

POLITECNICO DI TORINO

Corso di Laurea Magistrale in

Pianificazione Territoriale, Urbanistica e Paesaggistico Ambientale



Tesi di Laurea Magistrale

**“La sostenibilità energetica. L’attitudine della popolazione torinese alla
riqualificazione energetica e all’utilizzo di fonti rinnovabili”**

Candidato

Federica Ranica

Relatore

Prof.ssa Guglielmina Mutani

Anno Accademico 2019/2020

RINGRAZIAMENTI

Un ringraziamento speciale alla mia relatrice (Prof.ssa G. Mutani), per le conoscenze trasmesse durante il percorso di stesura del lavoro e per la sua disponibilità.

Ringrazio di cuore la mia collega (Chiara), per i suoi consigli ed il supporto dimostrato durante quest'ultima parte del percorso universitario.

Ringrazio il mio compagno di vita (Simone), per la sua pazienza ed il sostegno dimostrato in tutti questi anni, per avermi incoraggiato a concludere questo percorso durante i momenti difficili.

Infine, vorrei dedicare questo piccolo traguardo della mia vita ai miei nonni, che hanno sempre creduto in me. Ai miei genitori e ai loro sacrifici, perché senza di loro non avrei mai potuto intraprendere questo percorso di studi e coltivare una delle mie più grandi passioni.

Grazie

ABSTRACT

In Italia, il settore residenziale è responsabile del 29% del consumo energetico nazionale (Dati Istat, 2011), in crescita negli ultimi anni a causa delle nuove esigenze di comfort abitativo. L'utilizzo massivo dei combustibili fossili e delle fonti non rinnovabili per il riscaldamento delle abitazioni è ancora oggi in forte contrasto con gli obiettivi definiti da Agenda 2030, la quale promuove il concetto di sviluppo sostenibile e l'utilizzo di energia rinnovabile. Lo strumento Nazionale, che si è posto l'obiettivo di rendere note le prestazioni energetiche e gli impatti ambientali di un edificio sul territorio, è l'A.P.E. (Attestato di prestazione energetica), in sostituzione dell'A.C.E. (Attestato di Certificazione Energetica).

Il lavoro parte dall'analisi degli A.P.E e A.C.E (rilasciati nel periodo Novembre 2009-Aprile 2019), contenuti all'interno del Database SIPEE (Sistema Informativo per la Prestazione Energetica degli Edifici), con l'obiettivo di definire un modello delle performance energetiche degli edifici residenziali del Comune di Torino, e successivamente delle Microzone censuarie presenti all'interno dell'area comunale.

Oltre alle variabili relative alle caratteristiche degli edifici, sono state considerate anche le variabili socio-economiche, con lo scopo di individuare quali fattori possono influire sul consumo energetico degli edifici e sulla scelta di effettuare interventi di riqualificazione energetica da parte della popolazione torinese.

Successivamente, è stato possibile individuare, per ogni Microzona, le correlazioni esistenti tra il consumo energetico degli edifici e le variabili del parco edilizio e della popolazione. Si è delineata, dunque, l'attitudine della popolazione torinese ad effettuare interventi di riqualificazione energetica, creando un profilo degli utenti.

ABSTRACT

In Italy, the residential buildings are responsible for 29% of national energy consumption (Dati Istat, 2011), growing in recent years due to the need for new living comfort. The massive use of fossil fuels and non-renewable sources for heating homes is still today in stark contrast to the objectives defined by Agenda 2030, which promotes the concept of sustainable development and the use of renewable energy. The National instrument, which has set itself the objective of making known the energy performance and environmental impacts of a building on the territory, is the A.P.E., which it replaced the A.C.E.

The study starts from the analysis of the A.P.E and A.C.E (released in the period November 2009-April 2019), contained within the SIPEE Database (Information System for the Energy Performance of Buildings), with the aim of defining a model of the energy performance of residential buildings in Turin, and in the Microzones of the area.

In addition to the variables relating to the characteristics of the buildings, socio-economic variables have also been considered, with the aim of identifying which factors may influence the energy consumption of the buildings and the choice of carrying out energy requalification interventions by the Turin population.

Subsequently, it was possible to identify, for each Microzone, the correlations between the energy consumption of buildings and the variables of the building and the population. Therefore, the attitude of the Turin population to carry out energy redevelopment interventions was outlined, creating a user profile.

INDICE

INTRODUZIONE.....14

1 LITERATURE REVIEW.....16

1.1	Affidabilità dei dati sulle certificazioni energetiche.....	16
1.2	Differenze tra dati reali e calcolati : il ruolo dell'utenza.....	18
1.3	Fattibilità economica degli interventi di retrofit.....	19
1.4	Invecchiamento e prestazione termica degli edifici.....	19
1.5	Durabilità dei materiali e tecnologie per i nuovi edifici	21
1.6	Consumo energetico: i fattori chiave.....	21
1.7	Concetto di Energy Poverty: i principali indicatori	23
1.8	Ruolo delle detrazioni fiscali.....	30

2 LA CERTIFICAZIONE ENERGETICA DEGLI EDIFICI.....38

2.1	Quadro normativo europeo e nazionale.....	38
2.1.1.	Direttiva Europea 2002/91/CE.....	38
2.1.2.	DLgs 192/2005.....	39
2.1.3	Direttiva Europea 2010/31/CE.....	39
2.1.4	DL 63/2013.....	40
2.2	Differenze tra A.C.E e A.P.E.....	40

3 IL CASO STUDIO DEL COMUNE DI TORINO.....43

3.1	Analisi ed elaborazione Database SIPEE	43
3.1.1	Destinazione d'uso residenziale.....	43
3.1.2	Zona climatica.....	44
3.1.3	Periodo di rilascio A.C.E e A.P.E.....	45
3.1.4	Motivazione del rilascio A.C.E e A.P.E.....	46
3.1.5	Tipologia edilizia	50
3.1.6	Epoca di costruzione.....	51
3.1.7	Superficie utile	53
3.1.8	Superficie disperdente.....	55

2019-2020

3.1.9	Volume lordo riscaldato.....	56
3.1.10	Rapporto forma.....	57
3.1.11	Fonti energetiche non rinnovabili.....	58
3.1.12	Fonti energetiche rinnovabili.....	59
3.1.13	Tipologia impianti	61
3.1.14	Classe energetica.....	62
3.1.15	Indice di prestazione energetica globale (EPgl).....	65
3.1.16	Indice di prestazione energetica raggiungibile (EPgl ragg).....	68
3.1.17	Tipologia interventi effettuati e relativo risparmio energetico.....	71
3.1.18	Risparmio energetico per epoca e tipologia di intervento.....	73
3.2	Sintesi	75
4	MICROZONE DEL COMUNE DI TORINO	77
4.1	Le Microzone.....	77
4.2	Analisi ed elaborazione Database SIPEE.....	79
4.2.1	Incidenza sul totale.....	79
4.2.2	Anno rilascio A.C.E e A.P.E	80
4.2.3	Motivazione rilascio A.C.E e A.P.E.....	81
4.2.4	Epoca di costruzione degli edifici.....	82
4.2.5	Tipologia edilizia.....	84
4.2.6	Superficie utile.....	85
4.2.7	Superficie disperdente.....	86
4.2.8	Volume Lordo riscaldato.....	87
4.2.9	Rapporto Forma	88
4.2.10	Tipologia Impianto.....	89
4.2.11	Fonte energetica.....	90
4.2.12	Classe energetica.....	92
4.2.13	Fabbisogno edifici residenziali per microzona (EPgl).....	94
4.2.14	Fabbisogno edifici residenziali raggiungibile (EPgl ragg)	95
4.2.15	Consumi energetici e relative variabili.....	97
4.2.16	Tipologie interventi di retrofit	100
4.2.17	Vincoli e limitazioni sugli interventi di retrofit	101
4.3	Le Microzone suddivise per classi	102
4.4	Sintesi.....	112

5	LE VARIABILI SOCIO-ECONOMICHE.....	120
5.1	Popolazione torinese.....	120
5.1.1	Incidenza sul totale.....	120
5.1.2	Popolazione suddivisa per sesso, età e nazionalità.....	122
5.1.3	Tasso di scolarità	126
5.1.4	Tasso di occupazione.....	127
5.1.5	Componenti nucleo familiare.....	128
5.1.6	Famiglie in alloggi di proprietà o affitto.....	129
5.1.7	Tasso di occupazione degli edifici	129
6	L'ATTITUDINE ALLA RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA DELLA POPOLAZIONE DEL COMUNE DI TORINO.....	130
6.1	Calcolo dei fattori.....	130
6.2	Modello 1: Attestati totali rilasciati da Novembre 2009 ad Aprile 2019.....	133
6.3	Modello 2: L'attitudine della popolazione ad effettuare interventi di retrofit energetico.....	135
6.4	Modello 3: L'attitudine della popolazione ad effettuare interventi di retrofit energetico con fonti rinnovabili.....	137
6.5	Conclusione e osservazioni.....	140
	BIBLIOGRAFIA.....	143

INDICE DEI GRAFICI

Grafico 1 - Spesa media mensile per abitazione, suddivisa in due categorie. Fonte: Dati Istat, 2011.....	23
Grafico 2 - Percentuale di abitazioni senza impianto di riscaldamento. Fonte: Dati Istat, 2011.....	25
Grafico 3 - Tasso di disoccupazione. Fonte: Dati Istat, 2011.....	26
Grafico 4 - Percentuale di decessi avvenuti durante i mesi invernali. Fonte: Dati Istat, 2011.....	26
Grafico 5 - Numero medio di camere per persona (residente). Fonte: Dati Istat, 2011.....	27
Grafico 6 - Percentuale degli edifici costruiti prima del 1981 e percentuale di edifici in mediocre e pessimo stato di conservazione. Fonte: Dati Istat, 2011.....	28
Grafico 7 - Reddito medio pro-capite. Fonte: Dati Istat, 2009.....	28
Grafico 8 - Rischio povertà delle famiglie italiane. Fonte: Eurostat, 2016.....	29
Grafico 9 - Numero attestati rilasciati da Novembre 2009 ad Aprile 2019, suddivisi per anno. Fonte: Dati SIPEE.....	45
Grafico 10 - Motivazioni rilascio ACE. Fonte: Dati SIPEE.....	46
Grafico 11 - Motivazioni rilascio APE. Fonte: Dati SIPEE.....	47
Grafico 12 - Motivazione del rilascio degli ACE e A.P.E. Fonte: DATI SIPEE.....	48
Grafico 13 - Percentuale di riqualificazioni energetiche effettuate, suddivise per anno. Fonte: DATI SIPEE.....	49
Grafico 14 - Percentuale attestati, suddivisi per tipologia edilizia. Fonte: Dati SIPEE.....	50
Grafico 15 - Percentuale degli edifici suddivisi per epoca di costruzione. Fonte: Dati Istat e Dati SIPEE.....	51
Grafico 16 - Superficie Utile immobili oggetto di certificazione energetica ACE e APE. Fonte: Dati SIPEE.....	53
Grafico 17 - Superficie Utile Media degli immobili certificati. Fonte: Dati ISTAT e Dati SIPEE.....	54
Grafico 18 - Superficie disperdente degli immobili certificati., suddivisa tra ACE e APE. Fonte: Dati SIPEE.....	55
Grafico 19 - Volume Lordo riscaldato degli immobili certificati., suddiviso tra ACE e APE. Fonte: Database SIPEE.....	56
Grafico 20 - Rapporto forma degli immobili (S/V), suddiviso in otto classi. Fonte: Dati SIPEE.....	57

2019-2020

Grafico 21 - Percentuale fonte energetica utilizzata nel Comune di Torino Fonte: Dati Istat e dati SIPEE.....	58
Grafico 22 - Percentuale degli impianti presenti nel Comune di Torino, suddivisi per fonte energetica rinnovabile utilizzata. Fonte: DatiSIPEE.....	59
Grafico 23 - Percentuale di impianti presenti nel Comune di Torino suddivisi per fonte energetica rinnovabile utilizzata. Fonte: Dati Atlaimpianti.....	60
Grafico 24 - Percentuale tipologia degli impianti di riscaldamento presenti nel Comune di Torino, suddivisi per tipologia.. Fonte: Dati Istat e Dati SIPEE.....	61
Grafico 25 - Percentuale certificazioni ACE suddivise per classe energetica degli edifici. Fonte: Dati SIPEE.....	62
Grafico 26 - Percentuale certificazioni APE suddivise per classe energetica degli edifici. Fonte: Dati SIPEE.....	63
Grafico 27 - Percentuale degli immobili oggetto di ACE, suddivisi in base al valore EPgl. Fonte: Dati SIPEE.....	65
Grafico 28 - Percentuale degli immobili oggetto di APE, suddivisi in base al valore EPgl. Fonte: Dati SIPEE.....	67
Grafico 29 - Percentuale degli immobili oggetto di ACE, suddivisi in base al valore EPgl,ragg. Fonte: Dati SIPEE.....	68
Grafico 30 - Percentuale degli immobili oggetto di APE, suddivisi in base al valore EPgl,ragg. Fonte: Dati SIPEE.....	69
Grafico 31 - Percentuale degli immobili oggetto di ACE e APE, suddivisi per intervento di riqualificazione energetica. Fonte: Dati SIPEE.....	71
Grafico 32 - Percentuale degli attestati rilasciati da Nov.2009 ad Aprile 2019 suddivisi per Microzona. Fonte: Elaborazione propria su dati SIPEE.....	79
Grafico 33 - Anno rilascio delle certificazioni energetiche, suddivise per ogni microzona. Fonte: Elaborazione propria su dati SIPEE.....	80
Grafico 34 - Motivazione del rilascio per ogni microzona. Fonte: Elaborazione propria su dati SIPEE.....	81
Grafico 35 - Epoca di costruzione degli edifici oggetto di certificazione energetica, suddivisa per ogni microzona. Fonte: Elaborazione propria su dati SIPEE.....	82
Grafico 36 - Tipologia edilizia degli edifici oggetto di certificazione energetica, suddivisa per ogni microzona. Fonte: Elaborazione propria su dati SIPEE.....	84
Grafico 37 - Superficie Utile degli edifici oggetto di certificazione energetica, suddivisa per ogni microzona. Fonte: Elaborazione propria su dati SIPEE.....	85
Grafico 38 - Superficie Disperdente degli edifici oggetto di certificazione energetica, suddivisa per ogni microzona. Fonte: Elaborazione propria su dati SIPEE.....	86

2019-2020

Grafico 39 - Volume Lordo degli edifici oggetto di certificazione energetica, suddivisa per ogni microzona. Fonte: Elaborazione propria su dati SIPEE.....	87
Grafico 40 - Rapporto Forma degli edifici oggetto di certificazione energetica, suddivisa per ogni microzona. Fonte: Dati SIPEE.....	88
Grafico 41 - Tipologia impianti degli edifici, suddivisi per ogni microzona. Fonte: Dati SIPEE.....	89
Grafico 42 - Fonte energetica per il riscaldamento degli edifici per ogni microzona. Fonte: Dati SIPEE.....	90
Grafico 43 - Classe energetica degli edifici, suddivisa per ogni microzona. Fonte: Dati SIPEE.....	92
Grafico 44 - Percentuale media relativa alla classe energetica degli edifici. Fonte: dati SIPEE.....	93
Grafico 45 - Valore EPgl degli edifici, suddiviso per ogni microzona. Fonte: dati SIPEE.....	94
Grafico 46 - Risparmio energetico ottenuto per ogni microzona, a seguito degli interventi di riqualificazione energetica. Fonte: dati SIPEE.....	95
Grafico 47 - Tipologia interventi di riqualificazione energetica, suddivisi per ogni microzona. Fonte: dati SIPEE.....	100
Grafico 48 - Percentuale della popolazione suddivisa per ogni microzona. Fonte: Dati ISTAT.....	120
Grafico 49 - Percentuale della popolazione suddivisa per ogni microzona. Fonte: Dati ISTAT.....	122
Grafico 50 - Et� della popolazione suddivisa per classi, per ogni microzona. Fonte: Dati ISTAT.....	123
Grafico 51 - Percentuale popolazione straniera suddivisa per Microzona. Fonte: Dati ISTAT.....	125
Grafico 52 - Tasso di scolarit� della popolazione suddiviso per Microzona. Fonte: Dati ISTAT.....	126
Grafico 53 - Tasso di occupazione della popolazione suddiviso per Microzona. Fonte: Dati ISTAT.....	127
Grafico 54 - Percentuale famiglie Torinesi con <2 e >3 componenti, suddivisa per Microzona. Fonte: Dati ISTAT.....	128
Grafico 55 - Percentuale famiglie Torinesi in affitto e in alloggi di propriet�, suddivisa per Microzona. Fonte: Dati ISTAT.....	129
Grafico 56 - Percentuale abitazioni occupate da almeno un residente e abitazioni vuote/occupate da non residente, suddivisa per Microzona. Fonte: Dati ISTAT.....	129
Grafico 57 - Regressione lineare. Attestati APE e ACE rilasciati da Nov.2009 ad Aprile 2019. Fonte: Elaborazione propria Dati ISTAT e SIPEE in Excel.....	133
Grafico 58 - I principali fattori che incidono sul risparmio energetico degli edifici. Fonte: Elaborazione propria Dati ISTAT e SIPEE in Excel.....	134
Grafico 59 - Regressione lineare. Attestati APE e ACE rilasciati da Nov.2009 ad Aprile 2019 per interventi di riqualificazione energetica. Fonte: Elaborazione propria Dati ISTAT e SIPEE in Excel.....	135

2019-2020

Grafico 60 - Percentuale fattori che influiscono sulla scelta di effettuare interventi di riqualificazione energetica. Fonte: Elaborazione propria.....	136
Grafico 61 - Regressione lineare. Attestati APE e ACE rilasciati da Nov.2009 ad Aprile 2019 per interventi di riqualificazione energetica con fonti rinnovabili. Fonte: Elaborazione propria Dati ISTAT e SIPEE in Excel.....	137
Grafico 62 - Percentuale fattori che influiscono sulla scelta di effettuare interventi di riqualificazione energetica con fonti rinnovabili. Fonte: Elaborazione propria.....	138

INDICE DELLE TABELLE

Tabella 1 - Utilizzo e prezzo delle principali fonti energetiche. Fonte: Dati Istat, 2011.....	24
Tabella 2 - Classificazione delle zone climatiche e periodo di riscaldamento. Fonte: D.P.R 412/93.....	44
Tabella 3 - Numero e percentuale degli attestati rilasciati da Novembre 2009 ad Aprile 2019. Fonte: Dati SIPEE.....	45
Tabella 4 - Principali motivazioni del rilascio ACE e APE. Fonte: Dati SIPEE.....	47
Tabella 5 - Numero e percentuali A.C.E. e A.P.E, suddivisi per anno e motivazione. Fonte: Dati SIPEE... ..	49
Tabella 6 - Numero e percentuale attestati, suddivisi per tipologia edilizia. Fonte: Dati SIPEE.....	50
Tabella 7 - Numero e percentuale degli edifici suddivisi epoca di costruzione. Fonte: Dati Istat e Dati SIPEE.....	51
Tabella 8 - Numero e percentuale della superficie disperdente degli immobili certificati, suddivisa in 8 classi. Fonte: Database SIPEE.....	55
Tabella 9 - Volume Lordo riscaldato degli immobili certificati, suddiviso in 8 classi. Fonte: Database SIPEE.....	56
Tabella 10 - Numero e percentuale degli immobili certificati, suddivisi per S/V. Fonte: Dati SIPEE.....	57
Tabella 11 - Numero e percentuale della tipologia degli impianti di riscaldamento nel Comune di Torino. Fonte: Dati Istat e dati SIPEE.....	59
Tabella 12 - Numero e percentuale impianti presenti nel Comune di Torino con fonti rinnovabili. Fonte: Dati Atlaimpianti e Dati SIPEE.....	60
Tabella 13 - Numero e Percentuale degli impianti di riscaldamento presenti nel Comune di Torino. Fonte: Dati Istat e Dati SIPEE.....	61
Tabella 14 - Numero e percentuale certificazioni ACE, suddivise per classe energetica degli edifici Fonte: Dati SIPEE.....	62
Tabella 15 - Valori EPgl,nren e relativa classe energetica. Fonte: D.L. del 26 Giugno 2015.....	63
Tabella 16 - Numero e percentuale certificazioni APE, suddivise per classe energetica degli edifici.	

Fonte: Dati SIPEE.....	64
Tabella 17 – Numero e Percentuale degli immobili oggetto di ACE, suddivisi in base al valore EPgl. Fonte: Dati SIPEE.....	66
Tabella18– Numero e Percentuale degli immobili oggetto di ACE, suddivisi in base al valore EPgl. Fonte: Dati SIPEE.....	67
Tabella 19– Numero e Percentuale degli immobili oggetto di ACE, suddivisi in base al valore EPgl ragg. Fonte: Dati SIPEE.....	69
Tabella 20 – Numero e Percentuale degli immobili oggetto di APE, suddivisi in base al valore EPgl,ragg. Fonte: Dati SIPEE.....	70
Tabella 21 – Numero e Percentuale degli immobili oggetto di ACE e APE, suddivisi per intervento di riqualificazione energetica. Fonte: Dati SIPEE.....	72
Tabella 22 – Numero interventi di retrofit, suddivisi per epoca di costruzione degli edifici. Fonte: Dati SIPEE.....	72
Tabella 23 – Numero e EPgl degli interventi di retrofit suddivisi per epoca di costruzione. Fonte: Dati SIPEE.....	73
Tabella 24 – Numero e EPgl dei non interventi, suddivisi per epoca di costruzione. Fonte: Dati SIPEE.....	74
Tabella 25 –Risparmio energetico ottenuto dagli interventi di retrofit suddivisi per tipologia. Fonte: Dati SIPEE.....	74
Tabella 26– Risparmio annuo a seguito di interventi di retrofit con fonti rinnovabili. Fonte: Dati SIPEE.....	74
Tabella 27 – Risparmio energetico ottenuto per ogni microzona, a seguito degli interventi di riqualificazione energetica. Fonte: Dati SIPEE.....	96
Tabella 28 - Classificazione della popolazione .Fonte: Dati Istat, 2011.....	122
Tabella 29 – Popolazione residente nel Comune di Torino suddivisa per età. Fonte: Dati ISAT.....	124
Tabella 30 – Popolazione con qualifiche. Fonte: Dati ISAT.....	126
Tabella 31 – Calcolo dei fattori socio-economici. Fonte: Elaborazione propria su Dati ISTAT.....	130
Tabella 32 – Estratto tabella Attestati APE e ACE rilasciati da Nov. 2009 ad Aprile 2019.. Fonte: Elaborazione propria in Excel.....	131
Tabella 33 – Estratto tabella Attestati APE e ACE rilasciati da Nov. 2009 ad Aprile 2019.. Fonte: Elaborazione propria in Excel.....	131
Tabella 34 – Estratto tabella Attestati , EPgl calcolato. Fonte: Elaborazione propria in Excel.....	132

INDICE DELLE IMMAGINI

Mapa 1 - Le Microzone del Comune di Torino. Fonte: Elaborazione personale con Arcgis.....	77
---	----

Mappa 2 –Confronto tra consumo energetico e numero di edifici residenziali, per ogni microzona. Fonte: Elaborazione personale con Arcgis.....	97
Mappa 3 –Confronto tra consumo energetico e rapporto forma degli edifici, per ogni microzona. Fonte: Elaborazione personale con Arcgis.....	98
Mappa 4 - Confronto tra consumo energetico e occupazione degli edifici, per ogni microzona. Fonte: Elaborazione personale con Arcgis.....	99
Mappa 5 - Confronto tra consumo energetico e densità demografica, per ogni microzona. Fonte: Elaborazione personale con Arcgis.....	99
Mappa 6– I vincoli storici e paesaggistici. Fonte: PPR (Piano paesaggistico regionale).....	101
Mappa7 – Le microzone suddivise per sei classi. Fonte: Elaborazione propria in Arcgis.....	107
Mappa 8- Numero attestati rilasciati da Novembre 2009 ad Aprile 2019, suddiviso per ogni Microzona del Comune di Torino. Fonte: Elaborazione personale con Arcgis.....	107
Mappa 9 - Numero interventi di riqualificazione energetica effettuati da Novembre 2009 ad Aprile 2019, suddivisi per ogni Microzona del Comune di Torino. Fonte: Elaborazione personale con Arcgis.....	108
Mappa 10 - Numero interventi di riqualificazione energetica con fonti rinnovabili effettuati da Novembre 2009 ad Aprile 2019, suddivisi per ogni Microzona del Comune di Torino. Fonte: Elaborazione personale con Arcgis.....	108
Mappa 11 - Percentuale di interventi di Isolamento delle pareti verticali effettuati da Nov.2009 ad Aprile 2019, suddivisi per ogni Microzona del Comune di Torino. Fonte: Elaborazione personale con Arcgis.....	109
Mappa 12 - Percentuale di interventi di Isolamento del Solaio/tetto effettuati da Nov.2009 ad Aprile 2019, suddivisi per ogni Microzona del Comune di Torino. Fonte: Elaborazione personale con Arcgis.....	109
Mappa 13 - Percentuale di interventi di Sostituzione degli Infissi effettuati da Nov.2009 ad Aprile 2019, suddivisi per ogni Microzona del Comune di Torino. Fonte: Elaborazione personale con Arcgis.....	110
Mappa 14 - Percentuale di interventi di Installazione di Caldaia a Condensazione effettuati da Nov.2009 ad Aprile 2019, suddivisi per ogni Microzona del Comune di Torino. Fonte: Elaborazione personale con Arcgis.....	110
Mappa 15 - Percentuale di interventi di Installazione di Pompa di Calore effettuati da Nov.2009 ad Aprile 2019, suddivisi per ogni Microzona del Comune di Torino. Fonte: Elaborazione personale con Arcgis.....	111
Mappa 16- Percentuale di interventi di Installazione di Impianto Solare Fotovoltaico da Nov.2009 ad Aprile 2019, suddivisi per ogni Microzona del Comune di Torino. Fonte: Elaborazione personale con Arcgis.....	111
Mappa 17 - Percentuale di interventi di Installazione di Impianto Solare Termico da Nov.2009 ad Aprile 2019, suddivisi per ogni Microzona del Comune di Torino. Fonte: Elaborazione propria con Arcgis.....	112
Mappa 18 – Popolazione residente suddivisa per ogni microzona. Fonte: Dati ISTAT.....	121
Mappa 19 - Popolazione interessata ad effettuare interventi di retrofit energetico. Fonte: Elaborazione. personale con Arcgis.....	140
Mappa 20 – Confronto tra reddito pro capite e Su media delle abitazioni occupate da almeno una persona residente, suddiviso per ogni Microzona del Comune di Torino. Fonte: personale con Arcgis.....	141

INTRODUZIONE

L'interesse maturato verso le tematiche della sostenibilità energetica e dell'energia rinnovabile, ad oggi molto presenti nel dibattito ambientale, è stato incentivato da alcuni input ricevuti durante il percorso universitario. Negli ultimi anni, l'inquinamento e l'utilizzo non sostenibile dell'energia hanno evidenziato una situazione ambientale drammatica.

Il concetto di "sostenibilità energetica" è strettamente legato al concetto di "sviluppo sostenibile", che grazie all'efficienza dell'uso delle fonti energetiche a disposizione, si pone l'obiettivo di salvaguardare l'ambiente, incoraggiando l'utilizzo di fonti energetiche rinnovabili. L'utilizzo di energia sostenibile, ossia di energia proveniente da fonti sostenibili (come acqua, sole, biomassa e vento), permette di ridurre la produzione di energia tramite i combustibili fossili, ad oggi fonti esauribili di energia che danneggiano e inquinano l'ambiente.

Per far fronte alle problematiche ambientali, in merito alla lotta del cambiamento climatico e della riduzione delle emissioni di CO₂, l'Unione Europea attraverso la Direttiva 2002/91/CE, nota anche come "Energy Performance Building Directive" (EPBD) ha definito le politiche da utilizzare per accelerare le azioni di risparmio energetico e ridurre le disuguaglianze tra i vari Stati Membri.

La Direttiva Europea 2002/91/CE, è stata recepita in Italia con il DLgs 192/2005 "*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*", introducendo l'obbligo della certificazione energetica degli edifici, che si esprime attraverso il rilascio da parte del certificatore di un attestato in cui vengono riportati i livelli di performance energetica dell'edificio. Alla base di questo studio vi è l'analisi del DataBase SIPEE, della Regione Piemonte, in cui vengono raccolte tutte le variabili degli attestati di certificazione energetica (A.C.E) e degli attestati di prestazione energetica (A.P.E.) rilasciati all'interno del Comune di Torino.

Durante lo svolgimento del lavoro, sono emersi alcuni elementi in comune con gli studi effettuati da professionisti sulle certificazioni energetiche degli edifici, pubblicati tra il 2014 ed il 2019. In primis, il problema della scarsa affidabilità dei dati e delle operazioni di verifica e controllo troppo spesso superficiali e poco efficaci da parte dei certificatori, infatti molte variabili nel database risultano incomplete. Per risolvere il problema della poca accuratezza dei dati, i valori considerati all'interno dell'elaborato fanno riferimento al valore mediano, così da escludere possibili errori.

Oltre alle variabili relative alle caratteristiche fisiche degli edifici, sono state analizzate anche le variabili socio-economiche, che influiscono significativamente sulla possibilità di effettuare un investimento in opere di riqualificazione energetica degli edifici da parte della popolazione torinese. Ogni opera di riqualificazione degli edifici necessita di un investimento, più o meno dispendioso, che nella proposta di politiche energetiche mirate ad interventi di riqualificazione, non deve essere sottovaluto. Una valutazione sulla fattibilità economica è il punto di partenza per informare i cittadini dei possibili risparmi energetici ed economici delle opere di riqualificazione e chiave molto importante per le amministrazioni al fine di definire nuovi incentivi più efficaci. La povertà dei cittadini, è in parte dovuta ad aspetti legati al reddito ed ai livelli di occupazione, ma anche al continuo aumento del prezzo del carburante, necessario per il funzionamento degli impianti di riscaldamento, soprattutto per gli edifici costruiti meno recentemente.

Per proiettare le Amministrazioni verso opere di riqualificazione efficaci ed efficienti, mirando al risparmio energetico, molti studi partono dall'analisi della domanda effettiva di energia degli edifici, tenendo in considerazione parametri fondamentali per valutare l'efficienza energetica di una costruzione. Conoscendo il fabbisogno energetico effettivo degli edifici è possibile guidare nella giusta direzione, in primis i cittadini e successivamente le amministrazioni verso politiche e metodi di incentivo in opere di riqualificazione ottimali, in base ai singoli casi. Le opere di riqualificazione che garantiscono una migliore resa, in termini sia energetici che economici, sono orientate ad un maggior isolamento termico dell'involucro, opaco e trasparente, per limitare le perdite di calore e dunque limitare i costi per l'approvvigionamento energetico. Altre soluzioni incentivano anche l'utilizzo di fonti di energia rinnovabile.

1

LITERATURE REVIEW

In questo capitolo viene proposta una sintesi delle principali tematiche che emergono all'interno della letteratura nel campo della sostenibilità energetica. Dalla lettura degli articoli, redatti da studiosi e professionisti del settore, sono emersi concetti e questioni comuni. Tali aspetti saranno le fondamenta di tutto il lavoro svolto. La prima tematica emersa è la poca accuratezza nella compilazione delle certificazioni energetiche da parte dei certificatori, la quale sarà riscontrata anche all'interno del Database SIPEE fornito dalla Regione Piemonte, utilizzato per analizzare gli attestati A.C.E. e A.P.E. rilasciati all'interno del Comune di Torino.

Un ruolo chiave nel settore della certificazione energetica è svolto dagli edifici residenziali, le cui caratteristiche fisiche (epoca di costruzione, rapporto forma, stato di conservazione...) e impiantistiche (fonte energetica utilizzata e tipologia impianto) influiscono significativamente sul consumo energetico. Anche l'utenza è in grado di influenzare i consumi degli edifici e soprattutto la scelta di effettuare interventi di retrofit energetico. Uno dei fattori chiave, nella scelta di effettuare interventi di riqualificazione energetica, è la disponibilità economica della popolazione. Considerata la situazione economica in cui versano le famiglie negli ultimi anni (emerso dall'analisi degli indicatori di "Energy Poverty") gli incentivi fiscali svolgono sicuramente un ruolo importante.

1.1 Affidabilità dei dati sulle certificazioni energetiche

Un problema frequente che emerge (in particolar modo negli ultimi cinque anni), negli studi effettuati sul tema delle certificazioni energetiche, è la poca affidabilità e la scarsa verifica dei dati. Partendo dal quadro normativo in Italia, grazie alla Direttiva europea 2010/31 / UE, sono stati imposte procedure e sistemi volti a verificare e controllare i certificati di prestazione energetica degli edifici, al fine di verificarne la completezza e la correttezza. Questo problema è stato affrontato in dettaglio da Marinosci e Morini (2014), i quali hanno focalizzato la loro attenzione sugli errori ricorrenti durante la compilazione e sulle interpretazioni errate degli

standard relativi (sia regionali che nazionali) da parte degli organismi di certificazione energetica. Il processo di verifica ha interessato tutti i certificati energetici registrati nel Database SACE della Regione Emilia-Romagna fino a Maggio 2011. Il risultato ha dimostrato che molti certificati (circa il 61%) contenevano incoerenze dovute ad un'applicazione errata dei metodi di calcolo. Questa considerevole quantità di informazioni errate o parzialmente scorrette rivela che un'attività di verifica sui certificati emessi è necessaria per migliorare la qualità delle informazioni raccolte. Alcune incoerenze tecniche sono dovute ad un inserimento errato dei dati nel sistema SACE da parte del tecnico di certificazione, altre non conformità erano correlate ad una trasposizione parziale o interpretazione errata della norma da parte degli organismi di certificazione (C. Marinosci, G.L. Morini, 2014). Per ovviare a questi errori gli studiosi propongono controlli, eseguiti automaticamente dal sistema SACE, sui certificati di prestazione energetica emessi dagli organismi di certificazione prima della loro convalida finale e controlli tecnici/gestionali da effettuarsi principalmente da ispettori qualificati presso l'ufficio di certificazione o presso gli edifici da certificare.

Marinosci e Fabbri (2018) approfondiscono il tema del controllo dei dati, sottolineando gli elementi da includere all'interno del processo per emettere il certificato che l'ente certificante deve intraprendere. Questi elementi sono: la copertura assicurativa professionale obbligatoria, al fine di poter emettere singoli EPC (Energy Performance Certificate); un contratto EPC obbligatorio; la tracciabilità di tutta la documentazione utilizzata per elaborare l'EPC al fine di garantire la tracciabilità dei dati di input o una procedura ISO 9001 (Documentazione e Archivi); la procedura di controllo, uso e calibrazione dello strumento di misurazione; la procedura di controllo del software per la valutazione delle prestazioni energetiche (procedura EBP); i termini e le condizioni di indipendenza e imparzialità del giudizio.

Oltre alla mancanza o incoerenza dei dati a supporto delle politiche energetiche, un altro aspetto molto rilevante è il fatto che essi risultano molto costosi da ottenere. Infatti i costi elevati per la raccolta e l'analisi dei dati spesso costringono le pubbliche amministrazioni a prendere decisioni strategiche, riguardanti la ristrutturazione del patrimonio edilizio scolastico, sulla base di informazioni limitate e procedure consolidate ma non ottimizzate. (F.Re Cecconi, N. Moretti, LC Tagliabue, 2019).

1.2 Differenze tra dati reali e calcolati : il ruolo dell'utenza

Le abitudini abitative spesso possono influenzare significativamente i consumi. Mutani e Pairona (2014) hanno rilevato che le differenze riscontrate tra consumi reali e calcolati sono dovute principalmente a tre variabili attribuibili alle differenze di gestione dell'utenza, ovvero il tasso di ventilazione, apporti interni di calore e la modalità di gestione e regolazione dell'impianto. Nella maggior parte dei casi, il consumo calcolato è superiore a quello registrato dalle bollette.

Castagna e altri (2016) hanno constatato che i consumi energetici degli edifici dipendono dal comportamento degli inquilini, all'utilizzo errato e la manutenzione non ottimali dell'edificio e delle strutture. I risultati del monitoraggio del quartiere CASANOVA, situato a Bolzano, hanno mostrato che gli edifici hanno consumi energetici primari totali molto diversi tra loro e con un gap significativo rispetto a quelli previsti, calcolati in fase di progettazione, raggiungendo in alcuni casi valori più del doppio.

Il ruolo degli inquilini è stata ritenuta la prima causa dell'incongruenza tra i valori. Paradossalmente le soluzioni costruttive più semplici consumano meno energia di quelli complessi, evidenziando pertanto un utilizzo non ottimale dell'edificio e delle sue strutture. Questa differenza è dovuta principalmente alle difficoltà incontrate dagli inquilini nella gestione di tecnologie complesse nel loro appartamento, in particolare nella ventilazione meccanica. In effetti, l'implementazione di queste tecnologie richiede cambiamenti comportamentali su quegli ospiti abituati a vivere nella "classica" casa italiana. (M. Castagna , D. Antonucci, R. Lollini 2016).

1.3 Fattibilità economica degli interventi di retrofit

Il 29,9% delle persone in Italia è a rischio di povertà e la situazione economica delle famiglie si è aggravata negli ultimi anni a causa della crisi economica, infatti il 6% delle famiglie è al di sotto della soglia di povertà assoluta (Dati Istat, 2011). La relazione tra costruzione di consumo di energia, popolazione e reddito è al centro di diverse scelte e studi politici, ma non di legislazioni o regole. Il problema della "povertà di carburante" è iniziato durante la "crisi petrolifera", negli anni 1973-1974, quando i prezzi dell'energia subirono un inaspettato aumento (Fabbri, 2015).

Fabbri (2015) propone un indice sulla povertà di combustibile per l'edilizia (B_{FP}), che dovrebbe essere adottato al fine di identificare i soggetti che possono permettersi di pagare la ristrutturazione energetica dell'edificio. Partendo dal presupposto che la quantità e la qualità degli interventi di riqualificazione energetica degli edifici dipende dalla disponibilità economica dei cittadini e dalla volontà di effettuare un investimento, più o meno oneroso, risulta fondamentale l'informazione e la sensibilizzazione dei cittadini. Dall'analisi di Fabbri (2015) emerge che gli edifici esistenti hanno un indice (B_{FP}) superiore rispetto agli edifici di nuova costruzione, quindi peggiori prestazioni energetiche. I cittadini che sono maggiormente a rischio povertà vivono in edifici costruiti tra gli anni 50' e 80', con un indice di povertà di carburante molto elevato. In Italia è stata attuata una strategia per risolvere la povertà di carburante, adottando azioni per ridurre i prezzi dell'energia: l'Autorità di regolamentazione italiana per l'energia elettrica, il gas e l'acqua (AEEG) definisce una tariffa di assistenza per i poveri, questa tariffa dipende da un reddito equivalente.

1.4 Invecchiamento e prestazione termica degli edifici

L'invecchiamento degli edifici residenziali è un tema molto discusso in Italia, in quanto un quarto dell'intero patrimonio è stato costituito prima del 1946 (Dati Istat, 2011). Inoltre, la maggior parte del parco edilizio è precedente alla Legge 376/ 1976, ovvero la prima legge sul risparmio energetico. Queste considerazioni hanno portato ad affrontare lo stretto legame che

sussiste tra la durabilità dei materiali e la prestazione termica degli edifici, alla luce degli effetti deleteri prodotti dal tempo e della qualità delle costruzioni realizzate in Italia.

L'invecchiamento dell'edificio può dipendere da molteplici fattori, in primis dalla tipologia di materiali utilizzati e la relativa vulnerabilità alle condizioni ambientali esterne ed interne, ma anche dalla quantità e qualità delle opere di manutenzione. Il degrado fisico dell'edificio influisce soprattutto sulle prestazioni termiche dell'involucro, aumentando di conseguenza il consumo di energia ed alterando il comfort interno.

Nel 2016 I. Nardi e altri hanno analizzato gli effetti dell'invecchiamento sulla prestazione termica dell'involucro opaco nella città di L'Aquila, in Abruzzo, studiando con rilievi termografici e misurazioni del flussimetro di calore due edifici. Il primo edificio, realizzato in legno con piattaforma (B1), è in Classe A (certificazione energetica CASACLIMA), mentre la seconda tipologia di edificio (B2) è una struttura prefabbricata in cemento armato, entrambi appartenenti al Progetto CASE. In questo lavoro, gli effetti dell'invecchiamento sulla trasmittanza termica dell'involucro di due diversi edifici, entrambi appartenenti al C.A.S.E. Progetto, sono studiati utilizzando il metodo del flusso di calore, dopo una precedente ispezione qualitativa via telecamera a infrarossi, per comprendere il comportamento di queste due strutture. (I. Nardi, T. De Rubis, S. Perilli, 2016).

I risultati ottenuti dimostrano che sussiste una discrepanza tra i valori registrati e quelli definiti dalla normativa UNI 10351 e per questo è possibile ipotizzare che la struttura dell'edificio B2 sia stata colpita dall'invecchiamento e / o agli agenti atmosferici. Infatti le prestazioni termiche dell'edificio B1 non sono cambiate significativamente dopo diversi anni, in quanto il valore registrato è coerente con il valore dichiarato dal costruttore, ed inferiore al massimo consentito da normativa UNI 10351, mentre per l'edificio B2 il valore è superiore del 59%. Questo processo di degrado potrebbe essere valutato monitorando il reale consumo di energia per il riscaldamento degli ambienti e ulteriormente studiato considerando e misurando la trasmittanza termica di altre strutture costruite con la stessa soluzione tecnica.

1.5 Durabilità dei materiali e tecnologie per i nuovi edifici

L'effetto del tempo è una tematica chiave da considerare anche per la progettazione di edifici di nuova costruzione. Infatti, risulta necessario garantire le prestazioni di progetto durante tutto il corso degli anni, pensando a lungo termine durante la fase di progettazione dei nuovi edifici ad energia zero o ad energia quasi zero.

Danza e altri (2018) presentano un punto di vista critico sul tema della durabilità dei materiali utilizzati in edilizia nel nostro Paese e sugli obiettivi ZEB (Zero Energy Building), ritenuti troppo spesso ricercati e raggiunti in fase solo in fase di progettazione e non nel corso della vita dell'edificio. La perdita di prestazioni energetiche di materiali e delle tecnologie, è causata dalle caratteristiche della tecnologia stessa e per le variabili esterne. La ricerca presta attenzione ad alcune tecnologie evidenziando come il mantenimento delle prestazioni durante la vita di un edificio non è un problema banale, ma deve essere considerato per garantire gli alti requisiti di uno ZEB, dall'inizio alla fine. L'attuale rischio per edifici ad alta efficienza, classificati come ZEB o nZEB, non riesce raggiungimento di obiettivi di efficienza energetica a lungo termine (L.Danza, L. Belussi, G.Guazzi, I. Meroni, F. Salamone, 2018).

1.6 Consumo energetico: i fattori chiave

Nel 2015 C. Carpino, R. Bruno, N. Arcuri hanno sviluppato un'analisi statistica finalizzata all'identificazione dei principali parametri che incidono sui requisiti energetici. Questo studio cerca di valutare la relazione esistente tra una serie di parametri tipici degli edifici e le informazioni che possono essere desunte dai certificati energetici. I parametri tenuti in considerazione sono: la zona climatica di appartenenza, la tipologia di abitazione (appartamento o casa indipendente), la superficie utile riscaldata e l'epoca di costruzione degli edifici.

La zona climatica di appartenenza è un elemento fondamentale da considerare poiché il fabbisogno energetico varia in base ad essa, infatti nell'analisi effettuata da C. Carpino e altri (2015) i valori del fabbisogno energetico (Q_h ed E_{Ph}) sono stati divisi per i gradi di riscaldamento (HDD) della posizione corrispondente per eliminare la variabilità dovuta alle diverse condizioni climatiche. La zona climatica di appartenenza è fondamentale poiché

indica in quale periodo e per quante ore è possibile accendere gli impianti di riscaldamento negli edifici.

C. Carpino e altri (2015) hanno individuato tre variabili numeriche che possono potenzialmente influenzare i parametri di consumo di energia di un edificio. Il primo parametro è il rapporto S/V o “coefficiente di forma” (dato dal rapporto tra superficie lorda di dispersione e volume lordo riscaldato). Come vedremo in maniera più approfondita (vedere capitolo 3, paragrafo 3.1.10) il fattore S/V è fondamentale ai fini della riduzione delle dispersioni di calore, le quali a parità di forma sono inversamente proporzionali al volume. Il secondo parametro è il coefficiente medio globale di scambio termico (Hm), risultato il parametro più influente tra quelli considerati. Di conseguenza, è stato elaborato uno scenario di ristrutturazione, per l'edificio in analisi, che prevede la riduzione di questo parametro, ipotizzando ad esempio la sostituzione di finestre e l'isolamento termico delle pareti esterne (C. Carpino, R. Bruno, N. Arcuri, 2015). Il terzo parametro, I (W/m^2) indica l'energia solare trasmessa attraverso le superfici vetrate, normalizzata rispetto alla superficie netta del pavimento.

Nel 2016 anche i risultati ottenuti da G. Ciulla, V. Lo Brano ed A. D'Amico hanno permesso di determinare correlazioni semplici e dirette tra domanda di energia di riscaldamento, giorni di riscaldamento e valori S/V, evidenziando la forte correlazione tra domanda di energia di riscaldamento e zona climatica.

Nel 2017 F. Khayatian, L.Sarto e G. Dall'O' introducono un nuovo indice di retrofit energetica (ERi), utilizzato per il calcolo del consumo energetico dell'edificio. La classificazione degli edifici, superando la classificazione dell'indice di prestazione EPi orientato prettamente sulle caratteristiche geometriche dell'edificio, è basata sull'intensità di utilizzo dell'energia e sulle caratteristiche retrofitabili, ai fini di creare traiettorie di possibili scenari includendo anche l'aspetto economico, in quanto sovvenzioni, detrazioni fiscali, prestiti e simili promozioni finanziarie hanno dimostrato di essere strategie efficaci per incoraggiare il pubblico verso l'efficienza energetica.

1.7 Concetto di Energy Poverty: i principali indicatori

L'obiettivo del paragrafo è quello di comprendere il concetto di "Energy Poverty", applicando gli indicatori utilizzati su scala Nazionale al Comune di Torino, al fine di verificarne l'influenza sulla popolazione e sulle recenti politiche energetiche in atto.

Non potere sostenere spese impreviste, accumulare arretrati nei pagamenti (mutui, affitti, bollette) sono alcuni dei fattori che definiscono il rischio povertà della popolazione. Dai dati Eurostat emerge che dal 2004 al 2018 la percentuale delle famiglie con arretrati sulle bollette oscilla tra il 10% ed il 14%. Secondo i Dati Istat (aggiornati al 2011) emerge che la maggior parte delle spese non alimentari sostenute dalle famiglie italiane, ben il 47.91%, riguarda l'abitazione, le utenze, i costi per l'arredamento e la gestione della casa. Per la popolazione residente nel Comune di Torino la spesa stimata è del 53,6%, leggermente superiore alla media Nazionale. La spesa media mensile che le famiglie Torinesi devono sostenere per le utenze (spese per riscaldamento, acqua, elettricità, gas e altri combustibili, ecc..) è il 18% della spesa totale per l'abitazione.

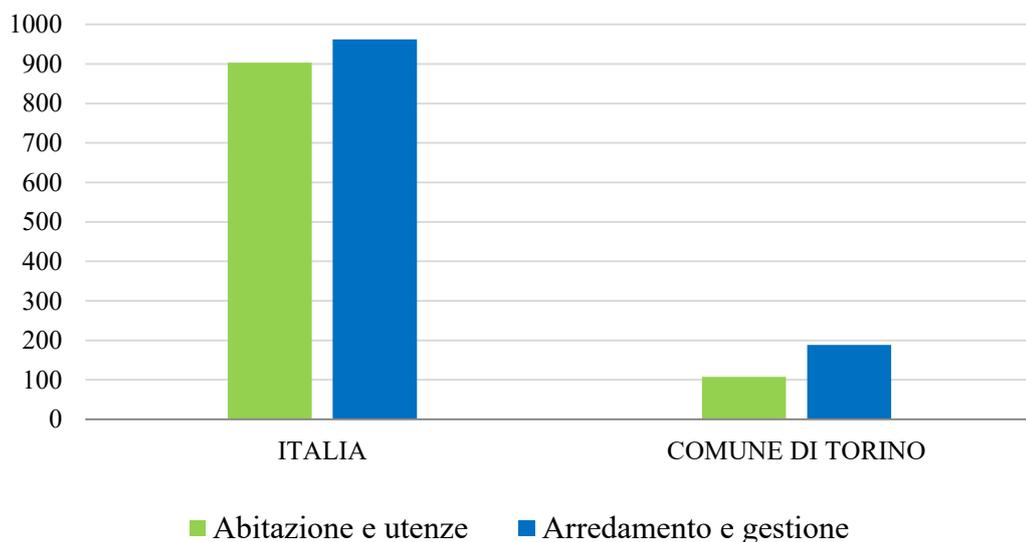


Grafico 1 – Spesa media mensile per abitazione in Italia e nel Comune di Torino, suddivisa in due categorie.

Fonte: Dati Istat, 2011

E' chiaro che tali percentuali influiscono in modo significativo sul bilancio familiare. Per risolvere tale problematica, attraverso il Decreto del 28/12/2007, è stato istituito il “bonus energia elettrica”, garantendo un risparmio sulla spesa per l'energia elettrica con uno sconto applicato direttamente in bolletta per tutte le famiglie residenti nella Città di Torino in condizione di disagio economico o in gravi condizioni di salute. (fonte: Comune di Torino).

Gli *indicatori* che definiscono il concetto di Energy Poverty possono essere suddivisi in due macro categorie: *gli indicatori sui prezzi dell'energia e gli indicatori che analizzano le abitazioni e il benessere degli abitanti*. Questi indicatori servono soprattutto valutare il quadro economico e la salute delle famiglie italiane. Nella tabella sottostante vengono confrontate le principali fonti energetiche utilizzate per il riscaldamento delle abitazioni in Italia e nel Comune di Torino e i relativi prezzi.

Combustibile	% abitazioni (Italia)	% abitazioni (Comune di Torino)	Euro/ kWh
Gas naturale o metano	72,6%	82%	0,088
Gasolio	5,2%	5%	0,152
GPL	4,9%	0,66%	0,158
Legame	15,1%	0,76%	0,028
Energia Elettrica	5,5%	2,46%	0,200

Tabella 1- Utilizzo e prezzo delle principali fonti energetiche. Fonte: Dati Istat, 2011.

Come riportato in tabella 1 la maggioranza delle abitazioni italiane (72.6%) e quelle torinesi (82%) sono riscaldate con impianti che utilizzano *gas naturale o metano*, mentre le altre fonti non raggiungono il 6%, ad eccezione delle biomasse che presentano una percentuale del 15%. La tipologia meno utilizzata è il GPL. A livello economico, tenendo conto dell'efficienza degli impianti, il GPL risulta la fonte meno conveniente, seguito dal gasolio. Il metano è certamente più conveniente rispetto a GPL, ma il legname risulta il combustibile più economico in assoluto. In Italia l'8,6% delle abitazioni occupate da persone residenti non ha un *impianto di riscaldamento*, mentre a Torino la percentuale è leggermente inferiore, solo il 4,3%.

2019-2020

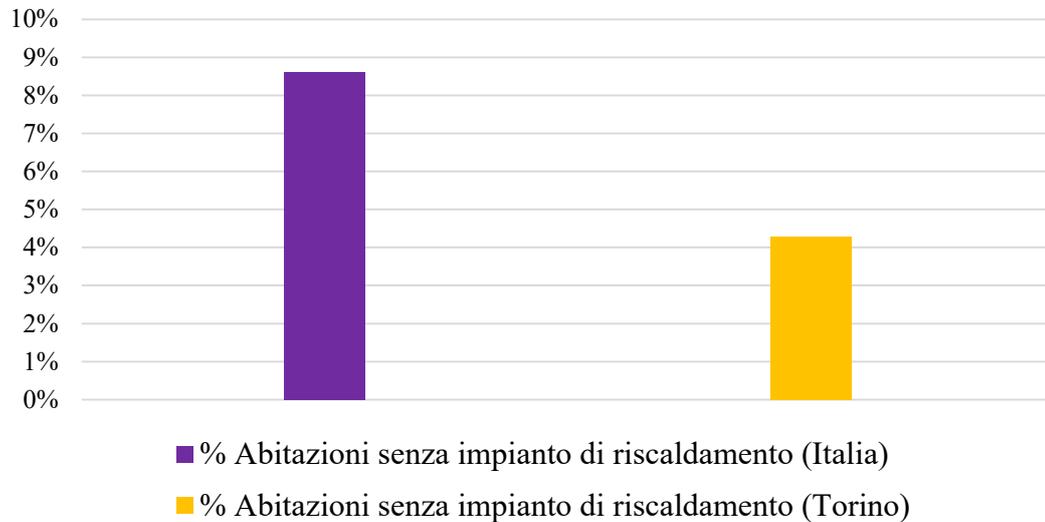


Grafico 2 – Percentuale di abitazioni senza impianto di riscaldamento. Fonte: Dati Istat, 2011

Tra gli indicatori che analizzano il benessere e la salute degli abitanti troviamo l'*incapacità di mantenere la casa adeguatamente calda* da parte delle famiglie Italiane. Negli ultimi anni, in particolar modo a partire dal 2011, è aumentato il numero delle famiglie italiane che per motivi economici non sono in grado di mantenere la propria casa adeguatamente calda. Il picco viene registrato nel 2012 con una percentuale del 21,3% delle famiglie. Secondo il rapporto Istat, aggiornato al 2012, il reddito disponibile pro capite delle famiglie italiane era pari a 17.307,20 euro, mentre per i residenti nel Comune di Torino si registrava un reddito approssimativamente di 20.000 euro, dunque leggermente superiore alla media nazionale. Altro dato rilevante, per comprendere l'incapacità di far fronte alle spese per l'abitazione da parte della popolazione Italiana e in particolare di quella Torinese, è il numero delle persone disoccupate e che dunque non percepisce alcun tipo di reddito.

2019-2020

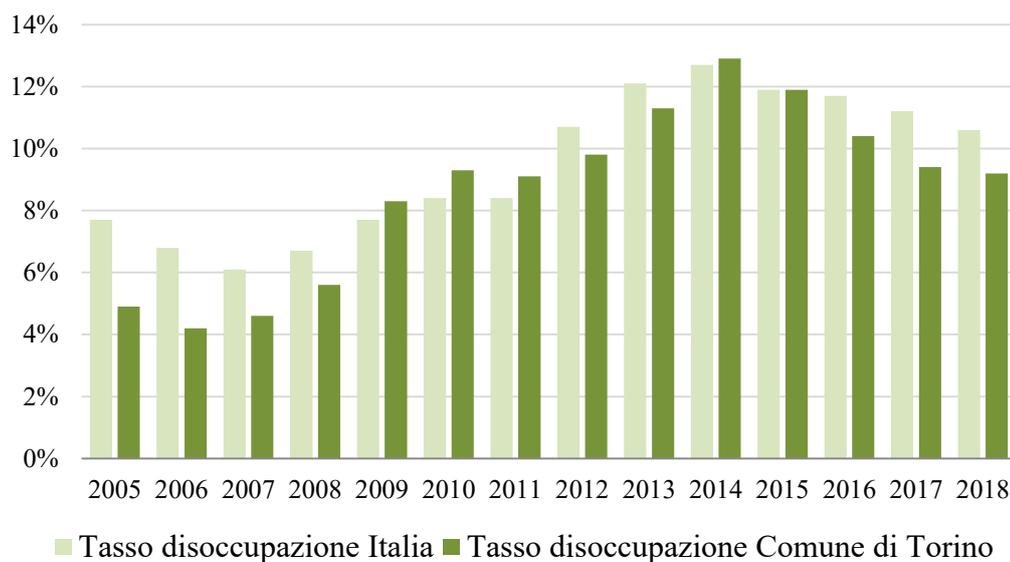


Grafico 3 – Tasso di disoccupazione. Fonte: Dati Istat, 2011

Avere una dimora calda in inverno è uno degli indicatori chiave per capire il benessere della popolazione. Secondo i dati Eurostat, dal 2007 al 2014, in Italia la percentuale dei decessi avvenuti durante *il periodo invernale* era inferiore 20%. Il grafico sottostante illustra la percentuale dei decessi avvenuti durante i mesi del periodo invernale (Dicembre, Gennaio e Febbraio) in Italia e nel Comune di Torino. La percentuale della popolazione torinese deceduta nei mesi invernali oscilla tra il 25% ed il 40% .

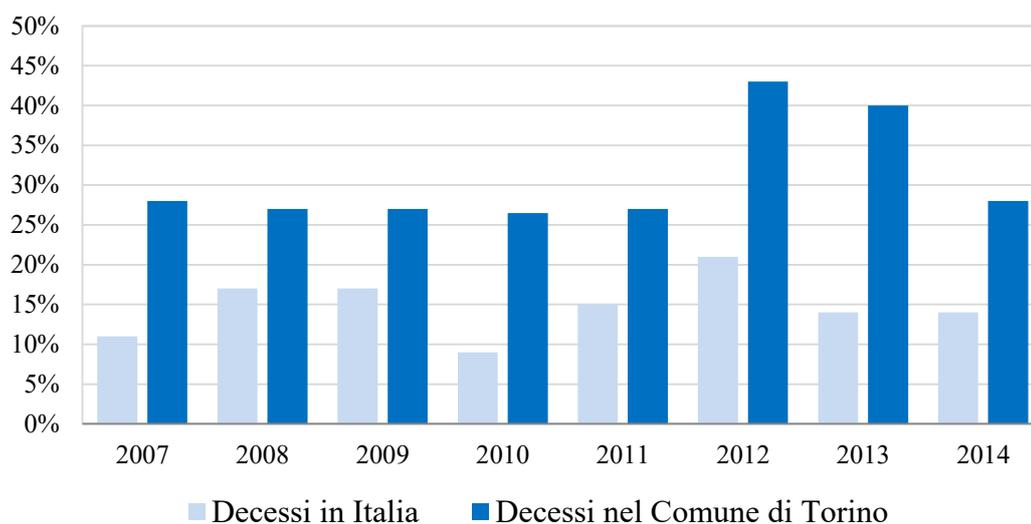


Grafico 4 – Percentuale di decessi avvenuti durante i mesi invernali. Fonte: Dati Istat, 2011

2019-2020

Un altro indicatore fondamentale è il *numero medio di abitanti per stanza*. Il grafico sottostante compara i valori calcolati per il Comune di Torino con quelli Nazionali. Il numero medio di camere è dato dal rapporto tra il numero di stanze in abitazioni occupate da persone residenti (in edifici residenziali) e la popolazione residente totale. Tra i due valori troviamo una perfetta coerenza, infatti il numero di stanze per abitante del Comune di Torino è 1.66, mentre il dato nazionale registra un numero medio di stanze per abitante pari a 1,69.

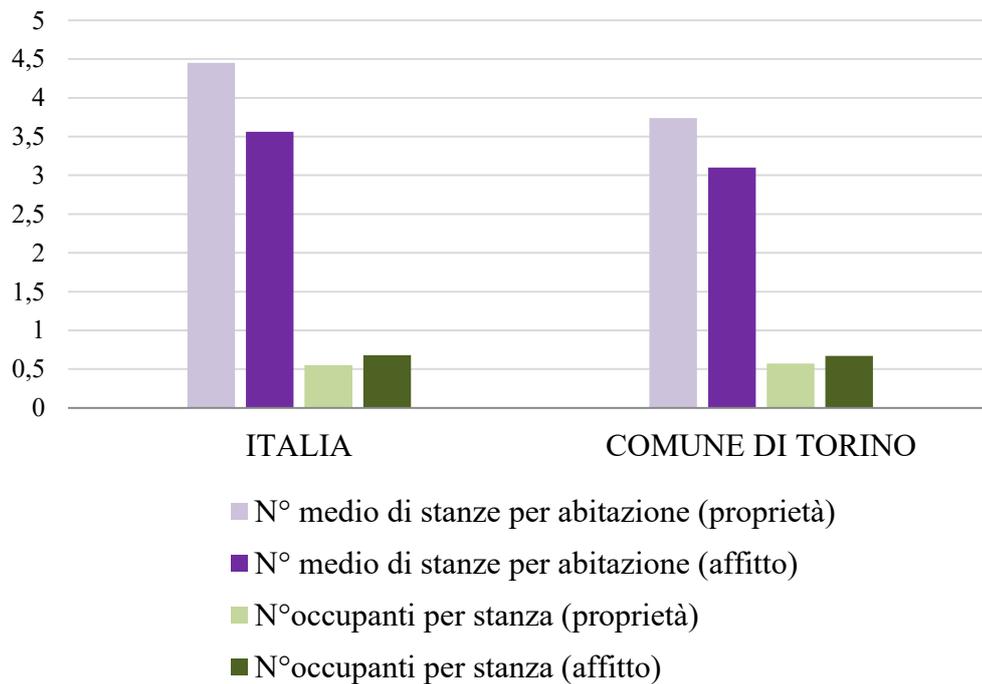


Grafico -5 Numero medio di camere per persona (residente). Fonte: Dati Istat, 2011

Nel grafico sottostante viene proposto un confronto tra Italia ed il Comune di Torino relativo alla quota di popolazione che dichiara di avere perdite, umidità e marciume nelle proprie abitazioni. In Italia la percentuale degli edifici residenziali in mediocre e pessimo stato di conservazione rappresentano il 16,8% del totale, mentre nel Comune di Torino la percentuale di tale categoria di edifici è leggermente inferiore, 11,61%. Lo stato di conservazione degli edifici è legato all'epoca di costruzione degli edifici. In Italia il 21,1% degli edifici residenziali costruiti prima del 1981 presentano uno scadente stato di conservazione (mediocre o pessimo), mentre nel Comune di Torino la percentuale è del 12,4%. La maggior parte degli edifici collocati nel Comune di Torino, circa il 60%, ha un buon livello di conservazione e il 26.15% è in ottime condizioni.

2019-2020

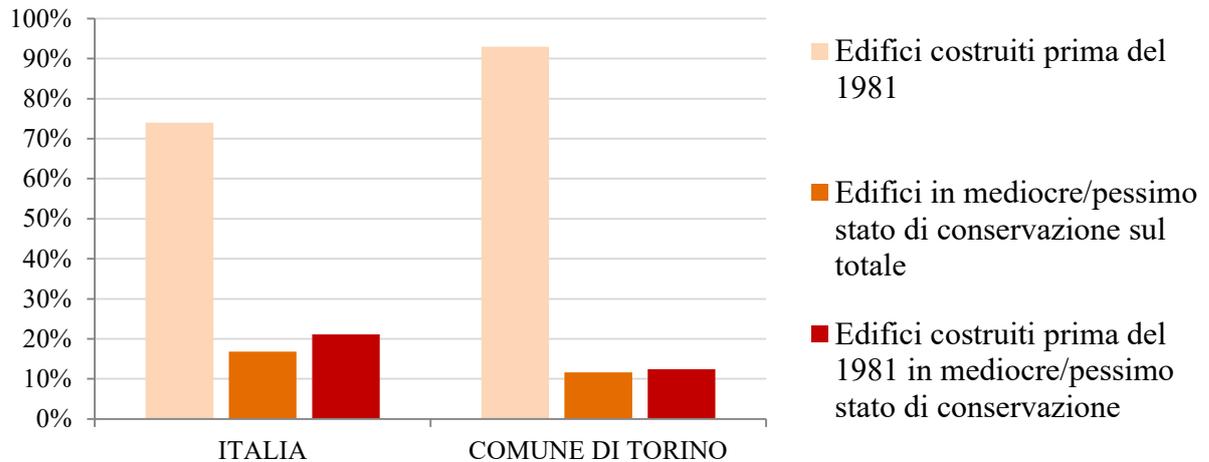


Grafico 6 –Percentuale degli edifici costruiti prima del 1981 e percentuale di edifici in mediocre e pessimo stato di conservazione. Fonte: Dati Istat, 2011

Infine il grafico sottostante mostra i dati relativi alla povertà relativa e assoluta delle famiglie . Povertà relativa e assoluta sono concetti differenti, in quanto la prima è un parametro che esprime le difficoltà economiche in rapporto al livello economico medio della nazione, infatti è calcolato individuato attraverso il consumo pro-capite o il reddito medio per abitante e considera povera una famiglia con un consumo inferiore a quello medio pro-capite nazionale. La povertà assoluta invece fa riferimento a quelle persone che non sono in grado di raggiungere uno standard di vita minimo accettabile.

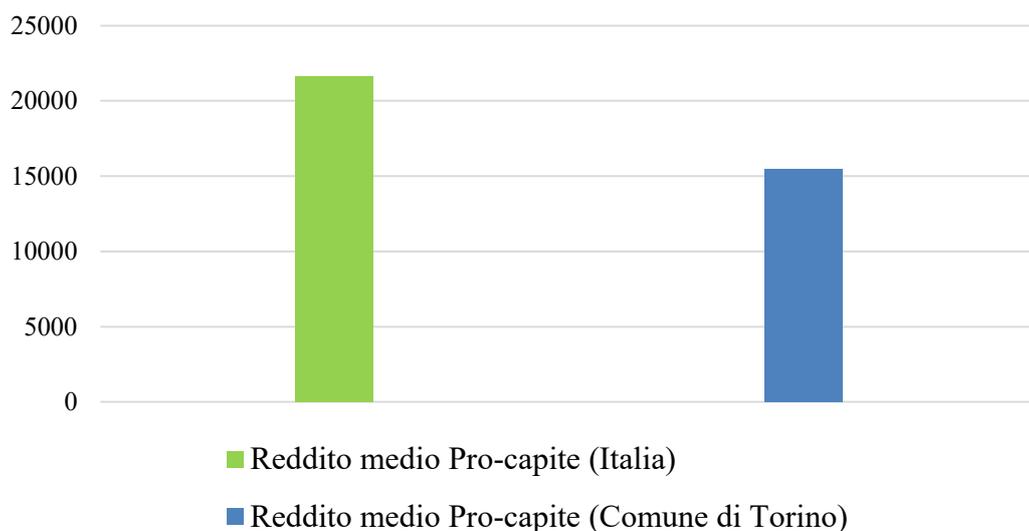


Grafico 7 – Reddito medio pro-capite. Fonte: Dati Istat, 2009

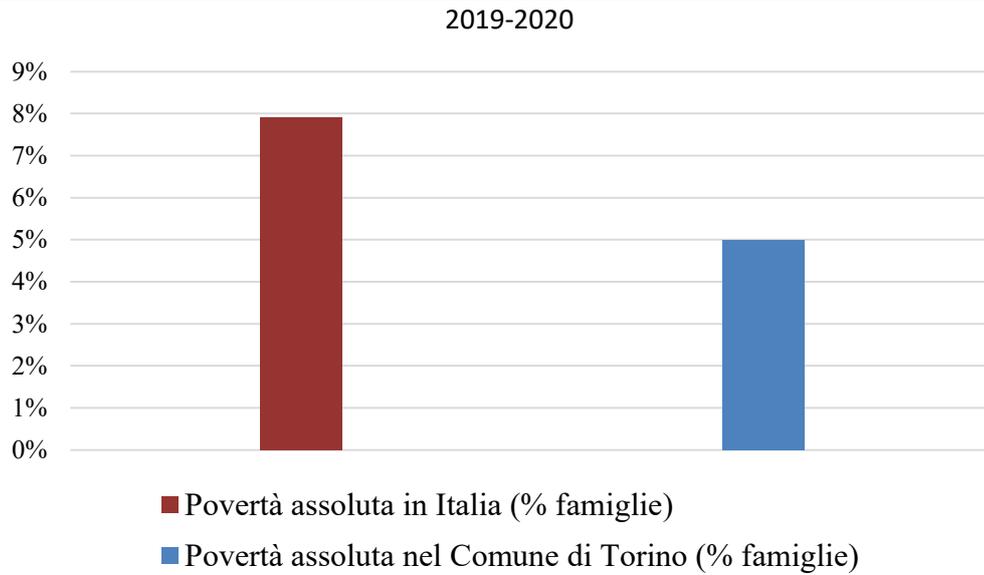


Grafico 8 – Rischio povert  delle famiglie italiane. Fonte: Eurostat, 2016

La percentuale di famiglie italiane in una situazione di povert  assoluta (secondo dati Eurosta, aggiornati all'anno 2016)   il 7.9%, mentre la percentuale di famiglie Torinesi   leggermente inferiore, 5%.

1.8 Ruolo delle detrazioni fiscali

Come sostengono G. Mutani, P. Pairona (2014) tutti gli interventi di riqualificazione e valorizzazione energetica del patrimonio edilizio necessitano di un investimento economico, pertanto andrebbero effettuate anche delle valutazioni sull'effettiva disponibilità dei cittadini ad effettuare tale opere.

Per incentivare opere di riqualificazione energetica le detrazioni fiscali effettuate dall' IRPEF o dall' IRES svolgono un ruolo chiave. La storia delle detrazioni fiscali del 55% ha inizio nel 2007 con la Legge Finanziaria (*Legge 27 Dicembre 2006, n°296*) per gli interventi di riqualificazione energetica del patrimonio edilizio esistente, attuate con DM del 19 Febbraio 2007. La buona riuscita di tale iniziativa ha portato un anno dopo alla Legge Finanziaria 2008 (*Legge 24 Dicembre 2007, n°244*), la quale ha esteso la possibilità d'accesso alle detrazioni fino all'anno 2010. Successivamente la legge 220/2010 ha prorogato fino alla fine dell'anno 2011 la possibilità di accedere alle detrazioni fiscali, introducendo però l'obbligo di suddivisione delle detrazioni in dieci quote annuali di pari importo. Il Decreto salva Italia ha prolungato di un ulteriore anno quanto affermato dalla legge 220/2010. Nel 2012 è stato pubblicato il Decreto n°83/2012 noto anche come "Decreto Sviluppo", mentre nel 2013 la Legge 90 del 3 Agosto 2013 introduce significative novità, tra cui l'innalzamento delle detrazioni al 65% (per le spese sostenute fino al 31 Dicembre 2013 e per le spese sostenute fino al 30 Giugno 2014 per interventi relativi alle parti comuni degli edifici condominiali o che interessino tutte le unità immobiliari del condominio) e nuove agevolazioni anche per interventi di schermature solari, micro-cogenerazione e micro-trigenerazione. La Legge di Stabilità 2014 proroga quanto definito dalla legge precedente per un ulteriore anno, arrivando alla Legge di Stabilità 2015 che proroga le detrazioni del 65% fino al 31 Dicembre 2015 sia per gli interventi su singola unità immobiliare che per interventi su parti comuni e introduce agevolazioni per generatori di calore alimentati da Biomasse combustibili. Il concetto di cessione di credito viene introdotto successivamente dalla Legge di Stabilità 2016, la quale proroga nuovamente le detrazioni del 65% fino al 31 Dicembre 2016 e introduce l'accesso alle detrazioni anche agli istituti autonomi per le case popolari. Un'ulteriore proroga delle detrazioni fino al 31 Dicembre 2017 per le singole unità immobiliari viene effettuato dalla Legge di Bilancio 2017 che estende l'accesso alle detrazioni per gli interventi sulle parti comuni degli edifici fino al 31 Dicembre 2021 con percentuali che variano dal 65% al 75% in

base alla tipologia di spese sostenute. La Legge di Bilancio 2018 oltre a prorogare le detrazioni del 65% fino al 31 Dicembre 2018 sulle singole unità, apporta importanti modifiche sulle detrazioni, infatti riduce la detrazione al 50% per gli interventi di sostituzione degli infissi, schermature solari, sostituzione generatori con caldaie a condensazione, include negli interventi incentivabili impianti di generazioni ibridi, i micro-cogeneratori e a biomasse. Aumenta a 80%/85% la percentuale sulle detrazioni per gli interventi su parti comuni degli edifici per l'efficienza energetica e anti-sismica ed individua ENEA come soggetto per il controllo, monitoraggio e valutazione del risparmio energetico connesso agli interventi di ristrutturazione edilizia. Infine la Legge di Bilancio 2019 proroga fino al 31 Dicembre 2019 quanto definito dalla precedente Legge.

Le opere di riqualificazione energetica (con agevolazioni fiscali del 65%) sono:

- *Riqualificazione energetica dell'edificio* (Importo max. detraibile 100.000 euro).
Ovvero tutte le spese per interventi che concorrono al raggiungimento dell'obiettivo del fabbisogno invernale comprese le opere provvisoriale e accessorie, forniture e pose in opera degli elementi dell'involucro e degli impianti e oneri professionali.

- *Coibentazione di pareti, tetti, solai e coperture* (Importo max. detraibile 60.000 euro).
Ovvero tutte le spese per forniture e messa in opera di materiale coibente e materiali ordinari per il miglioramento delle caratteristiche termiche, spese di demolizione e costruzione dell'elemento costruttivo e per opere provvisoriale e accessorie e oneri professionali.

- *Installazione collettori solari* (Importo max. detraibile 100.000 euro). Ovvero tutte le spese per la fornitura e messa in opera delle apparecchiature per la realizzazione degli impianti solari termici collegati in modo organico alle utenze e oneri professionali. I pannelli solari devono possedere una certificazione di qualità conforme alle norme UNI EN 12975 o UNI EN 12976 (o equivalenti) ed installati in conformità ai manuali, aventi certificazione solar keymark. e garantiti per 5 anni.

- *Sostituzione di generatore di calore con generatore di calore a pompa di calore.* (Importo max. detraibile 30.000 euro). Ovvero tutte le spese per interventi di smontaggio e dismissione dell'impianto esistente e fornitura e messa in opera i tutte le apparecchiature (termiche, meccaniche, elettriche, idrauliche e murarie) necessarie per la sostituzione dell'impianto termico esistente.

- *Sostituzione di generatore di calore con impianti dotati di apparecchi ibridi* (Importo max. detraibile 30.000 euro). Ovvero tutte le spese per interventi di smontaggio e dismissione dell'impianto esistente e fornitura e messa in opera i tutte le apparecchiature (termiche, meccaniche, elettriche, idrauliche e murarie) necessarie per la sostituzione dell'impianto termico esistente.

- *Acquisto e posa in opera di micro-cogeneratori in sostituzione di impianti esistenti.* (Importo max. detraibile 100.000 euro). Ovvero tutte le spese per interventi di smontaggio e dismissione dell'impianto esistente e fornitura e messa in opera i tutte le apparecchiature (termiche, meccaniche, elettriche, idrauliche e murarie) necessarie per la sostituzione dell'impianto termico esistente con una caldaia a biomassa.

- *Dispositivi per il controllo da remoto degli impianti* (Non sono previsti limiti di detrazione). Ovvero tutte le spese per interventi di smontaggio e dismissione dell'impianto esistente e fornitura e messa in opera i tutte le apparecchiature (termiche, meccaniche, elettriche, idrauliche e murarie) necessarie per la sostituzione dell'impianto termico esistente ai fini di installare sistemi di building automation degli impianti termici.

Le opere di riqualificazione energetica (con agevolazioni fiscali del 50%) sono:

- *Sostituzione infissi* (Importo max. detraibile 60.000 euro). Ovvero tutte le spese per la fornitura e messa in opera dell'infisso, integrazione o sostituzione dei componenti vetrati esistenti, oneri professionali.

- *Schermature solari e chiusure oscuranti* (Importo max. detraibile 60.000 euro). Ovvero tutte le spese per l'acquisto e la posa della schermatura tecnica a protezione di una superficie vetrata (all'interno o all'esterno o integrate), le quali devono possedere la marcatura CE (ove prevista) e applicate in modo solidale con l'involucro (dunque non liberamente montabili e smontabili) e tutte le spese per le prestazioni professionali necessarie.

- *Sostituzione di generatore di calore con caldaia a condensazione* (Importo max. detraibile 30.000 euro). Ovvero tutte le spese per interventi di smontaggio e dismissione dell'impianto esistente e fornitura e messa in opera di tutte le apparecchiature (termiche, meccaniche, elettriche, idrauliche e murarie) necessarie per la sostituzione dell'impianto termico esistente. Per ottenere una detrazione del 65% oltre ai requisiti base richiesti devono essere installati sistemi di termoregolazione.

- *Installazione di generatore di calore a biomassa in edifici esistenti* (Importo max. detraibile 30.000 euro). Ovvero tutte le spese per interventi di smontaggio e dismissione dell'impianto esistente e fornitura e messa in opera di tutte le apparecchiature (termiche, meccaniche, elettriche, idrauliche e murarie) necessarie per la sostituzione dell'impianto termico esistente con una caldaia a biomassa. Un aspetto cruciale riguarda la capacità delle autorità locali di promuovere e incoraggiare gli investimenti privati per la riduzione del consumo di energia, prima dell'installazione di impianti energetici alimentati da fonti rinnovabili (G.Mutani, G.Vicentini, 2015).

2019-2020

AUTORI	TITOLO	ANNO	LUOGO	SCALA	OGGETTO	FATTORI CONSIDERATI	PROGRAMMI/ANALISI	RISULTATI	ALTRO
C. Marinucci G.L. Morini	Check-in and Control Activities on the Energy Performance Certificates in Emilia-Romagna (Italy)	2014	Italia, Regione Emilia Romagna	Territorial e	Messa in evidenza delle incoerenze più frequenti legate alla compilazione delle certificazioni energetiche degli edifici	Dati EPC e Direttiva europea 2010/31/UE	Database SACE	Proposta di metodi per limitare le incoerenze e gli errori all'interno delle certificazioni energetiche.	
G. Mutani M. Patrona	A model to evaluate the heating energy consumption for residential buildings in Turin	2014	Italia, Torino	Urbana	Calcolo consumo energetico degli edifici all'interno del comune di Torino e del risparmio energetico ottenuto tramite interventi di riqualificazione energetica	Caratteristiche fisiche degli edifici (Volume lordo riscaldato, tasso di occupazione, epoca di costruzione, rapporto di forma SV) e fattori che influenzano il consumo per la climatizzazione invernale (temperatura aria interna, ore accensione impianto, eventuali interventi di riqualificazione energetica effettuati)	Software GIS (Geographic Information system) / software di calcolo Termolog Epix 3, caratteristiche fisiche dell'edificio (rapporto forma SV) ed epoca di costruzione	Gli edifici costruiti prima del 1960 hanno un consumo specifico di energia per la climatizzazione invernale molto più alto rispetto agli edifici costruiti dal 1961 al 2005, pertanto vengono differenziate due tipologie di intervento. Emerge inoltre che gli edifici da cui si può ottenere maggiore risparmio energetico, dopo opere di riqualificazione, risalgono agli anni '80	Punto di partenza per una valutazione sulla disponibilità economica dei cittadini, partendo dal presupposto che ogni opera di riqualificazione necessita di un investimento per informare i cittadini e definire nuovi incentivi più efficaci
G. Mutani G. Vicentini	Buildings' energy consumption, energy savings potential and the availability of renewable energy sources in urban spaces	2015	Italia	Regional e	Promuovere interventi di riqualificazione energetica utilizzando fonti di energia rinnovabile (FER) nei contesti urbani, coinvolgendo i cittadini nella ricerca per ridurre il consumo energetico e promuovere soluzioni valide, soprattutto in termini di fattibilità economica	Analisi dello stock di edifici, caratteristiche fisiche e geometriche dell'edificio (rapporto forma SV) ed epoca di costruzione, caratteristiche socio-economiche, clima	Software GIS/ modello digitale di superficie DSM, Dati ISTAT	Emerge che gli edifici residenziali di Torino rientrano nelle classi di bassa performance energetica, dunque bisognerebbe assegnare più risorse per incrementare il rinnovamento energetico, attraverso fonti energetiche rinnovabili, prime tra tutte le tecnologie solari	Sottolinea l'importanza della capacità delle autorità locali di promuovere ed incoraggiare gli investimenti privati per la riduzione del consumo di energia
K. Fabbri	Building and fuel poverty, an index to measure fuel poverty: An Italian case study	2015	Italia, Regione Emilia Romagna	Territorial e	Definizione di un indice edilizio (EFP) per valutare il rischio di povertà di carburante correlato agli edifici e al fine di intervenire sulle prestazioni degli edifici e determinare politiche energetiche per migliorare la situazione economica degli abitanti	Prezzi ufficiali dell'energia, dati sulla popolazione (reddito e abitazione), caratteristiche dell'edificio (epoca di costruzione e geometria)	Dati ISTAT, AEEG e BEP, Database SACE	Gli edifici esistenti hanno un indice BEFP superiore ai nuovi edifici, quindi hanno peggiori prestazioni energetiche. Gli abitanti che sono maggiormente a rischio di povertà di carburante vivono in edifici costruiti tra il 1950 e 1980, i quali hanno un indice EP molto elevato	
T. Della Mora A. Righi F. Peron P. Romagnoni	Functional, Energy and Seismic Retrofitting in Existing Building: An Innovative System Based on xlam Technology	2015	Italia	Territorial e	Utilizzo di un pannello Xlam per migliorare il serraggio statico e strutturale di un edificio, con l'obiettivo di minimizzare la perdita di calore, l'impatto ambientale e i costi di intervento	Caratteristiche dell'edificio (stratigrafia pareti, epoca di costruzione, conduttività termica, calore specifico), impatto ambientale e fattibilità economica dell'intervento	Analisi termica, Impatto ambientale, Database UNITSI3000-1, Database ICE	Creazione di un prototipo per testare i valori e i risultati ottenuti, identificando la migliore combinazione di prestazioni termiche rispetto ai costi e agli impatti ambientali del prodotto. Infine, dal punto di vista economico i materiali sintetici hanno un costo inferiore a quelli naturali.	
A. Carbonari R. Fioretti M. Lemma P. Principi	Managing Energy Retrofit of Acute Hospitals and Community Clinics through EPC Contracting: The MARTE Project	2015	Italia, Regione Marche	Singolo edificio (cinque casi studio)	Definizione di strategie di miglioramento delle prestazioni energetiche di due ospedali e tre cliniche costruiti tra il 1960 e il 1990, valutando i periodi di rimborso per gli scenari più probabili	Consumi e costi energetici (bollette mensili per elettricità e metano), Caratteristiche tecniche degli edifici,	Sondaggi in loco ed interviste, riunioni con personale e tecnici della direzione dell'edificio, documentazione sulle attrezzature,	Le strategie di miglioramento raccomandate comprendono un migliore isolamento dell'involucro, il miglioramento delle apparecchiature meccaniche e di illuminazione, l'uso di energia rinnovabile, una migliore regolamentazione dei sistemi.	I costi di manutenzione non sono stati considerati nell'analisi economica

2019-2020

AUTORI	TITOLO	ANNO	LUOGO	SCALA	OGGETTO	FATTORI CONSIDERATI	PROGRAMMI/ANALISI	RISULTATI	ALTRO
F. Arpino G. Corellessa M. Dell'isola G. Fico R. Marchesi C. Taini	Influence of Installation Conditions on Heating Bodies Thermal Output: Preliminary Experimental Results	2016	Italia	Territoriale	Misurazione della potenza termica di diverse tipologie di radiatori (ghisa, alluminio) in funzione delle diverse condizioni di installazione e funzionamento	Potenza termica standard, materiali e condizioni di installazione dei corpi riscaldanti, modalità di connessione e allocazione del calore	Norma EN 442 e Norma UNI 10200	Riducendo la potenza termica, che dipende da diversi fattori (forma, forma, tipologia, condizioni operative, metodo di installazione), i corpi riscaldanti funzionano a temperature più basse e garantiscono una migliore efficienza dell'impianto di riscaldamento. I risultati sono evidenti grazie alla combinazione di interventi per miglioramento delle prestazioni isolanti dell'involucro opaco e trasparente e all'utilizzo di valvole termostatiche	
G. Ciulla V. Lo Brano A. D'Amico	Numerical Assessment of Heating Energy Demand for Office Buildings in Italy	2016	Italia	Singolo edificio (tre casi studio)	Valutazione della domanda di energia per il riscaldamento degli edifici per uffici	Fattore di forma SW, Heating degree days, contesto climatico.	Ambiente TRNSYS 17	Forte correlazione tra domanda di energia di riscaldamento e zona climatica	
M. Castagna D. Antonucci R. Lollini	Monitoring of CasaNova Low Energy District: Result and Discussion	2016	Italia, Bolzano	Urbana	Monitoraggio del rendimento del quartiere CASANOVA, valutando sia l'effettiva prestazione energetica degli edifici, confrontandoli con i valori di progetto, sia il livello di comfort interno in alcuni appartamenti campione	Consumi energetici (effettivi e da progetto preliminare), livello comfort interno edifici (qualità dell'aria, la temperatura e l'umidità)	Protocollo CASACLIMA,	I consumi energetici dipendono dal comportamento degli inquilini, in particolare per quanto riguarda l'uso e la manutenzione non ottimali dell'edificio e delle strutture, soprattutto si riscontrano difficoltà nell'utilizzo della ventilazione meccanica	
I. Nardi T. De Rubis S. Perilli	Ageing effect on the thermal performance of two different well-insulated buildings	2016	Italia, Torino	Urbana	Studio e analisi degli effetti dell'invecchiamento sulla prestazione termica degli edifici, il caso di due edifici costruiti nella città di L'Aquila	Caratteristiche fisiche degli edifici, Norme UNI 10351 e ISO 6946	Flussimetro di calore/telecamera a infrarossi	Discrepanza tra i valori relativi alla trasmittanza termica di un edificio (B2) dichiarati nel 2009 e registrati sette anni dopo.	
V. Corrado I. Ballarini S. Paduos L. Tulipano	A new procedure of energy audit and cost analysis for the transformation of a school into a nearly zero energy building	2017	Italia, Torino	Urbana	Definizione di procedure dettagliate per identificare costi benefici e soluzioni tecniche realizzabili che soddisfino i requisiti nZEB e si basano anche su un'analisi ottimale dei costi.	Modello numerico dell'edificio, calibrato attraverso dati reali su funzionamento, clima e consumo di energia.	Analisi finanziaria, audit energetico dettagliato	Fattibilità della trasformazione dell'edificio ad energia quasi zero, grazie a sistemi tecnologici che sfruttano fonti di energia rinnovabile, dimostrando che l'adozione della pompa di calore associata a pannelli fotovoltaici, ventilazione meccanica con recupero di calore e sistema di illuminazione ad alta efficienza, soddisfa sia i requisiti energetici previsti dalla legge sia la fattibilità economica.	
F. Khayatian L. Sarto G. Dall'O	Building energy retrofit index for policy making and decision support at regional and national scales	2017	Italia	Regionale/Territoriale	Introduzione di un nuovo indicatore per supportare la costruzione di politiche di retrofit energetico.	Caratteristiche termiche dell'involucro degli edifici, superando la relazione tra la geometria dell'edificio e il consumo energetico stimato, ritenuto non lineare	Database EPC, Reti neurali, autoencoders (tecnica statistica) e cluster di k-medie (centroidi)	Classificazione degli edifici basata su un nuovo indice di retrofit energetico ER (i) superando la classificazione dell'indice di prestazione EPI orientato sulle caratteristiche geometriche), sull'intensità di utilizzo dell'energia e sulle caratteristiche retrofittibili per creare traiettorie di possibili scenari includendo l'aspetto economico	
R. Giordano M. Giovannar di G. Guillemo C. Miccono	Embodied energy and operational energy evaluation in tall buildings according to different typologies of facade	2017	Italia, Germania, UK, USA	Internazionale	Importanza dell'Energia Incorporata (EE) nella valutazione dei diversi tipi di prestazioni dei sistemi di facciate di edifici alti	Energia Operativa (EO), energia incorporata (EE), Zona climatica, Tipologia facciata e altezza edificio, temperatura esterna, radiazione solare, ventilazione naturale, comportamento degli utenti, sistema HVAC.	Foglio di lavoro IEA (Swiss SIA 2032), Database IREEA, Software di energia dinamica (IES Virtual Environment), Database IwEC (International Weather for Energy Calculations)	Calcolo EE e OE, per le diverse tipologie di sistema, evidenziando che l'edificio con una facciata a singola pelle (leggera barre grigie) ha un fabbisogno energetico annuale maggiore rispetto alle altre, nonostante le differenze in termini di caratteristiche e prestazioni, le tendenze in base alle zone climatiche sono simili.	

2019-2020

AUTORI	TITOLO	ANNO	LUOGO	SCALA	OGGETTO	FATTORI/CONSIDERATI	PROGRAMMI/ANALISI	RISULTATI	ALTRO
F. Ascione M. Bianco R.F. De Mazi T. Perone S. Ruggiero G.P. Vanoli P. Strangio	Light and Heavy Energy Refurbishments of Mediterranean Offices. Part I: Energy Audit of an Institutional Building on the Naples Coast	2017	Italia, Napoli	Singolo edificio	Audit energetico di un edificio attuale, al fine di una ristrutturazione energetica concernente l'involucro termico, i sistemi di riscaldamento / raffreddamento e illuminazione, l'integrazione della domanda di energia mediante conversione in loco da fonti rinnovabili.	Caratteristiche termofisiche dell'involucro, occupazione, profili di carico e utilizzo dell'HVAC (riscaldamento, ventilazione e condizionamento dell'aria)	Rilevi in sito (termografia a infrarossi e misurazioni dei valori U), approccio costo-ottimale in base alla Direttiva UE 2010/31 /UE	L'edificio analizzato ha elevati costi energetici, dovuti in parte a perdite di calore (infiltrazioni, perdite d'aria, pessimo isolamento termico dell'involucro, perdite di calore del sistema di riscaldamento). Per migliorare l'efficienza energetica e quindi per ridurre il fabbisogno energetico effettivo verrà proposto opere di rinnovamento energetico, mediante l'approccio dell'ottimalità dei costi, in grado di unire i risparmi energetici e redditività degli investimenti.	
C. Caripino R. Bruno N. Arcuti	Statistical analysis of the heating demand in residential buildings located in Mediterranean climate and proposal for refurbishment	2017	Italia, Regione Calabria	Singolo edificio	Definizione di strategie d'adeguamento per i residenziali ai fini di aumentare il risparmio energetico	Caratteristiche fisiche degli edifici	Analisi statistica, Software SPSS	La strategia raccomandata consiste nel miglioramento dell'involucro dell'edificio per limitare le perdite di calore attraverso le superfici esterne, in particolare modo per le case unifamiliari	
E. Lucchi M. Tabak A. Troi	The "Cost Optimality" Approach for the Internal Insulation of Historic Buildings	2017	Italia	URBAMA	Valutazione dei benefici economici dei retrofit energetico di una muratura storica tradizionale, utilizzando la metodologia "ottimizzazione dei costi"	Caratteristiche fisiche degli edifici	Analisi dei materiali di costruzione dell'intero edificio e valori di trasmittanza termica, calcolo EPI	Selezione dei materiali di isolamento termico più vantaggiosi in base al rapporto costo-efficacia	
K. Fabbri C. Marinucci	EPBD independent control system for energy performance certification: The Emilia-Romagna Region (Italy) pioneering experience	2018	Italia, Regione Emilia Romagna		Descrizione dettagliata delle procedure tecniche adottate per controllare i certificati energetici degli edifici emessi e registrati nella Regione Emilia-Romagna (ERR)	EPC	Database SACE		
L. Danza L. Bellussi G. Guazzi I. Meroni F. Salamone	Durability of technologies in the keeping of ZEB's performances	2018	Italia	Singolo edificio	La durabilità di materiale e delle tecnologie al fine di valutare la corretta efficienza e la durata prevista di un edificio ad energia zero (ZEB, Zero Energy Buildings)	Caratteristiche fisiche degli edifici	Definizione di edifici di riferimento (RB) attraverso Dati ISTAT, TABULA, INSPIRE, RepublicZEB, UNITS 11552 (2014).	Con il passare degli anni l'edificio non soddisferà più i requisiti ZEB, spesso ricercati e raggiunti solo in fase di progettazione e non nel corso della vita dell'edificio. Bisogna considerare obiettivi di efficienza energetica a lungo termine, in quanto ogni tecnologia è caratterizzata da una riduzione delle prestazioni nel corso degli anni sia per le caratteristiche della tecnologia stessa che per le variabili esterne.	
K. Fabbri C. Marinucci	EPBD independent control system for energy performance certification: The Emilia-Romagna Region (Italy) pioneering experience	2018	Italia	Territoriale	Impatto del controllo EPC sui tecnici e sulla qualità EPC ed evidenziano l'errore ricorrente durante la compilazione EPC, il controllo indipendente dell'EPBD in Emilia-Romagna	Classi energetiche degli edifici (la maggior parte degli edifici esistenti appartiene alla classe meno performante G, mentre gli edifici nuovi appartengono alle classi maggiormente performanti A1 o superiore)	Database SACE/ Dati ISTAT	La Regione Emilia-Romagna adotta un approccio che mira a controllare la qualità degli EPC, migliorando la formazione dei certificatori, evitando l'applicazione di sanzioni. Inoltre viene applicato un controllo in termini di requisiti di gestione e nei requisiti tecnici	

2019-2020

AUTORI	TITOLO	ANNO	LUOGO	SCALA	OGGETTO	FATTORI CONSIDERATI	PROGRAMMI/ALISI	RISULTATI	ALTRO
G. Mutani V. Todeschi	Energy Resilience, Vulnerability and Risk in Urban Spaces	2018	Italia, Torino	Urbana	Valutare le caratteristiche dei sistemi esistenti, il loro impatto sulla sostenibilità e capire come soddisfare la domanda energetica in un ambiente urbano critico con poche fonti di energia rinnovabili disponibili, valutando in aggiunta i rischi energetici, le vulnerabilità e la resilienza degli edifici	Dati socioeconomici, parametri tecnici di costruzione degli edifici (rapporto forma, periodo di costruzione, percentuale di volume riscaldato e fabbisogno energetico), caratteristiche reali degli ambienti urbani	Software GIS (Geographic Information system)	Rappresentazione della resilienza energetica tenendo conto del rischio energetico, della sostenibilità ambientale, delle variabili socio-economiche e delle condizioni climatiche e della disponibilità di diverse fonti di energia per una città più sostenibile.	
F. Pe Ceconi N. Moretti L. C. Tagliabue	Application of artificial neural network and geographic information system to evaluate retrofit potential in public school buildings	2019	Italia, Regione Lombardia	Regional e	Analisi delle condizioni critiche degli edifici scolastici in Regione Lombardia e definizione di soluzioni atte ad aumentare le prestazioni energetiche degli edifici, soprattutto nelle aree più critiche	Proprietà termotische dell'involucro e e tecnologie installate	Database EPC/GIS	Definizione delle misure di retrofit più efficaci da implementare negli edifici scolastici e calcolo risparmi energetici totali e medi a seguito di ogni tipo di intervento	

2

LA CERTIFICAZIONE ENERGETICA DEGLI EDIFICI

2.1 Quadro normativo europeo e nazionale

Le politiche da utilizzare per realizzare gli obiettivi internazionali e del Protocollo di Kyoto, in merito alla lotta del cambiamento climatico e della riduzione delle emissioni di CO₂ e gas a effetto serra, vengono recepite ed elaborate dall'Unione Europea attraverso la *Direttiva 2002/91/CE*, emanata il 16 Dicembre 2002 dal Parlamento europeo, nota anche come “Energy Performance Building Directive” (EPBD). Tale normativa, al fine di accelerare le azioni di risparmio energetico e ridurre le disuguaglianze tra i vari Stati Membri, ha definito delle nuove linee guida volte a coordinare gli interventi nel settore edilizio.

2.1.1 Direttiva Europea 2002/91/CE

La Direttiva 2002/91/CE ha introdotto un nuovo indicatore del mercato edilizio noto come “efficienza energetica” utilizzando lo strumento della *certificazione energetica* degli edifici per sollecitare i singoli Paesi ad esprimere in modo trasparente le prestazioni energetiche degli edifici e le emissioni di CO₂ correlate.

Il desiderato sviluppo di una metodologia condivisa per il calcolo integrato dei consumi energetici, infatti, avrebbe lo scopo di I diversi Paesi sono tenuti ad istituire un *metodo condiviso di calcolo* integrato del rendimento energetico degli edifici, alcuni requisiti minimi di rendimento energetico per gli edifici di nuova costruzione e quelli sottoposti a dello stock esistente, l'introduzione di un sistema di certificazione delle prestazioni energetiche degli edifici, che preveda l'esposizione degli *attestati di prestazione energetica* all'interno degli edifici pubblici o frequentati dal pubblico; l'ispezione e la valutazione periodica degli impianti di climatizzazione.

2.1.2 DLgs 192/2005

La Direttiva Europea 2002/91/CE, nota anche come direttiva EPBD (Energy Performance Building Directive), è stata recepita in Italia dal *DLgs 192/2005* “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”, la quale definisce i criteri per migliorare le prestazioni energetiche degli edifici al fine di favorire lo sviluppo, la valorizzazione e l'integrazione delle fonti rinnovabili, contribuendo alla realizzazione degli obiettivi nazionali di limitazione delle emissioni di gas a effetto serra posti dal protocollo di Kyoto. Il decreto introduce inoltre *l'obbligo della* certificazione energetica degli edifici, che si esprime attraverso il rilascio da parte del costruttore di un attestato di certificazione energetica in cui vengono riportati i livelli di consumo di energia dei fabbricati, definendo inoltre i valori minimi di ricambio d'aria, i valori del coefficiente di dispersione volumica globale per trasmissione dell'involucro al fine di tener conto dell'inerzia delle strutture dell'edificio e la trasmittanza minima consentita di componenti opachi e finestrati in funzione della zona termica.

2.1.3 Direttiva Europea 2010/31/CE

La Direttiva 2010/31/CE (Zero Energy Building) ha ripreso e sostituito la direttiva 2002/91/CE introducendo l'adozione di una metodologia di calcolo comune, per cui si fa riferimento alla “prestazione energetica” e non al “rendimento energetico” degli edifici, la precisazione dei requisiti minimi di prestazione energetica, calcolati in maniera da conseguire livelli ottimali in funzione dei costi e l'introduzione del target sugli edifici ad energia quasi zero entro il 2020.

La direttiva è nota anche come “Zero Energy Building” in quanto nell'articolo 9, viene introdotto il vincolo per il quale entro il 31 dicembre 2020 tutti gli edifici di nuova costruzione siano edifici a energia quasi zero (entro il 31 dicembre 2018 quelli occupati da enti pubblici e di proprietà di questi ultimi). La Direttiva prevede che i valori dei requisiti minimi debbano essere rivisti almeno ogni cinque anni, e introduce ispezioni periodiche degli impianti di riscaldamento e degli impianti di condizionamento. Un ruolo sempre maggiore è assunto dalle *fonti rinnovabili* anche nel calcolo della prestazione energetica dell'edificio.

Infatti all'articolo 6 comma 1 lettera a), b), c) e d) viene sottolineato che gli edifici di nuova realizzazione devono avere sistemi di fornitura energetica decentrati basati su energia da fonti rinnovabili, cogenerazione, teleriscaldamento o teleraffrescamento urbano o collettivo, in particolare se basato interamente o parzialmente su energia da fonti rinnovabili e pompe di calore. (Rapporto efficienza energetica 2017)

2.1.4 DL 63/2013

La Direttiva Europea 2010/31/CE è stata recepita in Italia dal *DL 63/2013*, apportando profonde modifiche DLgs 192/2005, confermando l'obbligo della redazione dell'attestato di prestazione energetica degli edifici APE, in sostituzione all'attestato di certificazione energetica ACE, prorogando inoltre le detrazioni fiscali fino alla fine del 2013 per i privati, e fino a giugno 2014 per interventi sulle parti comuni dei condomini o su tutte le unità immobiliari del condominio.

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

L'attestato di prestazione energetica A.P.E. è stato introdotto per la prima volta dall'art. 6 del *D.L. 63/2013* (a modifica del DLgs 192/2005), introducendo alcune modifiche e definendo una metodologia di calcolo unica per tutto il territorio Nazionale. A differenza dell'A.C.E. (Attestato di Certificazione Energetica), il quale prevedeva una classificazione energetica basata sui Gradi Giorno (GG) del Comune di appartenenza dell'edificio e sulle caratteristiche geometriche, ovvero sul rapporto forma (dato dal rapporto tra S/V), il nuovo documento prevede una classificazione energetica basata su un edificio di riferimento, utilizzato per definire il valore limite di energia primaria da rispettare e con cui l'edificio oggetto di certificazione deve confrontarsi.

Inoltre, grazie al Decreto Legge del 26 giugno 2015 (in vigore dal 1° ottobre 2015), sono state introdotte nuove linee guida con l'obbligo per la compilazione dell'APE, solo da parte di tecnici abilitati, previo un sopralluogo all'immobile da certificare. Inoltre, le classi energetiche sono state ampliate da sette (A+,A,B,C,D,E,F) a dieci, dalla più alla meno efficiente (A4, A3, A2, A1, B, C, D, E, F, G), attribuite agli edifici calcolando l'indice di prestazione Energetica globale non rinnovabile, EP_{gl}^{nren} .

Oltre a nuove metodologie per il calcolo dell'APE vengono forniti dal decreto, nuovi schemi a cui il tecnico che redige l'attestato deve attenersi per la compilazione del modello, ivi comprese le raccomandazioni per migliorare l'efficienza energetica dell'immobile e specifiche modalità per la compilazione dell'annuncio immobiliare.

Per legge l'A.P.E. è obbligatorio per tutti gli atti che comportano il passaggio di proprietà a titolo oneroso, e secondo l'art. 6, comma 10, del Dlgs 192/2005, sono validi gli A.C.E. rilasciati prima del 6 giugno 2013, fatta eccezione per i casi in cui la certificazione energetica non sia più in corso di validità (10 anni), oppure, vi siano stati lavori di riqualificazione, tali da modificare e rinnovare l'attestato di certificazione. Il documento si compone di due parti, nella prima parte vengono riportati i dati generali dell'edificio, la prestazione energetica globale e del fabbricato, la prestazione energetica degli impianti e i consumi stimati e infine le raccomandazioni. Nei dati generali dell'edificio viene definita la destinazione d'uso (in base al D.P.R. 412/93*), l'oggetto dell'attestato (intero edificio, singola unità immobiliare o gruppo di unità immobiliari), la motivazione del rilascio (nuova costruzione, passaggio di proprietà, locazione, ristrutturazione importante, riqualificazione energetica o altro). Altri dati identificativi richiesti sono un'immagine fotografica del fabbricato, il comune di appartenenza e l'indirizzo, dati catastali, la zona climatica d'appartenenza e l'anno di costruzione.

Oltre a questi dati viene definita la superficie utile riscaldata e quella raffrescata, espresse ovviamente in m², il volume lordo riscaldato e quello raffrescato, in m³. I dati sono fondamentali per calcolare il rapporto forma S/V, espresso in 1/m, un valore in grado di misurare la compattezza di un edificio e dunque l'efficienza a livello energetico.

Nella parte riguardante la prestazione energetica globale e del fabbricato, la classe energetica dell'edificio è determinata sulla base dell'indice di prestazione energetica globale non rinnovabile dell'edificio $EP_{gl,nren}$, per mezzo del confronto con una scala di classi prefissate, ognuna delle quali rappresenta un intervallo di prestazione energetica definito. La classe energetica è contrassegnata da un indicatore alfabetico in cui la lettera G rappresenta la classe caratterizzata dall'indice di prestazione più elevato (maggiori consumi energetici), mentre la lettera A rappresenta la classe con il miglior indice di prestazione (minori consumi energetici). Un indicatore numerico, affiancato alla lettera A, identificherà i livelli di prestazione energetica in ordine crescente. (D.L. 26/06/2015*).

Le fonti energetiche utilizzate vengono definite nella sezione relativa alla prestazione energetica degli impianti e i consumi stimati, insieme alla stima dell'energia consumata annualmente dall'immobile secondo un uso standard e agli indici di prestazione energetica globali e le quote di emissioni di CO₂ prodotte.

La sezione delle raccomandazioni riporta la tipologia di intervento consigliato e la stima dei risultati conseguibili, esprimendo una valutazione di massima del potenziale del miglioramento (Tempo di ritorno dell'investimento e classe energetica raggiungibile).

La seconda parte dell'attestato oltre a richiamare i dati di dettaglio del fabbricato e degli impianti, riporta i dati del soggetto certificatore, il quale deve dichiarare di aver eseguito il sopralluogo obbligatorio per legge e il software utilizzato.

3

IL CASO STUDIO DEL COMUNE DI TORINO

3.1 Analisi ed elaborazione Database SIPEE

La prima parte del lavoro si è basata sull'analisi e l'estrazione dei dati, relativi al Comune di Torino, contenuti all'interno della banca dati del Sistema Informativo per la Prestazione Energetica (SIPEE) forniti dalla Regione Piemonte. Sono stati considerati gli attestati di Certificazione Energetica (A.C.E.) e gli attestati di prestazione energetica (A.P.E.) di edifici con destinazione d'uso esclusivamente residenziale, situati all'interno del Comune di Torino, rilasciati rispettivamente dal 2 Novembre 2009 al 30 Settembre 2015 e dal 1 Ottobre 2015 ad Aprile 2019. La struttura del Database in analisi è composta da una molteplicità di dati, riguardanti ogni certificazione energetica rilasciata ed il relativo edificio o singola unità immobiliare in questione. La prima operazione eseguita sui dati del SIPEE., è stata quella di selezionare, utilizzando i Dati Catastali, tutti gli A.C.E. e A.P.E. appartenenti esclusivamente al Comune di Torino, eliminando di conseguenza quelli fuori dal confine comunale. Successivamente è stata verificata la destinazione d'uso degli edifici ed è stata selezionata esclusivamente la classe E.1, in base alla classificazione definita dal Decreto Del Presidente Della Repubblica 26 Agosto 1993, N. 412.

3.1.1 Destinazione d'uso residenziale

L'articolo 3 del D.P.R 412/93, stabilisce una classificazione degli edifici per categorie. La categoria in analisi è la E.1, ovvero gli edifici adibiti a residenza e assimilabili. Rientrano in tale categoria:

- a) E.1 (1) abitazioni adibite a residenza con carattere continuativo, quali abitazioni civili e rurali, collegi, conventi, case di pena, caserme;
- b) E.1 (2) abitazioni adibite a residenza con occupazione saltuaria, quali case per vacanze, fine settimana e simili;
- c) E.1 (3) edifici adibiti ad albergo, pensione ed attività similari;

3.1.2 Zona climatica

Altro dato molto importante da tenere in considerazione per effettuare una valutazione sui fabbisogni energetici degli edifici è la zona climatica di appartenenza. Il territorio Nazionale, in base al D.P.R 412/93, è suddiviso in sei diverse zone climatiche, dalle più fredde alle più calde (A, B, C, D, E, F), la cui unità di misura è il "Grado-Giorno" (GG), che equivale alla somma, riferita al periodo di funzionamento dell'impianto di climatizzazione invernale, delle differenze giornaliere tra la temperatura media esterna giornaliera e la temperatura convenzionalmente fissata a 20 °C dell'ambiente interno. Più alto è il valore dei "gradi-giorno", più il clima è rigido e quindi più elevato tende ad essere l'indice di prestazione energetica di un edificio. Il Comune di Torino appartiene alla classe climatica E, con 2.617 GG. Di seguito la formula per il calcolo:

$$GG = \sum_{e=1}^n (20 - T_e)$$

dove:

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

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

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

T_e è la temperatura media giornaliera esterna (<12°C, stabilita dalla normativa)

			PERIODO DI RISCALDAMENTO		
Classe	Da (GG)	A (GG)	Inizio	Fine	Ore giornaliere
A	0	600	1°Dicembre	15 Marzo	6
B	601	900	1°Dicembre	31 Marzo	8
C	901	1400	15 Novembre	31 Marzo	10
D	1401	2100	1°Novembre	15 Aprile	12
E	2101	3000	15 Ottobre	15 Aprile	14
F	3001		Nessuna limitazione		

Tabella 2 - Classificazione delle zone climatiche e periodo di riscaldamento. Fonte: D.P.R 412/93

3.1.3 Periodo di rilascio A.C.E. e A.P.E.

L'operazione di selezione degli ACE e degli APE in base all'anno di appartenenza consente di velocizzare e semplificare l'importazione dei dati sul software ArcGis, ma soprattutto permette di conoscere la somma delle certificazioni eseguite anno per anno, andando a definire anche l'andamento del fenomeno.

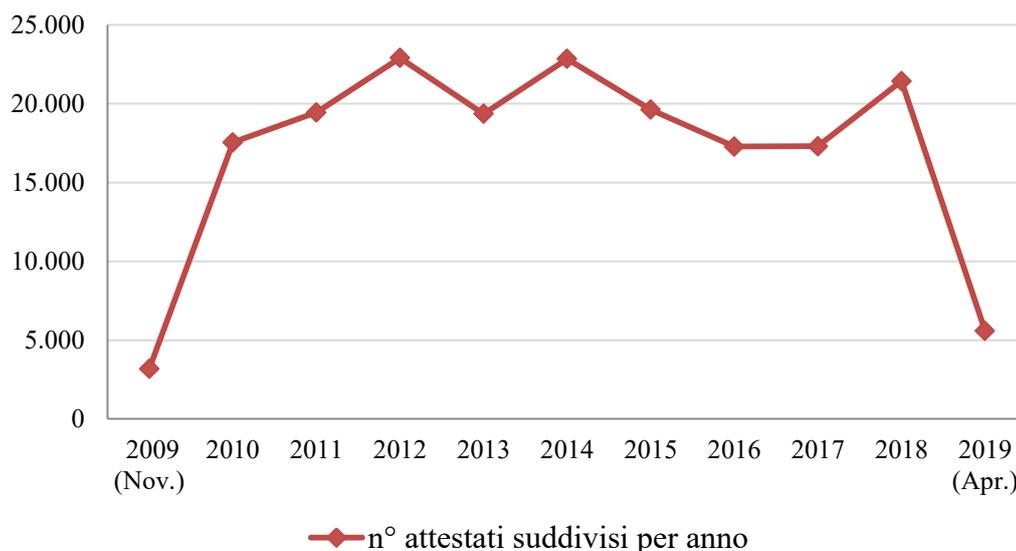


Grafico 9– Numero attestati rilasciati da Novembre 2009 ad Aprile 2019, suddivisi per anno. Fonte: Dati SIPEE

Anno	TOTALE	
	N°	%
2009 (Novembre)	3.184	2%
2010	17.534	9%
2011	19.436	10%
2012	22.889	13%
2013	19.351	10%
2014	22.831	12%
2015	19.608	11%
2016	17.278	9%
2017	17.290	9%
2018	21.422	12%
2019 (Aprile)	5.585	3%
TOTALE	186.408	100%

Tabella 3 - Numero e percentuale degli attestati rilasciati da Novembre 2009 ad Aprile 2019. Fonte: Dati SIPEE

Il totale delle certificazioni prese in considerazione è di 186.408, di cui 119.634 ACE e 66.774 APE. Dal grafico si può notare un andamento costante dal 2010 al 2018, con percentuali che variano dal 9 al 13%, ad eccezione per gli anni 2009 e 2019. Negli ultimi anni sembrerebbe esserci una ripresa dei rilasci, calato tra il 2015 e il 2017.

3.1.4 Motivazione del rilascio A.C.E. e A.P.E.

Un dato fondamentale è la motivazione del rilascio degli attestati. Per questo tipo di analisi è stata effettuata una suddivisione tra ACE (rilasciati dal 2 Novembre 2009 al 30 Settembre 2015) e APE (rilasciati dal 1 Ottobre 2015 ad Aprile 2019).

Dall'analisi è emerso che per gli attestati A.C.E. le motivazioni principali sono: passaggio di proprietà dell'immobile (53%), seguito da locazione con il 33%. Mentre le motivazioni di roero fit energetico rappresentano solo il 2%. Anche per gli APE le motivazioni principali sono: passaggio di proprietà dell'immobile (52%), seguito da locazione con una percentuale del 36%. Mentre le motivazioni di roero fit energetico rappresentano solo il 4,5%.

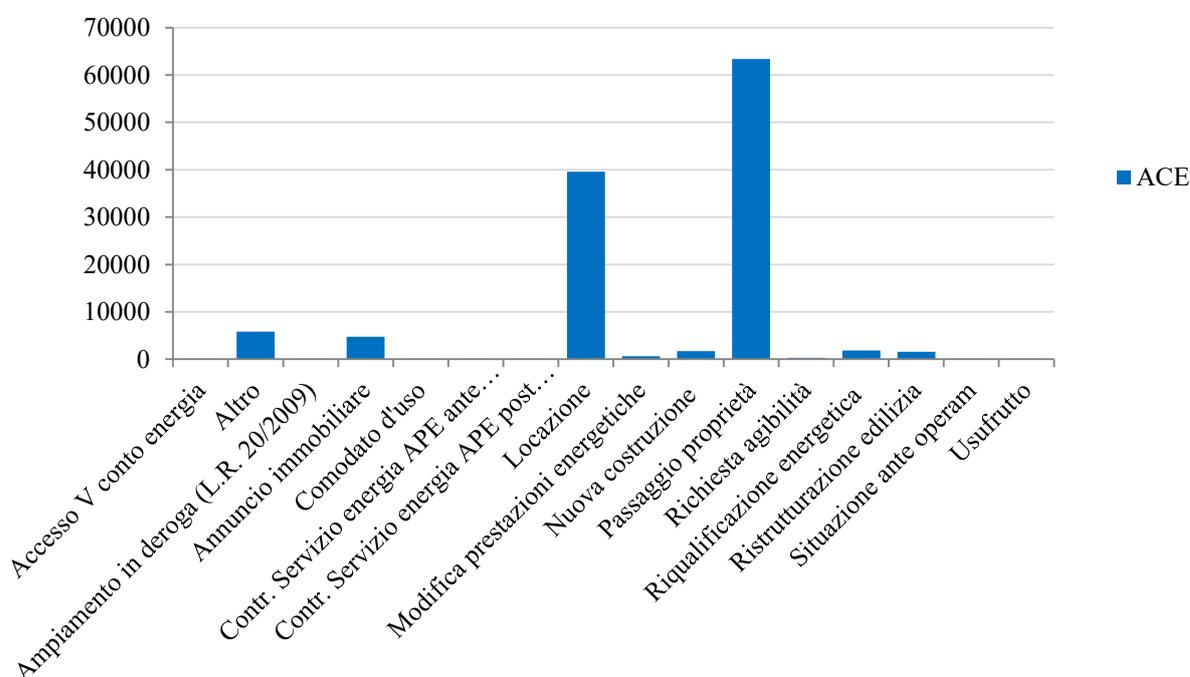


Grafico 10 – Motivazioni rilascio ACE. Fonte: Dati SIPEE

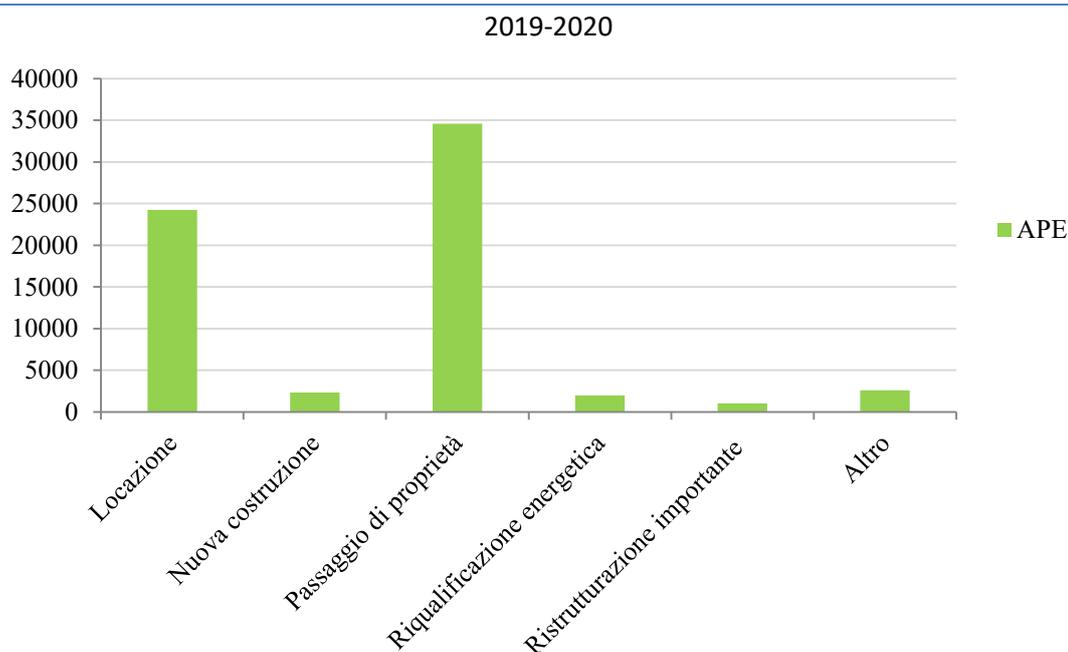


Grafico 11 – Motivazioni rilascio APE. Fonte: Dati SIPEE

Motivazione	ACE		APE	
	n° attestati	% attestati	n° attestati	% attestati
Annuncio V conto energia	11	0%	/	/
Altro	5.791	5%	2.607	4%
Ampliamento in deroga (LR 20/2009)	24	0%	/	/
Annuncio immobiliare	4.762	4%	0	0%
Comodato d'uso	9	0%	/	/
Contr.Servizio Energia. ante intervento	2	0%	/	/
Contr.Servizio Energia. post intervento	2	0%	/	/
Locazione	39.570	33%	24.256	36 %
Modifica delle prestazioni energetiche	638	0,5%	/	/
Nuova Costruzione	1.675	1,4%	2.310	3%
Passaggio di proprietà	63.391	53%	34.587	52%
Richiesta agibilità	306	0,2%	/	/
Riqualificazione energetica	1.839	1,5%	1.996	3%
Ristrutturazione importante	/	/	1.018	1,5%
Ristrutturazione Edilizia	1.580	1,3%	/	/
Situazione ante operam	25	0%	/	/
Usufrutto	9	0%	/	/
TOTALE	119.634	100%	66.774	100%

Tabella 4 –Principali motivazioni del rilascio ACE e APE. Fonte: Dati SIPEE

2019-2020

Per comprendere in modo più chiaro i valori ottenuti, il grafico sottostante unisce i risultati ottenuti, suddividendo i valori tra attestati ACE e APE.

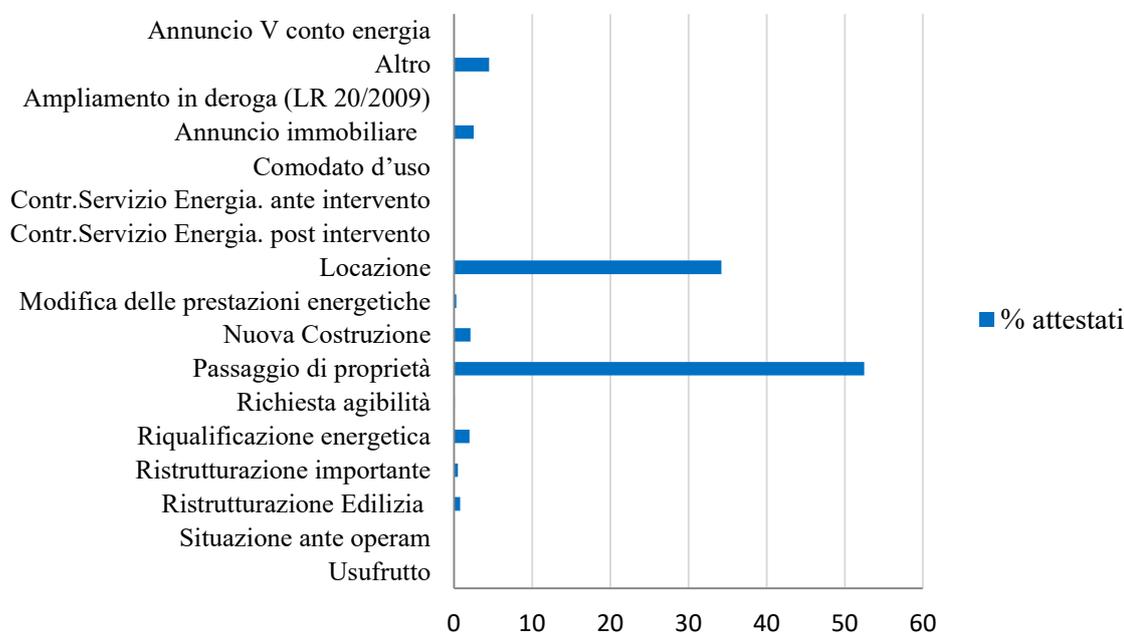


Grafico 12 – Motivazione del rilascio degli ACE e A.P.E. Fonte: DATI SIPEE

Il *passaggio di proprietà* dell'immobile resta la motivazione principale del rilascio degli attestati, con una percentuale del 52,5, seguito da *locazione* con il 34,2%. I dati ottenuti trovano coerenza con il quadro legislativo, infatti è obbligatorio produrre ed allegare l'attestato di prestazione energetica sia al contratto di trasferimento che di locazione (L. 3 agosto 2013, n.90), logicamente l'obbligo sussiste solo se si è in presenza di una nuova locazione e non di un rinnovo, proroga o reiterazione di un precedente rapporto di locazione.

L'attestato APE è obbligatorio anche per edifici di *nuova costruzione* ed immobili sottoposti a *ristrutturazioni importanti*, deve essere prodotto a cura del costruttore sia esso committente della costruzione o società di costruzione che opera direttamente e deve essere allegato alla documentazione per l'agibilità. In caso di *compravendita* l'attestato deve essere prodotto obbligatoriamente a cura del proprietario/venditore (il Consiglio Nazionale del Notariato, nella sua nota CNN del 7/8/2013, ha chiarito, devono ritenersi ricomprese, nell'obbligo di allegazione dell'APE, tutte le fattispecie contrattuali di trasferimento a titolo oneroso).

2019-2020

Altro tipo di analisi è stata suddividere le motivazioni in tre macro categorie: Motivazione generica (Annuncio immobiliare, Locazione, Nuova costruzione, Passaggio di proprietà, ecc.), riqualificazione energetica (Ampliamento in deroga LR 20/2009, Modifica delle prestazioni energetiche, riqualificazione energetica, ristrutturazione importante ed edilizia) e interventi con fonti rinnovabili (Biomassa, pompa di calore, solare termico e fotovoltaico), per comprendere la percentuale degli interventi di retrofit energetico effettuati.

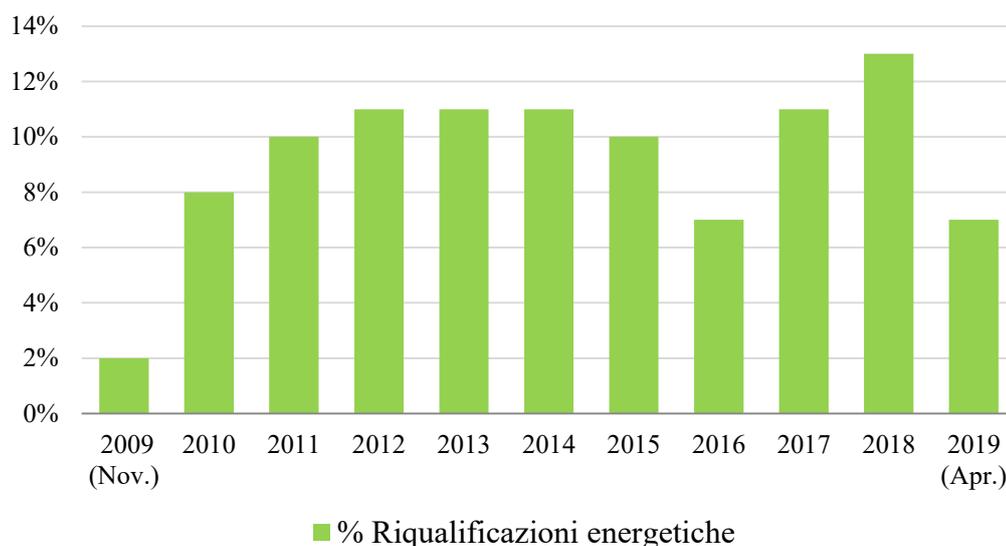


Grafico 13 – Percentuale di riqualificazioni energetiche effettuate, suddivise per anno. Fonte: DATI SIPEE

Anno	Motivazione generica		Riqualificazione energetica		FER	
	n° attestati	% attestati	n° attestati	% attestati	n° attestati	% attestati
2009 (Nov.)	3.062	2%	122	2%	40	1%
2010	16.980	9%	554	8%	198	5%
2011	18.736	10%	696	10%	112	3%
2012	22.081	12%	801	11%	263	6%
2013	18.487	10%	750	11%	270	6%
2014	21.937	12%	764	11%	302	7%
2015	18.787	10%	737	10%	538	13%
2016	16.805	9%	473	7%	926	22%
2017	16.528	9%	762	11%	434	10%
2018	20.503	11%	919	13%	1.158	27%
2019 (Aprile)	5.068	3%	517	7%	44	1%
TOTALE	178.974	100%	7.095	100%	4.285	100%

Tabella 5 – Numero e percentuali A.C.E. e A.P.E, suddivisi per anno e motivazione. Fonte: Dati SIPEE

3.1.5 Tipologia edilizia

All'interno dei dati relativi agli attestati le tipologie edilizie riconosciute risultano molteplici. Per il tipo di analisi affrontata, si è ritenuto sufficiente suddividere i dati solo in quattro macro categorie: appartamento in edificio multipiano, gruppo di unità immobiliari, intero edificio/edificio indipendente e villetta. I dati utilizzati sono 182.613, in quanto a causa della poca accuratezza nella compilazione da parte dei certificatori il 2% dei dati risulta mancante. La tipologia edilizia principale delle certificazioni energetiche è l'appartamento con una percentuale approssimativamente del 97%, mentre le altre tipologie presentano percentuali non superiori al 2%.

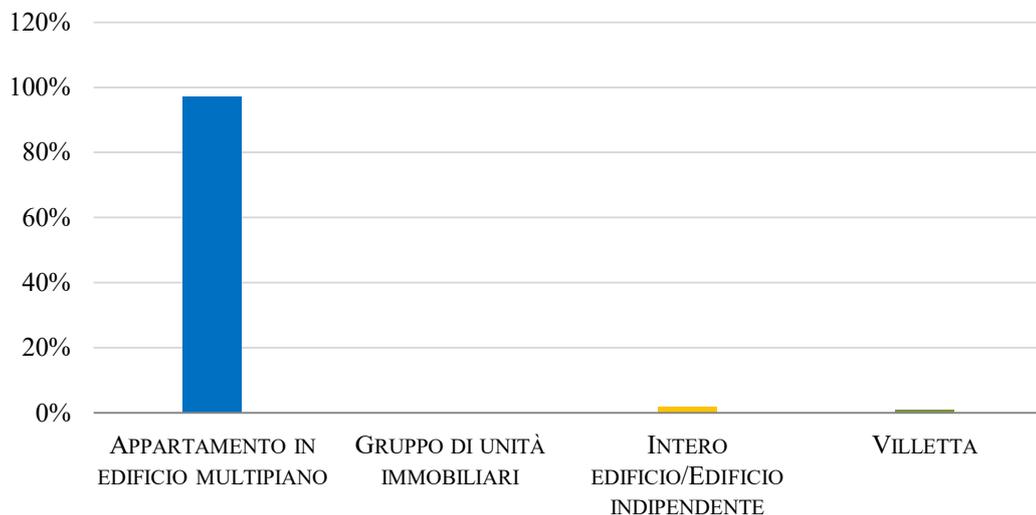


Grafico 14 –Percentuale attestati, suddivisi per tipologia edilizia. Fonte: Dati SIPEE

Tipologia edilizia	N° attestati	% attestati
Appartamento in edificio multipiano	176.268	97%
Gruppo di unità immobiliari	129	0%
Intero Edificio/ Edificio Indipendente	4.264	2%
Villetta	1.952	1%
Totale	182.613	100%

Tabella 6 – Numero e percentuale attestati, suddivisi per tipologia edilizia. Fonte: Dati SIPEE

3.1.6 Epoca di costruzione

I dati relativi all'anno di costruzione degli edifici oggetto di Certificazione energetica, sono stati suddivisi in nove classi di appartenenza e confrontati con i Dati Istat, aggiornati al 2011.

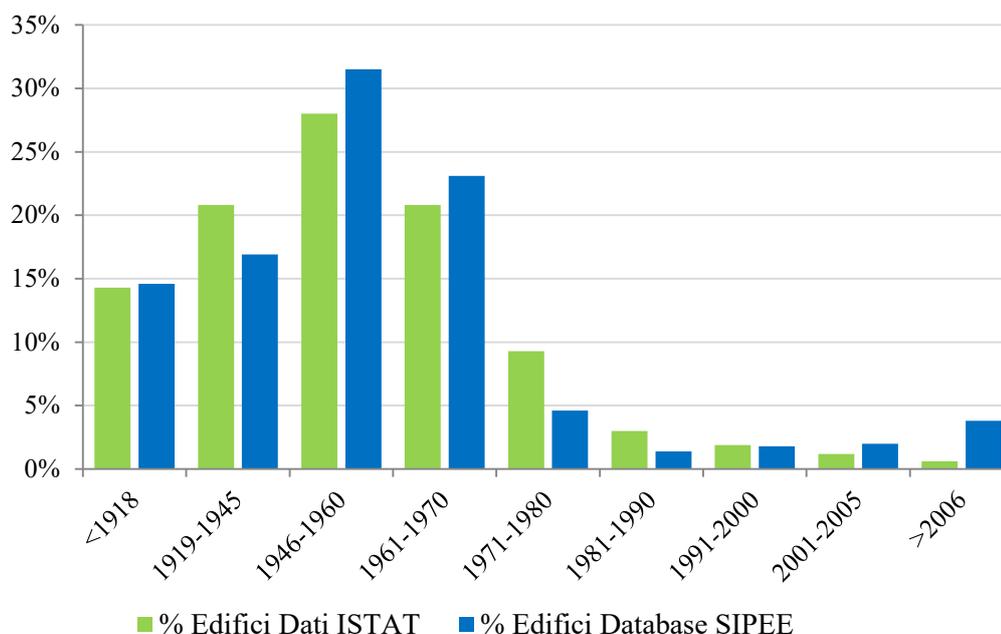


Grafico 15 – Percentuale degli edifici suddivisi per epoca di costruzione. Fonte: Dati Istat e Dati SIPEE.

Epoca di costruzione	Dati ISTAT,2011		Dati SIPEE	
	N° edifici	% edifici	N° attestati	% attestati
<1918	5.178	14.3%	27.235	14.6%
1919-1945	7.516	20.8%	31.605	16.9%
1946-1960	10.146	28%	58.727	31.5%
1961-1970	7.522	20.8%	43.201	23.1%
1971-1980	3.349	9.3%	8.737	4.6%
1981-1990	1.080	3%	2.630	1.4%
1991-2000	700	1.9%	3.336	1.78%
2001-2005	432	1.2%	3.742	2%
>2006	235	0.6%	7.195	3.8%
totale	36.158	100%	186.408	100%

Tabella 7 – Numero e percentuale degli edifici suddivisi epoca di costruzione. Fonte: Dati Istat e Dati SIPEE

Il Grafico mostra un parco edilizio abbastanza datato, con la maggioranza degli edifici (l'89% e il 93%, rispettivamente secondo il database SIPEE e i Dati Istat), costruiti prima della L. 373/1976, la prima legge sul risparmio energetico. Pertanto, il parco edilizio del Comune di Torino ha edifici che richiedono un fabbisogno energetico elevato a causa di alcune caratteristiche fondamentali legate all'epoca di costruzione (per esempio la tipologia di involucro e le relative caratteristiche geometriche, dunque la tipologia di materiali e stratificazione utilizzata ed il livello di isolamento termico dell'involucro opaco e trasparente, e non meno importante la tipologia e l'efficienza dei sistemi tecnologici utilizzati).

Andando ad analizzare nel dettaglio i dati relativi agli edifici oggetto di certificazione energetica, emerge che la maggioranza degli edifici, circa il 31%, è stata costruita tra il 1946-1960. La percentuale più bassa di edifici, ovvero l'1,4%, appartiene alla sesta classe (dal 1981 al 1990). Confrontando le percentuali ottenute sull'epoca di costruzione degli edifici emerge una perfetta coerenza tra il Database SIPEE ed i Dati ISTAT. Infatti, entrambi i dati prevedono percentuali più alte per le prime quattro classi, ovvero fino al 1970, per poi diminuire significativamente negli ultimi anni.

3.1.7 Superficie Utile

Si definisce superficie utile, la superficie effettivamente calpestabile riscaldata dei locali di abitazione (espressa in m²), compresi i sottotetti recuperati a fini abitativi ai sensi della legge regionale n. 5/2010, oppure dei locali o ambienti di lavoro, comprensiva di servizi igienici, corridoi, disimpegno, ripostigli ed eventuali scale interne all'unità immobiliare, ad esclusione di: murature, pilastri, tramezzi, sguinci, vani di porte e finestre, logge, portici, balconi, terrazze e verande, cantine, soffitte, ed altri locali accessori consimili, autorimesse singole, porzioni di locali, e altri spazi comunque denominati, con altezza interna netta inferiore a ml 1,80; intercapedini e volumi tecnici e tettoie pertinenziali (deliberazione Assemblea Legislativa n. 279/2010).

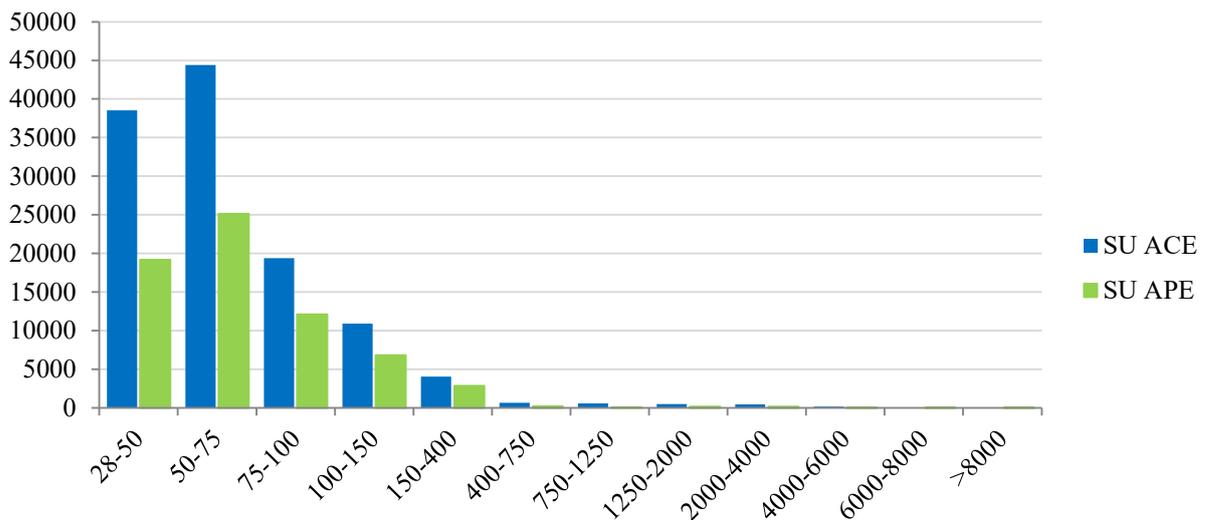


Grafico 16 - Superficie Utile immobili oggetto di certificazione energetica ACE e APE. Fonte: Dati SIPEE

Dall'analisi dei dati emerge che molti edifici presentano Su al di sotto degli standard minimi stabiliti dal Decreto Ministeriale Sanità del 5 Luglio 1975 *“Modificazioni alle istruzioni ministeriali 20 giugno 1896, relativamente all'altezza minima ed ai requisiti igienico-sanitari principali dei locali di abitazione”*, il quale ritiene non agibili le abitazioni con Su inferiore ai 28mq, dunque nell'analisi non sono stati considerati valori inferiori a questa alla soglia stabilita dalla legge. Per poter leggere in maniera corretta i dati, bisogna considerare anche valori molto elevati, al di sopra degli 8000mq, in quanto per le certificazioni ACE fanno

2019-2020

riferimento anche interi edifici, non solo singoli alloggi. Per entrambe le due categorie di attestati, il 95% degli edifici presenta superfici uguali o inferiori ai 150mq. Per ottenere però un dato più coerente con le caratteristiche degli alloggi residenziali ,per calcolare la Superficie Utile Media, si sono tenute in considerazione le superfici utili con valori inferiori ai 400mq. Il calcolo della SU media ottenuto dall'analisi del Database SIPEE è stato confrontato, nel grafico 17 sottostante, con la SU media ricavata dai Dati Istat (aggiornati al 2011).

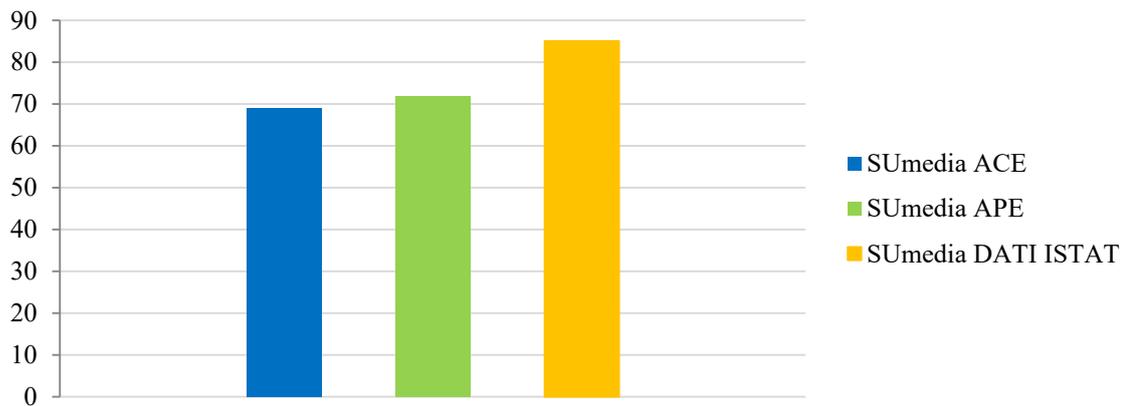


Grafico 17 – Superficie Utile Media degli immobili certificati. Fonte: Dati ISTAT e Dati SIPEE

Secondo i Dati ISTAT la Superficie media del Comune di Torino per quanto riguarda gli edifici residenziali è 85 mq. Questo dato è stato ricavato utilizzando la seguente formula:

$$S_{MT} = A44 / A2$$

dove:

A44: superficie delle abitazioni occupate da almeno una persona residente

A2: Abitazioni occupate da almeno una persona residente

3.1.8 Superficie disperdente

La superficie disperdente di un edificio è data dalla superfici che separano il volume climatizzato dall'ambiente esterno e da altri ambienti non riscaldati (ad es: garage, vani scala) misurata al lordo ed espressa in m². Dall'analisi emerge che la maggioranza degli appartamenti/edifici oggetto di certificazione energetica ha una superficie disperdente al di sotto dei 100 m², con un valore medio di 135 m². Dal grafico 18 emerge che i valori sono più elevati per le certificazioni ACE, in quanto ricordiamo che fanno riferimento anche interi edifici e non solo singoli alloggi.

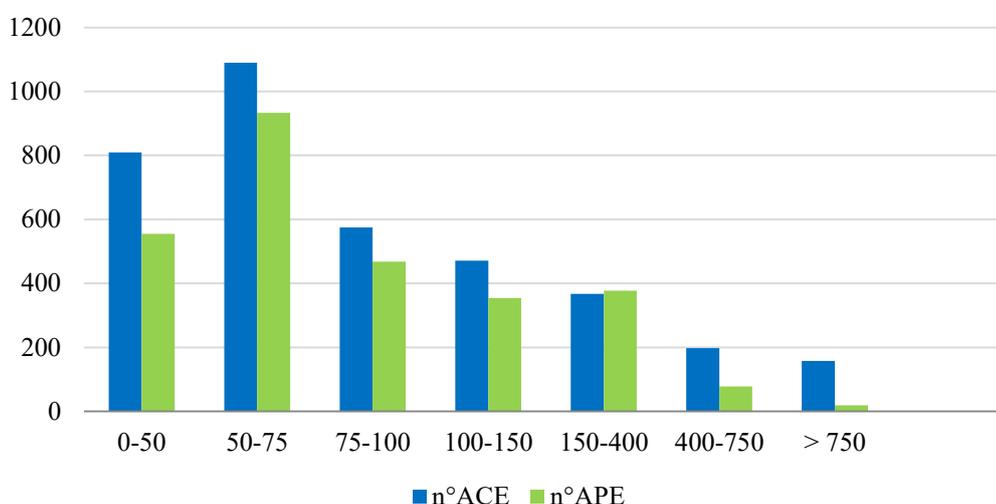


Grafico 18 – Superficie disperdente degli immobili certificati., suddivisa tra ACE e APE. Fonte: Dati SIPEE

Superficie disperdente						
m ²	ACE		APE		TOTALE	
	n° attestati	% attestati	n° attestati	% attestati	n° attestati	% attestati
0-50	809	20%	555	18%	1364	19%
50-75	1090	27%	933	31%	2023	29%
75-100	575	14%	468	16%	1043	15%
100-150	471	12%	354	12%	825	12%
150-400	367	9%	377	13%	744	10%
400-750	198	5%	78	3%	276	4%
> 750	413	10%	230	8%	643	9%
Totale	4081	100%	3014	100%	7095	100%

Tabella 8 – Numero e percentuale della superficie disperdente degli immobili certificati, suddivisa in 8 classi.

Fonte: Database SIPEE

3.1.9 Volume Lordo Riscaldato

Il volume lordo riscaldato è la somma dei volumi lordi di tutti i vani riscaldati di un edificio. Dall'analisi è emerso che la maggioranza degli alloggi, situati nel Comune di Torino ed oggetto di certificazione energetica, presentano un Volume lordo riscaldato uguale o inferiore ai 300m³ (circa il 72% degli alloggi).

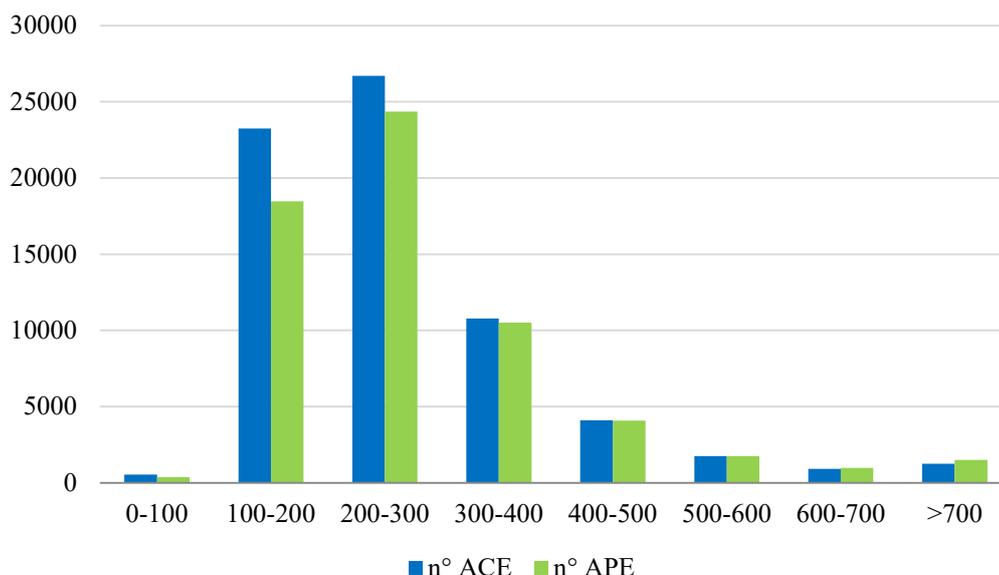


Grafico 19 – Volume Lordo riscaldato degli immobili certificati., suddiviso tra ACE e APE. Fonte: Database SIPEE

Volume Lordo riscaldato						
m3	ACE		APE		TOTALE	
	n° attestati	% attestati	n° attestati	% attestati	n° attestati	% attestati
0-100	543	1%	2	0%	545	1%
100-200	23.242	34%	478	16%	23720	33%
200-300	26.714	39%	931	31%	27645	38%
300-400	10.772	16%	495	16%	11267	16%
400-500	4.091	6%	247	8%	4338	6%
500-600	1.750	3%	145	5%	1895	3%
600-700	904	1%	113	4%	1017	1%
700-800	77	0%	75	2%	152	0%
>800	951	1%	532	18%	1483	2%
Totale	69044	100%	3018	100%	72062	100%

Tabella 9 – Volume Lordo riscaldato degli immobili certificati, suddiviso in 8 classi Fonte: Database SIPEE

3.1.10 Rapporto Forma

Il rapporto tra la Superficie disperdente e il Volume Lordo riscaldato, analizzati nei paragrafi precedenti, consente di calcolare “il rapporto forma” S/V, in altre parole la compattezza dell'involucro termico di un fabbricato. Un'elevata compattezza dell'involucro esterno rende maggiormente performante un edificio dal un punto di vista energetico, e dunque si presuppone che abbia un numero di dispersioni energetiche relativamente basse. Quando il rapporto forma, che viene espresso in 1/m, è un valore basso indica che l'edificio è maggiormente compatto e dunque performante ai fini energetici. Viceversa, se il rapporto è alto, l'edificio è meno compatto e non energeticamente performante. Ovviamente va considerato che questo dato è indipendente dal contesto climatico, dall'orientamento e dagli impianti di un fabbricato, ma dipende solamente dalla sua geometria. Maggiore è la Superficie disperdente, maggiori saranno le dispersioni termiche.

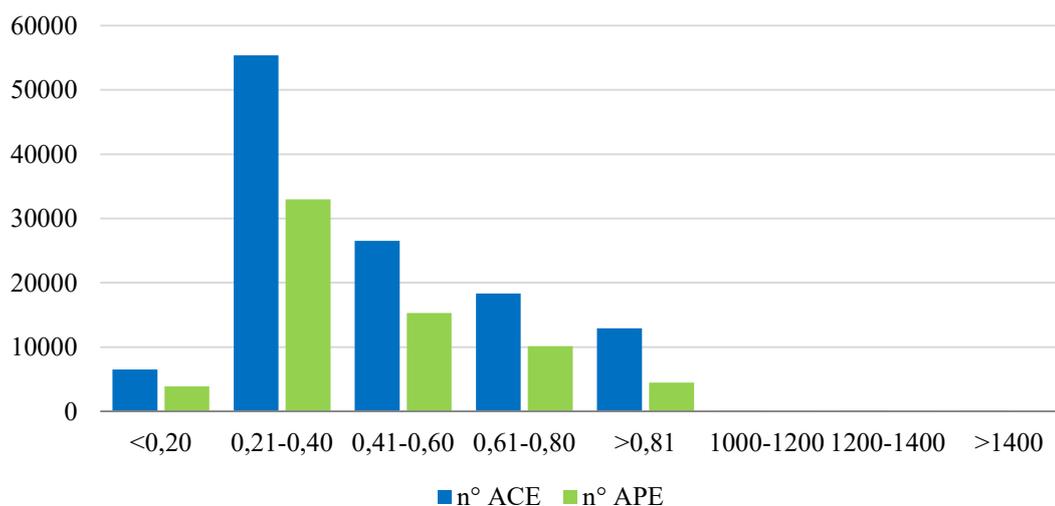


Grafico 20 – Rapporto forma degli immobili (S/V), suddiviso in otto classi. Fonte: Dati SIPEE

Rapporto forma						
S/V	ACE		APE		TOTALE	
	n° attestati	% attestati	n° attestati	% attestati	n° attestati	% attestati
<0,20	6.495	5%	3.886	6%	10.381	6%
0,21-0,40	55.368	46%	32.986	49%	88.354	47%
0,41-0,60	26.502	22%	15.278	23%	41.780	22%
0,61-0,80	18.353	15%	10.152	15%	28.505	15%
>0,81	12.916	11%	4.472	7%	17.388	9%
Totale	119.634	100%	66.774	100%	186.408	100%

Tabella 10 – Numero e percentuale degli immobili certificati, suddivisi per S/V. Fonte: Dati SIPEE

Il 47% degli immobili oggetto di certificazione energetica ha un rapporto forma compreso tra 0,21 e 0,40 m⁻¹. La classe maggiormente performante, presenta solo il 6% degli immobili, ed è la classe con la percentuale più bassa. La terza e la quarta classe, presentano rispettivamente percentuali del 22% e del 15%. L'ultima classe, ovvero la meno performante ha una percentuale del 9%. Questi valori sono giustificati dal fatto che la maggior parte dei dati presi in considerazione fa riferimento ad appartamenti, i quali hanno un S/V tendenzialmente basso.

3.1.11 Fonti energetiche non rinnovabili

Gli impianti per il riscaldamento degli edifici utilizzano fonti energetiche differenti, classificabili in due macro categorie: fonti di energia non rinnovabili (tra cui alcuni combustibili fossili come carbone, petrolio, gas naturale o metano), e fonti di energia rinnovabili (energia solare, eolica, geotermica, marina, idroelettrica e l'energia da biomasse).

Lo scopo di questo paragrafo è analizzare le tipologie di fonti energetiche utilizzate per il riscaldamento all'interno del Comune di Torino, sulla base dei dati presenti nel Database SIPEE (forniti dai certificatori energetici) in merito agli edifici oggetto di certificazione energetica, confrontando successivamente i risultati ottenuti con i Dati ISTAT (2011). Purtroppo a causa della poca accuratezza dei dati, alcuni valori risultano mancanti.

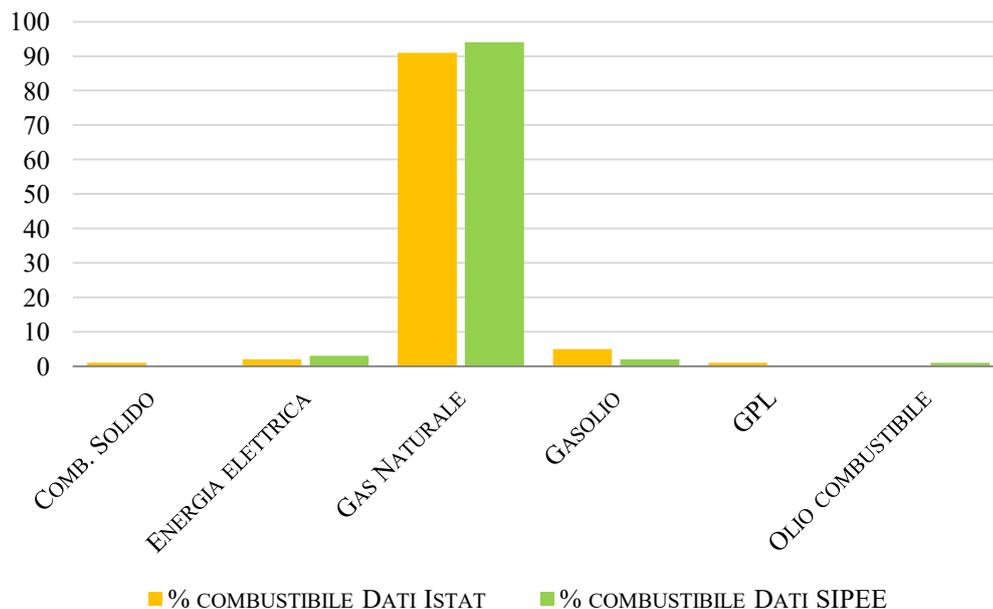


Grafico 21 – Percentuale fonte energetica utilizzata nel Comune di Torino. Fonte: Dati Istat e dati SIPEE

2019-2020

Combustibile utilizzato impianti riscaldamento				
	DATI ISTAT		DATI SIPEE	
	n° edifici	% edifici	n° attestati	% attestati
Comb. solido	3.298	1%	212	0%
Energia Elettrica	10.396	2%	2.666	3%
Gas Naturale	374.723	91%	84.907	94%
Gasolio	20.490	5	1.377	2%
GPL	2.809	1%	371	0%
Olio comb.	885	0%	445	1%
Totale	412.601	100%	89.978	100%

Tabella 11 - Numero e percentuale della tipologia degli impianti di riscaldamento nel Comune di Torino. Fonte: Dati Istat e dati SIPEE

La fonte energetica maggiormente utilizzata per il riscaldamento degli edifici, oggetto di certificazione, all'interno del Comune di Torino è il gas naturale o metano (94%) , dato che viene confermato dall'analisi effettuata sui Dati Istat.

3.1.12 Fonti energetiche rinnovabili

Per quanto riguarda le fonti energetiche rinnovabili, i valori ottenuti dalla banca dati SIPEE sono stati confrontati con i Dati Atlaimpianti.

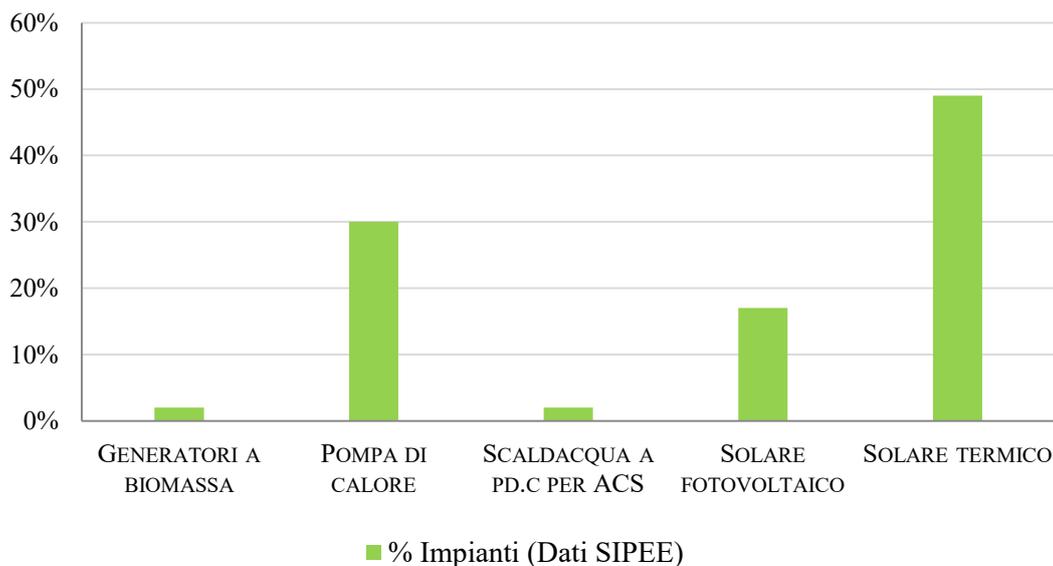


Grafico 22 – Percentuale degli impianti presenti nel Comune di Torino, suddivisi per fonte energetica rinnovabile utilizzata. Fonte: Dati SIPEE

2019-2020

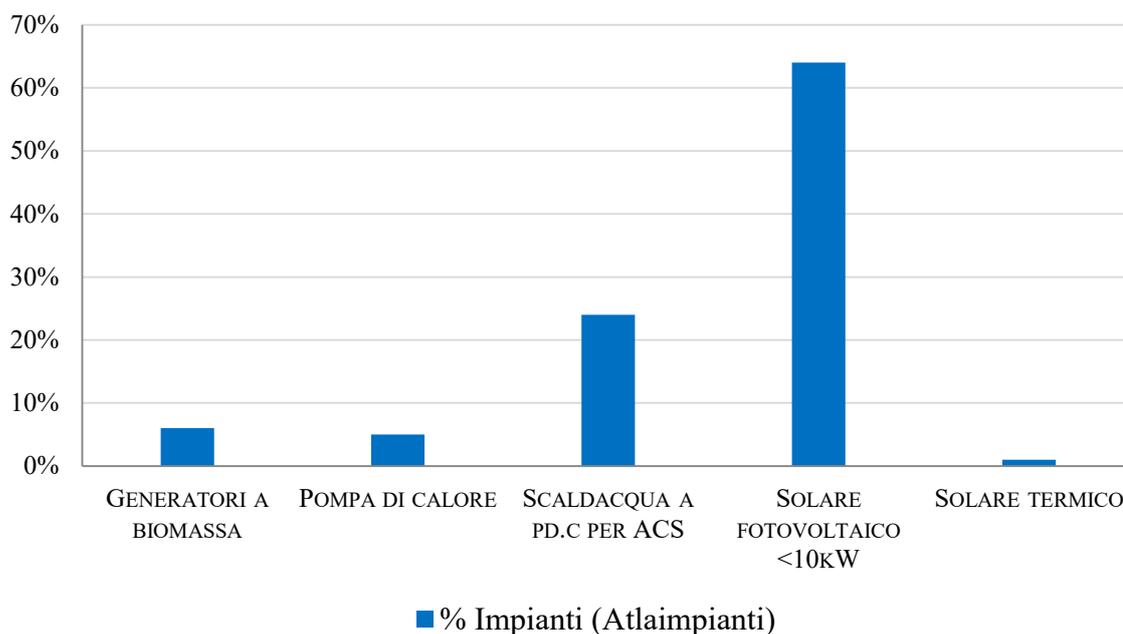


Grafico 23 – Percentuale di impianti presenti nel Comune di Torino suddivisi per fonte energetica rinnovabile utilizzata. Fonte: Dati Atlaimpianti

Fonti rinnovabili impianti riscaldamento				
	DATI ATLAIMPIANTI		DATI SIPEE	
	n° interventi	% interventi	n° attestati	% attestati
Generatori a Biomassa	55	6%	155	2%
Pompa di Calore	51	5%	2069	30%
Scaldacqua a P.d.c. ACS	244	24%	116	2%
Solare fotovoltaico <10kW	647	64%	1210	17%
Solare termico	14	1%	3396	49%
Totale	1.011	100%	6.946	100%

Tabella 12 - Numero e percentuale impianti presenti nel Comune di Torino con fonti rinnovabili. Fonte: Dati Atlaimpianti e Dati SIPEE

Dal grafico 22 emerge come categoria principale di impianti con fonti rinnovabili, l'installazione e l'utilizzo di impianti solari termici e fotovoltaici.

Tale risultato viene confrontato con i dati di Atlaimpianti. In questo caso, come mostra il grafico 20, l'intervento di riqualificazione energetica con fonti rinnovabili maggiormente diffuso all'interno del Comune di Torino è l'installazione e l'utilizzo del solare fotovoltaico.

3.1.13 Tipologia impianti

Per quanto riguarda la tipologia di impianto, possiamo suddividere i dati in due tipologie principali, impianto autonomo/singolo e impianto centralizzato. Analizzando il Database SIPEE, in merito alla tipologia di impianto presente all'interno degli edifici nel Comune di Torino oggetto di certificazione energetica, riscontriamo ancora una volta il problema della poca accuratezza da parte dei certificatori nella compilazione dei dati. I dati considerati sono 132.599, ovvero il 70% rispetto al totale, mentre il 30% risulta mancante.

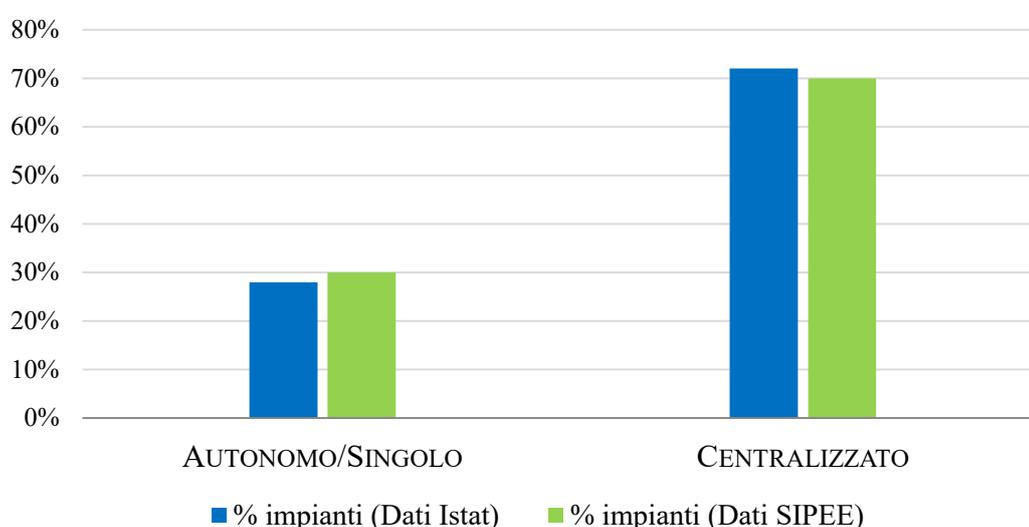


Grafico 24 – Percentuale tipologia degli impianti di riscaldamento presenti nel Comune di Torino, suddivisi per tipologia.. Fonte: Dati Istat e Dati SIPEE

Impianto				
	DATI ISTAT		DATI SIPEE	
	n° edifici	% edifici	n° attestati	% attestati
Autonomo/Singolo	117.041	28%	39.711	30%
Centralizzato	295.560	72%	92.888	70%
Totale	412.601	100%	132.599	100%

Tabella 13 – Numero e Percentuale degli impianti di riscaldamento presenti nel Comune di Torino. Fonte: Dati Istat e Dati SIPEE

La tipologia di impianto maggiormente utilizzata a Torino è l'impianto centralizzato (70%). Questo dato trova corrispondenza con l'analisi effettuata sui Dati Istat e con l'analisi effettuata sull'epoca di costruzione degli edifici, infatti questo tipo di impianto è ancora oggi molto diffuso tra gli edifici di vecchia costruzione.

3.1.14 Classe energetica

Gli attestati ACE, prevedono una classificazione energetica basata sui Gradi Giorno (GG) del Comune di appartenenza e sulle caratteristiche geometriche dell'edificio. Le classi energetiche, contrassegnate da un indicatore alfabetico, sono otto (A+, A, B, C, D, E, F, G).

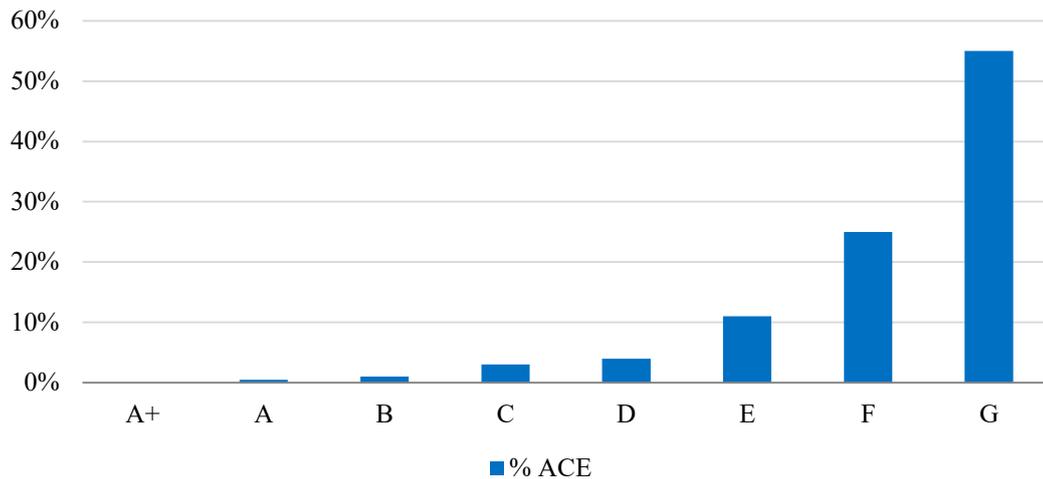


Grafico 25 – Percentuale certificazioni ACE suddivise per classe energetica degli edifici. Fonte: Dati SIPEE

	ACE	
	n° attestati	% attestati
A+	87	0%
A	676	1%
B	1.305	1%
C	3.110	3%
D	4.711	4%
E	13.185	11%
F	30.408	25%
G	66.152	55%
Totale	119.634	100%

Tabella 14 – Numero e percentuale certificazioni ACE, suddivise per classe energetica degli edifici.

Fonte: Dati SIPEE

Con l'entrata in vigore del D.L. del 26 Giugno 2015 la classe energetica di un edificio, contrassegnata da un indicatore alfabetico, viene definita in base al valore dell'indice di prestazione energetica globale non rinnovabile ($EP_{gl,nren}$, misurato in $kWh/m^2/anno$.) ipotizzando che nell'edificio oggetto di certificazione siano installati elementi edilizi e

2019-2020

impianti standard dell'edificio di riferimento. La classe caratterizzata dall'indice di prestazione più elevato è la G, mentre la lettera A rappresenta la classe con il miglior indice di prestazione e dunque minori consumi energetici. Le classi energetiche per gli APE sono dieci (A4, A3, A2, A1, B, C, D, E, F, G), mentre per gli ACE rilasciati prima del 2015 solamente otto. Pertanto si è ritenuto opportuno suddividere le analisi.

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

Tabella 15 – Valori $EP_{gl,nren}$ e relativa classe energetica. Fonte: D.L. del 26 Giugno 2015

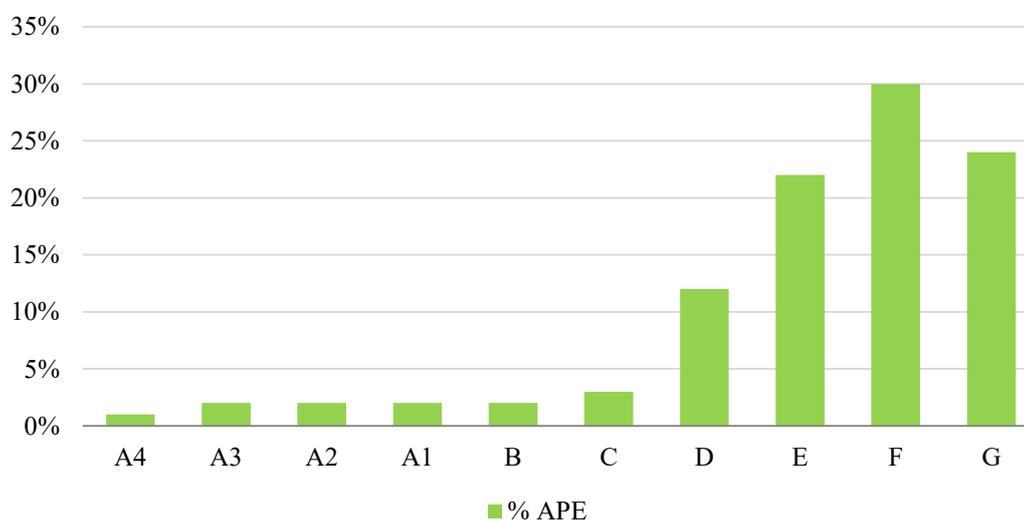


Grafico 26 – Percentuale certificazioni APE suddivise per classe energetica degli edifici. Fonte: Dati SIPEE

2019-2020

	APE	
	n° attestati	% attestati
A4	435	1%
A3	1.287	2%
A2	1.528	2%
A1	1.214	2%
B	1.120	2%
C	2.454	3%
D	7.833	12%
E	14.750	22%
F	20.087	30%
G	16.013	24%
Totale	66.774	100%

Tabella 16 – Numero e percentuale certificazioni APE, suddivise per classe energetica degli edifici Fonte: Dati SIPEE

Le novità introdotte dal D.L. del 26 Giugno 2015 hanno superato i limiti della vecchia classificazione improntata sul rapporto forma (S/V), il quale permetteva un grave errore, in quanto edifici situati all'interno dello stesso comune, con la stessa prestazione energetica (e quindi stesso consumo) potevano ricadere in classi energetiche diverse poiché aventi differenti rapporti S/V.

Dal confronto delle due analisi, emerge un alto numero di immobili oggetto di certificazione ACE ricadenti all'interno della classe energetica G, ovvero la classe meno performante, con una percentuale del 55%, seguito dalla classe energetica F con il 25%. Le classi maggiormente performanti (A+, A) non raggiungono di poco l'1%.

Il 30% degli edifici oggetto di APE appartiene alla classe energetica F, seguito dalla classe energetica G con il 24%. Le classi maggiormente performanti, A4, A3, A2, A1 presentano percentuali, anche in questo caso, inferiori al 2%.

3.1.15 Indice di prestazione energetica globale (EPgl)

L'Indice di prestazione energetica globale (EPgl) corrisponde all'energia totale consumata da un edificio climatizzato (in regime continuo degli impianti), per metro quadro di superficie ogni anno (kWh/m²/anno). In altre parole indica quanta energia viene consumata affinché l'edificio, o l'unità immobiliare, raggiunga le condizioni di comfort secondo i servizi energetici presi in considerazione dal tipo di immobile. L'Indice di prestazione energetica globale (EPgl) calcolato per gli immobili oggetto di ACE, viene calcolato nel seguente modo (in riferimento al D.M. 26/06/2009, allegato A, paragrafo 3):

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

dove:

EP_i indice di prestazione energetica per la climatizzazione invernale (kWh/m²)

EP_{acs} indice di prestazione energetica per la produzione di acqua calda sanitaria (kWh/m²)

EP_e indice di prestazione energetica per la climatizzazione estiva (kWh/m²)

I dati selezionati per l'analisi dell'EPgl degli immobili oggetto di ACE sono in totale 119.618. I dati sono stati suddivisi in due categorie: riqualificazioni e non interventi. La maggior parte degli immobili oggetto di interventi di riqualificazione energetica presentano valori di EPgl compresi tra i 100 e i 200 kWh/m²/anno.

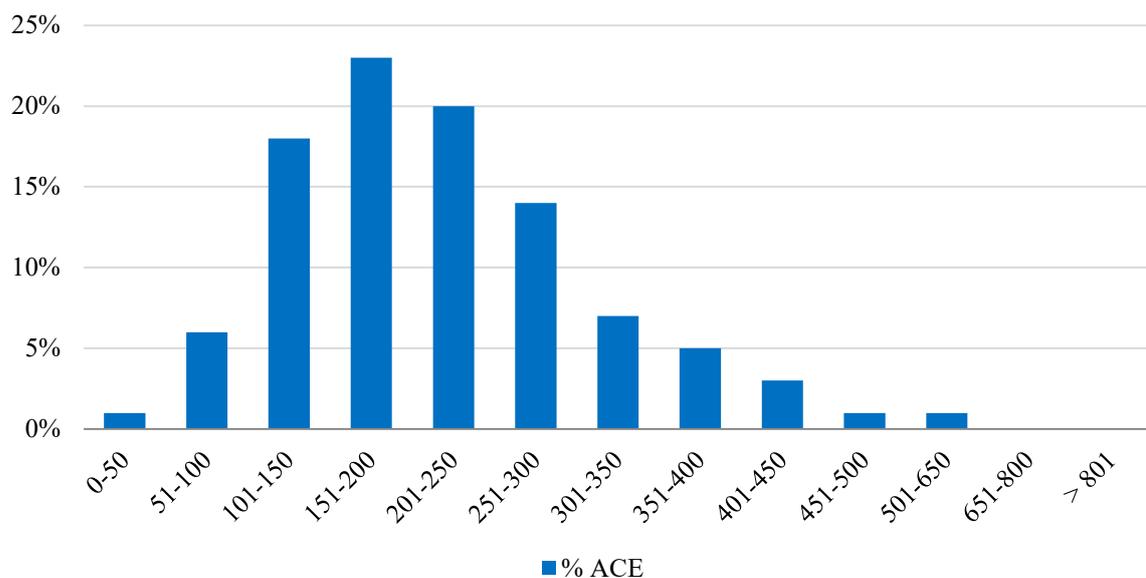


Grafico 27 – Percentuale degli immobili oggetto di ACE, suddivisi in base al valore EPgl. Fonte: Dati SIPEE

2019-2020

EPgl ACE					
	RIQUALIFICAZIONI		NO INTERVENTI		TOTALE
kWh/m ² /anno	n°attestati	% attestati	n°attestati	% attestati	% attestati
0-50	78	2%	1.076	1%	1%
51-100	620	15%	7.010	6%	6%
101-150	1.101	27%	20.120	17%	18%
151-200	993	24%	26.655	23%	23%
201-250	658	16%	23.799	21%	20%
251-300	287	7%	16.143	14%	14%
301-350	177	4%	8.466	7%	7%
351-400	79	2%	5.451	5%	5%
401-450	37	1%	3.289	3%	3%
451-500	18	0%	1.164	1%	1%
501-650	17	0%	1.452	1%	1%
651-800	3	0%	415	0%	0%
>801	9	0%	501	0%	0%
Totale	4077	100%	115.541	100%	100%

Tabella 17 – Numero e Percentuale degli immobili oggetto di ACE, suddivisi in base al valore EPgl. Fonte: Dati SIPEE

Il grafico 27 mostra che la maggior parte degli attestati ACE (23%) presenta un indice di prestazione energetica globale (EPgl) compreso tra 151-200 kWh/m²/anno, con una media di 242 kWh/m²/anno.

Nel 2015 la Regione Piemonte adotta il sistema Secondo il D.M. 26/06/2015 la prestazione energetica è definita dall'indice di prestazione energetica globale non rinnovabile (EPgl,nren), calcolato nel seguente modo:

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

dove:

EP_i indice di prestazione energetica per la climatizzazione invernale (kWh/m²)

EP_{acs} indice di prestazione energetica per la produzione di acqua calda sanitaria (kWh/m²)

EP_e = indice di prestazione energetica per la climatizzazione estiva (kWh/m²)

Un basso valore di EPgl,nren indica un basso consumo di energia da parte degli edifici o dell'unità immobiliare, e di conseguenza una migliore efficienza dal punto di vista energetico.

2019-2020

I dati selezionati per l'analisi dell'EPgl,nren per gli appartamenti oggetto di APE sono in totale 62.294, in quanto sono stati considerati valori fino a 650 kWh/m²/anno, con una differenza dello 0,5% rispetto al numero totale. Mentre per gli edifici i dati considerati sono in totale 4.116, con una differenza dello 0,3% rispetto al numero totale, in quanto sono stati selezionati EPgl,nren fino a 800 kWh/m²/anno.

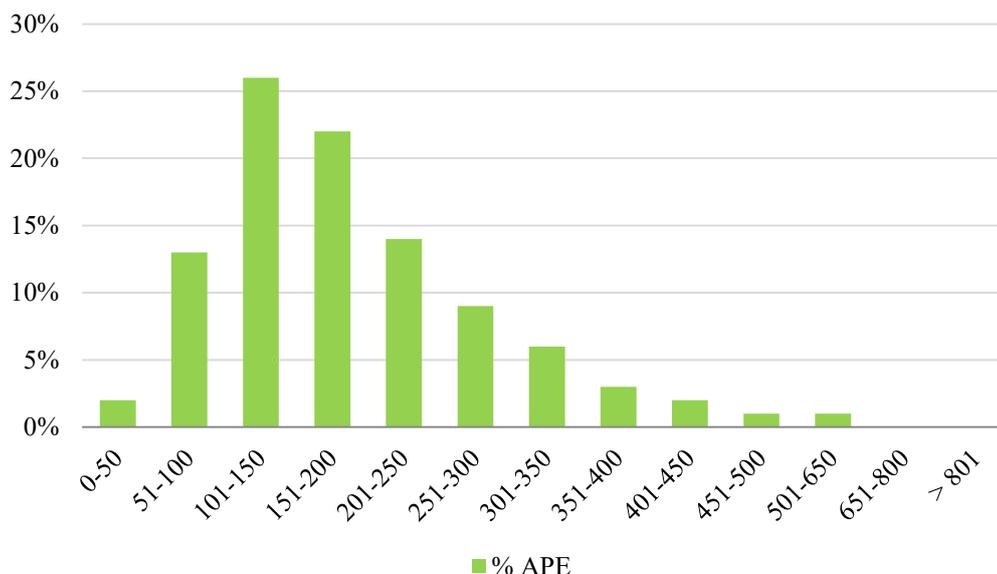


Grafico 28 – Percentuale degli immobili oggetto di APE, suddivisi in base al valore EPgl. Fonte: Dati SIPEE

EPgl APE					
kWh/m ² /anno	RIQUALIFICAZIONI		NO INTERVENTI		TOTALE
	n°attestati	% attestati	n°attestati	% attestati	% attestati
0-50	78	3%	1.277	2%	2%
51-100	778	26%	8.158	13%	13%
101-150	899	30%	16.648	26%	26%
151-200	599	20%	14.024	22%	22%
201-250	420	14%	9.067	14%	14%
251-300	129	4%	6.093	10%	9%
301-350	47	2%	3.750	6%	6%
351-400	22	1%	2.116	3%	3%
401-450	16	1%	1.007	2%	2%
451-500	8	0%	620	1%	1%
501-650	14	0%	627	1%	1%
651-800	4	0%	169	0%	0%
>801	0	0%	204	0%	0%
Totale	3.014	100%	63.760	100%	100%

Tabella18– Numero e Percentuale degli immobili oggetto di ACE, suddivisi in base al valore EPgl Fonte: Dati SIPEE

Il grafico 28 mostra che la maggior parte degli immobili oggetto di APE (26%) presenta un EPgl,nren compreso tra 101-150 kWh/m²/anno, con una media di 323 kWh/m²/anno.

3.1.16 Indice di prestazione energetica raggiungibile (EPgl ragg)

L'indice di prestazione energetica raggiungibile (EPgl) indica il risparmio energetico annuale (espresso in kWh/m²/anno), considerando la superficie netta riscaldata degli edifici. Il calcolo effettuato sull'EPgl raggiungibile, da parte dei certificatori, tiene conto della fattibilità degli interventi effettuati, dal punto di vista tecnico a quello economico.

I dati selezionati per l'analisi dell'EPgl raggiungibile per gli appartamenti oggetto di certificazione energetica sono in totale 177.403 , in quanto sono stati considerati valori fino a 400 kWh/m²/anno e con max. 400mq di superficie utile, con una differenza dell' 1% rispetto al numero totale. Mentre per gli edifici i dati considerati sono in totale 6.662, con una differenza dello 1,5% rispetto al numero totale, in quanto sono stati selezionati EPgl,nren fino a 500 kWh/m²/anno. Il valore EPgl raggiungibile, per entrambe le categorie, appartamenti ed edifici, è stato analizzato tenendo in considerazione l'epoca di costruzione degli edifici, in quanto tale caratteristica influisce in modo significativo sulla prestazione energetica degli edifici a seguito degli interventi di retrofit.

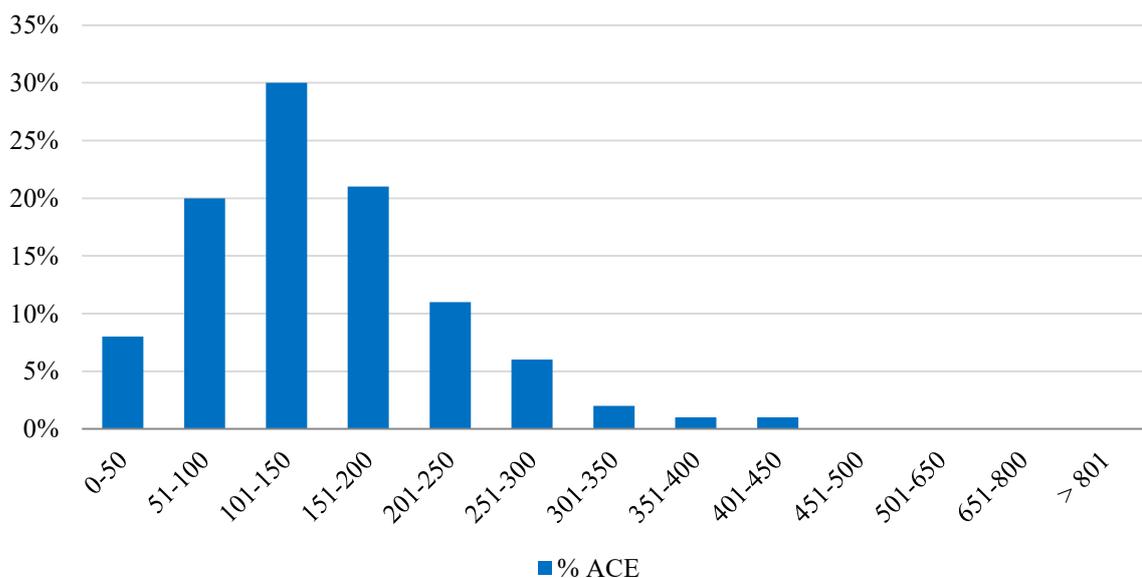


Grafico 29 – Percentuale degli immobili oggetto di ACE, suddivisi in base al valore EPgl,ragg Fonte: Dati SIPEE

2019-2020

EPgl, ragg ACE					
	RIQUALIFICAZIONI		NO INTERVENTI		TOTALE
kWh/m2/anno	n°attestati	% attestati	n°attestati	% attestati	% attestati
0-50	308	8%	5.760	5%	8%
51-100	1.236	30%	23.779	21%	20%
101-150	1.189	29%	35.502	31%	30%
151-200	798	20%	24.778	21%	21%
201-250	336	8%	13.165	11%	11%
251-300	127	3%	6.742	6%	6%
301-350	48	1%	2.921	3%	2%
351-400	26	1%	1.506	1%	1%
401-450	7	0%	627	1%	1%
451-500	2	0%	251	0%	0%
501-650	2	0%	271	0%	0%
651-800	0	0%	78	0%	0%
>801	2	0%	162	0%	0%
Totale	4081	100%	115.542	100%	100%

Tabella 19– Numero e Percentuale degli immobili oggetto di ACE, suddivisi in base al valore EPgl ragg, Fonte: Dati SIPEE

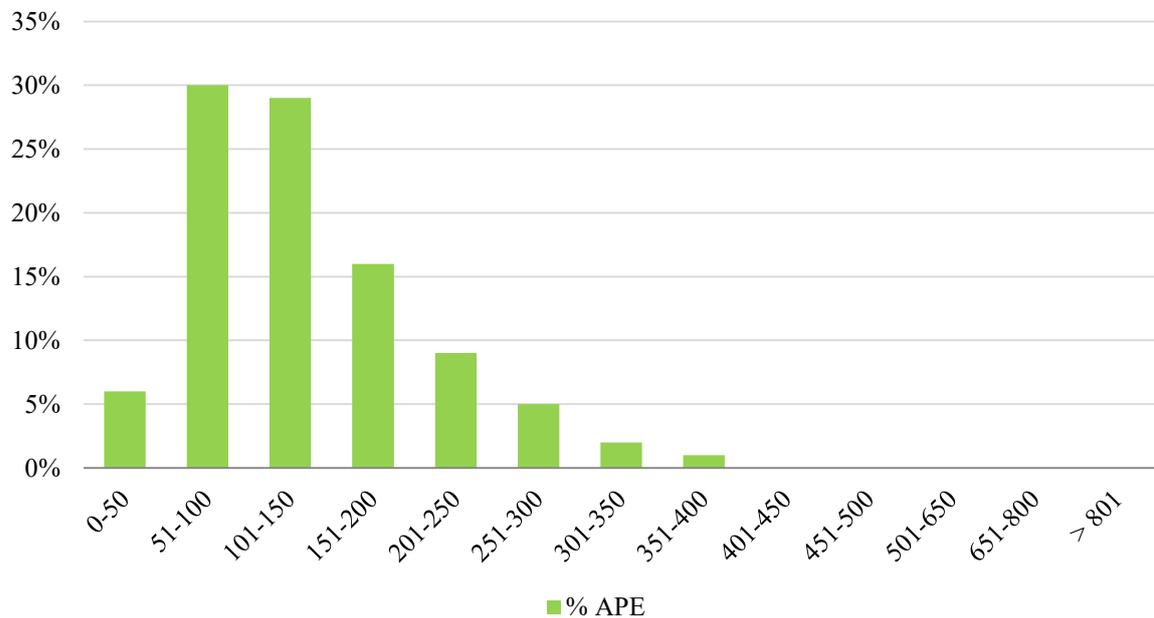


Grafico 30 – Percentuale degli immobili oggetto di APE, suddivisi in base al valore EPgl, ragg. Fonte: Dati SIPEE

2019-2020

EPgl, ragg APE					
	RIQUALIFICAZIONI		NO INTERVENTI		TOTALE
kWh/m2/anno	n°attestati	% attestati	n°attestati	% attestati	% attestati
0-50	341	11%	3.983	6%	6%
51-100	1.036	34%	19.156	30%	30%
101-150	888	29%	18.229	29%	29%
151-200	493	16%	10.284	16%	16%
201-250	148	5%	5.516	9%	9%
251-300	46	2%	3.297	5%	5%
301-350	19	1%	1.523	2%	2%
351-400	21	1%	728	1%	1%
401-450	6	0%	292	0%	0%
451-500	4	0%	170	0%	0%
501-650	10	0%	236	0%	0%
651-800	0	0%	66	0%	0%
>801	0	0%	92	0%	0%
Totale	3.014	100%	63.572	100%	10%

Tabella 20 – Numero e Percentuale degli immobili oggetto di APE, suddivisi in base al valore EPgl,ragg. Fonte: Dati SIPEE

3.1.17 Tipologia interventi effettuati e relativo risparmio energetico

In questo paragrafo sono stati analizzati gli interventi di riqualificazione energetica (ampliamento in deroga LR20/2009, modifica delle prestazioni energetiche, riqualificazione energetica e ristrutturazione importante ed edilizia) e installazione di impianti che utilizzano fonti di energia rinnovabile (biomassa, pompa di calore, solare termico e fotovoltaico) effettuati. In totale sono 7.095 gli attestati selezionati.

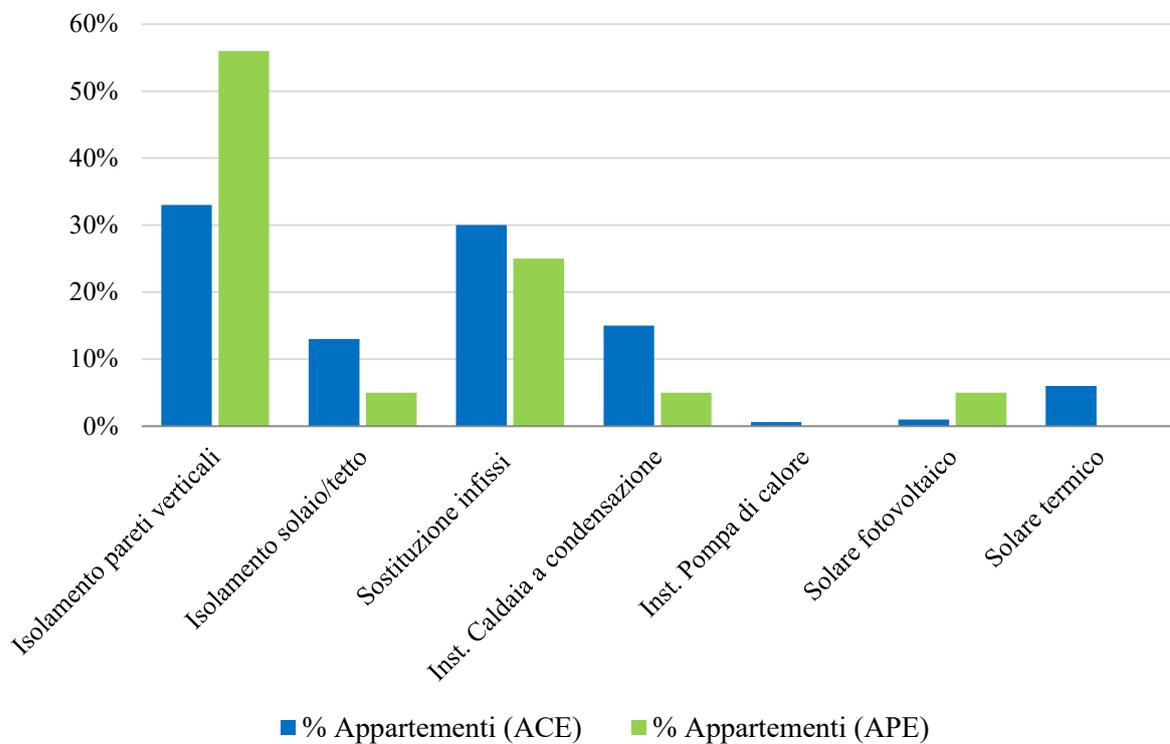


Grafico 31 – Percentuale degli immobili oggetto di ACE e APE, suddivisi per intervento di riqualificazione energetica. Fonte: Dati SIPEE

2019-2020

Interventi di riqualificazione energetica					
Tipologia	ACE		APE		TOTALE
	n° attestati	% attestati	n° attestati	% attestati	% attestati
Isolamento pareti verticali	1038	34%	628	49%	38%
Isolamento solaio/tetto	405	13%	195	15%	14%
Sostituzione infissi	879	29%	297	23%	27%
Inst. Caldaia a condensazione	451	15%	58	4%	12%
P.d.c.	25	1%	8	1%	1%
Solare fotovoltaico	51	2%	43	3%	2%
Solare termico	213	7%	60	5%	6%
Totale	3.062	100%	1.289	100%	100%

Tabella 21 – Numero e Percentuale degli immobili oggetto di ACE e APE, suddivisi per intervento di riqualificazione energetica. Fonte: Dati SIPEE

Dal grafico 31 emerge che le due tipologie principali di interventi di riqualificazione energetica effettuati sugli immobili oggetto di certificazione energetica sono: l'*isolamento delle pareti verticali* con una percentuale totale del 38% e la *sostituzione degli infissi* con una percentuale totale del 27%. A causa della poca accuratezza da parte dei certificatori nella compilazione del database risulta una percentuale molto elevata di dati non disponibili e di valori lasciati senza una corretta specificazione del tipo di intervento effettuato, ben il 25% per gli ACE e 56% per gli APE.

	Isol. Pareti verticali	Isol. Solaio /tetto	Sost. infissi	Cald. a Cond	P.d.c.	Solare FV	Solare Term.	Tot. (%)
< 1918	288	89	218	109	53	6	64	20%
1919-1945	224	94	238	75	9	10	48	17%
1946-1960	474	154	340	214	13	21	81	31%
1961-1970	468	228	231	67	7	18	23	25%
1971-1980	69	19	77	3	0	1	5	4%
1981-1990	14	3	6	9	0	1	3	1%
1991-2005	17	5	19	36	0	2	5	2%
>2006	7	1	11	4	2	11	6	1%

Tabella 22 – Numero interventi di retrofit, suddivisi per epoca di costruzione degli edifici. Fonte: Dati SIPEE

Per comprendere meglio il risparmio energetico ottenuto dopo gli interventi di riqualificazione energetica effettuati, i dati sono stati raggruppati e suddivisi per epoca di costruzione degli edifici. Come mostra la tabella sottostante la maggior parte degli interventi di retrofit è stata effettuata su *edifici costruiti prima degli anni '70* (92%). Inoltre, è evidente che per gli edifici maggiormente datati la scelta è ricaduta su opere atte a migliorare l'isolamento dell'involucro dell'edificio (Isolamento pareti verticali e Isolamento solaio/tetto). Oltre a tale tipologia di intervento, è stata effettuata la sostituzione dell'involucro trasparente, per migliorare il comfort microclimatico e il bilancio energetico. La fonte rinnovabile maggiormente utilizzata è il solare termico, seguita dall'installazione di impianti a pompa di calore e infine dal solare fotovoltaico.

3.1.18 Risparmio energetico per epoca e tipologia di intervento

In funzione dell'epoca di costruzione è stata calcolata, inoltre, la mediana dell'EPgl e dell'EPgl ragg, ai fini di verificarne la percentuale di riqualificazione globale ottenuta. Il valore mediano, a differenza della media, consente di trascurare dati troppo bassi o troppo elevati. Come mostra la tabella 24 il maggior risparmio energetico è stato ottenuto su *edifici costruiti prima degli anni '60*.

RIQUALIFICAZIONI						
Epoca	N° attestati	SU m2	EPgl kWh/m ² /anno (mediana)	EPgl, ragg kWh/m ² /anno (mediana)	Consumo (MWh)	Consumo ragg (MWh)
<1918	1.521	387.982	134	109	66.450	61.813
1919-1945	1.214	307.483	146	114	60.087	42.807
1946-1960	2.073	879.698	150	114	1.019.554	117.514
1961-1970	1.621	944.322	170	123	183.889	147.360
1971-1980	312	176.647	159	105	31.486	25.245
1981-1990	106	14.597	138	108	2.070	1.465
1991-2005	108	11.233	130	111	1.510	1.246
>2006	141	17.544	82	60	1.862	1.176
Totale	7.096	2.739.506	137	110	1.366.908	398.626

Tabella 23 – Numero e EPgl degli interventi di retrofit suddivisi per epoca di costruzione. Fonte: Dati SIPEE

2019-2020

NO INTERVENTI							
Epoca	N° attestati	SU m2	EPgl kWh/m ² /anno (mediana)	EPgl, ragg kWh/m ² /anno (mediana)	Consumo (MWh)	Consumo ragg (MWh)	Risparmio kWh/m ² /anno
<1918	25.708	2.343.338	193	133	564.468	389.962	59
1919-1945	30.383	3.115.399	208	144	789.535	580.138	62
1946-1960	56.636	4.645.943	204	140	1.896.197	894.466	54
1961-1970	41.571	3.839.746	198	135	1.707.314	609.989	28
1971-1980	8.422	6.598.242	190	130	622.616	557.960	31
1981-1990	2.522	250.996	175	126	49.929	34.778	37
1991-2005	6.970	561.486	129	101	86.672	63.537	-1
>2006	7.054	1.023.506	73	62	70.683	61.103	-9

Tabella 24 – Numero e EPgl dei non interventi, suddivisi per epoca di costruzione. Fonte: Dati SIPEE

INTERV	N° attestati	Epoca (maggiore)	EPgl kWh/m ² /anno (mediana)	EPgl, ragg kWh/m ² /anno (mediana)	Consumo (MWh)	Consumo ragg (MWh)	Risparmio kWh/m ² /anno
Isol. Pareti Verticali	1.666	1946-1960	149	104	961.134	640.99	55
Isol. Solaio/tetto	600	1961-1970	211	165	182.425	151.369	13
Sostituzione infissi	1.176	1946-1960	172	130	20.423	15.810	32
Caldaia a condensaz.	509	1946-1960	177	147	9.293	7.779	27

Tabella 25 –Risparmio energetico ottenuto dagli interventi di retrofit suddivisi per tipologia. Fonte: Dati SIPEE

E' stato calcolato anche il risparmio ottenibile da interventi con fonti rinnovabili:

FER	N° attestati	Epoca (maggiore)	EPgl kWh/m ² /anno (mediana)	EPgl, ragg kWh/m ² /anno (mediana)	Consumo (MWh)	Consumo ragg (MWh)	Risparmio kWh/m ² /anno
Biomassa	4	1918	126	88	65	45	67
P.d.c	33	1946-1960	92	78	101	81	112
Solare FV	94	1946-1960	112	74	952	759	92
Solare termico	273	1919-1945	99	81	8.920	6.849	109

Tabella 26– Risparmio annuo a seguito di interventi di retrofit con fonti rinnovabili. Fonte: Dati SIPEE

La tabella 26 mostra alti valori di risparmio energetico a seguito dell'installazione di impianti che utilizzano il solare (fotovoltaico e termico). A differenza dei singoli appartamenti, ovviamente le case isolate traggono notevoli vantaggi da questa fonte rinnovabile.

Ovviamente, tali interventi sono incentivati dalle detrazioni fiscali, e soprattutto dipendono dalle risorse economiche che gli abitanti hanno a disposizione. Tale argomento verrà approfondito successivamente, nell'analisi sulle caratteristiche socio-economiche della popolazione.

3.2 Sintesi

Analizzando gli attestati di certificazione energetica rilasciati, da Novembre 2009 ad Aprile 2019, all'interno del Comune di Torino è emerso che l'andamento del fenomeno negli anni è costante. Le motivazioni principali del rilascio degli attestati è il Passaggio di proprietà e la locazione, mentre gli interventi di retrofit rappresentano una netta minoranza. Per quanto riguarda le caratteristiche del parco edilizio oggetto di certificazione energetica emerge che la tipologia principale è la singola unità immobiliare o appartamento, localizzati all'interno di edifici costruiti tra il 1946 ed il 1960. Il dato riguardante l'epoca di costruzione degli edifici è coerente con i Dati Istat e quanto affermato dalla letteratura, infatti il parco edilizio del Comune in questione risulta essere notevolmente datato.

Per quanto riguarda le caratteristiche fisiche degli alloggi, nella tabella sottostante vengono riassunti i valori medi e mediani delle variabili analizzate. A livello impiantistico gli alloggi in questione presentano impianti per lo più centralizzati e come fonte principale per il riscaldamento viene utilizzato il Gas Naturale o Metano, e la maggior parte degli immobili appartiene alle classi energetiche meno performanti in termini energetici. Nell'ultima parte del capitolo emerge che gli interventi di riqualificazione energetica maggiormente diffusi sono l'isolamento delle pareti verticali (38%) e la sostituzione degli infissi (27%). La scelta è condizionata dal risparmio energetico medio ottenuto dopo gli interventi effettuati, ed il risparmio energetico è influenzato anche dall'epoca di costruzione degli edifici.

2019-2020

	SUPERFICIE UTILE (m ²)		SUPERFICIE DISPERDENTE (m ²)		VOLUME LORDO RISC. (m ³)		EPgl (kWh/m ² /anno)		EPgl ragg (kWh/m ² /anno)	
	Media	Mediana	Media	Mediana	Media	Mediana	Media	Mediana	Media	Mediana
ATTESTATI TOTALI										
APPARTAMENTI	107	62	175	97	439	241	240	190	163	131
VILLETTE	238	85	489	202	997	327	259	229	196	163
ATTESTATI RIQ. E.										
APPARTAMENTI	342	72	580	141	1342	294	207	148	139	111
VILLETTE	681	170	1341	480	3021	685	172	162	131	122

4

MIROZONE DEL COMUNE DI TORINO

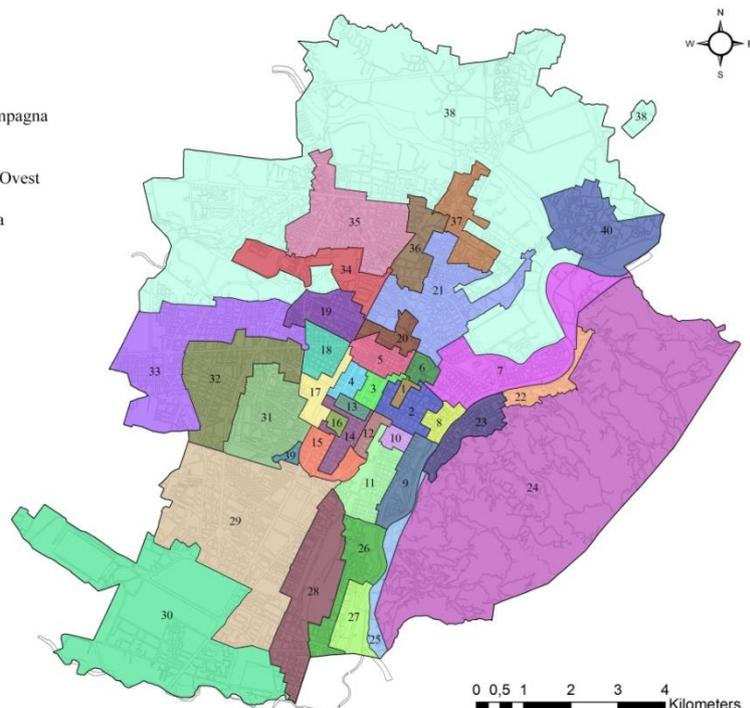
4.1 Le Microzone

In linea con lo studio effettuato sul parco edilizio del Comune di Torino oggetto di certificazione energetica, viene effettuata un'analisi simile sulle microzone catastali del Comune di Torino, porzioni di territorio più circoscritte ed omogenee. Il Politecnico di Torino, Dipartimento Casa Città ha definito quaranta microzone catastali della città di Torino (approvate dal Consiglio Comunale nel Giugno 1999 ai sensi del DPR 138/98 e del Regolamento emanato dal Ministero delle Finanze). Con il termine "Microzona" si intende una porzione del territorio comunale che, individuata catastalmente da uno o più fogli di mappa, deve essere omogenea sul piano urbanistico e nel contempo configurarsi come vero e proprio segmento del mercato immobiliare. La mappa sottostante identifica le microzone con numero e nominativo.

Legenda:

MICROZONE

1	Roma	34	Spina 3
2	Carlo Emanuele II	35	Madonna Campagna
3	Solferino	36	Spina 4
4	Vinzaglio	37	Rebaudengo
5	Garibaldi	38	Corona Nord Ovest
6	Castello	39	Spina 1
7	Vanchiglia	40	Barca Bertolla
8	Rocca		
9	Valentino		
10	San Salvario		
11	Dante		
12	San Secondo		
13	Stati Uniti		
14	Gallileo Ferraris		
15	De Gasperi		
16	Duca d'Aosta		
17	Spina 2		
18	Duchessa Jolanda		
19	San Donato		
20	Porta Palazzo		
21	Palermo		
22	Michelotti		
23	Crimea		
24	Collina		
25	Zara		
26	Carducci		
27	Unità d'Italia		
28	Lingotto		
29	Santa Rita-Mirafiori		
30	Mirafiori		
31	San Paolo		
32	Pozzo Strada		
33	Aereonautica/Parella		



Mappa 1 - Le Microzone del Comune di Torino. Fonte: Elaborazione propria con Arcgis

Per la realizzazione della Mappa 1 è stato utilizzato il software Arcgis e le seguenti banche dati:

- Carta di sintesi del Comune di Torino
- Civici e toponomastica
- Microzone censuarie
- Dati SIPEE (shp)

Successivamente è stata effettuata una georeferenziazione in base allo stesso sistema di riferimento WGS84. Il sistema di riferimento utilizzato WGS84 (World Geodetic System) è un sistema di coordinate geografiche geodetico, mondiale, basato su un ellissoide di riferimento elaborato nel 1984.

Grazie allo strumento "Spatial Join" è stato possibile unire le informazioni relative alle certificazioni e alla loro collocazione spaziale all'interno di ogni microzona. E' stata effettuata successivamente una verifica dei dati elaborati dal software Arcgis, grazie ai dati relativi ai civici e alla toponomastica, al fine di verificare l'esatta georeferenziazione. A causa della poca accuratezza da parte dei certificatori nella compilazione dei campi sulle coordinate nel Database SIPEE, alcuni attestati risultano collocati al di fuori del confine comunale. Pertanto questi dati sono stati eliminati dall'analisi, arrivando così ad un totale di 184.637 attestati con una differenza dell'1% rispetto al totale iniziale.

4.2 Analisi ed elaborazione Database SIPEE

4.2.1 Incidenza sul totale

L'analisi delle microzone parte dallo studio sulla percentuale di certificazioni rilasciate in ogni microzona, per capire l'incidenza sul totale. In seguito verranno, come effettuato per il Comune di Torino, analizzati altri campi del Database SIPEE per ogni microzona.

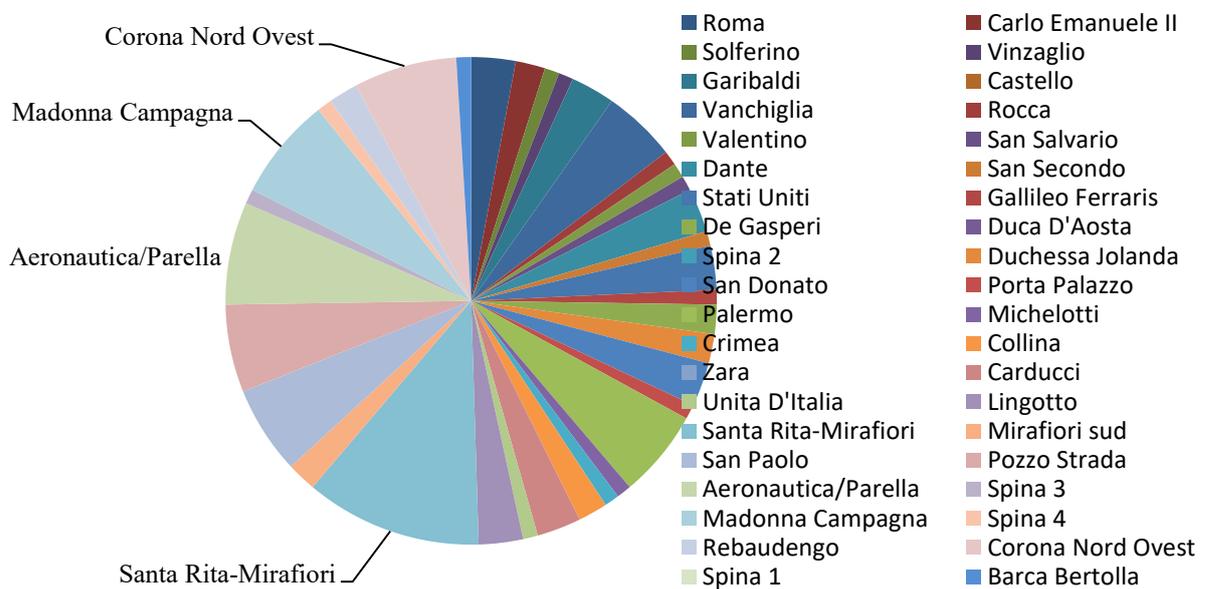


Grafico 32 - Percentuale degli attestati rilasciati da Nov.2009 ad Aprile 2019 suddivisi per Microzona. Fonte: Elaborazione propria su dati SIPEE

Dall'analisi emerge che la microzona con più certificazioni è 29-Santa Rita-Mirafiori, con un totale di 22.031 certificazioni, 38-Corona Nord Ovest con 13.550 certificazioni, seguita da 33-Aeronautica/Parella con 13.383 certificazioni, 35-Madonna Campagna con 12.741 certificazioni.

4.2.2 Anno rilascio A.C.E e A.P.E

I campi del Database SIPEE analizzati per ogni microzona sono stati suddivisi ed elaborati in grafici, ove la percentuale di ogni valore è stata rapportata al totale di ogni microzona (100%). Il primo campo analizzato è l'anno del rilascio degli attestati (da Novembre 2009 ad Aprile 2019). Avendo importato il Database SIPEE in Arcgis, al fine di georeferire i dati, si è preferito raggruppare le due tipologie di certificazioni energetiche, ACE e APE, per avere un quadro generale completo di ogni microzona e semplificare le operazioni di calcolo del programma.

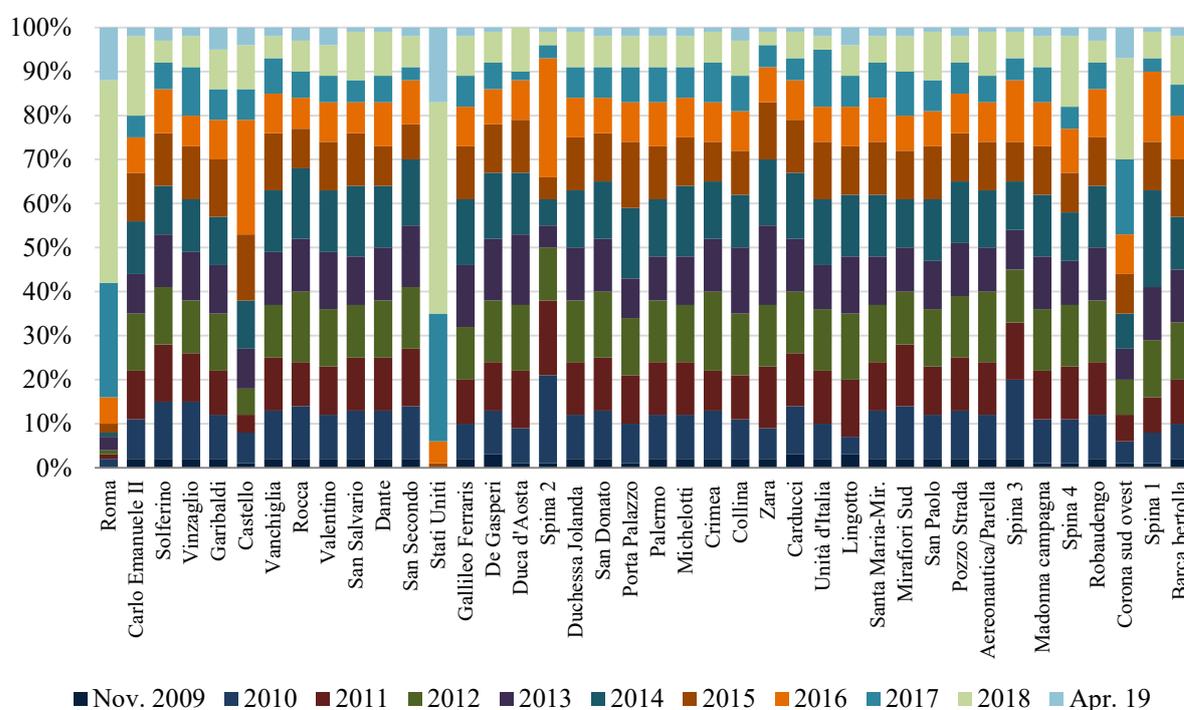


Grafico 33 – Anno rilascio delle certificazioni energetiche, suddivise per ogni microzona. Fonte: Elaborazione propria su dati SIPEE

Dal grafico emerge che le certificazioni energetiche rilasciate tra il 2009 ed il 2019 nelle singole microzone si distribuiscono in modo omogeneo durante il corso degli anni, ad eccezione le microzone 1-Roma e 13-Stati Uniti dove risulta un fenomeno più intenso dal 2016. Da sottolineare che i dati relativi all'anno 2009 fanno riferimento solamente a due mesi (Novembre-Dicembre) e per l'anno 2019 solamente quattro mesi (fino ad Aprile), pertanto i dati registrati per questi due anni sono incompleti e non attendibili.

4.2.3 Motivazione rilascio A.C.E e A.P.E

I dati relativi alla motivazione del rilascio sono stati suddivisi quattordici classi, e come mostra il grafico sottostante le motivazioni principali alla base del rilascio degli attestati sono il *passaggio di proprietà* e la *locazione*, con percentuali che variano leggermente per ogni microzona. Emerge anche in questa analisi la poca accuratezza da parte dei certificatori nella compilazione del database, infatti emerge una significativa percentuale della voce “Altro” (5% rispetto al totale), in cui non viene specificata la motivazione del rilascio.

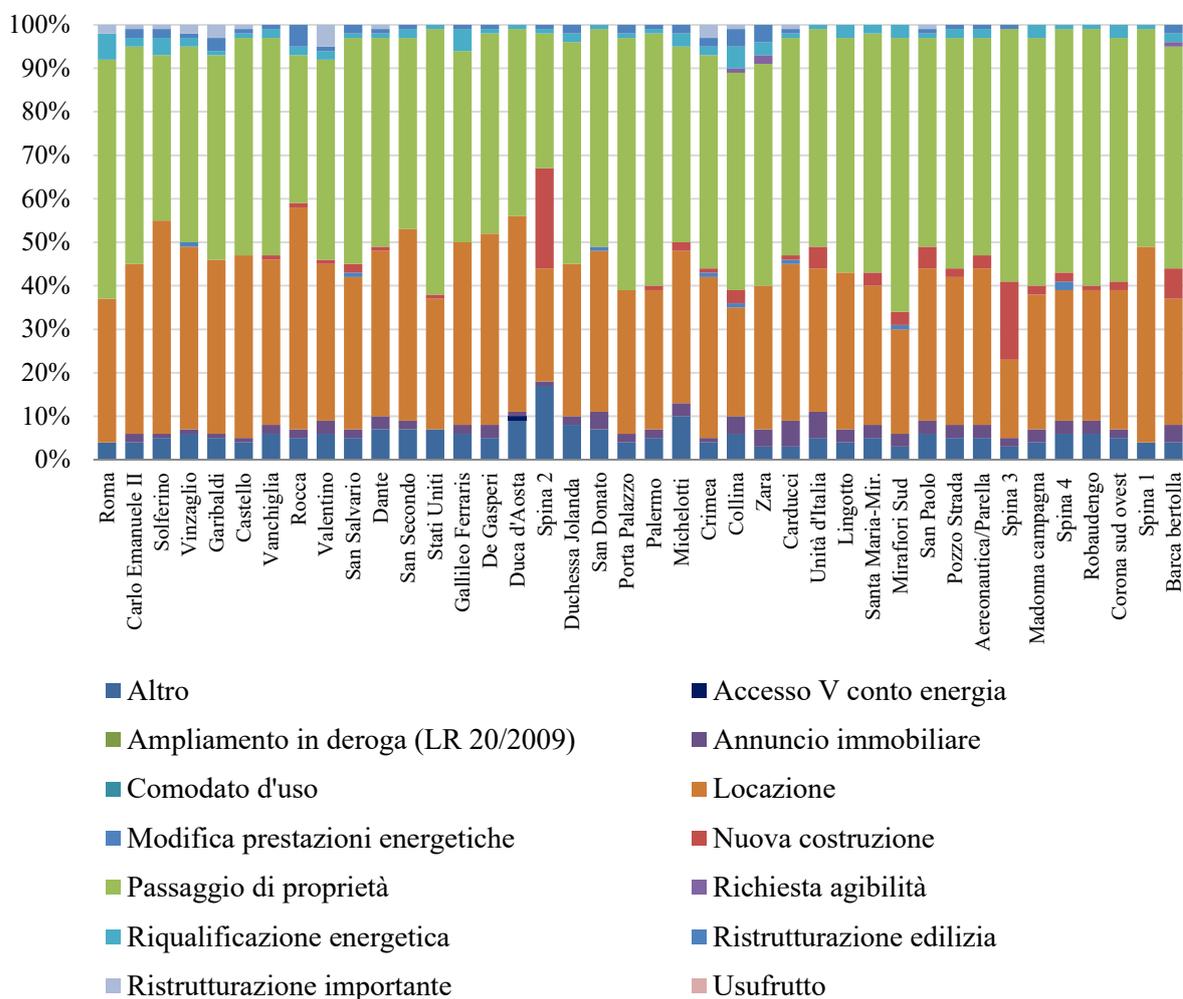


Grafico 34 - Motivazione del rilascio per ogni microzona. Fonte: Elaborazione propria su dati SIPEE

Le microzone 17-Spina 2 e 34-Spina 3 sono le uniche microzone che presentano percentuali rilevanti anche per la motivazione “Nuova costruzione”. Tale dato trova coerenza con l’analisi effettuata per l’epoca di costruzione, in quanto entrambe le microzone risultano di recente costruzione. La percentuale di interventi di retrofit presentano percentuali che variano dallo 0% al 8%. Le microzone con le percentuali più alte sono 29-Santa Rita-Mirafiori (8%), 38-Corona Nord Ovest (7%) 1- Roma (7%) e 35-Madonna Campagna (6%).

4.2.4 Epoca di costruzione degli edifici

I dati relativi all’anno di costruzione degli edifici oggetto di certificazione sono stati suddivisi per ogni Microzona in dieci classi di appartenenza, in coerenza con l’analisi effettuata precedentemente per il Comune di Torino e con la suddivisione ISTAT : edifici costruiti prima del 1919, tra il 1919 ed il 1945, tra il 1946 e il 1960, tra il 1961 e il 1970, tra il 1971 e il 1980, tra il 1981 e il 1990, dal 1991 al 2005 e infine edifici costruiti dopo il 2006.

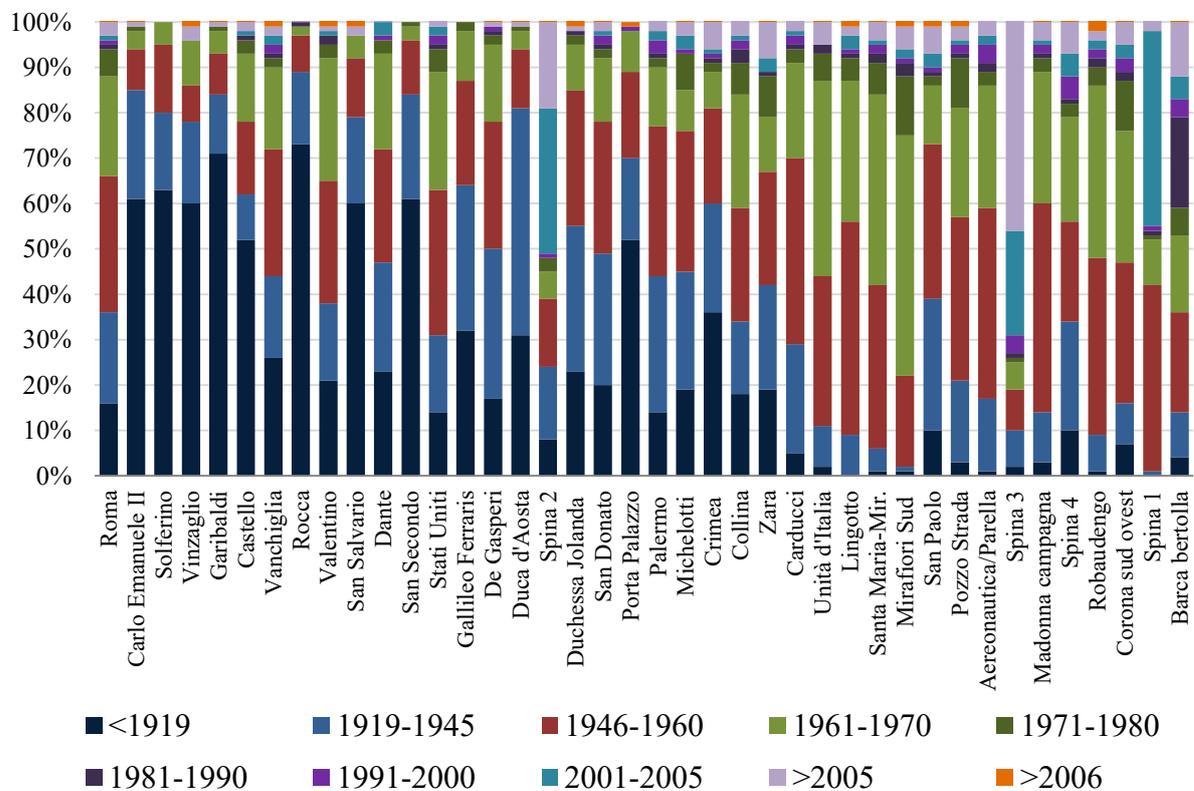


Grafico 35 - Epoca di costruzione degli edifici oggetto di certificazione energetica, suddivisi per ogni microzona. Fonte: Elaborazione propria su dati SIPEE

In linea con l'analisi effettuata in precedenza per il Comune di Torino, in cui emergeva chiaramente che la grande maggioranza del parco edilizio del Comune di Torino fu costruito prima degli anni '60 e dunque abbastanza datato, anche dal graficoemerge che la maggior parte delle microzone possiede una percentuale molto alta di edifici costruiti antecedentemente al 1960. Le microzone con la percentuale più elevata di edifici datati costruiti prima del 1919 sono 8-Rocca (73%), 5-Garibaldi (71), seguite da Solferino (63%), Carlo Emanuele II (61%), Vinzaglio (60%) e San Salvario (60%), localizzate all'interno del centro storico di Torino. Gli anni del boom edilizio, tra il 1961 ed il 1980, rilevano le microzone 30-Mirafiori Sud, con il 66% degli edifici, Santa Rita-Mirafiori con una percentuale del 49%, Unità d'Italia 49%, Robaudengo 42% e Corona Sud Ovest 40%.

Dopo il 1981, dal grafico emerge che il numero delle certificazioni diminuisce significativamente come conseguenza della diminuzione del fenomeno di edificazione avvenuto nei precedenti anni, ad eccezione delle microzone 17-Spina 2 e 34-Spina 3, le quali hanno parte significativa del parco edilizio costruito dopo gli anni 2000.

4.2.5 Tipologia edilizia

I dati relativi alla tipologia edilizia sono stati suddivisi in quattro classi: Appartamento in edificio multipiano o Singola unità immobiliare, Gruppo di unità immobiliari, Intero edificio o edificio indipendente e infine villetta.

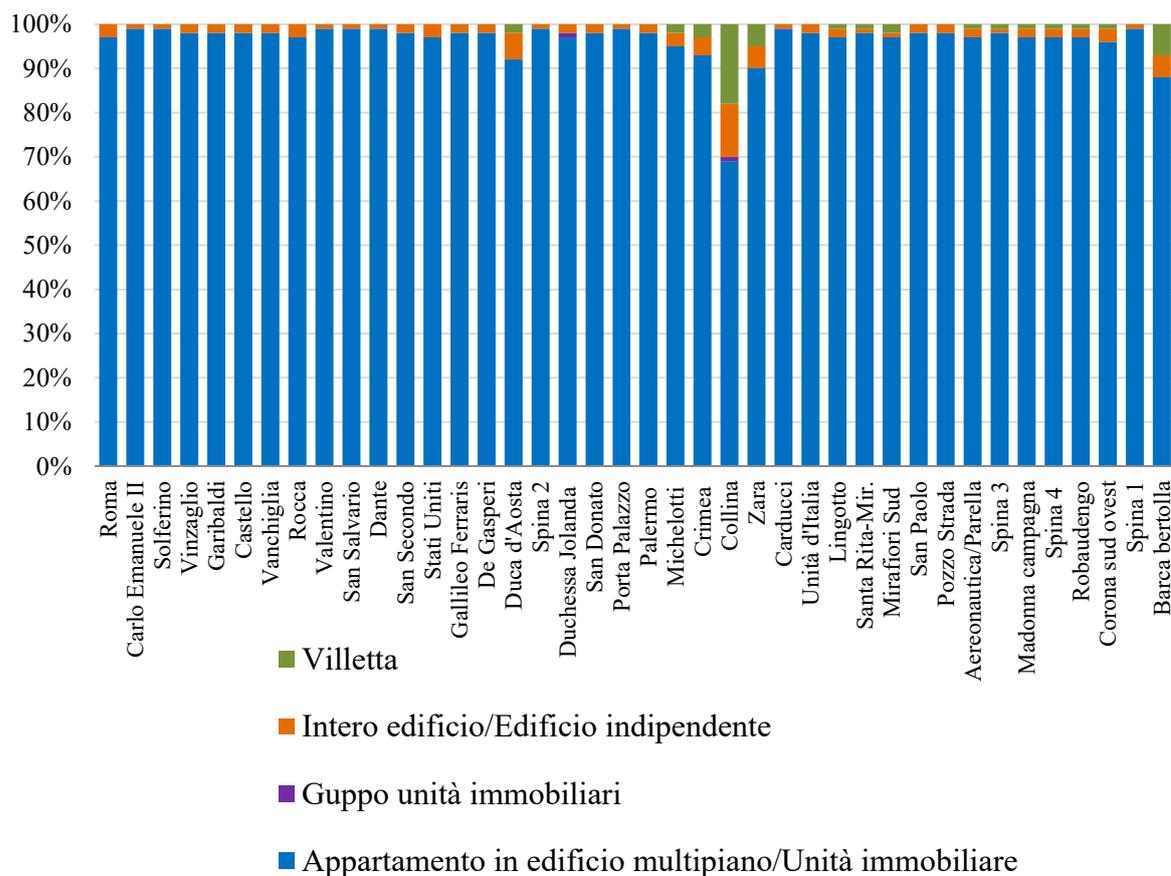


Grafico 36 – Tipologia edilizia degli edifici oggetto di certificazione energetica, suddivisi per ogni microzona.

Fonte: Elaborazione propria su dati SIPEE

La tipologia edilizia oggetto di certificazione edilizia più diffusa all'interno delle microzone è l'appartamento o la singola unità immobiliare, con percentuali che oscillano tra il 69% ed il 99%. L'unica microzona che presenta una percentuale significativa della tipologia "Villetta" è 24-Collina (18%).

4.2.6 Superficie utile

I dati considerati per l'analisi della Superficie utile degli alloggi hanno come base di partenza la soglia minima dei 28mq. In linea con l'analisi effettuata per l'intero Comune di Torino, per ogni microzona i dati sulla Su sono stati suddivisi in sei classi: Su con valori compresi tra 28-50, 50,01-75, 75,01-100, 100,01-150, 150,01-400 e maggiori di 400,01 (espressi in mq).

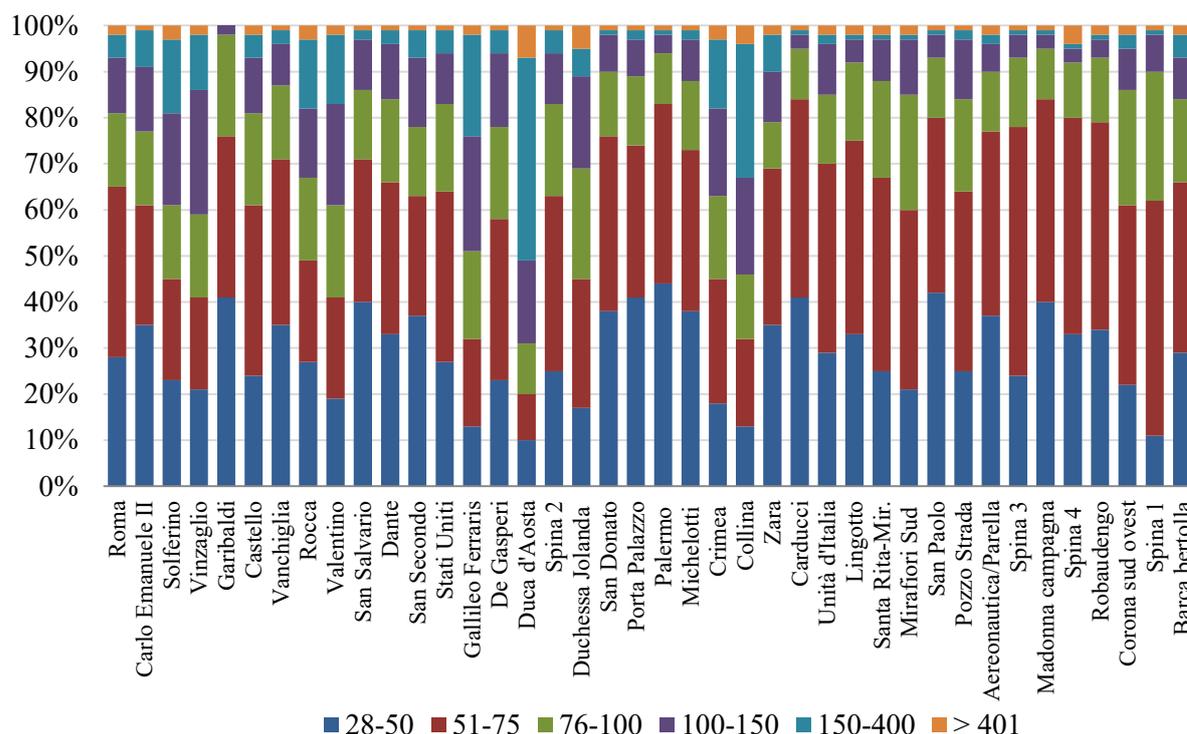


Grafico 37 – Superficie Utile degli edifici oggetto di certificazione energetica, suddivisa per ogni microzona.
Fonte: Elaborazione propria su dati SIPEE

Suddividendo i dati per ogni singola microzona emerge che la maggioranza delle microzone ha alloggi con Su inferiore ai 100 mq. Le percentuali più elevate si collocano all'interno delle prime due classi. Le microzone con Su (mediana) più alta sono 16-Duca d'Aosta (147mq), 24- Collina (107mq) e 14- Gallileo Ferraris (99mq). Questo dato è influenzato dal fatto che la tipologia edilizia, interessata da interventi di retrofit energetico, maggiormente diffusa è l'appartamento.

2019-2020

4.2.7 Superficie Disperdente

In linea con l'analisi effettuata nel paragrafo precedente, anche i dati della Superficie disperdente sono stati suddivisi in sei classi: Su con valori compresi tra 28-50, 50,01-75, 75,01-100, 100,01-150, 150,01-400 e maggiori di 400,01 (espressi in mq).

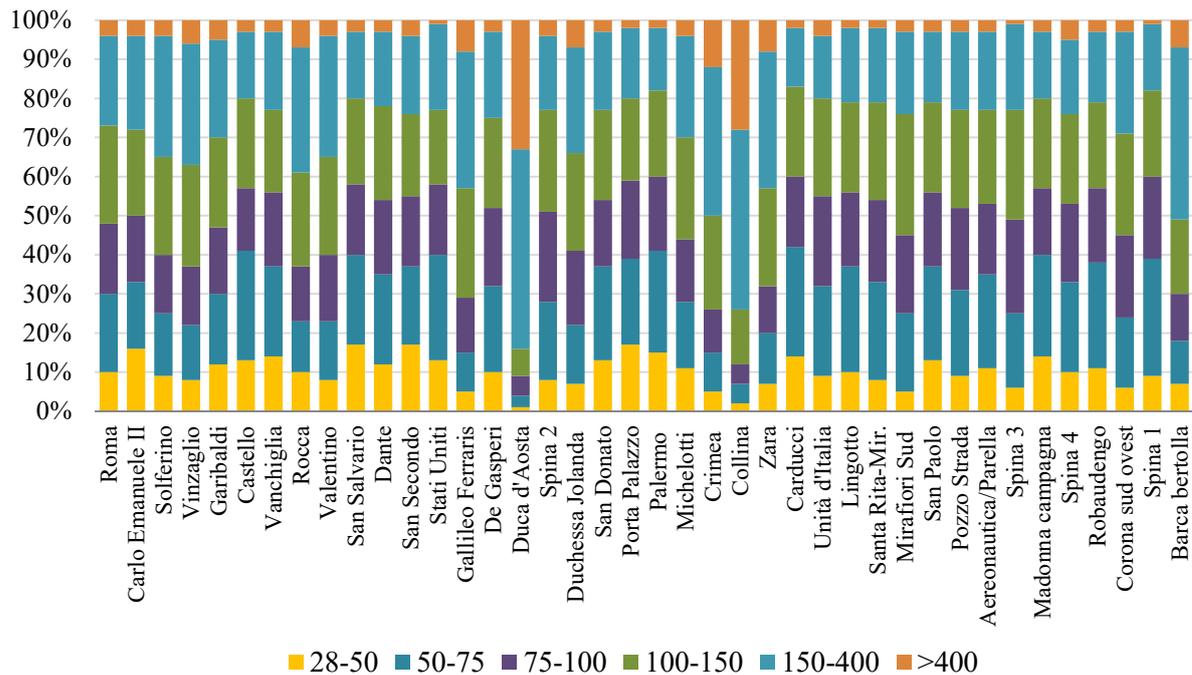


Grafico 38 – Superficie Disperdente degli edifici oggetto di certificazione energetica, suddivisa per ogni microzona. Fonte: Elaborazione propria su dati SIPEE

2019-2020

4.2.8 Volume lordo riscaldato

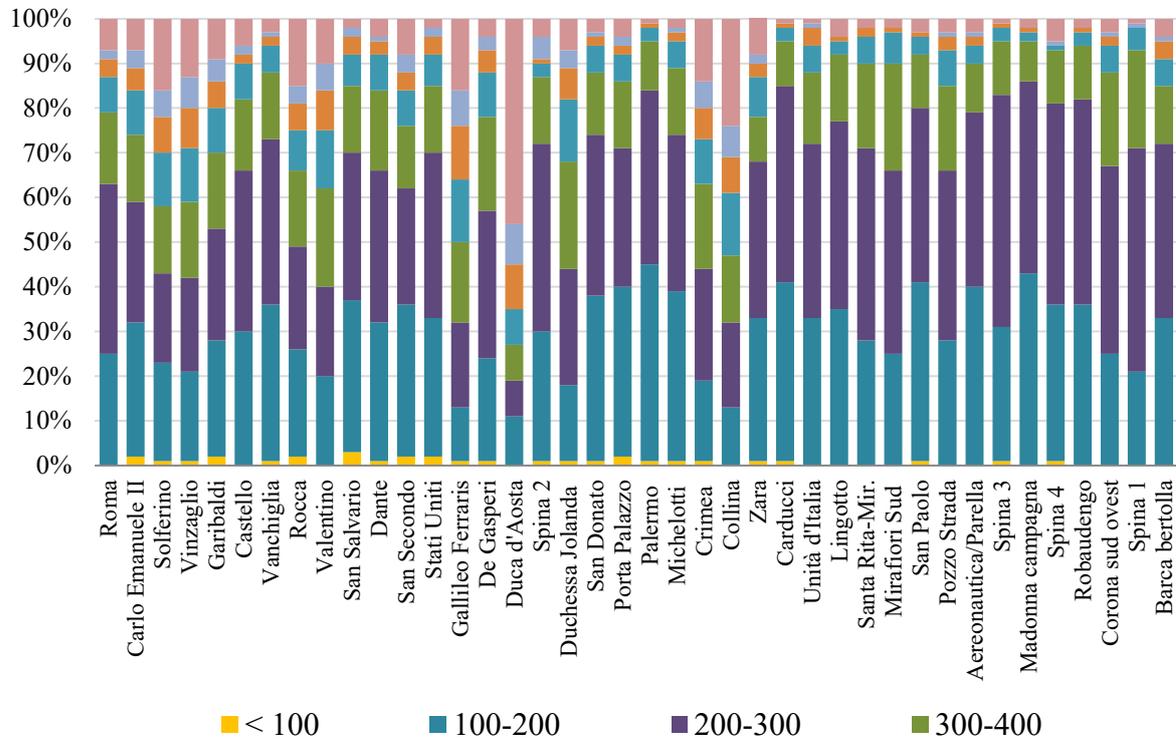


Grafico 39 – Volume Lordo degli edifici oggetto di certificazione energetica, suddiviso per ogni microzona.
Fonte: Elaborazione propria su dati SIPEE

4.2.9 Rapporto Forma

I valori S/V nelle microzone risultano piuttosto bassi, il 52% presenta un rapporto forma inferiore allo 0,40 m⁻¹, in quanto la tipologia edilizia oggetto di certificazione energetica più diffusa nel Comune di Torino è l'appartamento/singola unità immobiliare.

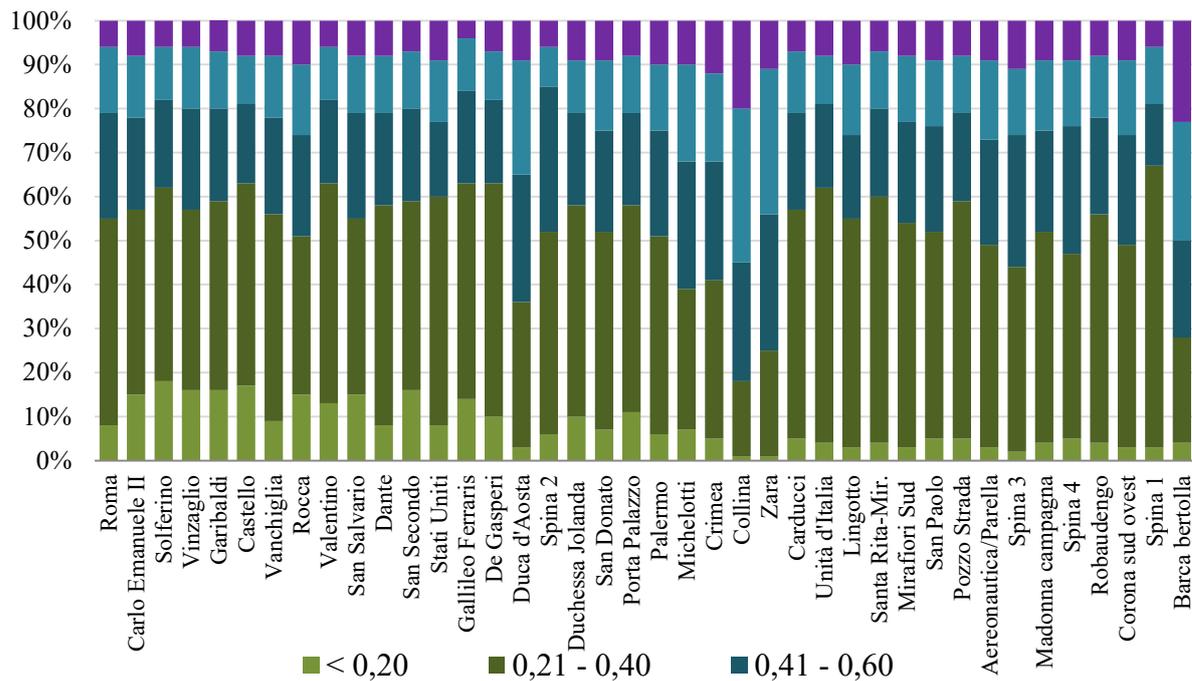


Grafico 40 – Rapporto Forma degli edifici oggetto di certificazione energetica, suddiviso per ogni microzona.
Fonte: Elaborazione propria su dati SIPEE

4.2.10 Tipologia Impianto

La tipologia di impianto maggiormente diffusa è l'impianto di tipo centralizzato, con percentuali che variano per ogni microzona. 27% vuote

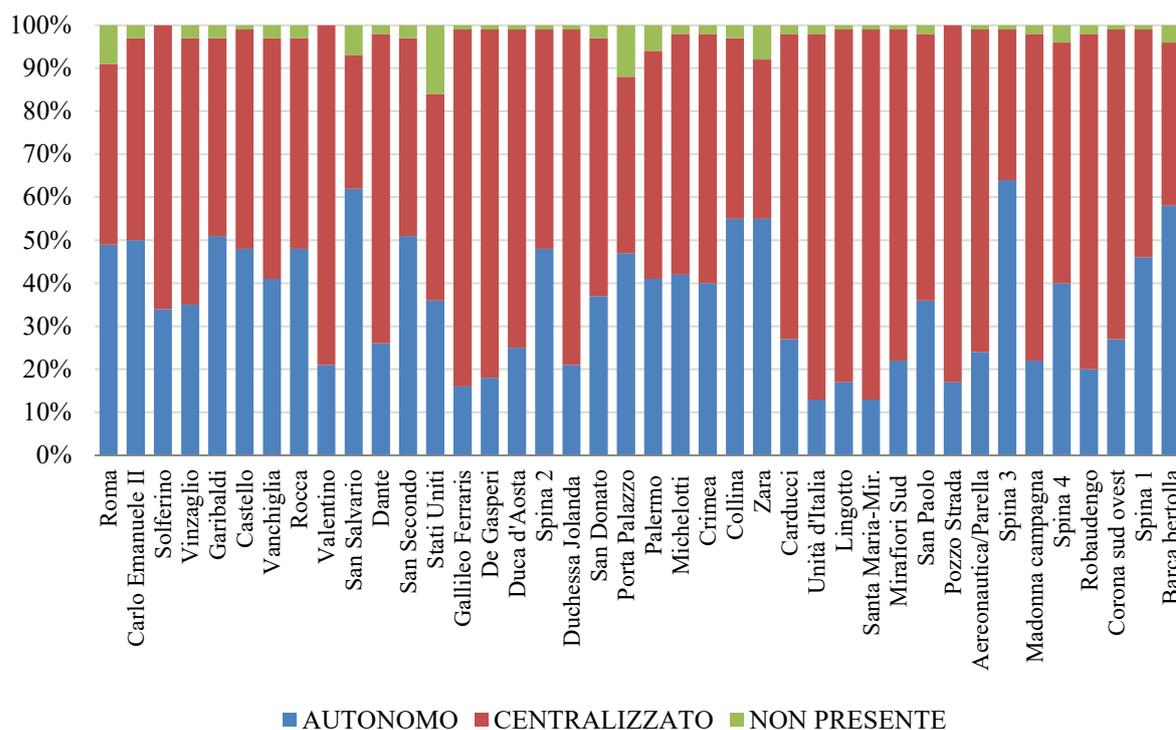


Grafico 41 – Tipologia impianti degli edifici, suddivisi per ogni microzona. Fonte: Elaborazione propria su dati SIPEE

In riferimento all'impianto di tipo centralizzato, dal grafico emerge che il 87.5% delle microzone ha percentuali che variano dal 40% all' 88%, il 12.5% delle microzone dal 30% al 40%. Mentre per quanto riguarda l'impianto autonomo dal grafico emerge che il 47.5% delle microzone ha percentuali che variano dal 40% al 60%, il 15% delle microzone dal 30% al 40% e il 37.5% delle microzone dal 10% al 30%.

4.2.11 Fonte Energetica

Come già emerso nella precedente analisi sulle fonti energetiche utilizzate per il riscaldamento degli edifici situati nel Comune di Torino, la maggioranza delle microzone utilizza il gas naturale come fonte principale, seguito dal teleriscaldamento.

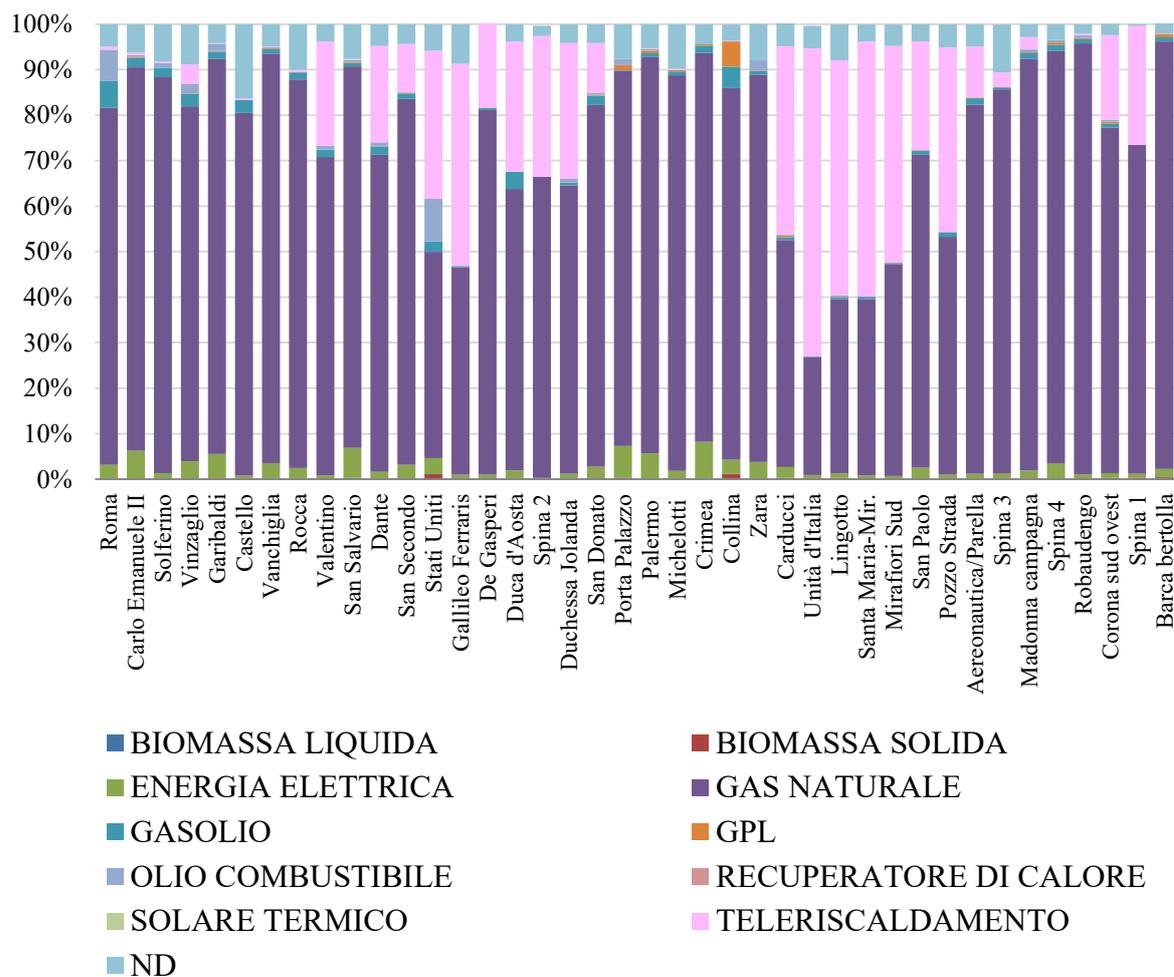


Grafico 42 – Fonte energetica per il riscaldamento degli edifici per ogni microzona. Fonte: Elaborazione propria su dati SIPEE

Dal grafico si nota che il gas naturale o metano sia la fonte energetica maggiormente diffusa tra le microzone, con percentuali che oscillano tra il 38% ed il 95%, ad eccezione della microzona “Unità d’Italia” che presenta una percentuale del 25,9%. La microzona con la percentuale più elevata di gas naturale è Robaudengo (94,73%), seguita da Barca Bertolla (93,94%) e Spina 4 (90,57%).

L'altra fonte maggiormente utilizzata è il teleriscaldamento. Le microzone che utilizzano maggiormente tale fonte sono: Unità d'Italia (67,69%), Santa Maria Mirafiori (55,97%), Lingotto (51,64%) e Mirafiori Sud (47,57%). Le altre fonti energetiche presentano percentuali significativamente basse. L'energia elettrica presenta percentuali che non superano il 10% e viene principalmente utilizzata nelle microzone di Crimea (8,2%), Porta Palazzo (6,94%) e Carlo Emanuele II (6,23%).

Il gasolio è maggiormente utilizzato nelle microzone di Roma (5,88%) e Collina (4,71%), ed ha percentuali che non raggiungono il 6%. L'olio combustibile ha percentuali che oscillano tra lo 0% e il 3%, maggiormente presente nelle zone di Vinzaglio (2,21%) e Zara (2,29%), ad eccezione di Roma con una percentuale del 6,86%.

Le fonti di energia rinnovabile, ovvero biomassa solida/liquida e solare termico, sono praticamente assenti nelle microzone, le percentuali oscillano tra lo 0% ed l'1%, essendo fonti ancora poco utilizzate.

4.2.12 Classe energetica

In linea con l'analisi effettuata per il Comune di Torino, i Dati SIPPE in merito alla classe energetica degli edifici sono stati suddivisi, per ogni singola microzona, in dodici classi dalla più performante alla meno performante. Per importare i dati SIPEE nel software Arcgis è stata effettuata un'operazione di raggruppamento degli attestati ACE e APE. Pertanto per definire la classe energetica degli edifici sono state considerate tutte le classi di entrambe le classificazioni.

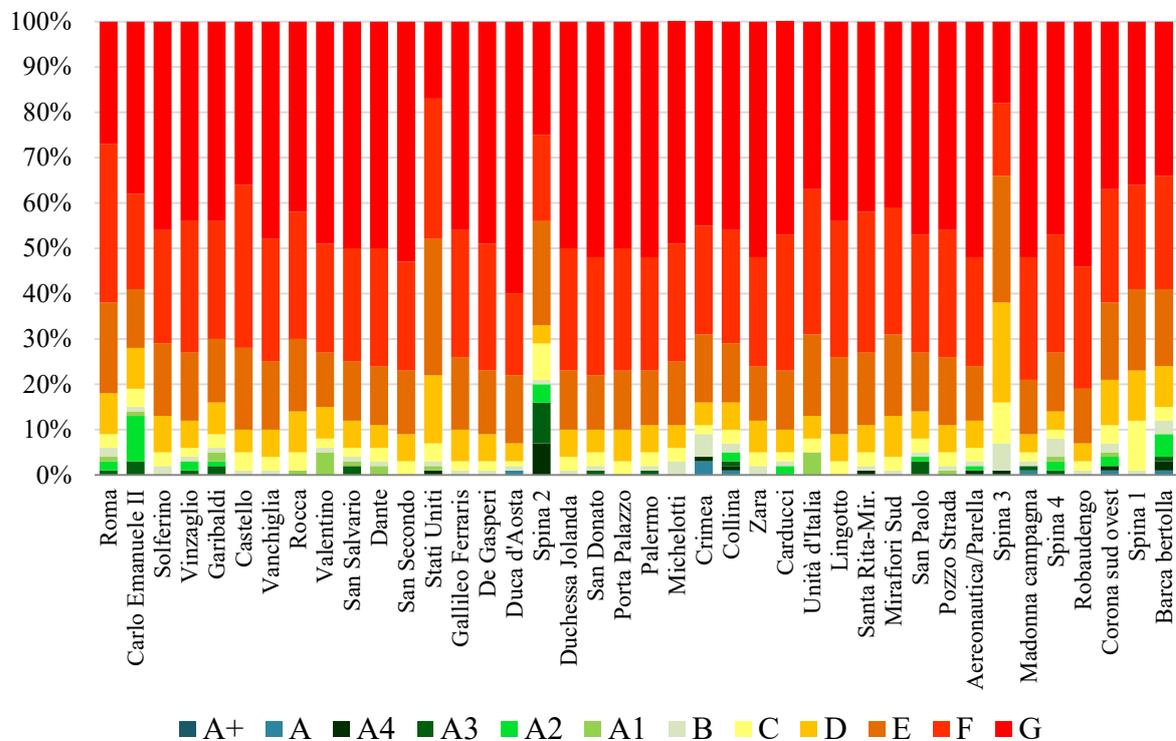


Grafico 43 – Classe energetica degli edifici, suddivisa per ogni microzona. Fonte: Elaborazione propria su dati SIPEE

Come emerge nell'analisi effettuata in precedenza per l'intero Comune di Torino, la maggior parte degli edifici oggetto di certificazione è energeticamente poco performante (il 70% delle microzone ha una percentuale di edifici appartenenti alle classi F e G). Le microzone con la percentuale più alta di edifici in classe G sono 16- Duca d'Aosta (60%), 37- Robaudengo (54%), 33-Aereonautica/Parella (52%), 25- Zara (52%), 21- Palermo (52%) e San Donato (52%).

Invece, per quanto riguarda la classe energetica F, il 26% delle microzone ha una percentuale di edifici appartenente a tale classe e le microzone con la percentuale più alta sono 6-Castello (36%), 1-Roma (35%), 27- Unità d'Italia (32%), 13-Stati Uniti (31%) e 29- Santa Rita-Mirafiori (31%). Le classi intermedie, ovvero la classe E, D, C e B, presentano le seguenti caratteristiche: la classe energetica E ha percentuali ridotte rispetto alle classi F e G che non superano il 20%. La classe energetica D ha una percentuale media del 7%, mentre la classe energetica C del 3% e infine la classe B ha una percentuale media del 1%

Nelle classi energetiche maggiormente perforanti (A+, A, A4, A3, A2) troviamo percentuali molto basse, con una media del 3% degli edifici, ad eccezione della microzona "Spina 2" che ha una percentuale del 20% degli edifici appartenente alle classi energetiche maggiormente performanti. Questo dato trova corrispondenza nell'analisi effettuata sull'epoca di costruzione degli edifici, infatti Spina 2 ha il 50% degli edifici costruiti dopo il 2001.

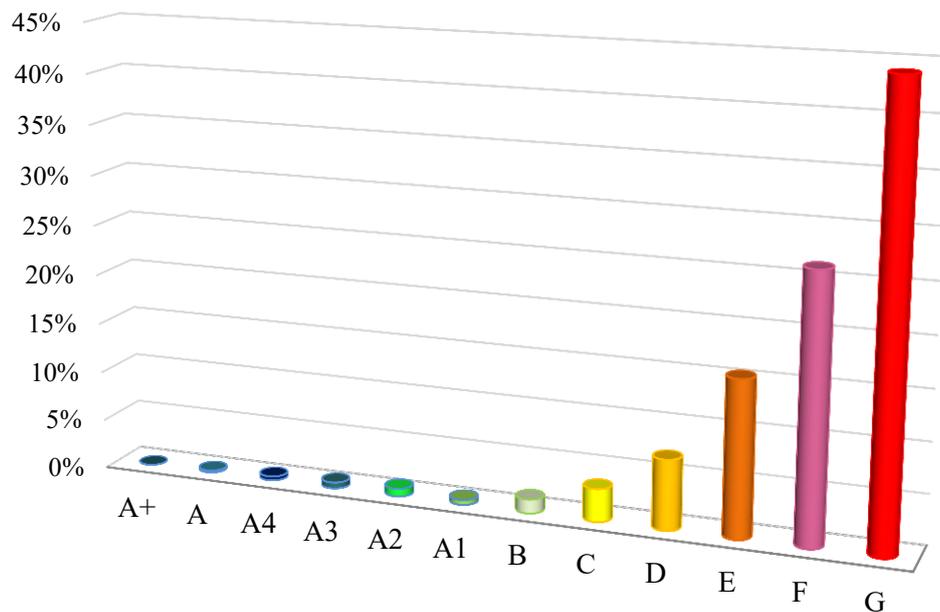


Grafico 44 – Percentuale media relativa alla classe energetica degli edifici. Fonte: Elaborazione propria su dati SIPEE

Il grafico 44 riporta la percentuale media relativa alla classe energetica degli edifici oggetto di certificazione energetica tra Novembre 2009 e Aprile 2019. La maggior parte degli edifici appartiene alle classi energetiche meno performanti, che hanno dunque necessità di interventi di retrofit.

4.2.13 Fabbisogno edifici residenziali per microzona (EPgl)

In questo paragrafo vengono analizzati gli indici di prestazione globali (EPgl) di ogni microzona, per comprendere il fabbisogno energetico degli edifici prima e dopo gli interventi di riqualificazione energetica.

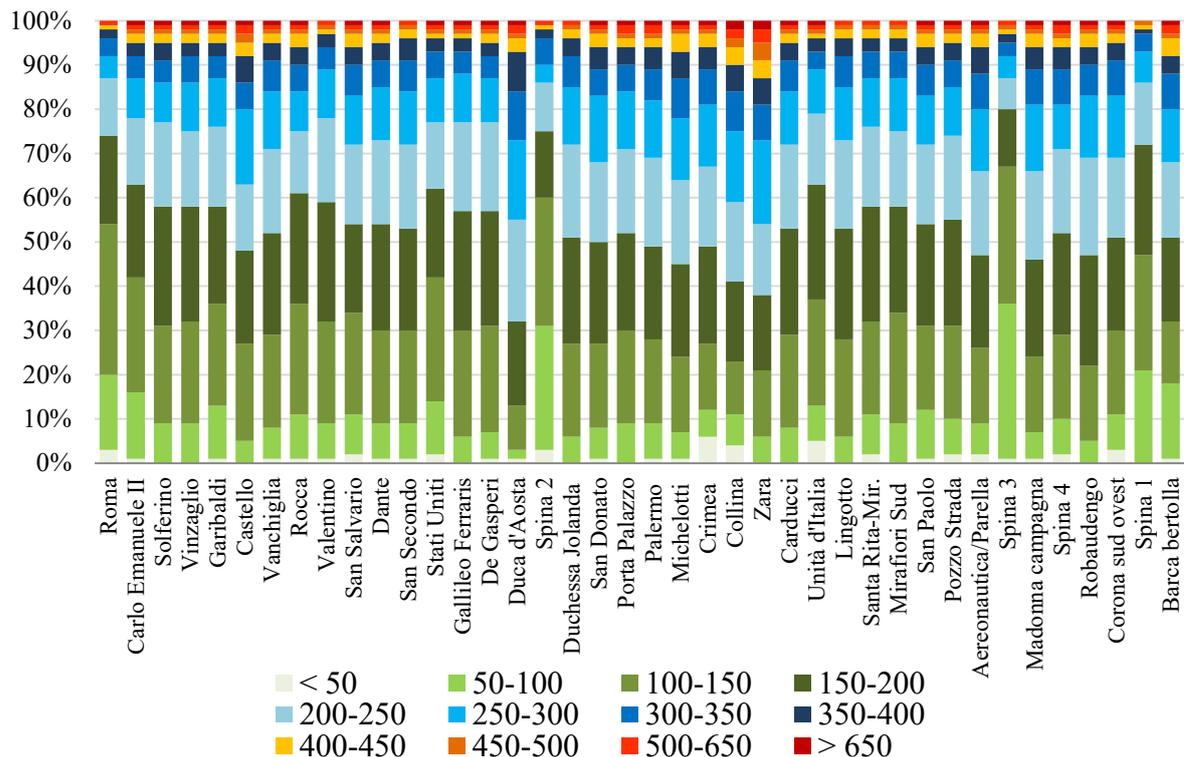


Grafico 45 – Valore EPgl degli edifici, suddiviso per ogni microzona. Fonte: Elaborazione propria su dati SIPEE

I dati relativi all'EPgl, espresso in kWh/m²/anno, sono stati suddivisi in dodici classi. La maggior parte delle microzone presenta valori inferiori ai 250 kWh/m²/anno. Successivamente è stata calcolata la funzione mediana, considerando i valori centrali tra i dati numerici. Come illustra la mappa sottostante e la relativa tabella le microzone che presentano un valore EPgl (mediana) elevato sono: 16-Duca d'Aosta (236 kWh/m²/anno), 22-Michelotti (216 kWh/m²/anno), 24-Collina (225 kWh/m²/anno), 25-Zara (240 kWh/m²/anno). Mentre le microzone con un indice piuttosto basso sono: 1-Roma, 17-Spina 2, 34-Spina 3 e 39-Spina 1 con valori compresi tra i 121 e i 143 kWh/m²/anno.

4.2.14 Fabbisogno edifici residenziali raggiungibile per microzona (EPgl ragg)

Un buon intervento di riqualificazione energetica dovrebbe comportare una netta diminuzione dei consumi energetici degli alloggi. Per ogni microzona è stato calcolato in precedenza l'EPgl e l'EPgl raggiungibile a seguito degli interventi di retrofit, e dunque il risparmio in termini energetici. Il grafico sottostante mostra la quantità di "Energy Saving" ottenuta per ogni microzona a seguito delle riqualificazioni energetiche ed è stato calcolato nel seguente modo:

$$\text{EPgl (MEDIO)} - \text{EPgl ragg (MEDIO)} = \text{ENERGY SAVING}$$

$$\text{ENERGY SAVING} / \text{EPgl (MEDIO)}$$

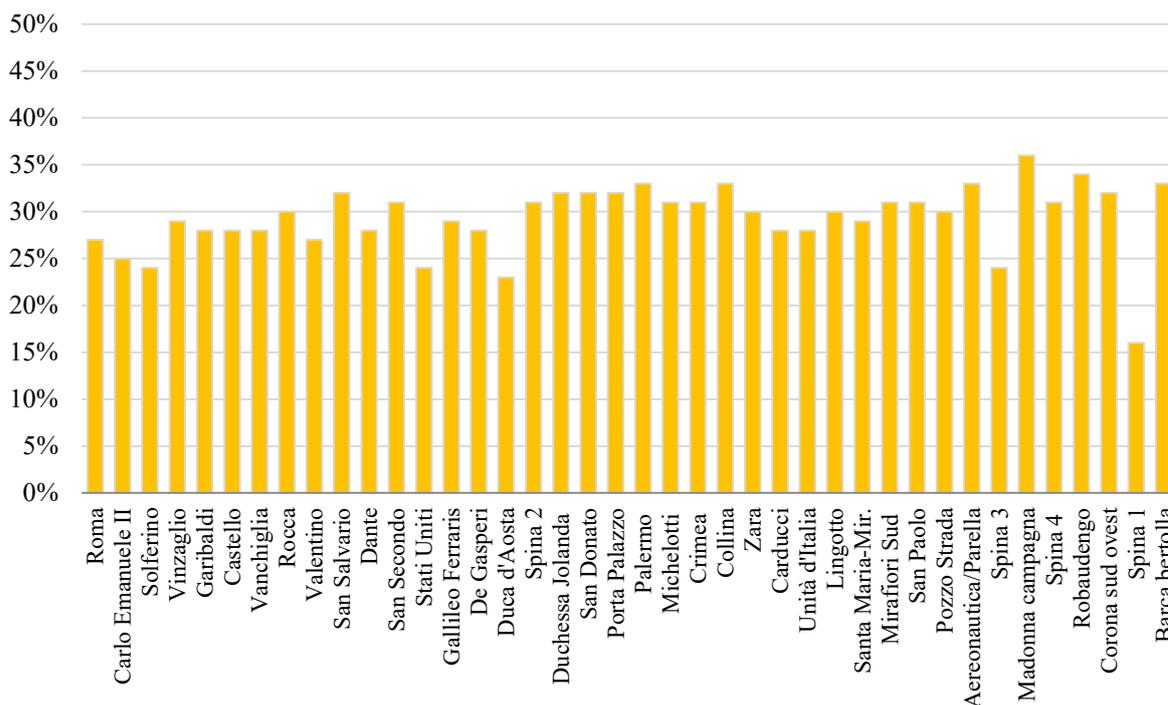


Grafico 46 –Risparmio energetico ottenuto per ogni microzona, a seguito degli interventi di riqualificazione energetica. Fonte: Elaborazione propria su dati SIPEE

Dal grafico 46 emerge che le Microzone con una percentuale maggiore di Energy Saving sono 35-Madonna Campagna (36%), 24-Collina (33%) e 21-Palermo (33%). Il valore medio di Energy saving ottenuto dopo gli interventi di retrofit all'interno delle Microzone è 55,5 (29%).

2019-2020

	Epgl (mediana) kWh/m²/anno	Epgl ragg (mediana) kWh/m²/anno	Energy saving	Energy Saving %
Microzona 1	143	104	39	27%
Microzona 2	165	123	42	25%
Microzona 3	180	136	44	24%
Microzona 4	185	131	54	29%
Microzona 5	184	132	52	28%
Microzona 6	173	125	48	28%
Microzona 7	173	125	48	28%
Microzona 8	178	124	54	30%
Microzona 9	181	133	48	27%
Microzona 10	192	130	62	32%
Microzona 11	191	138	53	28%
Microzona 12	193	134	59	31%
Microzona 13	168	128	40	24%
Microzona 14	185	131	54	29%
Microzona 15	186	134	52	28%
Microzona 16	236	182	54	23%
Microzona 17	121	83	38	31%
Microzona 18	198	134	64	32%
Microzona 19	201	137	64	32%
Microzona 20	197	134	63	32%
Microzona 21	205	137	68	33%
Microzona 22	216	149	67	31%
Microzona 23	202	140	62	31%
Microzona 24	225	150	75	33%
Microzona 25	240	167	73	30%
Microzona 26	192	138	54	28%
Microzona 27	166	120	46	28%
Microzona 28	192	135	57	30%
Microzona 29	183	130	53	29%
Microzona 30	185	127	58	31%
Microzona 31	192	133	59	31%
Microzona 32	189	133	56	30%
Microzona 33	208	139	69	33%
Microzona 34	140	107	33	24%
Microzona 35	210	135	75	36%
Microzona 36	197	135	62	31%
Microzona 37	205	136	69	34%
Microzona 38	198	134	64	32%
Microzona 39	140	117	23	16%
Microzona 40	198	132	66	33%

Tabella 27 – Risparmio energetico ottenuto per ogni microzona, a seguito degli interventi di riqualificazione energetica. Fonte: Dati SIPEE

4.2.15 Consumi energetici e relative variabili

Tramite la georeferenziazione degli attestati presenti all'interno del Database SIPEE è stato possibile, oltre che ad ottenere una distribuzione spaziale delle certificazioni effettuate all'interno di ogni microzona, individuare i valori relativi ai consumi energetici del parco edilizio. Possiamo affermare che per quanto riguarda gli edifici residenziali, le variabili che caratterizzano i consumi energetici, oltre che ai fattori climatici, sono molteplici. In primis, il numero di edifici residenziali presenti in ogni microzona. Ovviamente più edifici sono presenti in una microzona, maggiore sarà il consumo energetico.

LEGENDA

MICROZONE

-  Carta di sintesi
-  Comune di Torino

MAPPA 1

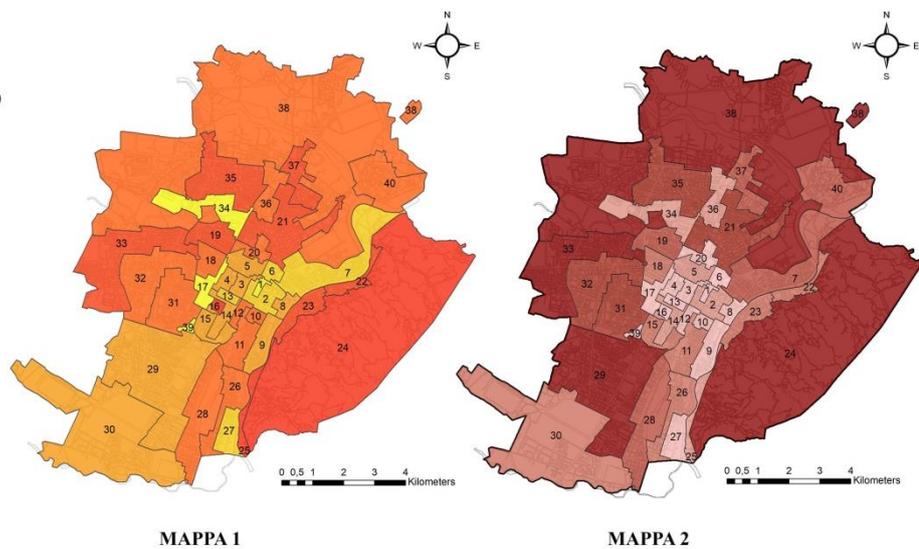
EPgl (mediana) kWh/m2/anno

-  121 - 143
-  143,01 - 173
-  173,01 - 186
-  186,01 - 198
-  198,01 - 216
-  216,01 - 240

MAPPA 2

N° Edifici ad uso residenziale

-  73 - 133
-  134 - 378
-  379 - 617
-  618 - 985
-  986 - 1637
-  1638 - 3163
-  3164 - 4400



Mappa 2 –Confronto tra consumo energetico e numero di edifici residenziali, per ogni microzona. Fonte: Elaborazione propria in Arcgis su dati SIPEE

Nella mappa...vengono confrontati i consumi energetici di ogni microzona e il numero di edifici residenziali presenti. Le immagini ottenute risultano coerenti tra loro, infatti possiamo affermare che la quantità di edifici è tra le variabili che influenzano il consumo energetico. Le microzone con maggiore consumo energetico sono San Donato(19), Palermo(21), Collina (24), Aereonautica/Parella(33), Madonna Campagna(35), Robaudengo(37) e Corona Sud-Ovest(38).

2019-2020

Un'altra variabile legata alle caratteristiche fisiche da tenere in considerazione è la compattezza dell'edificio, calcolata tramite il rapporto forma S/V. Questa variabile è molto importante per valutare l'efficienza energetica di un edificio. La microzona Collina(24) registra il valore più elevato rispetto all'interno Comune (0,63 m/1). Tale valore è influenzato dalla tipologia edilizia più diffusa all'interno dell'area, il singolo edifici/villetta. La villetta rispetto alla singola unità immobiliare all'interno di complessi condominiali (caratterizzati da un basso valore di S/V), presentano un livello di compattezza inferiore e sono energeticamente meno convenienti poiché presentano una minore superficie disperdente per unità di spazio utilizzabile.

LEGENDA

MICROZONE

-  Carta di sintesi
-  Comune di Torino

MAPPA 1

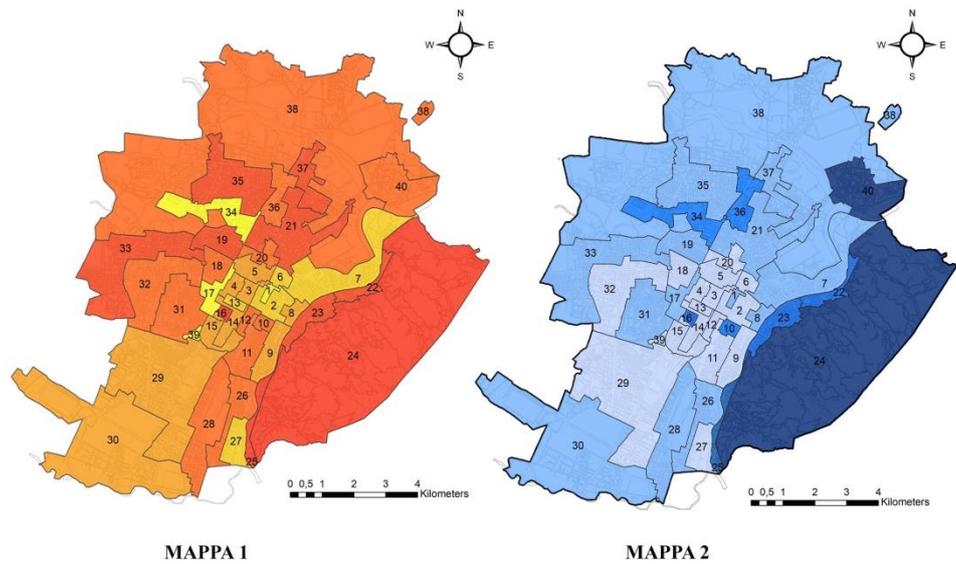
EPgl (mediana) kWh/m2/anno

-  121 - 143
-  143,01 - 173
-  173,01 - 186
-  186,01 - 198
-  198,01 - 216
-  216,01 - 240

MAPPA 2

Rapporto forma edifici S/V (mediana) m2

-  < 0,35
-  0,36 - 0,41
-  0,42 - 0,46
-  0,47 - 0,52
-  0,53 - 0,57
-  0,58 - 0,63



Mappa 3 –Confronto tra consumo energetico e rapporto forma degli edifici, per ogni microzona. Fonte: Elaborazione propria in Arcgis su dati SIPEE

2019-2020

CONFRONTO TRA CONSUMO ENERGETICO E ABITAZIONI VUOTE/ OCCUPATE DA NON RESIDENTI

LEGENDA

MICROZONE

- Carta di sintesi
- Comune di Torino

MAPPA 1

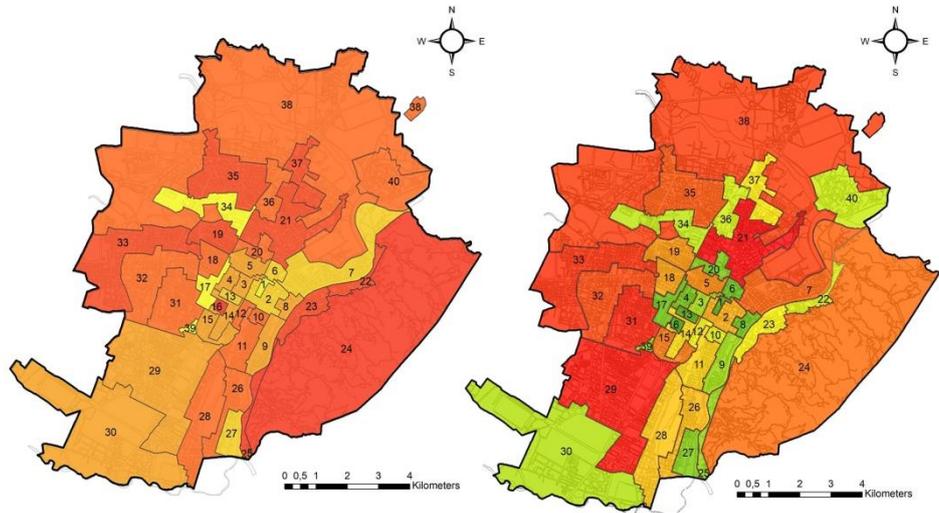
EPgl (mediana) kWh/m2/anno

- 121 - 143
- 143,01 - 173
- 173,01 - 186
- 186,01 - 198
- 198,01 - 216
- 216,01 - 240

MAPPA 2

N° abitazioni vuote/
occupate da non residenti

- 0 - 200
- 201 - 500
- 501 - 800
- 801 - 1500
- 1501 - 2000
- > 2000



MAPPA 1

MAPPA 2

Mappa 4 - Confronto tra consumo energetico e occupazione degli edifici, per ogni microzona. Fonte: Elaborazione propria in Arcgis su dati SIPEE

CONFRONTO TRA CONSUMO ENERGETICO E DENSITA' ABITATIVA

LEGENDA

MICROZONE

- Carta di sintesi
- Comune di Torino

MAPPA 1

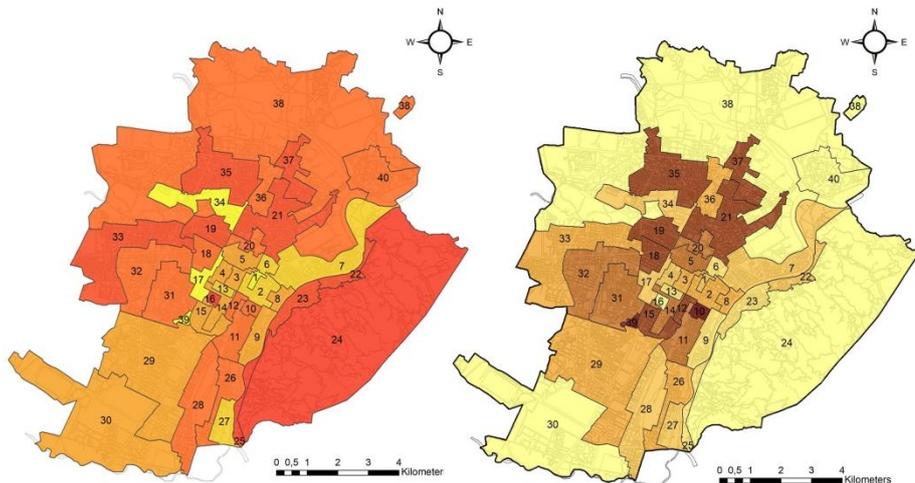
EPgl (mediana) kWh/m2/anno

- 121 - 143
- 143,01 - 173
- 173,01 - 186
- 186,01 - 198
- 198,01 - 216
- 216,01 - 240

MAPPA 2

Densità abitativa (ab/km2)

- 869 - 4315
- 4316 - 8466
- 8467 - 13895
- 13896 - 19714
- 19715 - 28743
- 28744 - 49615



MAPPA 1

MAPPA 2

Mappa 5 - Confronto tra consumo energetico e densità demografica, per ogni microzona. Fonte: Elaborazione propria in Arcgis su dati SIPEE

4.2.16 Tipologie interventi di retrofit

In linea con i risultati ottenuti in precedenza sul Comune di Torino, le due tipologie principali di interventi di riqualificazione energetica effettuati all'interno delle microzone, sebbene con percentuali differenti, sono l'isolamento delle pareti verticali e la sostituzione degli infissi, con percentuali differenti all'interno di ogni microzona.

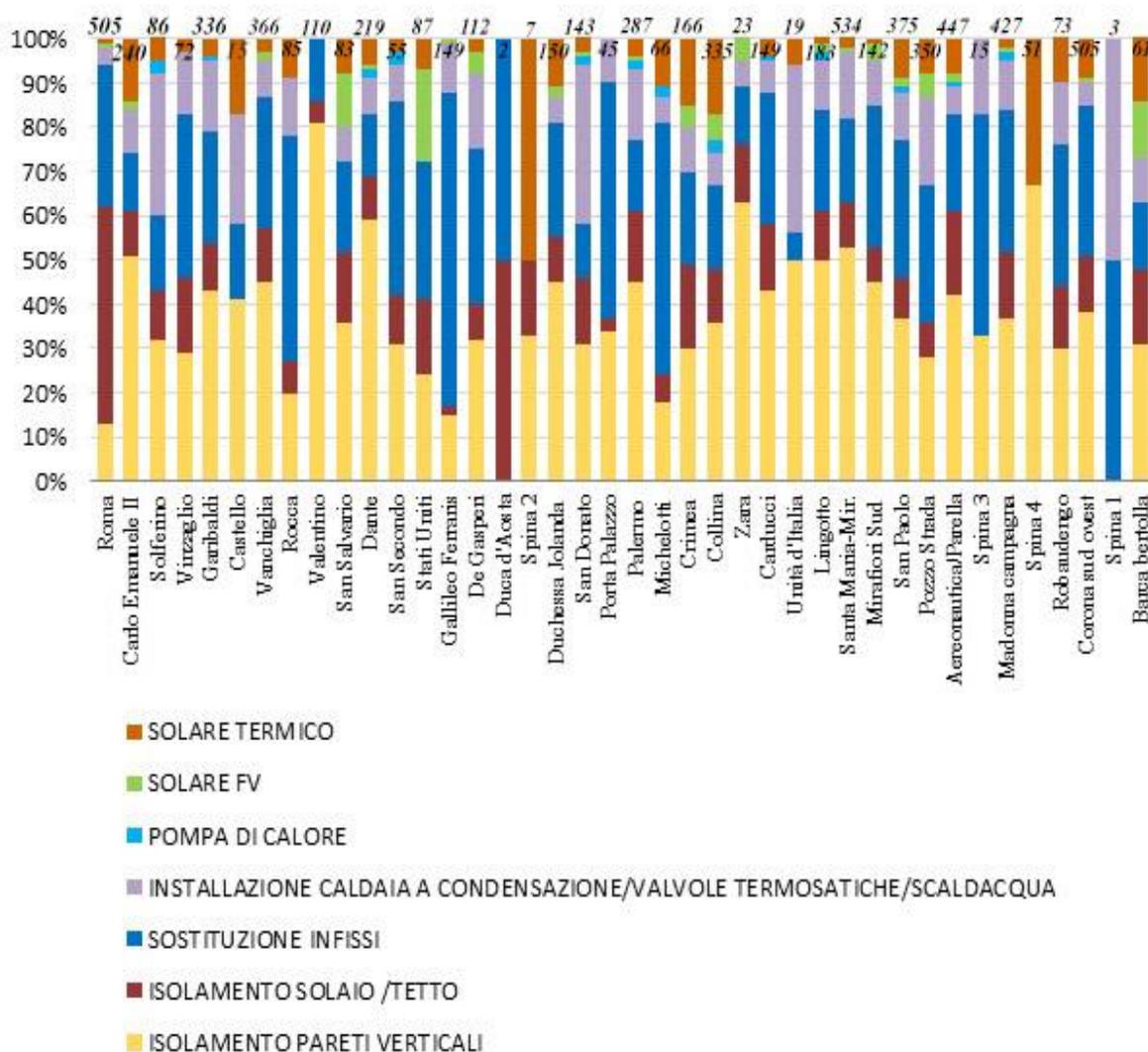


Grafico 47 – Tipologia interventi di riqualificazione energetica, suddivisi per ogni microzona. Elaborazione propria su Dati SIPEE

Il grafico 47 mostra percentuali differenti a seconda del tipo di intervento e microzona. In alto nel grafico viene riportato il numero di interventi di riqualificazione energetica effettuati in ogni microzona. In base a questi valori, le microzone Duca d'Aosta(16), Spina 2(17) e Spina

1 (39) non saranno tenute in considerazione in quanto presentano valori irrisori e risultati non attendibili. Nel prossimo paragrafo le 40 microzone saranno suddivise in sei classi, al fine di analizzare la quantità di ogni tipologia di intervento effettuato e le probabili motivazioni che hanno incentivato la popolazione ad effettuare determinati interventi di retrofit rispetto ad altri.

4.2.17 Vincoli e limitazioni sugli interventi di retrofit

La scelta di effettuare un determinato intervento può essere dettata da molteplici fattori, in base alle caratteristiche degli edifici e dalle caratteristiche socio-economiche, ma aspetti molto importanti da tenere in considerazione sono anche i *vincoli* presenti sul territorio. In alcune microzone alcuni interventi di retrofit energetico, come il cappotto termico esterno non è fattibile a causa dei vincoli storici presenti, tema approfondito nel prossimo paragrafo. All'interno del Comune di Torino, il PPR (Piano paesaggistico regionale) definisce le componenti storico-culturali e la relativa normativa (Norme Tecniche di Attuazione, tavole P2 e P5), includendo sia i vincoli sia le aree ed i beni vincolati di interesse storico e differenziando le componenti in tipologie centri e nuclei storici (art.24), oltre ad individuare i beni paesaggistici, ovvero le aree ed i beni vincolati ai sensi degli artt.134- 157 del D.Lgs.42/2004 e s.m.i.

VINCOLI E PRESCRIZIONI CITTA' DI TORINO

LEGENDA

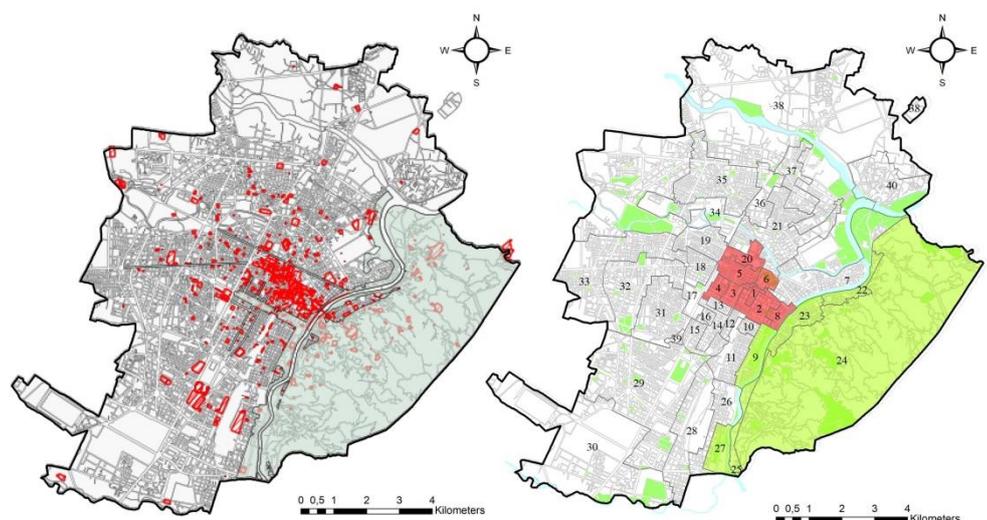
MAPPA 1

-  Carta di sintesi
-  Comune di Torino
-  Beni culturali
Art. 10 D.Lgs 42/2004
(ex.Vincoli 1497/39)
-  Beni paesaggistici
Art. 134 D.Lgs 42/2004
(ex.Vincoli 1497/39 e L.431)

MAPPA 2

Microzone interessate

-  Carta di sintesi
-  Comune di Torino
-  Vincoli storici
-  Vincoli paesaggistici



MAPPA 1

MAPPA 2

Mappa 6– I vincoli storici e paesaggistici. Fonte: PPR (Piano paesaggistico regionale)

Gli interventi di cui agli articoli 4 e 5: a) non possono interessare gli insediamenti storici individuati dal PRG ai sensi dell'articolo 24 della l.r. 56/1977, ad eccezione degli edifici in essi ricompresi realizzati successivamente al 1950, non soggetti a tutela ai sensi del d.lgs. 42/2004 e non individuati quali edifici aventi valore storico-artistico, paesaggistico o documentario; in tale caso gli interventi devono essere coerenti per forme, altezze, dimensioni e volumi con il contesto storico circostante; ove non esplicitamente escluso dalla deliberazione comunale di cui all'articolo 3, comma 3, eventuali volumi eccedenti non realizzabili nel lotto d'intervento possono essere rilocalizzati in altre aree individuate dal comune con apposita variante ai sensi dell'articolo 17 bis, comma 5, della l.r. 56/1977.

4.3 Le Microzone suddivise per classi

Alcune delle Microzone analizzate presentano quantità di interventi di riqualificazione energetica non considerabili, in quanto troppo bassi, pertanto le microzone Duca d'Aosta(16), Spina 2(17) e Spina 1(39) sono state escluse dall'analisi.

1 Microzone del centro storico: Le microzone appartenenti al centro storico di Torino sono Roma(1), Carlo Emanuele II(2), Solferino(3), Vinzaglio(4), Garibaldi(5) e Castello (6). La maggioranza del parco edilizio di questa area, oggetto di certificazione energetica, è stato costruito prima del 1918, con alloggi aventi una superficie utile (valore mediano) di 67 m² ed un rapporto forma di 0,34 m⁻¹. Il consumo energetico mediano è di 180 kWh/m²/anno (in classe energetica G). In merito alla popolazione, la maggioranza dei residenti ha un età compresa tra i 25-64 anni (59%) , ed il 62% dei residenti ha una qualifica professionale, mentre il tasso di disoccupazione è inferiore al 3%. Per quanto riguarda le famiglie (16.128 in totale), solo il 23% ha un numero di componenti < 3, il 56% vive in alloggi di proprietà ed il numero di abitazioni vuote o occupate da non residenti è solo il 15% rispetto al totale (18.566 totale abitazioni). L'intervento di riqualificazione energetica maggiormente diffuso è *l'Isolamento delle Pareti Verticali*. La scelta di effettuare tale tipologia di intervento, è influenzata sicuramente dalle caratteristiche fisiche degli edifici appartenenti alla zona.

La tipologia edilizia maggiormente diffusa è l'appartamento/Singola Unità Immobiliare, con la maggior parte degli edifici residenziali costruiti prima del 1918. L'epoca di costruzione degli edifici è il fattore chiave di questa scelta, in quanto *(come emerge nel paragrafo 3.1.15 Il risparmio energetico per epoca di costruzione e tipologia di intervento)*, gli edifici maggiormente datati, traggono sicuramente maggiore beneficio in termini di risparmio energetico e quindi economico a seguito di interventi sull'involucro opaco.

2 Microzone limitrofe al C.S. : In questa classe vengono raggruppate le microzone di San Salvario(10), Dante(11), San secondo (12), Stati Uniti(13), Gallileo Ferraris(14), De Gasperi(15), Duchessa Jolanda(18), San Donato(19) e Porta Palazzo(20). Gli edifici sono leggermente meno datati rispetto al Centro Storico, costruiti tra il 1919-1945 con un EPgl mediano di 193 kWh/m²/anno leggermente maggiore rispetto agli edifici del C.S. (+13 kWh/m²/anno). La Su degli alloggi è di 68 mq, con un rapporto forma paria a 0,34 m⁻¹ (valore uguale alle Microzone limitrofe del C.S.). La popolazione residente in questa area è di 82.275 ab, con il 55% appartenente alla fascia d'età tra i 24 ed i 65 anni. Il 54% dei residenti ha una qualifica professionale, e solo il 3% è disoccupato o in cerca di lavoro. Il 27% delle famiglie ha più di 3 componenti e ben il 62% vive in alloggi di proprietà. Gli alloggi vuoti/occupati da non residenti sono il 10%. kWh/m²/anno Anche in questo caso l'epoca di costruzione degli edifici rappresenta uno dei fattori chiave per la scelta dell'intervento di retrofit energetico effettuato *(vedere Tabella 22 – Numero interventi di retrofit, suddivisi per epoca di costruzione degli edifici. Fonte: Dati SIPEE, Pag. 63)*

3 Microzone area Nord-Ovest: Le microzone Palermo(21), San Paolo(31), Pozzo Strada(32), Aeronautica/parella(33), Spina 3(34), Madonna Campagna(35), Spina 4(36), Robaudengo(37), Corona Sud-Ovest(38), Barca Bertolla (40), presentano un parco edilizio meno datato rispetto alle categorie precedenti. La maggior parte degli edifici è stata costruita tra il 1946-1960. La Su mediana è di 62mq, con un rapporto forma pari a 0,4 m⁻¹. Anche in questo caso il valore S/V trova corrispondenza nel fatto che la tipologia edilizia prevalente, oggetto di ACE e APE, è l'Appartamento o la Singola Unità immobiliare. L'EPgl è di 194 kWh/m²/anno, e la classe energetica prevalente è sempre la meno performante (G). In questa area risiedono più di 300.000 abitanti, di cui il 54% avente tra i 24-65 anni d'età. Il tasso di scolarità è del 39%, mentre quello di disoccupazione è del 3,5%. Il 32% delle famiglie ha più di 3 componenti ed il 34% vive in alloggi di proprietà. La percentuale di alloggi vuoti è del

7%. Gli interventi di riqualificazione energetica maggiormente diffusi l'*Isolamento delle Pareti Verticali e la Sostituzione degli infissi*.

L'epoca di costruzione degli edifici maggiormente diffusa è 1946-1960, con alcuni edifici residenziali costruiti in tempi recenti (dopo gli anni 2000). La presenza di questi edifici di recente costruzione, giustifica il fatto che in questa zona aumentano i valori di interventi di riqualificazione energetica con fonti rinnovabili. La soluzione FER maggiormente utilizzata è l'installazione di *impianto solare termico*. (vedere Tabella 22 – Numero interventi di retrofit, suddivisi per epoca di costruzione degli edifici. Fonte: Dati SIPEE, Pag. 63)

4 Microzone che costeggiano il fiume: Le microzone Vanchiglia(7), Rocca(8), Valentino(9), Michelotti(22), Crimea(23), Zara(25), Carducci(26), Unità d'Italia(27) che costeggiano il Fiume Po, presentano caratteristiche edilizie molto simili alla classe precedente. Infatti, l'epoca di costruzione degli edifici è 1946-1960, il valore della Su degli edifici 61mq, il rapporto forma 0,38 1-m e l'EPgl 193 kWh/m2/anno. L'area conta 86.612 residenti, di cui il 55% appartenente alla classe 24-65 anni, il 49% avente un diploma o una laurea, e solo il 3% in cerca di occupazione. Il 64% delle famiglie è proprietaria di un alloggio, ed il 27% ha più di 3 componenti. Il 10% degli alloggi risulta vuoto o occupato da non residenti. In base a queste similitudini, anche gli interventi di riqualificazioni energetiche effettuati tra le microzone del fiume e quelle dell'area nord-Ovest sono simili. L'intervento maggiormente diffuso è l'*Isolamento delle Pareti Verticali*, seguito dalla *Sostituzione degli infissi*.

5 Microzone della collina: La microzona Collina (24) presenta valori differenti rispetto a tutte le altre microzone, pertanto è stata considerata come una classe a sé. Il primo valore che emerge è la Su degli alloggi >100mq, nettamente superiore a tutte le altre microzone. Inoltre, anche il valore S/V (che risulta di 0,63 -1m), è chiaramente maggiore rispetto ai valori registrati per le altre classi. Il motivo di questo aumento di valori è dovuto al fatto che la tipologia edilizia prevalente non è la singola unità immobiliare, ma l'edificio indipendente/villetta. Anche il consumo energetico annuo è superiore (> 200 kWh/m2/anno). La popolazione residente è di quasi 20.000 ab, di cui il 51% avente un'età compresa tra i 24-65 anni. Il tasso di istruzione è il 60%, mentre quello di disoccupazione il 14%. Il 35% delle famiglie è composta da almeno 3 componenti, ed il 70% ha un'abitazione di proprietà. Gli edifici vuoti sono il 17%. Nell'area si registra il più alto numero di interventi di riqualificazione energetica che utilizza come fonte energetica rinnovabile il *Solare*

Termico. Questa scelta può dipendere dalla tipologia edilizia dominante, mentre la scelta del Solare rispetto ad altre fonti rinnovabili, può dipendere dal fatto che il Solare Termico consente un risparmio energetico annuo maggiore rispetto a tutte le altre fonti analizzate. (vedere Tabella 25 – *Risparmio annuo a seguito di interventi di retrofit con fonti rinnovabili.* Fonte: *Dati SIPEE, Pag.65*). Inoltre, è doveroso sottolineare che l'intera area fa parte dei beni vincolati ai sensi degli art.134-157 del D.Lgs.42/2004 e s.m.i, pertanto è considerata un bene paesaggistico, insieme ad alcune microzone limitrofe. Per questo motivo se gli interventi di retrofit energetico interessano immobili tutelati a Torino deve sempre essere richiesta l'autorizzazione della Soprintendenza (art. 21 Codice Beni Culturali) per qualsiasi intervento su beni immobili vincolati ai sensi dell'art. 10 del CBC e deve sempre essere richiesta l'autorizzazione paesistica (art. 146 CBC) al Comune per gli interventi che alterino lo stato dei luoghi e modifichino l'aspetto esteriore degli edifici.

6 Microzone delle industrie: In questa porzione di territorio in cui troviamo le microzone Lingotto(28), Santa Rita Mirafiori(29), Mirafiori Sud(30). La maggioranza degli edifici residenziali, oggetto di certificazione energetica, sono stati costruiti dopo gli anni '60 pertanto la zona risulta essere la più recente. La tipologia edilizia prevalente è la singola Unità immobiliare e la Su mediana è di 66mq, in linea con le altre classi (ad eccezione di Collina). Anche il fattore forma è $< 0,4$ m/1 ed il consumo energetico è simile a quello delle microzone del C.S. In merito alle variabili demografiche, il 52% della popolazione ha un'età compresa tra i 24-65 anni, il 44% possiede una qualifica professionale, mentre solo il 3% risulta senza lavoro. La maggioranza delle famiglie (68%) abita in alloggi di proprietà, con un numero di componenti inferiore a 2. Gli alloggi vuoti/occupati da non residenti sono il 5%. L'intervento di riqualificazione energetica maggiormente utilizzato è *l'Isolamento delle Pareti Verticali*, ma si registra anche il più alto numero di interventi effettuati sull'impianto di riscaldamento degli edifici (sostituzione del vecchio impianto con Caldaia a condensazione).

2019-2020

CARATTERISTICHE EDIFICI											ATTESTATI	
MICROZONE	N° attestati	Epoca di costruzione	SU (mq)	S/V m-1	Tipologia edilizia	EPgl (kWh/m2/anno)	EPgl ragg (kWh/m2/anno)	Energy saving	Riqualificazioni energetiche tot.	R.E. con fonti rinnovabili tot.		
1 - Centro Storico	18.725	< 1918	67	0,34	APP	180	129	51	1.254	41		
2 - Limitrofe al Centro Storico	24.712	1919-1945	68	0,34	APP	193	134	59	750	42		
3 - Area Nord-Ovest	59.653	1946-1960	62	0,4	APP	194	134	60	1.932	133		
4 - Fiume	20.477	1946-1960	61	0,38	APP	193	135	58	984	49		
5 - Collina	3.315	1946-1960	108	0,63	VILL	225	149	76	335	51		
6 - Delle industrie	30.286	1961-1970	66	0,36	APP	183	130	53	859	22		
CARATTERISTICHE POPOLAZIONE												
MICROZONE	N° residenti	Residenti Stranieri	Pop. 25-64 anni	Pop. Qualificat	Pop. Disoccupata	Famiglie	Alloggi	Famiglie > 3 componenti	Alloggi di proprietà	Alloggi vuoti/non residenti		
1 - Centro Storico	30.073	2.404	17.803	18.618	805	16.128	18.566	3.716	9.016	2.868		
2 - Limitrofe al Centro Storico	82.275	11.833	45.394	44.264	2.418	40.528	44.529	11.022	25.182	4.750		
3 - Area Nord-Ovest	329.140	39.056	178.568	128.585	11.466	153.407	162.130	48.816	100.887	10.878		
4 - Fiume	86.612	9.550	47.292	42.651	2.508	43.579	47.634	11.766	27.899	4.721		
5 - Collina	18.079	1.387	9.188	10.871	285	7.887	9.299	2.770	5.514	1.586		
6 - Delle industrie	187.342	15.924	97.989	81.898	5.289	89.392	92.705	26.929	63.120	4.381		

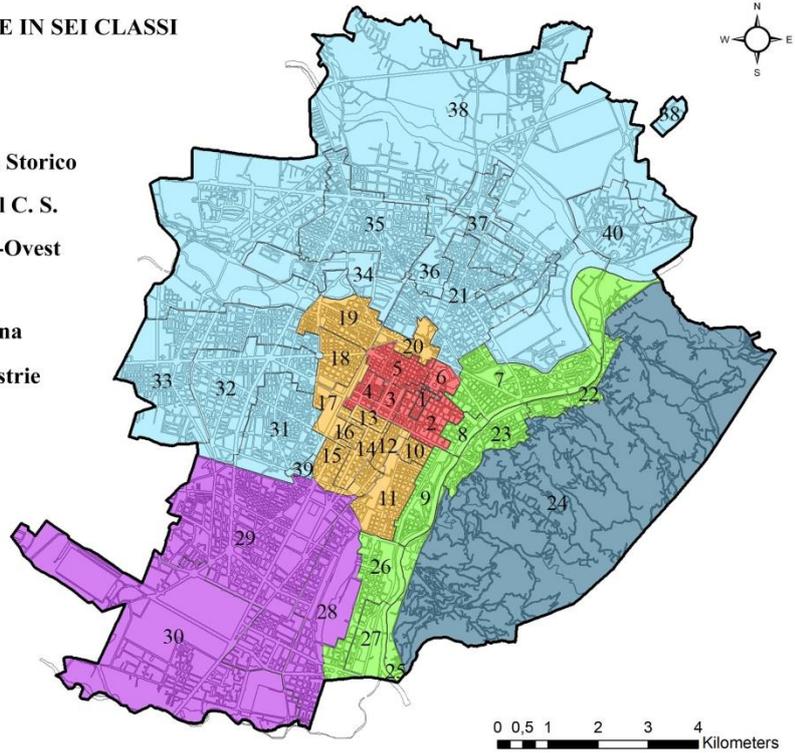
2019-2020

MICROZONE SUDDIVISE IN SEI CLASSI

Legenda

MICROZONE

- Microzone del Centro Storico
- Microzone limitrofe al C. S.
- Microzone area Nord-Ovest
- Microzone del fiume
- Microzona della Collina
- Microzona delle Industrie



Mappa 7 – Le microzone suddivise per sei classi. Fonte: Elaborazione propria in Arcgis

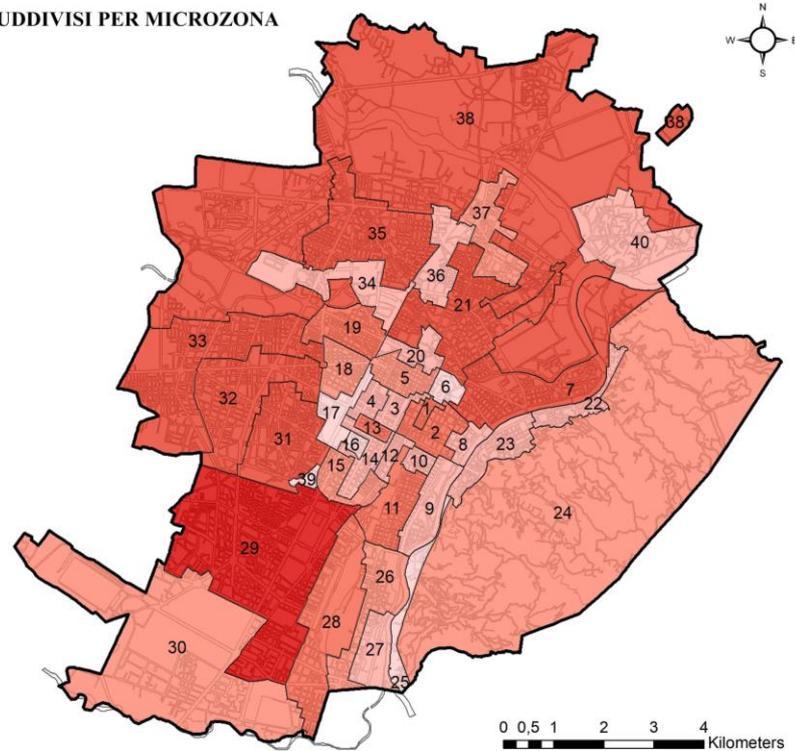
ATTESTATI RILASCIATI SUDDIVISI PER MICROZONA

LEGENDA

MICROZONE

Numero attestati rilasciati

- 144 - 509
- 510 - 2413
- 2414 - 4275
- 4276 - 6426
- 6427 - 13548
- 13549 - 22030
- Carta di sintesi
- Comune di Torino



Mappa 8 - Numero attestati rilasciati da Novembre 2009 ad Aprile 2019, suddiviso per ogni Microzona del Comune di Torino. Fonte: Elaborazione propria con Arcgis

2019-2020

INTERVENTI DI RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA EFFETTUATI IN OGNI MIROZONA

LEGENDA

MICROZONE

N° di riqualificazioni energetiche

0 - 100

101 - 250

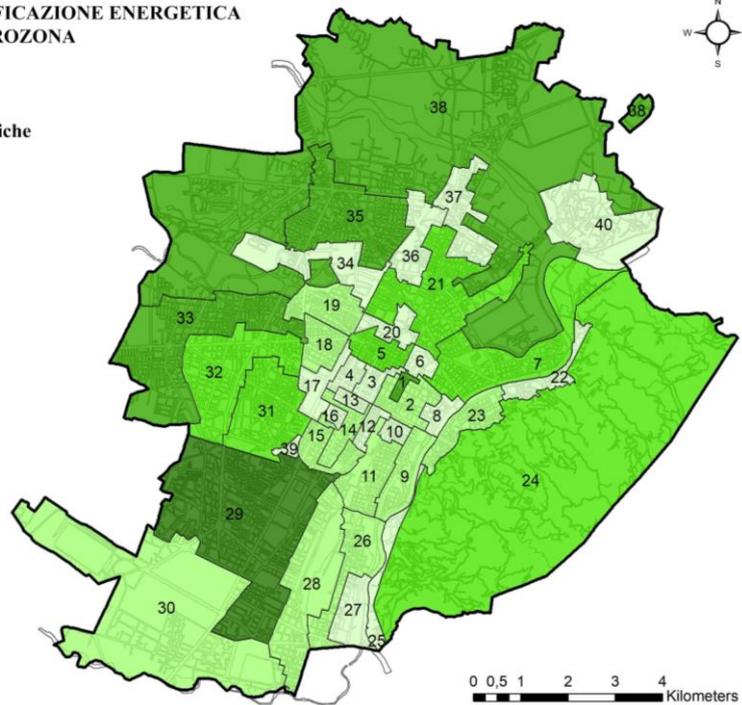
251 - 400

401 - 500

> 500

Carta di sintesi

Comune di Torino



Mappa 9 - Numero interventi di riqualificazione energetica effettuati da Novembre 2009 ad Aprile 2019, suddivisi per ogni Microzona del Comune di Torino. Fonte: Elaborazione propria con Arcgis

INTERVENTI DI RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA CON FONTI RINNOVABILI

LEGENDA

MICROZONE

N° riqualificazioni con fonti rinnovabili

0 - 10

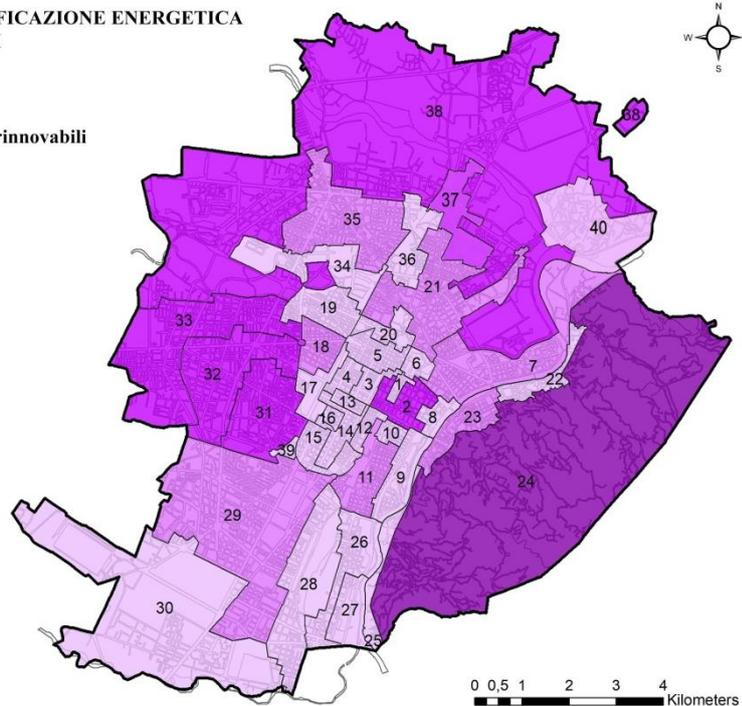
11 - 20

21 - 50

> 50

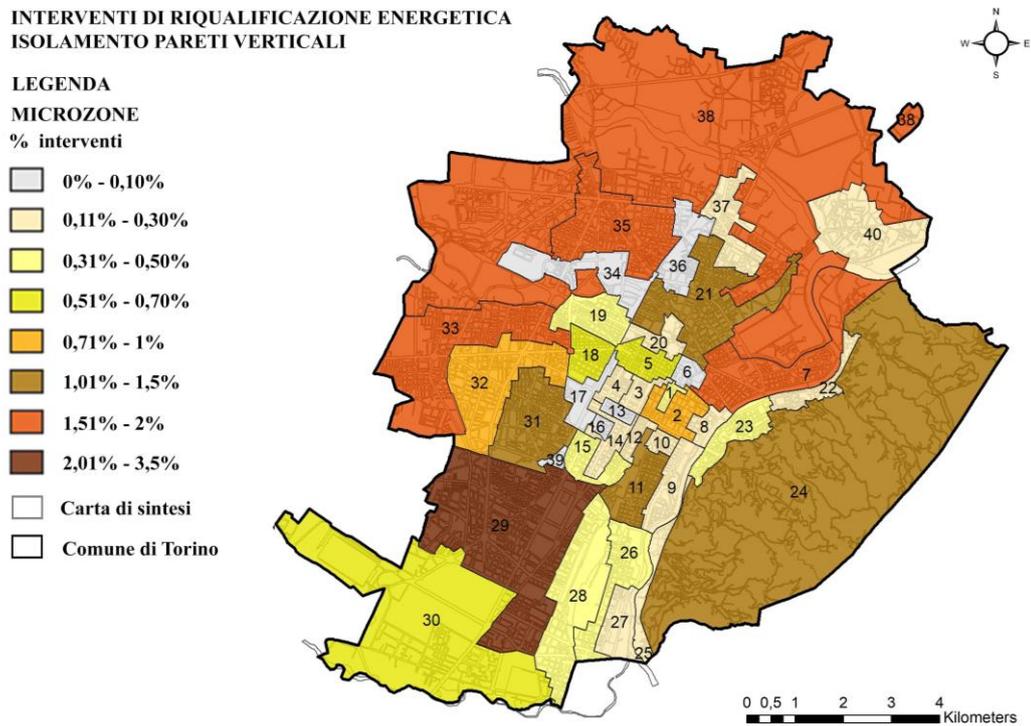
Carta di sintesi

Comune di Torino

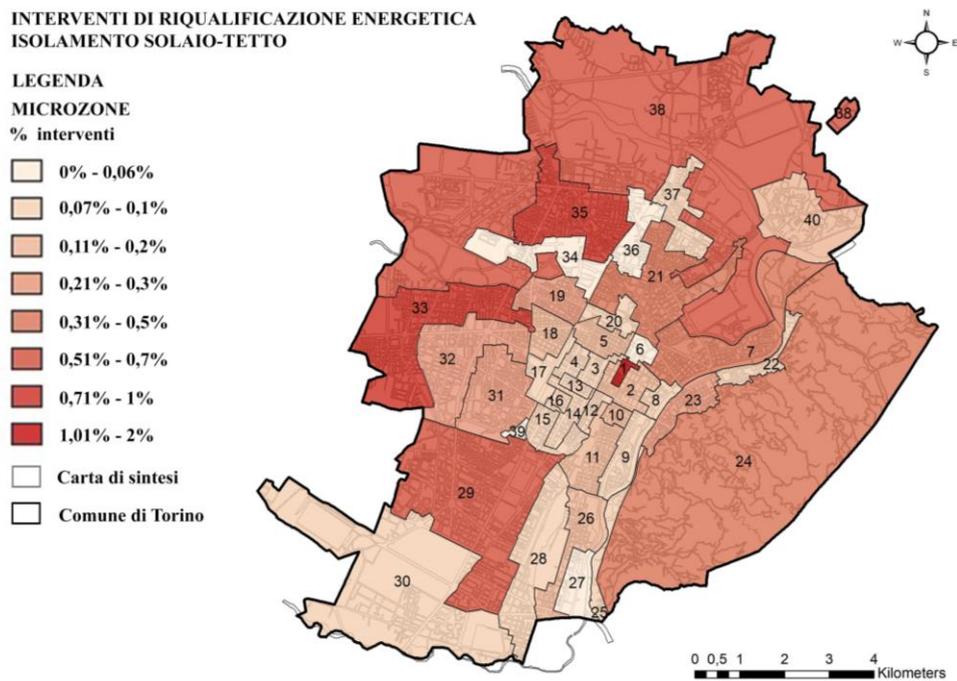


Mappa 10 - Numero interventi di riqualificazione energetica con fonti rinnovabili effettuati da Novembre 2009 ad Aprile 2019, suddivisi per ogni Microzona del Comune di Torino. Fonte: Elaborazione propria con Arcgis

2019-2020



Mappa 11 - Percentuale di interventi di Isolamento delle pareti verticali effettuati da Nov.2009 ad Aprile 2019, suddivisi per ogni Microzona del Comune di Torino. Fonte: Elaborazione propria con Arcgis



Mappa 12 - Percentuale di interventi di Isolamento del Solaio/tetto effettuati da Nov.2009 ad Aprile 2019, suddivisi per ogni Microzona del Comune di Torino. Fonte: Elaborazione propria con Arcgis

2019-2020

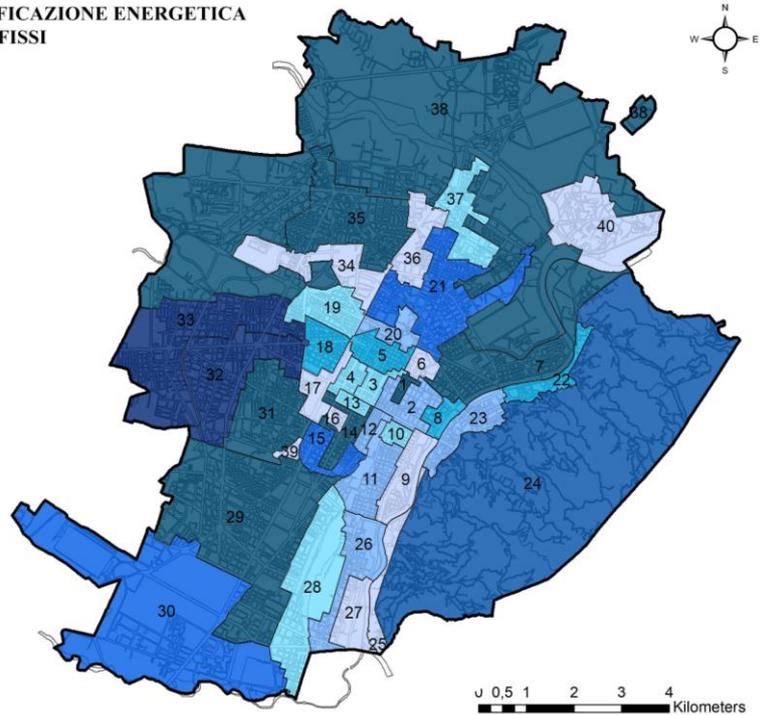
**INTERVENTI DI RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA
SOSTITUZIONE DEGLI INFISSI**

LEGENDA

MICROZONE

% interventi

- 0% - 0,1%
- 0,11% - 0,2%
- 0,21% - 0,3%
- 0,31% - 0,4%
- 0,41% - 0,5%
- 0,51% - 0,7%
- 0,71% - 1%
- 1,01% - 2%
- Carta di sintesi
- Comune di Torino



Mapa 13 - Percentuale di interventi di Sostituzione degli Infissi effettuati da Nov.2009 ad Aprile 2019, suddivisi per ogni Microzona del Comune di Torino. Fonte: Elaborazione propria con Arcgis

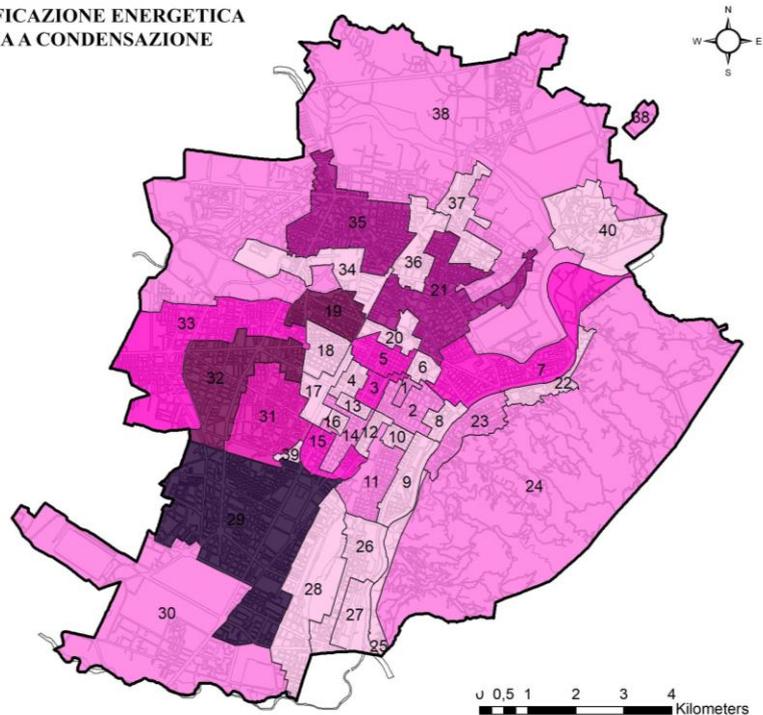
**INTERVENTI DI RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA
INSTALLAZIONE CALDAIA A CONDENSAZIONE**

LEGENDA

MICROZONE

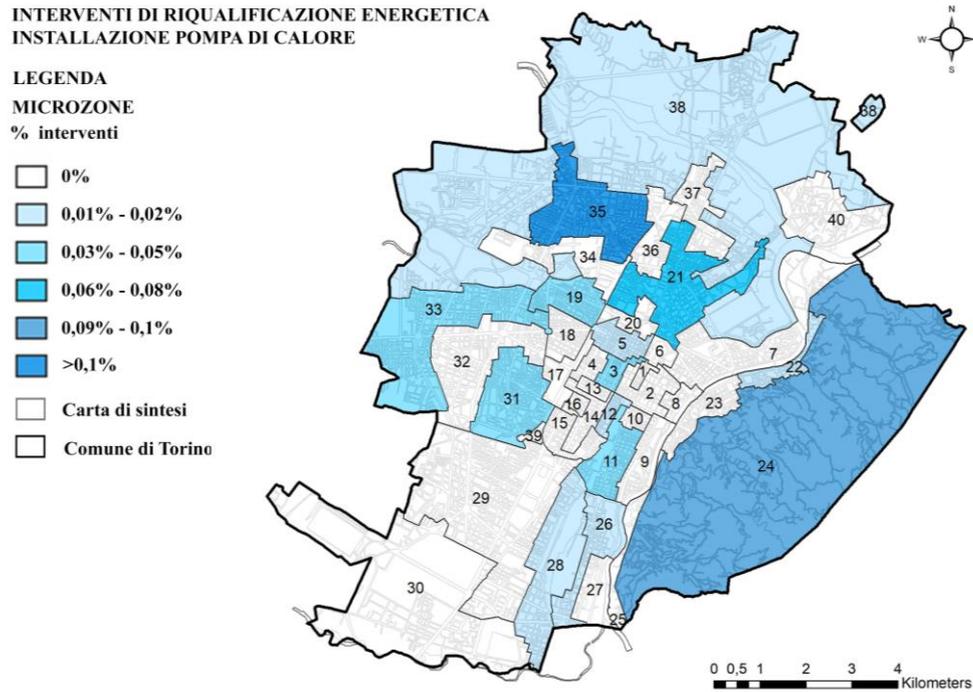
% interventi

- 0% - 0,1%
- 0,11% - 0,2%
- 0,21% - 0,3%
- 0,31% - 0,4%
- 0,41% - 0,5%
- 0,51% - 0,7%
- 0,71% - 1%
- Carta di sintesi
- Comune di Torino

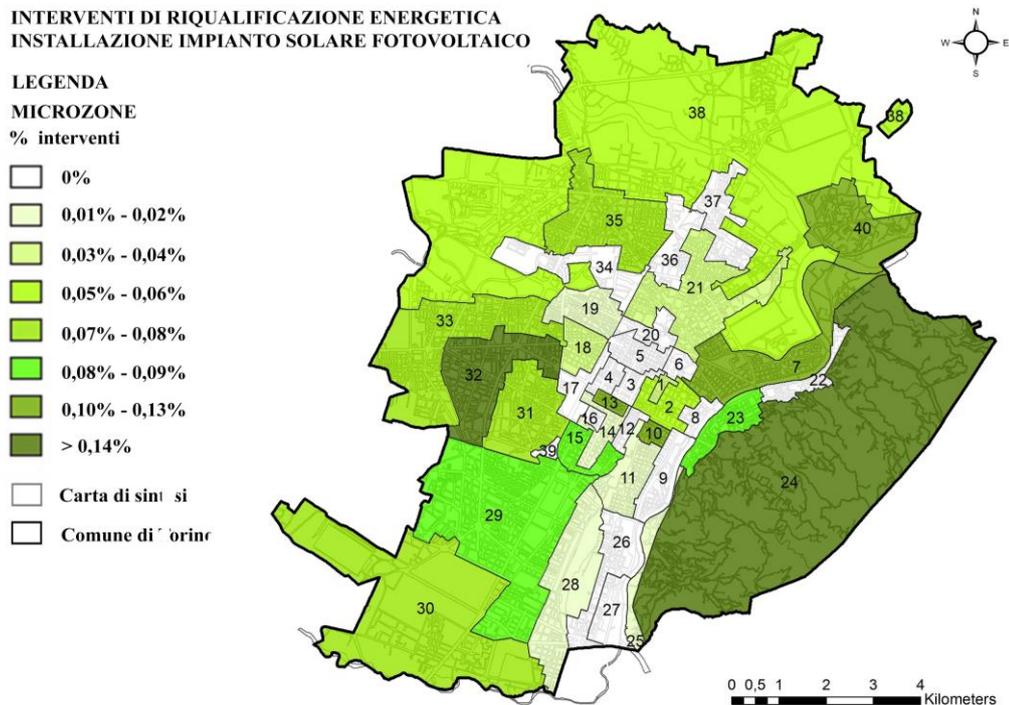


Mapa 14- Percentuale di interventi di Installazione di Caldaia a Condensazione effettuati da Nov.2009 ad Aprile 2019, suddivisi per ogni Microzona del Comune di Torino. Fonte: Elaborazione propria con Arcgis

2019-2020

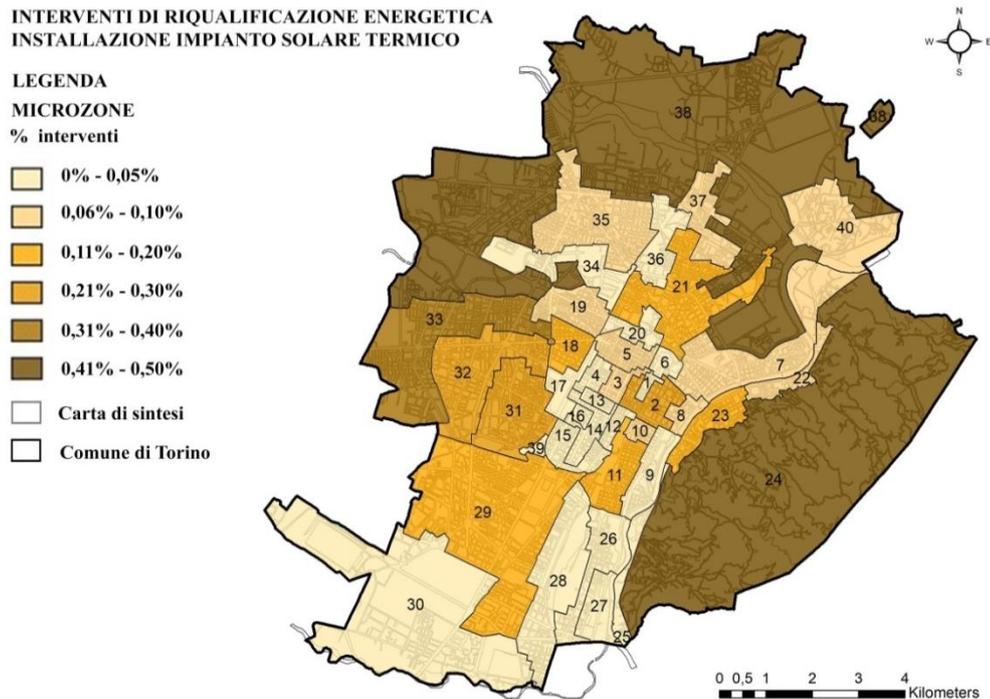


Mappa 15 - Percentuale di interventi di Installazione di Pompa di Calore effettuati da Nov.2009 ad Aprile 2019, suddivisi per ogni Microzona del Comune di Torino. Fonte: Elaborazione propria con Arcgis



Mappa 16- Percentuale di interventi di Installazione di Impianto Solare Fotovoltaico da Nov.2009 ad Aprile 2019, suddivisi per ogni Microzona del Comune di Torino. Fonte: Elaborazione propria con Arcgis

2019-2020



Mappa 17 - Percentuale di interventi di Installazione di Impianto Solare Termico da Nov.2009 ad Aprile 2019, suddivisi per ogni Microzona del Comune di Torino. Fonte: Elaborazione propria con Arcgis.

4.4 Sintesi

Dall'analisi delle Microzone, localizzate all'interno del Comune di Torino, emerge che la microzona con più attestati è Santa Rita-Mirafiori (29), con un totale di 22.031 certificazioni, seguita da Corona Nord Ovest (38) con 13.550 certificazioni, Aereonautica/Parella (33) con 13.383 certificazioni e Madonna Campagna (35) con 12.741 certificazioni. Gli attestati sono stati rilasciati nel periodo Novembre 2009 – Aprile 2019 in maniera omogenea all'interno di tutte le microzone, ad eccezione di Roma (1) e Stati Uniti (13). In queste due microzone la maggioranza degli attestati (<80%) sono stati rilasciati dopo il 2017.

Le motivazioni principali del rilascio degli attestati sono la locazione ed il passaggio di proprietà, con percentuali omogenee in tutte le microzone. La percentuale di interventi di retrofit presentano percentuali che variano dallo 0% al 8%, i valori più alti si registrano Santa Rita-Mirafiori (29), con una percentuale dell'8%, Corona Nord Ovest (38), con il 7% delle riqualificazioni, Roma (1), sempre con una percentuale del 7% e Madonna Campagna (35) con il 6%.

2019-2020

Per quanto riguarda l'epoca di costruzione edifici, le microzone del centro storico (Roma, Carlo Emanuele II, Solferino, Vinzaglio, Garibaldi e Castello) hanno un parco edilizio residenziale costruito prima del 1918, mentre le microzone limitrofe al centro storico e al fiume presentano edifici costruiti tra il 1919-1945. Il parco residenziale situato all'interno delle microzone della zona a nord-ovest è stato costruito prima del 1960, mentre le microzone più recenti (costruite dopo gli anni 70) si trovano a sud-ovest.

La tipologia edilizia più diffusa è l'appartamento e le caratteristiche fisiche degli immobili oggetto di certificazione energetica all'interno delle microzone sono analoghe. I valori S/V oscillano tra lo 0.3-0.4 m⁻¹. La Microzona con valori differenti è Collina (24). In questa area, collocata ad est del Comune di Torino, la tipologia prevalente è la villetta/singolo edificio, infatti il valore mediano del rapporto forma S/V è nettamente maggiore rispetto al valore mediano delle altre microzone.

I consumi energetici sono direttamente proporzionali alla quantità di edifici presenti all'interno di ogni microzona, ma anche alle caratteristiche fisiche degli edifici. Le microzone che consumano più energia presentano un valore S/V, più elevato rispetto alle altre microzone. Il rapporto forma indica il livello di compattezza di un edificio, per cui maggiore è la compattezza dell'edificio minore è il consumo energetico.

I maggiori interventi di riqualificazione energetica effettuati all'intero delle microzone sono l'isolamento delle pareti verticali e dalla sostituzione degli infissi. Tale scelta è data dall'alta percentuale di edifici costruiti prima del 1960 all'interno del Comune. Gli edifici maggiormente datati, hanno sicuramente maggiori problemi di comfort invernale-estivo rispetto agli edifici di recente costruzione. La soluzione FER maggiormente utilizzata nella microzone è l'installazione di impianto solare termico.

Nelle tabelle sottostanti vengono riportati i valori mediani di ogni variabile, suddivisi per classe.

2019-2020

MICROZONE DEL CENTRO STORICO										
ATTESTATI VALORI GLOBALI										
	n°attestati	epoca di costruzione degli edifici (prevalente)	Superficie Utile (m2)	Superficie disperdente (m2)	Volume Lordo riscaldato (m3)	Rapporto forma SV(m-1)	Classe energetica PREVALENTE	EPgl (kWh/m2/anno)	EPgl ragg (kWh/m2/anno)	Energy saving
Microzona 1	6.426	3	64	103	260	0,36	7	143	103	40
Microzona 2	4.623	1	62	101	261	0,35	8	165	123	42
Microzona 3	1.216	1	86	119	342	0,32	8	179	135	44
Microzona 4	1.217	1	88	119	342	0,35	8	182	130	52
Microzona 5	4734	1	69	104	284	0,34	8	181	129	52
Microzona 6	509	1	66	89	232	0,3	8	207	144	63
TOTALE	18.725	1	67,5	103,5	272,5	0,345	8	180	129,5	48
ATTESTATI : INTERVENTI DI RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA										
	n°attestati	epoca di costruzione degli edifici (prevalente)	Superficie Utile (m2)	Superficie disperdente (m2)	Volume Lordo riscaldato (m3)	Rapporto forma SV(m-1)	Classe energetica PREVALENTE	EPgl (kWh/m2/anno)	EPgl ragg (kWh/m2/anno)	Energy saving
Microzona 1	305	4	90	156	352	0,43	7	162	118	44
Microzona 2	240	1	70	127	345	0,37	6	122	102	20
Microzona 3	86	1	92	189	394	0,37	8	150	117	33
Microzona 4	72	1	124	220	476	0,44	7	127	91	36
Microzona 5	336	1	74	156	327	0,44	6	116	94	22
Microzona 6	15	1	89	156	332	0,4	6	125	109	16
TOTALE	1.254	1	89,5	156	348,5	0,4	7	126	105,5	27,5
ATTESTATI : INTERVENTI DI RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA CON FONTI RINNOVABILI										
	n°attestati	Epoca di costruzione	Superficie Utile (m2)	Superficie disperdente (m2)	Volume Lordo riscaldato (m3)	Rapporto forma SV(m-1)	Classe energetica PREVALENTE	EPgl (kWh/m2/anno)	EPgl nren (kWh/m2/anno)	Energy saving
Microzona 1	5	2	72	176	253	0,74	4	195	163	32
Microzona 2	21	1	95	127	399	0,32	7	137	120	17
Microzona 3	7	3	390	532	1491	0,35	4	78	67	11
Microzona 4	1	1	86	245	405	0,6	5	96	90	6
Microzona 5	5	1	142	317	528	0,6	7	127	98	29
Microzona 6	2	1	67	103	252	0,4	4	122	96	26
TOTALE	41	1	90,5	210,5	402	0,51	5	124,5	97	21,5

2019-2020

MICROZONE LIMITROFE AL CENTRO STORICO										
ATTESTATI VALORI GLOBALI										
	n° attestati	epoca di costruzione degli edifici (prevalente)	Superficie Utile (m2)	Superficie disperdente (m2)	Volume Lordo riscaldato (m3)	Rapporto forma S/V(m-1)	Classe energetica PREVALENTE	EPgl (kWh/m2/anno)	EPgl nren (kWh/m2/anno)	Energy saving
Microzona 12	1.624	1	61	93	250	0,33	8	193	134	59
Microzona 13	5.143	3	65	89	240	0,33	7	168	128	40
Microzona 14	2.413	2	99	136	407	0,31	8	185	131	54
Microzona 15	4.157	2	69	98	278	0,32	8	186	134	52
Microzona 16	1.444	2	155	279	666	0,48	8	236	184	52
Microzona 17	491	2	68	98	249	0,39	8	127	85	42
Microzona 18	3.555	2	80	114	320	0,34	8	198	138	60
Microzona 19	5.504	3	58	93	230	0,39	8	201	137	64
Microzona 20	1.681	3	56	86	226	0,35	8	194	134	60
TOTALE	24.712	2	68	98	250	0,34	8	193	134	54
ATTESTATI : INTERVENTI DI RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA										
	n° attestati	epoca di costruzione degli edifici (prevalente)	Superficie Utile (m2)	Superficie disperdente (m2)	Volume Lordo riscaldato (m3)	Rapporto forma S/V(m-1)	Classe energetica PREVALENTE	EPgl (kWh/m2/anno)	EPgl nren (kWh/m2/anno)	Energy saving
Microzona 12	55	1	83	145	310	0,52	7	146	113	33
Microzona 13	87	4	110	177	402	0,42	D	130	97	33
Microzona 14	149	1	87	154	385	0,39	5	171	129	42
Microzona 15	112	2	101	151	410	0,46	6	155	124	31
Microzona 16	2	2	1006	2621	5395	0,48	8	259	246	13
Microzona 17	7	2	84	137	330	0,44	6	100	79	21
Microzona 18	150	2	99	201	413	0,4	8	146	115	31
Microzona 19	143	2	88	149	292	0,47	8	146	123	23
Microzona 20	45	1	88	122	330	0,35	7	144	112	32
TOTALE	750	2	88	151	385	0,44	7	146	115	31
ATTESTATI : INTERVENTI DI RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA CON FONTI RINNOVABILI										
	n° attestati	epoca di costruzione degli edifici (prevalente)	Superficie Utile (m2)	Superficie disperdente (m2)	Volume Lordo riscaldato (m3)	Rapporto forma S/V(m-1)	Classe energetica PREVALENTE	EPgl (kWh/m2/anno)	EPgl nren (kWh/m2/anno)	Energy saving
Microzona 12	2	3	60	87	257	0,41	4	148	100	48
Microzona 13	8	2	68	243	262	0,68	4	111	75	36
Microzona 14	2	3	144	226	562	0,39	4	75	64	11
Microzona 15	8	4	50	136	168	0,81	5	154	123	31
Microzona 16	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0
Microzona 17	3	2	74	113	251	0,44	4	62	43	19
Microzona 18	14	4	62	160	191	0,64	4	75	62	13
Microzona 19	5	4	52	149	218	0,68	7	156	79	77
Microzona 20	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0
TOTALE	42	3	60	136	218	0	4	75	64	19

2019-2020

MICROZONA AREA NORD-OVEST										
ATTESTATI VALORI GLOBALI										
	n° attestati	epoca di costruzione degli edifici (prevalente)	Superficie Utile (m2)	Superficie disperdente (m2)	Volume Lordo riscaldato (m3)	Rapporto forma SV (m-1)	Classe energetica PREVALENTE	EPgl (kWh/m2/anno)	EPgl ragg (kWh/m2/anno)	Energy saving
Microzona 32	10.961	3	67	97	254	0.35	8	189	133	56
Microzona 33	13.382	3	58	96	222	0.41	8	208	139	69
Microzona 34	1.581	9	62	101	231	0.43	6	117	91	26
Microzona 35	12.740	3	55	88	211	0.38	8	209	135	74
Microzona 36	1.626	2	58	93	230	0.42	8	194	135	59
Microzona 37	3.917	3	60	89	227	0.36	8	205	136	69
Microzona 38	13.549	3	68	107	259	0.4	8	198	134	64
Microzona 39	366	9	66	88	246	0.32	8	157	121	36
Microzona 40	1.531	9	64	151	247	0.6	8	194	130	64
TOTALE	59.653	3	62	96	231	0.4	8	194	134	64
ATTESTATI - INTERVENTI DI RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA										
	n° attestati	epoca di costruzione degli edifici (prevalente)	Superficie Utile (m2)	Superficie disperdente (m2)	Volume Lordo riscaldato (m3)	Rapporto forma SV (m-1)	Classe energetica PREVALENTE	EPgl (kWh/m2/anno)	EPgl ragg (kWh/m2/anno)	Energy saving
Microzona 32	350	3	72	139	275	0.43	7	166	135	31
Microzona 33	447	3	108	248	423	0.48	8	152	111	41
Microzona 34	15	2	70	183	258	0.56	8	238	73	165
Microzona 35	427	4	67	134	270	0.43	7	170	99	71
Microzona 36	51	3	69	92	254	0.38	8	194	158	36
Microzona 37	73	4	155	378	619	0.46	5	177	149	28
Microzona 38	505	3	69	169	328	0.51	7	143	95	48
Microzona 39	3	3	88	148	353	0.39	8	207	163	44
Microzona 40	61	3	149	363	548	0.68	8	145	135	10
TOTALE	1.932	3	72	169	328	0.46	8	170	135	41
ATTESTATI - INTERVENTI DI RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA CON FONTI RINNOVABILI										
	n° attestati	epoca di costruzione degli edifici (prevalente)	Superficie Utile (m2)	Superficie disperdente (m2)	Volume Lordo riscaldato (m3)	Rapporto forma SV (m-1)	Classe energetica PREVALENTE	EPgl (kWh/m2/anno)	EPgl nren (kWh/m2/anno)	Energy saving
Microzona 32	29	3	67	131	241	0.67	5	113	64	49
Microzona 33	29	2	65	206	269	0.61	6	114	85	29
Microzona 34	0	7	0	0	0	0	7	0	0	0
Microzona 35	16	3	54	177	250	0.87	3	102	85	17
Microzona 36	1	2	65	133	231	0.58	5	98	98	0
Microzona 37	26	2	180	471	674	0.53	8	180	154	26
Microzona 38	30	2	78	163	353	0.46	3	70	61	9
Microzona 39	0	7	0	0	0	0	7	0	0	0
Microzona 40	2	4	104	305	406	0.8	3	113	82	31
TOTALE	133	2	65	163	250	1	5	102	82	17

2019-2020

MICROZONE CHE COSTEGGIANO IL FIUME											
ATTESTATI VALORI GLOBALI											
	n° attestati	epoca di costruzione degli edifici (prevalente)	Superficie Utile (m2)	Superficie disperdente (m2)	Volume Lordo riscaldato (m3)	Rapporto forma S/V(m-1)	Classe energetica PREVALENTE	EPgl (kWh/m2/anno)	EPgl nren (kWh/m2/anno)	Energy saving	
Microzona 7	8.912	3	60	91	234	0,36	8	194	132	62	
Microzona 8	1.085	1	77	124	308	0,4	8	177	123	54	
Microzona 9	1.377	4	86	121	350	0,32	8	181	133	48	
Microzona 22	1.328	3	58	111	230	0,48	8	214	148	66	
Microzona 23	2.083	1	81	148	325	0,48	8	202	140	62	
Microzona 25	332	3	61	137	239	0,57	8	232	162	70	
Microzona 26	4.275	3	55	84	215	0,36	8	192	138	54	
Microzona 27	1.085	4	62	92	239	0,33	8	172	125	47	
TOTALE	20.477	3	61,5	116	239	0,38	8	193	135,5	58	
ATTESTATI : INTERVENTI DI RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA											
	n° attestati	epoca di costruzione degli edifici (prevalente)	Superficie Utile (m2)	Superficie disperdente (m2)	Volume Lordo riscaldato (m3)	Rapporto forma S/V(m-1)	Classe energetica PREVALENTE	EPgl (kWh/m2/anno)	EPgl nren (kWh/m2/anno)	Energy saving	
Microzona 7	366	1	67	122	257	0,45	7	143	99	44	
Microzona 8	85	1	107	195	526	0,36	8	153	128	25	
Microzona 9	110	1	133	175	527	0,24	7	117	110	7	
Microzona 22	66	4	74	222	325	0,53	6	176	124	52	
Microzona 23	166	1	118	268	458	0,55	8	149	115	34	
Microzona 25	23	3	72	195	285	0,67	7	190	127	63	
Microzona 26	149	2	46	155	222	0,68	7	129	102	27	
Microzona 27	19	3	75	142	290	0,37	7	135	91	44	
TOTALE	984	2	74,5	185	307,5	0,49	7	146	112,5	39	
ATTESTATI : INTERVENTI DI RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA CON FONTI RINNOVABILI											
	n° attestati	Epoca di costruzione	Superficie Utile (m2)	Superficie disperdente (m2)	Volume Lordo riscaldato (m3)	Rapporto forma S/V(m-1)	Classe energetica PREVALENTE	EPgl (kWh/m2/anno)	EPgl nren (kWh/m2/anno)	Energy saving	
Microzona 7	13	< 1918	48	135	201	0,59	3	96	70	26	
Microzona 8	4	< 1918	412	547	1401	0,35	8	120	69	51	
Microzona 9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Microzona 22	6	1919-1945	82	228	277	0,63	7	111	60	51	
Microzona 23	19	1919-1945	115	200	446	0,6	2	92	59	33	
Microzona 25	2	> 2006	67	205	250	0,89	3	99	84	15	
Microzona 26	4	< 1918	62	112	243	0,53	7	195	64	131	
Microzona 27	1	1970-1990	78	107	281	0,37	3	124	81	43	
TOTALE	49		72,5	167,5	263,5	0,56	3	105	66,5	38	

2019-2020

MICROZONA DELLE INDUSTRIE											
ATTESTATI VALORI GLOBALI											
	n° attestati	epoca di costruzione degli edifici (prevalente)	Superficie Utile (m2)	Superficie disperdente (m2)	Volume Lordo riscaldato (m3)	Rapporto forma S/V(m-1)	Classe energetica PREVALENTE	EPgl (kWh/m2/anno)	EPgl nren (kWh/m2/anno)	Energy saving	
Microzona 28	4.621	3	60	93	231	0,36	8	192	135	57	
Microzona 29	22.030	4	66	94	250	0,35	8	183	130	53	
Microzona 30	3.635	4	69	105	259	0,38	8	183	123	60	
TOTALE	30.286	4	66	94	250	0,36	8	183	130	57	
ATTESTATI : INTERVENTI DI RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA											
	n° attestati	epoca di costruzione degli edifici (prevalente)	Superficie Utile (m2)	Superficie disperdente (m2)	Volume Lordo riscaldato (m3)	Rapporto forma S/V(m-1)	Classe energetica PREVALENTE	EPgl (kWh/m2/anno)	EPgl ragg (kWh/m2/anno)	Energy saving	
Microzona 28	183	4	67	119	247	0,41	6	187	149	38	
Microzona 29	534	4	70	126	281	0,43	5	143	114	29	
Microzona 30	142	3	67	126	258	0,44	8	172	127	45	
TOTALE	859	4	67	126	258	0,43	6	172	127	38	
ATTESTATI : INTERVENTI DI RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA CON FONTI RINNOVABILI											
	n° attestati	Epoca di costruzione (prevalente)	Superficie Utile (m2)	Superficie disperdente (m2)	Volume Lordo riscaldato (m3)	Rapporto forma S/V(m-1)	Classe energetica PREVALENTE	EPgl (kWh/m2/anno)	EPgl nren (kWh/m2/anno)	Energy saving	
Microzona 28	3	4	97	285	390	0,82	4	82	45	37	
Microzona 29	17	3	69	259	304	0,81	4	107	93	14	
Microzona 30	2	4	161	345	536	0,64	4	96	70	26	
TOTALE	22	4	97	285	390	0,81	4	96	70	26	

2019-2020

MICROZONA DELLA COLLINA										
ATTESTATI VALORI GLOBALI										
	n°attestati	epoca di costruzione degli edifici (prevalente)	Superficie Utile (m2)	Superficie disperdente (m2)	Volume Lordo riscaldato (m3)	Rapporto forma S/V(m-1)	Classe energetica PREVALENTE	EPgl (kWh/m2/anno)	EPgl men (kWh/m2/anno)	Energy saving
Microzona 24	3315	3	108	422	258	0,63	8	225	149	76
ATTESTATI : INTERVENTI DI RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA										
	n°attestati	epoca di costruzione degli edifici (prevalente)	Superficie Utile (m2)	Superficie disperdente (m2)	Volume Lordo riscaldato (m3)	Rapporto forma S/V(m-1)	Classe energetica PREVALENTE	EPgl (kWh/m2/anno)	EPgl ragg (kWh/m2/anno)	Energy saving
Microzona 24	335	4	157	445	624	0,65	7	150	109	41
ATTESTATI : INTERVENTI DI RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA CON FONTI RINNOVABILI										
	n°attestati	Epoca di costruzione (prevalente)	Superficie Utile (m2)	Superficie disperdente (m2)	Volume Lordo riscaldato (m3)	Rapporto forma S/V(m-1)	Classe energetica PREVALENTE	EPgl (kWh/m2/anno)	EPgl men (kWh/m2/anno)	Energy saving
Microzona 24	51	3	103	355	489	0,71	3	103	70	33

5

LE VARIABILI SOCIO-ECONOMICHE

5.1 Popolazione Torinese

In seguito alla fase di analisi effettuata per quanto riguarda le caratteristiche del parco edilizio oggetto di certificazione e dei relativi consumi energetici, appartenente al Comune di Torino ed ad ogni microzona, l'obiettivo in questo capitolo è comprendere se ed in che modo le variabili socio-economiche possono influire sugli interventi di riqualificazione energetica. I dati ISTAT (2011), relativi alle caratteristiche della popolazione, sono suddivisi per le 3839 sezioni di censimento del Comune di Torino. Siccome l'interesse è l'analisi sulle microzone censuarie, attraverso il software Arcgis, è stata effettuata una prima operazione di Spatial Join tra il layer delle microzone e le Sezioni censuarie. In questo modo è stato possibile associare ciascuna sezione di censimento con la relativa microzona di appartenenza. In linea con l'analisi effettuata per gli attestati l'analisi sulle caratteristiche socio-economiche della popolazione delle microzone, la prima operazione effettuata è verificare l'incidenza sul totale.

5.1.1 Incidenza sul totale

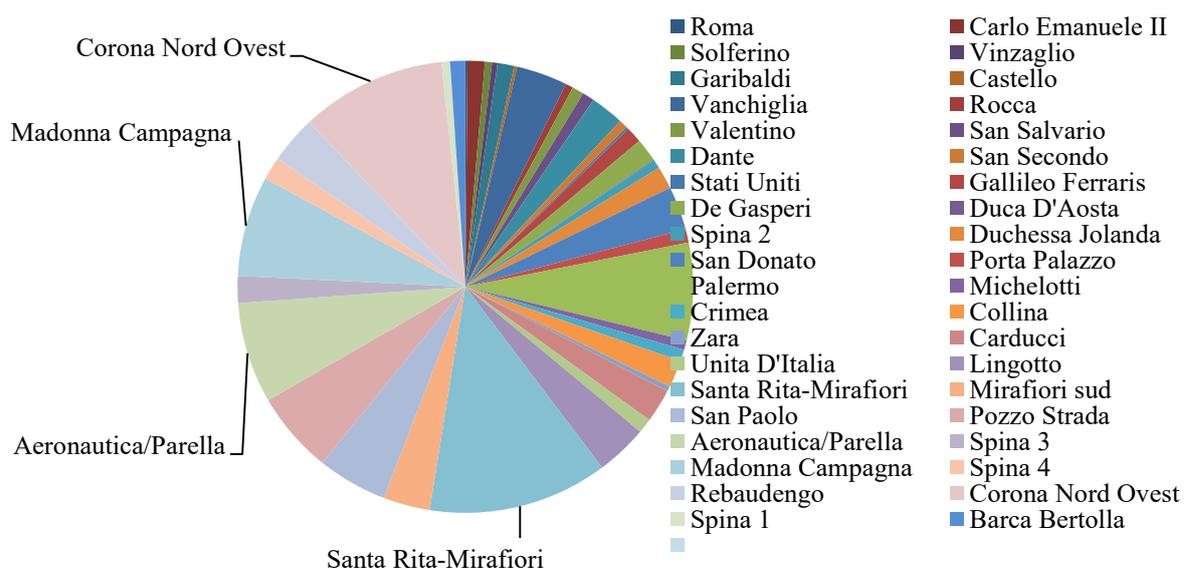
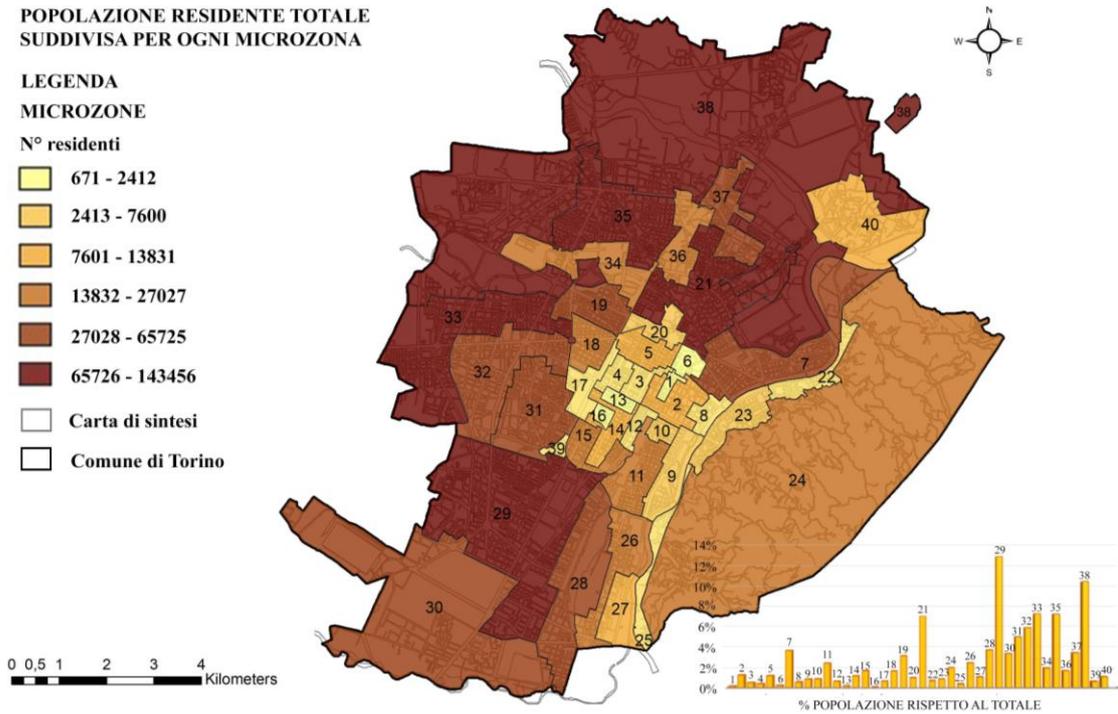


Grafico 48 – Percentuale della popolazione suddivisa per ogni microzona. Fonte: Dati ISTAT

2019-2020



Mappa 18 – Popolazione residente suddivisa per ogni microzona. Fonte: Dati ISTAT

5.1.2 Popolazione suddivisa per sesso, età e nazionalità

Il grafico sottostante mostra che la quantità di popolazione maschile e femminile all'interno delle microzone è distribuita in modo omogeneo. La percentuale maschile è stata calcolata dal rapporto tra la popolazione residente maschi (P2) e la popolazione residente totale (P1), mentre la percentuale femminile è stata ricavata dal rapporto tra la popolazione residente femmine (P3) e la popolazione residente totale (P1). (Dati Istat, 2011)

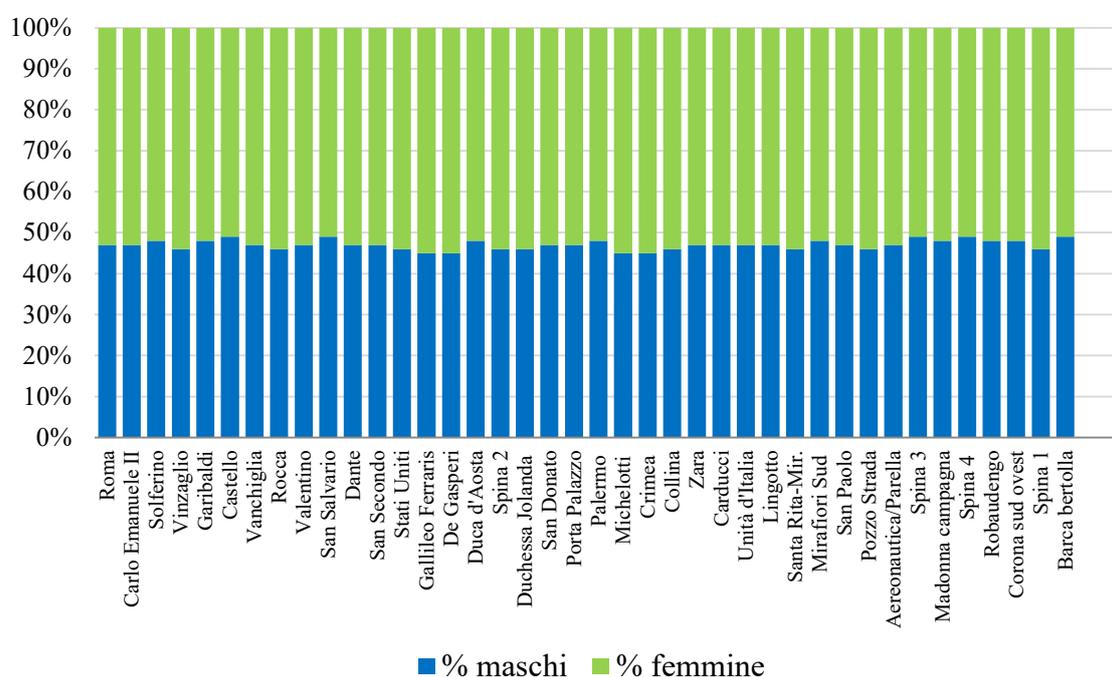


Grafico 49 – Percentuale della popolazione suddivisa per ogni microzona. Fonte: Dati ISTAT

P1	Popolazione residente - totale
P2	Popolazione residente - maschi
P3	Popolazione residente - femmine

Tabella 28 - Classificazione della popolazione. Fonte: Dati Istat, 2011

2019-2020

I dati relativi all'età della popolazione sono stati suddivisi in tre classi principali: 0-24 anni, da 25-64 anni e over 65. Per effettuare tale operazione è stato necessario sommare alcuni dei campi relativi ai Dati Istat (2011). La popolazione appartenente alla prima classe (0-24anni) è stata calcolata sommando i campi P14+ P15+ P16+ P17+ P18, mentre la popolazione appartenente alla seconda classe (25-64 anni) è stata calcolata sommando i campi P19+ P20+ P21+ P22+ P23+ P24+ P25+ P26 ed infine l'ultima classe (over 65) è stata calcolata sommando P27+ P28+P29.

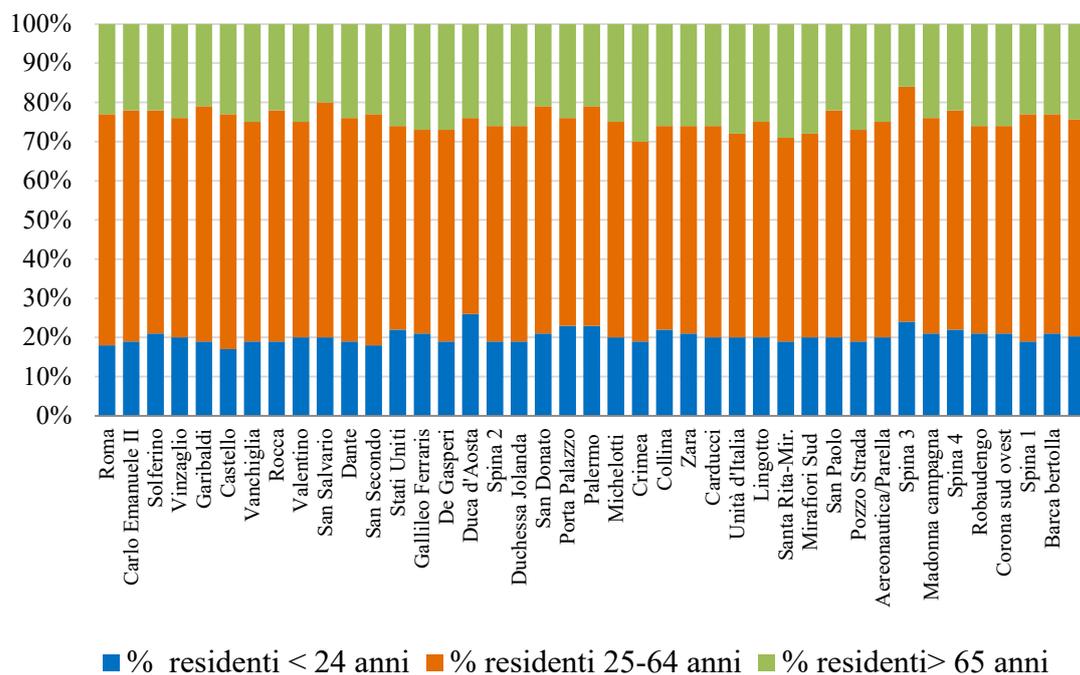


Grafico 50 – Età della popolazione suddivisa per classi, per ogni microzona, Fonte: Dati ISTAT

Il grafico mostra che la classe d'età più diffusa tra la popolazione è da 25 a 64 anni, distribuita con percentuali abbastanza omogenee all'interno delle microzone. La microzona più giovane è Duca d'Aosta (con la percentuale più alta di popolazione di età inferiore ai 24 anni), mentre la più anziana è Crimea (ove il 30% dei residenti è over 65).

2019-2020

P14	Popolazione residente - età < 5 anni
P15	Popolazione residente - età 5 - 9 anni
P16	Popolazione residente - età 10 - 14 anni
P17	Popolazione residente - età 15 - 19 anni
P18	Popolazione residente - età 20 - 24 anni
P19	Popolazione residente - età 25 - 29 anni
P20	Popolazione residente - età 30 - 34 anni
P21	Popolazione residente - età 35 - 39 anni
P22	Popolazione residente - età 40 - 44 anni
P23	Popolazione residente - età 45 - 49 anni
P24	Popolazione residente - età 50 - 54 anni
P25	Popolazione residente - età 55 - 59 anni
P26	Popolazione residente - età 60 - 64 anni
P27	Popolazione residente - età 65 - 69 anni
P28	Popolazione residente - età 70 - 74 anni
P29	Popolazione residente - età > 74 anni

Tabella 29 – Popolazione residente nel Comune di Torino suddivisa per età. Fonte: Dati ISAT

2019-2020

Altra variabile analizzata è il rapporto tra la popolazione residente totale (P1) e la popolazione residente straniera. Il dato è stato ricavato dal rapporto tra la popolazione straniera e apolidi (ST1) e la popolazione residente totale (P1). Il grafico mostra che la popolazione straniera è in netta minoranza rispetto alla popolazione di nazionalità italiana residente all'interno del Comune di Torino.

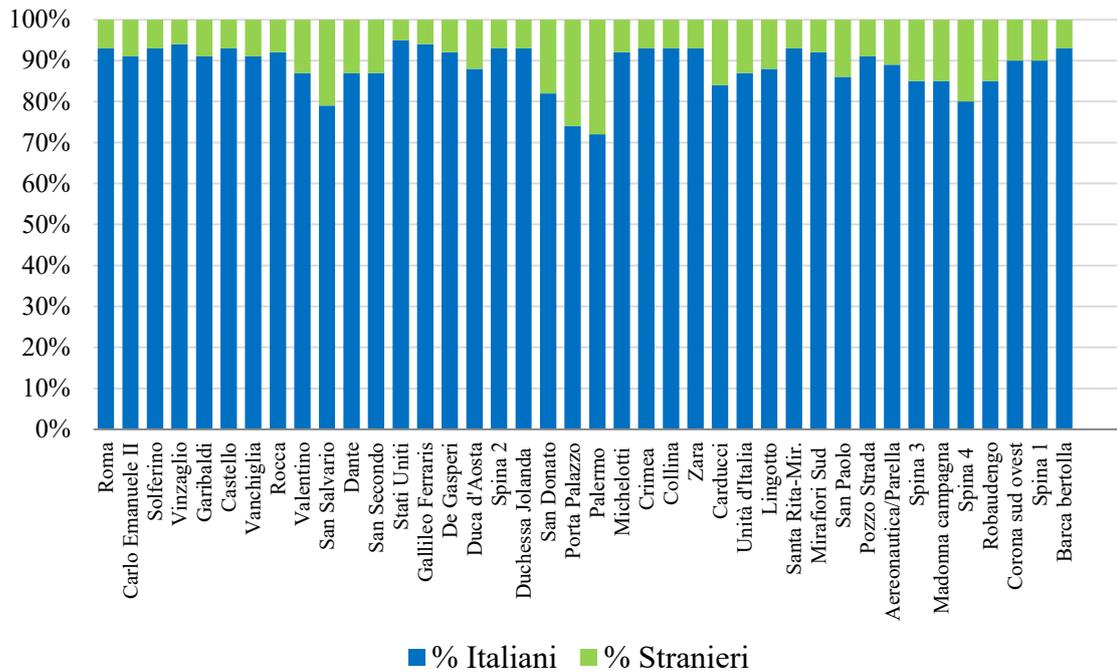


Grafico 51 - Percentuale popolazione straniera suddivisa per Microzona. Fonte: Dati ISTAT

5.1.3 Tasso di scolarità

Altro aspetto fondamentale è il tasso di scolarità della popolazione. La percentuale relativa alla popolazione residente con qualifiche è stata calcolata dal seguente rapporto:

$$P47+P48 / P1$$

dove

P47: Popolazione residente con laurea vecchio e nuovo ordinamento + diplomi universitari + diplomi terziari di tipo non universitario vecchio e nuovo ordinamento

P48: Popolazione residente con diploma di scuola secondaria superiore (maturità + qualifica)

P47	Popolazione residente con laurea vecchio e nuovo ordinamento + diplomi universitari + diplomi terziari di tipo non universitario vecchio e nuovo ordinamento
P48	Popolazione residente con diploma di scuola secondaria superiore (maturità + qualifica)

Tabella 30 – Popolazione con qualifiche. Fonte: Dati ISAT

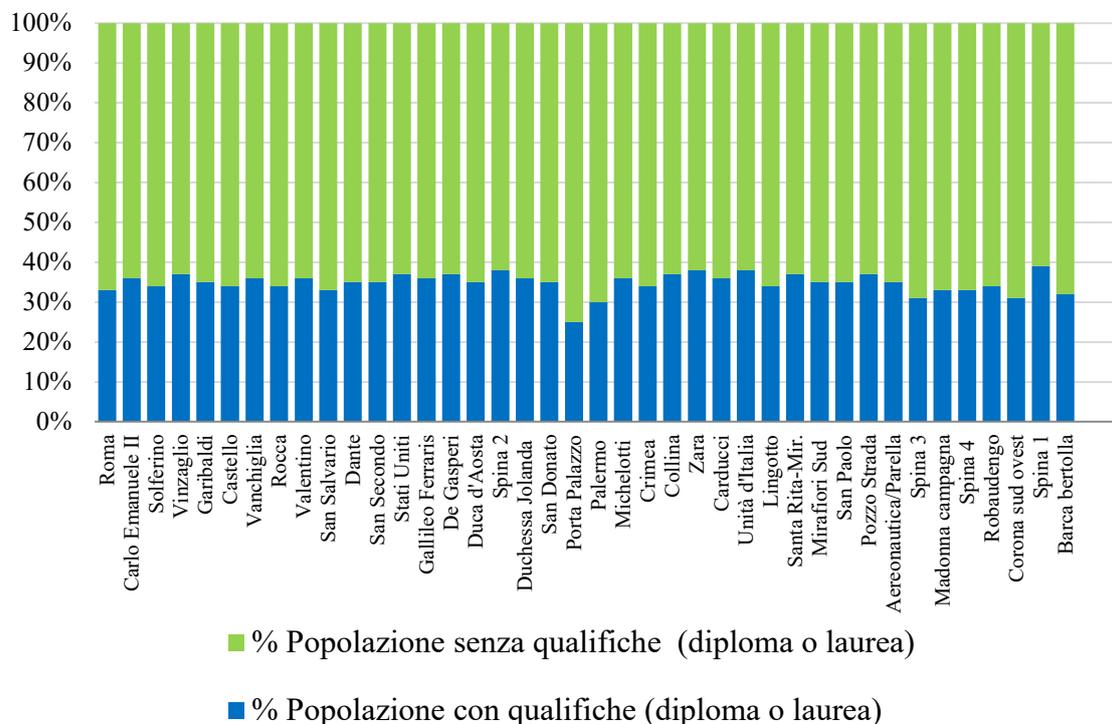


Grafico 52 – Tasso di scolarità della popolazione suddiviso per Microzona. Fonte: Dati ISTAT

Il grafico mostra che la maggioranza della popolazione ha un tasso di scolarità basso, con percentuali molto simili tra le microzone. In media solo il 35% della popolazione possiede qualifiche.

2019-2020

5.1.4 Tasso di occupazione

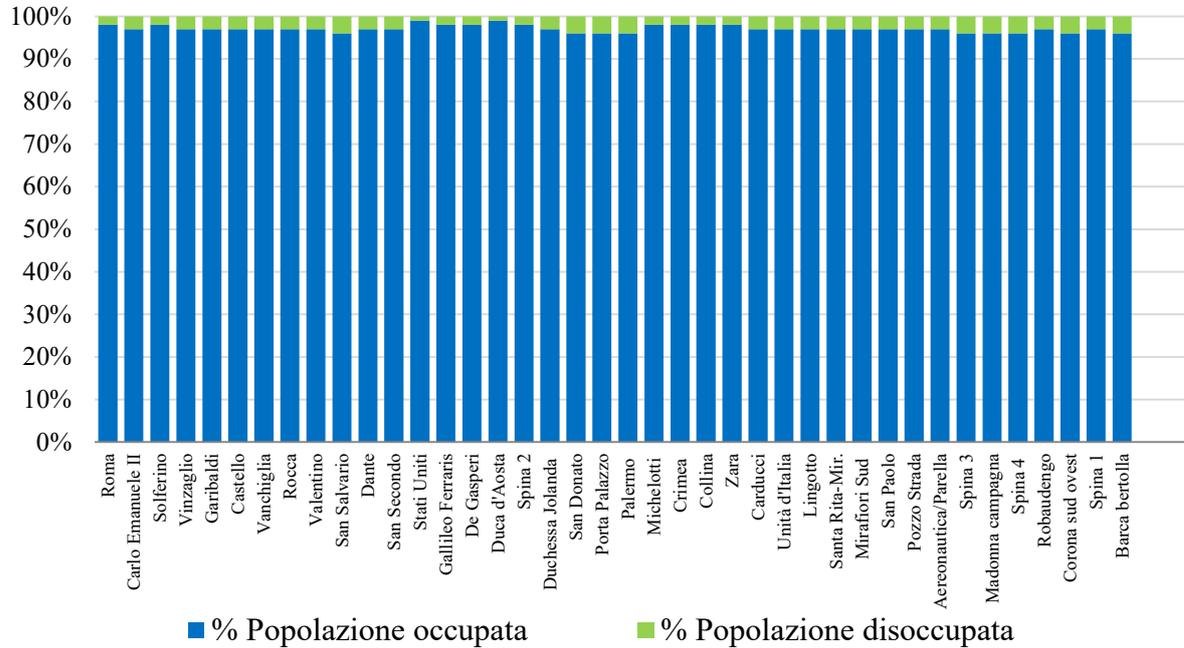


Grafico 53 – Tasso di occupazione della popolazione suddiviso per Microzona. Fonte: Dati ISTAT

Il tasso di occupazione, è dato dal rapporto tra la Popolazione residente totale di 15 anni e più occupata (FL) e la Popolazione residente totale (P1). I valori di disoccupazione dei residenti è distribuito in modo omogeneo in tutte le microzone, con percentuali che oscillano tra l'1 ed il 4%. Le microzone con il tasso più alto sono San Salvario (10), San Donato(19), Porta Palazzo(20), Palermo(21), Spina 3(34), Madonna Campagna/35), Spina 4(36) e Barca Bertolla (40).

5.1.5 Componenti nucleo familiare

La percentuale relativa alle famiglie suddivise per componenti è stata calcolata dai seguenti rapporti:

$$PF3+P4 / PF1$$

$$PF5+ PF6+ PF7 +PF8 / PF1$$

dove

PF3: Famiglie residenti – 1 componente

PF4: Famiglie residenti – 2 componenti

PF5: Famiglie residenti – 3 componenti

PF6: Famiglie residenti – 4 componenti

PF7: Famiglie residenti – 5 componenti

PF8: Famiglie residenti – 6 e oltre componenti

PF1: Famiglie residenti – totale

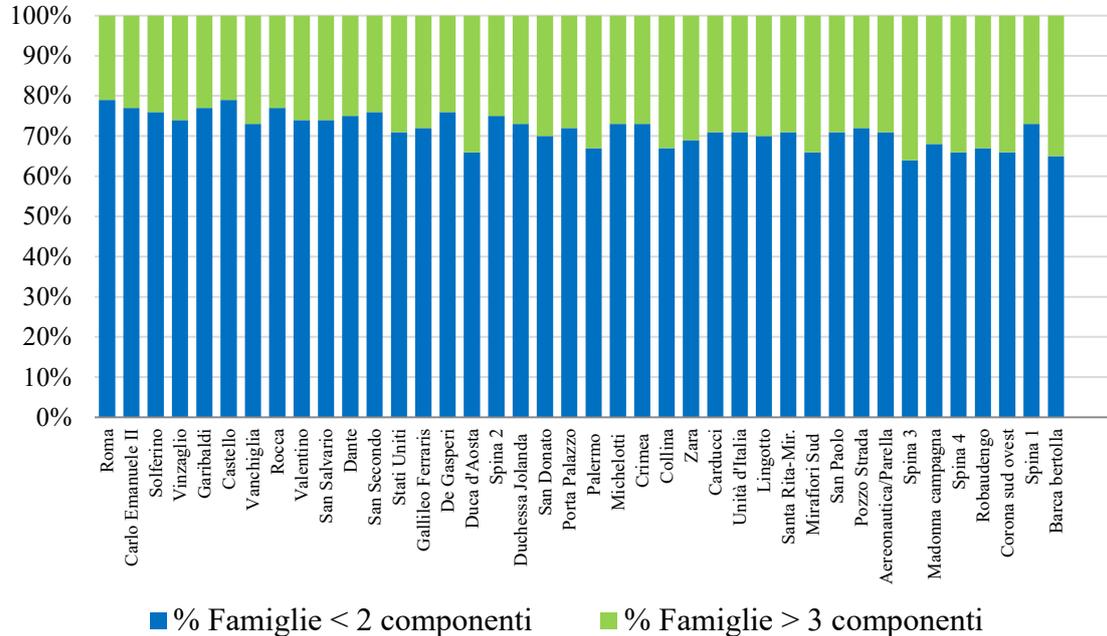


Grafico 54 – Percentuale famiglie Torinesi con <2 e >3 componenti, suddivisa per Microzona. Fonte: Dati

ISTAT

2019-2020

5.1.6 Famiglie in alloggi di proprietà o affitto

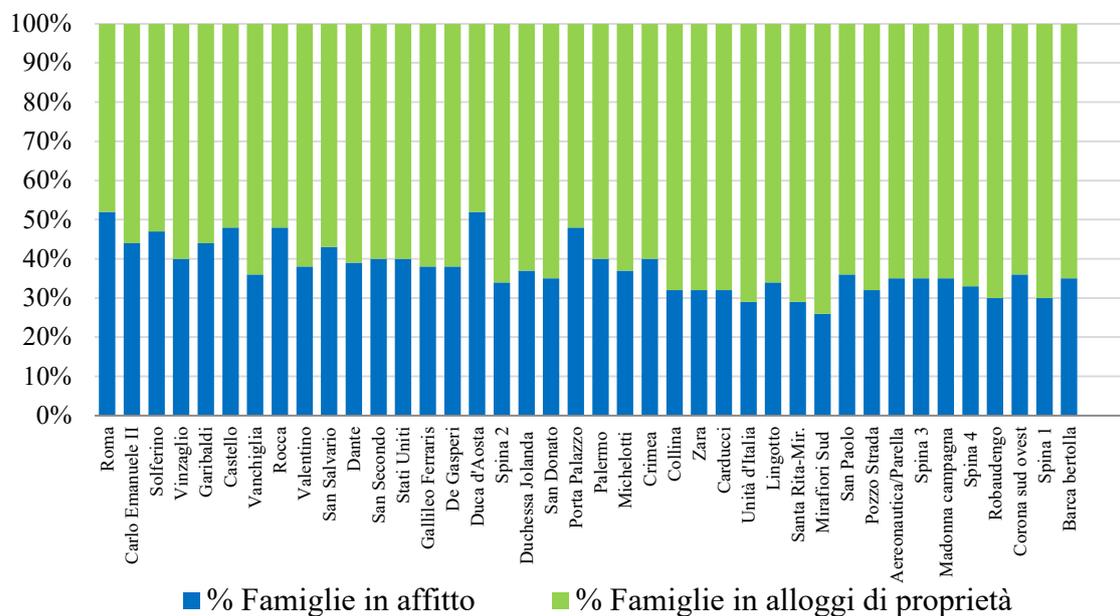


Grafico 55 – Percentuale famiglie Torinesi in affitto e in alloggi di proprietà, suddivisa per Microzona.

Fonte: Dati ISTAT

5.1.7 Tasso di occupazione degli edifici

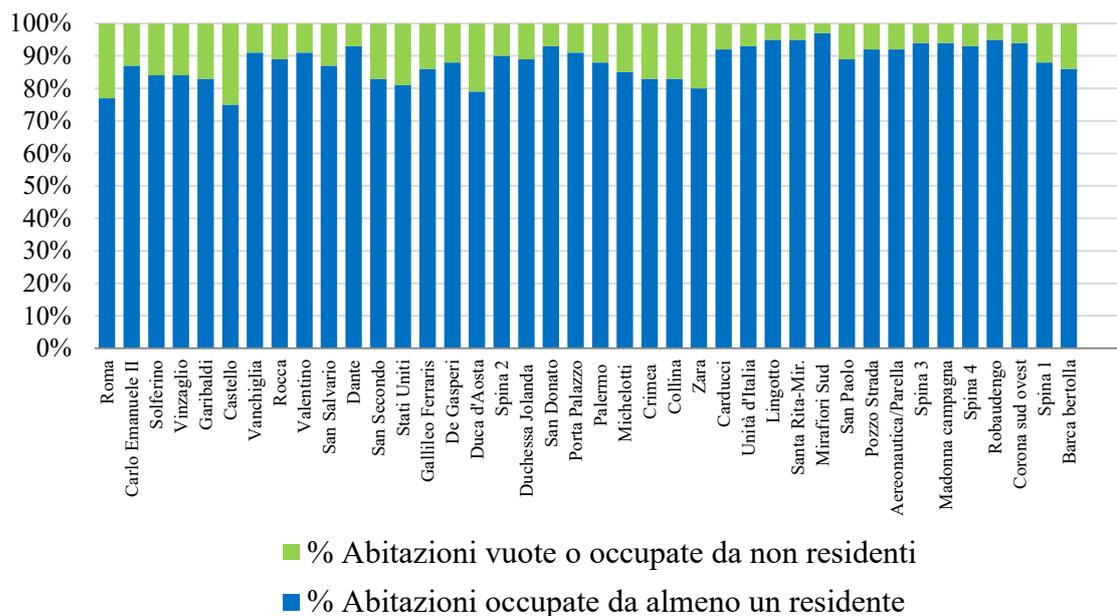


Grafico 56 – Percentuale abitazioni occupate da almeno un residente e abitazioni vuote/occupate da non residente, suddivisa per Microzona. Fonte: Dati ISTAT

6

L'ATTITUDINE ALLA RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA DELLA POPOLAZIONE DEL COMUNE DI TORINO

6.1 Calcolo dei fattori

Tutte le variabili in merito alle caratteristiche del parco edilizio e della popolazione residente all'interno del Comune di Torino, finora analizzate per ogni singola microzona, sono state raggruppate in tre differenti tabelle nel programma di calcolo Excel, al fine di calcolare l'attitudine della popolazione Torinese ad effettuare interventi di riqualificazione energetica con e senza l'uso di fonti rinnovabili.

Sono stati calcolati sulla base dei Dati ISTAT (2011) i seguenti fattori:

FATTORI	RAPPORTO TRA:
Fattore età (0-24)	Popolazione 0-24 anni / Popolazione residente totale
Fattore età (25-64)	Popolazione 25-64 anni / Popolazione residente totale
Fattore età (over 65)	Popolazione over 65anni / Popolazione residente totale
Fattore Nazionalità	Popolazione straniera / Popolazione residente totale
Fattore Istruzione	Popolazione con qualifiche / Popolazione residente totale
Fattore Lavoro	Popolazione residente totale di 15 anni e più occupata (FL) / Popolazione residente totale
Fattore Famiglia <2 componenti	Famiglie res.. con <2 componenti / Famiglie res. totali
Fattore famiglia >3 componenti	Famiglie res. con >3 componenti / Famiglie res. totali
Fattore Altezza (> 3 Piani f.t.)	Edifici >3 piani/ Edifici residenziali totali
Fattore Proprietà	Famiglie che vivono in alloggi di proprietà / Famiglie totali
Fattore Occupazione alloggi	Alloggi occupati da almeno un residente / Alloggi totali
Fattore Conservazione edifici	Edifici in pessimo stato di conservazione / Edifici totali
Fattore Epoca 1	Rapporto tra edifici costruiti tra il 1991-2000/ Edifici totali
Fattore Epoca 2	Rapporto tra edifici costruiti tra il 2001-2005/ Edifici totali
Fattore Epoca 3	Rapporto tra edifici costruiti >2006/ Edifici totali

Tabella 31 – Calcolo dei fattori socio-economici. Fonte: Elaborazione propria

2019-2020

Le tre tabelle realizzate (Attestati globali, Attestati rilasciati a seguito di interventi di retrofit energetico e Attestati rilasciati a seguito di interventi di retrofit energetico con fonti rinnovabili) hanno come campi le principali variabili relative alle caratteristiche degli edifici analizzate nei precedenti capitoli (Epoca di costruzione, Superficie utile, Superficie disperdente, Volume Lord riscaldato, S/V, EPgl ed EPgl ragg) e i fattori relativi alle caratteristiche della popolazione (Popolazione residente totale, Popolazione suddivisa per fasce d'età, Popolazione straniera, Residenti con qualifiche, ecc). Nei record delle tabelle sono state inserite le quaranta Microzone del Comune di Torino.

	N° Attestati	Epoca	SU (m2)	S disp (m2)	Vol. L. ris (m3)	S/V (m-1)	C.E	EPgl (kWh/m2/anno)
Microzona 1	6426	3	64	103	260	0,4	5	143
Microzona 2	4623	8	62	101	261	0,4	7	165
Microzona 3	1216	8	86	119	342	0,3	7	179
Microzona 4	1217	8	88	119	342	0,4	7	182
Microzona 5	4734	8	69	104	284	0,3	7	181
....

Tabella 32 – Estratto tabella Attestati APE e ACE rilasciati da Nov. 2009 ad Aprile 2019.. Fonte: Elaborazione propria in Excel

	Fattore età (0-24)	Fattore età (25-64)	Fattore età (over 65)	Fattore Naz.	Fattore Istruz.	Fattore Lavoro	Fattore Famiglia <2 componenti
Microzona 1	-1,03	0,18	0,39	-0,68	-0,77	-0,74	-0,76	
Microzona 2	-1,06	1,16	-0,44	-0,46	-0,25	-0,46	-0,29	
Microzona 3	0,40	0,30	-0,47	-0,58	-0,63	-0,69	-0,66	
Microzona 4	-0,20	0,03	0,08	-0,79	-0,61	-0,66	-0,64	
Microzona 5	-0,62	1,23	-0,73	-0,43	-0,28	-0,40	-0,31	
....

Tabella 33 – Estratto tabella Attestati APE e ACE rilasciati da Nov. 2009 ad Aprile 2019. Fonte: Elaborazione propria in Excel

Al fine di poter confrontare i fattori tra loro (in quanto aventi unità di misura differenti), i valori di ogni fattore sono stati normalizzati, calcolando la media e la deviazione standard. Il valore normalizzato è stato calcolato nel seguente modo:

$$\text{VAL norm} = (\text{VALORE} - \text{MEDIA}) / \text{VARIAZIONE STANDARD}$$

Per ogni campo è stata calcolata la correlazione esistente tra il numero degli attestati selezionati ed il consumo energetico degli edifici (EPgl), tramite lo strumento “Correlazione” di Excel (Tabella 32). Maggiore è la vicinanza al valore 1, maggiore è il grado di correlazione delle variabili. Successivamente, utilizzando lo strumento “Risolutore”, sono stati calcolati per ogni fattore i coefficienti, in grado di definire il grado di incidenza di ogni singola variabile. Per ogni tabella è stato elaborato un modello avente sull'asse delle ordinate il fattore EPgl, mentre sull'asse delle ascisse il valore EPgl calcolato. Tale fattore è dato dalla somma dei campi moltiplicati per i coefficienti calcolati. L'errore (la differenza tra l'EPgl e l'EPgl calcolato) è posto al minimo.

	A	B	C	D	E	F	G	H
	N° Attestati	Epoca	SU (m2)	S disp (m2)	Vol. L. ris (m3)	S/V (m-1)	C.E	EPgl (kWh/m2/anno)
Microzona 1	6426	3	64	103	260	0,4	6	143
Microzona 2	4623	8	62	101	261	0,4	7	165
Microzona 3	1216	8	86	119	342	0,3	7	179
Microzona 4	1217	8	88	119	342	0,4	7	182
Microzona 5	4734	8	69	104	284	0,3	7	181
....

coefficienti		- 2		1		150		
---------------------	--	-----	--	---	--	-----	--	--

Tabella 34 – Estratto tabella Attestati , EPgl calcolato. Fonte: Elaborazione propria in Excel

$$\text{EPgl calcolato} = B4 * B46 + D4 * D46 + F8 * F46 \dots$$

6.4 Modello 1: Attestati totali rilasciati da Novembre 2009 ad Aprile 2019

Il primo modello realizzato riguarda tutti gli attestati A.C.E. e A.P.E. rilasciati da Novembre 2009 ad Aprile 2019. Il coefficiente di determinazione (R^2), nel grafico sottostante indica la proporzione tra la variabilità dei dati e la correttezza del modello utilizzato. Dai calcoli emerge un $R^2 > 0,8$ pertanto sussiste una correlazione positiva piuttosto alta.

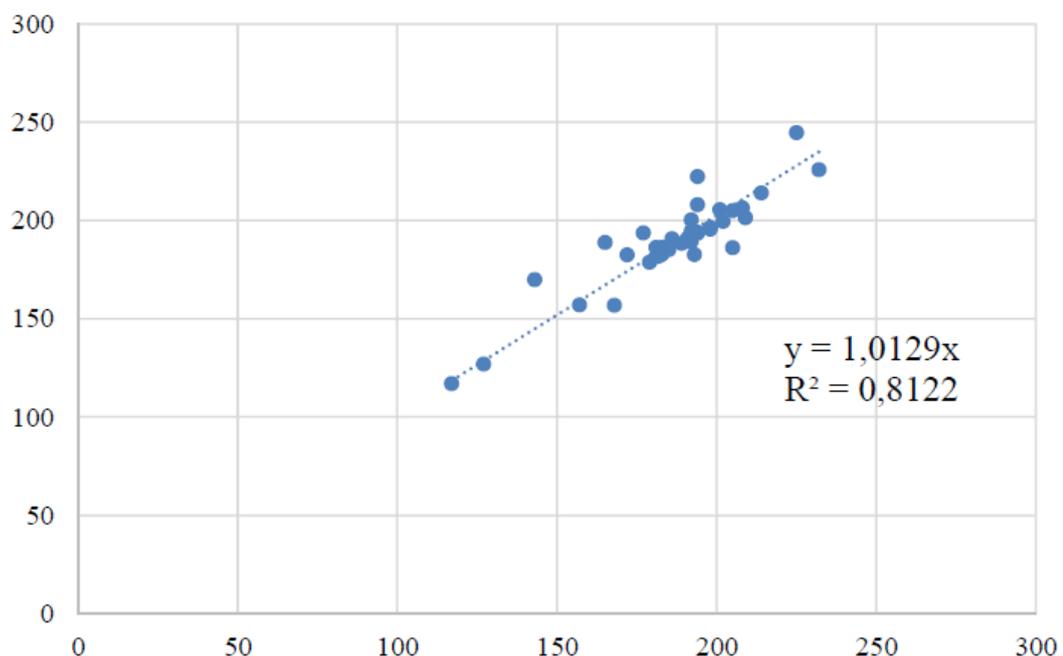


Grafico 57 –Regressione lineare. Attestati APE e ACE rilasciati da Nov.2009 ad Aprile 2019. Fonte: Elaborazione propria Dati ISTAT e SIPEE in Excel

Il grafico 58 mostra le maggiori correlazioni ottenute dal modello. La prima buona correlazione esistente è tra il Fattore età (25-64 anni) ed il consumo degli edifici. La correlazione è negativa, in quanto dal modello si evince che le persone in età lavorativa consumano meno energia, trascorrendo la maggior parte della loro giornata al di fuori delle abitazioni. Altro fattore che sostiene tale affermazione è il Fattore Lavoro. Anche in questo caso vi è una buona correlazione negativa, infatti la popolazione residente occupata necessita di un fabbisogno energetico minore, in quanto l'utilizzo dell'impianto di riscaldamento/raffrescamento è limitato solamente ad alcune ore della giornata.

2019-2020

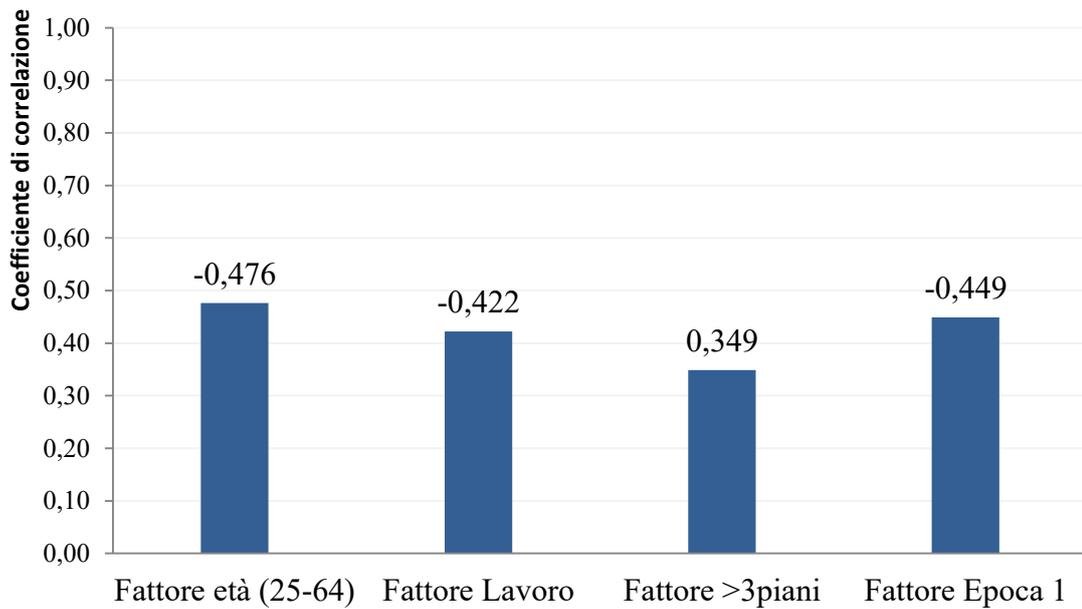


Grafico 58 –I principali fattori che incidono sul risparmio energetico degli edifici. Fonte: Elaborazione propria
Dati ISTAT e SIPEE in Excel

Altra buona correlazione negativa è con l'epoca di costruzione degli edifici. Dopo il 1991 si registra un netto calo dei consumi energetici, in quanto gli edifici maggiormente recenti per le loro caratteristiche fisiche e impiantistiche hanno una migliore performance a livello energetico. Alto fattore, è l'altezza degli edifici. Gli edifici con più di 3 piani fuori terra, consumano più energia rispetto ad edifici con uno/due piani fuori terra.

6.5 Modello 2: L'attitudine della popolazione ad effettuare interventi di retrofit energetico

Il secondo modello realizzato riguarda gli attestati A.C.E. e A.P.E. rilasciati da Novembre 2009 ad Aprile 2019 rilasciati a seguito di interventi di riqualificazione energetica. Il coefficiente R^2 è prossimo al valore 1, pertanto sussiste un'ottima correlazione.

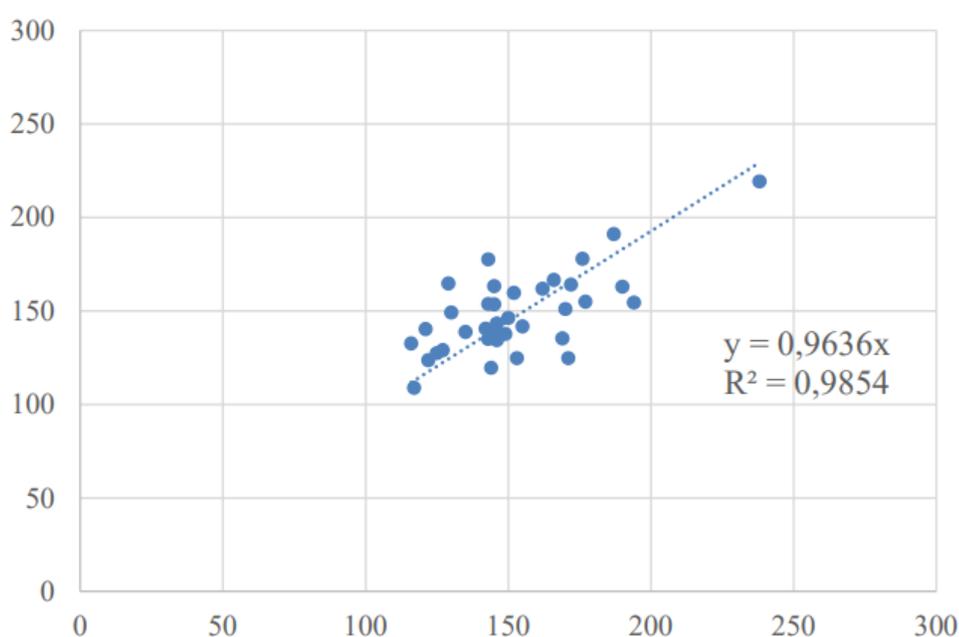


Grafico 59 –Regressione lineare. Attestati APE e ACE rilasciati da Nov.2009 ad Aprile 2019 per interventi di riqualificazione energetica. Fonte: Elaborazione propria Dati ISTAT e SIPEE in Excel

Dal grafico 60 emerge i fattori che maggiormente influiscono sulla scelta di effettuare interventi di riqualificazione energetica. La parte della popolazione più giovane (Fattore Età 0-24 anni), ovvero le nuove generazioni, sono più sensibili alle problematiche ambientali e più consapevoli riguardo alle problematiche ambientali, pertanto più propensi ad effettuare interventi di retrofit energetico riducendo i consumi delle abitazioni e le emissioni, causa dell'innalzamento dell'inquinamento nelle città.

Il Fattore Proprietà è un altro fattore chiave. Le famiglie residenti in alloggi di proprietà hanno più incentivi ad effettuare interventi di retrofit energetico rispetto alle famiglie in affitto, in quanto risulta fondamentale mantenere l'abitazione in buone condizioni ed effettuare con frequenza interventi di manutenzione al fine di migliorarne il valore in caso di una futura vendita. Oppure, semplicemente per migliorare la propria abitazione dal punto di vista della performance energetica, risparmiando sui consumi e dunque per ottenere un risparmio economico negli anni successivi, con la prospettiva di lasciare l'immobile ai propri eredi. Le famiglie più numerose (Fattore Famiglia con > 3 componenti) hanno maggiore interesse ad effettuare interventi di riqualificazione degli immobili, in quanto il consumo energetico degli edifici è direttamente proporzionale al numero dei componenti delle famiglie, il risparmio economico è fondamentale per i nuclei famigliari più numerosi. In aggiunta, gli edifici costruiti dopo il 1991 risultano avere una buona correlazione.

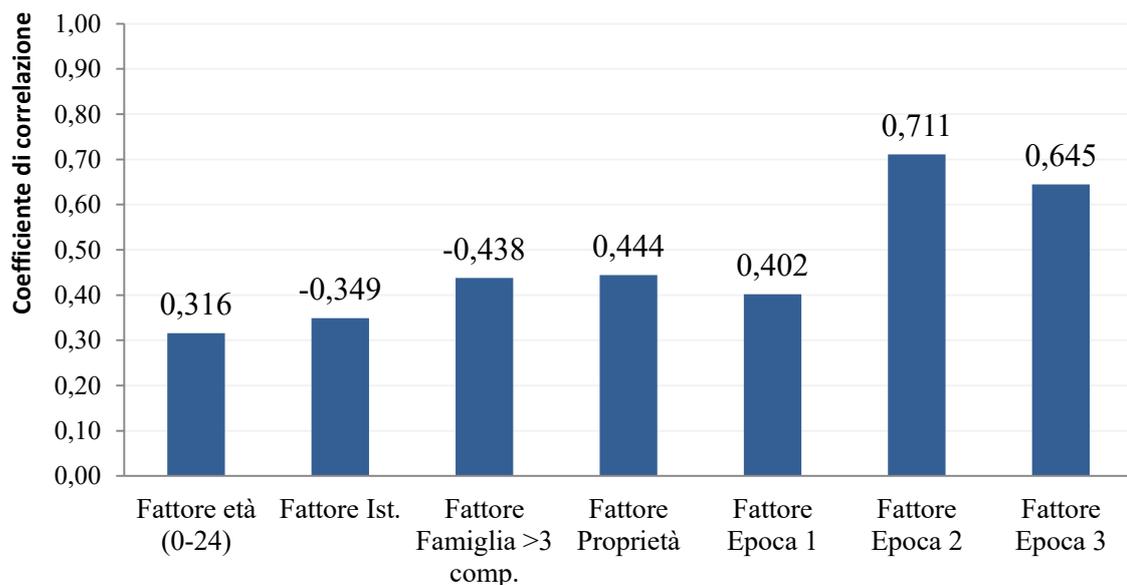


Grafico 60 –I fattori che influiscono sulla scelta di effettuare interventi di riqualificazione energetica. Fonte:

Elaborazione propria

6.6 Modello 3: L'attitudine della popolazione ad effettuare interventi di retrofit energetico con fonti rinnovabili

Il terzo modello realizzato riguarda tutti gli attestati ACE e APE rilasciati da Novembre 2009 ad Aprile 2019 per interventi di riqualificazione energetica con fonti di energia rinnovabile (solare termico o fotovoltaico, biomassa, ecc...). Il coefficiente R^2 in questo caso è $> 0,7$, pertanto sussiste una buona correlazione.

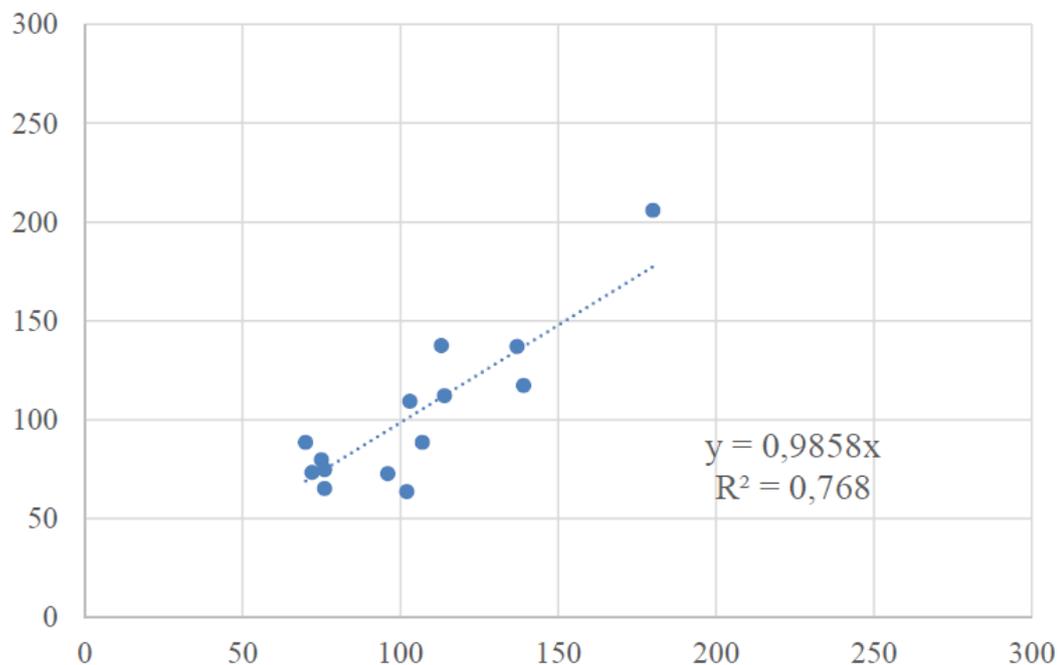


Grafico 61 –Regressione lineare. Attestati APE e ACE rilasciati da Nov.2009 ad Aprile 2019 per interventi di riqualificazione energetica con fonti rinnovabili. Fonte: Elaborazione propria Dati ISTAT e SIPEE in Excel

Per realizzare il grafico 62 relativa agli attestati di riqualificazione energetica con fonti rinnovabili, come operazione preliminare è stata effettuata una selezione dal DataBase SIPEE, selezionando i dati dal campo FER. A causa della poca accuratezza da parte dei certificatori, nella compilazione del DataBase molti campi risultano mancanti. Dalla selezione sono state eliminate le Microzone con meno di dieci attestati, in quanto dati non attendibili. Per elaborare il modello sono stati utilizzati gli stessi fattori, relativi agli edifici e alla popolazione.

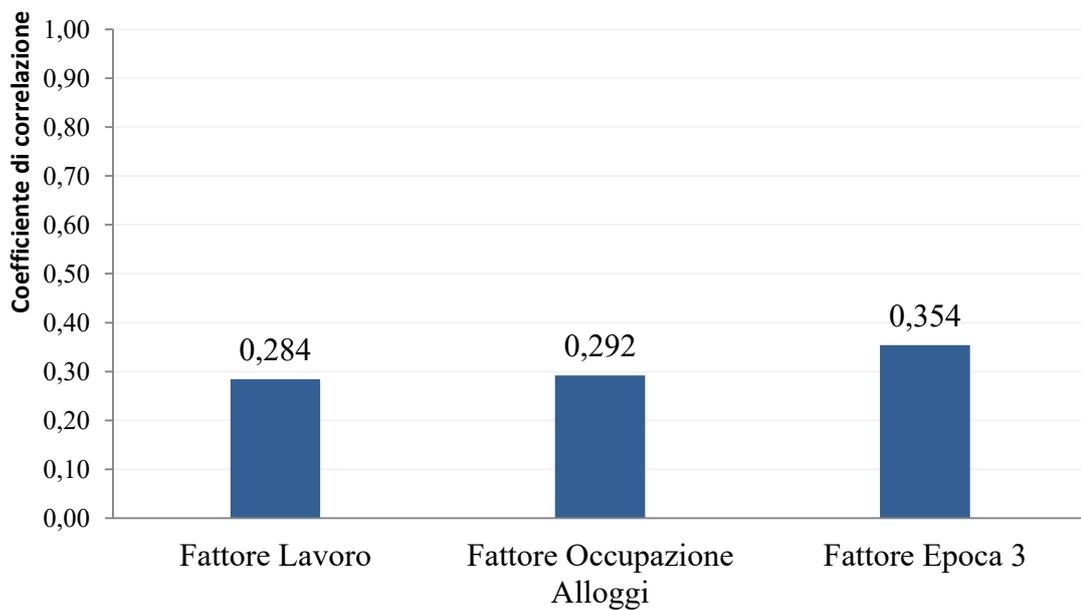


Grafico 62 –Percentuale fattori che influiscono sulla scelta di effettuare interventi di riqualificazione energetica con fonti rinnovabili. Fonte: Elaborazione propria

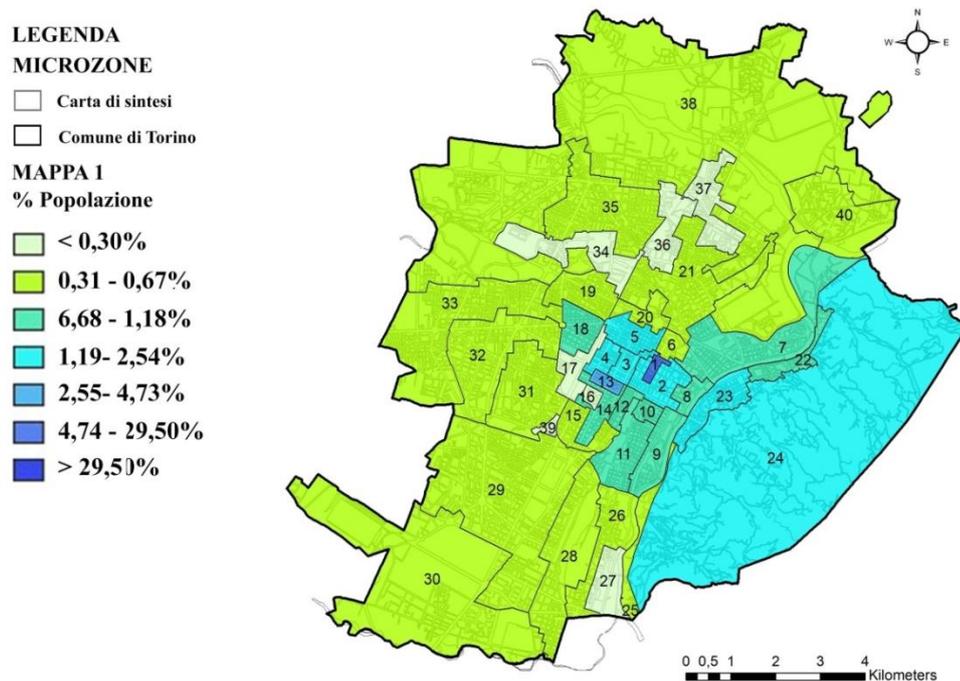
In merito alla scelta di effettuare interventi di riqualificazione energetica utilizzando fonti rinnovabili, dal modello emergono alcuni fattori rilevanti. In primis, la scelta di un comportamento ecologico deriva dal Fattore Lavoro, infatti le persone occupate che percepiscono un reddito hanno più possibilità di effettuare interventi di retrofit. Ogni intervento richiede un investimento di tipo economico, pertanto è chiaro come il reddito possa influire in maniera significativa. Il secondo fattore riguarda le abitazioni occupate da almeno un residente. Le persone residenti hanno maggiore interesse ad effettuare interventi di riqualificazione energetica con fonti rinnovabili, per ridurre i consumi energetici e quindi economici nel lungo periodo, effettuando un investimento iniziale.

La scelta di utilizzare le fonti rinnovabili è influenzata anche dall'epoca di costruzione degli edifici. Il grafico 62 mostra che gli edifici maggiormente interessati sono stati costruiti recentemente. Gli edifici costruiti dopo il 2006 hanno caratteristiche fisiche (migliore isolamento termico involucro opaco e trasparente, ecc...) che consentono, aggiungendo impianti che utilizzano fonti rinnovabili, un buon risultato in termini di risparmio energetico.

Inoltre dal 2011 è fatto l'obbligo, per gli edifici di nuova costruzione o sottoposti a ristrutturazioni importanti, di utilizzare fonti rinnovabili (Decreto Legislativo 28/2011 Art.11). Tale direttiva spiega il risultato del modello e la motivazione per il quale gli edifici costruiti dopo il 2006 utilizzano maggiormente le fonti energetiche rinnovabili.

6.5 Conclusione e osservazioni

Dalle prime analisi emerge che la maggior parte della popolazione torinese interessata ad effettuare interventi di riqualificazione energetica abita principalmente nella zona centrale e nella zona a sud-est del Comune di Torino.



Mappa 19 - Popolazione interessata ad effettuare interventi di retrofit energetico. Fonte: Elaborazione propria con Arcgis.

I principali risultati di questo lavoro mostrano che il tipo di interventi di retrofit e il risparmio energetico variano in base alle caratteristiche degli edifici, ma non solo. Un altro aspetto fondamentale che deve essere tenuto in considerazione è la componente socio-economica. La popolazione svolge un ruolo significativo nella definizione dei consumi energetici e nelle scelte di adottare interventi di retrofit per migliorare il livello di performance energetico degli edifici residenziali. La popolazione maggiormente interessata ad effettuare interventi di retrofit ha un'età inferiore ai 24 anni con un buon livello di istruzione. Le nuove generazioni hanno una maggiore sensibilità nei confronti delle tematiche ambientali, in particolar modo alla riduzione dell'inquinamento e delle emissioni delle abitazioni.

L'età e l'istruzione non sono gli unici fattori che incentivano le famiglie torinesi a pensare alla riqualificazione energetica del proprio edificio. I vantaggi, in termini economici e di risparmio energetico, ottenibili da interventi di retrofit energetico incentivano sicuramente le famiglie più numerose ad effettuare tale scelta. I nuclei familiari numerosi (> 3 componenti), avendo dei consumi elevati, traggono sicuramente maggiore vantaggio dagli interventi di retrofit. Inoltre, il valore dell'immobile, migliorando la propria classe energetica, aumenta. In caso di necessità di vendita, l'intervento effettuato di retrofit aiuta a vendere ad un prezzo migliore l'immobile. Rispetto ai residenti in alloggi in affitto, la popolazione residente in alloggi di proprietà ha maggiore interesse a lungo termine ad effettuare interventi di manutenzione/riqualificazione delle proprie abitazioni.

Altro aspetto a favore delle riqualificazioni energetiche, sono le detrazioni fiscali (dall'IRPEF o dall'IRES), che possono variare, a seconda dell'intervento, dal 50-65%. A questo punto entra in gioco il fattore reddito. Infatti, la scelta di intervenire sulle prestazioni degli edifici è direttamente proporzionale alla disponibilità economica della popolazione come mostra la mappa sottostante.

LEGENDA

MAPPA 1

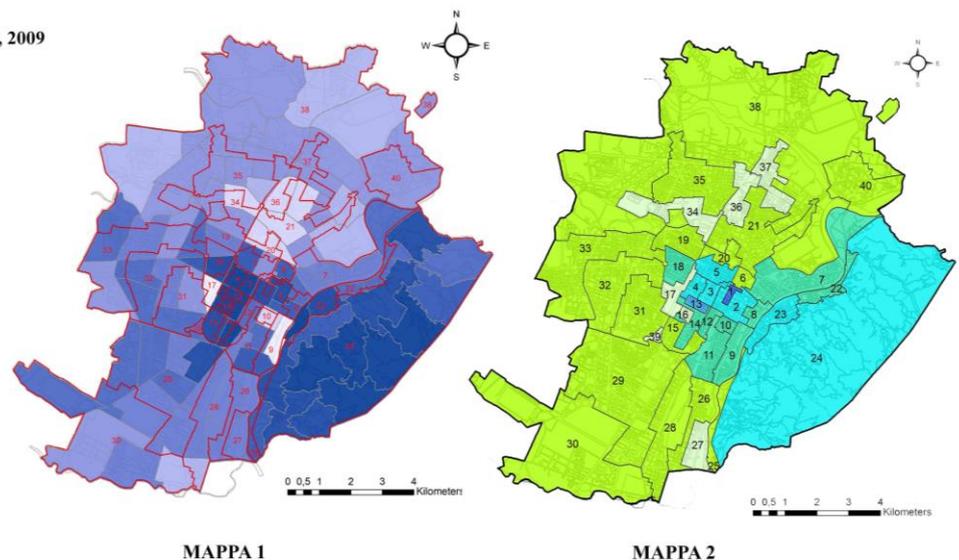
Reddito medio pro capite (euro), 2009
ZONE STATISTICHE

- 10120 - 11500
- 11501 - 12516
- 12517 - 13740
- 13741 - 14882
- 14883 - 16321
- 16322 - 17851
- 17852 - 19504
- 19505 - 23650

MAPPA 2

% Popolazione

- < 0,30%
- 0,31 - 0,67%
- 6,68 - 1,18%
- 1,19 - 2,54%
- 2,55 - 4,73%
- 4,74 - 29,50%
- > 29,50%



Mappa 20 – Confronto tra reddito pro capite e Percentuale popolazione Torinese interessata a d effettuare interventi di retrofit energetico. Fonte: Elaborazione propria in Arcgis

Con l'aiuto del software Arcgis è stato possibile associare, attraverso l'operazione di Join, i Dati ISTAT sul reddito medio pro capite (2009), espresso in euro, con le sezioni di censimento all'interno del Comune di Torino. Sovrapponendo il layers delle microzone censuarie del Comune di Torino è stato possibile capire quali sono le microzone che hanno una popolazione con possibilità economiche più elevate rispetto ad altre e dunque con possibilità di effettuare interventi di riqualificazione energetica. Possiamo affermare, come mostra la Mappa 20, che il reddito è un fattore che influisce sulla scelta di effettuare interventi di retrofit. Tale fattore è emerso soprattutto nel Modello 3.

L'impegno nei confronti dell'ambiente, utilizzando per il riscaldamento delle abitazioni fonti di energia rinnovabile, è in continua crescita negli ultimi anni. Gli obiettivi definiti da governi ed istituzioni, in merito al contenimento dei consumi energetici e alla riduzione delle emissioni sono azioni che devono essere incentivate per salvaguardare l'ambiente in cui viviamo. Per incentivare l'utilizzo delle fonti rinnovabili, fondamentale è l'informazione specialmente per le classi della popolazione meno giovani. Le fonti rinnovabili hanno molti vantaggi, spesso sconosciuti alla popolazione. Oltre alla facoltà di ridurre le emissioni di CO₂, garantiscono un'indipendenza dai Paesi Esteri. Questa indipendenza potrebbe favorire l'utilizzo di fonti energetiche presenti sul territorio, favorendo lo sviluppo locale e regionale. L'obiettivo chiave è rendere le fonti rinnovabili più competitive (in termini economici) rispetto a quelle fossili. Il Solare, potrebbe diventare la fonte energetica maggiormente utilizzata per il riscaldamento degli edifici residenziali. Le applicazioni del Solare nel residenziale sono molteplici. Il Solare (termico e fotovoltaico) è oggi molto utilizzato nel residenziale per la produzione di energia elettrica e ACS (Acqua Calda Sanitaria), raggiungendo un grado di efficienza dell'edificio elevato. Ad oggi la maggioranza del parco edilizio Torinese utilizza ancora il Gas Naturale o Metano e le riqualificazioni energetiche effettuate dal 2009 al 2019 sono solo il 4% rispetto al totale delle certificazioni rilasciate. L'attitudine della popolazione torinese alla riqualificazione energetica e all'utilizzo di fonti rinnovabili è piuttosto bassa.

BIBLIOGRAFIA

- Carpino C. & Bruno R. & Arcuri N. (2017). Statistical analysis of the heating demand in residential buildings located in Mediterranean climate and proposal for refurbishment, *Matera, Energy Procedia* 133, 16-27 pp. www.sciencedirect.com
- Castagna M. & Antonucci D. & Lollini R. (2016). Monitoring of CasaNova Low Energy District: Result and Discussion, *Italy, Energy Procedia* 96, 895-906 pp. www.sciencedirect.com
- Danza L. et al (2018). Durability of technologies in the keeping of ZEB's performances, *Italy, Energy Procedia* 148, 138-145 pp. www.sciencedirect.com
- Fabbri K. (2015). Building and fuel poverty, an index to measure fuel poverty: An Italian case study, *Italy, Energy* 89, 244-258 pp. www.sciencedirect.com
- Khayatian F. & Sarto L. & Dall'O' G. (2017). Building energy retrofit index for policy making and decision support at regional and national scales, *Italy, Applied Energy* 206, 1062-1075 pp. www.sciencedirect.com
- Marinosci C. & Morini G.L.(2014), Check-in and Control Activities on the Energy Performance Certificates in Emilia-Romagna, *Casa editrice, Italy, Energy Procedia* 45, 434-442 pp. www.sciencedirect.com
- Marinosci C. & Fabbri K.(2018). EPBD independent control system for energy performance certification: The Emilia-Romagna Region pioneering experience, *Italy, Energy* 165, 563-576 pp. www.sciencedirect.com
- Mutani G. & Pairona M. (2014). A model to evaluate the heating energy consumption for residential buildings in Turin, *Journal: L'Ufficio Tecnico, Ed. Maggioli, Italy, Vol.5, 21-36 pp.* <http://www.preview.periodicimaggioli.it>
- Mutani G. & Vicentini G. (2015). Buildings' energy consumption, energy savings potential and the availability of renewable energy sources in urban spaces, *Italy, J. Civil Eng. Architect. Res, Vol.2, no11, 1102-1115 pp.*

2019-2020

- Nardi I. & De Rubis T. & Perilli S. (2016). Ageing effect on the thermal performance of two different well-insulated buildings, *Energy Procedia* 101, 1050-1057 pp. www.sciencedirect.com
- Re Cecconi F. & Moretti N. & Tagliabue, L.C. (2019). Application of artificial neural network and geographic information system to evaluate retrofit potential in public school buildings, *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 110, 266-277 pp. www.elsevier.com/locate/rser

SITOGRAFIA

- www.atlaimpanti.it
- www.enea.it
- www.Istat.it
- www.eurostat.it
- www.energy-poverty.eu
- www.anit.it (in merito alla Guida Anit Di Approfondimento Tecnico, Gennaio 2019)
- www.centroconsumatori.it (in merito ai costi dei combustibili)
- [www. qualetariffa.it](http://www.qualetariffa.it) (in merito al costo energia elettrica)
- http://www.provincia.torino.gov.it/ambiente/energia/progetti/piano_sviluppo_TLR (in merito alla rete del teleriscaldamento)
- <http://www.comune.torino.it/canaleambiente/pric/> (in merito all'inquinamento acustico)

STRUMENTI NORMATIVI NAZIONALI –REGIONALI - COMUNALI (con particolare riferimento alle Norme, Linee guida, Allegati, Regolamenti Urbanistici ed Edilizi, inerenti la sostenibilità energetico-ambientale)