuove costruzioni e per gli edifici da ristrutturare.
Il fulcro di tale direttiva è stato l'introduzione dell'Attestato di Certificazione Energetica (ACE) per ogni edificio di nuova costruzione, in caso di vendita o affitto per gli edifici esistenti, sul quale doveva essere riportata in maniera semplice la prestazione energetica dell'immobile, interventi migliorativi, in modo da consentire ai cittadini di essere informati.

### 3.1.2 Direttiva 2010/31/UE – EPBD recast

La Direttiva 2010/31/UE chiamata *"EPBD recast"*, entra in vigore il 9 luglio 2010, in sostituzione della precedente Direttiva 2002/91/CE, viene varata sulla base

dei principi fondamentali della Direttiva precedente, ampliando il campo d'applicazione ed incrementando le misure per l'efficientamento energetico.

Le disposizioni della Direttiva riguardano (art. 1, comma 2):

" *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*

*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".*

Tutti gli Stati membri sono tenuti all'applicazione di tale direttiva e all'elaborazione di un piano per lo sviluppo e l'incentivazione di edifici Nzeb cioè edifici ad alta prestazione energetica con un fabbisogno di energia primaria molto basso.

### 3.1.3 Direttiva 2012/27/UE - Efficienza energetica

La direttiva 2012/27/UE 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 promuovendo ulteriori miglioramenti dell'efficienza energetica al di là di tale data.

Il nuovo strumento legislativo impone agli Stati di fissare obiettivi indicativi nazionali per il 2020 e introduce misure giuridicamente vincolanti per favorire un uso più efficiente dell'energia in tutte le fasi della catena energetica, dalla trasformazione alla distribuzione per il consumo finale. Entro il 5 giugno 2014 gli Stati

membri UE dovranno recepire la maggior parte delle disposizioni della Direttiva ed avviare la fase di attuazione.

Gli Stati devono elaborare una strategia a lungo termine per favorire la ristrutturazione degli edifici residenziali e commerciali, sia pubblici che privati, inoltre devono:

- promuovere la disponibilità, per tutti i clienti finali, di audit energetici di elevata qualità svolti in maniera indipendente da esperti qualificati e accreditati o eseguiti e sorvegliati da autorità indipendenti. Le piccole e medie imprese (PMI) sono escluse dall'obbligo di eseguire audit energetici a differenza dalle grandi imprese;
- incentivare la diffusione a prezzi accessibili di contatori intelligenti in grado di misurare il consumo effettivo e di fornire informazioni sul tempo effettivo d'uso;
- valutare il potenziale di applicazione della cogenerazione ad alto rendimento e del teleriscaldamento e teleraffrescamento efficienti e dovranno promuovere l'uso di questi sistemi;
- mettere a punto regimi di certificazione, accreditamento e qualificazione e renderli disponibili per i fornitori di servizi e di audit energetici;
- istituire strumenti finanziari, o agevolare il ricorso a quelli esistenti, per il miglioramento dell'efficienza energetica e facilitare gli interventi di efficientamento energetico degli edifici. Sarà invece facoltativa l'istituzione di Fondo nazionale per l'efficienza energetica.

## 3.2 Normativa nazionale

Nel corso degli anni si sono susseguite una serie di normative nazionali di riferimento e di Direttive europee, a partire dalla prima legge italiana inerente all'efficienza energetica n.373/76, alla legge 10/91 fino ai più recenti decreti del 26 giugno 2015.

In particolare, con la legge 373/76 *"Norme per il contenimento del consumo energetico per usi termici negli edifici"*[3] si afferma per la prima volta il principio di risparmio energetico (art.1), prevede dei vincoli per la progettazione, l'installazione, l'esercizio e la manutenzione degli impianti termici e prescrizioni per l'isolamento termico degli edifici.

### 3.2.1 Legge 10/91 – Norme per l'attuazione del P.E.N.

Fondamentale nell'evoluzione del quadro normativo è la legge 10/91 *"Norme per l'attuazione del Piano Energetico Nazionale in materia di uso razionale dell'energia, di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili di energia"*[4] la quale regolamenta il settore termotecnico, stabilisce i criteri, le condizioni e le modalità per migliorare le prestazioni energetiche degli edifici al fine di favorirne lo sviluppo, la valorizzazione e l'integrazione delle fonti rinnovabili e la diversificazione energetica.

La legge10/91 definiva le fonti di energia rinnovabili:

*"il sole, il 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 considerate altresì 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 recupera-*

[3] https://www.gazzettaufficiale.it/eli/id/1976/06/07/076U0373/sg

[4] https://www.gazzettaufficiale.it/eli/id/1991/01/16/091G0015/sg

*bile 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"* (art. 1 comma 3).

Questa legge integra ed in parte sostituisce la precedente legge 373/76, fornendo di fatto una nuova procedura per la verifica energetica degli edifici e compiendo un primo passo verso la certificazione energetica.

Con la legge 10/91 viene create la zonizzazione del territorio nel contesto di un piano energetico nazionale, in cui l'Italia viene suddivisa in 6 zone climatiche classificate dalla A ad F alle quali vengono associate un determinato periodo di esercizio dell'impianto di riscaldamento e temperature esterne definite in base all'altitudine e all'esposizione dei venti.

La legge 10 rimanda la sua completa attuazione all'emanazione di decreti attuativi. Il D.P.R. 412 del 26 agosto 1993 è il Regolamento di attuazione della legge 10/91, modificato e integrato da altri provvedimenti successivi, tra cui il D.P.R. 551/99 i quali fanno riferimento alle norme UNI.

### 3.2.2 D.lgs. 192/2005 - Legge fondamentale sulla certificazione energetica

Con il D.lgs. n. 192 del 9 agosto 2005*"Attuazione della direttiva 2002/91/CE relativa al rendimento energetico in edilizia"*[5] ed entrato in vigore 8 ottobre 2005, vengono introdotte le nuove disposizioni europee all'interno dei regolamenti nazionali, con il fine di 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.

Tale decreto, stabiliva i criteri, le condizioni e le modalità per il miglioramento delle prestazioni energetiche degli edifici, con l'obiettivo di favorire lo sviluppo,

[5] https://www.gazzettaufficiale.it/eli/id/2005/09/23/005G0219/sg

la valorizzazione e l'integrazione delle fonti rinnovabili per raggiungere gli obiettivi nazionali di limitazione delle emissioni di gas effetto serra imposti dal protocollo di Kyoto.

Con questo decreto sono indicate:

1) metodologie di calcolo della prestazione energetica degli edifici;
2) requisiti della prestazione energetica degli edifici;
3) predisposizioni per l'integrazione di impianti solari termici e fotovoltaici nelle coperture degli edifici e per l'allaccio alle reti di teleriscaldamento;
4) relazione tecnica di cui all'articolo 28 della legge 9 gennaio 1991, n. 10, attestante la rispondenza alle prescrizioni in materia di contenimento del consumo energetico degli edifici.

Le metodologie di calcolo e di espressione della prestazione energetica degli edifici sono definite dai decreti all'art. 4 comma l, considerando:

a) clima esterno e interno;
b) caratteristiche tecniche dell'edificio;
c) impianto di riscaldamento e di produzione di acqua calda sanitaria;
d) impianto di condizionamento dell'aria e di ventilazione;
e) impianto di illuminazione;
f) posizione ed orientamento degli edifici;
g) sistemi solari passivi e protezione solare;
h) ventilazione naturale;
i) utilizzo di fonti energetiche rinnovabili, di sistemi di cogenerazione e di riscaldamento e condizionamento a distanza.

### 3.2.3 D.lgs. 311/2006 - Disposizioni correttive

Il D.lgs. 311/2006 modifica alcuni articoli del D.lgs. 192/2005, la normativa transitoria e reintroduce l'obbligo della certificazione energetica per gli edifici esistenti, introducendo delle novità:

- gli immobili messi in vendita devono dichiarare il proprio consumo energetico attraverso la certificazione energetica;
- le Regioni in accordo con gli enti locali, predispongano entro il 31 dicembre 2008, un programma di sensibilizzazione dei cittadini alla riqualificazione energetica del parco edilizio;
- obbligo di determinati livelli di prestazione energetica e isolamento per gli edifici nuovi, per gli edifici ristrutturati determinate dimensioni e livelli di isolamento delle parti ristrutturate;
- per i nuovi edifici o nuova installazione di impianti termici, l'a.c.s. riscaldata con l'energia solare.

### 3.2.4 D.lgs. 28/11 - Fonti rinnovabili

Il D.lgs. 28/11[6] introduce importanti novità riguardanti l'obbligo alla produzione di energia rinnovabile per gli edifici di nuova costruzione e per gli interventi sugli edifici esistenti. Viene specificata la necessità di ricorrere alle fonti rinnovabili per la copertura percentuale del fabbisogno energetico per il riscaldamento, il raffrescamento e produzione di acqua calda sanitaria.

I limiti da rispettare riportati nell'allegato 3 (articolo 11):

*" Nel caso di edifici nuovi o edifici sottoposti a ristrutturazioni rilevanti, gli impianti di produzione di energia termica devono essere progettati e realizzati in modo da garantire il contemporaneo rispetto della copertura, tramite il ricorso ad energia prodotta da impianti alimentati da fonti rinnovabili, del 50% dei consumi previsti per l'acqua calda sanitaria".*

[6] http://www.acs.enea.it/doc/dlgs_28-2011.pdf

### 3.2.5 L. 90/13

L'introduzione della Direttiva 2010/31/UE ha segnato l'avvio di un nuovo iter legislativo intrapreso in Italia a partire dalla pubblicazione del D.l. 63/13 poi convertito dalla L. 90/13.

La L. 90/13 è stata a sua volta completata con la pubblicazione dei decreti attuativi contenuti nel D.M. 26/6/15 riguardanti i seguenti 3 argomenti:

- D.M. requisiti minimi: prescrizioni e requisiti da rispettare nonché definizione dell'edificio ad energia quasi zero
- Linee Guida Nazionali per la certificazione energetica: modalità di classificazione e nuovo modello di attestato di certificazione energetica
- Nuovi modelli per la relazione tecnica

## 3.3 NORMATIVA DELLA REGIONE PIEMONTE

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

La Regione Piemonte, in attuazione della direttiva europea 2002/91 e nel rispetto dei decreti nazionali, emana la L.R. n.13 del 28 maggio 2007 *"Disposizioni in materia di rendimento energetico nell'edilizia"*, una legge quadro regionale per l'efficienza energetica degli edifici in Piemonte.

Con tale legge 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 esistenti sottoposti a ristrutturazione
- I criteri e le caratteristiche della certificazione energetica degli edifici 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 (informazione e sensibilizzazione dell'utente, formazione e aggiornamento dell'operatore);
- Forme di incentivazioni economiche per i cittadini.

Con tale legge, la certificazione energetica diventa obbligatoria per gli edifici di nuova costruzione, gli edifici esistenti che devono subire una ristrutturazione edilizia, gli edifici sottoposti a locazione o compravendita.

Il 4 agosto 2009, sono state emanate tre delibere regionali attuative della legge regionale n.13: D.G.R. n. 46-11968 per i requisiti di efficienza energetica, la D.G.R. n. 43-11965 sul tema della certificazione energetica e la D.G.R. n. 45-11967 per gli impianti solari, da fonti rinnovabile e serre solari.

### 3.3.4 D.G.R. 4604/08/2009, n. 46-11968 - requisiti di efficienza energetica

Il presente provvedimento individua gli indirizzi, le prescrizioni e gli strumenti volti a promuovere la progressiva diffusione di tecnologie a basse emissioni e ad elevata efficienza energetica, sia per quanto riguarda le nuove installazioni, sia all'atto del fisiologico ricambio dello stock degli impianti di riscaldamento, nonché le norme comportamentali volte a modificare, nel verso della riduzione dei consumi, le abitudini del cittadino consumatore.

Uno degli obiettivi primari del procedimento è infatti la riduzione del rischio di superamento dei valori limite e delle soglie di allarme e la conservazione della qualità dell'aria ambiente nelle zone di mantenimento, laddove i livelli degli inquinanti non comportino il rischio di superamento dei limiti e degli obiettivi stabiliti.

Sono quindi individuate le misure e le politiche per il miglioramento dell'efficienza energetica del sistema edificio - impianto, nonché per il governo della qualità dell'aria sul territorio piemontese, applicabili al settore del riscaldamento e del condizionamento degli ambienti, necessari ai fini di:

- migliorare l'efficienza energetica complessiva del sistema edificio-impianto, dei generatori di calore, dei sistemi distributivi e di regolazione;
- favorire l'utilizzo di tecnologie innovative per incrementare l'efficienza energetica e migliorare le prestazioni emissive del generatore di calore;
- favorire l'utilizzo di combustibili a basso impatto ambientale e l'uso di fonti energetiche rinnovabili;
- 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.

### 3.3.5 D.G.R. 04/08/2009, n. 43-11965 - Certificazione energetica

Il presente atto, in attuazione della legge regionale 13 ed in armonia con il D.lgs. 192/2005, disciplina:

- l'elenco dei professionisti e dei soggetti abilitati al rilascio dell'attestato di certificazione energetica;
- i titoli di studio tecnico-scientifici;
- le modalità di svolgimento del corso di formazione;
- il modello dell'attestato di certificazione energetica e gli aspetti ad esso connessi;
- la procedura di calcolo delle prestazioni energetiche da utilizzare per la certificazione;
- il sistema informativo per la certificazione energetica degli edifici.

### 3.3.6 D.G.R. 04/08/2009, n. 45-11967 - Impianti FER e serre solari

La presente delibera, in attuazione della L.R. 13 del 28 maggio 2007 ed in armonia con il D.lgs. 192del 19 agosto 2005, disciplina:

- i criteri per determinare il fabbisogno di acqua calda sanitaria, le modalità operative per l'installazione di impianti fotovoltaici e il loro allacciamento alla rete di distribuzione;
- i limiti di esclusione dal calcolo convenzionale delle volumetrie edilizie per le serre solari e altri elementi costruttivi finalizzati alla captazione diretta dell'energia solare ed all'esclusivo miglioramento dei livelli di isolamento termico.

***Sistemi solari termici***

Per soddisfare il fabbisogno energetico annuale di acqua calda sanitaria il proprietario o chi ne ha titolo deve installare sistemi solari termici integrati nella struttura edilizia dimensionati in modo tale da coprire il 60% del suddetto fabbisogno. In sede di progettazione di nuovi interventi edilizi deve essere posta una adeguata attenzione all'orientamento del fabbricato e devono essere previste superfici idonee all'installazione dei sistemi solari.

I diversi fabbisogni energetici devono essere considerati separatamente, nel caso non fossero individuabili separatamente 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.

Il fabbisogno annuale si calcola applicando la norma tecnica UNI/TS 11300-2 tenendo conto dell'effettivo fattore di occupazione degli immobili al fine di evitare sovradimensionamenti. Il fabbisogno standard può essere ridotto della quota di calore utilmente impiegabile nella produzione di acqua calda sanitaria nei casi in cui:

- sia utilizzata energia proveniente da geotermia ad alta entalpica;
- sia utilizzato calore proveniente dalla rete di teleriscaldamento;
- esista la possibilità di utilizzare cascami termici derivanti da processi anche esterni all'edificio.

Successivamente, a seguito dell'introduzione a livello nazionale della L. 90/13, la Regione Piemonte con la L.R. 3/2015 abroga la L.R. 13, assumendo quindi come riferimento la legge quadro nazionale, rimanendo in vigore le D.G.R.

Da quel momento in Piemonte sono in vigore parallelamente sia il quadro legislativo nazionale, sia i provvedimenti attuativi regionali.

Dal 1 ottobre 2015 con la D.G.R. 24-2360 del 2 novembre 2015 il Piemonte adotta il sistema di certificazione energetica nazionale. Da quel momento, cessano di avere efficacia le disposizioni di cui alla deliberazione della Giunta regionale 4 agosto 2009, n. 43-11965, in materia di certificazione energetica degli edifici.

La D.G.R. 24-2360 disciplina:

a) l'adozione di un sistema di accreditamento dei soggetti abilitati al rilascio dell'attestato di prestazione energetica ai sensi dell'art. 4 comma 2 lettera a) e a bis) del D.P.R. 75/2013;
b) le modalità di svolgimento del corso di formazione e aggiornamento ai sensi dell'art. 4 comma 2 lettera c) del D.P.R. 75/2013;

c) le modalità per l'accertamento della correttezza e qualità dei servizi di certificazione ai sensi ai sensi dell'art. 4 comma 2 lettera e) e dell'art. 5 del D.P.R.75/2013; il Sistema Informativo regionale per la Prestazione Energetica degli Edifici (SIPEE) utile anche al fine di monitorare l'impatto del sistema di certificazione degli edifici in termini di adempimenti burocratici, oneri e benefici per i cittadini ai sensi dell'art. 4 comma 2 lettera d) del D.P.R. 75/2013.

Ad oggi nella Regione Piemonte sono in vigore:

- Direttiva 2010/31/UE, *"EPBD 2"*
- D.lgs. 192/2005, modificato dalla legge 90/2013
- D.P.R. 74/2013 *"Controllo e manutenzione degli impianti termici"*
- D.P.R. 75/2013 *"Certificatori energetici"*
- D.M. 26 giugno 2015, *"Requisiti minimi"*, *"Certificazione energetica"*, *"Relazione Tecnica"*
- D.G.R. 45-11967 *"Impianti FER e serre solari"*
- DGR 46-11968 *"Requisiti di efficienza energetica"*
- DGR 24-2360 del 2/11/2015 *"Certificazione energetica APE"*

# 4. IL CASO STUDIO: LA CERTIFICAZIONE ENERGETICA IN PIEMONTE

In questo capitolo si restituisce un approfondimento sul tema della certificazione energetica.

Nella prima parte del lavoro (capitolo 4.1) si effettuano delle analisi su gli attestati depositati nel SIPEE inerenti alle destinazioni d'uso E.1 ed E.2 (settore residenziale).

Nella seconda parte (capitolo 4.2) si analizzano i parametri contenuti nella certificazione energetica: superficie utile, volume lordo riscaldato, superficie disperdente, $EP_{gl}$, $EP_{gl}$ raggiungibile, attraverso l'utilizzo del modello statistico della distribuzione di frequenza.

## 4.1 Analisi della banca dati SIPEE

Il Sistema Informativo per la Prestazione Energetica degli Edifici (SIPEE) rappresenta una banca dati contenente tutti gli attestati energetici della Regione Piemonte, consultabili sul sito Sistemapiemonte.it.

Il numero totale di attestati depositati per tutte le destinazioni d'uso dal 2009 fino ad aprile 2019, è di 1.026.450 di cui il 23% ricadenti nel Comune di Torino.

Partendo dal database regionale, la prima operazione eseguita è stata l'eliminazione di tutti quei certificati aventi destinazione d'uso differente da E.1., prendendo, quindi, in esame "gli edifici adibiti a residenza e assimilabili" secondo il D.P.R. 412/93:

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

In un primo momento sono stati esaminati tutti gli ACE (Attestato di Certificazione Energetica), rilasciati dal 2 novembre 2009 fino al 30 settembre 2015 sul territorio piemontese per un totale di 568.862.

Successivamente sono stati esaminati gli APE (Attestato di Prestazione Energetica), che hanno sostituito gli ACE, rilasciati dal 1 ottobre 2015 fino ad aprile 2019 (ultimo scarico richiesto) per un totale di 298.269.

Il database del Comune di Torino è composto dagli ACE rilasciati da novembre 2009 fino a settembre 2015 per un totale di 125.399 e gli APE rilasciati da ottobre 2015 fino ad aprile 2019 (ultimo scarico richiesto) per un totale di 70.097, avendo così un totale 195.476 attestati energetici.

Queste due categorie rappresentano circa l'84% di tutte le certificazioni energetiche, sottolineando quindi l'importanza di tali classi in materia di consumi energetici.

L'andamento percentuale degli attestati nella Regione Piemonte da novembre 2009 ad aprile 2019, evidenzia che l'andamento percentuale è rimasto più o meno costante.

Gli attestati del Comune di Torino incidono del 23% sul totale regionale. Inoltre, come si può constatare dal *grafico 1* nei primi 4 mesi del 2019 siano state prodotte circa il 3% delle certificazioni. Mediamente all'anno vengono rilasciate poco più del 9% di pratiche rispetto al totale.

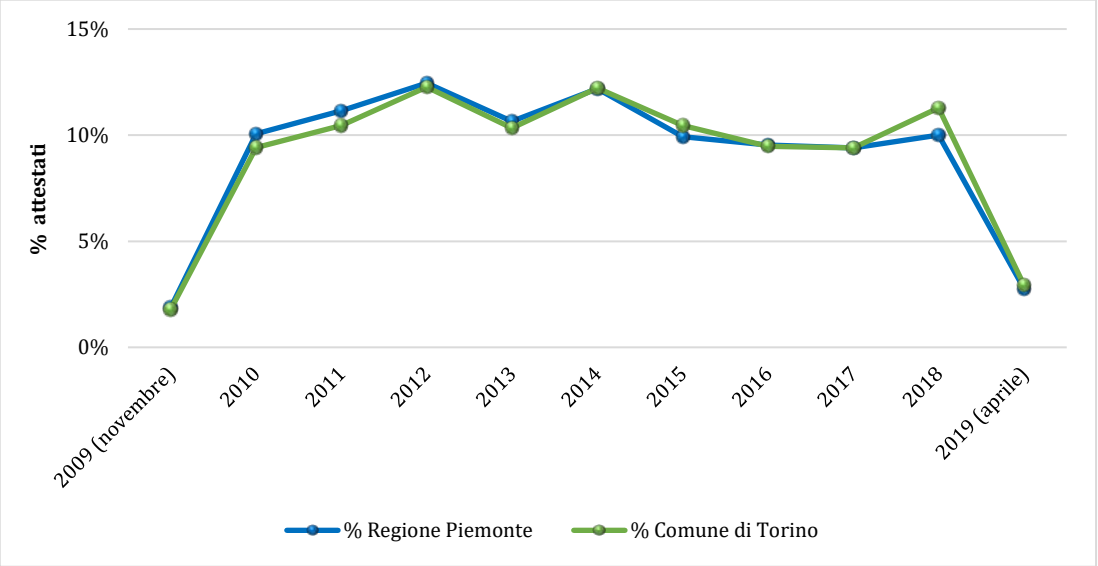



*Grafico 1 Andamento % attestati suddivisi per anno, Regione Piemonte e Comune di Torino (novembre 2009 – aprile 2019). Fonte: dati SIPEE*

| Anno | Regione Piemonte | | Comune di Torino | |
|---|---|---|---|---|
| | *n° attestati* | *% attestati* | *n° attestati* | *% attestati* |
| **2009 (novembre)** | 16.204 | 2% | 3.474 | 2% |
| **2010** | 87.190 | 10% | 18.410 | 9% |
| **2011** | 96.652 | 11% | 20.445 | 10% |
| **2012** | 107.990 | 12% | 23.980 | 12% |
| **2013** | 92.394 | 11% | 20.212 | 10% |
| **2014** | 105.636 | 12% | 23.883 | 12% |
| **2015** | 86.087 | 10% | 20.429 | 10% |
| **2016** | 82.679 | 10% | 18.507 | 9% |
| **2017** | 81.532 | 9% | 18.380 | 9% |
| **2018** | 86.788 | 10% | 22.048 | 11% |
| **2019 (aprile)** | 23.979 | 3% | 5.728 | 3% |
| **Totale complessivo** | **867.131** | **100%** | **195.496** | **100%** |

*Tabella 3 Numeri e percentuali di attestati suddivisi per anno, Regione Piemonte e Comune di Torino (novembre 2009 – aprile 2019). Fonte: dati SIPEE*

### 4.1.1. Tipologia edilizia

L'analisi del parco edilizio ha come obiettivo la conoscenza delle tipologie edilizie presenti sul territorio della Regione Piemonte e del Comune di Torino, come si denota dal *grafico 2*, la maggior parte degli attestati energetici riguarda gli appartamenti in edifici multipiano; invece per le altre categorie edificio indipendente, intero edificio, villetta e villetta in agglomerato urbano vi sono dei valori compresi tra 0 e 10 %, dove la maggior parte ricadono nella Regione.

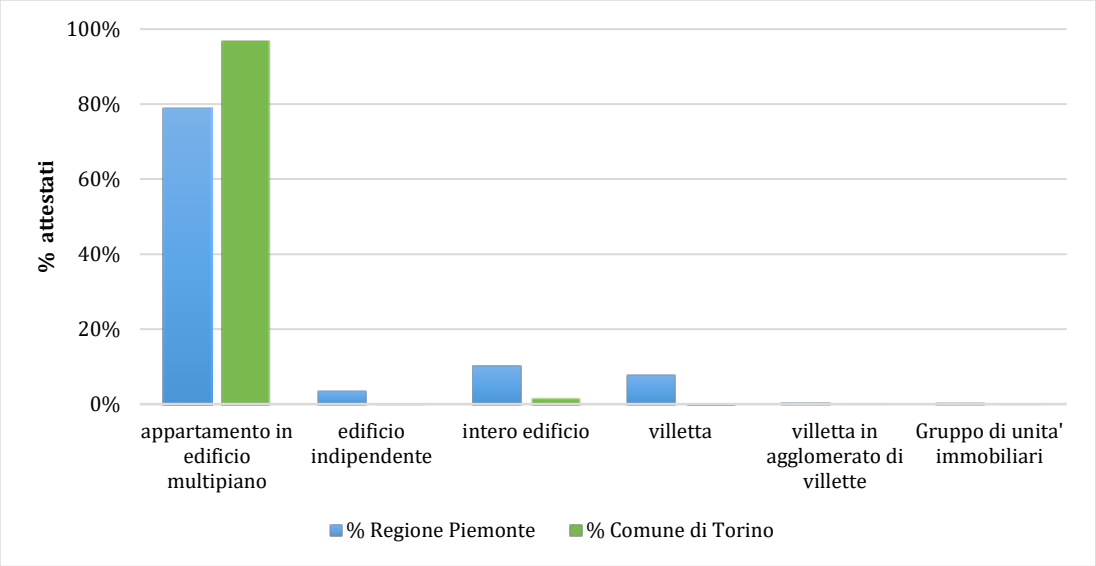



*Grafico 2 Tipologia edilizia, Regione Piemonte e Comune di Torino (novembre 2009 – aprile 2019). Fonte: dati SIPEE*

| Tipologia edilizia | Regione Piemonte | | Comune di Torino | |
|---|---|---|---|---|
| | *n° attestati* | *% attestati* | *n° attestati* | *% attestati* |
| **appartamento in edificio multipiano** | 499.732 | 79% | 140.949 | 97% |
| **edificio indipendente** | 21.331 | 3% | 431 | 0% |
| **intero edificio** | 62.975 | 10% | 3.113 | 2% |
| **villetta** | 48.330 | 8% | 902 | 1% |
| **villetta in agglomerato di villette** | 1.374 | 0% | 90 | 0% |
| **Gruppo di unità immobiliari** | 974 | 0% | 129 | 0% |
| **Totale** | **634.716** | **100%** | **145.614** | **100%** |

*Tabella 4 Numeri e percentuali di attestati suddivisi per tipologia edilizia, Regione Piemonte e Comune di Torino (novembre 2009 – aprile 2019). Fonte: dati SIPEE*

### 4.1.2. Epoca di costruzione

I dati sono stati suddivisi per epoca di costruzione, secondo la classificazione Istat, nelle seguenti classi: prima del 1918, 1919 - 1945, 1946 - 1960, 1961 - 1970, 1971 - 1980, 1981 - 1990,1991 – 2005, successivi al 2006. Questa variabile è fondamentale perché è quella che influenza in primis la struttura, l'isolamento termico delle superfici disperdenti e l'efficienza dell'impianto degli edifici.

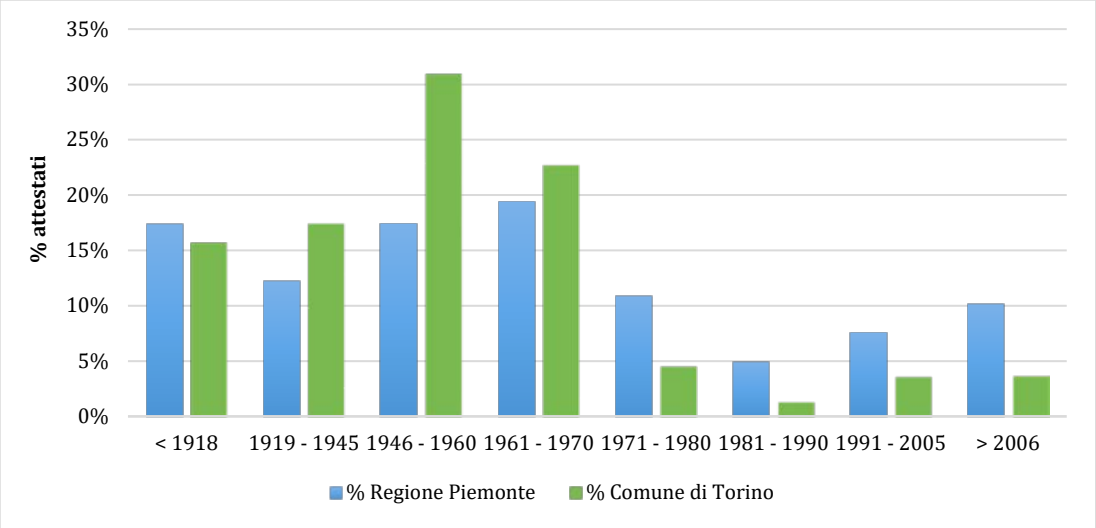



*Grafico 3 Percentuale di attestati per epoca di costruzione, Regione Piemonte e Comune di Torino (novembre 2009 – aprile 2019).Fonte: dati SIPEE*

| Epoca di costruzione | Regione Piemonte | | Comune di Torino | |
|---|---|---|---|---|
| | *n° attestati* | *% attestati* | *n° attestati* | *% attestati* |
| **< 1918** | 150.605 | 17% | 30.653 | 16% |
| **1919 - 1945** | 105.590 | 12% | 34.011 | 17% |
| **1946 - 1960** | 151.456 | 17% | 60.311 | 31% |
| **1961 - 1970** | 168.104 | 19% | 44.267 | 23% |
| **1971 - 1980** | 94.094 | 11% | 8.982 | 5% |
| **1981 - 1990** | 42.408 | 5% | 2.683 | 1% |
| **1991 - 2005** | 66.208 | 8% | 7.158 | 4% |
| **> 2006** | 87.823 | 10% | 7.265 | 4% |
| **Totale** | **866.288** | **100%** | **195.330** | **100%** |

*Tabella 5 Numeri e percentuali di attestati suddivisi per epoca di costruzione, Regione Piemonte e Comune di Torino (novembre 2009 - aprile 2019). Fonte: dati SIPEE*

Il *grafico 3* riporta la distribuzione percentuale suddivisa per decenni, del patrimonio edilizio relativo alla Regione Piemonte e al Comune di Torino.

Osservando il grafico si evidenzia che la maggior parte degli edifici certificati sono stati realizzati tra il secondo dopoguerra e gli anni '70 (in concomitanza del boom edilizio).

A livello regionale dal 1970 fino al 1990 c'è stato un forte decremento percentuale passando dal 19% al 5%. Solo dal 1991 in poi, c'è stato un lieve aumento

percentuale. A livello comunale invece, il picco massimo si ha nell'intervallo compreso tra il 1946 - 1960 con il 31%, dopodiché c'è stata una forte diminuzione percentuale passando dal 23% allo 1%.

### 4.1.3. Fattore di forma

Il rapporto di forma indicato come S/V, è il rapporto tra la superficie disperdente ed il volume riscaldato di un'immobile: più è estesa la superficie disperdente e maggiore sono le dispersioni termiche.

Ai fini energetici difatti, un edificio è tanto più performante quanto più compatto è il suo involucro termico, a prescindere da altri parametri (isolamento, orientamento, impianto ecc.). Esso viene calcolato dividendo il valore della superficie disperdente totale per il volume lordo riscaldato.

I dati ottenuti sono stati suddivisi in 4 classi: $S/V \leq 0.20$, $0.21 < S/V \leq 0.60$, $0.61 < S/V \leq 0.80$, $S/V \geq 1.00$.

In base al rapporto di forma, ogni edificio si pone in modo diverso rispetto al contesto climatico in cui è localizzato. In particolare, questo rapporto influenza le perdite termiche, più è elevato S/V, più è elevato lo scambio di calore tra gli ambienti interni e esterni. A parità di caratteristiche strutturali, il fattore forma decresce all'aumentare delle dimensioni geometriche.

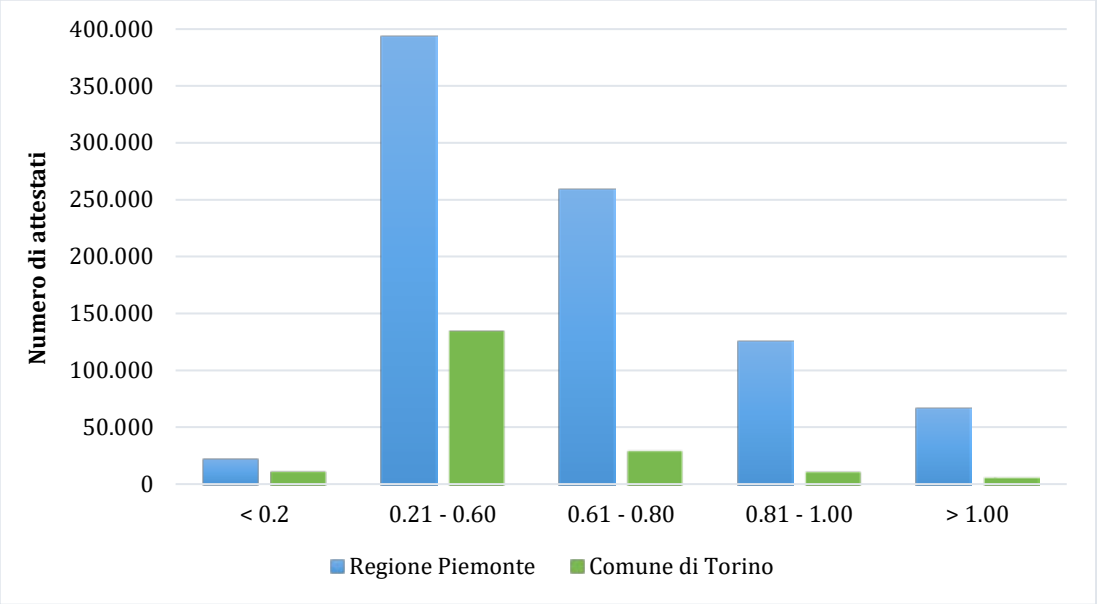



*Grafico 4 Numero di attestati per S/V, Regione Piemonte e Comune di Torino (novembre 2009 – aprile 2019). Fonte: dati SIPEE*

| S/V | Regione Piemonte | | Comune di Torino | |
|---|---|---|---|---|
| | *n° attestati* | *% attestati* | *n° attestati* | *% attestati* |
| **< 0.2** | 21.824 | 3% | 12.126 | 6% |
| **0.21 - 0.60** | 393.454 | 45% | 134.217 | 69% |
| **0.61 - 0.80** | 258.760 | 30% | 30.171 | 15% |
| **0.81 - 1.00** | 126.075 | 15% | 11.854 | 6% |
| **> 1.00** | 66.586 | 8% | 7.025 | 4% |
| **Totale** | **866.699** | **100%** | **195.393** | **100%** |

*Tabella 6 Numeri e percentuali di attestati suddivisi per S/V, Regione Piemonte e Comune di Torino (novembre 2009 - aprile 2019). Fonte: dati SIPEE*

### 4.1.4. Classe energetica

Negli ACE le classi energetiche fino al 1 ottobre 2015 erano 7partendo dalla classe A+ per gli edifici più efficienti fino ad arrivare alla classe G per gli edifici più energivori, ed erano definite a partire dall'indice di prestazione energetica con localizzazione a Torino ($EP_{L,To}$) misurato in kWh/m²/anno.

Il *grafico 5* mostra come la maggior parte degli immobili certificata sia a livello regionale che comunale risulta in classe G, mentre le classi le classi energetiche meno performanti come la D, E, F hanno frequenze percentuali che vanno dal 6 fino a raggiungere il 25%. I livelli di alta prestazione energetica A+, A e B presentano valori marginali pertanto non sono presenti numerosi immobili certificati.

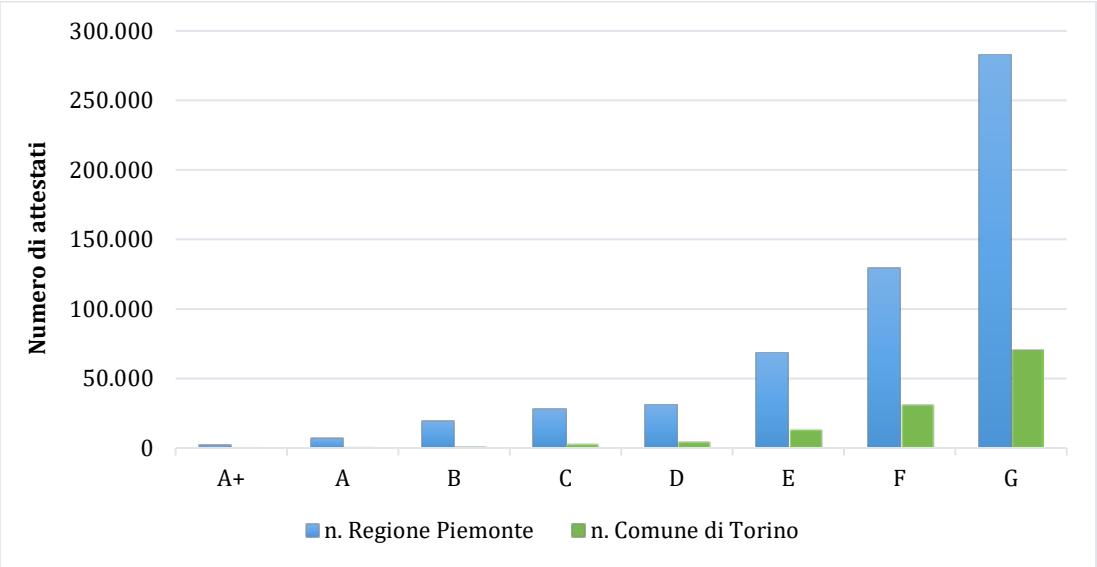



*Grafico 5 ACE suddivisi per classi energetiche, Regione Piemonte e Comune di Torino (novembre 2009 - settembre 2015). Fonte: dati SIPEE*

| Classe energetica | Piemonte | | Torino | |
|---|---|---|---|---|
| | *n° attestati* | *% attestati* | *n° attestati* | *% attestati* |
| **A+** | 1.796 | 0% | 87 | 0% |
| **A** | 6.941 | 1% | 679 | 1% |
| **B** | 19.162 | 3% | 1.318 | 1% |
| **C** | 27.902 | 5% | 3.195 | 3% |
| **D** | 31.361 | 6% | 4.804 | 4% |
| **E** | 69.173 | 12% | 13.522 | 11% |
| **F** | 129.271 | 23% | 31.368 | 25% |
| **G** | 282.516 | 50% | 70.341 | 56% |
| **Totale** | 566.720 | **100%** | **125.227** | **100%** |

*Tabella 7 ACE suddivisi per classi energetiche, Regione Piemonte e Comune di Torino (novembre 2009 - settembre 2015). Fonte: dati SIPEE*

Invece negli APE, le classi energetiche aumentano a 10, in base al *grafico 6*, si può notare che il numero di attestati degli immobili più efficienti (A1, fino ad A4) stanno aumentando in particolare nel territorio piemontese del 3%.

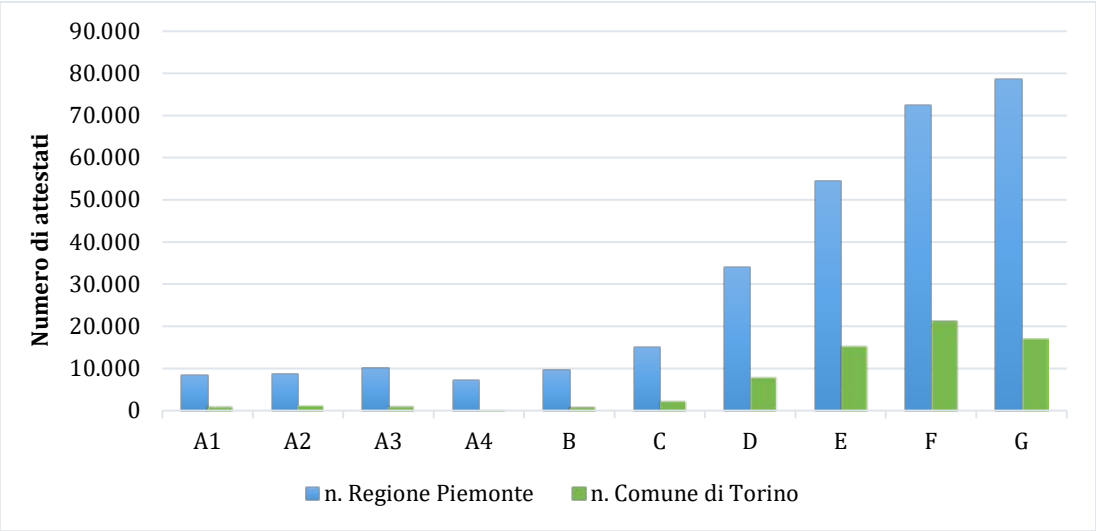



*Grafico 6 APE suddivisi per classi energetiche, Regione Piemonte e Comune di Torino (novembre 2009 - settembre 2015). Fonte: dati SIPEE*

| Classe energetica | Piemonte | | Torino | |
|---|---|---|---|---|
| | *n° attestati* | *% attestati* | *n° attestati* | *% attestati* |
| **A1** | 8.357 | 3% | 1.250 | 2% |
| **A2** | 8.732 | 3% | 1.586 | 2% |
| **A3** | 9.976 | 3% | 1.290 | 2% |
| **A4** | 7.258 | 2% | 449 | 1% |
| **B** | 9.612 | 3% | 1.189 | 2% |
| **C** | 15.060 | 5% | 2.562 | 4% |
| **D** | 34.093 | 11% | 8.128 | 12% |
| **E** | 54.266 | 18% | 15.345 | 22% |
| **F** | 72.405 | 24% | 21.192 | 30% |
| **G** | 78.510 | 26% | 17.106 | 24% |
| **Totale** | 298.269 | 100% | 70.097 | 100% |

*Tabella 8 APE suddivisi per classi energetiche, Regione Piemonte e Comune di Torino (novembre 2009 - settembre 2015). Fonte: dati SIPEE*

### 4.1.5. Motivazioni del rilascio

Un'altra analisi che è stata effettuata ha preso in considerazione la motivazione del rilascio, per gli ACE le principali motivazioni del rilascio sono: passaggio di proprietà con circa il 49% dei casi, 28% dei casi il rilascio del certificato avviene per la locazione di un'immobile *(grafico 7)*.

Viceversa il rilascio di nuova costruzione non supera il 4%, per le riqualificazioni energetiche (ampliamento in deroga, modifica delle prestazioni energetiche, riqualificazione energetica e ristrutturazione edilizia) si hanno circa il 7% di casi.

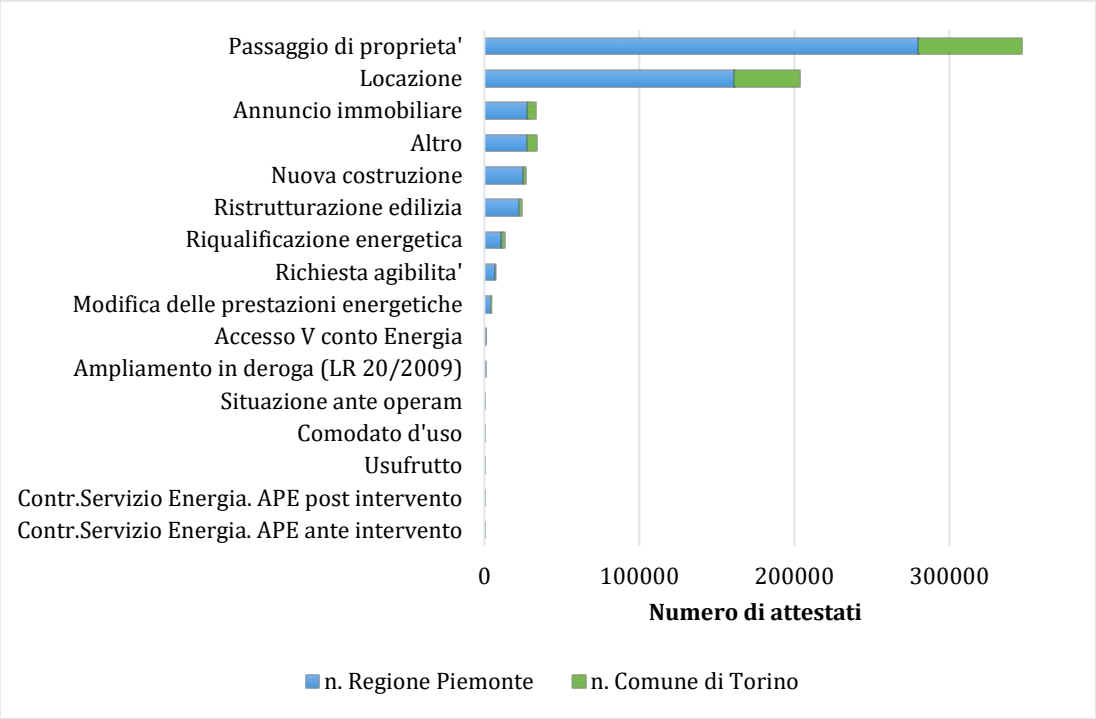



*Grafico 7 ACE suddivisi per motivazioni di rilascio, Regione Piemonte e Comune di Torino (novembre 2009 - settembre 2015). Fonte: dati SIPEE*

| Motivazione del rilascio | Piemonte | | Torino | |
|---|---|---|---|---|
| | *n° attestati* | *% attestati* | *n° attestati* | *% attestati* |
| **Passaggio di proprietà** | 280.193 | 49% | 66.456 | 53% |
| **Locazione** | 161.339 | 28% | 41.870 | 33% |
| **Annuncio immobiliare** | 27.996 | 5% | 4.910 | 4% |
| **Altro** | 27.569 | 5% | 5.967 | 5% |
| **Nuova costruzione** | 24.808 | 4% | 1.684 | 1% |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Ristrutturazione edilizia** | 22.473 | 4% | 1.608 | 1% |
| **Riqualificazione energetica** | 11.237 | 2% | 1.865 | 1% |
| **Richiesta agibilità** | 6.828 | 1% | 311 | 0% |
| **Modifica delle prestazioni energetiche** | 4.296 | 1% | 643 | 1% |
| **Accesso V conto Energia** | 896 | 0% | 11 | 0% |
| **Ampliamento in deroga (LR 20/2009)** | 627 | 0% | 24 | 0% |
| **Situazione ante operam** | 329 | 0% | 25 | 0% |
| **Comodato d'uso** | 168 | 0% | 9 | 0% |
| **Usufrutto** | 58 | 0% | 9 | 0% |
| **Contr. Servizio Energia. APE post intervento** | 22 | 0% | 2 | 0% |
| **Contr. Servizio Energia. APE ante intervento** | 9 | 0% | 2 | 0% |
| **Totale** | **568.848** | **100%** | **125.396** | **100%** |

*Tabella 9 ACE suddivisi per motivazioni di rilascio, Regione Piemonte e Comune di Torino (novembre 2009 - settembre 2015). Fonte: dati SIPEE*

Successivamente si sono analizzati i dati inerenti al periodo che va dal 1 ottobre 2015 (data in cui è stato sostituito l'attestato di certificazione energetica) ad aprile 2019.

Le classi delle motivazioni del rilascio sono state ridotte a 6: altro, locazione, nuova costruzione, passaggio di proprietà, riqualificazione energetica e ristrutturazione importante.

Dal confronto dei dati ACE e APE, si evince che vi è un aumento sulla classe del passaggio di proprietà passando dal 49% al 52%; nella locazione si è avuto una lieve inflessione del 1% circa (27%).

Nella classe nuova costruzione, l'incremento di oltre il 3% conferma come nel corso degli anni si è avuta una forte crescita del patrimonio edilizio (dal 4% al 7%).Anche per la riqualificazione energetica vi è un forte incremento passando dal 7% al 16%.

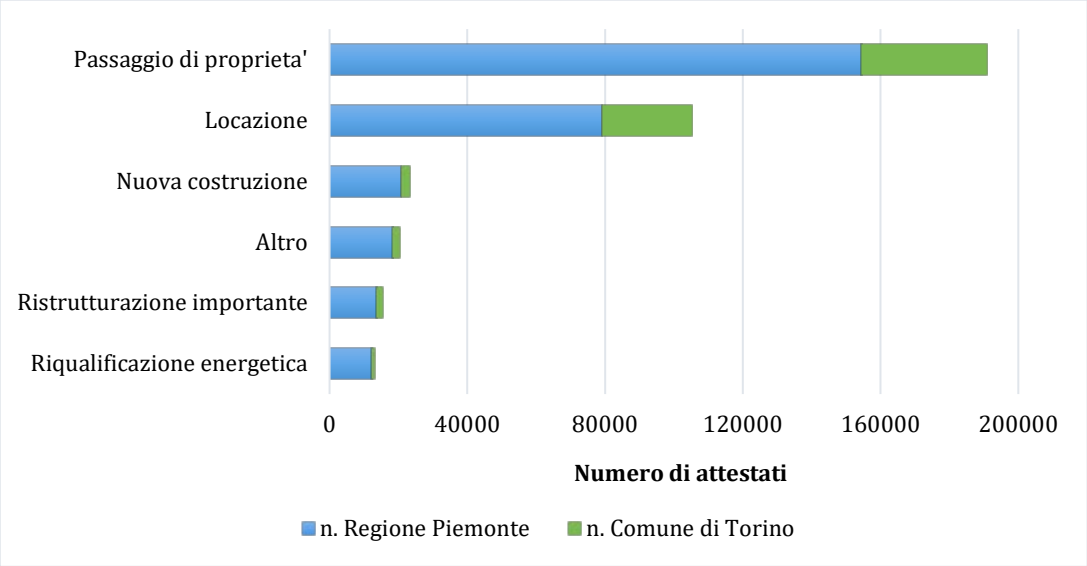



*Grafico 8 APE totali suddivisi per motivazioni del rilascio, Regione Piemonte e Comune di Torino (ottobre 2015 – aprile 2019). Fonte: dati SIPEE*

| Motivazione del rilascio | Piemonte | | Torino | |
|---|---|---|---|---|
| | *n° attestati* | *% attestati* | *n° attestati* | *% attestati* |
| **Passaggio di proprietà** | 154424 | 52% | 36351 | 52% |
| **Locazione** | 79139 | 27% | 25915 | 37% |
| **Nuova costruzione** | 20662 | 7% | 2664 | 4% |
| **Altro** | 18241 | 6% | 2231 | 3% |
| **Ristrutturazione importante** | 13636 | 5% | 1970 | 3% |
| **Riqualificazione energetica** | 12153 | 4% | 956 | 1% |
| **Totale** | **298.255** | **100%** | **70.087** | **100%** |

*Tabella 10 APE suddivisi per motivazioni di rilascio, Regione Piemonte e Comune di Torino (ottobre 2015 – aprile 2019). Fonte: dati SIPEE*

Un'ulteriore analisi effettuata, è stata quella di suddividere le motivazioni di rilascio in quattro macro categorie: riqualificazioni energetiche, altre motivazioni, fonti energetiche rinnovabili e nuove costruzioni.

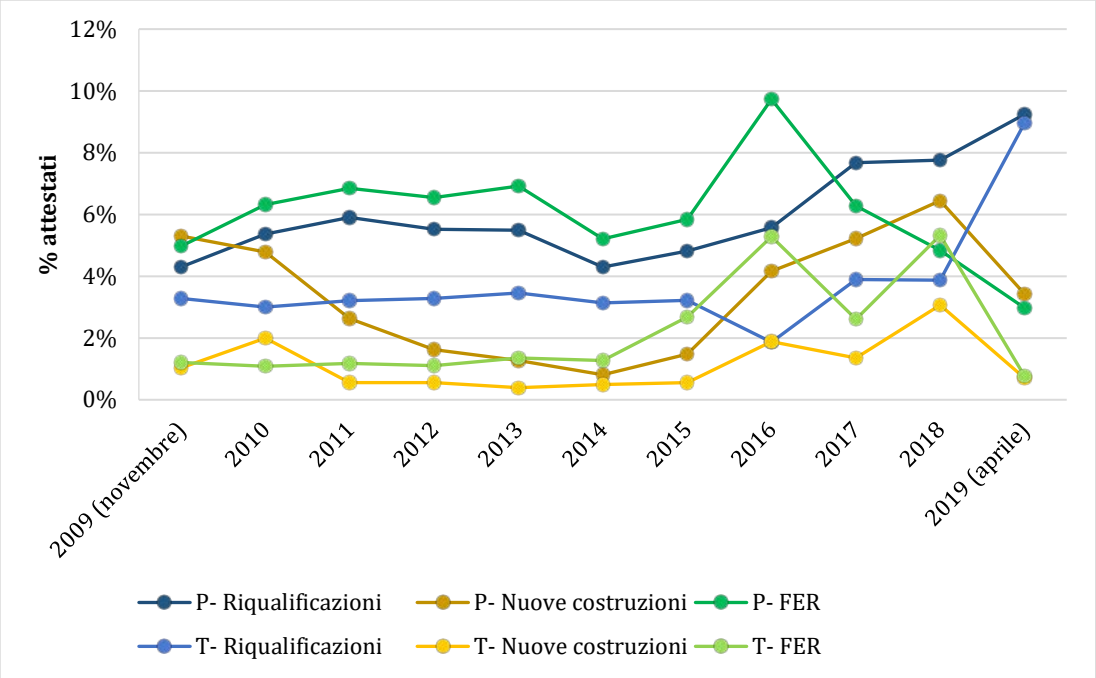



*Grafico 9 Attestati totali suddivisi per motivazioni del rilascio, Regione Piemonte e Comune di Torino (novembre 2009 – aprile 2019). Fonte: dati SIPEE*

All'interno della categoria riqualificazioni energetiche rientrano tutti quei attestati che hanno le seguenti motivazioni: ampliamento in deroga, modifica delle prestazioni energetiche, riqualificazione energetica, ristrutturazione edilizia, ristrutturazione importante. Nei 10 anni da novembre 2009 ad aprile 2019, i trend di tali categorie sono rimasti più o meno stabili. Come si denota dal *grafico 9*, le riqualificazioni energetiche, nel periodo esaminato, nella Regione Piemonte hanno avuto un incremento del 5% e a Torino del 6%. Le nuove costruzioni, tra il 2015 e il 2018, hanno avuto un forte incremento passando dal 1% al 6%. Caso diverso invece per le FER, che hanno subito una diminuzione del 6% circa.

### 4.1.6. Tipologia di ristrutturazione

Le superfici oggetto di interventi di efficienza energetica sono identificabili nelle seguenti tipologie: ristrutturazione edilizia e riqualificazione energetica.

La ristrutturazione edilizia, come definito dal "*Testo Unico*" (DPR 380/2001 art. 3) è l'intervento rivolto a trasformare gli organismi edilizi mediante un insieme sistematico di opere che possono portare ad un organismo edilizio in tutto o in parte diverso dal precedente. Questi interventi comprendono il ripristino o la sostituzione di alcuni elementi costitutivi dell'edificio. Nell'ambito degli interventi di ristrutturazione edilizia sono ricompresi anche quelli consistenti nella demolizione e ricostruzione con la stessa volumetria di quella preesistente. Questa tipologia di intervento è molto onerosa e prevede un iter amministrativo presso il Comune sede di intervento.

Nella riqualificazione energetica, rientrano gli altri interventi più semplici e non onerosi, come le manutenzioni straordinarie, che normalmente prevedono delle semplici comunicazioni di avvio dei lavori, ove dovute.

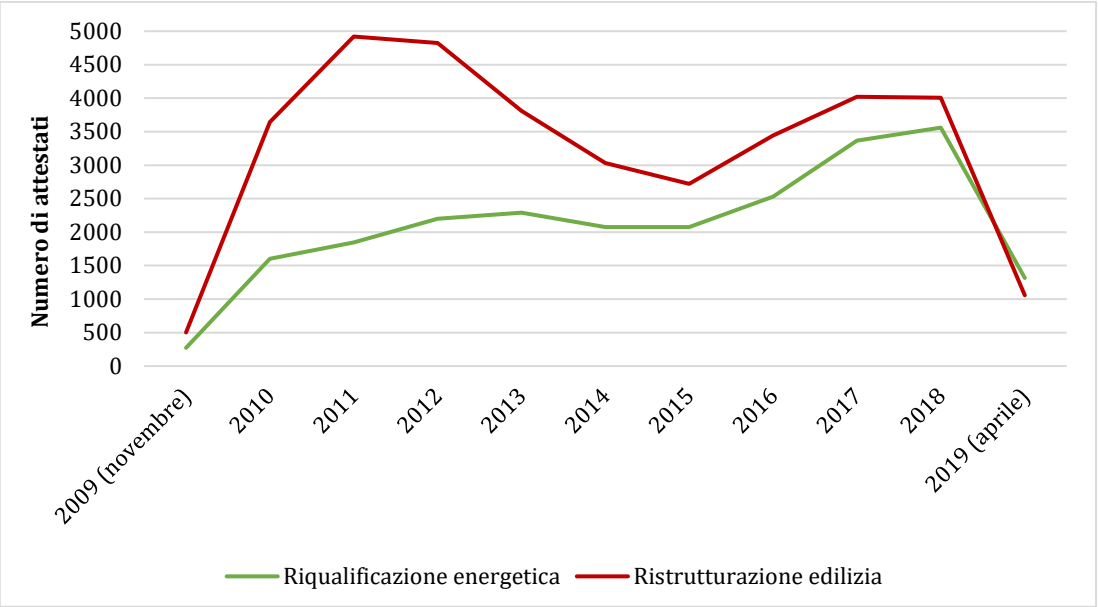



*Grafico 10 Numero di attestati oggetto di intervento di efficienza energetica. Fonte: dati SIPEE*

### 4.1.7. Tipologia di impianto

L'impianto di riscaldamento ha lo scopo di mantenere all'interno degli ambienti una temperatura media (20°) in modo da avere condizioni di comfort per gli abitanti. A tal proposito, i principali impianti di riscaldamento si suddividono in due categorie: gli impianti autonomi (per le singole unità abitative) e gli impianti centralizzali. L'impianto di riscaldamento centralizzato è una tipologia di impianto usato principalmente nei condomini, è un tipo di sistema costituito da un grande generatore (caldaia) alimentato da metano o gasolio, con un sistema di distribuzione dell'acqua calda direttamente negli alloggi del condominio.
Invece, l'impianto autonomo, è costituito da un piccolo generatore di calore (caldaia alimentata a mentano) che viene installato nell'unità immobiliare. Questa tipologia apporta un risparmio energetico superiore a quello centralizzato poiché gli utenti possono regolare la temperatura degli ambienti, scegliere quando accendere e spegnere la caldaia.

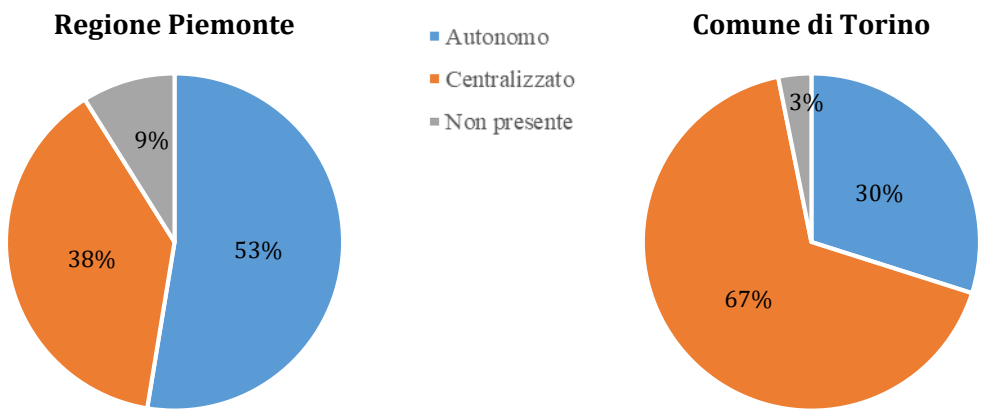



*Grafico 11 Tipologia di impianto, Regione Piemonte e Comune di Torino. Fonte: dati SIPEE*

Dal *grafico 11* si desume che, all'interno del territorio regionale, il 53% degli edifici sono caratterizzati da impianti autonomi. Invece nel Comune di Torino la maggior parte degli impianti di riscaldamento presenti negli edifici residenziali è di tipo centralizzato, con il 67%.

Prima di procedere ad effettuare le successive analisi tramite l'impiego di modelli statistici, sono emersi degli attestati contenuti nel SIPEE aventi dei campi inseriti in modo non corretto o privi di informazioni dovuti alla mancanza di accuratezza da parte del certificatore energetico.

Di seguito viene riportato un breve elenco con il numero di attestati e la motivazione dell'eliminazione di essi:

| | Regione Piemonte | Comune di Torino |
|---|---|---|
| • Epoca di costruzione: campo vuoto, uguale a 0, superiore al 2020 | 675 | 166 |
| • Indirizzo mancante e coordinate | 34 | 6 |
| • Motivazione del rilascio assente | 8 | 6 |
| • Superficie utile e volume lordo riscaldato assente | 3.082 | 1.034 |
| **% sul totale** | **0,4%** | **0,6%** |

Per la Regione Piemonte il numero di attestati totali è di 863.332, la percentuale di incidenza dei dati eliminati è pari allo 0,4%. Invece, per il Comune di Torino il totale degli attestati è di 194.284, la percentuale di incidenza dei dati eliminati è pari allo 0,6%.

## 4.2 Approssimazione dei dati con le distribuzioni di frequenza

Le analisi sono state svolte utilizzando il modello statistico della distribuzione di frequenza, atto a rappresentare in maniera sintetica un insieme di valori.
La metodologia utilizzata è stata quella di individuare all'interno del database i parametri che ne caratterizzano la grandezza in modo da poterli esaminare al fine di controllare se i valori possono essere impiegati per le elaborazioni successive.
I dati sono stati suddivisi in base alla tipologia edilizia in appartamenti e villette, secondo quanto riportato dal certificatore prendendo in riferimento la descrizione, la tipologia edilizia e le caratteristiche dell'edificio.
Sono state considerate le seguenti grandezze: superficie utile, volume lordo riscaldato, superficie disperdente, indice di prestazione energetica globale ($EP_{gl}$), indice di prestazione energetica raggiungibile ($EP_{glragg}$).
Sono stati indicati, inoltre, le caratteristiche statistiche delle varie grandezze esaminate, al fine di individuare l'esattezza dei dati, media, mediana, deviazione standard, valore minimo e il valore massimo.
Dagli errori individuati, mediante i grafici di distribuzione, è stato possibile eliminare tutti quei dati poco attendibili, a causa dei notevoli errori di calcolo o semplicemente di inserimento da parte del certificatore energetico.

### 4.2.1 Superficie utile

La superficie utile rappresenta la superficie calpestabile riscaldata all'interno dell'edificio espressa in $m^2$, misurata al netto di murature, tramezzi, pilastri, sguinci e vani di porte e finestre.
La normativa che disciplina le dimensioni minime delle abitazioni è il D.M. 5/7/1975 *"Modificazioni alle istruzioni ministeriali 20 giugno 1896, relativamente all'altezza minima ed ai requisiti igienico-sanitari principali dei locali di abitazione"*, da questa si evince che la superficie minima calpestabile (netta) comprensiva dei servizi non deve essere inferiore a28 $m^2$ (art. 3), per l'agibilità.

In virtù dei dati raccolti sono stati riscontrati i seguenti valori per gli appartamenti: a livello regionale sono 658.472 di cui 190.557 localizzati a Torino. Dal *grafico 12* si evidenzia che più del 70% degli appartamenti ha una superficie utile media di circa 75 m$^2$.

Nella Regione Piemonte circa il 80% degli alloggi ha una superficie utile pari a 110 m$^2$. Nel primo tratto dalla curva vi sono dei valori pari al 3% del totale che presentano valori inferiori a ciò che è previsto dall'art. 3 per l'alloggio.

Nel Comune di Torino, vige il Regolamento edilizio n. 381/2018 art. 77 *"Specificazioni sui requisiti e sulle dotazioni igienico sanitarie dei servizi e dei locali ad uso abitativo e commerciale"* recepisce il D.M. 5/7/1975 regolamentando la superficie utile netta che, deve risultare non inferiore a 28 m$^2$ (comma 2).

Inoltre bisogna tenere in considerazione che, per gli ACE redatti fino a settembre 2015, era tenuto in considerazione l'edificio e non il singolo alloggio.

Quindi, in base ai valori evidenziati dalla curva emerge che, più del 94% degli appartamenti ha una superficie utile pari o inferiore ai 130 m$^2$. Inoltre è da sottolineare che, nel primo tratto della curva vi sono valori inferiori ai 28 m$^2$ per un totale di 7.645 (4%).

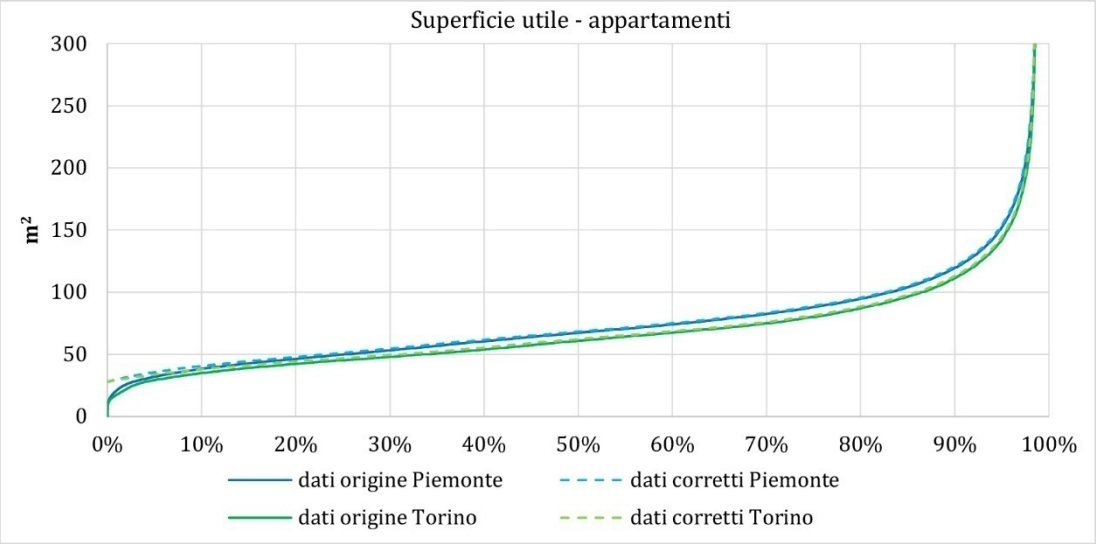



*Grafico 12 Superficie utile appartamenti*

| | Regione Piemonte | | Comune di Torino | |
|---|---|---|---|---|
| | *Dati origine* | *Dati corretti* | *Dati origine* | *Dati corretti* |
| **n. dei dati** | 658.143 | 640.017 | 187.306 | 179.659 |
| **Media** | 111 | 104 | 127 | 107 |
| **Mediana** | 67 | 68 | 61 | 62 |
| **Deviazione standard** | 4.704 | 2.220 | 7.510 | 2.527 |
| **Min** | 0 | 28 | 0 | 28 |
| **Max** | 2.169.845 | 743.600 | 2.169.845 | 649.720 |

*Tabella 11 Comparazione delle caratteristiche dei dati della superficie utile degli appartamenti*

Per le villette, i dati che sono stati analizzati a livello regionale sono 204.063di cui 6.994 su Torino. Ciò che emerge dal *grafico 13* è che in Piemonte il 40% delle villette sta al di sotto dei 100 m$^2$, salendo in maniera progressiva, l'80% sta al di sotto dei 200 m$^2$. Invece per Torino, circa il60% delle villette ha una superficie utile pari a 100 m$^2$.

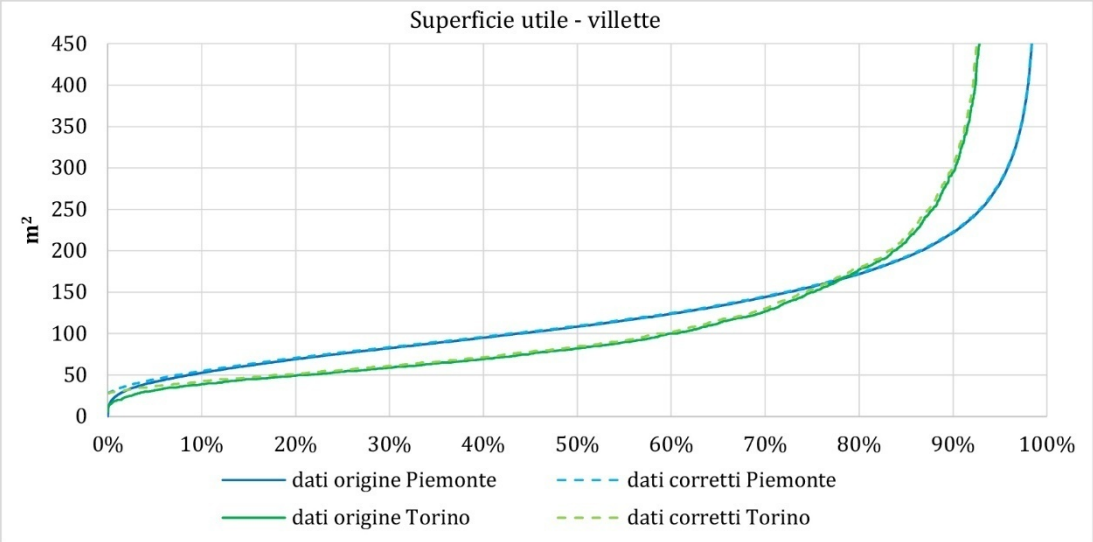



*Grafico 13 Superficie utile villette*

| | Regione Piemonte | | Comune di Torino | |
|---|---|---|---|---|
| | *Dati origine* | *Dati corretti* | *Dati origine* | *Dati corretti* |
| **n. dei dati** | 204.063 | 201.323 | 6.994 | 6.768 |
| **Media** | 221 | 189 | 232 | 239 |
| **Mediana** | 108 | 109 | 82 | 85 |
| **Deviazione standard** | 18.204 | 9.679 | 663 | 673 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Min** | 0 | 28 | 6 | 28 |
| **Max** | 6.983.454 | 2.610.744 | 17.251 | 17.251 |

*Tabella 12 Comparazione delle caratteristiche dei dati della superficie utile delle villette*

### 4.2.2 Volume lordo riscaldato

Rappresenta la volumetria lorda dell'edificio riscaldato espressa in $m^3$.

In funzione dei dati raccolti per il volume lordo riscaldato degli appartamenti si accerta che a livello regionale sono 658.142 di cui 187.306 localizzati a Torino.

Sull'intero territorio piemontese la volumetria costruita a destinazione d'uso residenziale è pari a circa 400 milioni di $m^3$. Dall'elaborazione dei dati si riesce ad ottenere una media di 260 $m^3$ ad appartamento.

Nella Regione Piemonte circa il 80% degli appartamenti ha una volumetria di circa 400 $m^3$, invece, nel Comune di Torino, dai valori evidenziati sulla curva di distribuzione di frequenza a emerge che, circa il 70% degli alloggi ha un volume lordo riscaldato di 300 $m^3$.

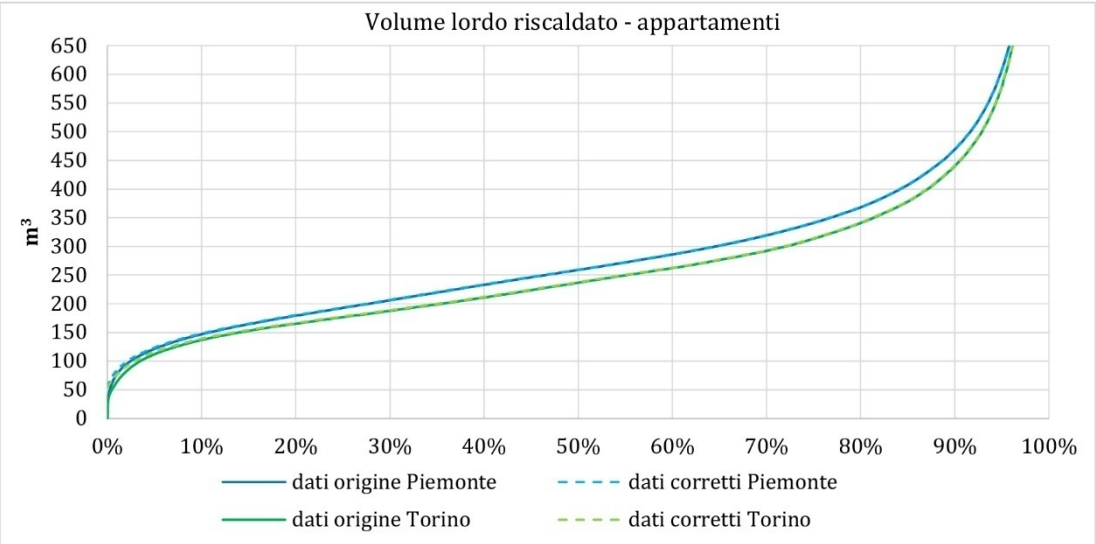



*Grafico 14 Volume lordo riscaldato appartamenti*

| | Regione Piemonte | | Comune di Torino | |
|---|---|---|---|---|
| | *Dati origine* | *Dati corretti* | *Dati origine* | *Dati corretti* |
| **n. dei dati** | 658.142 | 655.941 | 187.306 | 186.092 |
| **Media** | 438 | 402 | 518 | 428 |
| **Mediana** | 259 | 259 | 237 | 238 |
| **Deviazione standard** | 18.635 | 8.873 | 30.484 | 10.956 |
| **Min** | 0 | 55 | 0 | 55 |
| **Max** | 8.710.362 | 3.027.750 | 8.710.362 | 2.699.532 |

*Tabella 13 Comparazione delle caratteristiche dei dati del volume lordo riscaldato degli appartamenti*

Per le villette, si è considerato il minimo di volumetria di 58 m$^3$. I dati analizzati a livello regionale sono di 204.063di cui 6.994 su Torino.

Ciò che merge dal *grafico 15* è che circa il 40% delle villette ha una volumetria inferiore ai 400 m$^3$.

Inoltre, c'è da sottolineare che, il 70% delle villette ricadenti sul territorio comunale presentano una volumetria maggiore rispetto alla Regione.

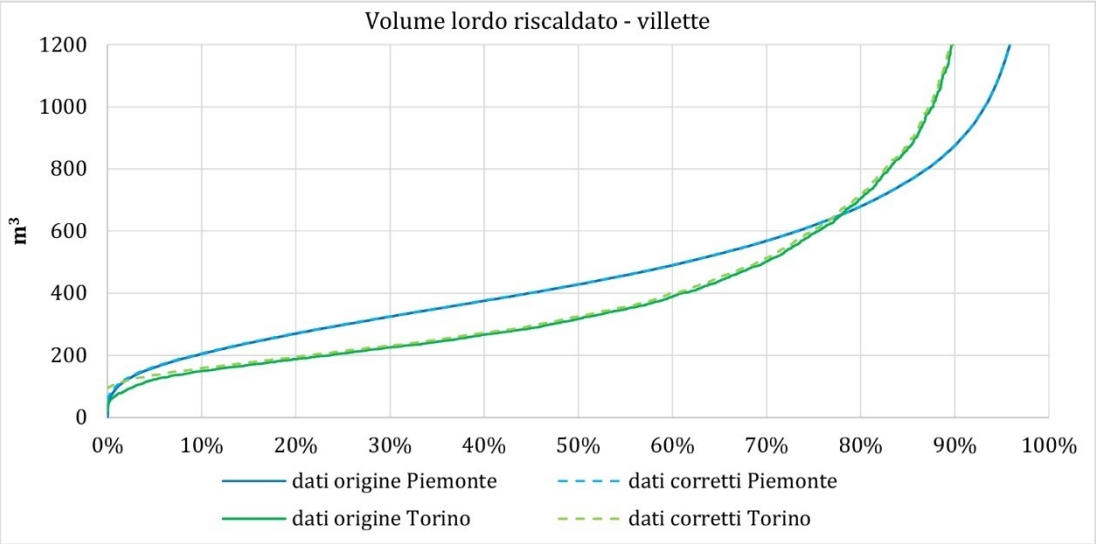



*Grafico 15 volume lordo riscaldato villette*

| | Regione Piemonte | | Comune di Torino | |
|---|---|---|---|---|
| | *Dati origine* | *Dati corretti* | *Dati origine* | *Dati corretti* |
| **n. dei dati** | 204.063 | 203.603 | 6.994 | 6.814 |
| **Media** | 743 | 744 | 968 | 958 |
| **Mediana** | 428 | 429 | 317 | 325 |
| **Deviazione standard** | 38.874 | 38.918 | 3.348 | 2.796 |
| **Min** | 1 | 59 | 23 | 96 |
| **Max** | 10.438.055 | 10.438.055 | 112.784 | 64.492 |

*Tabella 14 Comparazione delle caratteristiche dei dati del volume lordo riscaldato delle villette*

### 4.2.3 Superficie disperdente

È la superficie che separa gli ambienti interni dell'edificio dall'ambiente esterno e dagli ambienti non riscaldati, espressa in m$^2$.

I dati raccolti relativi alla superficie disperdente degli appartamenti, a livello regionale sono 658.139 di cui 187.302 localizzati a Torino.

Nella Regione Piemonte circa il 70% degli appartamenti ha una superficie disperdente inferiore ai 200 m$^2$, invece, nel Comune di Torino in base ai valori evidenziati sulla curva emerge che, circa il 50% degli alloggi ha una superficie dispendete al di sotto dei 100 m$^2$.

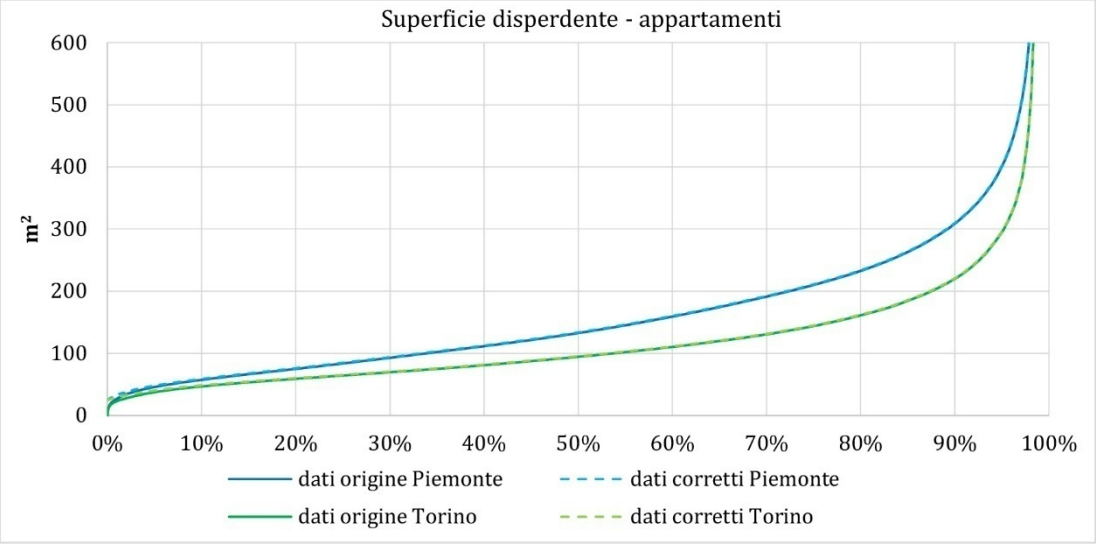



*Grafico 16 Superficie disperdente degli appartamenti*

| | Regione Piemonte | | Comune di Torino | |
|---|---|---|---|---|
| | *Dati origine* | *Dati corretti* | *Dati origine* | *Dati corretti* |
| **n. dei dati** | 658.139 | 657.658 | 187.302 | 187.075 |
| **Media** | 218 | 202 | 197 | 156 |
| **Mediana** | 133 | 133 | 94 | 94 |
| **Deviazione standard** | 5.405 | 1.446 | 8.734 | 462 |
| **Min** | 0 | 9 | 0 | 11 |
| **Max** | 2.453.795 | 532.125 | 2.453.795 | 16.366 |

*Tabella 15 Comparazione delle caratteristiche dei dati della superficie disperdente degli appartamenti*

I dati analizzati a livello regionale sono 204.925 di cui 3.806 su Torino. Ciò che emerge dal *grafico 17* è che più del 60% delle villette ha una superficie disperdente pari a 400 m$^2$. Inoltre, c'è da sottolineare che, il 40% delle villette presenti sul territorio comunale ha una superficie disperdente maggiore rispetto al Piemonte.

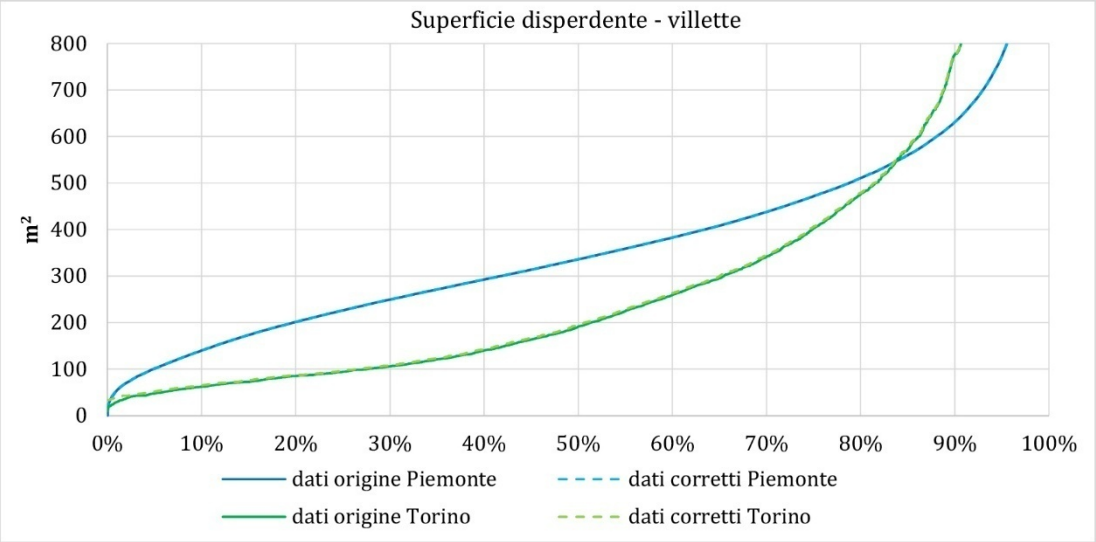



*Grafico 17 Superficie disperdente delle villette*

| | Regione Piemonte | | Comune di Torino | |
|---|---|---|---|---|
| | *Dati origine* | *Dati corretti* | *Dati origine* | *Dati corretti* |
| **n. dei dati** | 204.062 | 203.967 | 6.994 | 6.891 |
| **Media** | 482 | 482 | 476 | 467 |
| **Mediana** | 336 | 336 | 192 | 195 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Deviazione standard** | 19.205 | 19.210 | 1.139 | 1.004 |
| **Min** | 0 | 12 | 11 | 33 |
| **Max** | 5.225.150 | 5.225.150 | 29.351 | 15.646 |

*Tabella 16 Comparazione delle caratteristiche dei dati della superficie disperdente delle villette*

### 4.2.4 Indice di Prestazione Energetica globale ($EP_{gl}$)

L'indice di prestazione energetica globale ($EP_{gl}$) è un parametro architettonico che esprime il consumo totale di energia primaria per la climatizzazione (in regime continuo degli impianti, 24h) riferito all'unità di superficie utile (espresso in kWh/m$^2$/anno) o di volume lordo. Indica la quantità di energia consumata affinché l'edificio o l'unità immobiliare raggiunga le condizioni di comfort per: il riscaldamento invernale, il raffrescamento, la produzione di acqua calda sanitaria.

Al fine di determinare l'$EP_{gl}$ negli ACE, il riferimento è il D.M. 26/6/2009 *"Linee guida nazionali per la certificazione energetica degli edifici"* (allegato A, paragrafo 3) attraverso la somma:

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

dove:

$EP_i$ indice di prestazione energetica per la climatizzazione invernale (kWh/m$^2$);

$EP_{acs}$ indice di prestazione energetica per la produzione dell'acqua calda sanitaria (kWh/m$^2$);

$EP_e$ indice di prestazione energetica per la climatizzazione estiva (kWh/m$^2$).

A livello regionale, per la classificazione degli edifici si è adottato il parametro di valutazione EPL lordo, costituito dalla somma degli indici di prestazione energetica per la climatizzazione invernale ed estiva, per la produzione di acqua calda sanitaria, regolamentato dalla D.G.R. 43-11965 art. 6.3 *"Classificazione energetica degli edifici"*. Tale parametro è la somma dell'indice di prestazione

energetica per la climatizzazione invernale, in assenza di contributi da fonti rinnovabili e dell'indice di prestazione energetica per la produzione dell'acqua calda sanitaria.

Dal 1 ottobre 2015, con l'introduzione degli APE, la Regione Piemonte adotta il sistema di certificazione energetica nazionale.

Secondo le linee guida per la certificazione energetica D.M. 26/06/2015 la prestazione energetica dell'immobile è espressa attraverso l'indice di prestazione energetica globale non rinnovabile $EP_{gl,nren}$ nel seguente modo:

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

dove:

$EP_{H,nren}$ indice di energia primaria non rinnovabile per la climatizzazione invernale (kWh/m$^2$);

$EP_{W,nren}$ indice di energia primaria non rinnovabile per la produzione di acs (kWh/m$^2$);

$EP_{C,nren}$ indice di energia primaria non rinnovabile per la climatizzazione estiva (kWh/m$^2$);

$EP_{V,nren}$ indice di energia primaria non rinnovabile per la ventilazione (kWh/m$^2$).

I dati raccolti per EPgl degli appartamenti, a livello regionale sono 661.802 di cui 188.379 localizzati a Torino.

Sia nella Regione Piemonte che nel Comune di Torino circa il 25% degli appartamenti ha un indice di prestazione energetica pari a 150 kWh/m$^2$/anno.

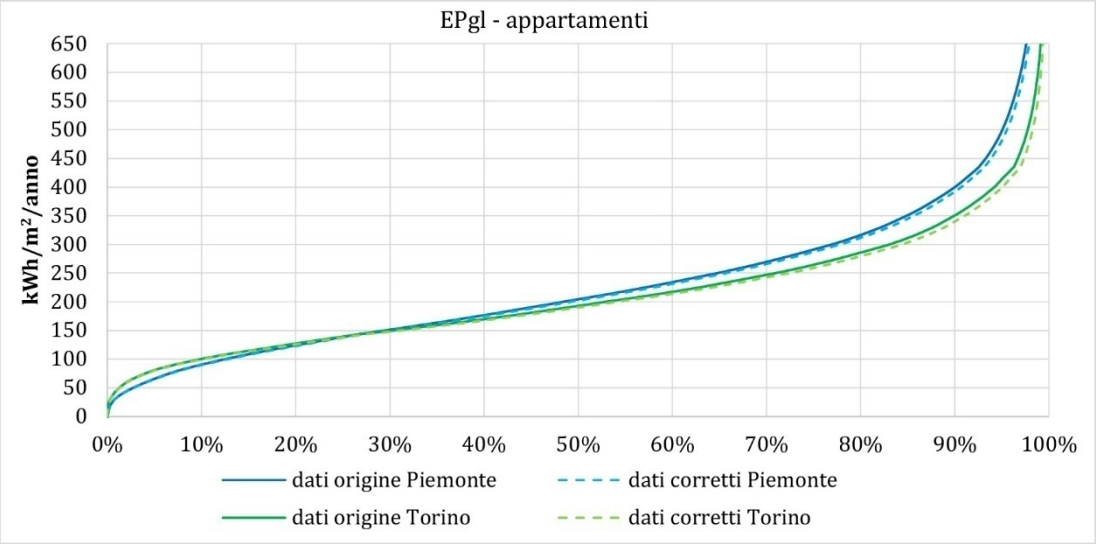



*Grafico 18 EPgl appartamenti*

| | Regione Piemonte | | Comune di Torino | |
|---|---|---|---|---|
| | *Dati origine* | *Dati corretti* | *Dati origine* | *Dati corretti* |
| **n. dei dati** | 661.802 | 640.017 | 188.379 | 179.659 |
| **Media** | 269 | 264 | 245 | 241 |
| **Mediana** | 204 | 202 | 193 | 190 |
| **Deviazione standard** | 2.856 | 2.898 | 1.912 | 1.954 |
| **Min** | -20 | -20 | 0 | 0 |
| **Max** | 1.126.644 | 1.126.644 | 465.298 | 465.298 |

*Tabella 17 Comparazione delle caratteristiche dei dati dell'EPgl degli appartamenti*

I dati analizzati a livello regionale sono 204.975 di cui 7.031 su Torino.

Ciò che emerge dal *grafico 19* è che più del 40% delle villette ha un $EP_{gl}$ pari a 200 kWh/m$^2$ anno.

Inoltre, c'è da sottolineare che, il 60% delle villette presenti sul territorio comunale hanno un consumo energetico globale maggiore rispetto al Piemonte.

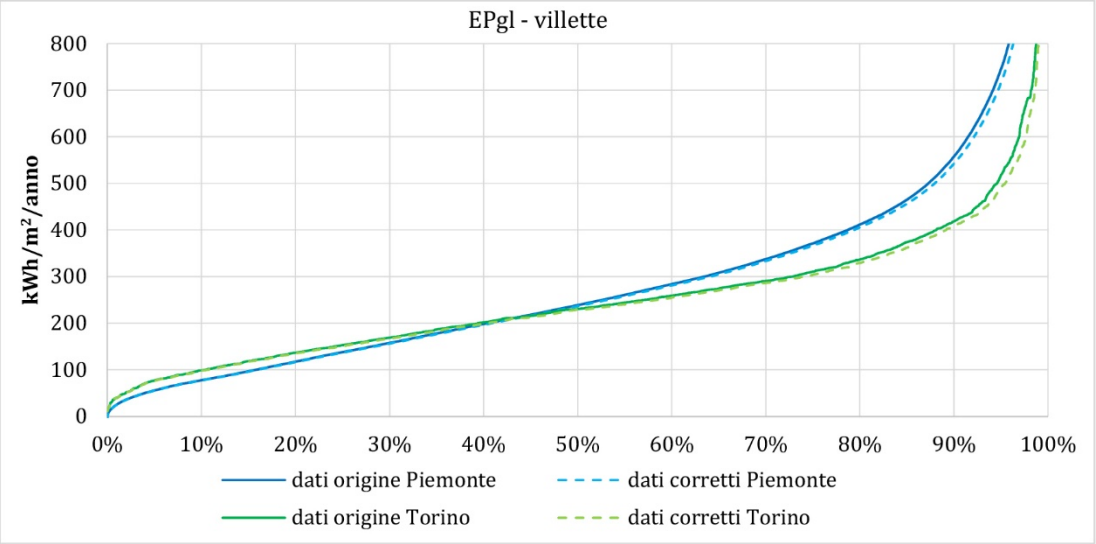



*Grafico 19 EPgl villette*

| | Regione Piemonte | | Comune di Torino | |
|---|---|---|---|---|
| | *Dati origine* | *Dati corretti* | *Dati origine* | *Dati corretti* |
| **n. dei dati** | 204.975 | 201.323 | 7.031 | 6.766 |
| **Media** | 393 | 385 | 266 | 259 |
| **Mediana** | 239 | 237 | 231 | 229 |
| **Deviazione standard** | 13.472 | 13.544 | 465 | 467 |
| **Min** | -3.861 | -3.861 | 11 | 11 |
| **Max** | 5.110.748 | 5.110.748 | 25.068 | 25.068 |

*Tabella 18 Comparazione delle caratteristiche dei dati dell'EPgl delle villette*

I valori di $EP_{gl}$ tengono conto dei Gradi Giorno relativi alla localizzazione dell'unità immobiliare, in modo da permettere il confronto tra i diversi immobili in zone diverse.

Sulla base delle informazioni contenute nel progetto di ricerca di Fracastoro G. V., Raimondo L., dove viene proposta un'articolazione in sottozone delle zone climatiche (classificate nel D.P.R. 412/93) identificando ciascun intervallo per mezzo di una progressione che vede la definizione dello stesso in relazione a quello della fascia precedente aumentata di 100 GG.

Nel *grafico 20* sotto riportato è rappresentata la distribuzione di frequenza della media di $EP_{gl}$ effettuata in base ai Gradi Giorno e al numero di edifici certificati.

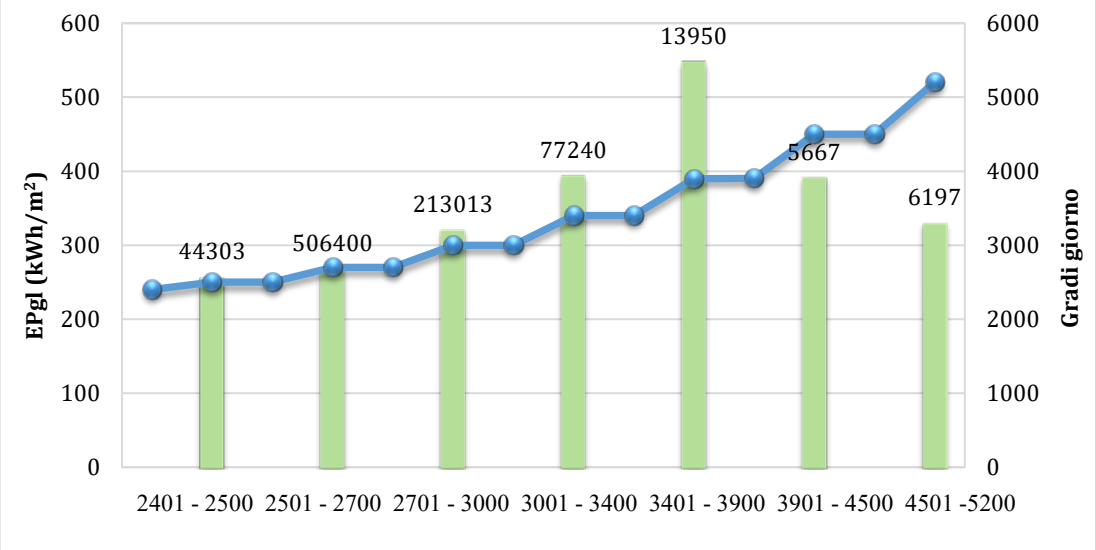



*Grafico 20 EPgl suddivisi per range Gradi Giorno*

### 4.2.5 EPgl raggiungibile

Indica il miglioramento della prestazione energetica dell'unità immobiliare o dell'intero edificio, attraverso gli interventi di riqualificazione (esempio la sostituzione dei serramenti, l'uso di fonti rinnovabili ecc.), espresso in kWh/m²/anno.

I dati raccolti per $EP_{gl}$ raggiungibile degli appartamenti *(grafico 21)*, a livello regionale sono 661.357, di cui 188.379 localizzati a Torino.

In base ai valori evidenziati dalla curva emerge che, al di sotto del 50% $EP_{gl}$ raggiungibile si aggira intorno ai 150 kWh/m²/anno, salendo in maniera progressiva, il 70% dei valori sta al di sotto dei 200 kWh/m²/anno.

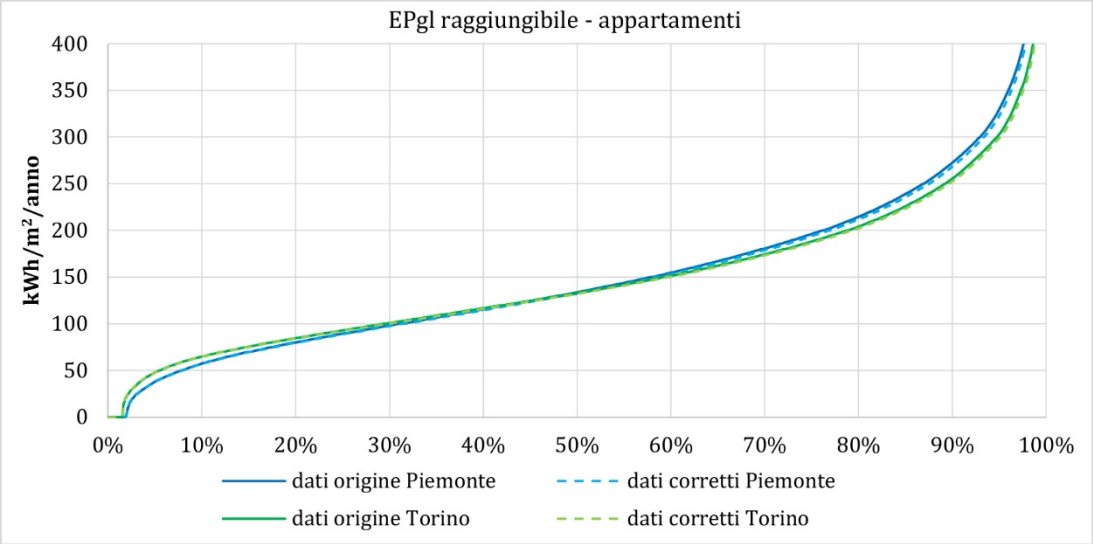



*Grafico 21 EPgl raggiungibile appartamenti*

| | Regione Piemonte | | Comune di Torino | |
|---|---|---|---|---|
| | *Dati origine* | *Dati corretti* | *Dati origine* | *Dati corretti* |
| **n. dei dati** | 661.357 | 639.391 | 188.379 | 186.218 |
| **Media** | 174 | 172 | 165 | 164 |
| **Mediana** | 134 | 133 | 133 | 132 |
| **Deviazione standard** | 3.217 | 3.270 | 1.151 | 1.154 |
| **Min** | 0 | 0 | 0 | 0 |
| **Max** | 1.775.831 | 1.775.831 | 245.136 | 245.136 |

*Tabella 19 Comparazione delle caratteristiche dei dati dell'EPgl raggiungibile degli appartamenti*

I dati analizzati a livello regionale sono 204.842di cui 7.028 su Torino.

Ciò che si evince dal *grafico 22* è che più del 80% delle villette ha un $EP_{gl}$ raggiungibile pari a 250 kWh/m$^2$ anno.

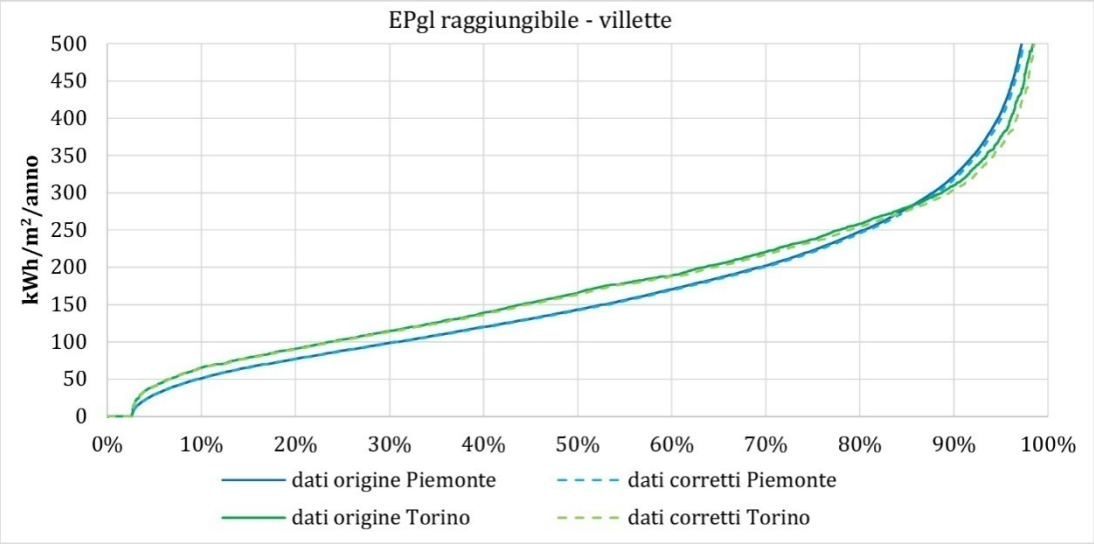



*Grafico 22 EPgl raggiungibile villette*

| | Regione Piemonte | | Comune di Torino | |
|---|---|---|---|---|
| | *Dati origine* | *Dati corretti* | *Dati origine* | *Dati corretti* |
| **n. dei dati** | 204.842 | 201.192 | 7.028 | 6.763 |
| **Media** | 243 | 241 | 199 | 196 |
| **Mediana** | 143 | 142 | 166 | 164 |
| **Deviazione standard** | 17.785 | 17.944 | 706 | 717 |
| **Min** | -2.163 | -2.163 | 0 | 0 |
| **Max** | 7.880.696 | 7.880.696 | 47.543 | 47.543 |

*Tabella 20 Comparazione delle caratteristiche dei dati dell'EPgl raggiungibile delle villette*

## 4.3 Risultati e discussione

Le analisi effettuate sulla banca dati del SIPEE hanno lo scopo di mostrare qual è lo stato di fatto dei dati presenti per la Regione Piemonte e per il Comune di Torino. È emerso che l'84% dei dati appartiene alla destinazione d'uso E.1, ovvero quella residenziale, di cui l'80% sono appartamenti ricadenti nel territorio regionale, mentre per Torino sono circa il 97%. Inoltre si evince che, l'edificazione all'interno del Comune è avvenuta tra il secondo dopoguerra e gli anni '70 in concomitanza del boom edilizio, difatti, in quegli anni Torino diviene la città della Fiat la "one company town" e l'espansione dell'industria automobilistica segna nettamente i caratteri della città.

Torino negli anni '60 e '70 si espande nella prima e seconda cintura con un denso tessuto edilizio e produttivo. I dati dei periodi successivi mostrano una drastica diminuzione dell'edificazione, non superando il 4%. Caso analogo anche a livello regionale, dove vi è stata una diminuzione del 9%, ma dagli anni 90' in poi si è registrato un incremento del 5%.

Le analisi riferite alle motivazioni del rilascio dell'attestato energetico, mostrano, come l'offerta delle nuove costruzioni sia aumentata del 3%.

Decisamente superiori sono le percentuali della locazione e del passaggio di proprietà, segno di una ripresa del mercato immobiliare, mentre per le riqualificazioni energetiche, nella Regione Piemonte vi è stato un incremento del 5%. A Torino si è registrato un incremento significativo del 6%, ciò è un segnale che da parte della popolazione vi è interesse a migliorare l'efficienza della propria abitazione attraverso interventi migliorativi.

Una volta effettuate le varie analisi sul database originale presente all'interno del SIPEE, sono state effettuate ulteriori analisi di approfondimento al fine di eliminare tutti quegli attestati contenenti errori, al fine di eseguire delle elaborazioni successive sia a livello regionale che a livello comunale.

Attraverso l'utilizzo del modello statistico di distribuzione di frequenza, focalizzandosi su dei parametri specifici quali la superficie utile, il volume lordo riscaldato, la superficie disperdente, $EP_{gl}$ e l'$EP_{gl}$ raggiungibile, sono state

effettuate le analisi per poter individuare tutti quei valori analoghi ed effettuare delle scremature. Si evince, quindi, che gli attestati eliminati sono pari al 3% sul totale (21.992 per il Piemonte e 7.857 per Torino).

Ciò che è emerso dalle analisi effettuate, è che vi sono dei problemi di qualità e di veridicità dell'attestato di prestazione energetica.

Esso è un documento ufficiale, redatto da un certificatore energetico, con cui sintetizza le caratteristiche energetiche di un edificio, di un'unità immobiliare.

Indicare per un alloggio delle grandezze geometriche, è sintomo di errore se riferite all'intero edificio, ciò porta o alla mancanza di accuratezza nella compilazione o errata applicazione delle metodologie di calcolo, quindi una non attendibilità del documento esponendo il certificatore a delle sanzioni.

## Regione Piemonte

| | | ***Superficie utile (m²)*** | | ***Volume lordo riscaldato (m³)*** | | ***Superficie disperdente (m²)*** | | ***EPgl (kWh/m² anno)*** | | ***EPgl ragg (kWh/m² anno)*** | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **APPARTAMENTI** | ***n. di attestati*** | *media* | *mediana* | *media* | *mediana* | *media* | *mediana* | *media* | *mediana* | *media* | *mediana* |
| *Prima* | 661.802 | 111 | 67 | 438 | 259 | 217 | 133 | 269 | 204 | 174 | 134 |
| *Dopo* | 640.017 | 104 | 68 | 410 | 262 | 212 | 136 | 264 | 202 | 172 | 133 |
| **VILLETTE** | | | | | | | | | | | |
| *Prima* | 204.975 | 221 | 108 | 742 | 428 | 482 | 336 | 393 | 239 | 243 | 143 |
| *Dopo* | 201.323 | 189 | 109 | 738 | 432 | 487 | 339 | 385 | 237 | 241 | 142 |

## Comune di Torino

| **APPARTAMENTI** | ***n. di attestati*** | *media* | *mediana* | *media* | *mediana* | *media* | *mediana* | *media* | *mediana* | *media* | *mediana* |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Prima* | 188.379 | 127 | 61 | 517 | 237 | 197 | 94 | 245 | 193 | 166 | 133 |
| *Dopo* | 179.659 | 107 | 62 | 439 | 242 | 175 | 97 | 241 | 190 | 163 | 131 |
| **VILLETTE** | | | | | | | | | | | |
| *Prima* | 7.031 | 232 | 82 | 965 | 318 | 475 | 192 | 266 | 231 | 199 | 166 |
| *Dopo* | 6.768 | 239 | 85 | 997 | 327 | 490 | 202 | 259 | 229 | 196 | 164 |

*Tabella 21 Dati prima e dopo le distribuzioni di frequenza, Regione Piemonte e Comune di Torino*

# 5. METODOLOGIA REGIONE PIEMONTE

In questo capitolo, viene spiegata la metodologia applicata per la definizione dei trend di risparmio energetico del parco edilizio residenziale piemontese.

Nella *figura 3* viene rappresentate la procedura seguita, attraverso l'utilizzo dei software Access ed Excel, utili in quanto hanno permesso di elaborare una mole significativa di informazioni, tutte indispensabili per il raggiungimento del risultato voluto.

Vengono individuate le seguenti fasi:

1. acquisizione dei dati degli attestati energetici della Regione Piemonte aggiornati in base ai parametri individuati nel *capitolo 4.2.*;
2. suddivisione dei dati in funzione: delle sottozone climatiche regionali *(figura 4)*;
3. suddivisione per due tipologie di edifici: appartamenti e villette
4. suddivisione in funzione dell'epoca di costruzione: <1918, 1919 - 1945, 1946 - 1960, 1961 - 1970, 1971 - 1980, 1981 - 1990, 1991 – 2005,>2006;
5. suddivisione in base alle motivazioni del rilascio dell'attestato energetico, distinguendo: le motivazioni generiche (no interventi), riqualificazioni energetiche e le fonti rinnovabili;
6. analisi dei consumi;
7. individuazione del risparmio energetico.

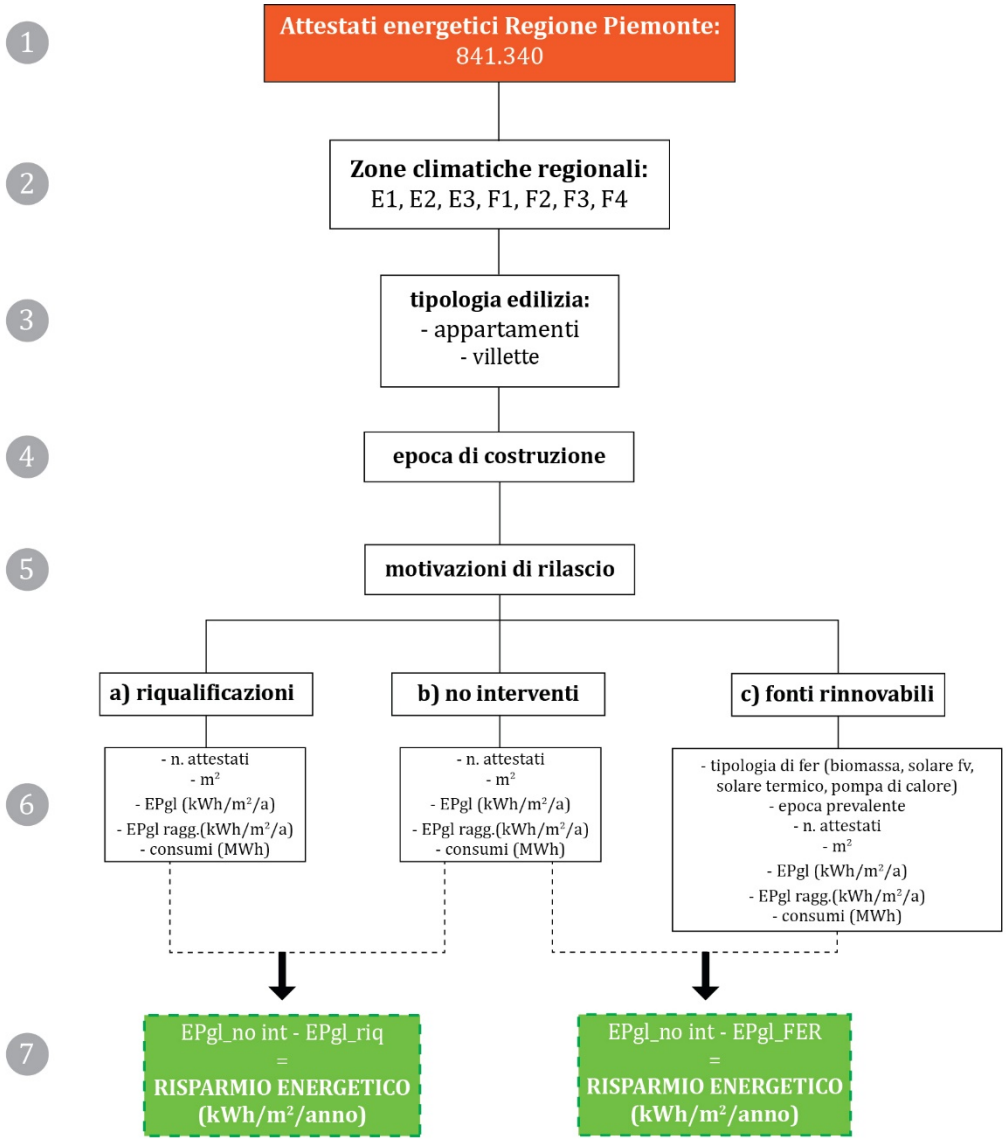



*Figura 3 Flow chart metodologia*

Nella prima fasi vengono acquisiti i dati della Regione Piemonte per un totale di 841.340, distinti in ACE (rilasciati da novembre 2009 fino a settembre 2015) di 553.241, e APE (rilasciati dal 1 ottobre 2015 fino ad aprile) di 288.099.

Successivamente nella seconda fase si procede alla suddivisione dei dati in base alle sottozone climatiche regionali, per tipologia edilizia (appartamenti e villette), ed infine in base all'epoca di costruzione (paramento fondamentale per stimare il risparmio energetico). Per questi tipi di edifici residenziali, sono state identificate tre classi in riferimento alla motivazione del rilascio dell'attestato energetico:

motivazione generica (acquisto, vendita e locazione dell'edificio), riqualificazione energetica (ampliamento in deroga LR 20/2009, modifica delle prestazioni energetiche, riqualificazione energetica, ristrutturazione edilizia) e installazione di tecnologie di energia rinnovabile (solare fotovoltaico, solare termico, biomassa, pompa di calore).

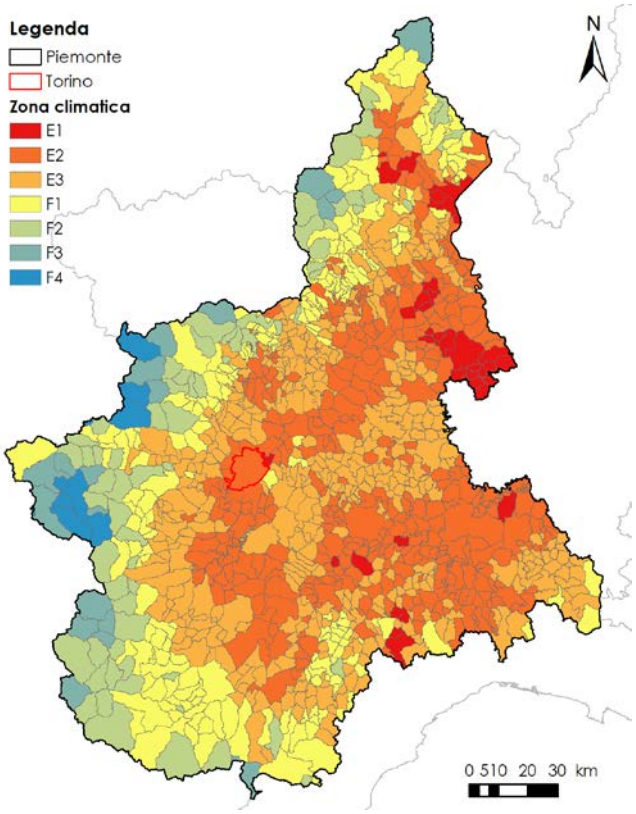
Per ogni gruppo sono stati analizzati i consumi energetici globali annuali (kWh/m$^2$/anno) e specifici per ogni tipo di motivazione: il consumo specifico e il consumo raggiungibile dopo la riqualificazione energetica (MWh).

Questi valori consentono la valutazione del risparmio energetico (kWh/m$^2$/anno) andando a sottrarre $EP_{gl}$ no intervento meno $EP_{gl}$ riqualificato, e il risparmio cumulato annuo (kW/anno). Tale procedimento si basa su valori mediani al fine di trascurare dati anomali.

Quindi si è andato a valutare grazie alla banca dati "no interventi" quale è la classe media degli edifici, con le "riqualificazioni" quale è il trend di risparmio energetico, con le "fonti rinnovabili" quali sono state le fonti utilizzate e il relativo risparmio energetico a seguito di quelle fonti stesse.

Per questa ultima parte è stato necessario effettuare una selezione all'interno del database per determinare i vari tipi di fonti rinnovabili.

Per gli ACE è stato preso in riferimento il campo "tecnologie_uso_fonti_rinnovabili", ma non essendoci un menu a tendina con le risposte preimpostate, nel momento di redigere l'attestato energetico ogni certificatore ha scritto in modo da creare problemi di univocità. Quindi, sono state eliminate tutte le celle vuote, con valori numerici, o con simboli. In seguito si sono utilizzate altre colonne, nell'ordine "note", "ult_info" (ulteriori informazioni), "motivo_non_conformità". Per gli APE invece, è stato considerato il campo "tipo_impianto_1", che indica la tipologia di generatore per il riscaldamento; anche in questo caso ogni certificatore ha compilato il campo in maniera soggettiva, rendendo il processo di selezione dei dati più lungo, poiché oltre alla tipologia di impianto risultavano anche marche e modelli. Sono stati selezionati solo i tipi di impianto che utilizzano fonti rinnovabili.




| Zona climatica | Zona climatica regionale | Intervallo di Gradi Giorno |
|---|---|---|
| E | E1 | 2401 - 2500 |
| | E2 | 2501 - 2700 |
| | E3 | 2701 - 3000 |
| F | F1 | 3001 - 3400 |
| | F2 | 3401 - 3900 |
| | F3 | 3901 - 4500 |
| | F4 | 4501 - 5200 |

*Tabella 22 Articolazione delle sottozone climatiche regionali*

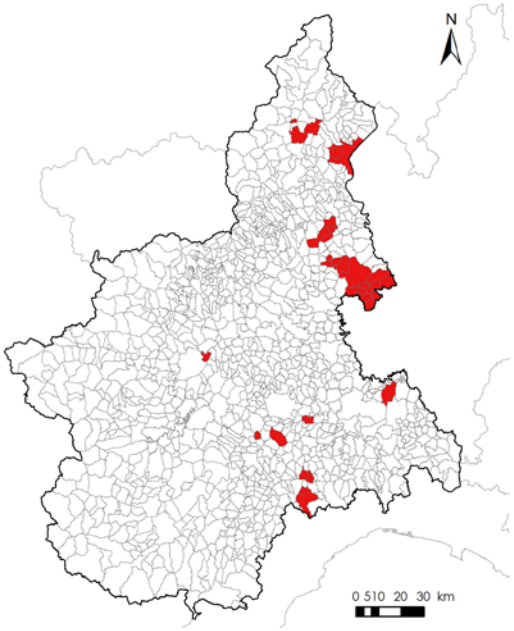
*Figura 4 Sottozone climatiche regionali, Piemonte.*
*Fonte: elaborazione personale*

Nella *tabella 24*, sono riportati il numero di attestati relativi alla distribuzione in sottozone climatiche regionali. Nella sottozona climatica regionale E2*, è stato escluso il Comune di Torino.

| | | SOTTOZONE CLIMATICHE REGIONALI | | | | | | | TORINO |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | E1 | E2* | E3 | F1 | F2 | F3 | F4 | |
| APP | • Riqualificazioni | 1.797 | 11.766 | 7.098 | 3.079 | 508 | 287 | 193 | 5.786 |
| | • No interventi | 30.302 | 201.316 | 122.811 | 41.699 | 7.216 | 3.719 | 4.324 | 169.838 |
| | • FER | 1.484 | 11.315 | 8.328 | 2.563 | 285 | 144 | 124 | 4.035 |
| VILL | • Riqualificazioni | 932 | 7.962 | 6.509 | 2.589 | 439 | 128 | 65 | 597 |
| | • No interventi | 7.448 | 62.619 | 54.862 | 20.101 | 3.810 | 934 | 510 | 5.632 |
| | • FER | 1.191 | 10.870 | 9.480 | 3.515 | 450 | 93 | 48 | 760 |

*Tabella 23 Suddivisione numero di attestati per sottozone climatiche regionali. Fonte: elaborazione personale*

## 5.1 E1 - Risparmio energetico




**Sottozona climatica E1**
Numero di Comuni: 37

**Appartamenti:** 32.099 attestati
**FER appartamenti:** 1.484 attestati
**Villette:** 8.380 attestati
**FER villette:** 1.188 attestati

### Appartamenti

| RIQUALIFICAZIONI | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Epoca di costruzione | n. attestati | SU (m²) | EPgl (kWh/m²a) mediana | EPgl ragg (kWh/m²a) mediana | Consumo (MWh) | Consumo ragg (MWh) |
| < 1918 | 383 | 31.984 | 134 | 86 | 5.505 | 3.610 |
| 1919 - 1945 | 206 | 35.778 | 157 | 94 | 6.140 | 4.577 |
| 1946 - 1960 | 306 | 72.173 | 154 | 104 | 12.944 | 9.233 |
| 1961 - 1970 | 321 | 119.258 | 161 | 110 | 24.798 | 16.436 |
| 1971 - 1980 | 260 | 81.550 | 158 | 109 | 15.550 | 10.163 |
| 1981 - 1990 | 122 | 18.966 | 141 | 113 | 2.857 | 2.301 |
| 1991 - 2005 | 122 | 11.149 | 150 | 115 | 1.825 | 1.278 |
| 2006 > | 77 | 10.370 | 103 | 94 | 1.015 | 888 |
| **Totale** | **1.797** | **381.227** | | | **70.636** | **48.485** |

| NO INTERVENTI | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Epoca di costruzione | n. attestati | SU (m²) | EPgl (kWh/m²a) mediana | EPgl ragg (kWh/m²a) mediana | Consumo (MWh) | Consumo ragg (MWh) | RISPARMIO (kWh/m²/anno) |
| < 1918 | 3.975 | 317.169 | 267 | 147 | 105.983 | 64.498 | **133** |
| 1919 - 1945 | 2.975 | 245.069 | 272 | 156 | 74.573 | 60.591 | **115** |
| 1946 - 1960 | 5.231 | 432.075 | 248 | 158 | 116.269 | 74.943 | **94** |
| 1961 - 1970 | 6.371 | 630.380 | 236 | 155 | 163.797 | 105.369 | **75** |
| 1971 - 1980 | 4.159 | 453.159 | 217 | 141 | 101.741 | 70.965 | **59** |
| 1981 - 1990 | 2.200 | 194.351 | 186 | 128 | 41.807 | 36.845 | **45** |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **1991 - 2005** | 3.542 | 294.393 | 155 | 113 | 53.122 | 37.446 | **5** |
| **2006 >** | 1.849 | 159.697 | 99 | 79 | 16.627 | 13.596 | **-4** |
| **Totale** | **30.302** | **2.726.292** | | | **673.919** | **464.252** | |

*Tabella 24 Caratteristiche appartamenti "riqualificati" e "no interventi" per epoca di costruzione, sottozona E1*

| | < 1918 | 1919 - 1945 | 1946 - 1960 | 1961 - 1970 | 1971 - 1980 | 1981 - 1990 | 1991 - 2005 | > 2006 | Totale | RISPARMIO CUMULATO (kWh/anno) | M² CUMULATI (m²/anno) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **2009** | 10.522 | 11.492 | 30.401 | 61.189 | 0 | 0 | 759 | -291 | 114.072 | **114.072** | **1.530** |
| **2010** | 306.082 | 1.341.229 | 762.793 | 1.196.257 | 388.572 | 13.432 | 8.122 | -2.395 | 4.014.092 | **4.128.164** | **48.494** |
| **2011** | 444.546 | 536.449 | 908.938 | 2.052.306 | 800.257 | 244.033 | 6.024 | -8.421 | 4.984.131 | **9.112.295** | **115.535** |
| **2012** | 512.703 | 395.741 | 1.244.465 | 987.363 | 901.058 | 101.021 | 3.541 | -4.126 | 4.141.766 | **13.254.061** | **168.385** |
| **2013** | 455.125 | 721.320 | 1.149.212 | 1.637.754 | 938.047 | 105.970 | 4.957 | -1.915 | 5.010.471 | **18.264.532** | **231.730** |
| **2014** | 236.173 | 277.668 | 672.797 | 602.374 | 196.713 | 154.005 | 8.215 | -2.089 | 2.145.856 | **20.410.387** | **259.888** |
| **2015** | 317.347 | 74.955 | 737.736 | 990.655 | 668.262 | 126.565 | 4.088 | -14.346 | 2.905.262 | **23.315.649** | **302.263** |
| **2016** | 466.870 | 188.033 | 383.676 | 566.543 | 103.283 | 12.668 | 3.558 | -4.673 | 1.719.957 | **25.035.606** | **322.833** |
| **2017** | 581.812 | 364.171 | 428.094 | 160.322 | 544.659 | 52.370 | 11.256 | -1.662 | 2.141.021 | **27.176.627** | **350.102** |
| **2018** | 589.353 | 151.155 | 494.501 | 402.278 | 140.723 | 51.838 | 3.499 | -2.990 | 1.830.357 | **29.006.985** | **371.368** |
| **2019** | 317.825 | 65.830 | 0 | 342.146 | 93.013 | 0 | 2.621 | -1.066 | 820.370 | **29.827.355** | **381.227** |

*Tabella 25 Risparmio kWh/anno appartamenti sottozona E1*

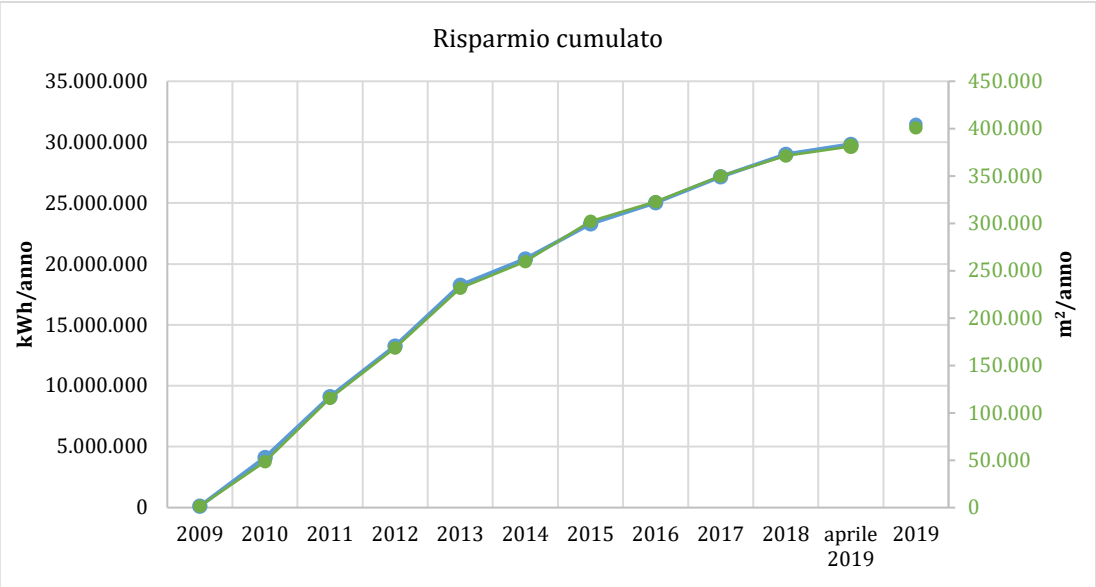



*Grafico 23 Risparmio cumulato appartamenti sottozona E1*

## FER appartamenti

| FER | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **FER** | **n. attestati** | **SU ($m^2$)** | **Epoca prevalente** | **EPgl ($kWh/m^2a$) mediana** | **EPgl ragg ($kWh/m^2a$) mediana** | **Consumo (MWh)** | **Consumo ragg (MWh)** | **RISPARMIO ($kWh/m^2$/anno)** |
| **Biomassa, termocamino, camino, stufa** | 81 | 7.440 | < 1918 | 125 | 92 | 1.168 | 782 | **142** |
| **P.d.c.** | 430 | 36.965 | 2006 > | 85 | 65 | 4.401 | 3.369 | **14** |
| **Solare fv** | 128 | 13.913 | 2006 > | 62 | 58 | 1.358 | 1.060 | **36** |
| **Solare fv - p.d.c.** | 3 | 2.605 | 2006 > | 21 | 29 | 64 | 86 | **77** |
| **Solare termico** | 804 | 97.004 | 2006 > | 70 | 61 | 8.780 | 6.464 | **28** |
| **Solare termico - biomassa** | 4 | 518 | 2006 > | 81 | 76 | 60 | 50 | **17** |
| **Solare termico - solare fv** | 22 | 4.360 | 2006 > | 65 | 65 | 329 | 297 | **33** |
| **Totale** | **1.472** | **162.806** | | | | **16.161** | **12.108** | |

*Tabella 26 Appartamenti "FER", sottozona E1*

| NO INTERVENTI | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Epoca di costruzione** | **n. attestati** | **SU ($m^2$)** | **EPgl ($kWh/m^2a$) mediana** | **EPgl ragg ($kWh/m^2a$) mediana** | **Consumo (MWh)** | **Consumo ragg (MWh)** |
| **< 1918** | 3.975 | 317.169 | 267 | 147 | 105.983 | 64.498 |
| **1919 - 1945** | 2.975 | 245.069 | 272 | 156 | 74.573 | 60.591 |
| **1946 - 1960** | 5.231 | 432.075 | 248 | 158 | 116.269 | 74.943 |
| **1961 - 1970** | 6.371 | 630.380 | 236 | 155 | 163.797 | 105.369 |
| **1971 - 1980** | 4.159 | 453.159 | 217 | 141 | 101.741 | 70.965 |
| **1981 - 1990** | 2.200 | 194.351 | 186 | 128 | 41.807 | 36.845 |
| **1991 - 2005** | 3.542 | 294.393 | 155 | 113 | 53.122 | 37.446 |
| **2006 >** | 1.849 | 159.697 | 99 | 79 | 16.627 | 13.596 |
| **Totale** | **30.302** | **2.726.292** | | | **673.919** | **464.252** |

*Tabella 27 Caratteristiche appartamenti "no interventi" per epoca di costruzione, sottozona E1*

| | Biomassa, termocamino, camino, stufa | P.d.c. | Solare fv | Solare fv - p.d.c. | Solare termico | Solare termico - biomassa | Solare termico - solare fv | Totale | RISPARMIO CUMULATO (kWh/anno) | M² CUMULATI (m²/anno) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **2009** | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1.869 | 7.303 | 9.173 | **9.173** | **329** |
| **2010** | 12.069 | 0 | 3.420 | 0 | 69.073 | 0 | 0 | 72.493 | **81.666** | **2.940** |
| **2011** | 25.890 | 4.961 | 13.592 | 0 | 216.524 | 0 | 0 | 235.078 | **316.743** | **11.475** |
| **2012** | 33.407 | 541 | 6.501 | 0 | 241.473 | 0 | 7.411 | 255.926 | **572.669** | **20.650** |
| **2013** | 0 | 0 | 14.487 | 0 | 136.402 | 0 | 8.990 | 159.878 | **732.548** | **26.121** |
| **2014** | 17.768 | 4.383 | 0 | 8.906 | 99.867 | 0 | 0 | 113.156 | **845.704** | **30.191** |
| **2015** | 0 | 22.698 | 0 | 8.821 | 45.733 | 0 | 10.077 | 87.329 | **933.033** | **33.850** |
| **2016** | 19.226 | 14.849 | 7.614 | 0 | 24.770 | 0 | 0 | 47.233 | **980.266** | **36.135** |
| **2017** | 53.758 | 18.738 | 3.760 | 0 | 29.073 | 0 | 0 | 51.570 | **1.031.836** | **38.988** |
| **2018** | 0 | 0 | 0 | 0 | 11.360 | 0 | 0 | 11.360 | **1.043.196** | **39.388** |
| **2019** | 24.001 | 0 | 6.110 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6.110 | **1.049.306** | **39.726** |

*Tabella 28 Risparmio kWh/anno appartamenti FER, sottozona E1*

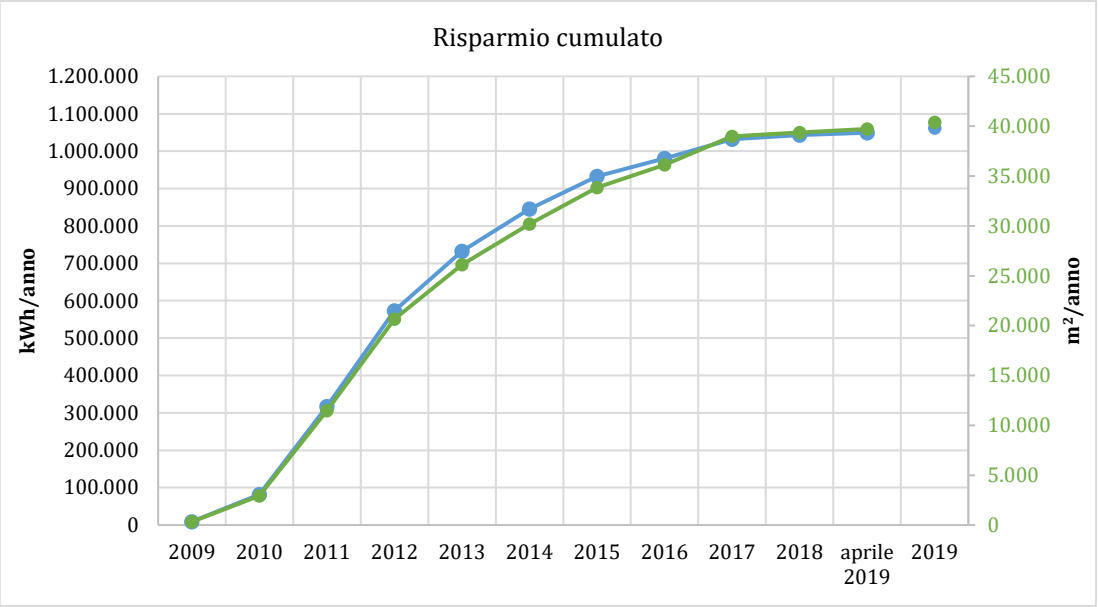



*Grafico 24 Risparmio cumulato appartamenti FER, sottozona E1*

## Villette

| RIQUALIFICAZIONI | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Epoca di costruzione | n. attestati | SU (m²) | EPgl (kWh/m²/anno) mediana | EPgl ragg (kWh/m²/anno) mediana | Consumo (MWh) | Consumo ragg (MWh) |
| < 1918 | 154 | 25.747 | 140 | 95 | 4.001 | 2.730 |
| 1919 - 1945 | 122 | 20.432 | 154 | 101 | 3.653 | 2.488 |
| 1946 - 1960 | 206 | 33.209 | 153 | 102 | 5.354 | 3.825 |
| 1961 - 1970 | 168 | 27.315 | 157 | 96 | 4.653 | 3.181 |
| 1971 - 1980 | 85 | 16.904 | 128 | 97 | 2.386 | 1.812 |
| 1981 - 1990 | 42 | 6.943 | 179 | 114 | 1.189 | 797 |
| 1991 - 2005 | 93 | 14.438 | 139 | 86 | 2.012 | 1.483 |
| 2006 > | 62 | 12.355 | 96 | 83 | 1.524 | 1.111 |
| **Totale** | **932** | **157.342** | | | **24.773** | **17.427** |

| NO INTERVENTI | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Epoca di costruzione | n. attestati | SU (m²) | EPgl (kWh/m²a) mediana | EPgl ragg (kWh/m²a) mediana | Consumo (MWh) | Consumo ragg (MWh) | RISPARMIO (kWh/m²/anno) |
| < 1918 | 1.287 | 164.700 | 331 | 164 | 66.693 | 37.387 | **191** |
| 1919 - 1945 | 1.006 | 159.088 | 342 | 182 | 65.792 | 29.131 | **188** |
| 1946 - 1960 | 1.316 | 164.013 | 288 | 166 | 61.809 | 33.976 | **135** |
| 1961 - 1970 | 1.111 | 142.997 | 278 | 174 | 44.557 | 25.958 | **121** |
| 1971 - 1980 | 739 | 106.920 | 257 | 164 | 28.143 | 17.812 | **100** |
| 1981 - 1990 | 495 | 75.622 | 216 | 145 | 1.547.456 | 84.324 | **38** |
| 1991 - 2005 | 842 | 118.243 | 172 | 126 | 22.093 | 16.709 | **32** |
| 2006 > | 652 | 83.794 | 94 | 76 | 8.914 | 6.614 | **-2** |
| **Totale** | **7.448** | **1.015.378** | | | **1.845.457** | **251.911** | |

*Tabella 29 Caratteristiche villette "riqualificate" e "no interventi" per epoca di costruzione, sottozona E1*

| | < 1918 | 1919 - 1945 | 1946 - 1960 | 1961 - 1970 | 1971 - 1980 | 1981 - 1990 | 1991 - 2005 | > 2006 | Totale | RISPARMIO CUMULATO (kWh/anno) | M² CUMULATI (m²/anno) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **2009** | 159.992 | 0 | 221.674 | 12.093 | 164.649 | 5.974 | 18.523 | -1.973 | 580.931 | **580.931** | **6.188** |
| **2010** | 227.669 | 554.026 | 410.803 | 669.744 | 95.624 | 21.151 | 28.396 | -907 | 2.006.505 | **2.587.437** | **21.880** |
| **2011** | 663.173 | 272.129 | 478.267 | 183.061 | 46.052 | 26.851 | 54.761 | -1.032 | 1.723.262 | **4.310.699** | **35.375** |
| **2012** | 532.767 | 656.336 | 315.099 | 329.963 | 96.410 | 15.714 | 39.484 | -2.138 | 1.983.635 | **6.294.334** | **50.664** |
| **2013** | 331.317 | 330.169 | 405.395 | 410.044 | 148.188 | 26.976 | 70.020 | -1.864 | 1.720.244 | **8.014.578** | **66.079** |
| **2014** | 444.532 | 386.951 | 215.439 | 396.864 | 197.717 | 19.912 | 45.503 | -349 | 1.706.569 | **9.721.147** | **79.472** |
| **2015** | 122.426 | 445.188 | 532.971 | 299.732 | 422.591 | 75.247 | 31.773 | -383 | 1.929.544 | **11.650.691** | **96.352** |
| **2016** | 471.842 | 114.606 | 481.317 | 165.166 | 18.695 | 0 | 34.813 | -1.241 | 1.285.198 | **12.935.889** | **106.410** |
| **2017** | 252.394 | 532.476 | 733.034 | 463.938 | 284.290 | 33.900 | 102.005 | -7.075 | 2.394.962 | **15.330.851** | **131.154** |
| **2018** | 1.300.624 | 541.478 | 654.563 | 324.233 | 89.265 | 24.157 | 42.340 | -2.806 | 2.973.854 | **18.304.705** | **152.982** |
| **2019** | 412.414 | 0 | 22.619 | 48.399 | 132.856 | 11.676 | 0 | 0 | 627.964 | **18.932.670** | **157.342** |

*Tabella 30 Risparmio kWh/anno villette, sottozona E1*

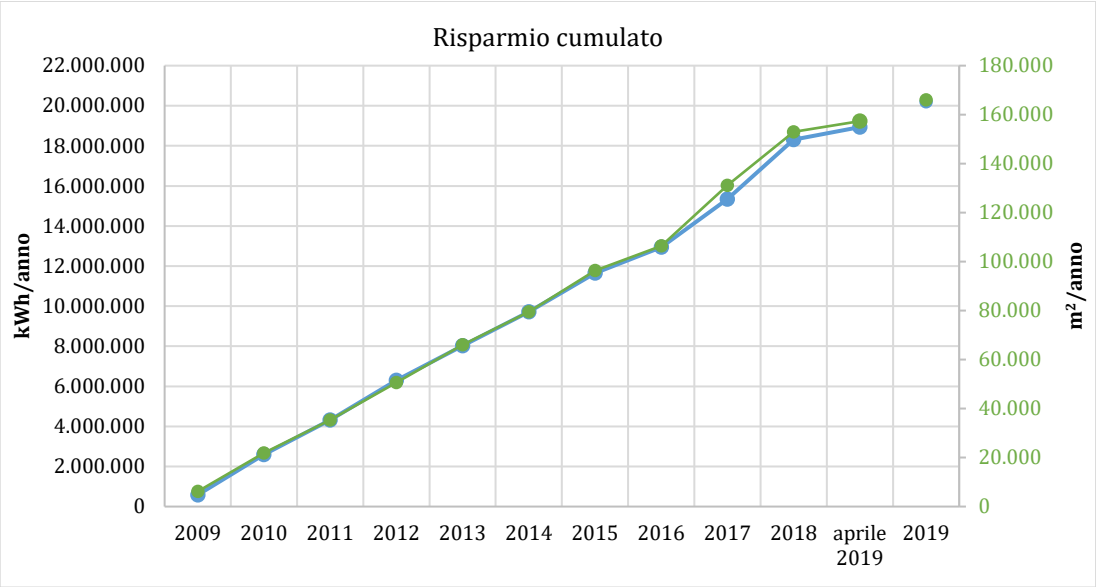



*Grafico 25 Risparmio cumulato villette, sottozona E1*

## FER villette

| FER | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **FER** | **n. attestati** | **SU (m²)** | **Epoca prevalente** | **EPgl (kWh/m²a) mediana** | **EPgl ragg (kWh/m²a) mediana** | **Consumo (MWh)** | **Consumo ragg (MWh)** | **RISPARMIO (kWh/m²/anno)** |
| **Biomassa, termocamino, camino, stufa** | 117 | 18.241 | < 1918 | 164 | 114 | 3.287 | 2.103 | **167** |
| **P.d.c.** | 141 | 24.051 | 2006 > | 117 | 83 | 4.053 | 3.031 | **-23** |
| **Solare fv** | 144 | 23.046 | 2006 > | 138 | 92 | 3.479 | 2.374 | **-44** |
| **Solare fv – p.d.c.** | 13 | 2.178 | 2006 > | 28 | 24 | 114 | 100 | **66** |
| **Solare termico** | 696 | 112.098 | 2006 > | 82 | 70 | 11.261 | 8.787 | **12** |
| **Solare termico - biomassa** | 6 | 1.094 | 2006 > | 64 | 58 | 78 | 73 | **30** |
| **Solare termico – p.d.c.** | 8 | 1.378 | 2006 > | 45 | 32 | 63 | 45 | **49** |
| **Solare termico - solare fv** | 60 | 14.616 | 2006 > | 29 | 18 | 892 | 643 | **65** |
| **Solare termico - solare fv – p.d.c.** | 3 | 390 | 2006 > | 51 | 40 | 16 | 18 | **43** |
| **Totale** | **1.188** | **197.093** | | | | **23.244** | **17.175** | |

*Tabella 31 Caratteristiche villette con "FER", sottozona E1*

| NO INTERVENTI | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Epoca di costruzione** | **n. attestati** | **SU (m²)** | **EPgl (kWh/m²a) mediana** | **EPgl ragg (kWh/m²a) mediana** | **Consumo (MWh)** | **Consumo ragg (MWh)** |
| **< 1918** | 1.287 | 164.700 | 331 | 164 | 66.693 | 37.387 |
| **1919 - 1945** | 1.006 | 159.088 | 342 | 182 | 65.792 | 29.131 |
| **1946 - 1960** | 1.316 | 164.013 | 288 | 166 | 61.809 | 33.976 |
| **1961 - 1970** | 1.111 | 142.997 | 278 | 174 | 44.557 | 25.958 |
| **1971 - 1980** | 739 | 106.920 | 257 | 164 | 28.143 | 17.812 |
| **1981 - 1990** | 495 | 75.622 | 216 | 145 | 1.547.456 | 84.324 |
| **1991 - 2005** | 842 | 118.243 | 172 | 126 | 22.093 | 16.709 |
| **2006 >** | 652 | 83.794 | 94 | 76 | 8.914 | 6.614 |
| **Totale** | **7.448** | **1.015.378** | | | **1.845.457** | **251.911** |

*Tabella 32 Caratteristiche villette "no interventi" per epoca di costruzione, sottozona E1*

| | Biomassa, termo-camino, camino, stufa | P.d.c. | Solare fv | Solare fv - p.d.c. | Solare termico | Solare termico - biomassa | Solare termico - p.d.c. | Solare termico - solare fv | Solare termico - solare fv - p.d.c. | Totale | RISPARMIO CUMULATO (kWh/anno) | M² CUMULATI (m²/anno) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **2009** | 0 | 0 | 0 | 0 | 6.419 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6.419 | **6.419** | **535** |
| **2010** | 122.371 | 0 | -3.247 | 0 | 40.813 | 0 | 0 | 11.394 | 0 | 171.331 | **177.750** | **4.918** |
| **2011** | 0 | 0 | -21.515 | 0 | 78.477 | 0 | 0 | 133.952 | 10.316 | 201.229 | **378.979** | **14.249** |
| **2012** | 28.599 | 0 | -41.911 | 5.966 | 118.475 | 0 | 10.544 | 5.617 | 0 | 127.289 | **506.269** | **25.646** |
| **2013** | 178.546 | 0 | -94.554 | 60.075 | 82.028 | 5.386 | 0 | 49.382 | 0 | 280.863 | **787.132** | **37.574** |
| **2014** | 83.747 | -3.105 | -56.571 | 11.465 | 94.038 | 0 | 15.277 | 103.195 | 0 | 248.046 | **1.035.178** | **49.413** |
| **2015** | 80.862 | -22.708 | -17.445 | 0 | 55.053 | 2.468 | 7.636 | 12.183 | 0 | 118.049 | **1.153.227** | **56.293** |
| **2016** | 0 | -22.437 | -16.011 | 0 | 24.591 | 0 | 0 | 0 | 0 | -13.858 | **1.139.369** | **59.679** |
| **2017** | 417.800 | -26.765 | -48.574 | 0 | 50.705 | 0 | 0 | 0 | 0 | 393.166 | **1.532.536** | **68.677** |
| **2018** | 120.283 | -27.026 | 0 | 0 | 13.695 | 0 | 0 | 0 | 0 | 106.952 | **1.639.488** | **71.707** |
| **2019** | 0 | 0 | 0 | 0 | 2.873 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2.873 | **1.642.361** | **71.946** |

*Tabella 33 Risparmio kWh/anno villette FER, sottozona E1*

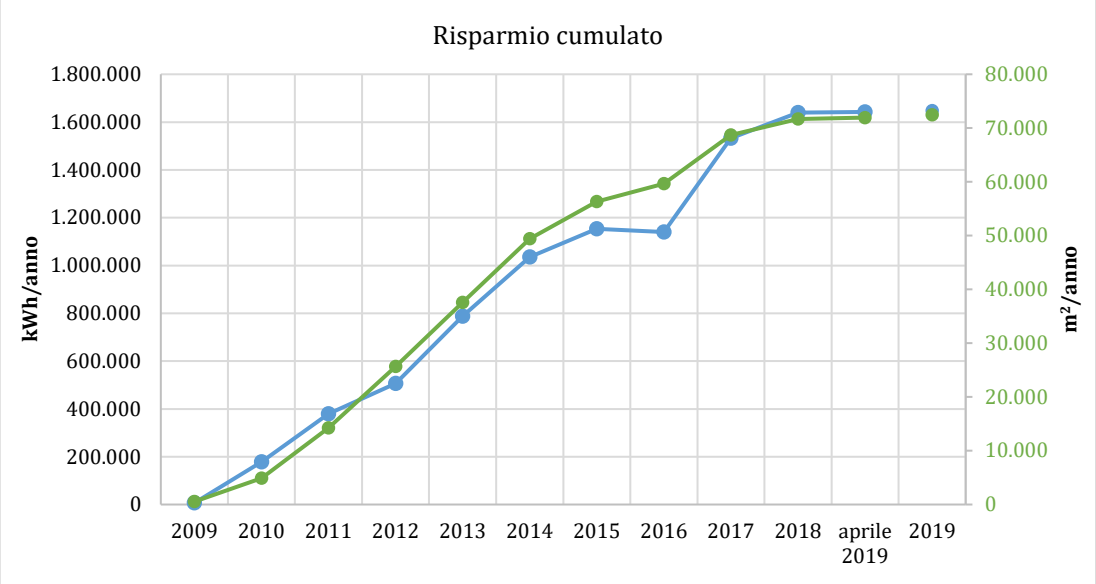
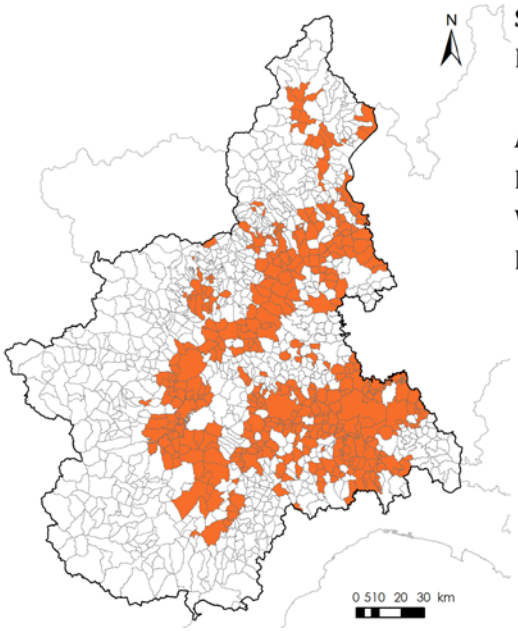



*Grafico 26 Risparmio cumulato villette FER, sottozona E1*

## 5.1 E2 - Risparmio energetico




**Sottozona climatica E2**
Numero di Comuni: 774

**Appartamenti:** 224.397 attestati
**FER appartamenti:** 11.309 attestati
**Villette:** 70.581 attestati
**FER villette:** 10.866 attestati

### Appartamenti

| RIQUALIFICAZIONI | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Epoca di costruzione | n. attestati | SU (m²) | EPgl (kWh/m²a) mediana | EPgl ragg (kWh/m²a) mediana | Consumo (MWh) | Consumo ragg (MWh) |
| < 1918 | 2.307 | 261.029 | 148 | 102 | 45.464 | 32.532 |
| 1919 - 1945 | 1.193 | 147.447 | 161 | 104 | 25.923 | 17.384 |
| 1946 - 1960 | 1.812 | 486.650 | 151 | 106 | 88.342 | 60.740 |
| 1961 - 1970 | 2.761 | 938.855 | 152 | 106 | 179.540 | 116.090 |
| 1971 - 1980 | 1.546 | 527.278 | 148 | 104 | 95.905 | 222.225 |
| 1981 - 1990 | 880 | 115.079 | 134 | 91 | 17.318 | 12.878 |
| 1991 - 2005 | 555 | 55.193 | 130 | 101 | 8.542 | 5.658 |
| 2006 > | 712 | 72.795 | 96 | 79 | 7.757 | 5.766 |
| **Totale** | **11.766** | **2.604.327** | | | **468.789** | **473.272** |

| NO INTERVENTI | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Epoca di costru-zione | n. attestati | SU (m²) | EPgl (kWh/m²a) mediana | EPgl ragg (kWh/m²a) mediana | Consumo (MWh) | Consumo ragg (MWh) | RISPARMIO (kWh/m²/anno) |
| < 1918 | 26.215 | 2.270.937 | 265 | 160 | 1.028.807 | 534.864 | **118** |
| 1919 - 1945 | 17.539 | 1.466.675 | 274 | 164 | 712.504 | 293.807 | **113** |
| 1946 - 1960 | 30.078 | 2.631.255 | 236 | 150 | 3.947.129 | 452.174 | **85** |
| 1961 - 1970 | 49.168 | 4.557.186 | 217 | 143 | 3.655.455 | 853.695 | **65** |
| 1971 - 1980 | 26.891 | 3.981.535 | 214 | 141 | 1.611.479 | 438.500 | **66** |
| 1981 - 1990 | 12.254 | 1.208.235 | 187 | 130 | 257.140 | 212.831 | **53** |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **1991 - 2005** | 19.614 | 2.792.486 | 148 | 110 | 1.037.329 | 565.631 | **18** |
| **2006 >** | 19.557 | 1.647.192 | 87 | 70 | 206.028 | 181.952 | **-9** |
| **Totale** | **201.316** | **20.555.502** | | | **12.455.871** | **3.533.454** | |

*Tabella 34 Caratteristiche appartamenti "riqualificati" e "no interventi" per epoca di costruzione, sottozona E2*

| | < 1918 | 1919 - 1945 | 1946 - 1960 | 1961 - 1970 | 1971 - 1980 | 1981 - 1990 | 1991 - 2005 | > 2006 | Totale | RISPARMIO CUMULATO (kWh/anno) | M² CUMULATI (m²/anno) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **2009** | 625.707 | 221.835 | 847.681 | 714.509 | 617.149 | 24.818 | 13.803 | -12.089 | 3.053.413 | **3.053.413** | **40.141** |
| **2010** | 3.454.209 | 2.227.469 | 8.514.981 | 7.155.934 | 6.715.693 | 808.145 | 90.383 | -85.550 | 28.881.265 | **31.934.678** | **430.478** |
| **2011** | 3.647.598 | 2.003.381 | 5.016.014 | 11.983.096 | 5.694.076 | 1.487.288 | 139.620 | -94.117 | 29.876.956 | **61.811.634** | **854.892** |
| **2012** | 4.235.900 | 3.175.438 | 10.734.704 | 8.302.479 | 5.690.776 | 976.534 | 135.666 | -58.906 | 33.192.592 | **95.004.227** | **1.291.065** |
| **2013** | 2.971.062 | 2.021.044 | 4.765.339 | 9.357.708 | 4.811.602 | 198.489 | 95.789 | -29.338 | 24.191.695 | **119.195.921** | **1.619.199** |
| **2014** | 2.149.781 | 1.188.648 | 3.633.140 | 11.486.081 | 3.472.941 | 585.861 | 59.294 | -33.153 | 22.542.591 | **141.738.513** | **1.938.008** |
| **2015** | 2.494.367 | 1.079.297 | 2.989.236 | 4.225.403 | 3.499.160 | 260.126 | 86.242 | -19.855 | 14.613.975 | **156.352.488** | **2.133.587** |
| **2016** | 3.039.060 | 1.351.346 | 1.555.785 | 3.383.649 | 991.395 | 213.173 | 123.502 | -55.939 | 10.601.971 | **166.954.459** | **2.273.900** |
| **2017** | 3.971.033 | 1.437.303 | 1.426.111 | 1.787.368 | 1.202.967 | 407.897 | 154.383 | -144.469 | 10.242.594 | **177.197.052** | **2.415.440** |
| **2018** | 3.091.589 | 1.244.499 | 1.501.162 | 2.161.617 | 1.408.083 | 778.408 | 86.477 | -82.377 | 10.189.459 | **187.386.511** | **2.553.652** |
| **2019** | 1.031.744 | 678.827 | 579.563 | 361.479 | 834.180 | 399.320 | 19.965 | -20.635 | 3.884.444 | **191.270.955** | **2.604.327** |

*Tabella 35 Risparmio kWh/anno appartamenti, sottozona E2*

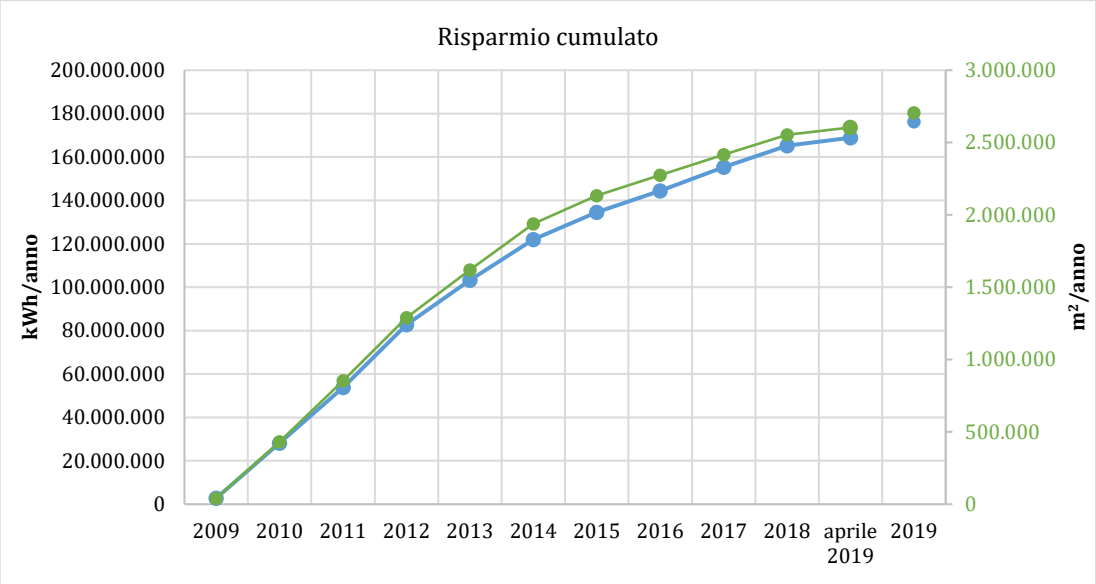



*Grafico 27 Risparmio cumulato appartamenti, sottozona E2*

## FER appartamenti

| FER | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **FER** | **n. attestati** | **SU (m²)** | **Epoca prevalente** | **EPgl (kWh/m²a) mediana** | **EPgl ragg (kWh/m²a) mediana** | **Consumo (MWh)** | **Consumo ragg (MWh)** | **RISPARMIO (kWh/m²/anno)** |
| **Biomassa, termocamino, camino, stufa** | 801 | 91.331 | < 1918 | 144 | 96 | 14.798 | 9.961 | **121** |
| **P.d.c.** | 1.500 | 147.055 | > 2006 | 100 | 76 | 18.316 | 14.049 | **-13** |
| **Solare fv** | 956 | 105.486 | > 2006 | 54 | 45 | 10.464 | 7.407 | **33** |
| **Solare fv - biomassa** | 4 | 710 | < 1918 | 282 | 66 | 171 | 69 | **-16** |
| **Solare fv - p.d.c.** | 73 | 12.200 | > 2006 | 32 | 31 | 420 | 401 | **56** |
| **Solare termico** | 7.386 | 958.107 | > 2006 | 70 | 61 | 165.332 | 65.649 | **17** |
| **Solare termico - biomassa** | 26 | 3.813 | < 1918 | 160 | 79 | 618 | 372 | **105** |
| **Solare termico - p.d.c** | 8 | 2.751 | > 2006 | 64 | 54 | 135 | 121 | **24** |
| **Solare termico - solare fv** | 468 | 137.049 | > 2006 | 55 | 53 | 8.550 | 6.994 | **33** |
| **Solare termico - solare fv - biomassa** | 75 | 4.647 | > 2006 | 17 | 15 | 133 | 97 | **70** |
| **Solare termico - solare fv - p.d.c** | 16 | 7.007 | > 2006 | 26 | 4 | 195 | 165 | **61** |
| **Totale** | **11.313** | **1.470.158** | | | | **219.131** | **105.287** | |

*Tabella 36 Caratteristiche appartamenti "FER", sottozona E2*

| NO INTERVENTI | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Epoca di costruzione** | **n. attestati** | **SU (m²)** | **EPgl (kWh/m²a) mediana** | **EPgl ragg (kWh/m²a) mediana** | **Consumo (MWh)** | **Consumo ragg (MWh)** |
| **< 1918** | 26.215 | 2.270.937 | 265 | 160 | 1.028.807 | 534.864 |
| **1919 - 1945** | 17.539 | 1.466.675 | 274 | 164 | 712.504 | 293.807 |
| **1946 - 1960** | 30.078 | 2.631.255 | 236 | 150 | 3.947.129 | 452.174 |
| **1961 - 1970** | 49.168 | 4.557.186 | 217 | 143 | 3.655.455 | 853.695 |
| **1971 - 1980** | 26.891 | 3.981.535 | 214 | 141 | 1.611.479 | 438.500 |
| **1981 - 1990** | 12.254 | 1.208.235 | 187 | 130 | 257.140 | 212.831 |
| **1991 - 2005** | 19.614 | 2.792.486 | 148 | 110 | 1.037.329 | 565.631 |
| **2006 >** | 19.557 | 1.647.192 | 87 | 70 | 206.028 | 181.952 |
| **Totale** | **201.316** | **20.555.502** | | | **12.455.871** | **3.533.454** |

*Tabella 37 Caratteristiche appartamenti "no interventi" per epoca di costruzione, sottozona E2*

| | Biomassa, termocamino, camino, stufa | P.d.c. | Solare fv | Solare fv - biomassa | Solare fv - p.d.c. | Solare termico | Solare termico - biomassa | Solare termico - p.d.c. | Solare termico - solare fv | Solare termico - solare fv - p.d.c | Totale |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **2009** | 0 | 0 | 201.603 | 0 | 0 | 59.660 | 0 | 0 | 0 | 0 | 261.263 |
| **2010** | 88.744 | -21.548 | 33.219 | 0 | 0 | 560.890 | 23.724 | 0 | 42.151 | 0 | 727.181 |
| **2011** | 143.753 | 0 | 12.974 | 0 | 0 | 623.420 | 32.320 | 0 | 198.151 | 14.177 | 1.010.619 |
| **2012** | 165.735 | -818 | 72.680 | 0 | 12.416 | 674.452 | 13.460 | 0 | 29.787 | 19.280 | 967.712 |
| **2013** | 144.270 | -7.929 | 59.636 | -1.480 | 11.454 | 590.460 | 51.132 | 0 | 157.948 | 48.004 | 1.005.491 |
| **2014** | 144.129 | -11.214 | 39.637 | 0 | 6.719 | 276.803 | 18.697 | 0 | 24.572 | 27.201 | 499.343 |
| **2015** | 537.703 | -42.694 | 28.990 | 0 | 14.733 | 239.432 | 28.000 | 8.043 | 5.937 | 0 | 820.145 |
| **2016** | 302.435 | -149.974 | 55.975 | 0 | 0 | 277.635 | 0 | 0 | 0 | 0 | 486.071 |
| **2017** | 484.672 | -46.672 | 62.620 | 0 | 0 | 135.716 | 0 | 0 | 0 | 0 | 636.335 |
| **2018** | 171.868 | -20.591 | 15.528 | 0 | 0 | 54.465 | 0 | 0 | 0 | 0 | 221.269 |
| **2019** | 14.733 | -8.114 | 0 | 0 | 0 | 7.170 | 0 | 0 | 0 | 0 | 13.789 |

| | RISPARMIO CUMULATO (kWh/anno) | M² CUMULATI (m²/anno) |
|---|---|---|
| **2009** | **261.263** | **9.611** |
| **2010** | **988.444** | **47.512** |
| **2011** | **1.999.063** | **92.365** |
| **2012** | **2.966.775** | **137.236** |
| **2013** | **3.972.266** | **181.976** |
| **2014** | **4.471.609** | **203.005** |
| **2015** | **5.291.755** | **226.744** |
| **2016** | **5.777.826** | **258.827** |
| **2017** | **6.414.160** | **276.302** |
| **2018** | **6.635.429** | **282.981** |
| **2019** | **6.649.218** | **284.150** |

*Tabella 38 Risparmio kWh/anno appartamenti FER, sottozona E2*

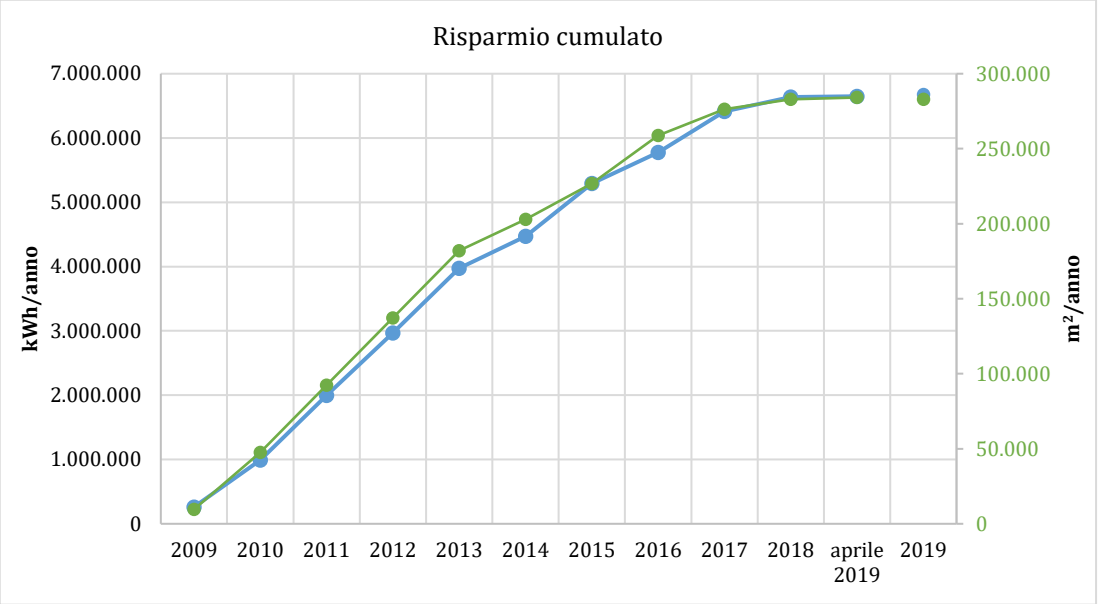



*Grafico 28 Risparmio cumulato appartamenti FER, sottozona E2*

## Villette

| RIQUALIFICAZIONI | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Epoca di costruzione** | **n. attestati** | **SU ($m^2$)** | **EPgl ($kWh/m^2a$) mediana** | **EPgl ragg ($kWh/m^2a$) mediana** | **Consumo (MWh)** | **Consumo ragg (MWh)** |
| **< 1918** | 1.525 | 251.451 | 152 | 103 | 91.211 | 29.204 |
| **1919 - 1945** | 1.199 | 187.234 | 153 | 103 | 31.748 | 21.529 |
| **1946 - 1960** | 1.492 | 298.475 | 138 | 96 | 73.094 | 34.813 |
| **1961 - 1970** | 1.202 | 305.675 | 149 | 105 | 78.968 | 58.353 |
| **1971 - 1980** | 951 | 881.966 | 148 | 109 | 124.694 | 58.439 |
| **1981 - 1990** | 414 | 95.151 | 158 | 119 | 15.018 | 11.302 |
| **1991 - 2005** | 587 | 91.525 | 136 | 104 | 13.892 | 9.866 |
| **2006 >** | 592 | 94.989 | 92 | 73 | 400.848 | 7.801 |
| **Totale** | **7.962** | **2.206.466** | | | **829.473** | **231.305** |

| NO INTERVENTI | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Epoca di costru-zione** | **n. attestati** | **SU ($m^2$)** | **EPgl ($kWh/m^2a$) mediana** | **EPgl ragg ($kWh/m^2a$) mediana** | **Consumo (MWh)** | **Consumo ragg (MWh)** | **RISPARMIO ($kWh/m^2/anno$)** |
| **< 1918** | 11.749 | 1.593.225 | 334 | 183 | 907.852 | 374.766 | **182** |
| **1919 - 1945** | 9.584 | 1.172.264 | 329 | 187 | 934.114 | 253.418 | **177** |
| **1946 - 1960** | 9.300 | 1.187.502 | 303 | 180 | 3.000.218 | 227.464 | **165** |
| **1961 - 1970** | 8.582 | 1.316.890 | 283 | 171 | 633.474 | 237.041 | **135** |
| **1971 - 1980** | 5.976 | 900.245 | 258 | 163 | 627.061 | 206.218 | **110** |
| **1981 - 1990** | 3.754 | 561.189 | 219 | 148 | 129.940 | 85.607 | **61** |
| **1991 - 2005** | 6.655 | 965.464 | 173 | 127 | 315.383 | 146.411 | **38** |
| **2006 >** | 7.019 | 1.065.171 | 96 | 76 | 108.960 | 102.479 | **4** |
| **Totale** | **62.619** | **8.761.952** | | | **6.657.002** | **1.633.405** | |

*Tabella 39 Caratteristiche villette "riqualificate" e "no interventi" per epoca di costruzione, sottozona E2*

| | < 1918 | 1919 - 1945 | 1946 - 1960 | 1961 - 1970 | 1971 - 1980 | 1981 - 1990 | 1991 - 2005 | > 2006 | Totale | RISPARMIO CUMULATO (kWh/anno) | M² CUMULATI (m²/anno) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **2009** | 299.096 | 313.667 | 469.765 | 2.383.770 | 332.227 | 10.379 | 60.433 | 72.556 | 3.941.894 | **3.941.894** | **45.410** |
| **2010** | 3.691.178 | 3.568.204 | 10.774.678 | 4.069.946 | 1.915.199 | 444.194 | 372.658 | 23.744 | 24.859.802 | **28.801.696** | **221.762** |
| **2011** | 4.219.787 | 3.329.291 | 3.463.967 | 4.789.828 | 2.566.733 | 485.799 | 364.129 | 21.565 | 19.241.098 | **48.042.794** | **366.538** |
| **2012** | 4.936.620 | 3.117.385 | 4.294.544 | 5.744.049 | 1.901.217 | 1.510.074 | 376.054 | 26.693 | 21.906.635 | **69.949.430** | **538.408** |
| **2013** | 4.189.385 | 2.856.903 | 3.182.633 | 3.270.347 | 2.044.738 | 522.991 | 369.588 | 12.969 | 16.449.554 | **86.398.984** | **661.359** |
| **2014** | 2.928.808 | 2.233.062 | 3.641.891 | 2.989.494 | 1.917.621 | 686.014 | 315.370 | 22.980 | 14.735.240 | **101.134.225** | **776.890** |
| **2015** | 3.123.884 | 2.838.176 | 2.704.068 | 4.849.097 | 68.775.082 | 233.570 | 295.972 | 17.368 | 82.837.217 | **183.971.442** | **1.506.169** |
| **2016** | 6.440.524 | 3.900.422 | 6.835.770 | 2.846.706 | 9.753.050 | 421.927 | 291.795 | 28.735 | 30.518.930 | **214.490.371** | **1.736.711** |
| **2017** | 7.155.744 | 3.601.303 | 5.601.534 | 4.105.071 | 2.656.194 | 530.452 | 483.594 | 76.616 | 24.210.507 | **238.700.879** | **1.924.412** |
| **2018** | 6.975.112 | 5.127.885 | 6.625.551 | 4.208.594 | 3.045.863 | 659.168 | 452.236 | 98.081 | 27.192.490 | **265.893.368** | **2.136.497** |
| **2019** | 1.688.246 | 2.161.619 | 1.561.568 | 1.856.780 | 1.705.201 | 299.270 | 55.357 | 13.941 | 9.341.982 | **275.235.351** | **2.206.466** |

*Tabella 40 Risparmio kWh/anno villette, sottozona E2*

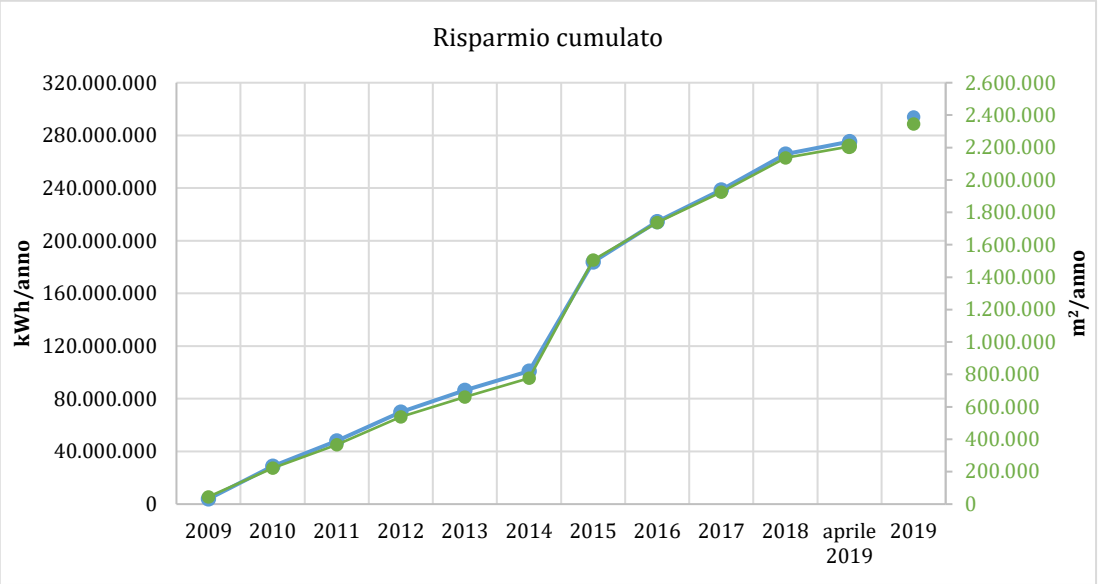



*Grafico 29 Risparmio cumulato villette, sottozona E2*

## FER villette

| FER | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **FER** | **n. attestati** | **SU (m²)** | **Epoca prevalente** | **EPgl (kWh/m²a) mediana** | **EPgl ragg (kWh/m²a) mediana** | **Consumo (MWh)** | **Consumo ragg (MWh)** | **RISPARMIO (kWh/m²/anno)** |
| **Biomassa, termocamino, camino, stufa** | 1.395 | 220.183 | < 1918 | 143 | 99 | 39.317 | 26.776 | **191** |
| **P.d.c.** | 913 | 158.747 | 2006 > | 73 | 52 | 15.343 | 11.074 | **23** |
| **Solare fv** | 1.148 | 204.696 | 2006 > | 115 | 80 | 27.513 | 18.891 | **-18** |
| **Solare fv - biomassa** | 30 | 5.155 | 1919 - 1945 | 169 | 109 | 870 | 656 | **160** |
| **Solare fv - p.d.c.** | 101 | 15.715 | 2006 > | 39 | 32 | 996 | 741 | **57** |
| **Solare termico** | 6.632 | 1.123.346 | 2006 > | 81 | 71 | 232.426 | 92.231 | **15** |
| **Solare termico - biomassa** | 134 | 24.116 | < 1918 | 91 | 81 | 2.845 | 3.573 | **242** |
| **Solare termico - p.d.c** | 28 | 7.100 | 2006 > | 47 | 34 | 336 | 298 | **49** |
| **Solare termico - solare fv** | 436 | 92.148 | 2006 > | 68 | 60 | 8.005 | 26.876 | **28** |
| **Solare termico - solare fv - biomassa** | 16 | 3.099 | 2006 > | 94 | 67 | 367 | 233 | **2** |
| **Solare termico - solare fv - p.d.c** | 33 | 6.818 | 2006 > | 33 | 34 | 250 | 234 | **63** |
| **Totale** | **10.866** | **1.861.124** | | | | **328.269** | **181.583** | |

*Tabella 41 Caratteristiche villette con "FER", sottozona E2*

| NO INTERVENTI | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Epoca di costruzione** | **n. attestati** | **SU (m²)** | **EPgl (kWh/m²a) mediana** | **EPgl ragg (kWh/m²a) mediana** | **Consumo (MWh)** | **Consumo ragg (MWh)** |
| **< 1918** | 11.749 | 1.593.225 | 334 | 183 | 907.852 | 374.766 |
| **1919 - 1945** | 9.584 | 1.172.264 | 329 | 187 | 934.114 | 253.418 |
| **1946 - 1960** | 9.300 | 1.187.502 | 303 | 180 | 3.000.218 | 227.464 |
| **1961 - 1970** | 8.582 | 1.316.890 | 283 | 171 | 633.474 | 237.041 |
| **1971 - 1980** | 5.976 | 900.245 | 258 | 163 | 627.061 | 206.218 |
| **1981 - 1990** | 3.754 | 561.189 | 219 | 148 | 129.940 | 85.607 |
| **1991 - 2005** | 6.655 | 965.464 | 173 | 127 | 315.383 | 146.411 |
| **2006 >** | 7.019 | 1.065.171 | 96 | 76 | 108.960 | 102.479 |
| **Totale** | **62.619** | **8.761.952** | | | **6.657.002** | **1.633.405** |

*Tabella 42 Caratteristiche villette "no interventi" per epoca di costruzione, sottozona E2*

| | Biomassa, termo-camino, camino, stufa | P.d.c. | Solare fv | Solare fv - biomassa | Solare fv - p.d.c. | Solare termico | Solare termico - biomassa | Solare termico - p.d.c. | Solare termico - solare fv | Solare termico - solare fv - biomassa | Solare termico - solare fv - p.d.c | Totale |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **2009** | 83.797 | 0 | -14.507 | 0 | 7.408 | 97.517 | 43.521 | 0 | 12.243 | 0 | 0 | 229.980 |
| **2010** | 406.250 | 26.292 | -57.886 | 24.958 | 37.674 | 749.853 | 406.449 | 27.964 | 40.265 | 0 | 0 | 1.661.819 |
| **2011** | 706.379 | 15.052 | -88.803 | 39.498 | 46.493 | 992.115 | 564.576 | 21.643 | 114.429 | 610 | 0 | 2.411.994 |
| **2012** | 895.961 | 31.758 | -187.149 | 66.662 | 84.506 | 874.595 | 209.656 | 19.919 | 151.643 | 332 | 7.659 | 2.155.542 |
| **2013** | 1.079.878 | 29.037 | -224.274 | 127.941 | 96.699 | 783.209 | 601.476 | 12.109 | 145.487 | 1.537 | 11.524 | 2.664.623 |
| **2014** | 1.109.992 | 42.232 | -153.685 | 85.350 | 21.914 | 565.204 | 683.523 | 0 | 77.145 | 179 | 66.523 | 2.498.378 |
| **2015** | 919.058 | 72.939 | -57.464 | 0 | 126.166 | 327.258 | 201.552 | 22.214 | 86.707 | 0 | 25.181 | 1.723.612 |
| **2016** | 2.614.740 | 310.367 | -92.328 | 0 | 0 | 394.086 | 45.610 | 0 | 5.203 | 0 | 15.473 | 3.293.150 |
| **2017** | 2.280.362 | 317.813 | -175.018 | 0 | 0 | 368.163 | 73.336 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2.864.656 |
| **2018** | 1.908.600 | 150.885 | -122.423 | 0 | 0 | 241.085 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2.178.147 |
| **2019** | 251.541 | 52.081 | -14.090 | 0 | 0 | 40.433 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 329.965 |

| | RISPARMIO CUMULATO (kWh/anno) | M² CUMULATI (m²/anno) |
|---|---|---|
| **2009** | **229.980** | **8.508** |
| **2010** | **1.891.799** | **69.659** |
| **2011** | **4.303.793** | **153.504** |
| **2012** | **6.459.335** | **237.170** |
| **2013** | **9.123.959** | **320.000** |
| **2014** | **11.622.336** | **381.455** |
| **2015** | **13.345.948** | **421.439** |
| **2016** | **16.639.099** | **480.474** |
| **2017** | **19.503.754** | **540.497** |
| **2018** | **21.681.901** | **579.754** |
| **2019** | **22.011.866** | **586.777** |

*Tabella 43 Risparmio kWh/anno villette FER, sottozona E2*

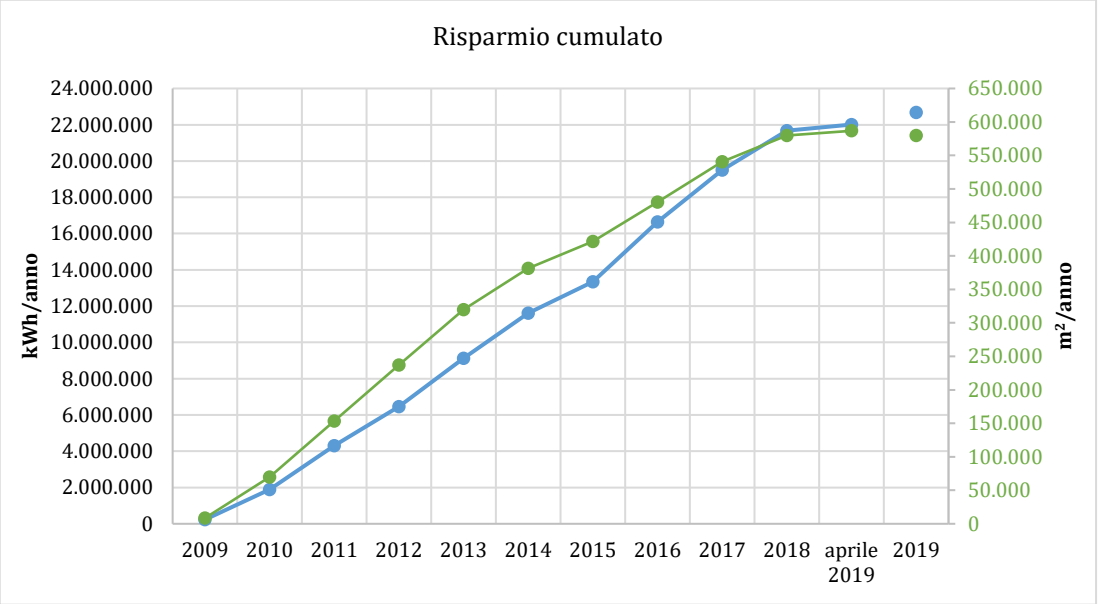
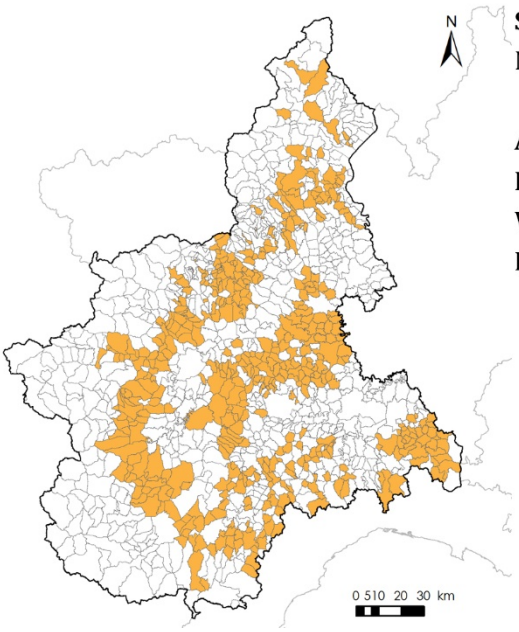



*Grafico 30 Risparmio cumulato villette FER, sottozona E2*

## 5.2 E3- Risparmio energetico




**Sottozona climatica E3**
Numero di Comuni: 473

**Appartamenti:** 129.908 attestati
**FER appartamenti:** 8.324 attestati
**Villette:** 61.371attestati
**FER villette:** 9.472 attestati

### Appartamenti

| RIQUALIFICAZIONI | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Epoca di costruzione | n. attestati | SU ($m^2$) | EPgl ($kWh/m^2a$) mediana | EPgl ragg ($kWh/m^2a$) mediana | Consumo (MWh) | Consumo ragg (MWh) |
| **< 1918** | 1.886 | 209.329 | 151 | 107 | 40.434 | 25.745 |
| **1919 - 1945** | 904 | 105.667 | 159 | 110 | 22.690 | 13.578 |
| **1946 - 1960** | 1.111 | 195.411 | 163 | 111 | 35.604 | 25.865 |
| **1961 - 1970** | 1.213 | 387.570 | 169 | 111 | 71.918 | 49.777 |
| **1971 - 1980** | 936 | 218.799 | 160 | 104 | 39.355 | 28.341 |
| **1981 - 1990** | 291 | 72.687 | 144 | 107 | 12.112 | 8.948 |
| **1991 - 2005** | 342 | 37.118 | 119 | 99 | 4.940 | 3.918 |
| **2006 >** | 415 | 40.196 | 95 | 76 | 4.164 | 3.163 |
| **Totale** | **7.098** | **1.266.777** | | | **231.217** | **159.335** |

| NO INTERVENTI | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Epoca di costru-zione | n. attestati | SU ($m^2$) | EPgl ($kWh/m^2a$) mediana | EPgl ragg ($kWh/m^2a$) mediana | Consumo (MWh) | Consumo ragg (MWh) | RISPARMIO ($kWh/m^2/anno$) |
| **< 1918** | 22.513 | 1.953.647 | 287 | 168 | 715.725 | 400.712 | **136** |
| **1919 - 1945** | 11.812 | 1.001.176 | 295 | 171 | 1.067.782 | 193.822 | **136** |
| **1946 - 1960** | 16.255 | 1.964.334 | 251 | 156 | 398.292 | 265.963 | **88** |
| **1961 - 1970** | 25.345 | 2.398.196 | 229 | 147 | 624.627 | 402.669 | **60** |
| **1971 - 1980** | 16.163 | 1.517.962 | 229 | 150 | 2.192.353 | 740.363 | **69** |
| **1981 - 1990** | 6.819 | 629.618 | 199 | 136 | 141.896 | 103.163 | **55** |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **1991 - 2005** | 11.343 | 946.576 | 153 | 116 | 181.378 | 126.110 | **34** |
| **2006 >** | 12.560 | 1.001.768 | 88 | 72 | 100.134 | 77.506 | **-7** |
| **Totale** | **122.810** | **11.413.275** | | | **5.422.187** | **2.310.309** | |

*Tabella 44 Caratteristiche appartamenti "riqualificati" e "no interventi" per epoca di costruzione, sottozona E3*

| | < 1918 | 1919 - 1945 | 1946 - 1960 | 1961 - 1970 | 1971 - 1980 | 1981 - 1990 | 1991 - 2005 | > 2006 | Totale | RISPARMIO CUMULATO (kWh/anno) | M² CUMULATI (m²/anno) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **2009** | 165.624 | 88.965 | 243.318 | 754.288 | 282.871 | 564.355 | 10.782 | -4.941 | 2.105.262 | **2.105.262** | **32.549** |
| **2010** | 3.413.779 | 1.829.032 | 2.621.006 | 2.977.490 | 2.210.650 | 591.918 | 96.778 | -18.821 | 13.721.831 | **15.827.094** | **198.678** |
| **2011** | 4.207.495 | 3.541.768 | 2.190.350 | 3.356.808 | 2.316.049 | 535.022 | 174.329 | -31.997 | 16.289.824 | **32.116.917** | **389.342** |
| **2012** | 3.731.270 | 2.505.602 | 1.919.208 | 3.981.359 | 3.783.217 | 720.937 | 164.893 | -36.228 | 16.770.258 | **48.887.175** | **601.253** |
| **2013** | 2.933.427 | 1.121.223 | 3.217.386 | 4.022.742 | 1.681.035 | 613.043 | 126.800 | -19.607 | 13.696.051 | **62.583.226** | **776.403** |
| **2014** | 2.262.326 | 1.003.891 | 1.763.128 | 3.013.233 | 1.237.197 | 423.599 | 100.065 | -15.051 | 9.788.388 | **72.371.614** | **901.199** |
| **2015** | 2.354.195 | 898.839 | 1.525.521 | 2.767.945 | 1.347.076 | 149.827 | 90.463 | -24.421 | 9.109.445 | **81.481.058** | **1.016.816** |
| **2016** | 2.608.833 | 802.514 | 989.313 | 930.981 | 585.362 | 117.493 | 155.603 | -34.632 | 6.155.468 | **87.636.526** | **1.088.759** |
| **2017** | 3.388.067 | 1.258.270 | 778.293 | 901.082 | 628.950 | 138.982 | 127.665 | -48.202 | 7.173.108 | **94.809.635** | **1.169.037** |
| **2018** | 2.609.090 | 962.190 | 1.803.162 | 473.951 | 499.559 | 103.329 | 177.316 | -44.051 | 6.584.545 | **101.394.180** | **1.244.265** |
| **2019** | 797.814 | 351.045 | 218.649 | 182.858 | 448.931 | 37.723 | 28.445 | -3.418 | 2.062.046 | **103.456.226** | **1.266.777** |

*Tabella 45 Risparmio kWh/anno appartamenti, sottozona E3*

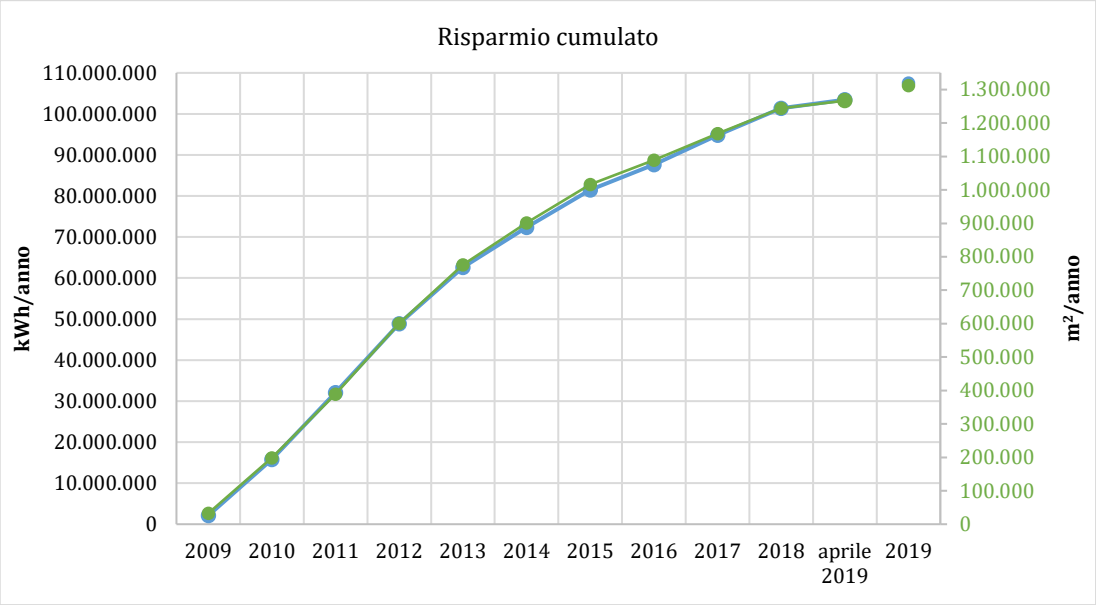



*Grafico 31 Risparmio cumulato appartamenti, sottozona E3*

## FER appartamenti

| FER | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **FER** | **n. attestati** | **SU (m²)** | **Epoca prevalente** | **EPgl (kWh/m²a) mediana** | **EPgl ragg (kWh/m²a) mediana** | **Consumo (MWh)** | **Consumo ragg (MWh)** | **RISPARMIO (kWh/m²/anno)** |
| **Biomassa, termocamino, camino, stufa** | 895 | 98.501 | < 1918 | 148 | 101 | 17.315 | 11.272 | **139** |
| **P.d.c.** | 886 | 82.965 | 2006 > | 82 | 68 | 9.461 | 7.049 | **6** |
| **Solare fv** | 583 | 62.132 | 2006 > | 69 | 50 | 6.949 | 4.746 | **19** |
| **Solare fv - p.d.c.** | 52 | 5.260 | 2006 > | 32 | 32 | 192 | 179 | **56** |
| **Solare termico** | 5.608 | 698.024 | 2006 > | 71 | 62 | 65.287 | 60.443 | **17** |
| **Solare termico - biomassa** | 42 | 5.600 | 1919 - 1945 | 86 | 80 | 605 | 508 | **209** |
| **Solare termico - p.d.c** | 5 | 709 | 2006 > | 40 | 38 | 41 | 34 | **48** |
| **Solare termico - solare fv** | 240 | 44.585 | 2006 > | 47 | 41 | 3.052 | 2.281 | **41** |
| **Solare termico - solare fv - p.d.c** | 13 | 1.535 | 2006 > | 27 | 16 | 43 | 36 | **61** |
| **Totale** | **8.324** | **999.311** | | | | **102.946** | **86.548** | |

*Tabella 46 Caratteristiche appartamenti "FER", sottozona E3*

| NO INTERVENTI | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Epoca di costruzione** | **n. attestati** | **SU (m²)** | **EPgl (kWh/m²a) mediana** | **EPgl ragg (kWh/m²a) mediana** | **Consumo (MWh)** | **Consumo ragg (MWh)** |
| **< 1918** | 22.513 | 1.953.647 | 287 | 168 | 715.725 | 400.712 |
| **1919 - 1945** | 11.812 | 1.001.176 | 295 | 171 | 1.067.782 | 193.822 |
| **1946 - 1960** | 16.255 | 1.964.334 | 251 | 156 | 398.292 | 265.963 |
| **1961 - 1970** | 25.345 | 2.398.196 | 229 | 147 | 624.627 | 402.669 |
| **1971 - 1980** | 16.163 | 1.517.962 | 229 | 150 | 2.192.353 | 740.363 |
| **1981 - 1990** | 6.819 | 629.618 | 199 | 136 | 141.896 | 103.163 |
| **1991 - 2005** | 11.343 | 946.576 | 153 | 116 | 181.378 | 126.110 |
| **2006 >** | 12.560 | 1.001.768 | 88 | 72 | 100.134 | 77.506 |
| **Totale** | **122.810** | **11.413.275** | | | **5.422.187** | **2.310.309** |

*Tabella 47 Caratteristiche appartamenti "no interventi" per epoca di costruzione, sottozona E3*

| | Biomassa, termo-camino, camino, stufa | P.d.c. | Solare fv | Solare fv - p.d.c. | Solare termico | Solare termico - biomassa | Solare termico - p.d.c. | Solare termico - solare fv | Solare termico - solare fv - p.d.c. | Totale | RISPARMIO CUMULATO (kWh/anno) | M² CUMULATI (m²/anno) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **2009** | 25.203 | 0 | 0 | 0 | 46.687 | 0 | 0 | 4.122 | 0 | **76.012** | **76.012** | **3.028** |
| **2010** | 66.075 | 196 | 12.775 | 0 | 318.382 | 80.435 | 0 | 65.737 | 22.056 | **565.657** | **641.669** | **25.295** |
| **2011** | 171.447 | 1.371 | 16.229 | 0 | 553.565 | 98.260 | 11.067 | 72.269 | 0 | **924.208** | **1.565.877** | **62.654** |
| **2012** | 305.523 | 291 | 52.303 | 14.387 | 532.261 | 77.867 | 9.102 | 91.456 | 0 | **1.083.190** | **2.649.067** | **102.037** |
| **2013** | 207.051 | 1.471 | 41.374 | 14.557 | 297.256 | 45.748 | 0 | 15.502 | 8.027 | **630.986** | **3.280.053** | **124.452** |
| **2014** | 116.506 | 6.243 | 16.857 | 0 | 344.492 | 215.273 | 0 | 62.607 | 9.132 | **771.110** | **4.051.163** | **150.238** |
| **2015** | 387.566 | 13.190 | 16.052 | 15.063 | 185.947 | 39.178 | 8.869 | 24.344 | 6.517 | **696.725** | **4.747.888** | **168.444** |
| **2016** | 703.535 | 51.279 | 51.455 | 0 | 211.079 | 60.849 | 0 | 0 | 0 | **1.078.198** | **5.826.087** | **197.830** |
| **2017** | 917.014 | 21.080 | 27.220 | 0 | 114.268 | 0 | 0 | 0 | 0 | **1.079.581** | **6.905.668** | **216.247** |
| **2018** | 346.407 | 14.668 | 46.233 | 0 | 66.167 | 0 | 0 | 0 | 0 | **473.475** | **7.379.142** | **227.627** |
| **2019** | 96.971 | 733 | 5.176 | 0 | 11.190 | 0 | 0 | 0 | 0 | **114.070** | **7.493.213** | **229.384** |

*Tabella 48 Risparmio kWh/anno appartamenti FER, sottozona E3*

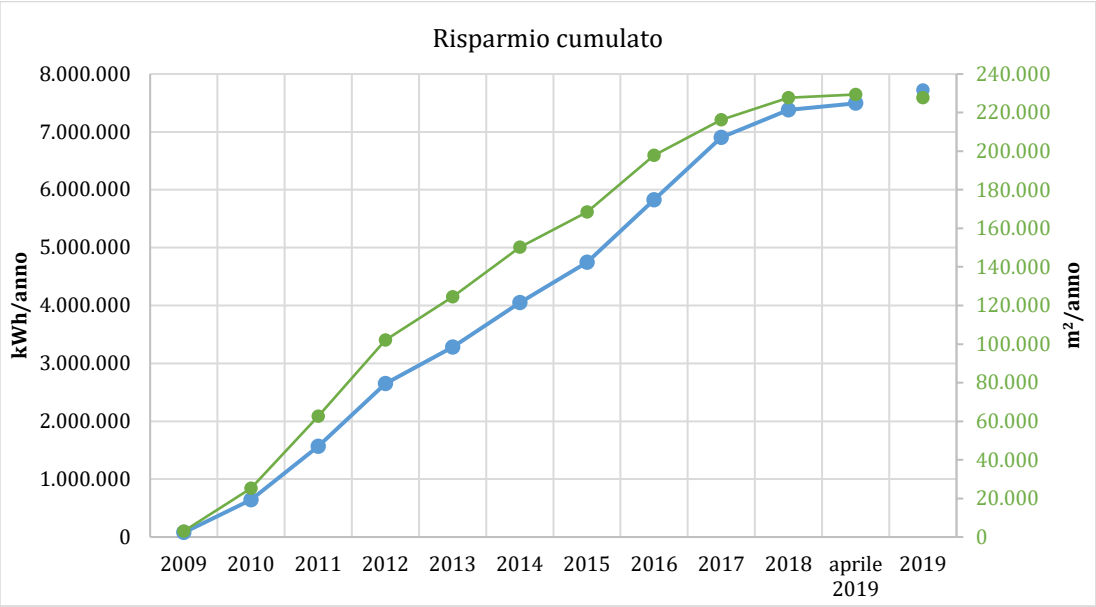



*Grafico 32 Risparmio cumulato appartamenti FER, sottozona E3*

## Villette

| RIQUALIFICAZIONI | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Epoca di costruzione | n. attestati | SU ($m^2$) | EPgl ($kWh/m^2a$) mediana | EPgl ragg ($kWh/m^2a$) mediana | Consumo (MWh) | Consumo ragg (MWh) |
| < 1918 | 1.560 | 244.949 | 158 | 105 | 43.513 | 31.073 |
| 1919 - 1945 | 900 | 133.698 | 157 | 112 | 23.766 | 16.771 |
| 1946 - 1960 | 942 | 147.168 | 153 | 108 | 53.384 | 19.825 |
| 1961 - 1970 | 914 | 163.687 | 155 | 111 | 27.388 | 20.361 |
| 1971 - 1980 | 787 | 139.236 | 155 | 107 | 23.519 | 16.625 |
| 1981 - 1990 | 367 | 74.644 | 149 | 104 | 11.099 | 19.278 |
| 1991 - 2005 | 576 | 93.583 | 139 | 111 | 14.332 | 11.178 |
| 2006 > | 463 | 69.016 | 93 | 71 | 7.008 | 5.192 |
| **Totale** | **6.509** | **1.065.980** | | | **204.010** | **140.303** |

| NO INTERVENTI | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Epoca di costru-zione | n. attestati | SU ($m^2$) | EPgl ($kWh/m^2a$) mediana | EPgl ragg ($kWh/m^2a$) mediana | Consumo (MWh) | Consumo ragg (MWh) | RISPARMIO ($kWh/m^2/anno$) |
| < 1918 | 12.197 | 1.523.258 | 356 | 191 | 935.586 | 1.266.758 | **198** |
| 1919 - 1945 | 8.067 | 927.968 | 340 | 192 | 416.649 | 226.675 | **183** |
| 1946 - 1960 | 6.952 | 6.014.716 | 322 | 186 | 1.887.599 | 158.117 | **169** |
| 1961 - 1970 | 6.682 | 905.922 | 293 | 178 | 1.317.860 | 178.587 | **138** |
| 1971 - 1980 | 5.721 | 825.468 | 273 | 172 | 1.509.674 | 231.244 | **118** |
| 1981 - 1990 | 3.610 | 500.729 | 229 | 156 | 159.740 | 115.087 | **79** |
| 1991 - 2005 | 6.198 | 870.869 | 178 | 133 | 272.168 | 119.682 | **39** |
| 2006 > | 5.435 | 3.979.029 | 99 | 80 | 803.139 | 318.675 | **6** |
| **Totale** | **54.862** | **15.547.960** | | | **7.302.416** | **2.614.824** | |

*Tabella 49 Caratteristiche villette "riqualificate" e "no interventi" per epoca di costruzione, sottozona E3*

| | < 1918 | 1919 - 1945 | 1946 - 1960 | 1961 - 1970 | 1971 - 1980 | 1981 - 1990 | 1991 - 2005 | > 2006 | Totale | RISPARMIO CUMULATO (kWh/anno) | M² CUMULATI (m²/anno) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **2009** | 579.654 | 743.564 | 250.212 | 1.021.250 | 223.320 | 184.223 | 20.693 | 2.340 | 3.025.256 | **3.025.256** | **21.036** |
| **2010** | 3.955.256 | 1.899.493 | 2.402.738 | 2.712.034 | 1.538.379 | 384.963 | 318.081 | 22.023 | 13.232.968 | **16.258.224** | **115.228** |
| **2011** | 5.140.533 | 2.481.037 | 2.352.395 | 2.188.816 | 1.720.166 | 331.890 | 343.724 | 33.982 | 14.592.542 | **30.850.767** | **218.104** |
| **2012** | 4.700.859 | 2.846.103 | 1.747.058 | 2.191.599 | 2.799.994 | 1.830.378 | 542.734 | 29.975 | 16.688.700 | **47.539.467** | **349.624** |
| **2013** | 4.861.203 | 2.559.111 | 2.250.696 | 1.935.886 | 2.318.134 | 883.596 | 467.143 | 29.653 | 15.305.422 | **62.844.890** | **463.518** |
| **2014** | 4.506.977 | 1.907.471 | 2.070.338 | 1.800.790 | 1.400.904 | 413.537 | 388.112 | 17.573 | 12.505.702 | **75.350.592** | **552.194** |
| **2015** | 3.845.231 | 1.881.502 | 1.666.125 | 1.736.987 | 1.034.836 | 433.671 | 333.178 | 22.108 | 10.953.638 | **86.304.230** | **631.050** |
| **2016** | 4.033.163 | 2.169.405 | 2.147.009 | 2.129.281 | 659.711 | 188.254 | 261.746 | 21.084 | 11.609.654 | **97.913.884** | **709.845** |
| **2017** | 6.960.347 | 2.928.093 | 2.964.507 | 2.560.278 | 1.939.815 | 512.471 | 263.455 | 91.166 | 18.220.132 | **116.134.016** | **842.663** |
| **2018** | 7.654.624 | 3.620.742 | 6.394.690 | 3.370.167 | 2.113.435 | 728.362 | 440.223 | 96.182 | 24.418.423 | **140.552.439** | **1.018.633** |
| **2019** | 2.288.937 | 1.378.088 | 553.364 | 926.371 | 716.139 | 40.455 | 240.586 | 31.448 | 6.175.388 | **146.727.827** | **1.065.980** |

*Tabella 50 Risparmio kWh/anno villette, sottozona E3*

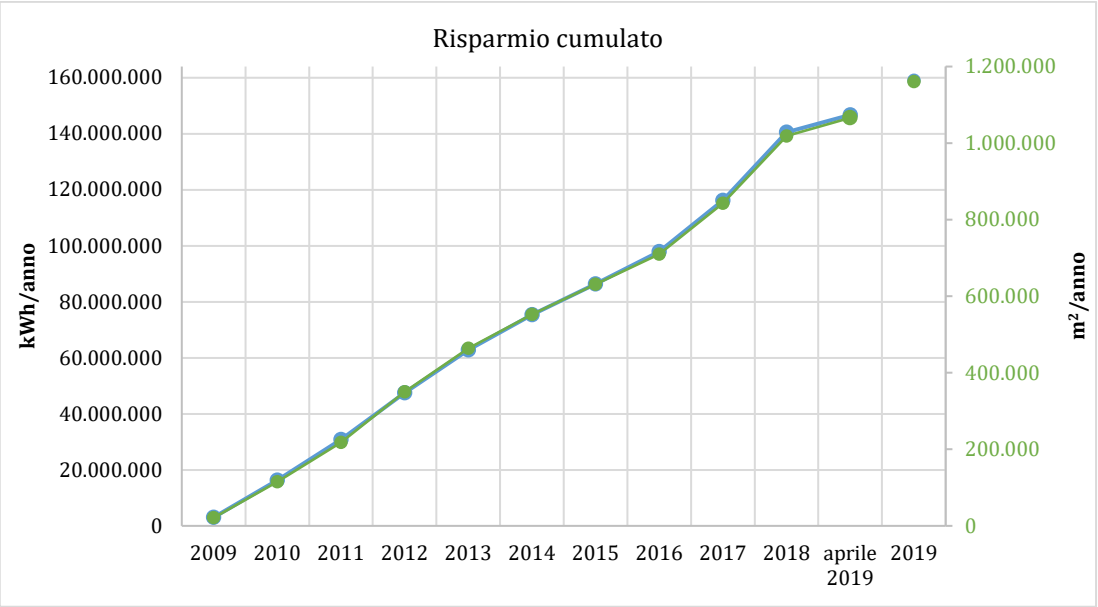



*Grafico 33 Risparmio cumulato villette, sottozona E3*

## FER villette

| FER | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **FER** | **n. attestati** | **SU (m²)** | **Epoca prevalente** | **EPgl (kWh/m²a) mediana** | **EPgl ragg (kWh/m²a) mediana** | **Consumo (MWh)** | **Consumo ragg (MWh)** | **RISPARMIO (kWh/m²/anno)** |
| **Biomassa, termocamino, camino, stufa** | 1.618 | 229.223 | < 1918 | 149 | 103 | 39.108 | 26.761 | **138** |
| **P.d.c.** | 576 | 100.488 | 2006 > | 79 | 60 | 10.264 | 7.344 | **9** |
| **Solare fv** | 991 | 172.273 | 2006 > | 145 | 103 | 26.611 | 19.045 | **-57** |
| **Solare fv - biomassa** | 31 | 4.733 | < 1918 | 169 | 136 | 917 | 724 | **118** |
| **Solare fv - p.d.c.** | 64 | 12.258 | 2006 > | 43 | 39 | 1.036 | 709 | **45** |
| **Solare termico** | 5.536 | 889.725 | 2006 > | 86 | 74 | 124.179 | 100.734 | **2** |
| **Solare termico - biomassa** | 159 | 28.228 | < 1918 | 98 | 80 | 3.834 | 3.098 | **189** |
| **Solare termico - p.d.c** | 38 | 8.128 | 2006 > | 50 | 45 | 601 | 494 | **38** |
| **Solare termico - solare fv** | 413 | 75.820 | 2006 > | 75 | 63 | 8.199 | 5.285 | **13** |
| **Solare termico - solare fv - biomassa** | 15 | 3.156 | 2006 > | 81 | 63 | 378 | 249 | **7** |
| **Solare termico - solare fv - p.d.c** | 31 | 5.990 | 2006 > | 30 | 30 | 198 | 178 | **58** |
| **Totale** | **9.472** | **1.530.021** | | | | **215.325** | **164.620** | |

*Tabella 51Caratteristiche villette "FER", sottozona E3*

| NO INTERVENTI | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Epoca di costruzione** | **n. attestati** | **SU (m²)** | **EPgl (kWh/m²a) mediana** | **EPgl ragg (kWh/m²a) mediana** | **Consumo (MWh)** | **Consumo ragg (MWh)** |
| **< 1918** | 12.197 | 1.523.258 | 356 | 191 | 935.586 | 1.266.758 |
| **1919 - 1945** | 8.067 | 927.968 | 340 | 192 | 416.649 | 226.675 |
| **1946 - 1960** | 6.952 | 6.014.716 | 322 | 186 | 1.887.599 | 158.117 |
| **1961 - 1970** | 6.682 | 905.922 | 293 | 178 | 1.317.860 | 178.587 |
| **1971 - 1980** | 5.721 | 825.468 | 273 | 172 | 1.509.674 | 231.244 |
| **1981 - 1990** | 3.610 | 500.729 | 229 | 156 | 159.740 | 115.087 |
| **1991 - 2005** | 6.198 | 870.869 | 178 | 133 | 272.168 | 119.682 |
| **2006 >** | 5.435 | 3.979.029 | 99 | 80 | 803.139 | 318.675 |
| **Totale** | **54.862** | **15.547.960** | | | **7.302.416** | **2.614.824** |

*Tabella 52 Caratteristiche villette "no interventi" per epoca di costruzione, sottozona E3*

| | Biomassa, termocamino, camino, stufa | P.d.c. | Solare fv | Solare fv - biomassa | Solare fv - p.d.c. | Solare termico | Solare termico - biomassa | Solare termico - p.d.c. | Solare termico - solare fv | Solare termico - solare fv - p.d.c | Totale |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **2009** | 309.789 | 3.011 | 0 | 0 | 8.042 | 11.339 | 149.908 | 0 | 5.281 | 0 | 0 |
| **2010** | 509.751 | 0 | -197.104 | 48.656 | 6.045 | 76.108 | 303.972 | 0 | 7.395 | 1.036 | 5.886 |
| **2011** | 616.219 | 0 | -283.294 | 0 | 7.601 | 125.787 | 394.327 | 14.482 | 49.764 | 0 | 47.271 |
| **2012** | 656.391 | 8.847 | -642.567 | 32.401 | 4.522 | 107.701 | 490.100 | 30.010 | 100.099 | 1.900 | 0 |
| **2013** | 629.845 | 6.432 | -882.585 | 83.312 | 55.203 | 101.508 | 284.169 | 0 | 66.012 | 838 | 53.997 |
| **2014** | 832.695 | 13.121 | -248.723 | 58.138 | 21.423 | 89.739 | 531.223 | 16.943 | 36.273 | 4.773 | 24.009 |
| **2015** | 925.024 | 31.912 | -122.632 | 0 | 42.317 | 52.806 | 415.031 | 47.735 | 41.778 | 5.512 | 9.724 |
| **2016** | 831.010 | 111.271 | -228.750 | 0 | 0 | 40.240 | 22.977 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| **2017** | 1.304.382 | 56.802 | -244.179 | 0 | 0 | 40.814 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| **2018** | 1.473.949 | 73.498 | -170.227 | 0 | 0 | 24.194 | 47.000 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| **2019** | 454.238 | 8.224 | -68.423 | 0 | 0 | 5.113 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

| | RISPARMIO CUMULATO (kWh/anno) | M² CUMULATI (m²/anno) |
|---|---|---|
| **2009** | **487.370** | **9.183** |
| **2010** | **1.249.114** | **54.358** |
| **2011** | **2.221.270** | **128.992** |
| **2012** | **3.010.674** | **207.276** |
| **2013** | **3.409.404** | **284.278** |
| **2014** | **4.789.018** | **345.572** |
| **2015** | **6.238.224** | **390.853** |
| **2016** | **7.014.971** | **431.883** |
| **2017** | **8.172.790** | **470.700** |
| **2018** | **9.621.204** | **503.901** |
| **2019** | **10.020.356** | **511.652** |

*Tabella 53 Risparmio kWh/anno villette FER, sottozona E3*

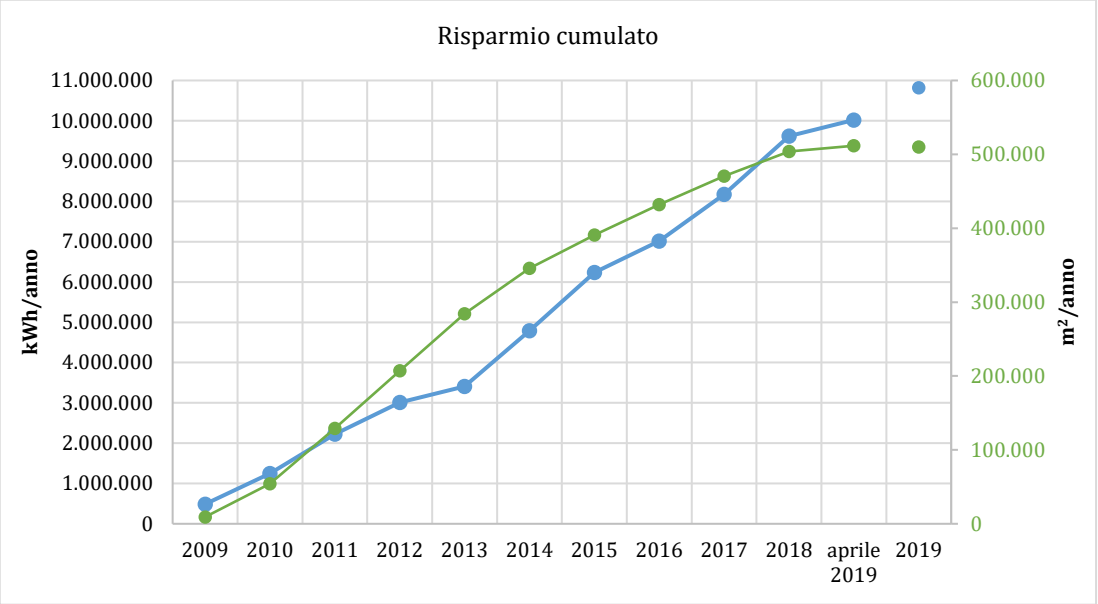
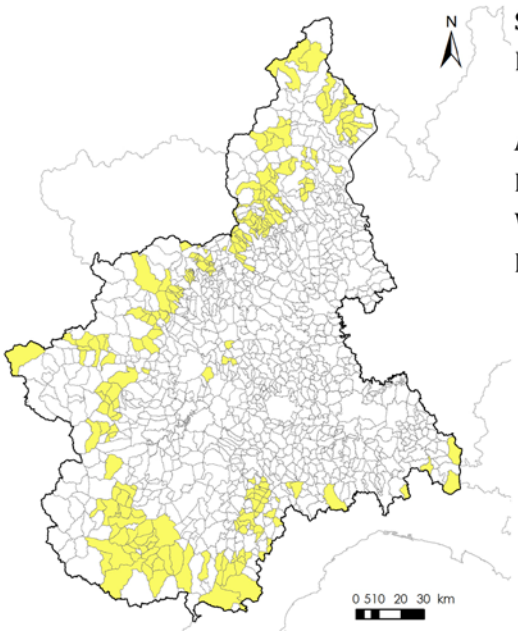



*Grafico 34 Risparmio cumulato villette FER, sottozona E3*

## 5.3 F1 - Risparmio energetico




**Sottozona climatica F1**
Numero di Comuni: 211

**Appartamenti:** 44.778 attestati
**FER appartamenti:** 2.557 attestati
**Villette:** 22.690 attestati
**FER villette:** 3.515 attestati

### Appartamenti

| RIQUALIFICAZIONI | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Epoca di costruzione | n. attestati | SU (m²) | EPgl (kWh/m²a) mediana | EPgl ragg (kWh/m²a) mediana | Consumo (MWh) | Consumo ragg (MWh) |
| **< 1918** | 869 | 76.645 | 157 | 96 | 14.836 | 9.142 |
| **1919 - 1945** | 338 | 40.173 | 155 | 107 | 7.568 | 5.646 |
| **1946 - 1960** | 421 | 171.610 | 182 | 115 | 35.987 | 24.617 |
| **1961 - 1970** | 588 | 259.544 | 194 | 124 | 55.811 | 39.405 |
| **1971 - 1980** | 412 | 155.007 | 204 | 152 | 30.943 | 22.706 |
| **1981 - 1990** | 168 | 45.568 | 148 | 102 | 12.693 | 5.672 |
| **1991 - 2005** | 102 | 13.947 | 126 | 96 | 1.719 | 1.242 |
| **2006 >** | 181 | 15.472 | 105 | 70 | 1.769 | 1.278 |
| **Totale** | **3.079** | **777.966** | | | **161.326** | **109.707** |

| NO INTERVENTI | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Epoca di costruzione | n. attestati | SU (m²) | EPgl (kWh/m²a) mediana | EPgl ragg (kWh/m²a) mediana | Consumo (MWh) | Consumo ragg (MWh) | RISPARMIO (kWh/m²/anno) |
| **< 1918** | 8.459 | 642.885 | 362 | 182 | 295.428 | 140.186 | **205** |
| **1919 - 1945** | 4.318 | 370.219 | 354 | 189 | 179.878 | 74.915 | **199** |
| **1946 - 1960** | 5.382 | 429.554 | 278 | 165 | 174.959 | 79.425 | **96** |
| **1961 - 1970** | 7.504 | 619.348 | 259 | 163 | 185.783 | 121.196 | **65** |
| **1971 - 1980** | 7.645 | 619.534 | 249 | 161 | 166.027 | 164.361 | **46** |
| **1981 - 1990** | 2.799 | 213.565 | 232 | 151 | 53.865 | 98.069 | **84** |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **1991 - 2005** | 2.577 | 208.213 | 164 | 123 | 44.771 | 27.116 | **38** |
| **2006 >** | 3.015 | 233.695 | 83 | 64 | 23.057 | 18.706 | **-22** |
| **Totale** | **41.699** | **3.337.014** | | | **1.123.768** | **723.974** | |

*Tabella 54 Caratteristiche appartamenti "riqualificazioni" e "no interventi" per epoca di costruzione, sottozona F1*

| | < 1918 | 1919 - 1945 | 1946 - 1960 | 1961 - 1970 | 1971 - 1980 | 1981 - 1990 | 1991 - 2005 | > 2006 | Totale | RISPARMIO CUMULATO (kWh/anno) | M² CUMULATI (m²/anno) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **2009** | 230.763 | 255.238 | 450.472 | 651.445 | 168.616 | 15.119 | 6.250 | -5.984 | 1.771.918 | **1.771.918** | **21.404** |
| **2010** | 2.265.572 | 416.113 | 1.630.861 | 2.176.469 | 842.021 | 794.048 | 44.178 | -43.294 | 8.125.968 | **9.897.887** | **115.969** |
| **2011** | 2.034.443 | 744.409 | 2.329.007 | 1.459.146 | 1.116.627 | 650.857 | 21.472 | -41.768 | 8.314.193 | **18.212.079** | **211.029** |
| **2012** | 1.378.971 | 1.082.171 | 4.033.645 | 3.647.996 | 1.292.113 | 547.095 | 148.191 | -18.740 | 12.111.443 | **30.323.522** | **360.785** |
| **2013** | 1.693.522 | 1.439.884 | 3.048.456 | 2.549.161 | 1.064.602 | 450.824 | 31.057 | -32.945 | 10.244.560 | **40.568.082** | **478.197** |
| **2014** | 1.009.865 | 439.956 | 3.139.695 | 4.474.822 | 938.398 | 216.869 | 163.693 | -13.585 | 10.369.712 | **50.937.795** | **614.722** |
| **2015** | 1.314.006 | 889.227 | 408.755 | 912.818 | 1.040.340 | 339.038 | 50.805 | -14.015 | 4.940.975 | **55.878.770** | **672.686** |
| **2016** | 2.337.220 | 1.013.724 | 616.998 | 279.820 | 104.026 | 99.464 | 18.417 | -21.436 | 4.448.233 | **60.327.003** | **704.814** |
| **2017** | 1.836.326 | 600.346 | 237.484 | 270.361 | 46.989 | 26.137 | 0 | -42.505 | 2.975.138 | **63.302.141** | **726.678** |
| **2018** | 1.528.609 | 1.026.479 | 463.798 | 136.444 | 116.410 | 674.742 | 36.269 | -84.856 | 3.897.895 | **67.200.035** | **761.631** |
| **2019** | 109.102 | 101.212 | 70.764 | 394.657 | 326.760 | 12.054 | 12.768 | -18.771 | 1.008.545 | **68.208.581** | **777.966** |

*Tabella 55 Risparmio kWh/anno appartamenti, sottozona F1*

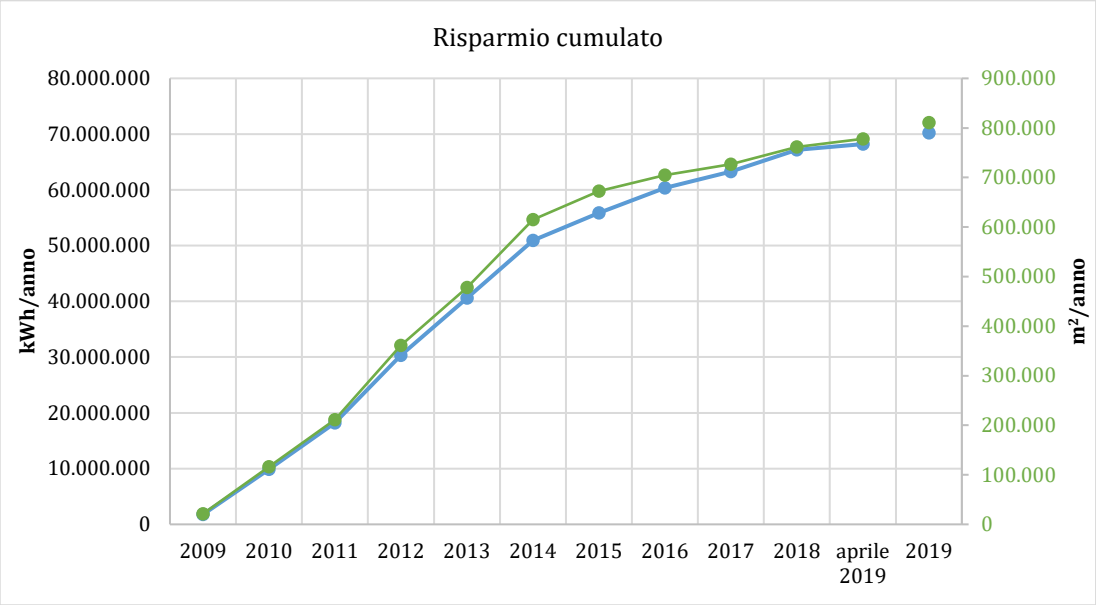



*Grafico 35 Risparmio cumulato appartamenti, sottozona F1*

## FER appartamenti

| FER | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **FER** | **n. attestati** | **SU (m²)** | **Epoca prevalente** | **EPgl (kWh/m²a) mediana** | **EPgl ragg (kWh/m²a) mediana** | **Consumo (MWh)** | **Consumo ragg (MWh)** | **RISPARMIO (kWh/m²/anno)** |
| **Biomassa, termocamino, camino, stufa** | 534 | 46.474 | < 1918 | 163 | 110 | 9.539 | 6.200 | **199** |
| **P.d.c.** | 197 | 19.952 | 2006 > | 50 | 41 | 1.638 | 1.135 | **33** |
| **Solare fv** | 192 | 16.917 | 2006 > | 59 | 49 | 1.786 | 1.081 | **24** |
| **Solare fv - p.d.c.** | 24 | 3.658 | 2006 > | 22 | 21 | 108 | 103 | **61** |
| **Solare termico** | 1.456 | 194.556 | 2006 > | 76 | 66 | 19.850 | 14.870 | **7** |
| **Solare termico - biomassa** | 27 | 3.326 | < 1918 | 69 | 54 | 446 | 368 | **293** |
| **Solare termico - p.d.c** | 7 | 729 | 2006 > | 20 | 22 | 40 | 41 | **63** |
| **Solare termico - solare fv** | 105 | 18.143 | 2006 > | 52 | 52 | 1.336 | 1.743 | **31** |
| **Solare termico - solare fv - p.d.c** | 15 | 4.456 | 2006 > | 52 | 52 | 312 | 304 | **31** |
| **Totale** | **2.557** | **308.212** | | | | **35.055** | **25.845** | |

*Tabella 56 Caratteristiche appartamenti "FER", sottozona F1*

| NO INTERVENTI | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Epoca di costruzione** | **n. attestati** | **SU (m²)** | **EPgl (kWh/m²a) mediana** | **EPgl ragg (kWh/m²a) mediana** | **Consumo (MWh)** | **Consumo ragg (MWh)** |
| **< 1918** | 8.459 | 642.885 | 362 | 182 | 295.428 | 140.186 |
| **1919 - 1945** | 4.318 | 370.219 | 354 | 189 | 179.878 | 74.915 |
| **1946 - 1960** | 5.382 | 429.554 | 278 | 165 | 174.959 | 79.425 |
| **1961 - 1970** | 7.504 | 619.348 | 259 | 163 | 185.783 | 121.196 |
| **1971 - 1980** | 7.645 | 619.534 | 249 | 161 | 166.027 | 164.361 |
| **1981 - 1990** | 2.799 | 213.565 | 232 | 151 | 53.865 | 98.069 |
| **1991 - 2005** | 2.577 | 208.213 | 164 | 123 | 44.771 | 27.116 |
| **2006 >** | 3.015 | 233.695 | 83 | 64 | 23.057 | 18.706 |
| **Totale** | **41.699** | **3.337.014** | | | **1.123.768** | **723.974** |

*Tabella 57 Caratteristiche appartamenti "no interventi" per epoca di costruzione, sottozona F1*

| | Biomassa, termo-camino, camino, stufa | P.d.c. | Solare fv | Solare fv - p.d.c. | Solare termico | Solare termico - biomassa | Solare termico - p.d.c. | Solare termico - solare fv | Solare termico - solare fv - p.d.c. | Totale | RISPARMIO CUMULATO (kWh/anno) | M² CUMULATI (m²/anno) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **2009** | 148.707 | 0 | 936 | 0 | 74.933 | 0 | 0 | 4.211 | 0 | 228.787 | **228.787** | **11.626** |
| **2010** | 225.157 | 0 | 38.702 | 0 | 213.317 | 159.970 | 0 | 37.711 | 0 | 674.857 | **903.644** | **46.622** |
| **2011** | 1.027.507 | 83.135 | 43.793 | 20.296 | 313.954 | 186.655 | 0 | 95.363 | 4.975 | 1.775.679 | **2.679.323** | **105.213** |
| **2012** | 440.095 | 2.525 | 22.441 | 92.238 | 196.665 | 64.877 | 31.947 | 42.209 | 4.278 | 897.276 | **3.576.599** | **140.281** |
| **2013** | 500.113 | 10.733 | 57.063 | 53.611 | 193.801 | 137.870 | 0 | 191.955 | 5.029 | 1.150.175 | **4.726.774** | **180.910** |
| **2014** | 1.033.460 | 10.077 | 20.198 | 47.760 | 107.171 | 174.812 | 0 | 36.993 | 1.375 | 1.431.847 | **6.158.621** | **205.180** |
| **2015** | 1.068.326 | 105.978 | 9.696 | 9.236 | 82.657 | 248.917 | 13.746 | 153.994 | 122.480 | 1.815.029 | **7.973.650** | **236.126** |
| **2016** | 2.308.386 | 236.164 | 126.262 | 0 | 97.183 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2.767.995 | **10.741.645** | **274.105** |
| **2017** | 1.698.707 | 114.343 | 45.584 | 0 | 52.339 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1.910.973 | **12.652.618** | **295.509** |
| **2018** | 719.579 | 83.850 | 32.124 | 0 | 25.289 | 0 | 0 | 0 | 0 | 860.842 | **13.513.460** | **306.640** |
| **2019** | 94.678 | 7.624 | 4.989 | 0 | 4.579 | 0 | 0 | 0 | 0 | 111.871 | **13.625.331** | **308.212** |

*Tabella 58 Risparmio kWh/anno appartamenti FER, sottozona F1*

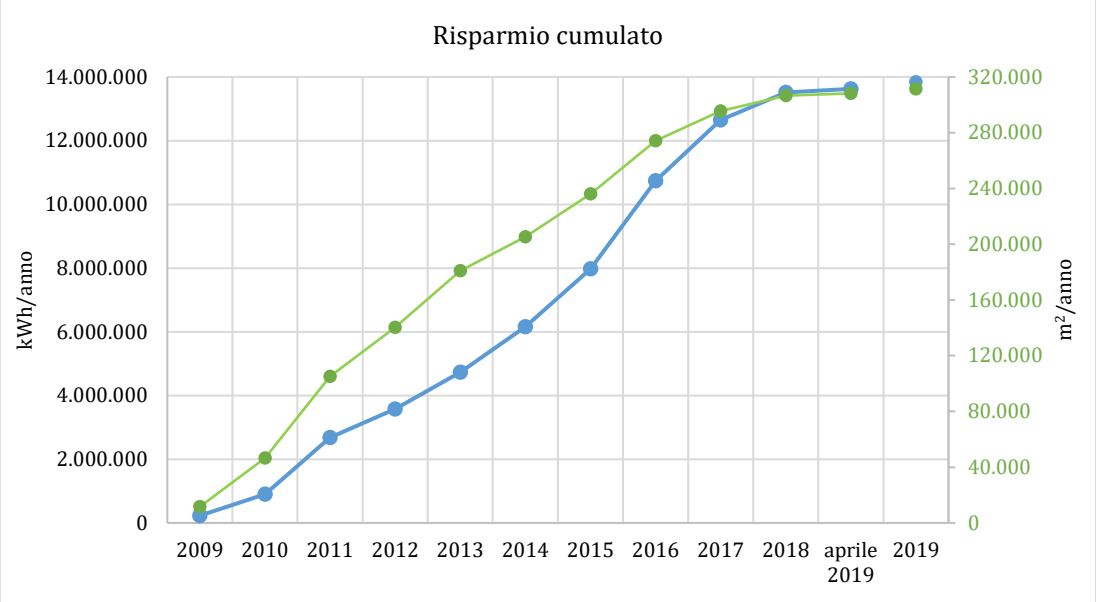



*Grafico 36 Risparmio cumulato appartamenti FER, sottozona F1*

## Villette

| RIQUALIFICAZIONI | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Epoca di costruzione** | **n. attestati** | **SU (m²)** | **EPgl (kWh/m²a) mediana** | **EPgl ragg (kWh/m²a) mediana** | **Consumo (MWh)** | **Consumo ragg (MWh)** |
| **< 1918** | 618 | 75.264 | 184 | 123 | 15.930 | 10.462 |
| **1919 - 1945** | 380 | 50.255 | 149 | 100 | 43.021 | 13.408 |
| **1946 - 1960** | 324 | 47.661 | 176 | 118 | 9.209 | 12.512 |
| **1961 - 1970** | 407 | 66.516 | 160 | 111 | 32.966 | 12.368 |
| **1971 - 1980** | 339 | 79.719 | 166 | 116 | 16.176 | 12.255 |
| **1981 - 1990** | 164 | 28.649 | 159 | 117 | 4.654 | 3.393 |
| **1991 - 2005** | 152 | 22.391 | 150 | 112 | 3.549 | 2.589 |
| **2006 >** | 205 | 26.707 | 88 | 73 | 2.956 | 2.203 |
| **Totale** | **2.589** | **397.162** | | | **128.460** | **69.190** |

| NO INTERVENTI | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Epoca di costruzione** | **n. attestati** | **SU (m²)** | **EPgl (kWh/m²a) mediana** | **EPgl ragg (kWh/m²a) mediana** | **Consumo (MWh)** | **Consumo ragg (MWh)** | **RISPARMIO (kWh/m²/anno)** |
| **< 1918** | 5.852 | 738.925 | 479 | 212 | 535.673 | 205.061 | **295** |
| **1919 - 1945** | 2.711 | 280.530 | 437 | 212 | 176.141 | 71.982 | **288** |
| **1946 - 1960** | 2.388 | 250.592 | 387 | 197 | 103.666 | 56.418 | **210** |
| **1961 - 1970** | 2.556 | 327.179 | 330 | 190 | 109.863 | 105.127 | **171** |
| **1971 - 1980** | 2.316 | 298.460 | 300 | 178 | 98.648 | 56.109 | **135** |
| **1981 - 1990** | 1.139 | 150.024 | 255 | 166 | 40.174 | 27.649 | **96** |
| **1991 - 2005** | 1.550 | 197.550 | 190 | 136 | 49.052 | 30.509 | **40** |
| **2006 >** | 1.589 | 217.642 | 91 | 74 | 27.285 | 18.512 | **2** |
| **Totale** | **20.101** | **2.460.902** | | | **1.140.503** | **571.367** | |

*Tabella 59 Caratteristiche villette "riqualificate" e "no interventi" per epoca di costruzione, sottozona F1*

| | < 1918 | 1919 - 1945 | 1946 - 1960 | 1961 - 1970 | 1971 - 1980 | 1981 - 1990 | 1991 - 2005 | > 2006 | Totale | RISPARMIO CUMULATO (kWh/anno) | M² CUMULATI (m²/anno) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **2009** | 490.846 | 197.222 | 179.697 | 55.145 | 829.573 | 58.985 | 40.823 | 316 | 1.852.606 | **1.852.606** | **11.441** |
| **2010** | 1.221.133 | 1.114.125 | 1.669.113 | 953.391 | 2.589.226 | 168.583 | 50.618 | 3.095 | 7.769.284 | **9.621.889** | **56.457** |
| **2011** | 2.548.436 | 1.696.986 | 876.319 | 1.049.488 | 533.351 | 246.669 | 71.863 | 1.287 | 7.024.398 | **16.646.287** | **90.125** |
| **2012** | 2.731.024 | 1.504.401 | 825.979 | 1.419.374 | 587.949 | 199.041 | 155.005 | 6.179 | 7.428.952 | **24.075.239** | **129.662** |
| **2013** | 2.003.030 | 1.134.991 | 815.051 | 1.209.152 | 885.374 | 360.491 | 185.183 | 3.825 | 6.597.097 | **30.672.337** | **167.842** |
| **2014** | 2.008.475 | 757.798 | 1.225.450 | 1.431.817 | 478.095 | 242.923 | 63.992 | 2.653 | 6.211.203 | **36.883.540** | **200.235** |
| **2015** | 1.702.925 | 2.015.241 | 932.309 | 1.123.380 | 583.788 | 170.400 | 96.788 | 4.960 | 6.629.791 | **43.513.330** | **234.555** |
| **2016** | 2.469.386 | 1.373.032 | 640.553 | 731.728 | 548.734 | 81.714 | 79.747 | 3.427 | 5.928.322 | **49.441.652** | **263.326** |
| **2017** | 3.772.693 | 1.883.496 | 1.261.917 | 1.297.003 | 1.081.045 | 679.150 | 38.874 | 17.852 | 10.032.029 | **59.473.681** | **319.634** |
| **2018** | 2.250.597 | 2.362.091 | 1.296.786 | 1.594.754 | 2.442.305 | 455.011 | 62.811 | 16.816 | 10.481.172 | **69.954.853** | **382.292** |
| **2019** | 1.026.254 | 444.541 | 306.866 | 508.422 | 181.934 | 86.383 | 53.120 | 4.488 | 2.612.007 | **72.566.861** | **397.162** |

*Tabella 60 Risparmio kWh/anno villette, sottozona F1*

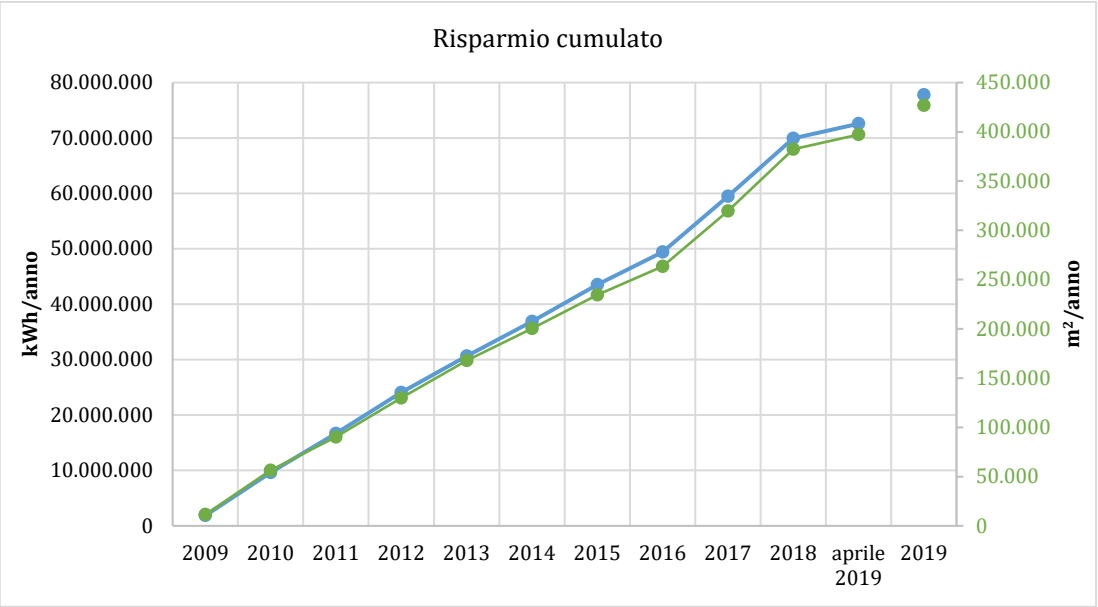



*Grafico 37 Risparmio cumulato villette, sottozona F1*

## FER villette

| FER | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **FER** | **n. attestati** | **SU (m²)** | **Epoca prevalente** | **EPgl (kWh/m²a) mediana** | **EPgl ragg (kWh/m²a) mediana** | **Consumo (MWh)** | **Consumo ragg (MWh)** | **RISPARMIO (kWh/m²/anno)** |
| **Biomassa, termocamino, camino, stufa** | 892 | 104.654 | < 1918 | 163 | 108 | 19.352 | 15.136 | **316** |
| **P.d.c.** | 196 | 32.934 | 2006 > | 62 | 42 | 3.010 | 2.009 | **28** |
| **Solare fv** | 326 | 53.621 | 2006 > | 122 | 70 | 8.579 | 5.521 | **-31** |
| **Solare fv - biomassa** | 14 | 1.491 | < 1918 | 104 | 98 | 139 | 123 | **375** |
| **Solare fv - p.d.c.** | 17 | 3.762 | 2006 > | 47 | 46 | 222 | 127 | **44** |
| **Solare termico** | 1.827 | 283.043 | 2006 > | 90 | 80 | 64.822 | 27.602 | **1** |
| **Solare termico - biomassa** | 92 | 14.549 | 2006 > | 99 | 93 | 1.935 | 1.437 | **-9** |
| **Solare termico - p.d.c** | 6 | 1.130 | 2006 > | 51 | 37 | 63 | 35 | **39** |
| **Solare termico - solare fv** | 122 | 21.735 | 2006 > | 83 | 66 | 2.356 | 1.735 | **8** |
| **Solare termico - solare fv - biomassa** | 11 | 1.670 | 1919 - 1945 | 65 | 60 | 97 | 96 | **372** |
| **Solare termico - solare fv - p.d.c** | 12 | 2.329 | < 1918 | 55 | 41 | 206 | 146 | **424** |
| **Totale** | **3.515** | **520.919** | | | | **100.781** | **53.967** | |

*Tabella 61 Caratteristiche villette "FER", sottozona F1*

| NO INTERVENTI | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Epoca di costruzione** | **n. attestati** | **SU (m²)** | **EPgl (kWh/m²a) mediana** | **EPgl ragg (kWh/m²a) mediana** | **Consumo (MWh)** | **Consumo ragg (MWh)** |
| **< 1918** | 5.852 | 738.925 | 479 | 212 | 535.673 | 205.061 |
| **1919 - 1945** | 2.711 | 280.530 | 437 | 212 | 176.141 | 71.982 |
| **1946 - 1960** | 2.388 | 250.592 | 387 | 197 | 103.666 | 56.418 |
| **1961 - 1970** | 2.556 | 327.179 | 330 | 190 | 109.863 | 105.127 |
| **1971 - 1980** | 2.316 | 298.460 | 300 | 178 | 98.648 | 56.109 |
| **1981 - 1990** | 1.139 | 150.024 | 255 | 166 | 40.174 | 27.649 |
| **1991 - 2005** | 1.550 | 197.550 | 190 | 136 | 49.052 | 30.509 |
| **2006 >** | 1.589 | 217.642 | 91 | 74 | 27.285 | 18.512 |
| **Totale** | **20.101** | **2.460.902** | | | **1.140.503** | **571.367** |

*Tabella 62 Villette "no interventi" per epoca di costruzione, sottozona F1*

| | Biomassa, termocamino, camino, stufa | P.d.c. | Solare fv | Solare fv - biomassa | Solare fv - p.d.c. | Solare termico | Solare termico - biomassa | Solare termico - p.d.c. | Solare termico - solare fv | Solare termico - solare fv - p.d.c | Totale |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **2009** | 147.569 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1.337 | -1.267 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| **2010** | 922.102 | 8.916 | -12.606 | 0 | 0 | 9.754 | -11.751 | 0 | 5.991 | 0 | 219.060 |
| **2011** | 776.479 | 4.144 | -68.238 | 0 | 14.727 | 14.048 | -8.517 | 0 | 6.601 | 0 | 186.727 |
| **2012** | 869.727 | 5.133 | -159.488 | 30.974 | 0 | 13.976 | -8.271 | 0 | 20.894 | 0 | 0 |
| **2013** | 665.827 | 0 | -90.932 | 0 | 14.843 | 14.001 | -19.968 | 0 | 10.349 | 95.457 | 0 |
| **2014** | 1.139.141 | 5.579 | -95.828 | 200.310 | 33.279 | 13.766 | -22.281 | 13.542 | 13.910 | 64.291 | 122.992 |
| **2015** | 726.678 | 65.788 | -12.801 | 156.598 | 3.545 | 7.007 | -12.842 | 3.994 | 3.756 | 163.022 | 111.547 |
| **2016** | 2.233.470 | 135.533 | -92.354 | 0 | 0 | 8.882 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| **2017** | 2.223.435 | 56.363 | -62.015 | 0 | 0 | 6.798 | 0 | 0 | 1.631 | 0 | 0 |
| **2018** | 2.733.013 | 12.245 | -44.132 | 0 | 0 | 4.389 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| **2019** | 25.902 | 24.374 | -12.185 | 0 | 0 | 568 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

| | RISPARMIO CUMULATO (kWh/anno) | M² CUMULATI (m²/anno) |
|---|---|---|
| **2009** | **147.639** | **2.095** |
| **2010** | **1.289.106** | **19.191** |
| **2011** | **2.215.078** | **42.155** |
| **2012** | **2.988.023** | **69.412** |
| **2013** | **3.677.601** | **94.189** |
| **2014** | **5.166.305** | **122.788** |
| **2015** | **6.382.598** | **138.864** |
| **2016** | **8.668.128** | **163.513** |
| **2017** | **10.894.339** | **182.262** |
| **2018** | **13.599.854** | **197.610** |
| **2019** | **13.638.514** | **199.574** |

*Tabella 63 Risparmio kWh/anno villette FER, sottozona F1*

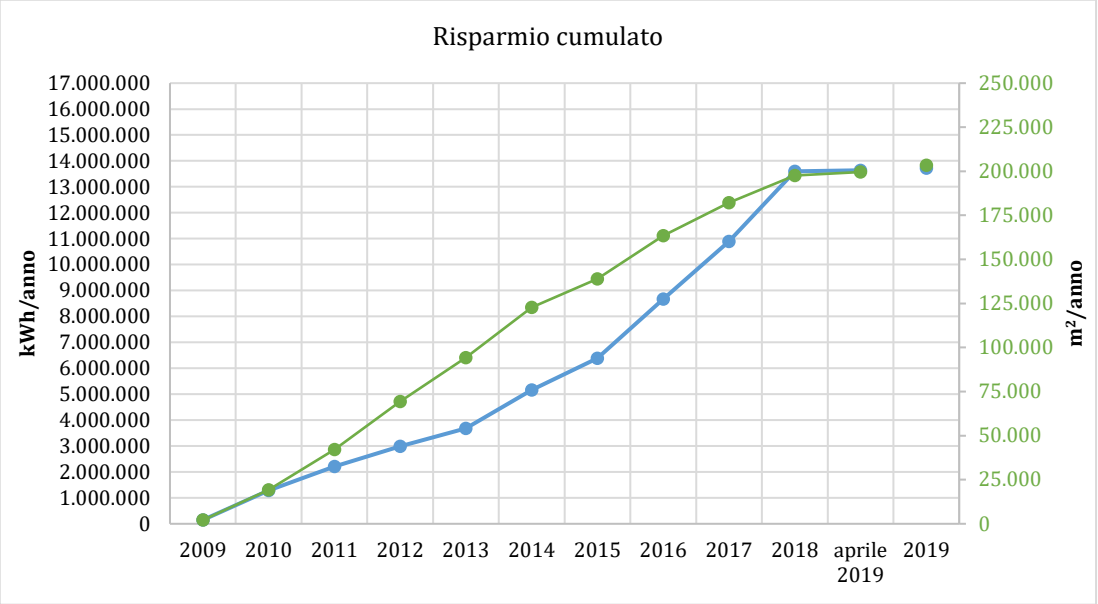
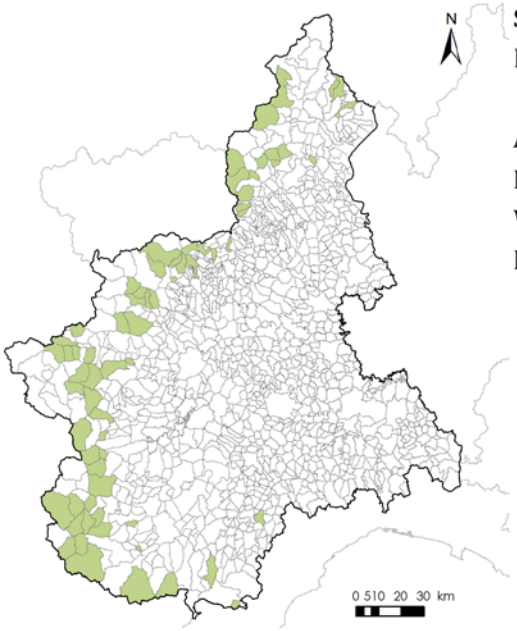



*Grafico 38 Risparmio cumulato villette FER, sottozona F1*

## 5.4 F2- Risparmio energetico




**Sottozona climatica F2**
Numero di Comuni: 69

**Appartamenti:** 7.724 attestati
**FER appartamenti:** 283 attestati
**Villette:** 4.249 attestati
**FER villette:** 443 attestati

### Appartamenti

| RIQUALIFICAZIONI | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Epoca di costruzione | n. attestati | SU (m²) | EPgl (kWh/m²a) mediana | EPgl ragg (kWh/m²a) mediana | Consumo (MWh) | Consumo ragg (MWh) |
| < 1918 | 167 | 11.810 | 273 | 166 | 4.275 | 2.446 |
| 1919 - 1945 | 39 | 3.131 | 198 | 121 | 811 | 481 |
| 1946 - 1960 | 63 | 4.308 | 179 | 145 | 835 | 630 |
| 1961 - 1970 | 121 | 32.280 | 206 | 113 | 7.224 | 4.547 |
| 1971 - 1980 | 67 | 15.740 | 186 | 118 | 3.759 | 2.528 |
| 1981 - 1990 | 4 | 1.436 | 120 | 115 | 294 | 229 |
| 1991 - 2005 | 18 | 1.385 | 170 | 145 | 252 | 195 |
| 2006 > | 29 | 2.710 | 138 | 120 | 363 | 270 |
| **Totale** | **508** | **72.801** | | | **17.815** | **11.326** |

| NO INTERVENTI | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Epoca di costruzione | n. attestati | SU (m²) | EPgl (kWh/m²a) mediana | EPgl ragg (kWh/m²a) mediana | Consumo (MWh) | Consumo ragg (MWh) | RISPARMIO (kWh/m²/anno) |
| < 1918 | 2.089 | 144.768 | 491 | 228 | 96.375 | 39.376 | **218** |
| 1919 - 1945 | 706 | 45.516 | 456 | 210 | 26.673 | 13.265 | **258** |
| 1946 - 1960 | 764 | 56.953 | 371 | 192 | 22.994 | 12.749 | **191** |
| 1961 - 1970 | 1.435 | 106.315 | 305 | 182 | 35.205 | 21.226 | **99** |
| 1971 - 1980 | 1.389 | 103.091 | 294 | 179 | 33.256 | 20.139 | **108** |
| 1981 - 1990 | 438 | 25.802 | 292 | 171 | 7.957 | 4.773 | **172** |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **1991 - 2005** | 210 | 12.904 | 231 | 151 | 3.152 | 2.147 | **61** |
| **2006 >** | 185 | 20.292 | 82 | 62 | 1.847 | 1.581 | **-56** |
| **Totale** | **7.216** | **515.641** | | | **227.461** | **115.255** | |

*Tabella 64 Caratteristiche appartamenti "riqualificati" e "no interventi" per epoca di costruzione, sottozona F2*

| | < 1918 | 1919 - 1945 | 1946 - 1960 | 1961 - 1970 | 1971 - 1980 | 1981 - 1990 | 1991 - 2005 | > 2006 | Totale | RISPARMIO CUMULATO (kWh/anno) | M² CUMULATI (m²/anno) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **2009** | 17.673 | 0 | 44.741 | 0 | 0 | 106.543 | 0 | 0 | 168.956 | **168.956** | **936** |
| **2010** | 361.805 | 84.729 | 0 | 22.552 | 97.293 | 0 | 26.295 | -6.672 | 586.002 | **754.958** | **4.609** |
| **2011** | 566.811 | 213.264 | 356.668 | 831.234 | 758.022 | 139.776 | 14.338 | -24.710 | 2.855.403 | **3.610.362** | **26.846** |
| **2012** | 383.685 | 100.829 | 60.408 | 263.204 | 55.415 | 0 | 3.149 | -57.913 | 808.776 | **4.419.138** | **33.575** |
| **2013** | 345.118 | 94.960 | 63.335 | 541.423 | 143.952 | 0 | 19.383 | -3.579 | 1.204.592 | **5.623.730** | **43.065** |
| **2014** | 175.013 | 0 | 97.482 | 732.187 | 594.961 | 0 | 10.254 | 0 | 1.609.896 | **7.233.626** | **57.483** |
| **2015** | 183.005 | 18.474 | 35.647 | 493.394 | 5.965 | 0 | 0 | -14.277 | 722.209 | **7.955.835** | **63.891** |
| **2016** | 181.881 | 47.532 | 24.669 | 195.566 | 33.732 | 0 | 0 | -21.665 | 461.716 | **8.417.551** | **67.719** |
| **2017** | 232.251 | 166.185 | 78.475 | 97.234 | 0 | 0 | 4.098 | 0 | 578.244 | **8.995.794** | **70.894** |
| **2018** | 110.626 | 0 | 43.739 | 0 | 8.413 | 0 | 6.731 | -24.133 | 145.377 | **9.141.171** | **72.247** |
| **2019** | 11.626 | 81.818 | 18.545 | 8.486 | 0 | 0 | 0 | 0 | 120.475 | **9.261.646** | **72.801** |

*Tabella 65 Risparmio kWh/anno appartamenti, sottozona F2*

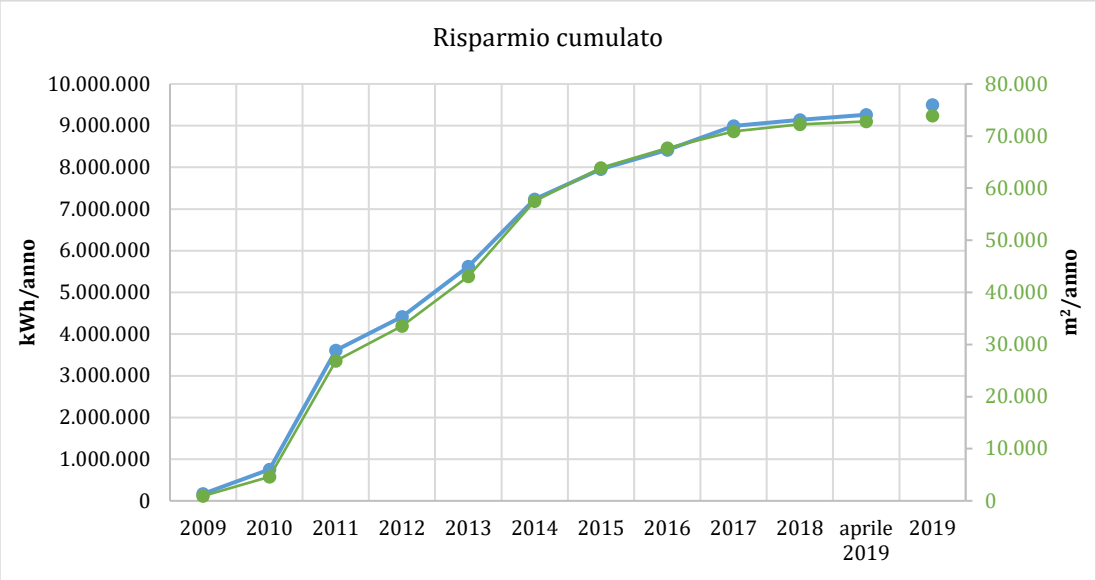



*Grafico 39 Risparmio cumulato appartamenti, sottozona F2*

## FER appartamenti

| FER | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **FER** | **n. attestati** | **SU (m²)** | **Epoca prevalente** | **EPgl (kWh/m²a) mediana** | **EPgl ragg (kWh/m²a) mediana** | **Consumo (MWh)** | **Consumo ragg (MWh)** | **RISPARMIO (kWh/m²/anno)** |
| **Biomassa, termocamino, camino, stufa** | 158 | 12.262 | < 1918 | 210 | 128 | 2.645 | 1.613 | **281** |
| **P.d.c.** | 18 | 2.423 | < 1918 | 283 | 195 | 251 | 161 | **208** |
| **Solare fv** | 6 | 731 | < 1918 | 275 | 114 | 244 | 100 | **215** |
| **Solare termico** | 97 | 9.855 | < 1918 | 129 | 97 | 1.514 | 1.070 | **362** |
| **Solare termico - biomassa** | 4 | 739 | < 1918 | 118 | 109 | 50 | 46 | **373** |
| **Totale** | **283** | **26.010** | | | | **4.704** | **2.990** | |

*Tabella 66 Caratteristiche appartamenti "FER", sottozona F2*

| NO INTERVENTI | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Epoca di costruzione** | **n. attestati** | **SU (m²)** | **EPgl (kWh/m²a) mediana** | **EPgl ragg (kWh/m²a) mediana** | **Consumo (MWh)** | **Consumo ragg (MWh)** |
| **< 1918** | 2.089 | 144.768 | 491 | 228 | 96.375 | 39.376 |
| **1919 - 1945** | 706 | 45.516 | 456 | 210 | 26.673 | 13.265 |
| **1946 - 1960** | 764 | 56.953 | 371 | 192 | 22.994 | 12.749 |
| **1961 - 1970** | 1.435 | 106.315 | 305 | 182 | 35.205 | 21.226 |
| **1971 - 1980** | 1.389 | 103.091 | 294 | 179 | 33.256 | 20.139 |
| **1981 - 1990** | 438 | 25.802 | 292 | 171 | 7.957 | 4.773 |
| **1991 - 2005** | 210 | 12.904 | 231 | 151 | 3.152 | 2.147 |
| **2006 >** | 185 | 20.292 | 82 | 62 | 1.847 | 1.581 |
| **Totale** | **7.216** | **515.641** | | | **227.461** | **115.255** |

*Tabella 67 Caratteristiche appartamenti "no interventi" per epoca di costruzione, sottozona F2*

| | Biomassa, termocamino, camino, stufa | P.d.c. | Solare fv | Solare termico | Solare termico - biomassa | Totale | RISPARMIO CUMULATO (kWh/anno) | M² CUMULATI (m²/anno) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **2009** | 148.707 | 0 | 936 | 74.933 | 0 | 228.787 | **228.787** | **11.626** |
| **2010** | 225.157 | 0 | 38.702 | 213.317 | 159.970 | 674.857 | **903.644** | **46.622** |
| **2011** | 1.027.507 | 83.135 | 43.793 | 313.954 | 186.655 | 1.775.679 | **2.679.323** | **105.213** |
| **2012** | 440.095 | 2.525 | 22.441 | 196.665 | 64.877 | 897.276 | **3.576.599** | **140.281** |
| **2013** | 500.113 | 10.733 | 57.063 | 193.801 | 137.870 | 1.150.175 | **4.726.774** | **180.910** |
| **2014** | 1.033.460 | 10.077 | 20.198 | 107.171 | 174.812 | 1.431.847 | **6.158.621** | **205.180** |
| **2015** | 1.068.326 | 105.978 | 9.696 | 82.657 | 248.917 | 1.815.029 | **7.973.650** | **236.126** |
| **2016** | 2.308.386 | 236.164 | 126.262 | 97.183 | 0 | 2.767.995 | **10.741.645** | **274.105** |
| **2017** | 1.698.707 | 114.343 | 45.584 | 52.339 | 0 | 1.910.973 | **12.652.618** | **295.509** |
| **2018** | 719.579 | 83.850 | 32.124 | 25.289 | 0 | 860.842 | **13.513.460** | **306.640** |
| **2019** | 94.678 | 7.624 | 4.989 | 4.579 | 0 | 111.871 | **13.625.331** | **308.212** |

*Tabella 68 Risparmio kWh/anno appartamenti FER, sottozona F2*

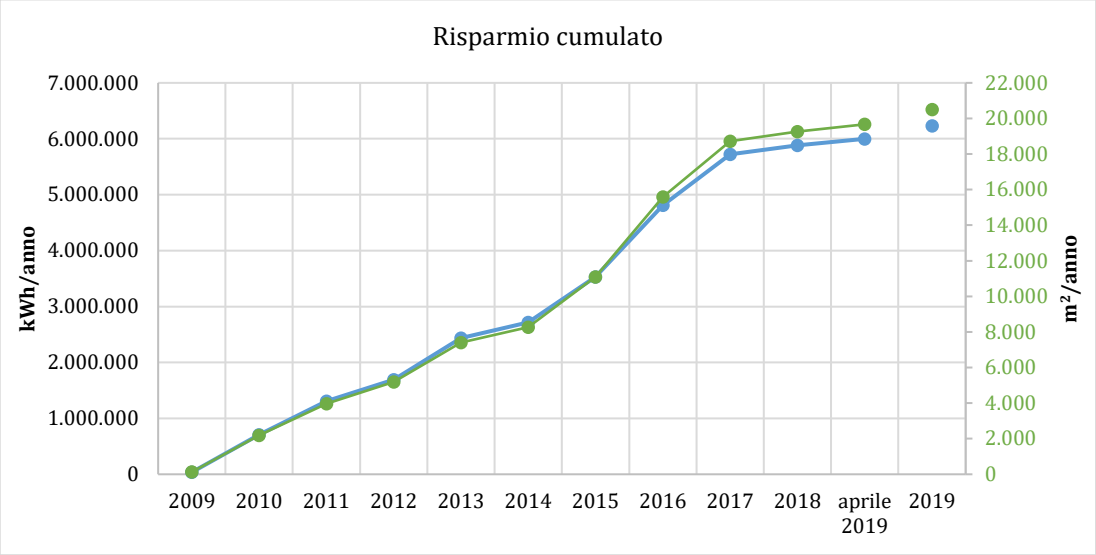



*Grafico 40 Risparmio cumulato appartamenti FER, sottozona F2*

## Villette

| RIQUALIFICAZIONI | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Epoca di costruzione | n. attestati | SU ($m^2$) | EPgl ($kWh/m^2a$) mediana | EPgl ragg ($kWh/m^2a$) mediana | Consumo (MWh) | Consumo ragg (MWh) |
| < 1918 | 201 | 20.947 | 282 | 163 | 6.735 | 4.509 |
| 1919 - 1945 | 65 | 6.861 | 223 | 160 | 1.938 | 1.317 |
| 1946 - 1960 | 36 | 7.343 | 173 | 102 | 902 | 308.817 |
| 1961 - 1970 | 44 | 11.058 | 266 | 169 | 2.482 | 1.351 |
| 1971 - 1980 | 57 | 11.371 | 204 | 144 | 2.576 | 1.664 |
| 1981 - 1990 | 5 | 3.310 | 261 | 261 | 1.057 | 923 |
| 1991 - 2005 | 8 | 1.140 | 188 | 113 | 231 | 116 |
| 2006 > | 23 | 2.754 | 93 | 87 | 290 | 217 |
| **Totale** | **439** | **64.784** | | | **16.212** | **318.914** |

| NO INTERVENTI | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Epoca di costruzione | n. attestati | SU ($m^2$) | EPgl ($kWh/m^2a$) mediana | EPgl ragg ($kWh/m^2a$) mediana | Consumo (MWh) | Consumo ragg (MWh) | RISPARMIO ($kWh/m^2/anno$) |
| < 1918 | 1.778 | 155.685 | 614 | 251 | 126.610 | 53.962 | **332** |
| 1919 - 1945 | 516 | 46.012 | 560 | 265 | 116.561 | 41.236 | **338** |
| 1946 - 1960 | 334 | 42.664 | 469 | 230 | 25.091 | 9.677 | **296** |
| 1961 - 1970 | 374 | 42.513 | 422 | 232 | 22.582 | 13.678 | **155** |
| 1971 - 1980 | 372 | 38.836 | 377 | 208 | 15.351 | 8.781 | **173** |
| 1981 - 1990 | 130 | 12.614 | 346 | 203 | 4.820 | 3.037 | **85** |
| 1991 - 2005 | 121 | 12.512 | 225 | 157 | 2.925 | 2.011 | **37** |
| 2006 > | 185 | 27.683 | 109 | 85 | 3.325 | 2.687 | **15** |
| **Totale** | **3.810** | **378.518** | | | **317.265** | **135.069** | |

*Tabella 69 Caratteristiche villette "riqualificate" e "no interventi" per epoca di costruzione, sottozona F2*

| | < 1918 | 1919 - 1945 | 1946 - 1960 | 1961 - 1970 | 1971 - 1980 | 1981 - 1990 | 1991 - 2005 | > 2006 | Totale | RISPARMIO CUMULATO (kWh/anno) | M² CUMULATI (m²/anno) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **2009** | 108.757 | 0 | 57.261 | 0 | 38.379 | 0 | 0 | 0 | 204.398 | **204.398** | **743** |
| **2010** | 539.821 | 278.846 | 114.789 | 37.214 | 113.530 | 0 | 4.772 | 2.722 | 1.091.695 | **1.296.093** | **4.783** |
| **2011** | 805.524 | 337.889 | 206.824 | 86.388 | 226.985 | 13.978 | 10.960 | 1.220 | 1.689.767 | **2.985.860** | **11.314** |
| **2012** | 853.288 | 192.101 | 84.532 | 189.148 | 785.091 | 10.939 | 12.217 | 3.382 | 2.130.698 | **5.116.558** | **21.173** |
| **2013** | 851.120 | 293.662 | 43.561 | 138.853 | 256.356 | 12.916 | 0 | 6.837 | 1.603.305 | **6.719.864** | **27.723** |
| **2014** | 825.774 | 136.258 | 75.236 | 53.332 | 204.046 | 0 | 14.414 | 3.584 | 1.312.643 | **8.032.506** | **33.011** |
| **2015** | 444.344 | 18.520 | 83.478 | 353.204 | 51.056 | 0 | 0 | 0 | 950.602 | **8.983.108** | **37.253** |
| **2016** | 123.329 | 221.996 | 0 | 0 | 25.631 | 0 | 0 | 0 | 370.956 | **9.354.064** | **38.430** |
| **2017** | 863.489 | 217.135 | 51.633 | 39.998 | 208.696 | 0 | 0 | 14.854 | 1.395.805 | **10.749.869** | **44.275** |
| **2018** | 686.083 | 512.828 | 70.106 | 24.406 | 23.522 | 0 | 0 | 8.800 | 1.325.745 | **12.075.614** | **48.960** |
| **2019** | 552.188 | 49.253 | 0 | 42.890 | 32.501 | 0 | 0 | 0 | 676.832 | **12.752.446** | **51.232** |

*Tabella 70 Risparmio kWh/anno villette, sottozona F2*

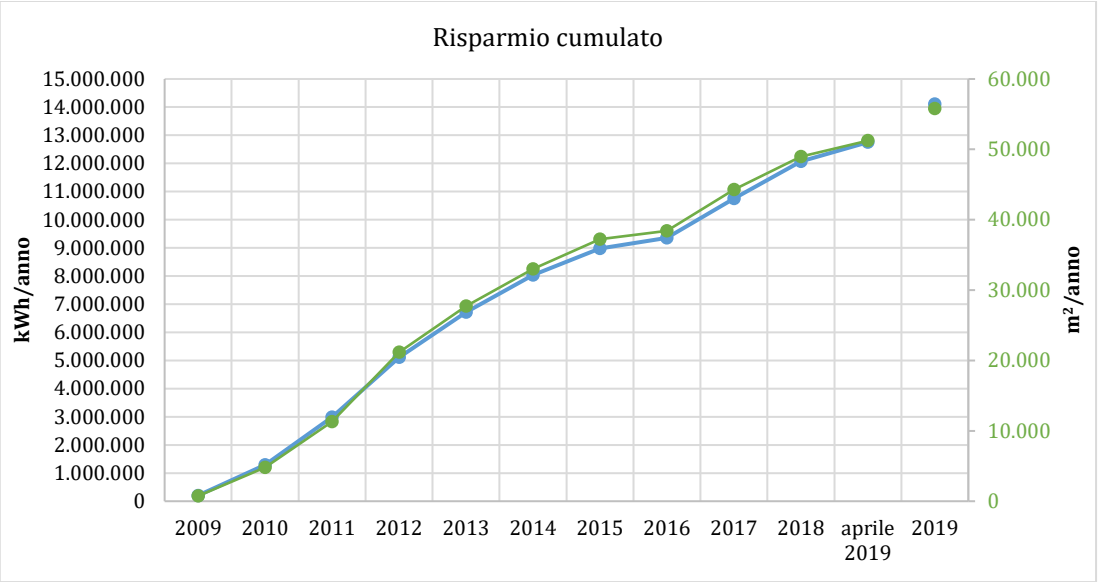



*Grafico 41 Risparmio cumulato villette, sottozona F2*

## FER villette

| FER | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **FER** | **n. attestati** | **SU (m²)** | **Epoca prevalente** | **EPgl (kWh/m²a) mediana** | **EPgl ragg (kWh/m²a) mediana** | **Consumo (MWh)** | **Consumo ragg (MWh)** | **RISPARMIO (kWh/m²/anno)** |
| **Biomassa, termocamino, camino, stufa** | 255 | 22.777 | < 1918 | 244 | 139 | 5.888 | 3.575 | **370** |
| **P.d.c.** | 12 | 1.340 | < 1918 | 112 | 67 | 257 | 156 | **501** |
| **Solare fv** | 20 | 2.795 | < 1918 | 167 | 65 | 572 | 329 | **447** |
| **Solare termico** | 143 | 38.659 | < 1918 | 109 | 97 | 9.486 | 6.143 | **505** |
| **Solare termico - biomassa** | 13 | 2.678 | < 1918 | 163 | 101 | 507 | 279 | **451** |
| **Totale** | **443** | **68.248** | | | | **16.710** | **10.481** | |

*Tabella 71 Caratteristiche appartamenti "FER", sottozona F2*

| NO INTERVENTI | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Epoca di costruzione** | **n. attestati** | **SU (m²)** | **EPgl (kWh/m²a) mediana** | **EPgl ragg (kWh/m²a) mediana** | **Consumo (MWh)** | **Consumo ragg (MWh)** |
| **< 1918** | 1.778 | 155.685 | 614 | 251 | 126.610 | 53.962 |
| **1919 - 1945** | 516 | 46.012 | 560 | 265 | 116.561 | 41.236 |
| **1946 - 1960** | 334 | 42.664 | 469 | 230 | 25.091 | 9.677 |
| **1961 - 1970** | 374 | 42.513 | 422 | 232 | 22.582 | 13.678 |
| **1971 - 1980** | 372 | 38.836 | 377 | 208 | 15.351 | 8.781 |
| **1981 - 1990** | 130 | 12.614 | 346 | 203 | 4.820 | 3.037 |
| **1991 - 2005** | 121 | 12.512 | 225 | 157 | 2.925 | 2.011 |
| **2006 >** | 185 | 27.683 | 109 | 85 | 3.325 | 2.687 |
| **Totale** | **3.810** | **378.518** | | | **317.265** | **135.069** |

*Tabella 72 Caratteristiche villette "no interventi" per epoca di costruzione, sottozona F2*

| | Biomassa, termocamino, camino, stufa | P.d.c. | FV | Solare termico | Solare termico - biomassa | Totale | RISPARMIO CUMULATO (kWh/anno) | M² CUMULATI (m²/anno) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **2009** | 0 | 0 | 98.825 | 113.680 | 0 | 212.506 | **212.506** | **446** |
| **2010** | 151.171 | 0 | 0 | 8.785.250 | 192.695 | 9.129.116 | **9.341.622** | **18.686** |
| **2011** | 0 | 0 | 0 | 220.127 | 0 | 220.127 | **9.561.749** | **19.122** |
| **2012** | 121.540 | 0 | 73.554 | 1.028.788 | 153.578 | 1.377.459 | **10.939.208** | **21.994** |
| **2013** | 205.178 | 0 | 44.433 | 723.167 | 0 | 972.778 | **11.911.986** | **24.080** |
| **2014** | 231.051 | 0 | 59.840 | 382.406 | 57.551 | 730.848 | **12.642.834** | **25.724** |
| **2015** | 392.255 | 0 | 0 | 457.094 | 0 | 849.350 | **13.492.184** | **27.690** |
| **2016** | 699.552 | 59.334 | 0 | 93.554 | 0 | 852.441 | **14.344.625** | **29.885** |
| **2017** | 116.380 | 31.928 | 0 | 104.140 | 0 | 252.448 | **14.597.073** | **30.469** |
| **2018** | 169.717 | 0 | 0 | 136.159 | 0 | 305.876 | **14.902.949** | **31.198** |
| **2019** | 0 | 41.956 | 0 | 0 | 0 | 41.956 | **14.944.905** | **31.282** |

*Tabella 73 Risparmio kWh/anno villette FER, sottozona F2*

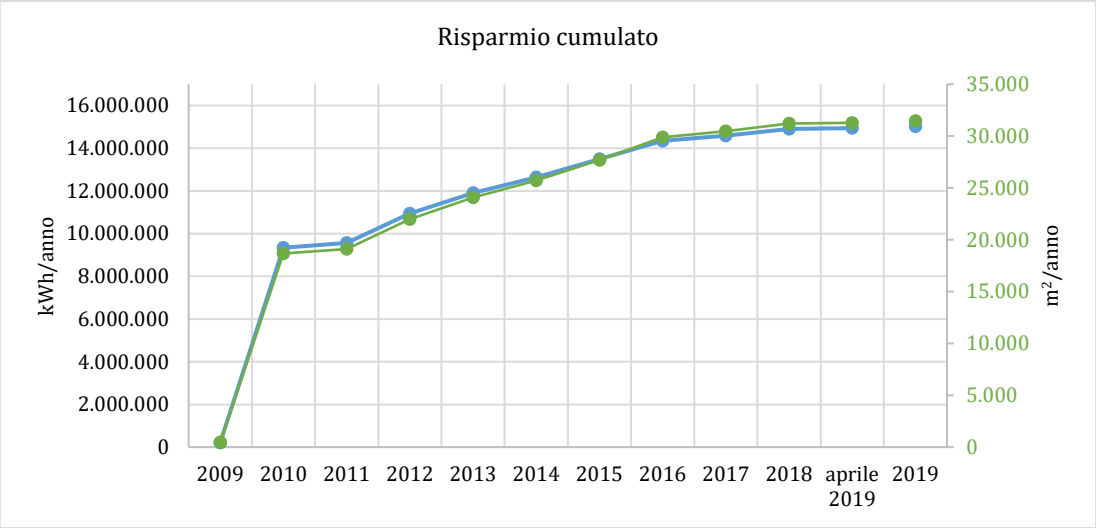
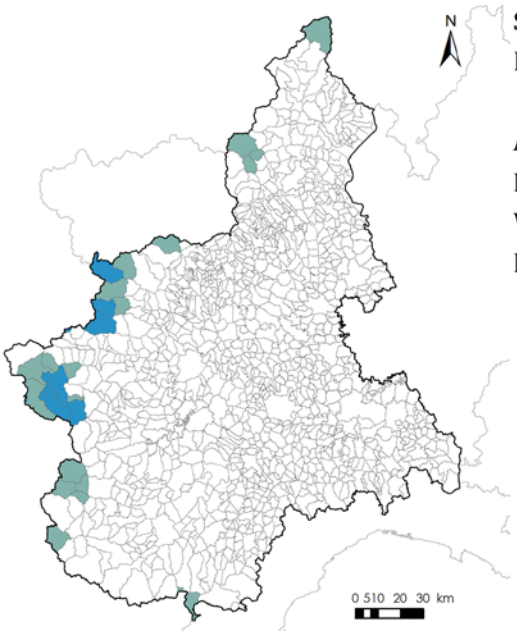



*Grafico 42 Risparmio cumulato villette FER, sottozona F2*

## 5.5 F3&F4 - Risparmio energetico




**Sottozona climatica F3&F4**
Numero di Comuni: 28

**Appartamenti:** 8.521 attestati
**FER appartamenti:** 265 attestati
**Villette:** 1.637 attestati
**FER villette:** 132 attestati

### Appartamenti

| RIQUALIFICAZIONI | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Epoca di costruzione | n. attestati | SU (m²) | EPgl (kWh/m²a) mediana | EPgl ragg (kWh/m²a) mediana | Consumo (MWh) | Consumo ragg (MWh) |
| < 1918 | 245 | 17.449 | 123 | 93 | 2.995 | 2.221 |
| 1919 - 1945 | 62 | 6.207 | 157 | 131 | 1.577 | 1.279 |
| 1946 - 1960 | 38 | 10.697 | 179 | 144 | 3.238 | 1.883 |
| 1961 - 1970 | 59 | 25.383 | 202 | 126 | 7.964 | 4.909 |
| 1971 - 1980 | 33 | 18.232 | 287 | 201 | 5.899 | 3.635 |
| 1981 - 1990 | 21 | 9.831 | 332 | 210 | 2.975 | 2.063 |
| 1991 - 2005 | 5 | 362 | 118 | 89 | 38 | 35 |
| 2006 > | 17 | 1.936 | 132 | 93 | 296 | 231 |
| **Totale** | **480** | **90.097** | | | **24.982** | **16.257** |

| NO INTERVENTI | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Epoca di costruzione | n. attestati | SU (m²) | EPgl (kWh/m²a) mediana | EPgl ragg (kWh/m²a) mediana | Consumo (MWh) | Consumo ragg (MWh) | RISPARMIO (kWh/m²/anno) |
| < 1918 | 1.164 | 78.890 | 378 | 200 | 37.738 | 21.076 | **256** |
| 1919 - 1945 | 385 | 23.614 | 369 | 190 | 11.055 | 6.551 | **212** |
| 1946 - 1960 | 430 | 43.087 | 329 | 202 | 14.231 | 8.170 | **150** |
| 1961 - 1970 | 1.143 | 86.133 | 295 | 189 | 30.086 | 18.915 | **93** |
| 1971 - 1980 | 2.511 | 178.220 | 269 | 188 | 53.006 | 35.255 | **-18** |
| 1981 - 1990 | 980 | 78.958 | 248 | 167 | 19.835 | 14.408 | **-84** |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **1991 - 2005** | 845 | 145.561 | 213 | 162 | 20.565 | 19.305 | **95** |
| **2006 >** | 583 | 41.883 | 135 | 110 | 6.057 | 4.899 | **4** |
| **Totale** | **8.041** | **676.346** | | | **192.574** | **128.581** | |

*Tabella 74 Caratteristiche appartamenti "riqualificati" e "no interventi" per epoca di costruzione, sottozone F3&F4*

| | < 1918 | 1919 - 1945 | 1946 - 1960 | 1961 - 1970 | 1971 - 1980 | 1981 - 1990 | 1991 - 2005 | > 2006 | Totale | RISPARMIO CUMULATO (kWh/anno) | M² CUMULATI (m²/anno) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **2009** | 0 | 27.802 | 0 | 0 | 0 | -78.798 | 0 | 0 | -50.996 | **-50.996** | **1.071** |
| **2010** | 149.399 | 22.008 | 800.558 | 158.557 | -132.721 | -163.206 | 0 | 564 | 835.159 | **784.163** | **18.432** |
| **2011** | 831.786 | 65.087 | 27.755 | 736.967 | -55.294 | -165.423 | 15.192 | 939 | 1.457.009 | **2.241.173** | **35.625** |
| **2012** | 518.143 | 158.576 | 126.047 | 848.479 | -26.059 | -131.358 | 8.940 | 1.684 | 1.504.453 | **3.745.626** | **51.955** |
| **2013** | 600.457 | 405.663 | 133.044 | 217.999 | -68.724 | -262.840 | 0 | 0 | 1.025.599 | **4.771.225** | **66.483** |
| **2014** | 584.369 | 150.151 | 44.133 | 268.186 | -5.439 | -22.526 | 0 | 0 | 1.018.874 | **5.790.099** | **73.232** |
| **2015** | 225.917 | 57.382 | 438.940 | 99.628 | -911 | 0 | 0 | 0 | 820.955 | **6.611.054** | **78.435** |
| **2016** | 459.780 | 109.250 | 0 | 8.799 | 0 | 0 | 0 | 0 | 577.829 | **7.188.883** | **80.842** |
| **2017** | 263.731 | 173.715 | 21.944 | 20.866 | -32.023 | 0 | 0 | 320 | 448.554 | **7.637.436** | **84.966** |
| **2018** | 777.427 | 146.713 | 12.199 | 0 | 0 | 0 | 10.258 | 3.772 | 950.368 | **8.587.805** | **89.888** |
| **2019** | 53.437 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 53.437 | **8.641.242** | **90.097** |

*Tabella 75 Risparmio kWh/anno appartamenti, sottozone F3&F4*

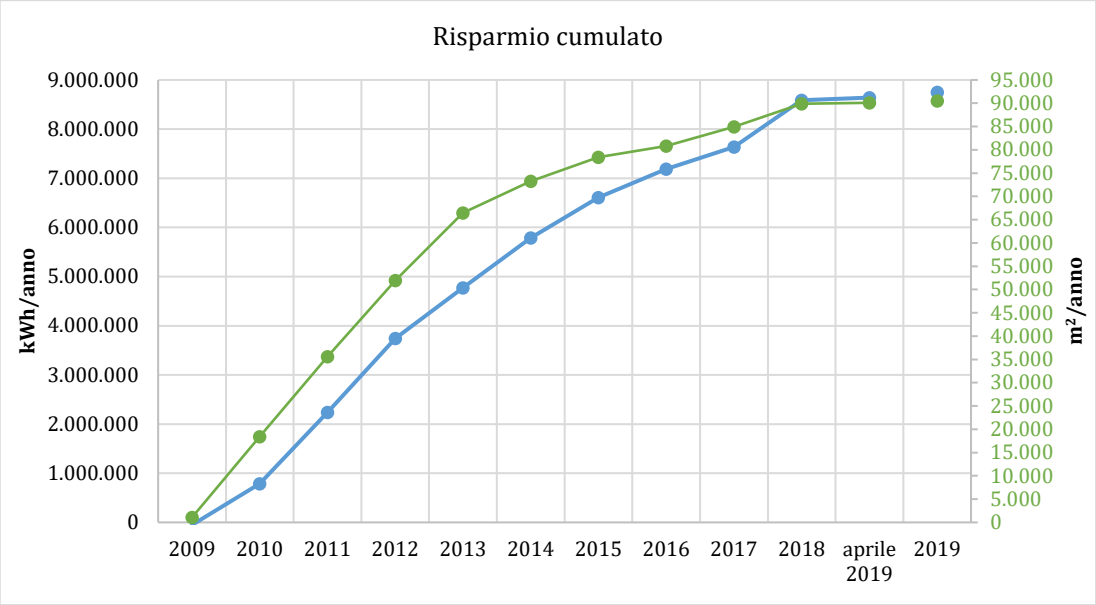



*Grafico 43 Risparmio cumulato appartamenti, sottozone F3&F4*

## FER appartamenti

| FER | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **FER** | **n. attestati** | **SU (m²)** | **Epoca prevalente** | **EPgl (kWh/m²a) mediana** | **EPgl ragg (kWh/m²a) mediana** | **Consumo (MWh)** | **Consumo ragg (MWh)** | **RISPARMIO (kWh/m²/anno)** |
| **Biomassa, termocamino, camino, stufa** | 74 | 5.777 | < 1918 | 258 | 172 | 1.784 | 1.164 | **120** |
| **P.d.c.** | 31 | 1.867 | < 1918 | 144 | 82 | 317 | 213 | **235** |
| **Solare fv** | 18 | 920 | > 2006 | 70 | 82 | 71 | 72 | **65** |
| **Solare termico** | 142 | 17.932 | > 2006 | 90 | 76 | 1.995 | 1.585 | **45** |
| **Totale** | **265** | **26.495** | | | | **4.168** | **3.033** | |

*Tabella 76 Caratteristiche appartamenti "FER", sottozone F3&F4*

| NO INTERVENTI | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Epoca di costruzione** | **n. attestati** | **SU (m²)** | **EPgl (kWh/m²a) mediana** | **EPgl ragg (kWh/m²a) mediana** | **Consumo (MWh)** | **Consumo ragg (MWh)** |
| **< 1918** | 1.164 | 78.890 | 378 | 200 | 37.738 | 21.076 |
| **1919 - 1945** | 385 | 23.614 | 369 | 190 | 11.055 | 6.551 |
| **1946 - 1960** | 430 | 43.087 | 329 | 202 | 14.231 | 8.170 |
| **1961 - 1970** | 1.143 | 86.133 | 295 | 189 | 30.086 | 18.915 |
| **1971 - 1980** | 2.511 | 178.220 | 269 | 188 | 53.006 | 35.255 |
| **1981 - 1990** | 980 | 78.958 | 248 | 167 | 19.835 | 14.408 |
| **1991 - 2005** | 845 | 145.561 | 213 | 162 | 20.565 | 19.305 |
| **2006 >** | 583 | 41.883 | 135 | 110 | 6.057 | 4.899 |
| **Totale** | **8.041** | **676.346** | | | **192.574** | **128.581** |

*Tabella 77 Caratteristiche appartamenti "no interventi" per epoca di costruzione, sottozona F3&F4*

| | **Biomassa, termocamino, camino, stufa** | **P.d.c.** | **FV** | **Solare termico** | **Totale** | **RISPARMIO CUMULATO (kWh/anno)** | **M² CUMULATI (m²/anno)** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **2009** | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | **0** | **0** |
| **2010** | 18.968 | 0 | 0 | 15.953 | 34.922 | **34.922** | **510** |
| **2011** | 26.784 | 8.960 | 0 | 4.620 | 40.363 | **75.285** | **872** |
| **2012** | 17.967 | 0 | 4.132 | 76.429 | 98.528 | **173.813** | **2.773** |
| **2013** | 0 | 119.298 | 0 | 79.587 | 198.884 | **372.698** | **5.039** |
| **2014** | 0 | 0 | 0 | 43.953 | 43.953 | **416.650** | **6.009** |
| **2015** | 18.898 | 84.055 | 3.467 | 18.782 | 125.203 | **541.853** | **6.992** |
| **2016** | 160.593 | 9.006 | 0 | 33.955 | 203.554 | **745.407** | **9.114** |
| **2017** | 24.932 | 0 | 0 | 9.376 | 34.308 | **779.715** | **9.528** |
| **2018** | 0 | 51.506 | 0 | 0 | 51.506 | **831.221** | **9.748** |
| **2019** | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | **831.221** | **9.748** |

*Tabella 78 Risparmio kWh/anno appartamenti FER, sottozona F3&F4*

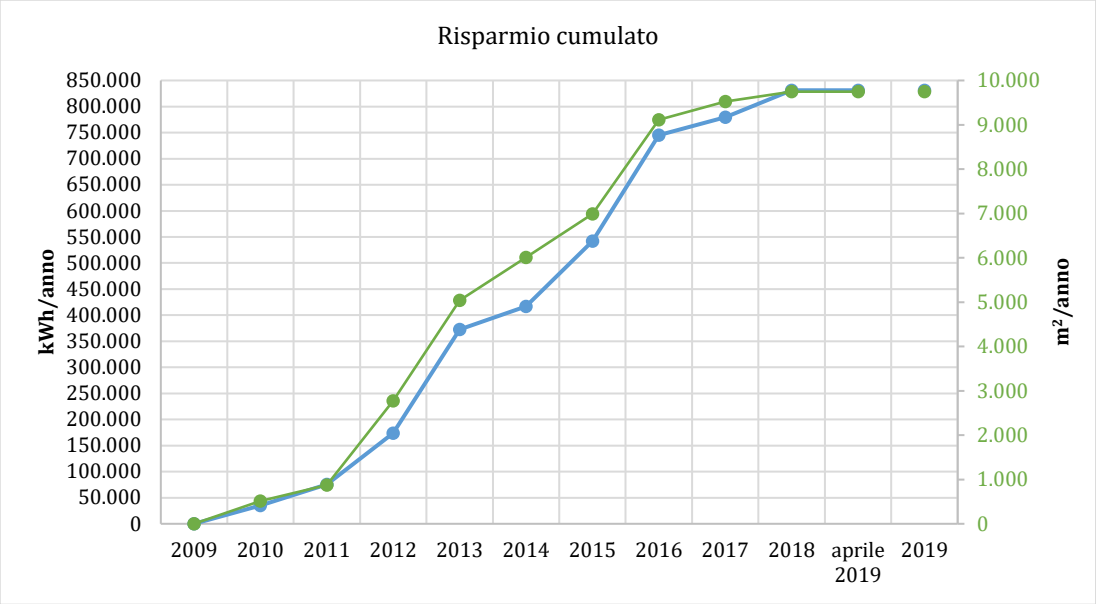



*Grafico 44 Risparmio cumulato appartamenti FER, sottozona F3&F4*

## Villette: attestati totali di: 1.637

| RIQUALIFICAZIONI | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Epoca di costruzione** | **n. attestati** | **SU (m²)** | **EPgl (kWh/m²a) mediana** | **EPgl ragg (kWh/m²a) mediana** | **Consumo (MWh)** | **Consumo ragg (MWh)** |
| **< 1918** | 81 | 8.137 | 197 | 137 | 2.240 | 1.363 |
| **1919 - 1945** | 21 | 1.688 | 217 | 135 | 528 | 321 |
| **1946 - 1960** | 10 | 1.919 | 239 | 156 | 497 | 375 |
| **1961 - 1970** | 27 | 15.876 | 209 | 171 | 3.720 | 2.173 |
| **1971 - 1980** | 20 | 5.727 | 294 | 165 | 1.950 | 1.103 |
| **1981 - 1990** | 7 | 1.842 | 218 | 165 | 478 | 315 |
| **1991 - 2005** | 6 | 500 | 320 | 259 | 190 | 164 |
| **2006 >** | 21 | 1.458 | 95 | 0 | 183 | 116 |
| **Totale** | **193** | **37.147** | | | **9.786** | **5.930** |

| NO INTERVENTI | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Epoca di costruzione** | **n. attestati** | **SU (m²)** | **EPgl (kWh/m²a) mediana** | **EPgl ragg (kWh/m²a) mediana** | **Consumo (MWh)** | **Consumo ragg (MWh)** | **RISPARMIO (kWh/m²/anno)** |
| **< 1918** | 493 | 50.716 | 604 | 247 | 32.921 | 15.792 | **407** |
| **1919 - 1945** | 139 | 15.125 | 500 | 262 | 8.448 | 4.316 | **282** |
| **1946 - 1960** | 138 | 24.969 | 437 | 218 | 9.195 | 5.850 | **198** |
| **1961 - 1970** | 148 | 17.767 | 424 | 232 | 8.852 | 4.864 | **215** |
| **1971 - 1980** | 189 | 19.659 | 354 | 235 | 7.788 | 4.981 | **60** |
| **1981 - 1990** | 87 | 27.213 | 335 | 220 | 9.226 | 7.882 | **117** |
| **1991 - 2005** | 125 | 9.456 | 253 | 160 | 2.707 | 1.867 | **-66** |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **2006 >** | 125 | 31.375 | 128 | 98 | 4.240 | 3.727 | **33** |
| **Totale** | **1.444** | **196.279** | | | **83.378** | **49.279** | |

*Tabella 79 Caratteristiche villette "riqualificate" e "no interventi" per epoca di costruzione, sottozona F3&F4*

| | < 1918 | 1919 - 1945 | 1946 - 1960 | 1961 - 1970 | 1971 - 1980 | 1981 - 1990 | 1991 - 2005 | > 2006 | Totale | RISPARMIO CUMULATO (kWh/anno) | M² CUMULATI (m²/anno) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **2009** | 16.435 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 16.435 | **16.435** | **40** |
| **2010** | 298.015 | 97.528 | 0 | 712.261 | 23.549 | 144.595 | -4.569 | 0 | 1.271.379 | **1.287.814** | **6.124** |
| **2011** | 579.119 | 52.476 | 34.855 | 504.721 | 70.591 | 15.728 | -12.999 | 0 | 1.244.491 | **2.532.305** | **11.755** |
| **2012** | 515.228 | 30.175 | 270.658 | 324.402 | 119.628 | 0 | -5.476 | 0 | 1.254.616 | **3.786.921** | **18.074** |
| **2013** | 339.125 | 63.240 | 15.432 | 173.167 | 95.739 | 16.142 | -4.143 | 0 | 698.702 | **4.485.623** | **21.806** |
| **2014** | 538.011 | 51.553 | 0 | 19.784 | 24.816 | 7.511 | -5.969 | 0 | 635.706 | **5.121.328** | **23.968** |
| **2015** | 404.705 | 83.493 | 0 | 496.396 | 9.856 | 0 | 0 | 9.268 | 1.003.720 | **6.125.048** | **28.007** |
| **2016** | 199.609 | 0 | 30.038 | 46.733 | 0 | 0 | 0 | 0 | 276.379 | **6.401.427** | **28.865** |
| **2017** | 199.405 | 54.804 | 28.767 | 1.055.317 | 0 | 30.901 | 0 | 15.575 | 1.384.768 | **7.786.195** | **35.331** |
| **2018** | 30.735 | 43.382 | 0 | 87.511 | 0 | 0 | 0 | 23.124 | 184.752 | **7.970.947** | **36.670** |
| **2019** | 194.695 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 194.695 | **8.165.642** | **37.147** |

*Tabella 80 Risparmio kWh/anno villette, sottozone F3&F4*

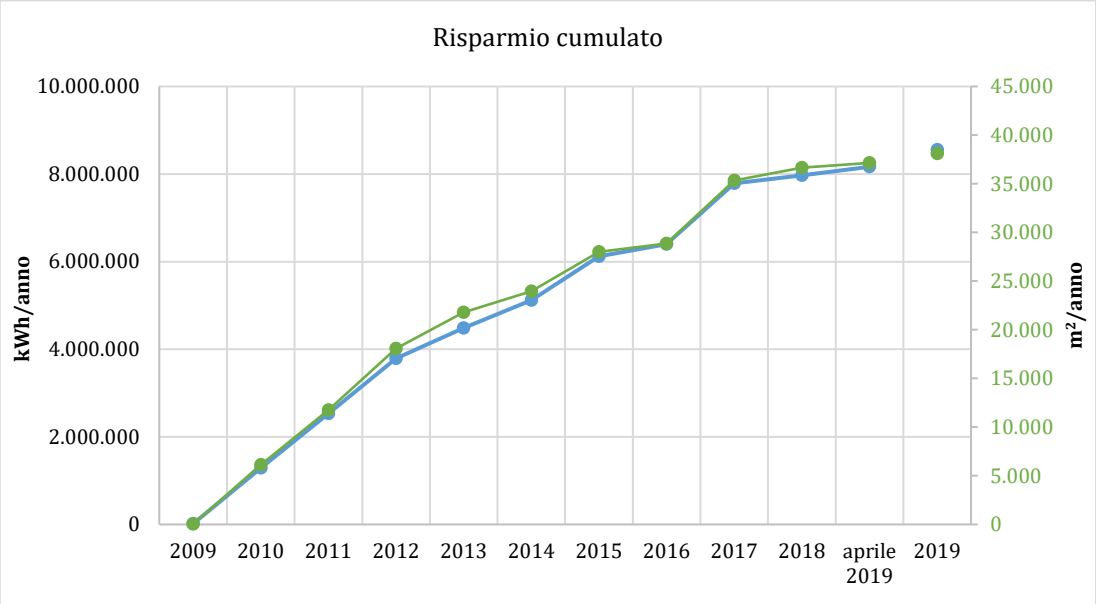



*Grafico 45 Risparmio cumulato villette, sottozone F3&F4*

## FER villette

| FER | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **FER** | **n. attestati** | **SU (m²)** | **Epoca prevalente** | **EPgl (kWh/m²a) mediana** | **EPgl ragg (kWh/m²a) mediana** | **Consumo (MWh)** | **Consumo ragg (MWh)** | **RISPARMIO (kWh/m²/anno)** |
| **Biomassa, termocamino, camino, stufa** | 65 | 6.804 | < 1918 | 242 | 160 | 1.635 | 1.136 | **120** |
| **P.d.c.** | 4 | 612 | 1971 - 1980 | 488 | 300 | 199 | 137 | **235** |
| **Solare fv** | 6 | 596 | < 1918 | 171 | 148 | 93 | 76 | **65** |
| **Solare termico** | 64 | 9.444 | > 2006 | 84 | 65 | 1.086 | 839 | **45** |
| **Totale** | **139** | **17.456** | | | | **3.013** | **2.188** | |

*Tabella 81 Villette "FER", sottozona F3&F4*

| NO INTERVENTI | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Epoca di costruzione** | **n. attestati** | **SU (m²)** | **EPgl (kWh/m²a) mediana** | **EPgl ragg (kWh/m²a) mediana** | **Consumo (MWh)** | **Consumo ragg (MWh)** |
| **< 1918** | 493 | 50.716 | 604 | 247 | 32.921 | 15.792 |
| **1919 - 1945** | 139 | 15.125 | 500 | 262 | 8.448 | 4.316 |
| **1946 - 1960** | 138 | 24.969 | 437 | 218 | 9.195 | 5.850 |
| **1961 - 1970** | 148 | 17.767 | 424 | 232 | 8.852 | 4.864 |
| **1971 - 1980** | 189 | 19.659 | 354 | 235 | 7.788 | 4.981 |
| **1981 - 1990** | 87 | 27.213 | 335 | 220 | 9.226 | 7.882 |
| **1991 - 2005** | 125 | 9.456 | 253 | 160 | 2.707 | 1.867 |
| **2006 >** | 125 | 31.375 | 128 | 98 | 4.240 | 3.727 |
| **Totale** | **1.444** | **196.279** | | | **83.378** | **49.279** |

*Tabella 82 Caratteristiche villette "no interventi per epoca di costruzione, sottozona* F3&F4

| | Biomassa, termocamino, camino, stufa | P.d.c. | FV | Solare termico | Totale | RISPARMIO CUMULATO (kWh/anno) | M² CUMULATI (m²/anno) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **2009** | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | **0** | **0** |
| **2010** | 225.082 | 0 | 18.657 | 31.025 | 274.764 | **274.764** | **1.372** |
| **2011** | 72.882 | 0 | 0 | 134.718 | 207.601 | **482.364** | **4.643** |
| **2012** | 383.972 | 0 | 84.887 | 92.799 | 561.658 | **1.044.022** | **8.014** |
| **2013** | 263.176 | 0 | 0 | 35.256 | 298.431 | **1.342.454** | **9.545** |
| **2014** | 139.193 | -36.406 | 0 | 33.129 | 135.916 | **1.478.370** | **10.955** |
| **2015** | 143.675 | 0 | 55.788 | 38.119 | 237.582 | **1.715.952** | **12.350** |
| **2016** | 303.413 | -20.144 | 0 | 0 | 283.269 | **1.999.221** | **13.338** |
| **2017** | 325.763 | -25.524 | 0 | 14.320 | 314.559 | **2.313.780** | **14.755** |
| **2018** | 453.215 | 0 | 99.123 | 35.179 | 587.516 | **2.901.297** | **17.038** |
| **2019** | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | **2.901.297** | **17.038** |

*Tabella 83 Risparmio kWh/anno villette FER, sottozona F3&F4*

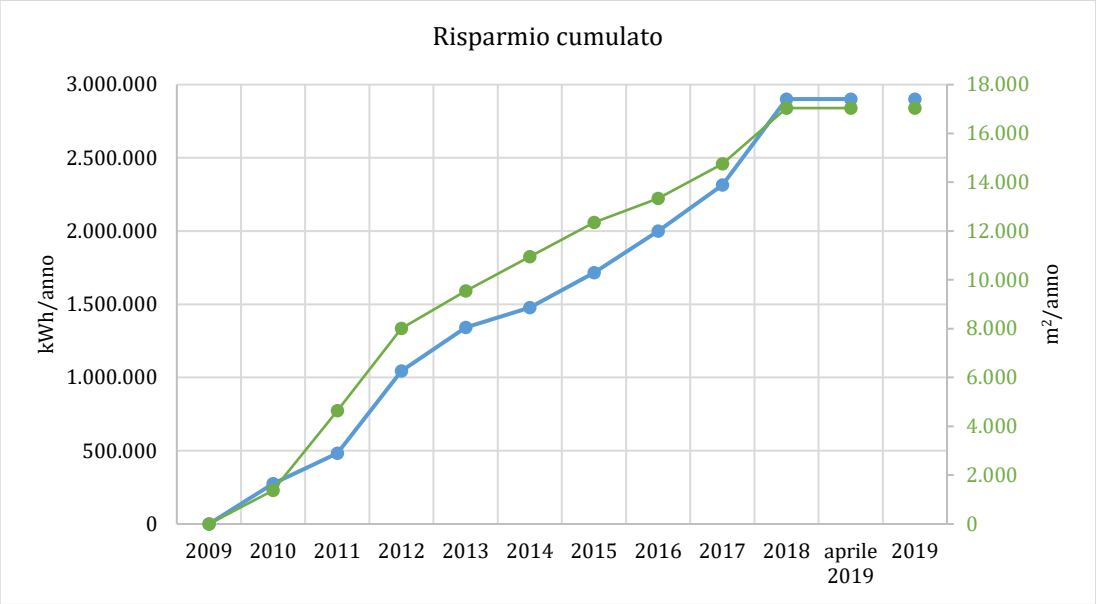



*Grafico 46 Risparmio cumulato villette FER, sottozona F3&F4*

# 6. CASO STUDIO: COMUNE DI TORINO

In questo capitolo si restituisce un approfondimento sul caso studio del Comune di Torino, nella prima parte (capitolo 6.1.) si introduce il contesto territoriale e le condizioni climatiche, le stazioni meteorologiche e l'andamento delle temperature medie annuali. Attraverso le analisi dei dati forniti dal Censimento Istat del 2011, è presente un'analisi delle caratteristiche del parco edilizio residenziale, inoltre vengono descritte e individuate le unità territoriali di Torino e in particolare sono identificate le aree subcomunali (circoscrizioni) e le sezioni di censimento.

Nella seconda parte (capitolo 6.2) viene introdotta la metodologia al fine di effettuare delle analisi del risparmio energetico relativo al settore residenziale torinese partendo dai dati degli attestati energetici. Nella terza parte (capitolo 6.3) si effettua un confronto dei dati tra gli attestati energetici e i dati forniti da Atlaimpianti, inerenti alla produzione da fonti energetiche rinnovabili.

## 6.1 Inquadramento territoriale e climatico

Il Comune di Torino è situato nella parte occidentale della Pianura Padana e si estende su una superficie di circa 130 km$^2$, prevalentemente pianeggiante. È circondato dalla corona delle Alpi e dalle colline, attraversato da 4 fiumi – Po, Dora Riparia, Stura e Sangone.

Dal punto di vista demografico, la popolazione residente nel Comune di Torino, è pari a 872.367 abitanti (Istat, 2011). Come si evince dalla *figura 6*, la maggior parte della popolazione risiede nelle aree nord e sud-ovest della città, il numero di abitanti è superiore a 834 in 82 sezioni di censimento (22%).

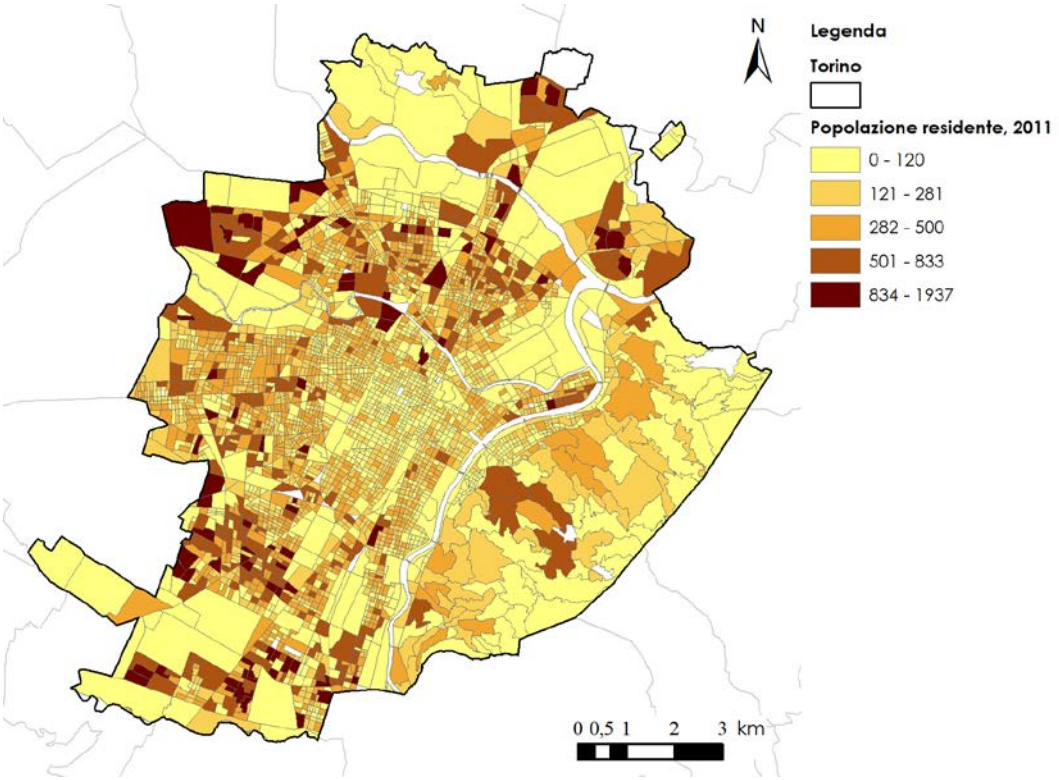



*Figura 5 Popolazione residente per sezione di censimento, 2011. Fonte: Elaborazione personale su base dati ISTAT*

| Popolazione residente | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Totale** | **Maschi** | **Femmine** | **0 - 24** | **25 - 64** | **65 >** | |
| 872.367 | 412.643 | 459.724 | 178.211 | 476.111 | 218.045 | |
| **Famiglie residenti** | | | | | | |
| **Totale** | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6>** |
| 419.449 | 168.982 | 125.546 | 70.220 | 43.163 | 8.790 | 2.748 |

*Tabella 84 Caratteristiche della popolazione. Fonte: dati Censimento Istat 2011*

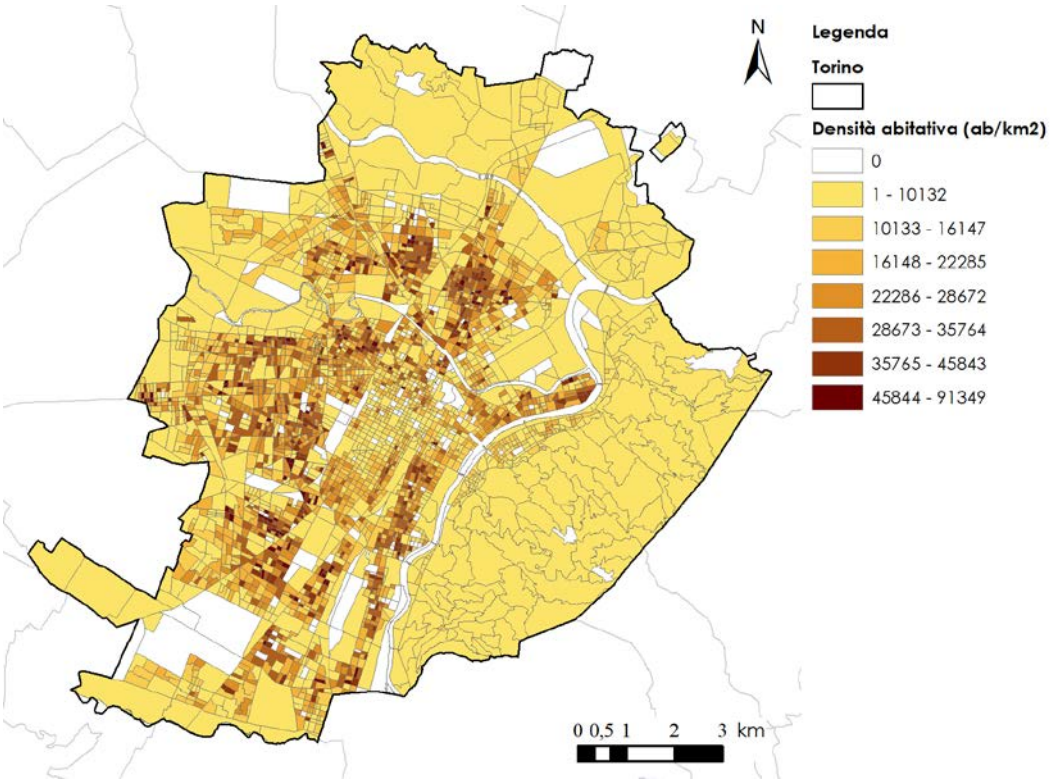



*Figura 6 Densità abitativa per sezione di censimento, 2011. Fonte: Elaborazione personale su base dati ISTAT*

Il Comune di Torino è localizzato a 239 metri al di sopra del livello del mare e con 2617 GG si colloca, per le fasce climatiche istituite dal D.P.R. n.412 del 1993, in fascia climatica E con relativo periodo di riscaldamento che inizia il 15 ottobre e si conclude il 15 aprile (come specificato nel D.P.R. art.9).

Per l'analisi delle condizioni climatiche sono stati presi in considerazioni i GG delle cinque stazioni meteorologiche nel contesto urbano torinese: Alenia, Consolata, Giardini Reali, Reiss Romoli, Vallere. È stata scelta la stazione meteorologica Giardini Reali (latitudine 45°04'18'' – longitudine 7° 41' 23'' - E) con 2649 GG, considerando gli anni 2006 - 2018. I Gradi Giorno presi in riferimento sono:

| Anno | Alenia | Consolata | Giardini Reali | Reiss Romoli | Vallere |
|---|---|---|---|---|---|
| **2006** | 2594 | 2425 | 2648 | 2605 | 2870 |
| **2007** | 2364 | 2195 | 2418 | 2324 | 2683 |
| **2008** | 2633 | 2472 | 2680 | 2419 | 2933 |
| **2009** | 2560 | 2456 | 2674 | 2534 | 2943 |
| **2010** | 2972 | 2767 | 3007 | 2963 | 3215 |
| **2011** | 2482 | 2287 | 2584 | 2337 | 2768 |
| **2012** | 2684 | 2473 | 2764 | 2649 | 2947 |
| **2013** | 2811 | 2595 | 2884 | 2776 | 2960 |
| **2014** | 2337 | 2116 | 2448 | 2283 | 2481 |
| **2015** | 2516 | 2303 | 2626 | 2484 | 2705 |
| **2016** | 2581 | 2366 | 2589 | 2552 | 2753 |
| **2017** | 2563 | 2379 | 2603 | 2550 | 2832 |
| **2018** | 2526 | 2366 | 2516 | 2466 | 2639 |
| | | media | GG = 2649 °C | | |

*Tabella 85 Dati climatici per le cinque stazioni metereologiche a Torino, 2006 – 2018.*

*Fonte: dati Arpa Piemonte*

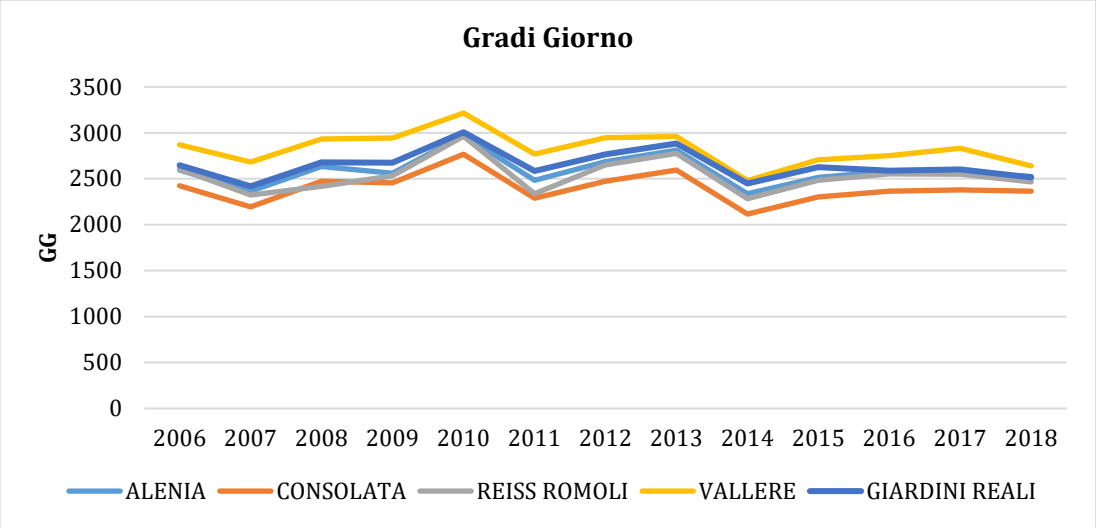



*Grafico 47 Andamento dei GG in riferimento alle cinque stazioni meteorologiche a Torino. Fonte: elaborazione personale su base dati Arpa Piemonte*

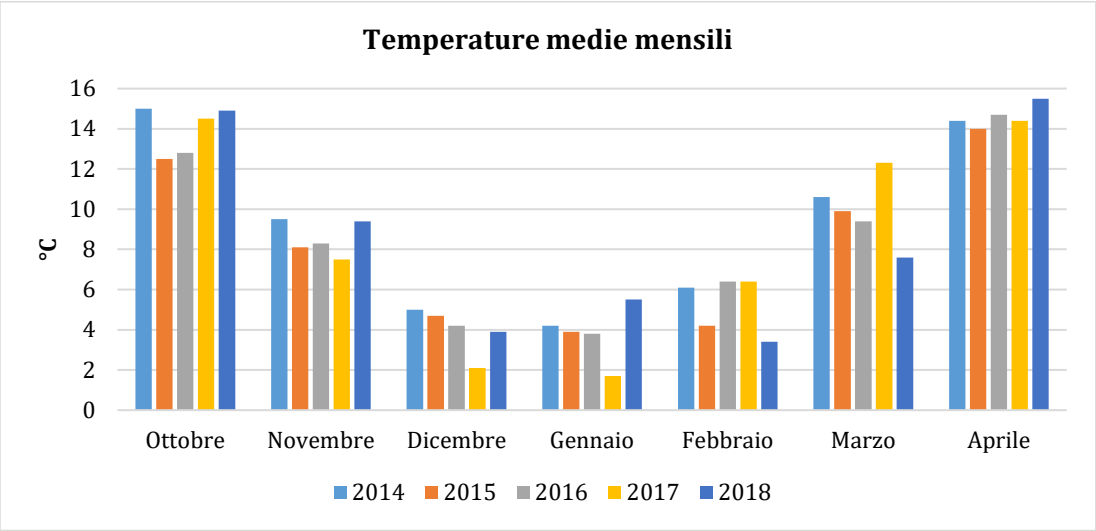



*Grafico 48 Temperature medie mensili (C°) su Torino. Fonte: elaborazione personale su base dati Arpa Piemonte*

### 6.1.1 Parco edilizio

Il patrimonio edilizio è caratterizzato principalmente da grandi condomini a quattro piani fuori terra, nell'area collinare sono particolarmente diffusi edifici unifamiliari o bifamiliari. Da un punto di vista energetico, il numero di piani fuori terra incide sulle caratteristiche geometriche dell'involucro edilizio, ed in particolare sul fattore di forma.

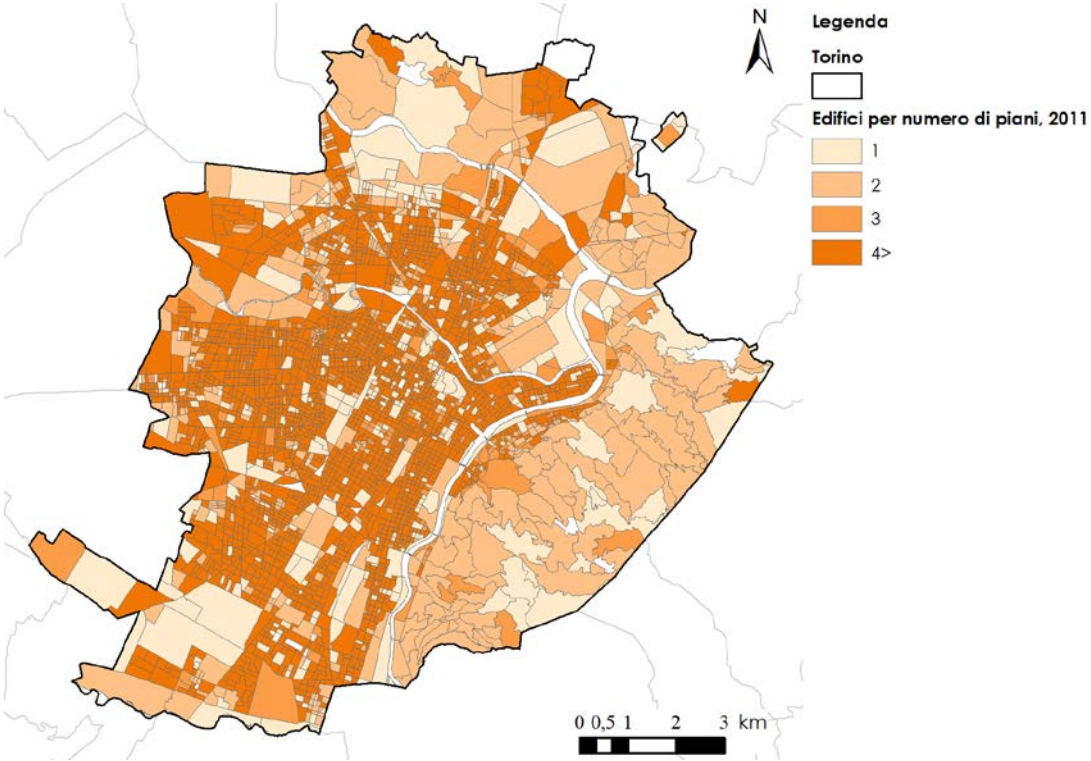



*Figura 7 Edifici per numero di piani per sezione di censimento, 2011. Fonte: Elaborazione personale su base dati ISTAT*

Analizzando la superficie degli edifici che è stata ottenuta attraverso il rapporto tra la superficie delle abitazioni occupate da almeno una persona residente e le abitazioni occupate da almeno una persona residente, ciò che si evince dalla *figura 8* è che per gli appartamenti la superficie utile è tra i 29 e 88 m$^2$. Invece per le abitazioni nell'area collinare i m$^2$ aumentano passando dai 128 fino a 835 m$^2$.

Lo stato di conservazione degli edifici nel territorio comunale, si presenta in buono stato *(figura 9)*. Difatti, più del 62% degli edifici costruiti fino al 1918 sono in buono stato, per quelli edificati dopo il 1981 il 52% è in ottimo stato.
Considerando inoltre l'epoca di costruzione *(figura 10)* si evince che Torino ha un parco edilizio molto vecchio, infatti il 63% degli edifici è stato costruito prima del 1960 e più dell'80% è stato costruito prima del 1970. Invece dal 1971 al 2005 il patrimonio edilizio residenziale è incrementato di circa il 15% e dopo il 2006 solo dell'1%.

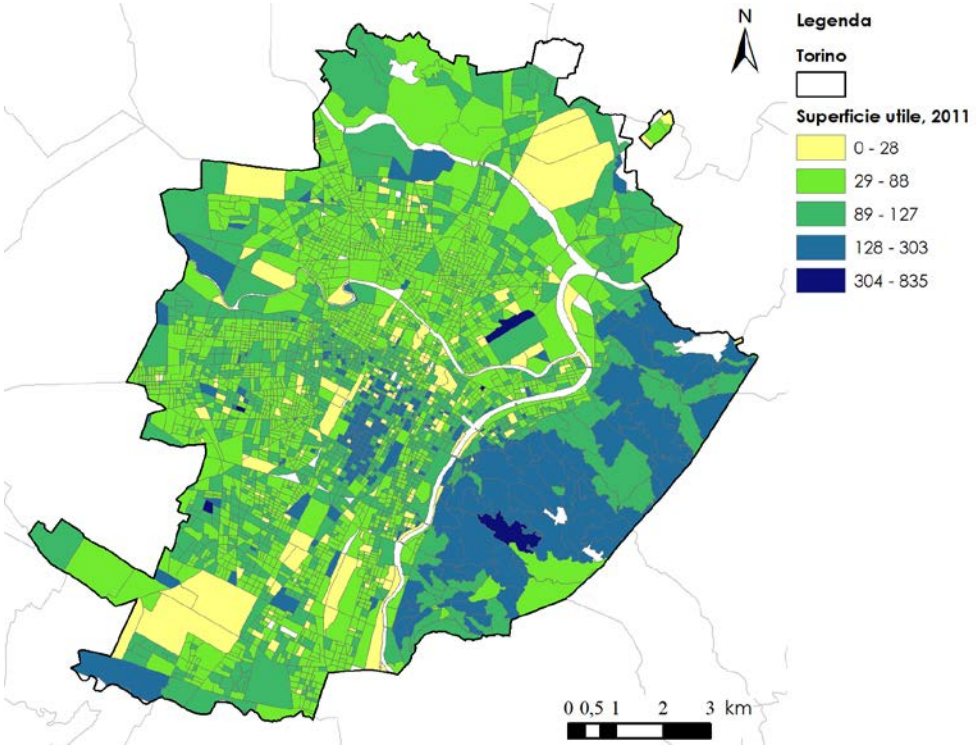



*Figura 8 Superficie utile per sezione di censimento, 2011. Fonte: Elaborazione personale su base dati ISTAT*

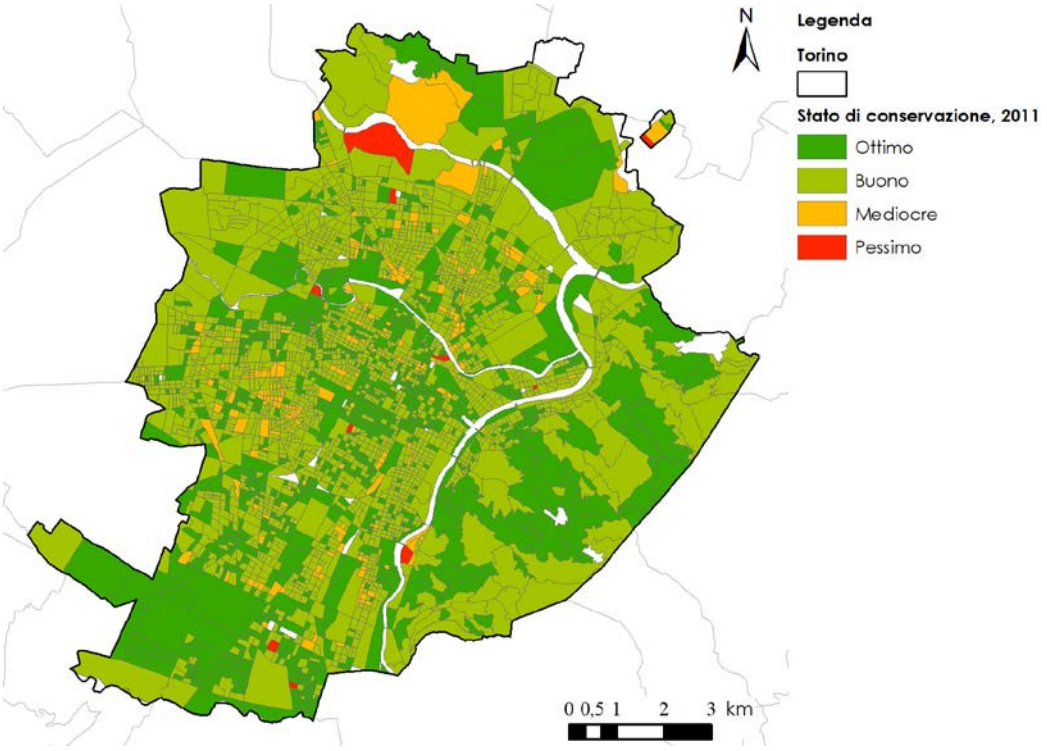



*Figura 9 Stato di conservazione prevalente per sezione di censimento, 2011. Fonte: Elaborazione personale su base dati ISTAT*

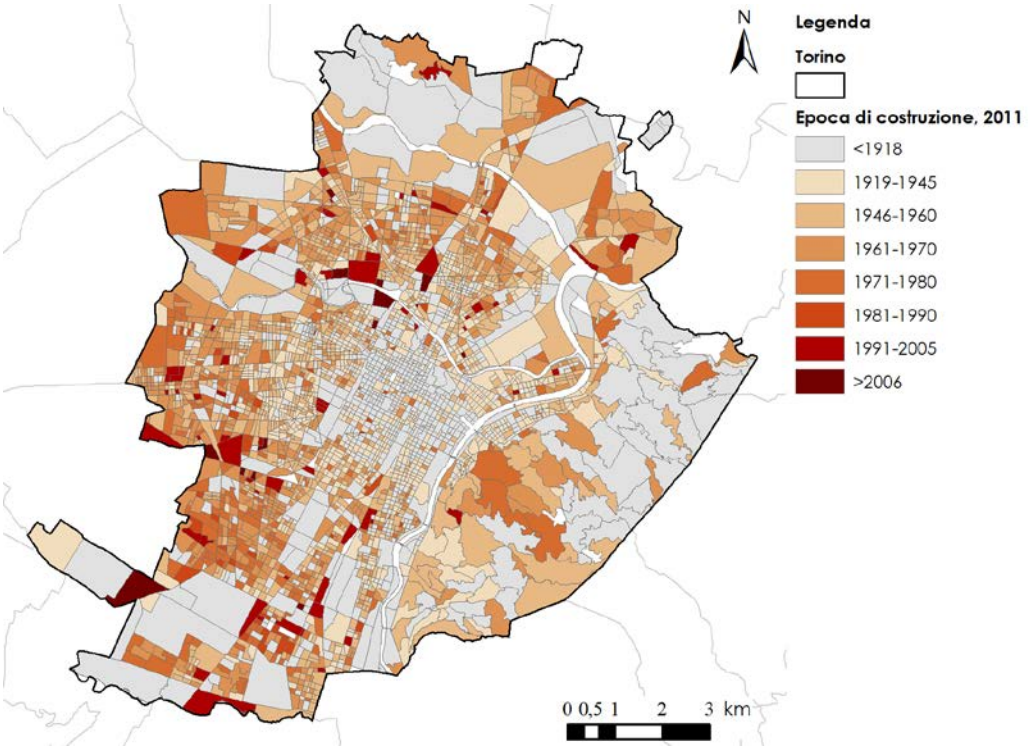



*Figura 10 Epoca di costruzione prevalente per sezione di censimento, 2011. Fonte: Elaborazione personale su base dati ISTAT*

### 6.1.2 Le unità territoriali

Il Comune di Torino è suddiviso nelle seguenti unità territoriali: comune, località, aree subcomunali (ASC), aree di censimento (ACE), microzone censuarie e sezioni di censimento.

Nel presente lavoro sono state usate le circoscrizioni, che restituiscono una prima distinzione territoriale e le sezioni di censimento alle quali sono stati associati i dati relativi al 15° Censimento ISTAT del 2011 della popolazione e delle abitazioni.

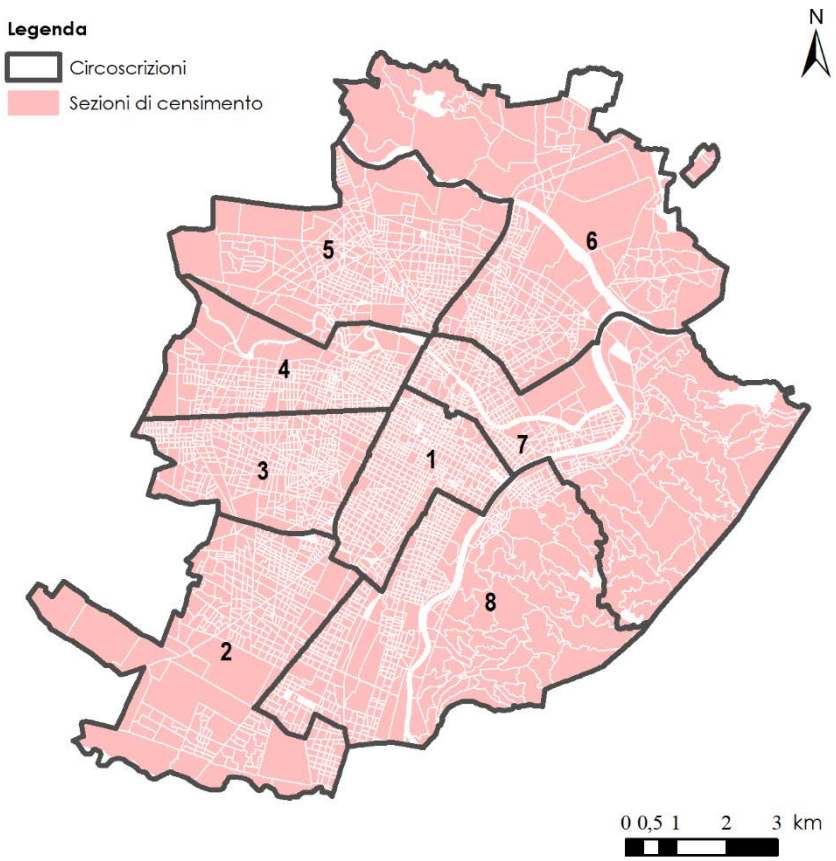



*Figura 11 Unità territoriali di Torino: circoscrizioni e sezioni di censimento. Fonte elaborazione personale*

## 6.2 Risparmio energetico

A partire dal database su gli edifici residenziali di Torino contenente gli ACE rilasciati da novembre 2009 fino a settembre 2015 per un totale di 119.634, gli APE 66.793 avendo così una banca dati totale di 186.427 attestati energetici.

La *figura 9* mostra come questo database è stato diviso in due gruppi in base alla tipologia edilizia: appartamenti (tipo A) e villette (tipo B).

Per questi tipi di edifici residenziali, sono state identificate tre classi in riferimento alla motivazione del rilascio dell'attestato energetico: motivazione generica (acquisto, vendita e locazione dell'edificio), riqualificazione energetica e installazione di tecnologie di energia rinnovabile (solare fotovoltaico, solare termico, biomassa, pompa di calore).

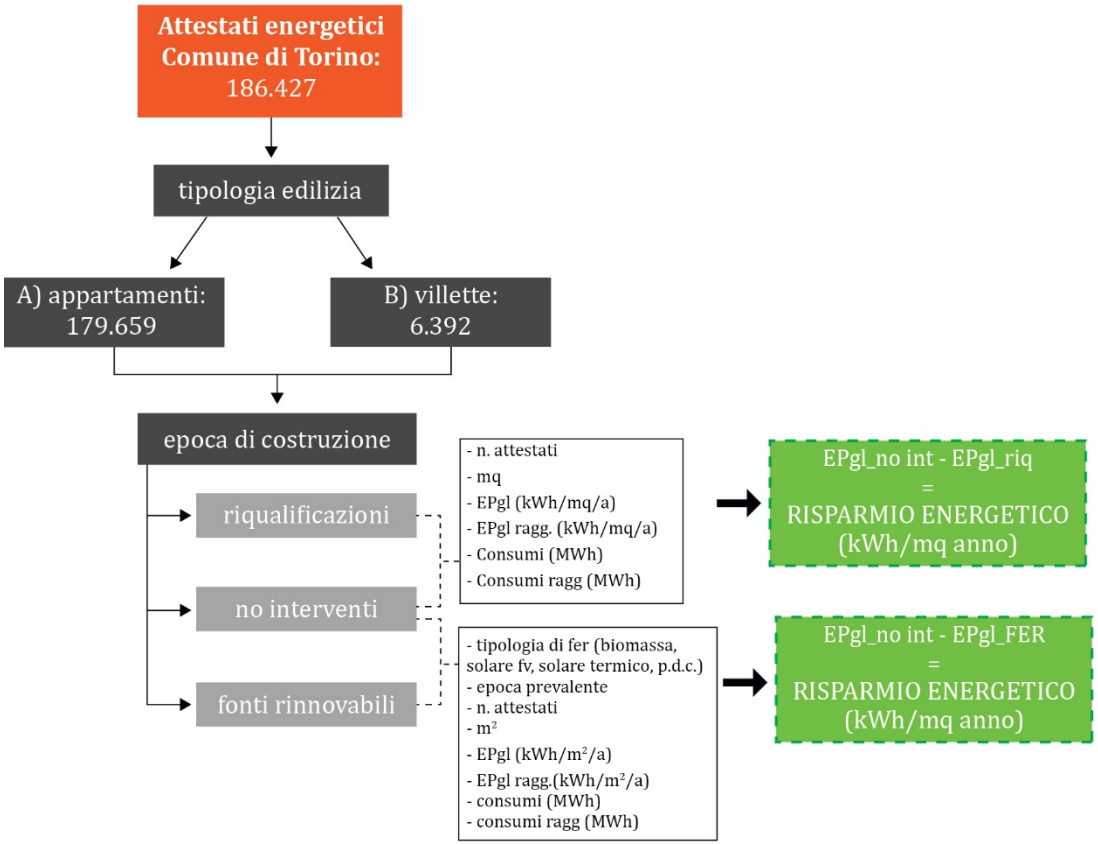



*Figura 12 Flow chart metodologia di calcolo Torino. Fonte elaborazione personale*

In funzione dell'epoca di costruzione, per ogni tipo di motivazione, sono stati poi analizzati i consumi energetici medi annuali (kWh/m$^2$/anno), i consumi specifici e quelli raggiungibili dopo la riqualificazione energetica (MWh); è stato scelto il valore mediano per trascurare i dati anomali troppo bassi o troppo alti.

Dalle superfici riqualificate e dal risparmio energetico (kWh/m$^2$/anno), è stato possibile stimare il risparmio cumulato (kWh/anno) dopo la riqualificazione energetica e la somma cumulata della superficie utile (m$^2$/anno).

Nelle tabelle sotto riportate, vengono riportati il numero di attestati, la somma dei m$^2$, la mediana dei valori dei consumi energetici espressi tramite $EP_{gl}$ e l'$EP_{gl}$ raggiungibile, il consumo specifico e raggiungibile (MWh), indicati per le motivazioni "no interventi" e "riqualificazioni".

Questi valori consentono la valutazione del risparmio energetico (kWh/m$^2$/anno) andando a sottrarre $EP_{gl}$ no intervento meno $EP_{gl}$ riqualificato, e il risparmio cumulato annuo (kW/anno).

## Appartamenti (tipo A): attestati totali di 179.659

| RIQUALIFICAZIONI | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Epoca di costruzione | n. attestati | SU ($m^2$) | EPgl ($kWh/m^2a$) mediana | EPgl ragg ($kWh/m^2a$) mediana | Consumo (MWh) | Consumo ragg (MWh) |
| **< 1918** | 1.286 | 333.269 | 136 | 109 | 58.267 | 54.967 |
| **1919 - 1945** | 984 | 259.914 | 156 | 117 | 594.017 | 37.007 |
| **1946 - 1960** | 1.727 | 791.504 | 153 | 117 | 1.006.215 | 106.600 |
| **1961 - 1970** | 1.305 | 472.851 | 166 | 116 | 89.944 | 69.699 |
| **1971 - 1980** | 249 | 111.144 | 161 | 105 | 20.450 | 15.710 |
| **1981 - 1990** | 64 | 5.863 | 133 | 108 | 847 | 689 |
| **1991 - 2005** | 97 | 9.431 | 130 | 112 | 1.228 | 1.036 |
| **2006 >** | 74 | 10.137 | 81 | 66 | 1.213 | 720 |
| **Totale** | **5.786** | **1.994.114** | **139** | **106** | **1.772.182** | **286.429** |

| NO INTERVENTI | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Epoca di costruzione | n. attestati | SU ($m^2$) | EPgl ($kWh/m^2a$) mediana | EPgl ragg ($kWh/m^2a$) mediana | Consumo (MWh) | Consumo ragg (MWh) | RISPARMIO ($kWh/m^2$/anno) |
| **< 1918** | 24.134 | 1.710.054 | 192 | 133 | 411.766 | 280.707 | **57** |
| **1919 - 1945** | 28.249 | 1.772.340 | 208 | 143 | 405.376 | 291.071 | **52** |
| **1946 - 1960** | 53.894 | 3.421.121 | 203 | 139 | 921.071 | 593.539 | **49** |
| **1961 - 1970** | 39.991 | 2.879.098 | 197 | 135 | 697.531 | 454.348 | **32** |
| **1971 - 1980** | 7.986 | 659.701 | 188 | 129 | 149.121 | 102.409 | **27** |
| **1981 - 1990** | 2.333 | 183.150 | 175 | 125 | 35.307 | 26.480 | **42** |
| **1991 - 2005** | 6.677 | 492.025 | 128 | 100 | 76.347 | 55.569 | **-2** |
| **2006 >** | 4.635 | 322.119 | 85 | 67 | 30.136 | 23.222 | **4** |
| **Totale** | **167.899** | **11.439.609** | **172** | **121** | **2.726.655** | **1.827.345** | |

*Tabella 86 Caratteristiche degli appartamenti "riqualificazioni" e "no interventi" per epoca di costruzione, Torino. Fonte elaborazione personale*

Nel *grafico 47*, viene riportata la somma cumulata della superficie utile degli appartamenti riqualificati per ogni anno (da settembre 2009 fino ad aprile 2019 e l'ipotesi dell'intero anno 2019), e il risparmio cumulato dopo la riqualificazione energetica, perché il risparmio dipende da quanti edifici vengono riqualificati ogni anno. Si evince che, fino al 2015, vi è stato un incremento delle riqualificazioni, dopodiché, negli anni 2016-2017 si ha una stabilizzazione, in merito al cambiamento della normativa che porta alla sostituzione degli ACE in APE.

Si ipotizza siano anni "anomali" perché si ha un blocco nella crescita delle riqualificazioni dovuta al cambiamento della normativa vigente, evidenziata dal passaggio da una legge regionale ad una nazionale.

| | < 1918 | 1919 - 1945 | 1946 - 1960 | 1961 - 1970 | 1971 - 1980 | 1981 - 1990 | 1991 - 2005 | > 2006 | Totale | RISPARMIO CUMULATO (kWh/anno) | M² CUMULATI (m²/anno) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **2009** | 829.346 | 67.213 | 6.285.295 | 100.717 | 32.790 | 3.615 | 0 | 6.058 | 7.325.034 | **7.325.034** | **148.911** |
| **2010** | 3.045.899 | 2.541.893 | 4.402.271 | 1.701.803 | 277.756 | 23.752 | -1.307 | 6.827 | 11.998.895 | **19.323.930** | **407.589** |
| **2011** | 3.485.438 | 1.721.821 | 3.738.851 | 2.391.951 | 881.696 | 59.600 | -1.903 | 9.042 | 12.286.497 | **31.610.427** | **690.793** |
| **2012** | 2.892.203 | 2.857.632 | 6.517.973 | 3.090.127 | 475.506 | 7.258 | -5.338 | 2.124 | 15.837.485 | **47.447.911** | **1.047.939** |
| **2013** | 1.416.477 | 1.415.579 | 4.208.602 | 2.586.528 | 343.198 | 20.600 | -1.047 | 219 | 9.990.155 | **57.438.067** | **1.280.969** |
| **2014** | 2.185.654 | 2.795.127 | 4.584.871 | 1.476.206 | 304.998 | 9.849 | -1.039 | 2.711 | 11.358.377 | **68.796.443** | **1.525.455** |
| **2015** | 1.753.106 | 773.369 | 3.726.036 | 1.152.697 | 420.523 | 15.644 | -1.181 | 147 | 7.840.342 | **76.636.785** | **1.699.746** |
| **2016** | 491.659 | 215.707 | 253.921 | 136.197 | 23.627 | 27.270 | -547 | 834 | 1.148.668 | **77.785.453** | **1.724.064** |
| **2017** | 420.273 | 579.601 | 866.339 | 622.452 | 10.315 | 6.388 | -1.912 | 2.030 | 2.505.486 | **80.290.940** | **1.782.060** |
| **2018** | 1.571.282 | 338.070 | 4.274.342 | 1.348.687 | 181.722 | 65.402 | -504 | 9.096 | 7.788.096 | **88.079.036** | **1.956.101** |
| **2019** | 840.806 | 210.436 | 285.479 | 334.969 | 48.112 | 7.051 | 0 | 3.543 | 1.730.396 | **89.809.432** | **1.994.114** |

*Tabella 87 Risparmio cumulato in kWh/anno appartamenti, Torino. Fonte elaborazione personale*

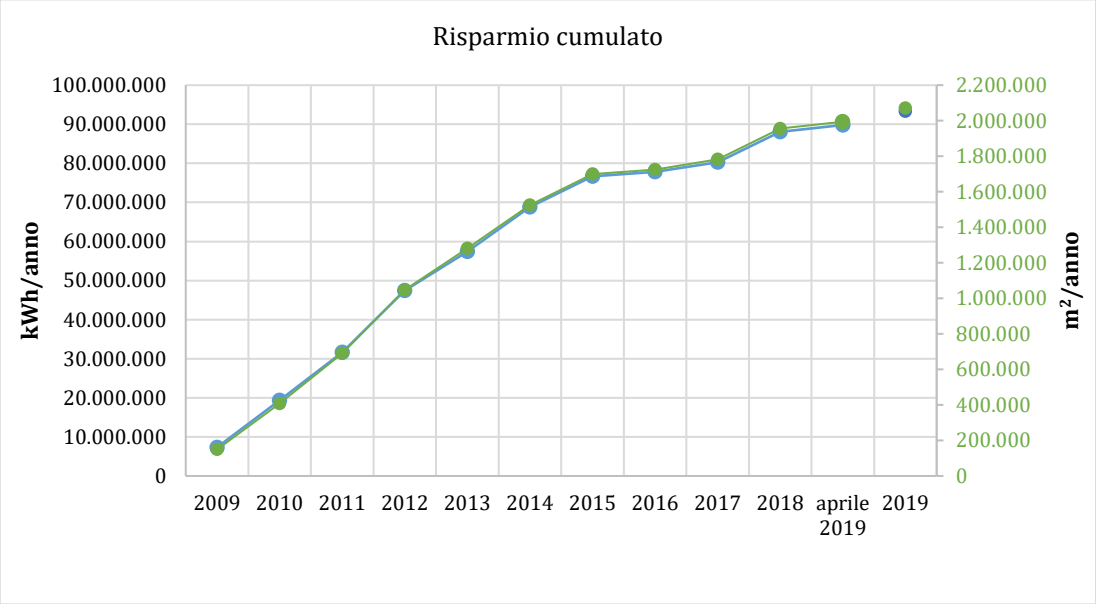



*Grafico 49 Risparmio cumulato appartamenti Torino. Fonte elaborazione personale*

## FER appartamenti: attestati totali di 3.833

| FER | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **FER** | **n. attestati** | **SU ($m^2$)** | **Epoca prevalente** | **EPgl ($kWh/m^2a$) mediana** | **EPgl ragg ($kWh/m^2a$) mediana** | **Consumo (MWh)** | **Consumo ragg (MWh)** | **RISPARMIO ($kWh/m^2$/anno)** |
| **Biomassa, termocamino, camino, stufa** | 113 | 8.512 | 1919 - 1945 | 166 | 128 | 1.632 | 1.172 | **42** |
| **P.d.c.** | 1.863 | 201.102 | 1919 - 1945 | 108 | 89 | 49.293 | 36.614 | **100** |
| **Solare fv** | 520 | 82.786 | > 2006 | 68 | 64 | 6.378 | 4.910 | **17** |
| **Solare fv – p.d.c.** | 63 | 11.121 | > 2006 | 27 | 27 | 353 | 349 | **58** |
| **Solare termico** | 1.391 | 303.714 | > 2006 | 61 | 49 | 22.668 | 18.566 | **24** |
| **Solare termico - solare fv** | 80 | 12.839 | > 2006 | 56 | 51 | 870 | 818 | **29** |
| **Totale** | **4.030** | **620.074** | | **81** | **68** | **81.205** | **62.436** | |

*Tabella 88 Caratteristiche degli appartamenti con "FER", Torino. Fonte elaborazione personale*

| NO INTERVENTI | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Epoca di costruzione** | *n. attestati* | *SU ($m^2$)* | *EPgl ($kWh/m^2a$) mediana* | *EPgl ragg ($kWh/m^2a$) mediana* | *Consumo (MWh)* | *Consumo ragg (MWh)* |
| **< 1918** | 24.134 | 1.710.054 | 192 | 133 | 411.766 | 280.707 |
| **1919 - 1945** | 28.249 | 1.772.340 | 208 | 143 | 405.376 | 291.071 |
| **1946 - 1960** | 53.894 | 3.421.121 | 203 | 139 | 921.071 | 593.539 |
| **1961 - 1970** | 39.991 | 2.879.098 | 197 | 135 | 697.531 | 454.348 |
| **1971 - 1980** | 7.986 | 659.701 | 188 | 129 | 149.121 | 102.409 |
| **1981 - 1990** | 2.333 | 183.150 | 175 | 125 | 35.307 | 26.480 |
| **1991 - 2005** | 6.677 | 492.025 | 128 | 100 | 76.347 | 55.569 |
| **2006 >** | 4.635 | 322.119 | 85 | 67 | 30.136 | 23.222 |
| **Totale** | **167.899** | **11.439.609** | **172** | **121** | **2.726.655** | **1.827.345** |

*Tabella 89 Appartamenti "no interventi" per epoca di costruzione, Torino*

| | Biomassa, termocamino, camino, stufa | P.d.c. | Solare fv | Solare termico | Solare termico - solare fv | Totale complessivo | RISPARMIO CUMULATO (kWh/anno) | M² CUMULATI (m²/anno) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **2009** | 0 | 0 | 0 | 0 | 11.793 | 0 | **11.793** | **11.793** |
| **2010** | 0 | 0 | 0 | 0 | 9.900 | 0 | **9.900** | **21.693** |
| **2011** | 0 | 0 | 5.024 | 0 | 35.080 | 0 | **40.104** | **61.796** |
| **2012** | 0 | 0 | 8.756 | 0 | 4.152 | 0 | **12.908** | **74.704** |
| **2013** | 0 | 32.865 | 6.477 | 0 | 34.540 | 0 | **73.881** | **148.586** |
| **2014** | 0 | 32.334 | 0 | 0 | 9.303 | 0 | **41.637** | **190.223** |
| **2015** | 0 | 334.580 | 0 | 0 | 17.342 | 2.272 | **354.194** | **544.417** |
| **2016** | 2.715 | 998.469 | 6.492 | 0 | 42.613 | 0 | **1.050.289** | **1.594.706** |
| **2017** | 0 | 336.076 | 0 | 0 | 5.535 | 0 | **341.611** | **1.936.317** |
| **2018** | 0 | 327.970 | 2.236 | 0 | 11.891 | 0 | **342.097** | **2.278.414** |
| **2019** | 0 | 24.880 | 0 | 0 | 0 | 0 | **24.880** | **2.303.294** |

*Tabella 90 Risparmio cumulato in kWh/ano appartamenti FER, Torino*

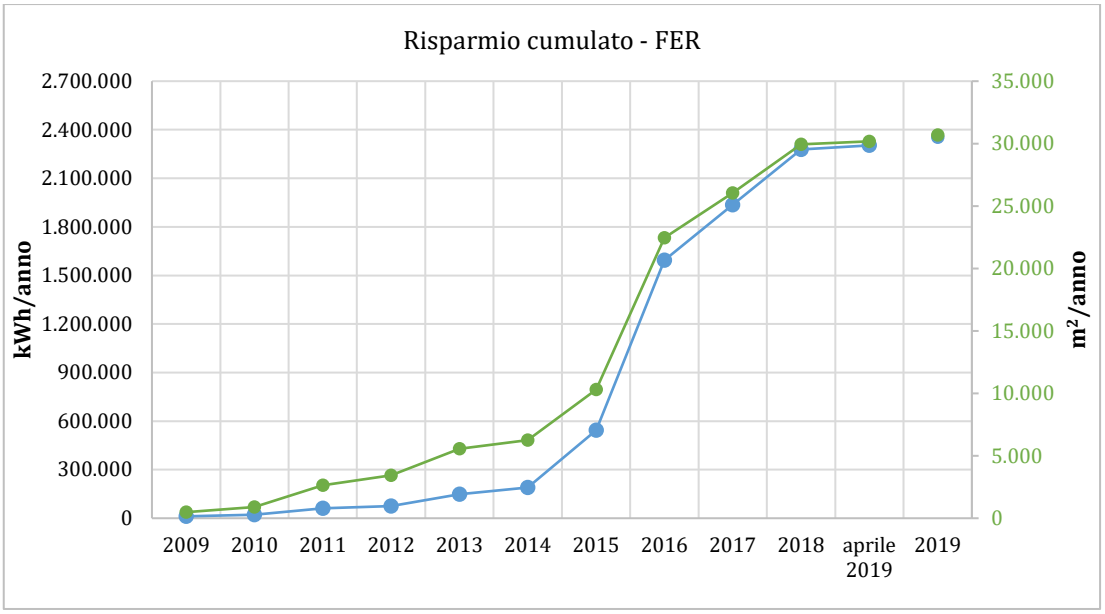



*Grafico 50 Risparmio cumulato appartamenti FER, Torino*

## Villette (tipo B): attestati totali di 6.392

| RIQUALIFICAZIONI | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Epoca di costruzione | n. attestati | SU ($m^2$) | EPgl ($kWh/m^2a$) mediana | EPgl ragg ($kWh/m^2a$) mediana | Consumo (MWh) | Consumo ragg (MWh) |
| **< 1918** | 94 | 28.358 | 176 | 120 | 5.247 | 4.177 |
| **1919 - 1945** | 120 | 35.652 | 145 | 125 | 5.523 | 4.724 |
| **1946 - 1960** | 187 | 69.758 | 148 | 118 | 11.188 | 9.170 |
| **1961 - 1970** | 248 | 406.388 | 211 | 177 | 86.995 | 71.468 |
| **1971 - 1980** | 40 | 45.340 | 167 | 137 | 9.246 | 8.240 |
| **1981 - 1990** | 29 | 7.122 | 148 | 102 | 1.013 | 606 |
| **1991 - 2005** | 6 | 948 | 150 | 100 | 168 | 117 |
| **2006 >** | 36 | 3.458 | 90 | 56 | 295 | 223 |
| **Totale** | **760** | **597.024** | **154** | **117** | **119.675** | **98.725** |

| NO INTERVENTI | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Epoca di costruzione | n. attestati | SU ($m^2$) | EPgl ($kWh/m^2a$) mediana | EPgl ragg ($kWh/m^2a$) mediana | Consumo (MWh) | Consumo ragg (MWh) | RISPARMIO ($kWh/m^2/anno$) |
| **< 1918** | 895 | 149.387 | 238 | 174 | 38.494 | 24.100 | **62** |
| **1919 - 1945** | 1.115 | 141.535 | 267 | 189 | 40.781 | 28.917 | **122** |
| **1946 - 1960** | 1.800 | 260.647 | 250 | 183 | 64.245 | 68.878 | **103** |
| **1961 - 1970** | 985 | 229.046 | 257 | 183 | 55.632 | 41.998 | **46** |
| **1971 - 1980** | 303 | 89.245 | 240 | 173 | 17.332 | 12.886 | **72** |
| **1981 - 1990** | 151 | 26.435 | 188 | 140 | 4.514 | 3.456 | **40** |
| **1991 - 2005** | 211 | 26.142 | 159 | 123 | 4.345 | 3.383 | **9** |
| **2006 >** | 172 | 31.577 | 97 | 80 | 2.505 | 5.435 | **7** |
| **Totale** | **5.632** | **954.012** | **212** | **156** | **227.847** | **189.052** | |

*Tabella 91 Villette "riqualificazioni" e "no interventi" suddivisi per epoca di costruzione, Torino*

| | < 1918 | 1919 - 1945 | 1946 - 1960 | 1961 - 1970 | 1971 - 1980 | 1981 - 1990 | 1991 - 2005 | > 2006 | Totale | RISPARMIO CUMULATO (kWh/anno) | M² CUMULATI (m²/anno) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **2009** | 0 | 55.798 | 42.389 | 2.715 | 0 | 0 | 0 | 0 | 100.903 | **100.903** | **931** |
| **2010** | 151.583 | 183.702 | 169.485 | 179.434 | 107.593 | 126.903 | 3.036 | 651 | 922.388 | **1.023.290** | **15.544** |
| **2011** | 401.573 | 40.932 | 461.145 | 359.363 | 31.681 | 12.453 | 0 | 2.801 | 1.309.947 | **2.333.237** | **35.835** |
| **2012** | 307.508 | 411.101 | 797.087 | 392.831 | 19.517 | 9.107 | 0 | 0 | 1.937.151 | **4.270.388** | **61.006** |
| **2013** | 82.135 | 212.780 | 305.756 | 15.469.239 | 17.498 | 0 | 2.444 | 397 | 16.090.250 | **20.360.638** | **405.164** |
| **2014** | 104.795 | 100.952 | 983.503 | 54.259 | 37.042 | 0 | 3.057 | 1.166 | 1.284.774 | **21.645.412** | **419.467** |
| **2015** | 387.223 | 1.523.793 | 1.433.210 | 812.345 | 1.352.770 | 12.874 | 0 | 522 | 5.522.735 | **27.168.147** | **488.988** |
| **2016** | 38.874 | 715.395 | 907.042 | 451.566 | 0 | 11.687 | 0 | 469 | 2.125.033 | **29.293.181** | **514.550** |
| **2017** | 33.241 | 536.217 | 1.396.914 | 140.508 | 309.395 | 0 | 0 | 1.964 | 2.418.239 | **31.711.419** | **540.723** |
| **2018** | 170.082 | 460.799 | 599.280 | 661.192 | 1.354.573 | 111.434 | 0 | 16.096 | 3.373.455 | **35.084.875** | **591.309** |
| **2019** | 83.178 | 92.256 | 64.177 | 101.321 | 56.605 | 0 | 0 | 0 | 397.537 | **35.482.412** | **597.024** |

*Tabella 92 Risparmio cumulato in kWh/anno villette, Torino*

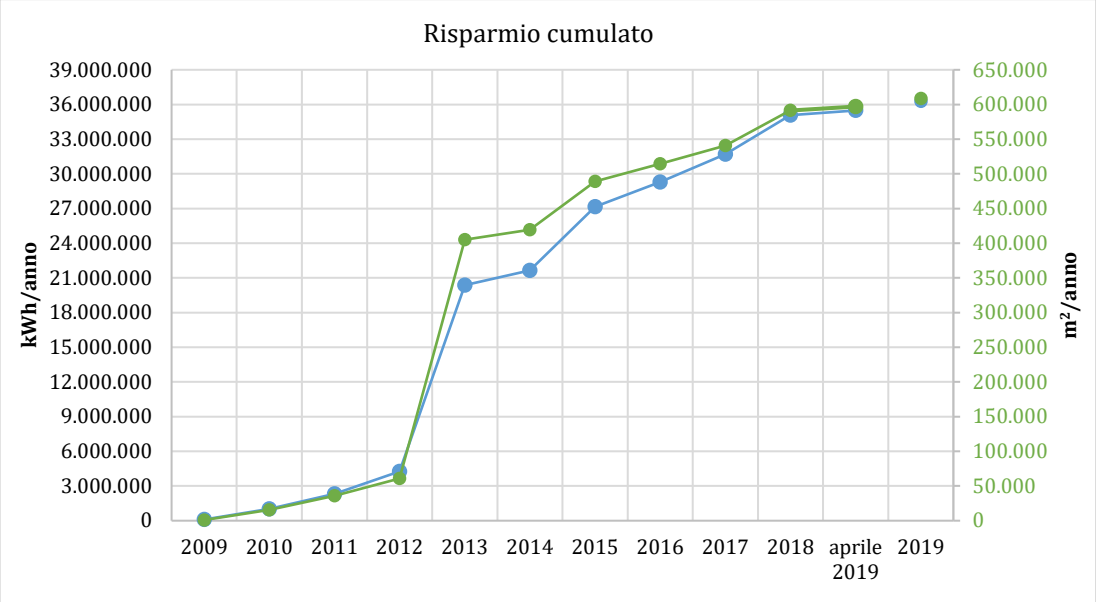



*Grafico 51 Risparmio cumulato villette Torino*

## FER villette: attestati totali di356

| FER | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **FER** | **n. attestati** | **SU ($m^2$)** | **Epoca prevalente** | **EPgl ($kWh/m^2a$) mediana** | **EPgl ragg ($kWh/m^2a$) mediana** | **Consumo (MWh)** | **Consumo ragg (MWh)** | **RISPARMIO ($kWh/m^2$/anno)** |
| **Biomassa, termocamino, camino, stufa** | 38 | 5.968 | < 1918 | 144 | 100 | 966 | 767 | **94** |
| **P.d.c** | 65 | 10.531 | 1946 - 1960 | 104 | 88 | 1.373 | 1.139 | **146** |
| **Solare fv** | 41 | 5.449 | 1946 - 1960 | 115 | 70 | 746 | 526 | **135** |
| **Solare termico** | 200 | 33.595 | 1919 - 1945 | 82 | 76 | 3.745 | 2.938 | **185** |
| **Solare termico - biomassa** | 3 | 482 | 1946 - 1960 | 67 | 63 | 39 | 31 | **183** |
| **Solare termico - p.d.c.** | 3 | 1.092 | > 2006 | 36 | 36 | 61 | 58 | **61** |
| **Solare termico - solare fv** | 6 | 1.189 | 1981 - 1990 | 86 | 83 | 82 | 74 | **102** |
| **Totale** | **356** | **58.306** | | **91** | **74** | **7.011** | **5.533** | |

*Tabella 93 Villette "FER", Torino*

| NO INTERVENTI | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Epoca di costruzione** | **n. attestati** | **SU ($m^2$)** | **EPgl ($kWh/m^2a$) mediana** | **EPgl ragg ($kWh/m^2a$) mediana** | **Consumo (MWh)** | **Consumo ragg (MWh)** |
| **< 1918** | 895 | 149.387 | 238 | 174 | 38.494 | 24.100 |
| **1919 - 1945** | 1.115 | 141.535 | 267 | 189 | 40.781 | 28.917 |
| **1946 - 1960** | 1.800 | 260.647 | 250 | 183 | 64.245 | 68.878 |
| **1961 - 1970** | 985 | 229.046 | 257 | 183 | 55.632 | 41.998 |
| **1971 - 1980** | 303 | 89.245 | 240 | 173 | 17.332 | 12.886 |
| **1981 - 1990** | 151 | 26.435 | 188 | 140 | 4.514 | 3.456 |
| **1991 - 2005** | 211 | 26.142 | 159 | 123 | 4.345 | 3.383 |
| **2006 >** | 172 | 31.577 | 97 | 80 | 2.505 | 5.435 |
| **Totale** | **5.632** | **954.012** | **212** | **156** | **227.847** | **189.052** |

*Tabella 94 Villette "no interventi" per epoca di costruzione, Torino*

| | Biomassa, termocamino, camino, stufa | P.d.c. | Solare fv | Solare termico | Solare termico - biomassa | Solare termico - solare fv | Totale | RISPARMIO CUMULATO (kWh/anno) | M² CUMULATI (m²/anno) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **2009** | 0 | 0 | 0 | 94.709 | 0 | 0 | **94.709** | **94.709** | **513** |
| **2010** | 0 | 0 | 41.333 | 123.070 | 0 | 0 | **164.403** | **259.112** | **1.484** |
| **2011** | 41.029 | 0 | 0 | 548.216 | 22.330 | 10.061 | **621.636** | **880.748** | **5.107** |
| **2012** | 0 | 0 | 66.689 | 477.480 | 0 | 32.740 | **576.908** | **1.457.656** | **8.506** |
| **2013** | 0 | 235.803 | 10.922 | 576.758 | 0 | 64.099 | **887.581** | **2.345.237** | **13.956** |
| **2014** | 0 | 0 | 34.302 | 349.914 | 0 | 0 | **384.216** | **2.729.453** | **16.103** |
| **2015** | 23.297 | 0 | 48.479 | 213.699 | 11.191 | 0 | **296.666** | **3.026.119** | **17.926** |
| **2016** | 125.475 | 112.760 | 0 | 157.094 | 0 | 0 | **395.328** | **3.421.447** | **20.882** |
| **2017** | 110.653 | 119.383 | 21.248 | 237.849 | 0 | 0 | **489.133** | **3.910.579** | **24.321** |
| **2018** | 0 | 78.673 | 138.045 | 161.965 | 0 | 0 | **378.683** | **4.289.262** | **26.757** |
| **2019** | 0 | 0 | 0 | 66.940 | 0 | 0 | **66.940** | **4.356.202** | **27.119** |

*Tabella 95 Risparmio kWh/anno villette FER, Torino*

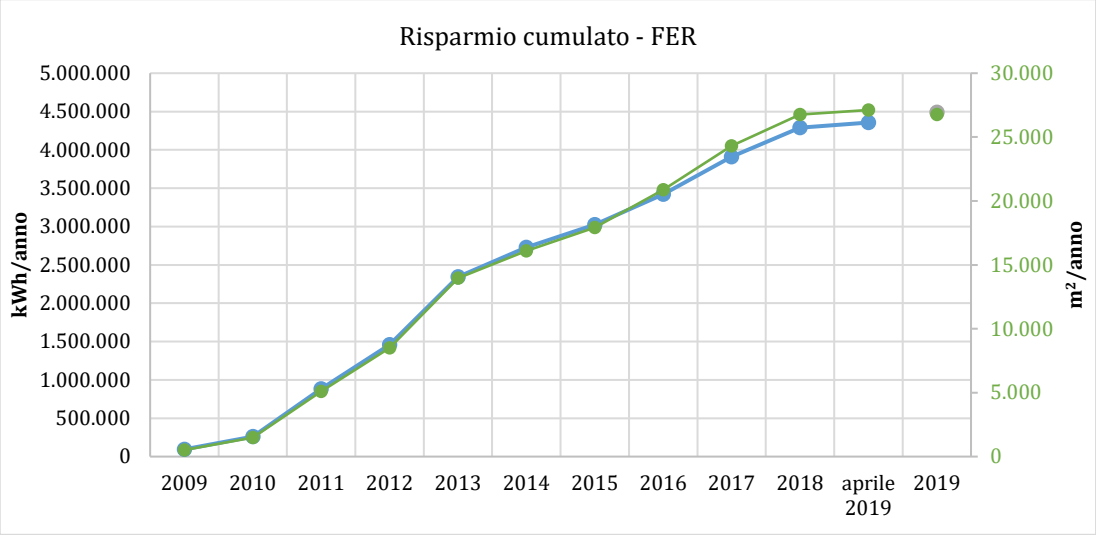



*Grafico 52 Risparmio cumulato villette FER, Torino*

## 6.3 La produzione da FER a Torino

In questo capitolo è stata analizzata la produzione di energia elettrica e termica da fonti rinnovabili nel Comune di Torino, grazie ai dati reperiti dall'atlante geografico Atlaimpianti aggiornati a luglio 2019 in modo da poterli confrontare con i dati degli attestati energetici. È stato possibile individuare il numero di impianti e la potenza installata, dalla quale è stata ricavata la produzione di energia in kWh.

### FER nel settore elettrico

L'impianto più diffuso risulta essere il solare fotovoltaico con 944 impianti. Considerando che, per il settore residenziale la potenza dell'impianti è sotto i 3 kW, come si evince dal *grafico 51*, il 30% della potenza installata degli impianti fotovoltaici è al di sotto dei 3 kW salendo in maniera progressiva, il 60% sta al di sotto dei 6 kW, l'88% sotto i 20kW dopodiché poi la curva sale in maniera esponenziale.

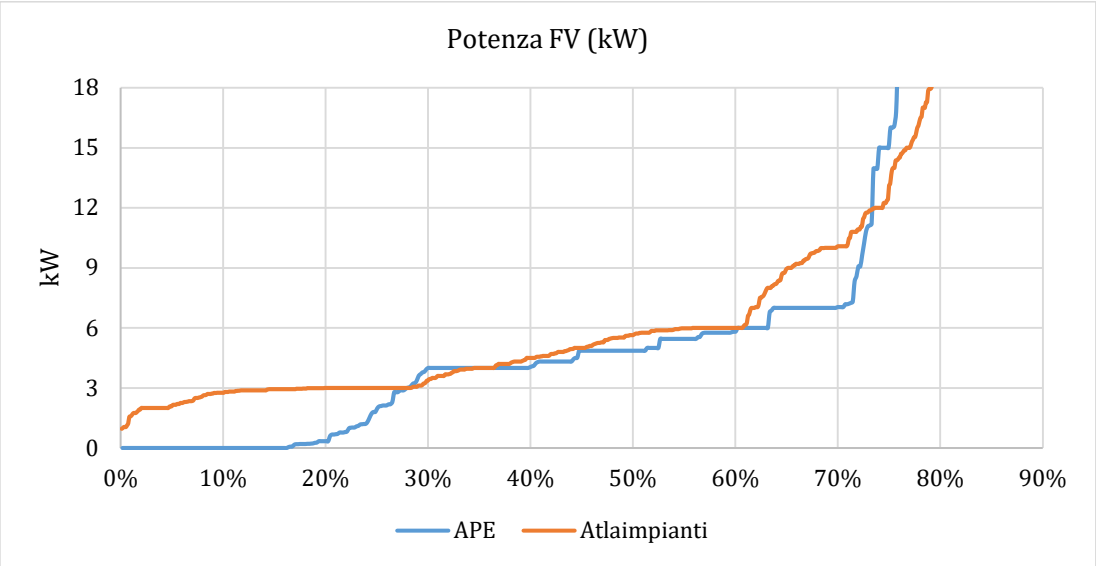



*Grafico 53 Comparazione potenza impianti FV, Torino. Fonte: elaborazione personale*

Invece per gli attestati energetici, il numero di impianti fotovoltaici è di 543, il 30% della potenza installata degli impianti fotovoltaici è al di sotto dei 3 kW

salendo in maniera progressiva, il 60% sta al di sotto dei 6 kW, il 75% circa sotto i 15 kW, dopodiché poi la curva sale in modo esponenziale.
Per passare dalla potenza installata all'energia elettrica prodotta, ci si è basati sui dati di ore di utilizzo presenti sul più recente *"Rapporto Statistico Solare Fotovoltaico, 2018"* per la tecnologia FV, tramite la seguente formula:

$$E_{el} = P \cdot \mathrm{h}$$

Dove:

$E_{el}$ energia elettrica (kWh);

$P$ potenza nominale (kW);

h ore di utilizzazione equivalenti, 1.069 per gli impianti solari.

Secondo quanto riassunto nella seguente tabella, moltiplicando i kW di potenza installata nel Comune di Torino per i valori di ore di utilizzo si ottengono i seguenti valori di energia elettrica prodotta.

| | N° impianti | Potenza nominale (kW) | Ore di utilizzo (h) | **Energia elettrica prodotta (kWh)** |
|---|---|---|---|---|
| APE | 543 | 139.596 | 1.069 | **149.228.565** |
| Atlaimpianti | 944 | 20.924 | 1.069 | **22.368.162** |

*Tabella 96 Energia elettrica prodotta da impianti FV presenti a Torino. Fonte: Elaborazione personale*

Confrontando la produzione di energia elettrica dal solare a Torino emerge che, per gli attestati energetici il numero di impianti è pari a 543 con una produzione di 149.228.565 kWh.
Invece per i dati ricavati da Atlaimpianti il numero di impianti è pari a 944 (+42% in più rispetto a gli APE) con una produzione di 22.368.162 kWh (-85% rispetto a gli APE).

## FER nel settore termico

Nel caso degli impianti a biomassa e pompe di calore si tratta di impianti di piccolo taglio appartenenti a soggetti privati costituiti, nel caso degli impianti a biomassa da stufe a pellet nelle abitazioni.
Le potenze attualmente installate sul Comune di Torino secondo i dati di Atlaimpianti sono riportate nella tabella sottostante.

| Fonte | N° impianti | **Potenza nominale (kW)** |
|---|---|---|
| Biomassa | 56 | **845** |
| Pompa di calore | 39 | **2.584** |
| Solare termico (mq) | 14 | **94** |

*Tabella 97 Potenze impianti da FER installate a Torino. Fonte: Elaborazione personale dati Atlaimpianti, 2019)*

La produzione di energia termica da biomasse e pompe di calore è stata ricavata dalla conoscenza della potenza degli impianti installati e dall'ipotesi del numero di ore di funzionamento giornaliero pari a 16 ore, attraverso:

$$E_{th} = P_{th} \cdot \mathrm{h} \cdot \mathrm{G}$$

dove:

$E_{th}$ energia termica prodotta (kWh);

$P_{th}$ potenza termica utile installata (kW);

hore di funzionamento dell'impianto (16 ore);

Ggiorni del periodo di riscaldamento definiti dal D.P.R. 412/1993, per la zona E sono 183 giorni, per la zona F non essendo definiti sono stati calcolati 274 giorni.

**Biomassa**

Come si denota dal *grafico 52*, per i dati forniti da Atlaimpianti circa il 30% della potenza installata degli impianti a biomassa è al di sotto dei 10 kW, il 70% è al di sotto dei 15 kW salendo in maniera progressival'83% sotto i 20kW.

Contrariamente, per i dati degli attestati energetici, il 40% della potenza installata si aggira intorno ai 2 kW, il 65% sta attorno ai 10 kW, circa il 90% sta al di sotto dei 25 kW, dopodiché la curva poi sale in modo esponenziale.

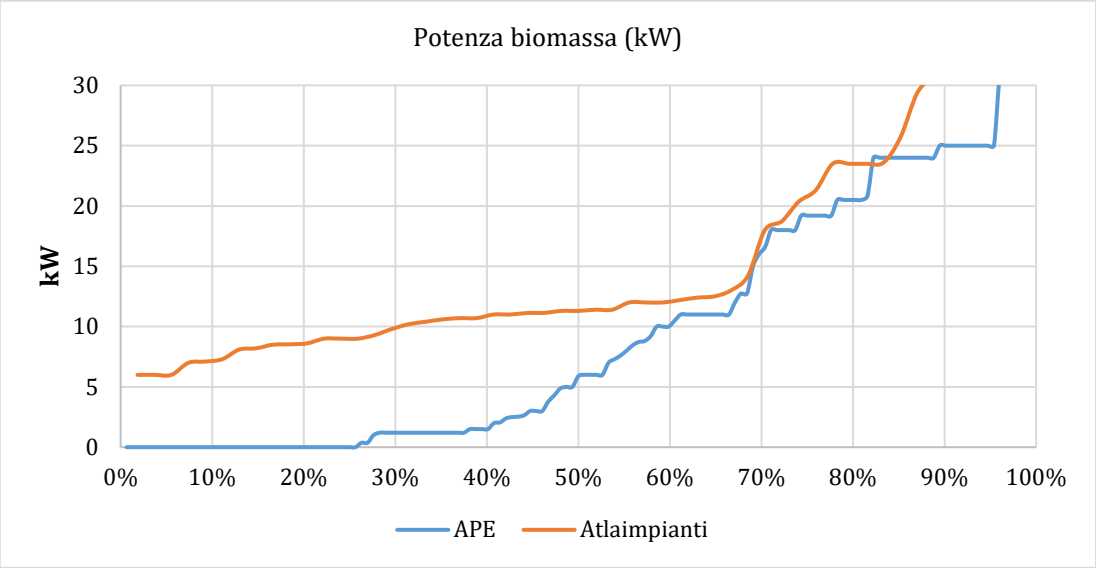



*Grafico 54 Comparazione potenza impianti biomassa, Torino. Fonte: elaborazione personale*

Secondo quanto riassunto nella seguente tabella, moltiplicando i kW di potenza installata nel Comune di Torino per i valori di ore di funzionamento per i giorni del periodo di riscaldamento si ottengono i seguenti valori di energia termica prodotta da impianti a biomassa.

| | N° impianti | Potenza nominale (kW) | Ore di utilizzo (h) | **Energia termica prodotta (kWh)** |
|---|---|---|---|---|
| APE | 151 | 1.789 | 16 | **5.237.778** |
| Atlaimpianti | 56 | 845 | 16 | **2.474.863** |

*Tabella 98 Energia termica prodotta da impianti a biomassa presenti a Torino. Fonte: Elaborazione personale*

Confrontando la produzione di energia termica prodotta da biomassa a Torino emerge che, per gli attestati energetici il numero di impianti è pari a 151 con una produzione di 5.237.778 kWh.
Invece per i dati ricavati da Atlaimpianti il numero di impianti è pari a 56 (-63% rispetto a gli APE) con una produzione di2.474.863kWh (-53% rispetto a gli APE).

**Pompe di calore**

Come si deduce dal *grafico 53*, per i dati forniti da Atlaimpianti circa il 50% della potenza installata delle pompe di calore è al di sotto dei 2 kW, l'80% è al di sotto dei 6 kW salendo in maniera progressiva.
Invece, per i dati degli attestati energetici, il 25% della potenza installata si aggira intorno ai 2 kW, salendo in modo progressivo, il 70% sta sotto i 20 kW, circa l'80% sta al di sotto dei 30 kW.

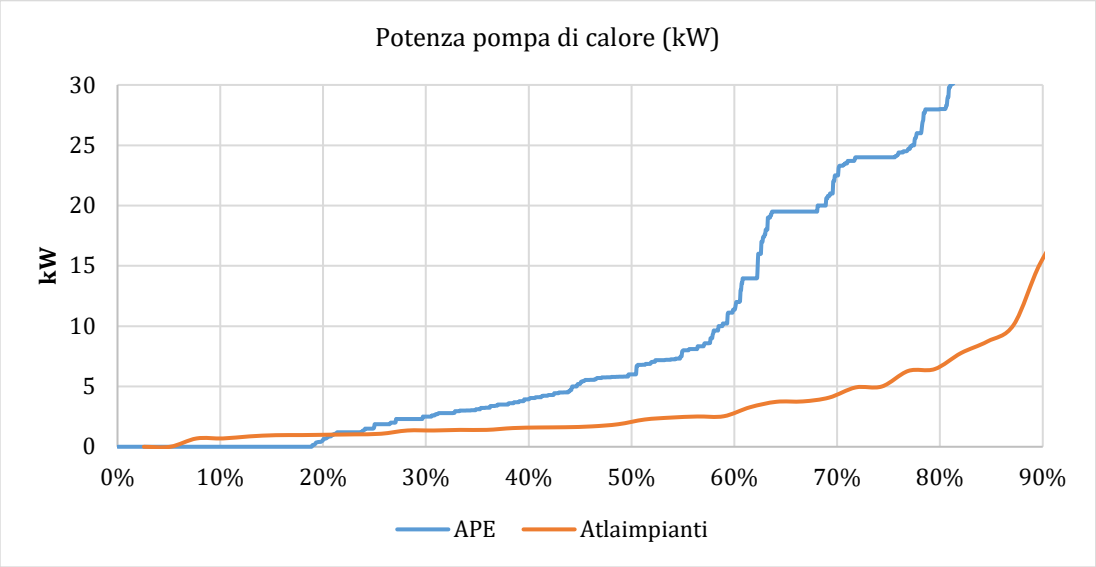



*Grafico 55 Comparazione potenza impianti pompa di calore, Torino. Fonte: elaborazione personale*

Secondo quanto riassunto nella seguente tabella, moltiplicando i kW di potenza installata nel Comune di Torino per i valori di ore di funzionamento per i giorni del periodo di riscaldamento si ottengono i seguenti valori di energia termica prodotta da impianti a biomassa.

| | N° impianti | Potenza nominale (kW) | Ore di Utilizzo (h) | **Energia termica prodotta (kWh)** |
|---|---|---|---|---|
| APE | 1.919 | 108.118 | 16 | **316.570.090** |
| Atlaimpianti | 39 | 2.584 | 16 | **7.566.098** |

*Tabella 99 Energia termica prodotta da impianti a pompa di calore presenti a Torino. Fonte: Elaborazione personale*

Confrontando la produzione di energia termica prodotta da biomassa a Torino emerge che, per gli attestati energetici il numero di impianti è pari a 1.919 con una produzione di 316.570.090 kWh.
Invece per i dati ricavati da Atlaimpianti il numero di impianti è pari a 39 (-98% rispetto a gli APE) con una produzione di 7.566.098 kWh (-98% rispetto a gli APE).

**Solare termico**

L'energia termica prodotta dai collettori solari, di cui Atlaimpianti fornisce i m$^2$ installati, è stata ricavata:

$$E_{th} = S \cdot 0{,}45 \cdot H_S$$

dove:

$E_{th}$ energia termica prodotta (kWh);
$S$superficie dei pannelli solari installati (m$^2$);
$H_s$media irradiazione solare (kWh/m$^2$anno) pari a 1.412 calcolato da PVGis

Come si denota dal *grafico 54*, per i dati forniti da Atlaimpianti il 90% della potenza installata degli impianti solari termici è al di sotto dei 10 kW.
Invece per i dati degli attestati energetici, il 40% della potenza installata è inferiore ai 10 kW, il 50% sta al di sotto dei 25 kW, dopodiché la curva poi sale in modo esponenziale.

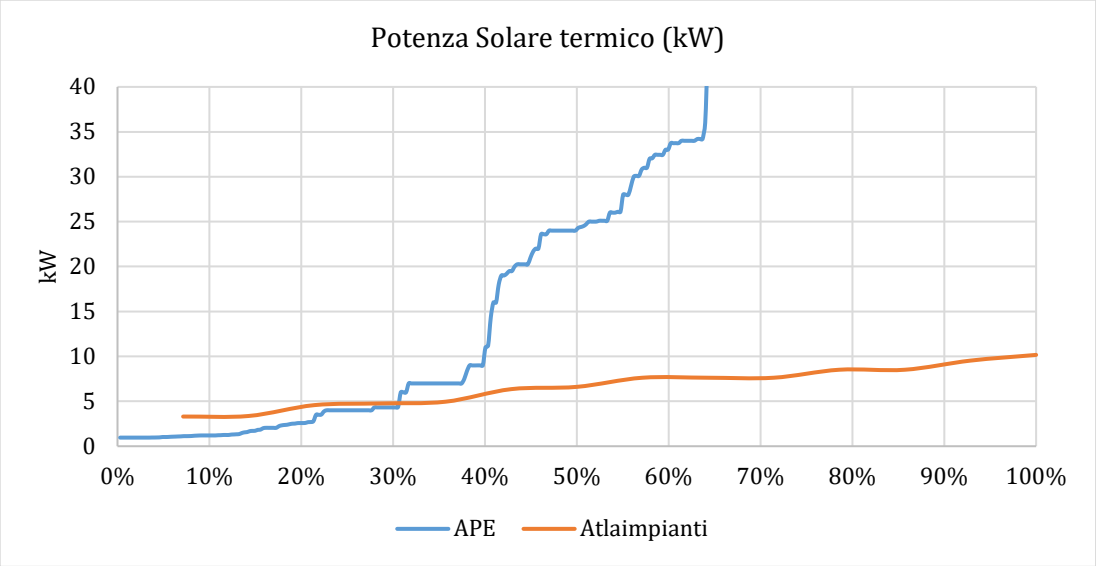



*Grafico 56 Comparazione potenza impianti solari termici, Torino. Fonte: elaborazione personale*

Secondo quanto riassunto nella seguente tabella, moltiplicando i kW di potenza installata nel Comune di Torino per i valori di ore di funzionamento per i giorni del periodo di riscaldamento si ottengono i seguenti valori di energia termica prodotta da impianti solari termici.

| | N° impianti | Potenza nominale (kW) | Ore di utilizzo (h) | **Energia termica prodotta (kWh)** |
|---|---|---|---|---|
| APE | 347 | 18.518 | 16 | **54.221.624** |
| Atlaimpianti | 14 | 94 | 16 | **273.858** |

*Tabella 100 Energia termica prodotta da impianti solari termici presenti a Torino. Fonte: Elaborazione personale*

Confrontando la produzione di energia termica prodotta da solare termico a Torino emerge che, per gli attestati energetici il numero di impianti è pari a 347con una produzione di 54.221.624 kWh.

Invece per i dati ricavati da Atlaimpianti il numero di impianti è pari a 14 (-96% rispetto a gli APE) con una produzione di273.858kWh (-99% rispetto a gli APE).

# 7. ANALISI E RISULTATI

In questo capitolo vengono presentate le valutazioni di risparmio energetico a seguito dei diversi interventi di riqualificazione energetica per il parco edilizio residenziale torinese.

Il patrimonio edilizio che caratterizza la città di Torino è composto principalmente da edifici costruiti prima degli anni '70, periodo in cui ancora non vi erano delle leggi sul contenimento del consumo energetico; difatti in Italia la prima legge è nata con la L. 373/1976. In assenza della normativa specifica, ha consentito la costruzione di edifici con delle caratteristiche inadeguate a gli standard di efficienza energetica.

Per la determinazione degli interventi di riqualificazione, sono stati presi in riferimento gli interventi sull'involucro e/o sull'impianto riportati negli attestati energetici.

Attraverso l'uso del software ArcMap è stato possibile: individuare le aree più riqualificate su Torino, la tipologia di intervento e il relativo consumo raggiungibile (kWh/m$^2$/anno) e la tipologia edilizia sulla quale è più agevole intervenire. Inoltre si sono considerati le caratteristiche socio-economiche della popolazione e l'influenza che hanno avuto tali variabili negli interventi di riqualificazione energetica.

## 7.1 Elaborazione della banca dati in ambiente GIS

Attraverso l'impiego del software ArcMap 10.6.1, il primo passo è stato quello di importare i seguenti shp:

- Circoscrizioni (Istat);
- Sezioni di censimento (Istat);
- Edifici (BDTRE).

Successivamente, è stato importato il database degli attestati energetici con le motivazioni del rilascio di riqualificazione energetica (ampliamento in deroga LR 20/2009, modifica delle prestazioni energetiche, riqualificazione energetica,

ristrutturazione edilizia) in formato Excel (.xls), georiferito con il sistema di riferimento WGS84 tramite la funzione *geocoding* ottenendo il risultato mostrato (*figura 13*).

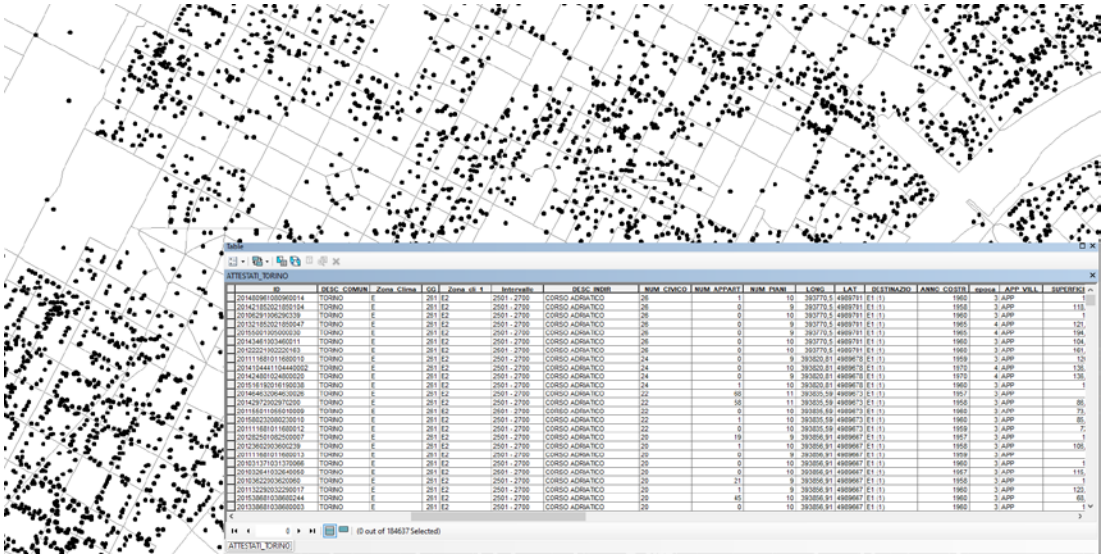


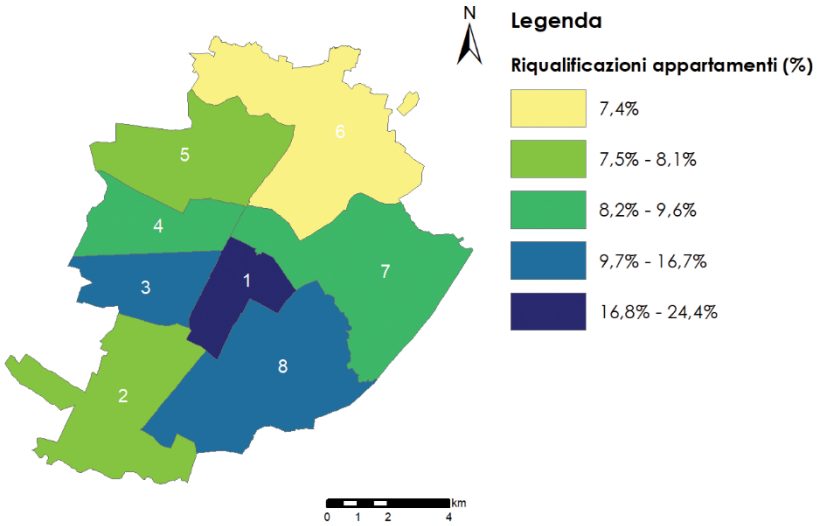
*Figura 13 Georeferenziazione dati attestati energetici. Fonte: elaborazione propria*

Una volta effettuata la verifica della corretta georeferenziazione dei punti rappresentanti, tramite il *select by attributes*, sono stati selezionati i dati in funzione: della tipologia edilizia (appartamenti e villette), delle riqualificazioni energetiche.

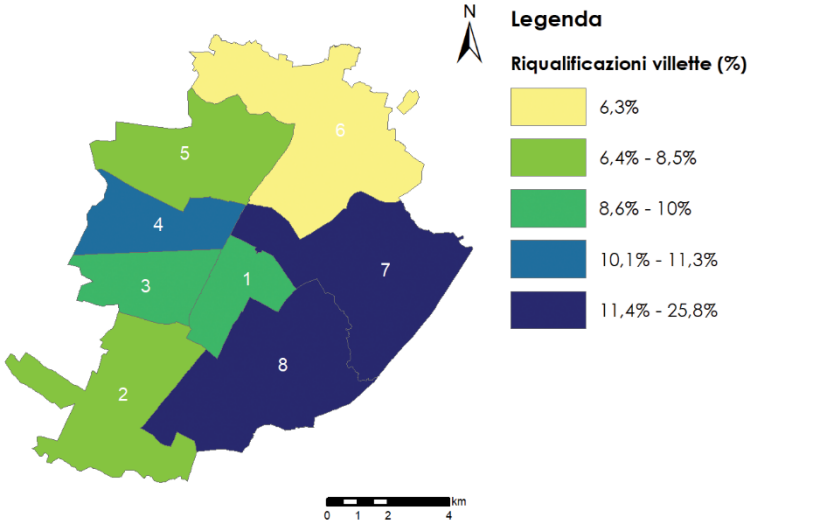
Dopodiché per ogni shapefile ottenuto, è stato necessario effettuare il *join by location* per associare alle sezioni di censimento i dati relativi a gli attestati energetici inerenti alle riqualificazioni.

In base alla tipologia edilizia, gli appartamenti sono pari a 5.737, invece le villette sono pari a 620.

Come si evince dalla *figura 14*, le zone maggiormente riqualificate sono la circoscrizione 1 (Centro - Crocetta) e 8 (San Salvario – Cavoretto - Borgo Po - Nizza Millefonti – Lingotto -Filadelfia), di contro la circoscrizione che ha subito meno interventi di riqualificazione è la circoscrizione 6 (Barriera di Milano - Regio Parco - Barca - Bertolla - Falchera - Rebaudengo – Villaretto) con circa il 7%.




| Riqualificazioni app | |
|---|---|
| *Circoscrizione* | *n.* |
| 1 | 1.397 |
| 2 | 463 |
| 3 | 949 |
| 4 | 551 |
| 5 | 465 |
| 6 | 422 |
| 7 | 530 |
| 8 | 960 |
| Totale | 5.737 |




| Riqualificazioni vill | |
|---|---|
| *Circoscrizione* | *n.* |
| 1 | 62 |
| 2 | 50 |
| 3 | 62 |
| 4 | 70 |
| 5 | 53 |
| 6 | 39 |
| 7 | 160 |
| 8 | 124 |
| Totale | 620 |

*Figura 14 Riqualificazioni energetiche sulle diverse tipologie edilizie, per circoscrizione. Fonte elaborazione personale*

*Figura 15 Riqualificazioni energetiche sulle diverse tipologie edilizie, per sezione di censimento. Fonte elaborazione personale*

## 7.2 Tipologia di interventi

Successivamente, sono stati individuati i seguenti interventi:

1) l'isolamento termico dei solai interni;
2) la coibentazione del sottotetto;
3) l'isolamento delle pareti verticali (cappotto),
4) la sostituzione degli infissi;
5) l'installazione della caldaia a condensazione;
6) l'installazione delle fonti energetiche rinnovabili (pompa di calore, solare fotovoltaico, solare termico).

### Interventi su gli appartamenti

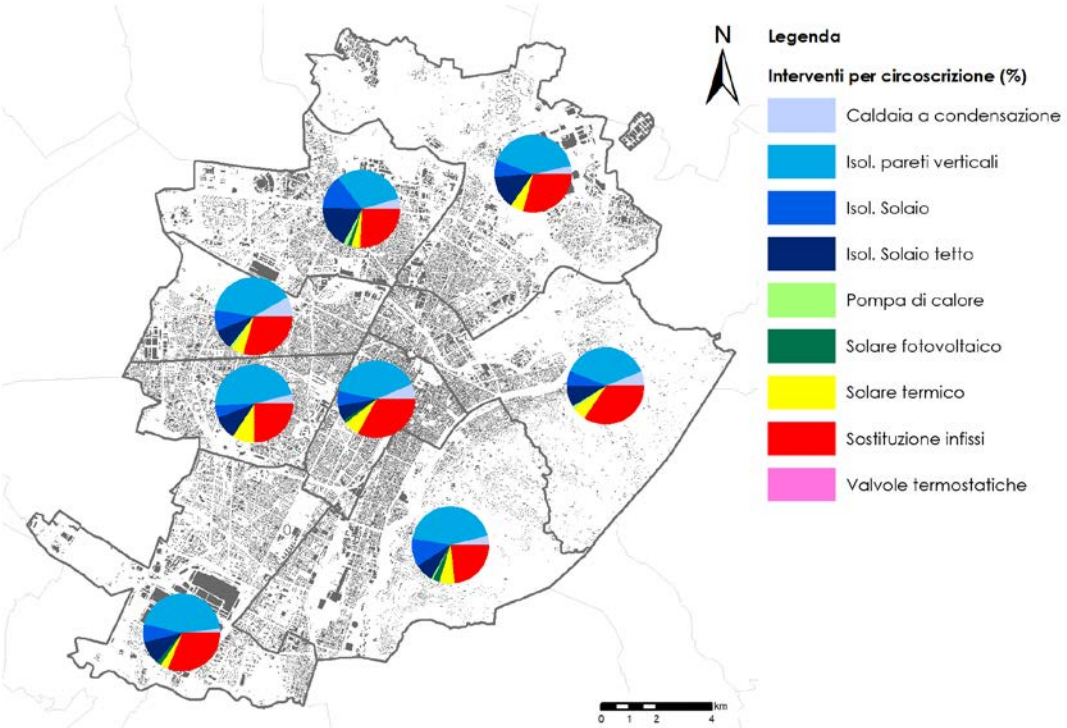



*Figura 16 Percentuale di interventi su gli appartamenti per circoscrizione. Fonte: elaborazione personale*

In funzione della tipologia edilizia e dell'epoca di costruzione, come mostrato nella *tabella 101,* con la riqualificazione globale degli appartamenti si ha una riduzione media di consumo del 56% per le epoche di costruzioni fino a gli anni '60.

L'intervento maggiormente efficace è la sostituzione degli infissi con il 52% e l'isolamento delle pareti verticali con una diminuzione di consumo del 35%. Pur se, l'isolamento a cappotto delle pareti verticali potrebbe essere quello più efficace, non è sempre fattibile a causa dei vincoli storici.

Per gli appartamenti aventi epoca di costruzione tra il 1961 e il 1990 si ha diminuzione media dei consumi energetici pari al 75%, anche in questo gli interventi che consentono di ridurre maggiormente il consumo sono l'isolamento delle pareti verticali (43%) e la sostituzione degli infissi (58%).

Infine per gli edifici edificati dopo il 1991 si ha un risparmio medio fino al 70%, gli interventi che risultano maggiormente efficaci sono la sostituzione degli infissi (57%) e la sostituzione della caldaia a condensazione con il 36%.

| Epoca di costruzione | Isol. pareti verticali | Isol. Solaio | Isol. Solaio tetto | Sost. infissi | P.d.c | Solar e fv | Solare termico | Caldaia a cond. | Epgl ragg media (kWh/m²/a) | Riqualificazione globale |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **< 1918** | 38% | 8% | 7% | 49% | 0% | 1% | 8% | 12% | 96 | **71%** |
| **1919 - 1945** | 30% | 9% | 11% | 57% | 1% | 1% | 11% | 7% | 130 | **36%** |
| **1946 - 1960** | 38% | 9% | 10% | 50% | 1% | 1% | 5% | 12% | 128 | **62%** |
| **1961 - 1970** | 55% | 8% | 10% | 42% | 1% | 1% | 2% | 2% | 126 | **73%** |
| **1971 - 1980** | 37% | 5% | 11% | 79% | 0% | 0% | 2% | 0% | 125 | **71%** |
| **1981 - 1990** | 39% | 22% | 10% | 52% | 0% | 4% | 0% | 0% | 108 | **80%** |
| **1991 - 2005** | 22% | 7% | 2% | 35% | 0% | 1% | 7% | 58% | 110 | **84%** |
| **> 2006** | 19% | 8% | 0% | 79% | 12% | 3% | 0% | 14% | 69 | **55%** |

*Tabella 101 Consumi di energia medi degli appartamenti di Torino per epoca di costruzione e risparmio energetico a seguito di diversi interventi di riqualificazione energetica*

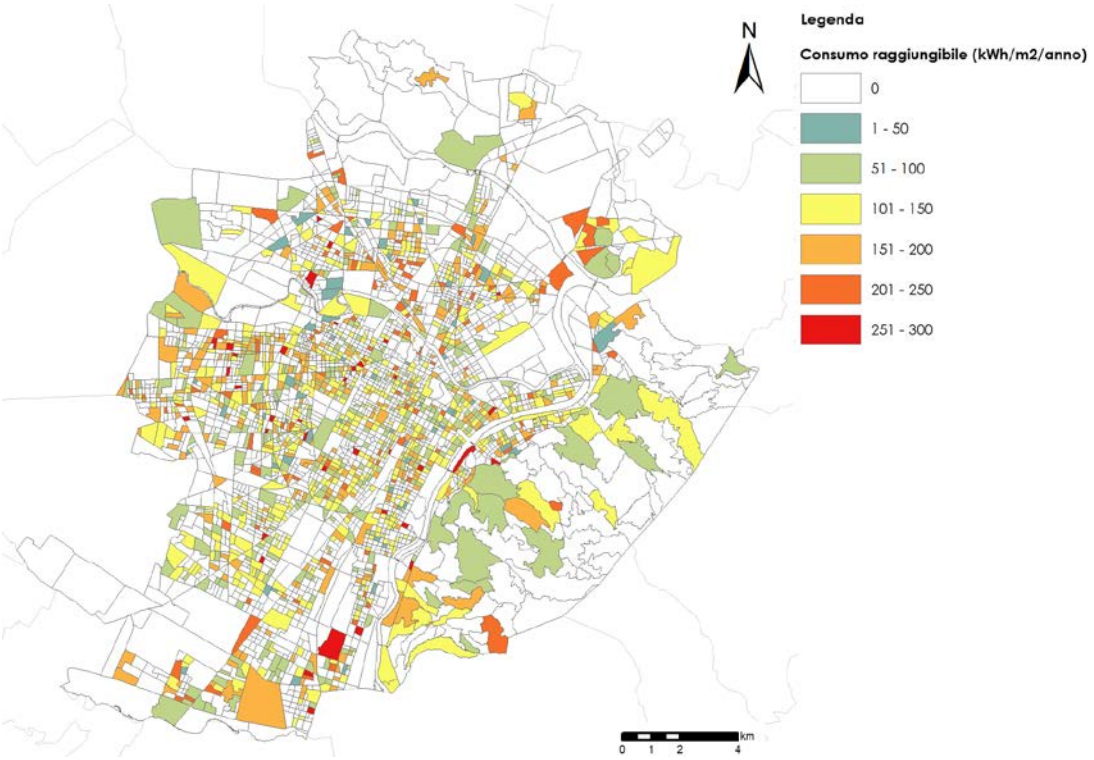



*Figura 17 Consumo raggiungibile medio a seguito degli interventi di riqualificazione per sezione di censimento. Fonte: elaborazione personale*

## Interventi su le villette

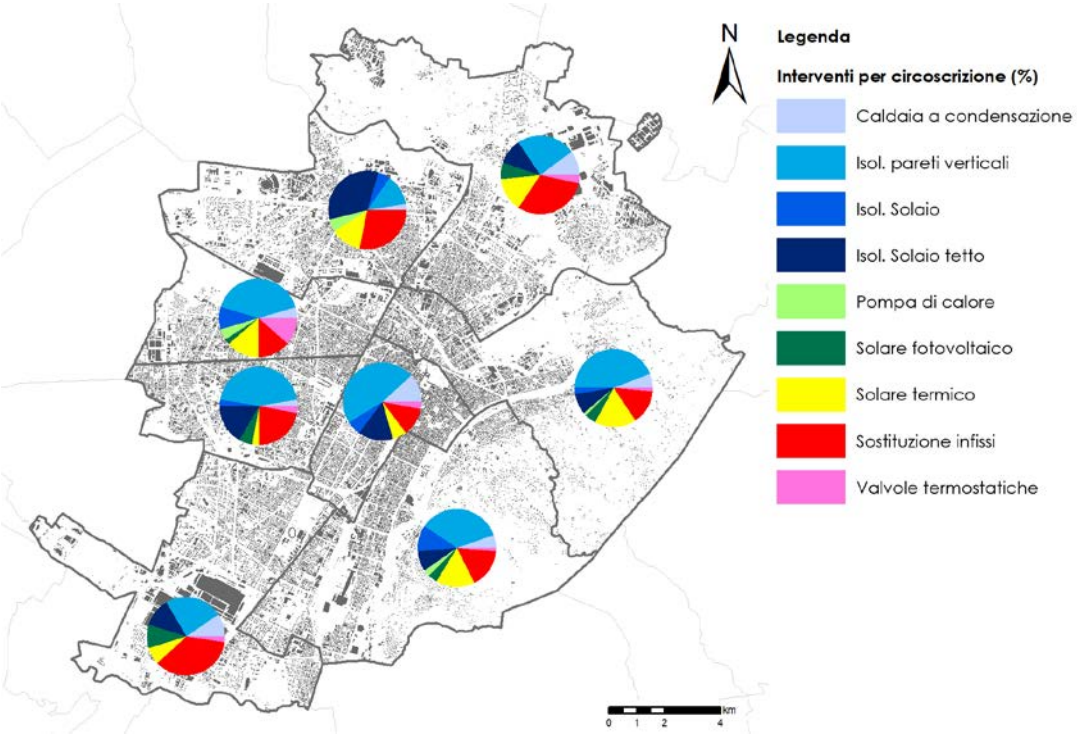



*Figura 18 Percentuale di interventi su le villette, per circoscrizione. Fonte: elaborazione personale*

Invece per la tipologia delle villette, come mostrato nella *tabella 102,* con la riqualificazione globale si ha una riduzione media di consumo del 73% per le epoche di costruzioni fino a gli anni '60.

L'intervento maggiormente efficace è l'isolamento delle pareti verticali con una diminuzione di consumo di circa il 40% e la sostituzione degli infissi con il 34%.

Per le villette con epoca di costruzione compreso tra il 1961 e il 2005 si ha diminuzione media dei consumi energetici pari al 72%, anche in questo gli interventi che consentono di ridurre maggiormente il consumo sono l'isolamento delle pareti verticali (32%) e la sostituzione degli infissi (30%).

Infine per gli edifici più recenti (dopo il 2006) si ha un risparmio medio fino al 70%, caratterizzato dall'installazione delle tecnologie rinnovabili quali il solare termico (72%) e il solare fotovoltaico (22%).

| Epoca di costruzione | Isol. pareti verticali | Isol. Solaio | Isol. Solaio tetto | Sost. infissi | P.d.c. | Solare fv | Solare termico | Caldaia a cond. | Epgl ragg media (kWh/m²/a) | Riqualificazione globale |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **< 1918** | 43% | 19% | 4% | 36% | 1% | 2% | 15% | 14% | 131 | **61%** |
| **1919 - 1945** | 34% | 8% | 28% | 42% | 1% | 1% | 15% | 8% | 144 | **83%** |
| **1946 - 1960** | 52% | 6% | 15% | 25% | 2% | 2% | 17% | 12% | 142 | **76%** |
| **1961 - 1970** | 26% | 6% | 43% | 46% | 1% | 6% | 9% | 11% | 141 | **71%** |
| **1971 - 1980** | 45% | 0% | 38% | 21% | 0% | 5% | 18% | 0% | 134 | **78%** |
| **1981 - 1990** | 19% | 0% | 0% | 27% | 0% | 0% | 66% | 31% | 93 | **72%** |
| **1991 - 2005** | 38% | 0% | 0% | 27% | 0% | 14% | 0% | 31% | 107 | **66%** |
| **> 2006** | 21% | 0% | 0% | 0% | 0% | 22% | 72% | 0% | 67 | **70%** |

*Tabella 102 Consumi di energia medi delle villette di Torino per epoca di costruzione e risparmio energetico a seguito di diversi interventi di riqualificazione energetica*

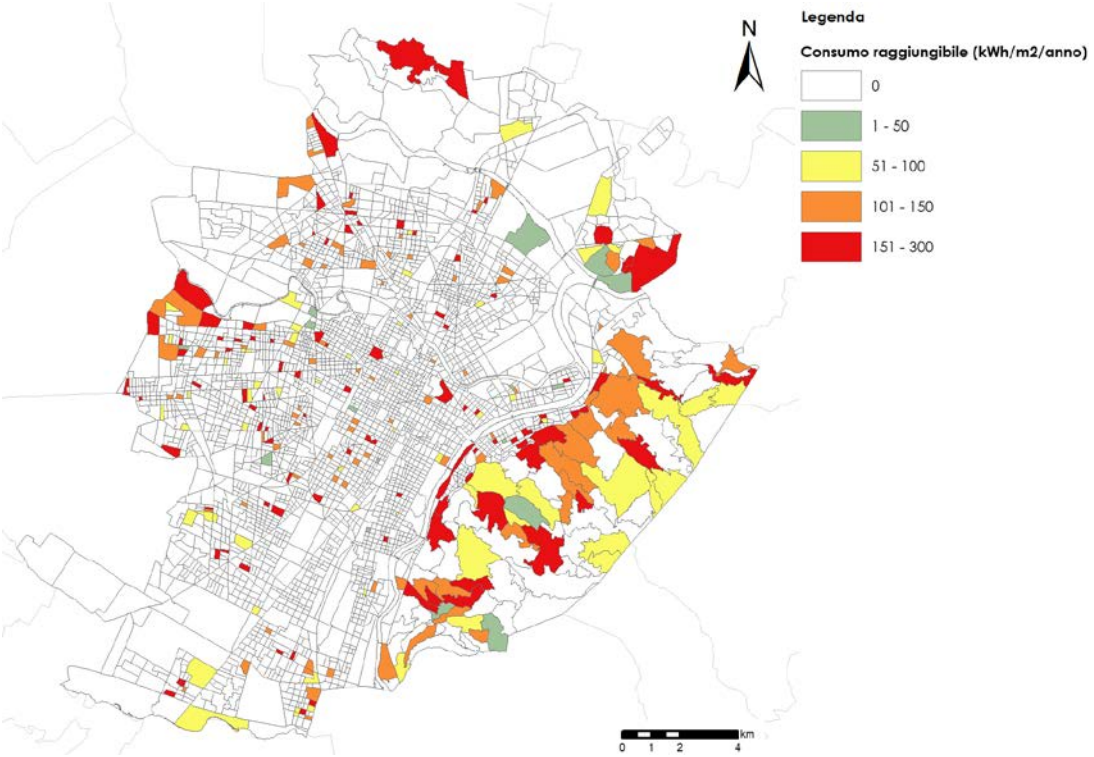



*Figura 19 Consumo raggiungibile medio a seguito degli interventi di riqualificazione per sezione di censimento. Fonte: elaborazione personale*

# 8. CONCLUSIONI

Il settore residenziale viene considerato uno dei settori principali sul quale intervenire per la riduzione dei consumi ai fini del risparmio energetico.

L'obiettivo di questo lavoro di tesi è stato quello di definire: trend attuali di risparmio energetico, utilizzo di fonti rinnovabili con il relativo risparmio energetico, per gli edifici residenziali nella Regione Piemonte e nel Comune di Torino.

I dati utilizzati per le analisi sono stati estratti dal database degli attestati energetici: ACE (Attestato di Certificazione Energetica, rilasciati dal 2 novembre 2009 fino al 30 settembre 2015) e APE (Attestato di Prestazione Energetica, rilasciati dal 1 ottobre 2015 fino ad aprile 2019) contenuti nel SIPEE (Sistema Informativo per la Prestazione Energetica degli Edifici) che rappresentano circa l'84% di tutte le certificazioni energetiche.

Nella prima parte del lavoro di analisi, sono stati verificati i dati contenuti negli attestati energetici, è stato dimostrando come il 5% contiene informazioni inesatte.

L'eliminazione di tali dati, contenenti potenziali errori, ha contribuito comunque ad aumentare l'accuratezza del lavoro.

La metodologia di applicazione descritta in questo lavoro di tesi, ha mostrato come, attraverso l'analisi dei parametri contenuti negli attestati energetici e l'impiego di un approccio statistico, è stato possibile stimare, dalle superfici riqualificate e dai risparmi energetici, il risparmio energetico cumulato all'anno dopo la riqualificazione energetica.

Ciò è avvenuto tramite l'utilizzo del database corretto suddiviso in funzione delle sottozone climatiche regionali (E1, E2, E3, F1, F2, F3 e F4), alla tipologia edilizia (appartamenti e villette), l'epoca di costruzione.

I principali fattori che caratterizzano i consumi sono i valori medi di $EP_{GL}$ e $EP_{GL}$ raggiungibile.

Le analisi effettuate hanno mostrato come le variabili *epoca di costruzione* e *gradi giorno,* influenzano in modo significativo i vari consumi.

L' epoca di costruzione ha avuto un ruolo fondamentale per l'utilizzo delle fonti rinnovabili.

In particolare emerge che, per le diverse tipologie edilizie, costruite dopo il 2006, si ha una sensibilizzazione maggiore nella scelta ponderata delle fonti energetiche rinnovabili.

I risultati così ottenuti mostrano come:

- ogni gruppo omogeneo presenta un risparmio energetico espresso in KWh/m$^2$/anno;
- gli edifici più vecchi (ovvero costruiti prima del 1918) presentano un'elevata potenzialità per un significativo risparmio energetico.

Negli anni, vi è stato un incremento delle riqualificazioni energetiche, pur se nel 2015 la politica sulle certificazioni energetiche è cambiata passando da una legge regionale ad una nazionale.

Per il caso studio specifico su Torino, si è partiti dalla georeferenziazione del database contenente gli attestati energetici riqualificati, in modo da supportare sia la caratterizzazione spaziale degli edifici che il consumo di energia raggiungibile attraverso determinati tipi di interventi.

La procedura, consente quindi la valutazione del consumo di energia degli edifici nonché la creazione di mappe energetiche urbane.

Tramite la localizzazione puntuale dei dati infine, è risultato più agevole individuare le zone dove sono stati effettuati più interventi rispetto ad altre, calcolando la percentuale di riqualificazione globale.

È emerso che, gli interventi più comuni attuati per gli appartamenti sono:

- la sostituzione degli infissi (36%);
- l'isolamento delle pareti verticali (35%).

Per le villette, c'è da considerare, oltre alla sostituzione degli infissi e delle pareti verticali, l'aspetto legato alle fonti energetiche rinnovabili, in particolare al solare termico (20%) e al solare fotovoltaico (10%).

I risultati mostrano come per gli appartamenti vi sia una riqualificazione globale media del 66%, invece per le villette si raggiunge il 72%.

In conclusione, l'intera procedura di valutazione dei dati degli attestati energetici, è risultata molto utile per poter delineare dei trend di risparmio energetico ed attuare misure energetiche per migliorare il risparmio e l'efficienza energetica.
Può rappresentare, quindi, un valido strumento per le pubbliche amministrazioni per poter pianificare e sviluppare delle politiche energetiche per ridurre il consumo di energia ed incentivare lo sviluppo delle fonti energetiche rinnovabili.

# 9. BIBLIOGRAFIA

A. de Ayala et al. (2016). The price of energy efficiency in the Spanish housing market. 16 - 24.

A. Hardy, D. Glew. (2019). An analysis of errors in the Energy Performance certificate database. 1168 -1178.

Amecke, H. (2012). The impact of energy performance certificates: A survey of German home owners. 4 - 14.

B. Hårsman et al. (2016). On the quality and impact of residential energy performance certificates. 711 - 723.

C. Delmastro et al. (2016). A supporting method for selecting cost-optimal energy retrofit policies for residential buildings at the urban scale. 42 - 56.

C. Hjortling et al. (2017). Energy mapping of existing building stock in Sweden – Analysis of data from Energy Performance Certificates. 341–355.

C. Koo, T. Hong. (2015). Development of a dynamic operational rating system in energy performance certificates for existing buildings: Geostatistical approach and data-mining technique. 254 - 270.

D. Hulshof et al. (2019). Performance of markets for European renewable energy certificates. 697 - 710.

F. Fuerst, P. M. (2011). The impact of Energy Performance Certificates on the rental and capital values of commercial property assets. 6608–6614.

F. Fuerst, P. McAllister. (2015). Does energy efficiency matter to home-buyers? An investigation of EPC ratings and transaction prices in England. 145 - 156.

F. Khayatian et al. (2017). Building energy retrofit index for policy making and decision support at regional and national scales. 1062 - 1075.

G. Mutani et al. (2016). Characterization of building thermal energy consumption at the urban scale. 384 - 391.

J. Jeong et al. (2017). Development of a prediction model for the cost saving potentials in implementing the building energy efficiency rating certification. 257–270.

J. Las-Heras-Casas et al. (2018). A tool for verifying energy performance certificates and improving the knowledge of the residential sector: A case study of the Autonomous Community of Aragón (Spain). 62-72.

J. von Platten, et al. (2019). The renewing of Energy Performance Certificates - Reaching comparability between decade-apart energy records.

K. Fabbri et al. (2012). Heritage buildings and energy performance: Mapping with GIS tools. 137 - 145.

K. G. Droutsa et al. (2016). Mapping the energy performance of hellenic residential buildings from EPC (energy performance certificate) data. 284 - 295.

K.N. Streicher et al. (2018). Assessment of the current thermal performance level of the Swiss residential building stock: Statistical analysis of energy performance certificates. 360 - 378.

Luis M. López-González et al. (2016). Energy performance certificates as tools for energy planning in the residential sector. The case of La Rioja. 1280 - 1292.

M. Collins et al. (2018). Bunching of residential building energy performance certificates at threshold values. 662 - 676.

M. Franke, C. N. (2019). Energy efficiency in the German residential housing market: Its influence on tenants and owners. 879 - 890.

M. Herrando et al. (2016). Energy Performance Certification of Faculty Buildings in Spain: The gap between estimated and real energy consumption. 141 - 153.

M. Mangold et al. (2015). Handling data uncertainties when using Swedish energy performance certificate data to describe energy usage in the building stock. 328 - 336.

Prieler M. et al. (2017). Characteristics of a database for energy performance certificates. 1000 - 1005.

T. Broberg, A. E. (2019). Effects of energy performance certificates on investment: A quasi-natural experiment approach.

T. Johansson et al. (2016). Energy performance certificates and 3-dimensional city models as a means to reach national targets – A case study of the city of Kiruna. 42 - 57.

Verbruggen, A. (2009). Performance evaluation of renewable energy support policies, applied on Flanders' tradable certificates system. 1385 - 1394.

## SITOGRAFIA

**ANIT:** *https://www.anit.it* - scarico guida "Regione Piemonte, regole per l'efficienza energetica degli edifici, 2017"

**Arpa Piemonte:** *https://www.arpa.piemonte.it* - scarico dei dati relativi ai gradi giorno, temperature medie mensili (ultima consultazione: settembre 2019)

**Atlaimpianti:** *https://www.gse.it/dati-e-scenari/atlaimpianti* - scarico dati impianti di produzione di energia elettrica e termica (ultima consultazione ottobre 2019)

**Demo Istat:** *http://demo.istat.it* - scarico dati demografici (ultima consultazione: dicembre 2018)

**EUR-Lex:** *https://eur-lex.europa.eu/homepage.html* - scarico normativa europea (ultima consultazione maggio 2019)

**Gazzetta ufficiale:** *www.gazzettaufficiale.it – scarico normativa nazionale (ultima consultazione maggio 2019)*

**Istat:** *https://www.istat.it/* - scarico dei dati di censimento, base territoriali, variabili censuarie (ultima consultazione: dicembre 2018)

**Enea:** *http://www.efficienzaenergetica.enea.it/* - (ultima consultazione: marzo 2019)

**Geoportale Piemonte:** *http://www.geoportale.piemonte.it/cms/bdtre/16-bdtre-*scarico dati BDTRE (ultima consultazione: ottobre 2019)

**PVGis:** *http://www.solaritaly.enea.it/CalcRggmmOrizz/Calcola1.php* - scarico dati della radiazione solare globale giornaliera media mensile su superficie orizzontale (ultima consultazione: novembre 2019)

**Sistema Piemonte:** *http://www.sistemapiemonte.it/cms/privati/ambiente-e-energia/servizi/856-sistema-informativo-per-le-prestazioni-energetiche-degli-edifici-sipee* (ultima consultazione: ottobre 2018)