

L'effetto degli incentivi statali sulla riqualificazione energetica del parco edilizio residenziale

The effect of government incentives on the energy refurbishment of the residential building stock

POLITECNICO DI TORINO
Dipartimento di Architettura e Design
Laurea Magistrale in Architettura Costruzione Città
A.A. 2020/2021

L'effetto degli incentivi statali sulla riqualificazione energetica
del parco edilizio residenziale

Relatore
Prof.ssa Ilaria Ballarini

Correlatore
Prof.ssa Valentina Serra

Studenti
Andrea Possetto
Federico Pregliato

indice

7	Abstract
11	Introduzione
15	1. Quadro dell’impatto ambientale del settore edilizio
18	1.1 Cambiamento climatico ed inquinamento atmosferico
32	1.2 Pianura Padana, Piemonte e Città di Torino
42	1.3 Il settore edilizio
59	2. La legislazione energetica ed il quadro degli incentivi
63	2.1 L’evoluzione della legislazione europea ed italiana
75	2.2 Direttiva Europea n.844/2018
78	2.3 Legge n.77 - Decreto Rilancio
90	2.4 Meccanismi e processi economici
97	3. Il parco edilizio residenziale della città di Torino
101	3.1 Metodologia della ricerca
108	3.2 Introduzione ai dati statistici e dimensionali
118	3.3 Definizione dell’edificio di riferimento
126	3.4 Analisi dei manufatti edilizi e del contesto urbano
156	3.5 Applicazione degli interventi ai casi studio
186	3.6 Confronto dei dati
193	4. Declinazione del Superbonus nella pratica professionale
199	4.1 Esperienze professionali
208	4.2 Esempio d’intervento
220	4.3 Il risvolto compositivo-architettonico
227	Conclusioni
231	Riferimenti
241	Ringraziamenti

abstract

it

Il lavoro di questa tesi è rivolto ad approfondire le modalità con cui oggi si attuano le strategie di transizione energetica nel settore edilizio, basandosi sull'analisi dei risvolti positivi, dal punto di vista energetico ed ambientale, che possano derivare dall'applicazione della Legge del 17 luglio 2020 n.77, denominata 'Decreto Rilancio'.

Partendo da una breve introduzione sull'aspetto ambientale e climatico, analizzando le linee guida europee e confrontandole con la realtà italiana, si vuole evidenziare l'impatto ambientale che possiede il settore edilizio globale ed europeo, dal punto di vista dei consumi e delle emissioni, nonché delineare il percorso intrapreso dallo Stato italiano in merito a queste tematiche.

Dopo una rapida cronistoria della legislazione in ambito energetico, che comprende le prime leggi sul tema fino al così definito 'Superbonus', ne vengono illustrate le parti principali ed i requisiti richiesti per potervi accedere.

L'intenzione è quella di valutare i risultati energetici applicando gli interventi previsti dall'incentivo ad alcuni edifici di riferimento, scelti all'interno del parco edilizio torinese, in base al periodo di costruzione, alla tipologia edilizia ed ai dati geometrici, costruttivi e tecnici risultato di un'indagine statistica sulla città di Torino. I manufatti edilizi identificati sono quattro edifici reali, presenti sul territorio oggetto d'indagine e rappresentano le tipologie architettoniche più diffuse; ma poiché questo database non tiene conto di numerose e differenti casistiche riscontrabili all'interno dell'ambito analizzato, è necessario aumentarne il numero, applicando all'edificio dei valori prestazionali di partenza differenti.

I risultati raccolti si rivelano positivi, e riportano mediamente la riduzione dei consumi e delle emissioni del 70%, nonché classi energetiche più alte che comportano importanti risparmi economici medi annui. Lo strumento descritto ha potenzialità elevate, ma presenta delle criticità burocratiche nonché restrizioni di applicabilità che ne compromettono il risultato finale.

Per ottenere una visuale completa sull'argomento, è stato infine sottoposto un questionario ad alcuni studi professionali torinesi, permettendo la delineazione dello scenario creatosi dalla promulgazione del decreto fino ad oggi, evidenziandone vantaggi e criticità.

abstract

en

The work of this thesis is carried out with the aim of investigating how energy transition strategies in the construction sector are realized today, based on the analysis of the positive implications, from an energetic and environmental point of view, that the use of the Law of 17th July 2020 number 77, called 'Decreto Rilancio' can lead to.

Starting with a brief introduction on the environmental and climatic aspect, analyzing the European guidelines and comparing them with the Italian situation, this work aims to highlight the environmental impact of the global and European construction sector, speaking of consumption and emissions, and also to outline the path taken by the Italian state regarding these themes. After a quick history of energy legislation, which includes the first laws on the so-called Superbonus, the main parts and the necessary requirements for the access are described.

The intention is to evaluate the energetic results by applying the interventions provided by the incentive to some specific buildings (chosen within the Turin building area), based on the construction period, the type of building and the geometric, constructive and technical data. The chosen buildings are four real ones, present in the analysed area, and they represent the most common architectural typologies, but since the database does not take into account numerous and different cases found within the analysed field, it is necessary to increase that the number by applying different starting performance values to the building.

The collected results turned out to be positive and they report an average 70% reduction in the consumptions and emissions, as well as higher energetic classes that entail significant annual economic savings. The described instrument has elevated potentialities, but also has some bureaucratic criticalities, let alone applicability restrictions that jeopardize the final result.

In order to obtain a complete view of the subject, a questionnaire was submitted to a number of Turin professional studios, allowing them to outline the scenario created from the promulgation of the decree to date, highlighting its advantages and criticalities.

introduzione

Il tema della ricerca è l'analisi dell'efficientamento energetico degli edifici che viene attuato sfruttando un incentivo statale, nell'ottica di perseguire le direttive europee per la lotta al cambiamento climatico. Trattasi di una parte del recente Decreto Rilancio, comunemente chiamata Superbonus, che prevede una aliquota di detrazione del 110% in 5 anni, delle spese sostenute per interventi di riqualificazione energetica per edifici ad uso residenziale. Attraverso questo incentivo è possibile migliorare le prestazioni dell'involucro edilizio e della generazione di energia utilizzata per riscaldamento, raffrescamento e produzione di acqua sanitaria, riducendone i consumi e le emissioni.

Il motivo per cui è stata scelta questa ricerca è il grande dibattito mondiale sulle politiche di contrasto al surriscaldamento globale, oramai irreversibile, che riporta conseguenze catastrofiche all'ambiente e all'uomo, ma soprattutto al delicato equilibrio che regola la sopravvivenza di entrambi. Tutti i settori produttivi, che sfruttano o producono energia (e di conseguenza emissioni e consumi), sono da considerare responsabili, come anche i comportamenti quotidiani dei cittadini del mondo. Avendo studiato, durante un percorso di 5 anni, in un corso di laurea di architettura, è stato deciso quindi di approfondire il settore edilizio, a maggior ragione poiché risulta essere il responsabile del 50% dell'inquinamento prodotto in Europa. In particolare, si è deciso di analizzare la città di Torino, sede del Politecnico che ci ha accolto durante questi anni di formazione, attraverso dei casi studio, confrontandola con l'analisi del parco edilizio residenziale nazionale già definito da un progetto europeo sviluppato dal Dipartimento Energetico dell'università.

Per i motivi sopra citati, gli obiettivi preposti alla ricerca sono quelli di definire il grado di miglioramento energetico degli edifici più rappresentativi di un territorio, e le conseguenti riduzioni di consumi ed emissioni affinché, attraverso le strategie di riqualificazione, si possano raggiungere i livelli indicati dalle direttive europee nei tempi stabiliti, sfruttando un incentivo statale basato sulla cost-optimality. La tesi, dunque, è volta a dimostrare l'applicabilità dell'intervento, in relazione alle spese, su alcuni edifici di riferimento definiti come più rappresentativi della città di Torino, in modo da poter proiettare i risultati su un vasto parco immobiliare.

In base agli obiettivi prefissati, sono stati utilizzati degli approcci di differente natura: l'approccio statistico ha permesso di individuare la tipologia edilizia, suddivisa per epoca di costruzione, più diffusa sul territorio, e dunque individuare la strada da percorrere, nonché la tipologia di edifici su cui intervenire. Un approccio architettonico ha reso invece possibile la definizione delle tipologie costruttive che ne influenzano le prestazioni, nonché gli aspetti geometrici e le grandezze che caratterizzano l'edificio; in seguito, attraverso un metodo comparativo è stato possibile definire degli edifici di riferimento sui quali intervenire ed analizzarne le prestazioni. Mediante un software di calcolo, comunemente utilizzato nella pratica professionale, sono stati applicati e calcolati i risparmi energetici conseguibili all'intervento di riqualificazione energetica.

La struttura dell'elaborato è frutto della logica che è stata seguita nella ricerca di informazioni: individuando il problema, analizzando gli strumenti utili per poterlo risolvere, applicando questi strumenti a delle casistiche, e riassumendone i risultati. Per questo motivo il primo capitolo della tesi è necessario per descrivere la situazione ambientale-climatica esistente, da una scala globale ad una comunale, per definire le caratteristiche morfologiche e le principali cause del cambiamento climatico. In seguito, sono stati analizzati i possibili strumenti che, in ambito edilizio, possono essere usati per contrastare il problema; attraverso una ricostruzione storica dei passaggi legislativi fondamentali, si è illustrato il recente decreto al cui interno si trova l'incentivo statale rispondente alle politiche di transizione energetica.

Il terzo capitolo riporta le analisi del parco edilizio residenziale, individuando il campo di applicabilità, e concretizza gli interventi di riqualificazione, attraverso lo strumento precedentemente analizzato. L'ultimo capitolo riporta delle esperienze in ambito professionale, che hanno aiutato ad individuare le reali problematiche che riscontrano i tecnici italiani, ma allo stesso tempo la possibilità di definire i pregi e difetti dell'incentivo.

I dati emersi dalla ricerca sono positivi poiché dimostrano che in seguito all'intervento, molti attori coinvolti nel processo, possono trarne dei benefici. L'abbattimento di consumi ed emissioni, mostrano come, allargandone il campo di applicabilità e la numerosità d'intervento, il settore edilizio residenziale possa ridurre il proprio carico d'inquinamento annuo. Da queste riduzioni, ne risultano altre di conseguenza, come il risparmio sulle spese fisse per gli inquilini o i proprietari; allo stesso modo viene rilanciato un settore che ancora risente della crisi subita ad inizio secolo, facendo muovere grosse somme di denaro tra professionisti, imprese ed enti finanziatori. Tutto ciò, in aggiunta alle politiche e strategie relative per tutti i settori, può confermare la possibilità di rispettare i limiti di abbattimento di emissioni definiti dalle direttive europee, e quindi perseguire uno scenario futuro che non comprometta l'integrità del nostro pianeta.

1

**QUADRO
DELL'IMPATTO
AMBIENTALE
DEL
SETTORE
EDILIZIO**

1.1 Cambiamento climatico ed inquinamento atmosferico



Mika Baumeister, Fridays For Future Bonn, 2021.

“Il **clima** rappresenta l’insieme statistico delle condizioni meteorologiche di una data zona, osservate nei decenni. Quanto piove, quali sono le temperature, l’umidità, il vento, la neve, le giornate di sole ecc. sono le condizioni meteorologiche che vengono osservate per definire il clima di una determinata area”.¹

“Per **cambiamento climatico** (o mutamenti climatici) si intendono i cambiamenti del clima nel nostro pianeta. In particolare, la climatologia definisce come cambiamenti climatici le variazioni del clima della Terra (a livello regionale, continentale, emisferica e globale) e storico-temporali (decennale, secolare, millenario e ultramillenario) di uno o più parametri ambientali e climatici nei loro valori medi: temperature (media, massima e minima), precipitazioni, nuvolosità, temperature degli oceani, distribuzione e sviluppo di piante e animali.” Secondo l’UNFCCC (Convenzione Quadro sul Cambiamento Climatico delle Nazioni Unite), il cambiamento climatico si definisce come “un cambiamento del clima che sia attribuibile direttamente o indirettamente ad attività umane, che alterino la composizione dell’atmosfera planetaria e che si sommino alla naturale variabilità climatica osservata su intervalli di tempo analoghi”.²

L’**inquinamento** è una delle principali cause del cambiamento climatico. Quest’ultimo, infatti, è influenzato da vari fattori che vanno ad alterare la complessa variabilità naturale, molti di questi causati dalle numerose ed impattanti attività umane. Si può, quindi, ritenere che l’inquinamento ambientale rappresenti l’introduzione nell’ecosistema di composti chimici (sostanze inquinanti) che provocano i diversi tipi di inquinamento.

1 Il giornale dell’ambiente, *Clima*, 2020.

2 Il giornale dell’ambiente, *Cambiamento climatico: cause, definizione e conseguenze*, 2020.



STRUMENTI REGOLATORI ED OBIETTIVI FUTURI

Il cambiamento climatico è sicuramente uno dei temi più complessi e discussi degli ultimi anni, dal momento che riguarda e coinvolge la quotidianità di ogni singolo individuo: ogni aspetto delle nostre azioni, dalla più piccola alla più grande, può alterare l'equilibrio naturale del nostro Pianeta; di conseguenza, qualunque aspetto delle nostre vite, costituisce un tassello di un sistema complesso che necessita di trovare un nuovo equilibrio.

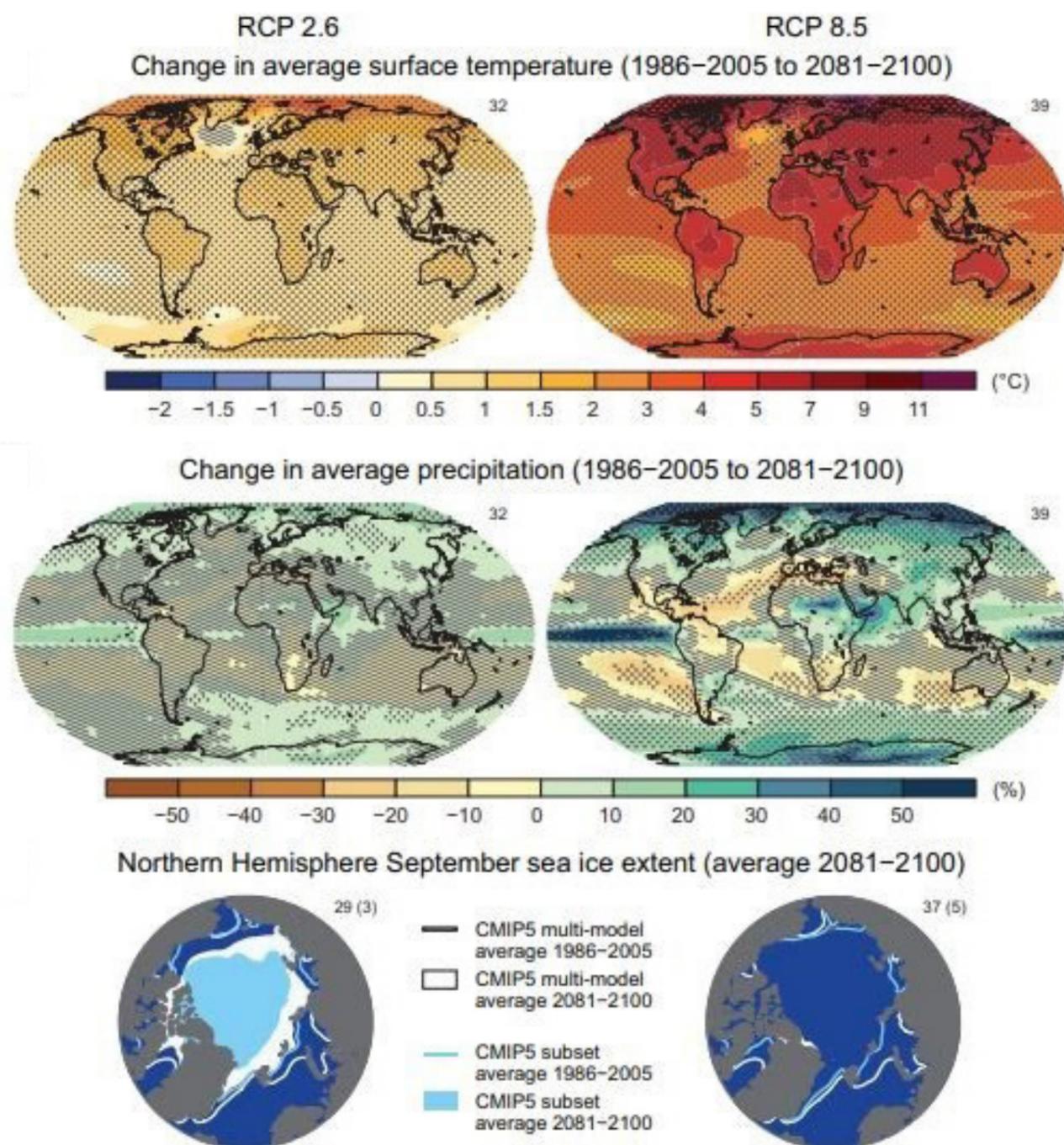
Ma come può essere regolato e mantenuto questo equilibrio?

E chi è in grado di definire regole universali atte a controllare un ecosistema?

Uno strumento è sicuramente costituito dall'Accordo di Parigi ³, diretto ed intermediato dall'Unione Europea, organismo idoneo a rappresentare una guida a livello mondiale. Nel dicembre 2020, infatti, l'Unione Europea ha presentato i suoi NDC (Nationally Determined Contributions) aggiornati e rafforzati (rispetto al primo accordo formalmente ratificato il 5 ottobre 2016 ed attuato nell'anno 2018, con cui ci si proponeva di ridurre le emissioni di gas a effetto serra di almeno il 40% entro il 2030 rispetto ai livelli del 1990), con l'obiettivo - accolto dai singoli stati membri - di ridurre le emissioni di almeno il 55% entro il 2030 rispetto ai livelli del 1990 e di fornire informazioni idonee a facilitare la chiarezza, la trasparenza e la comprensione (ICTU) degli NDC.

³ Commissione europea, *EU Action, Accordo di Parigi*, 2015.

Figura 1. Rappresentazione delle conseguenze su temperature, precipitazioni e ghiacciai, per gli scenari di emissioni RCP, fino al 2100.



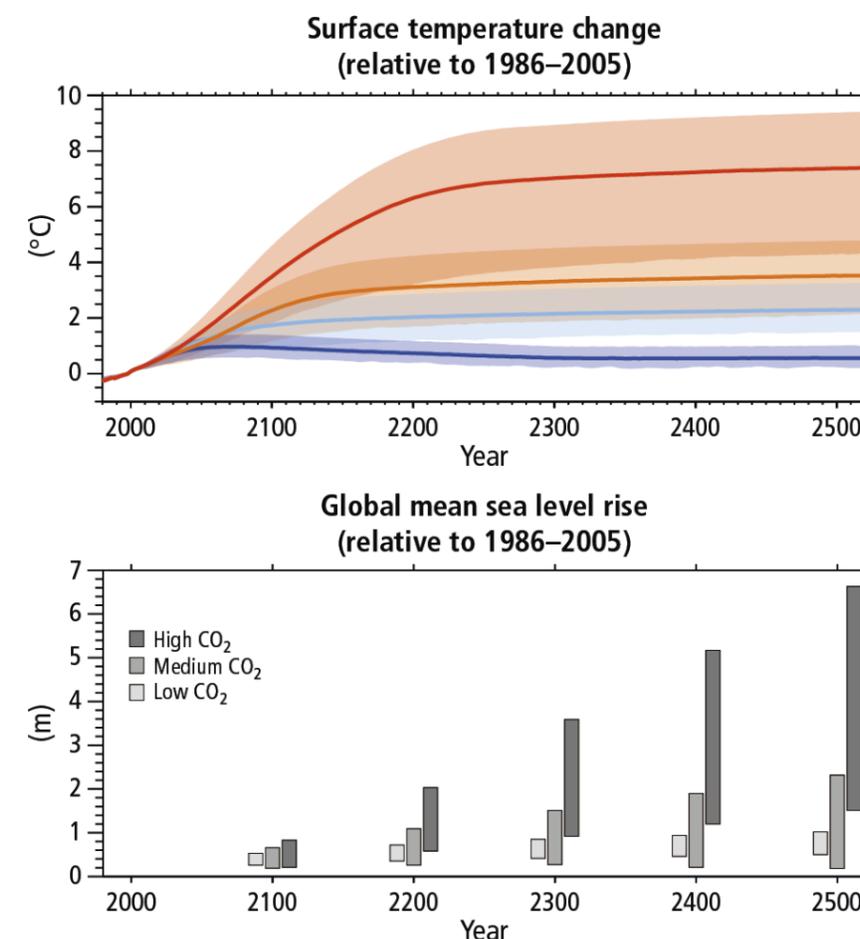
Fonte: IPCC Report, 2013.

Uno dei più grandi indicatori della gravità delle conseguenze del cambiamento climatico è costituito sicuramente dallo studio effettuato dalla IPCC sugli scenari di emissioni, ovvero sugli RCP (Representative Concentration Pathways).

Nel 5° rapporto sono stati studiati quattro nuovi scenari:

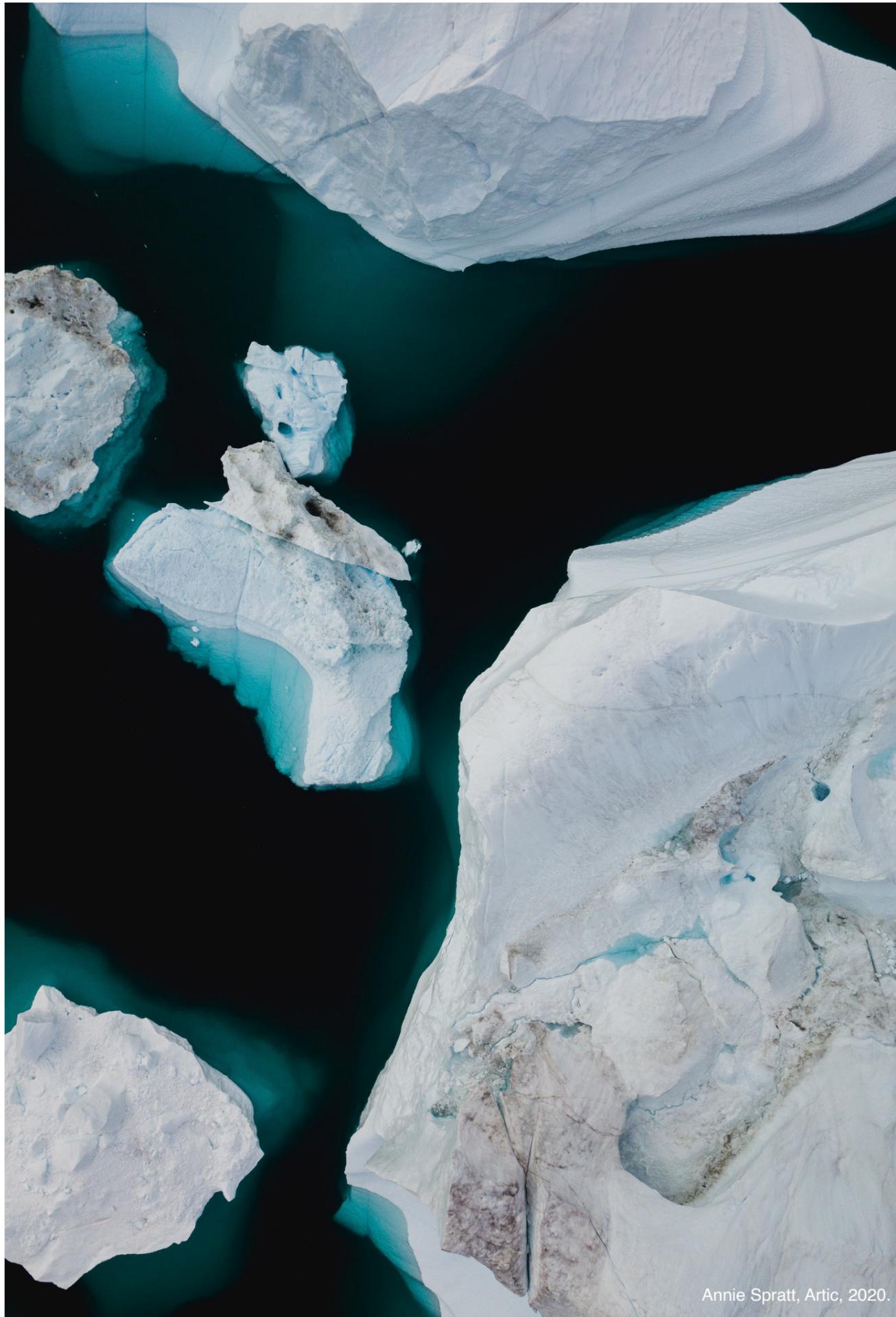
- RCP 2.6 scenario di mitigazione (riduzione emissioni molto elevate);
- RCP 4.5 scenario di stabilizzazione (riduzioni consistenti);
- RCP 6.0 scenario di stabilizzazione (riduzioni blande);
- RCP 8.0 scenario ad alte emissioni (“business as usual”).

Figura 2. Rappresentazione delle previsioni per il cambiamento delle temperature e del livello dei mari.



Fonte: IPCC Report, 2013.

Le figure 1 e 2 consentono di osservare quale sia la curva d’incremento per ogni singolo fattore che incide sul cambiamento climatico, calcolato sulla base delle decisioni prese dal punto di vista politico a livello internazionale, dall’evoluzione della popolazione al progresso tecnologico. In particolare, la figura 1, mostra le proiezioni dell’aumento delle temperature globali: non è difficile comprendere che, entro il 2100, si potrebbe verificare un aumento medio compreso tra 2°C e 5°C delle temperature globali e, di conseguenza, lo scioglimento di più del 50% dei ghiacciai esistenti e l’innalzamento di 1,1 m del livello del mare.



Annie Spratt, Artic, 2020.

I piani per migliorare la qualità dell'aria e le misure per ridurre gli inquinanti sono stati attuati in tutta Europa e costituiscono un elemento centrale nella gestione della qualità dell'aria. Le Direttive sulla qualità dell'aria (Unione Europea 2004 - 2008) stabiliscono l'obbligo di sviluppare e implementare piani e misure per la qualità dell'aria per zone ed agglomerati ove le concentrazioni di inquinanti superano gli standard UE.

Le misure di abbattimento attuate a livello nazionale hanno riguardato la totalità dei settori delle emissioni. In particolare:

- in relazione al traffico stradale, implementare zone a basse emissioni, il passaggio ad un trasporto pubblico più pulito (come gli autobus a basse emissioni o tram), la promozione della bicicletta e degli spostamenti a piedi ed il car-sharing (sistemi di condivisione dell'auto), diminuendo i limiti di velocità ed emettendo tasse di congestione;
- in relazione al riscaldamento residenziale, espandere il teleriscaldamento, usare combustibili più puliti, ridurre l'uso di energia attraverso l'isolamento degli edifici, l'uso del sistema di certificazione/ etichettatura energetica;
- in relazione all'industria, implementare la prevenzione e la riduzione integrale dell'inquinamento (direttiva IPPC);
- attività di costruzione e demolizione, incluse le emissioni da macchine mobili non stradali;
- consapevolezza pubblica e incentivo di cambiamenti di comportamento.

L'ultimo Eurobarometro sulla qualità dell'aria (Commissione Europea, 2019), raffrontato al numero degli intervistati, ha mostrato un incremento delle azioni responsabili degli individui (ad esempio, la sostituzione di vecchie apparecchiature ad alta intensità energetica con apparecchiature con migliori prestazioni energetiche) idonee a ridurre le emissioni nocive.



Julien Labelle, Canada, 2019.

INQUINAMENTO ATMOSFERICO

L'inquinamento atmosferico e ambientale - definito come l'alta concentrazione di sostanze prodotte da attività antropogeniche o da fenomeni naturali al di sopra della loro normale concentrazione in natura che produce effetti misurabili su esseri umani, animali, vegetazione e materiali - risulta oggi una delle maggiori minacce globali impattanti non solo sull'ecosistema, ma anche sulla salute umana. Nonostante la grande attenzione dedicatagli negli ultimi anni, infatti, il dato inquinamento rimane elevato ed allarmante in tutto il mondo.

La porzione di atmosfera interessata dall'inquinamento è definita come lo 'strato limite planetario', che si estende in media per 1,5 km dalla superficie terrestre, adattandosi alla conformazione naturale della terra. La stessa ospita numerosi agenti inquinanti, raggruppati in quattro grandi classi:

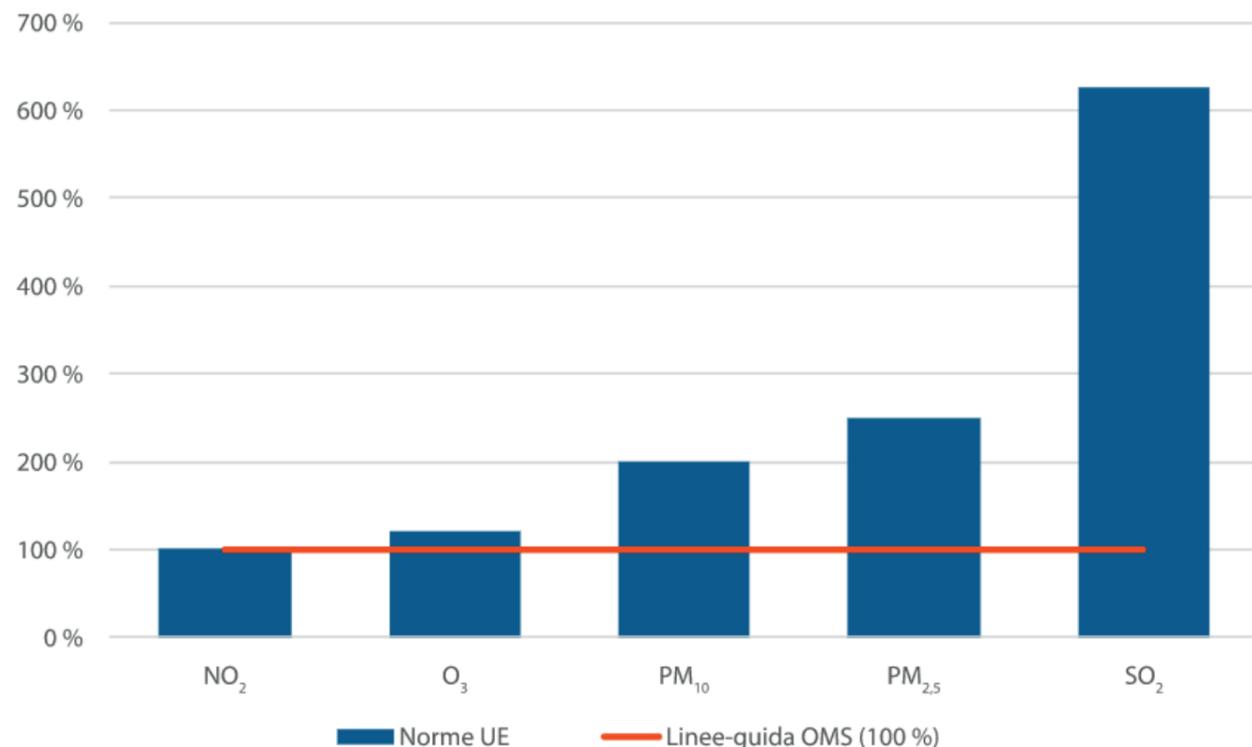
- Composti di zolfo (SO_x);
- Composti di azoto (NO_x);
- Composti di carbonio ($\text{CH}_4, \text{CO}, \text{CO}_2$);
- Composti di alogeni (CFC).

Altri inquinanti presenti in atmosfera sono:

- PM (particelle solide sospese in atmosfera);
- Aerosols (particelle solide e/o liquide sospese in atmosfera);
- VOC (Volatile Organic Compounds).

L'European Environmental Agency - che analizza gli effetti dell'inquinamento atmosferico sull'ecosistema, sul clima e sulla salute umana - ritiene che la presenza di sostanze inquinanti nell'atmosfera costituisca la causa principale del mutamento degli ecosistemi e delle biodiversità ambientali, dell'aumento o riduzione della temperatura terrestre, nonché degli effetti diretti sull'uomo, come malattie cardiache e morti premature (considerate dall'Organizzazione Mondiale della Sanità) che ammontano circa a 400.000 decessi all'anno solo nell'Unione Europea.

Grafico 1. Divario tra le norme dell'UE e le linee-guida dell'OMS.



Fonte: Special Report n.23, European Court of Auditors, 2018.

Tabella 1. Norme dell'UE e le linee-guida dell'OMS a confronto.

Inquinante	Periodo	Linee-guida OMS $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Valori limite della direttiva QAA dell'UE $\mu\text{g}/\text{m}^3$	N. di superamenti delle norme UE consentiti in un anno
NO ₂	1 anno	40	40	-
	1 ora	200	200	18
O ₃	8 ore	100	120	25
PM ₁₀	1 anno	20	40	-
	24 ore	50 ^(a)	50	35
PM _{2,5}	1 anno	10	25	-
	24 ore	25	-	-
SO ₂	24 ore	20	125	3
	1 ora	-	350	24
	10 minuti	500	-	-

Fonte: Special Report n.23, European Court of Auditors, 2018.

Sia la Commissione Europea che l'OMS hanno stabilito delle linee guida e definito dei limiti di superamento per i vari agenti inquinanti, in alcuni casi differenti, come dimostrato dal grafico 1 e dalla tabella 1. Le linee guida dell'OMS sono basate su riscontri scientifici che riguardano gli effetti dell'inquinamento ed impostano dei limiti cd.'rigidi', mentre le norme europee tengono in considerazione anche la fattibilità del rispetto di questi ultimi, definendo anche un numero di violazioni 'limite' consentite ai Paesi europei.

L'Italia è stata, di recente, sanzionata dalla Corte di Giustizia dell'Unione Europea per il superamento dei valori limite inerenti la concentrazione di particelle PM10 nel periodo compreso tra il 2008 e il 2017: "la Repubblica Italiana, avendo superato, in maniera sistematica e continuata, i valori limite applicabili alle concentrazioni di particelle PM10, superamento che è tuttora in corso, (...) è venuta meno all'obbligo sancito dal combinato disposto dell'articolo 13 e dell'allegato XI della direttiva 2008/50/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio, del 21 maggio 2008, relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa e non avendo adottato, a partire dall'11 giugno 2010, misure appropriate per garantire il rispetto dei valori limite fissati per le concentrazioni di particelle PM10 in tutte tali zone, è venuta meno agli obblighi imposti dall'articolo 23, paragrafo 1, della direttiva 2008/50, letto da solo e in combinato disposto con l'allegato XV, parte A, di tale direttiva, e, in particolare, all'obbligo previsto all'articolo 23, paragrafo 1, secondo comma, di detta direttiva, di far sì che i piani per la qualità dell'aria prevedano misure appropriate affinché il periodo di superamento dei valori limite sia il più breve possibile. La Repubblica italiana è condannata alle spese".⁴

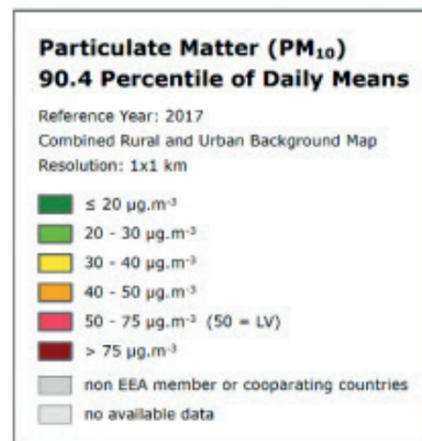
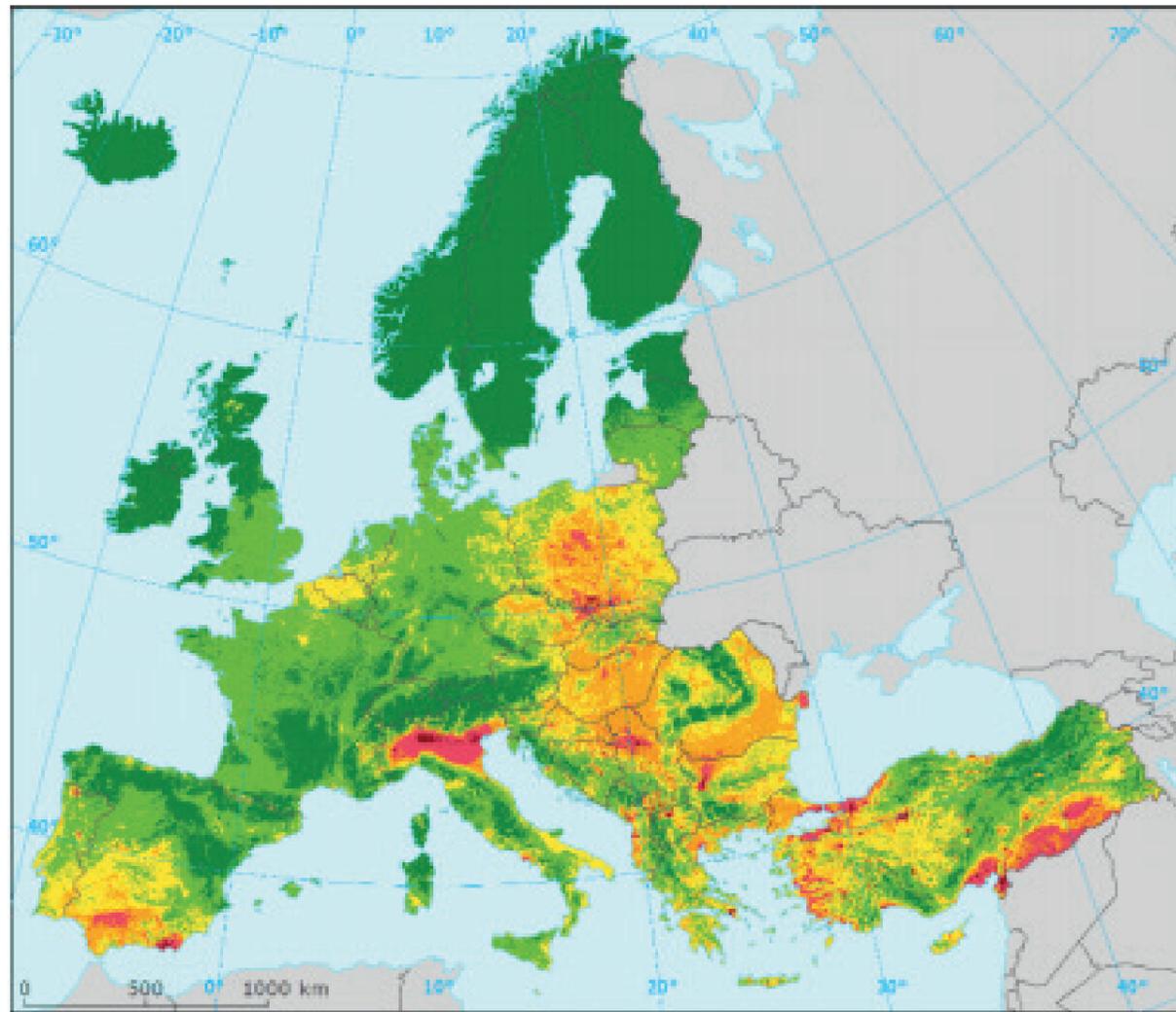
⁴ Curia europea, *Sentenza della Corte (Grande Sezione)*, 2020.



Ian MacNicol, Friends of the Earth, 2018.

1.2 Pianura Padana, Piemonte e Città di Torino

Figura 3. Rappresentazione cartografica europea delle emissioni medie giornaliere di PM10.



Fonte: Eionet Report - ETC/ATNI, 2019.

Gli **hotspot** sono delle zone del globo, dei punti caldi, in cui si registra un'amplificazione del cambiamento climatico, modificando i valori medi annuali di temperature e precipitazioni, dove gli effetti climatici sono sensibilmente maggiori. Un esempio è costituito dalla macro area della Regione Mediterranea, definita da una morfologia articolata congiuntamente a particolari condizioni sociali e climatiche.

IN ITALIA: LA PIANURA PADANA

Un'ambiente particolare ed unico per le sue caratteristiche è quello dell'area geografica compresa tra la catena Alpina, l'Appennino Settentrionale ed il mare Adriatico. Tale territorio - costituente un bacino aerologico con condizioni omogenee dal punto di vista morfologico e climatico - è caratterizzato da un'alta concentrazione di traffico, attività produttive, insediamenti, popolazione e da condizioni meteorologiche che favoriscono la stagnazione degli inquinanti. Il Bacino Padano, infatti, è caratterizzato da una fascia pianeggiante, la cui altezza sul livello del mare varia dal valore di 0 metri nei pressi di Ravenna, ai 500 metri nei pressi di Torino.

In generale, quindi, la Pianura Padana rappresenta, dal punto di vista della qualità dell'aria, una sorta di 'contenitore' ove le emissioni di inquinanti vengono prodotte in grande quantità e ivi si distribuiscono, faticando, in ogni caso, a disperdersi. In particolare, si osserva come le Alpi spesso rappresentino un fattore limitante per le correnti d'aria che agiscono fra l'Italia del Nord ed il resto dell'Europa continentale: ciò fa sì che il clima sia caratterizzato da frequenti situazioni di calme di vento, soprattutto in pianura.

Continuando con l'analisi del territorio descritto, si può notare che insieme agli aspetti ambientali e climatici, si aggiungono altri fattori significativi: dal punto di vista socio-economico, infatti, la regione risulta fortemente antropizzata e con una percentuale di consumo del suolo molto elevata, dal settore residenziale quanto quello produttivo, aspetti che contribuiscono, in modo significativo, alla produzione di ricchezze del Paese. Inoltre, un'area così caratterizzata, necessita di una fitta rete di trasporti che determina, di conseguenza, elevate emissioni inquinanti dovute al traffico veicolare.

Date le caratteristiche intrinseche della zona, la necessità di intervenire sull'abbattimento delle emissioni di fonti inquinanti ed il miglioramento energetico degli edifici dovrebbe essere maggiormente pregnante, significativa ed applicata su larga scala, con l'obiettivo di ridurre al minimo l'effetto di hotspot climatico che inevitabilmente continuerà a verificarsi.

Figura 4. Proprietà e caratteristiche del bacino padano.

IL BACINO PADANO

CARATTERISTICHE OROGRAFICHE

Nel Bacino Padano la pianura declina dai piedi delle Alpi e dell'Appennino verso la linea d'impiuvio del fiume Po, per poi degradare lentamente fino ad arrivare al mare. Alpi e Appennino chiudono il bacino su tre lati (nord, ovest e sud) e lo proteggono dalle masse d'aria provenienti dal continente e dal Mediterraneo

L'aria si distribuisce e si disperde come in una stanza con un'unica finestra, rappresentata dal mare Adriatico



CONFINI

- 1 **NORD** Alpi | h media 3.000 m
- 2 **OVEST** Alpi | h media 3.000 m
- 3 **SUD** Appennino | h media 1.000 m

DIMENSIONI

- ↔ 400 km c.a
- ↕ 200 km c.a (nel punto più ampio)

ALTITUDINE

- 240 m c.a | Torino
- 120 m c.a | Milano
- 50 m c.a | Bologna
- 0 m c.a | Ravenna

ACCUMULO DI INQUINANTI

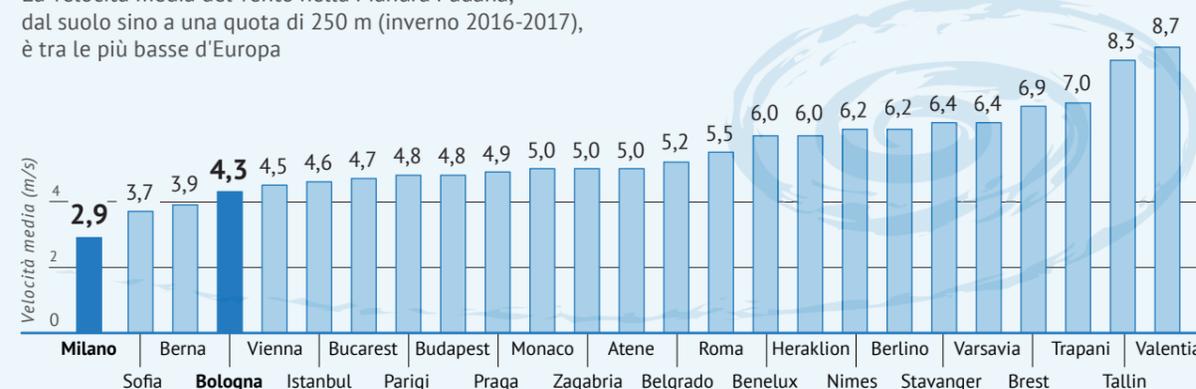
Quando, in Pianura Padana, durante l'inverno, la limitata velocità del vento si associa a precipitazioni scarse e condizioni di inversione termica duratura, gli inquinanti immessi ristagnano e si accumulano al suolo

CONDIZIONI METEOROLOGICHE

Le caratteristiche orografiche contribuiscono all'instaurarsi e mantenersi di **condizioni meteorologiche sfavorevoli alla dispersione degli inquinanti** immessi nel Bacino:

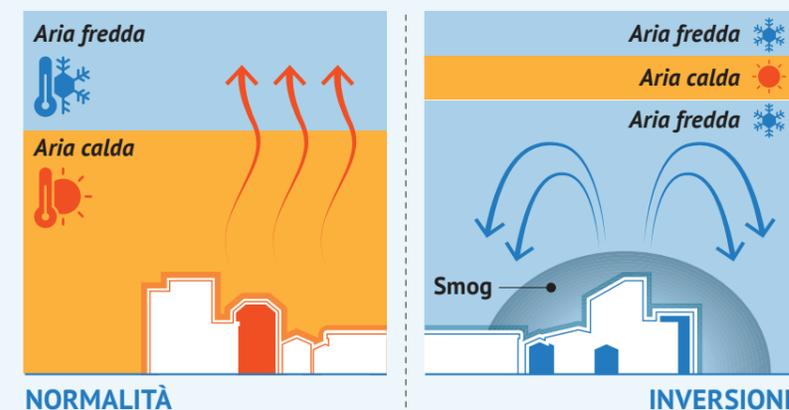
1 BASSA VELOCITÀ MEDIA DEL VENTO

La velocità media del vento nella Pianura Padana, dal suolo sino a una quota di 250 m (inverno 2016-2017), è tra le più basse d'Europa



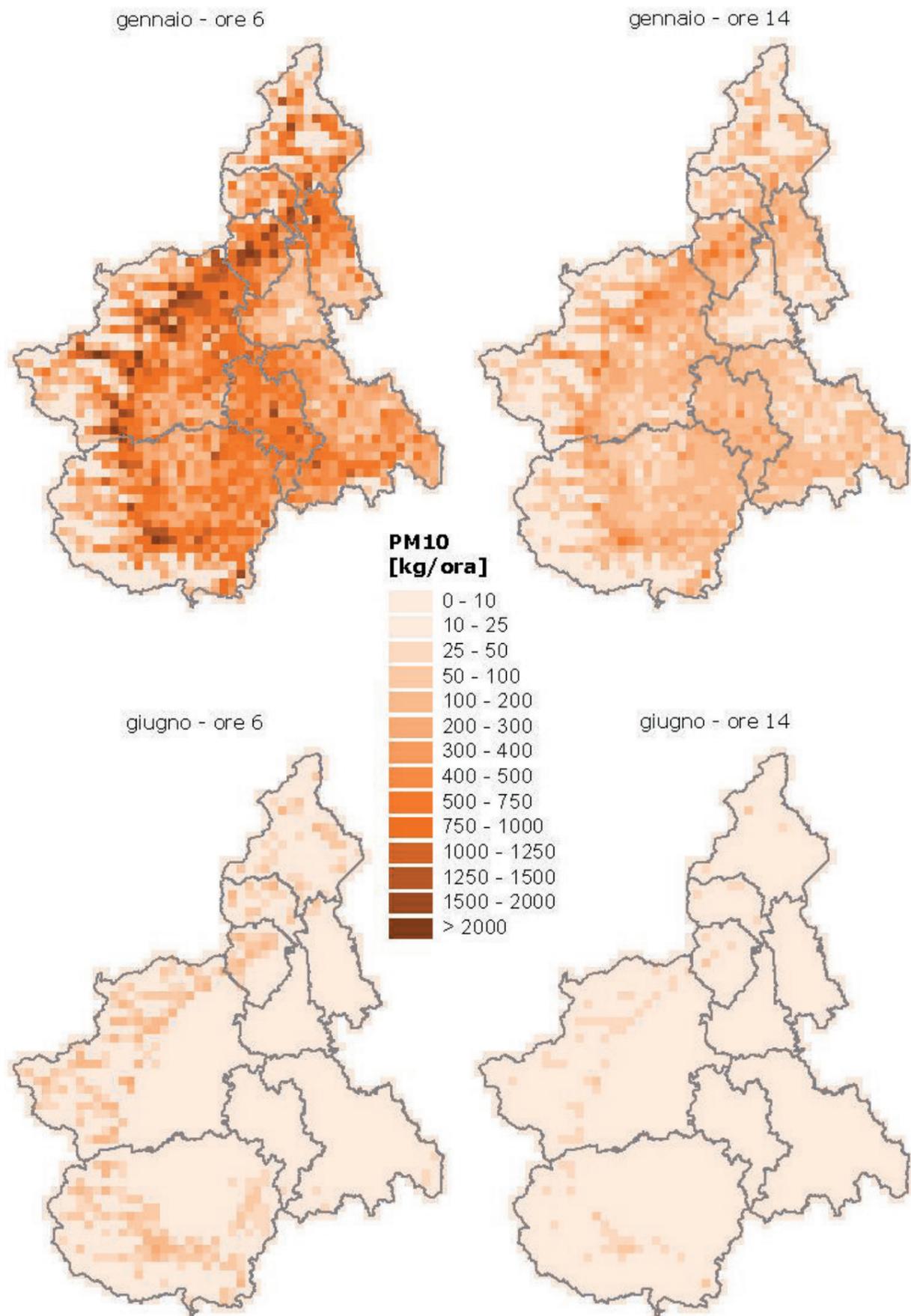
2 FREQUENTI E PERSISTENTI FENOMENI DI INVERSIONE TERMICA

Nei mesi invernali, in periodi prolungati di alta pressione, l'assenza di una copertura nuvolosa fa sì che, durante la notte, il terreno dissipi rapidamente il calore assorbito durante il giorno e l'aria, a contatto con il suolo, raggiunga temperature inferiori rispetto agli strati atmosferici sovrastanti. L'aria più calda sovrastante agisce come un coperchio, intrappolando l'aria fredda in prossimità del suolo e con essa gli inquinanti immessi



Fonte: ARPAE Emilia-Romagna, 2020.

Figura 5. Rappresentazione cartografica delle emissioni di PM10 in Piemonte, in differenti ore e giorni dell'anno.



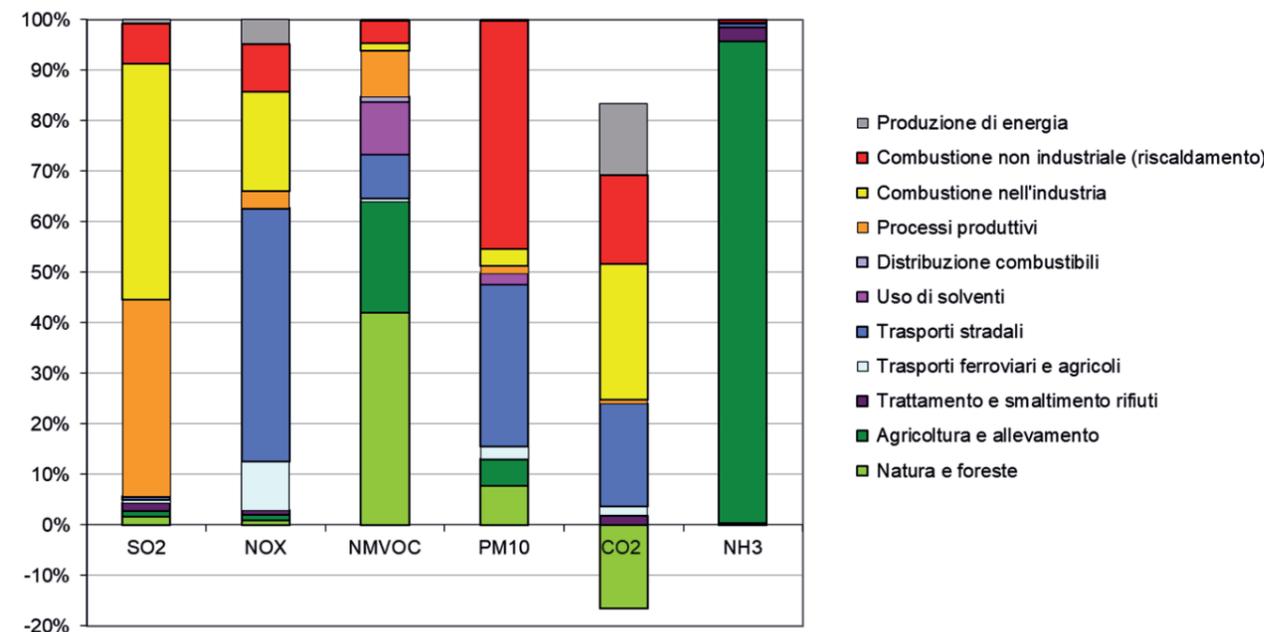
Fonte: Relazione ambiente Piemonte, 2020.

LA SITUAZIONE PIEMONTESE E LA CITTA' DI TORINO

E' stata effettuata un'analisi dei dati specifica per la città di Torino a riguardo l'inquinamento dell'aria, con l'obiettivo di qualificare e quantificare le tipologie d'emissioni di inquinanti.

In merito, si analizza la Relazione 2020 della Regione Piemonte, stilata sulla base dei dati di IREA (Inventario Regionale delle Emissioni in Atmosfera), che si occupa di stimare le quantità di inquinanti introdotte in atmosfera da sorgenti naturali e/o antropiche. La Regione Piemonte aggiorna periodicamente l'inventario regionale, suddividendo gli inquinanti e le sorgenti emissive, così descritte: sorgenti puntuali (singoli impianti industriali), sorgenti lineari (strade e autostrade) e sorgenti areali (fonti di emissione diffuse sul territorio).

Grafico 2. Rappresentazione in percentuale delle emissioni di inquinanti per i principali comparti emissivi.

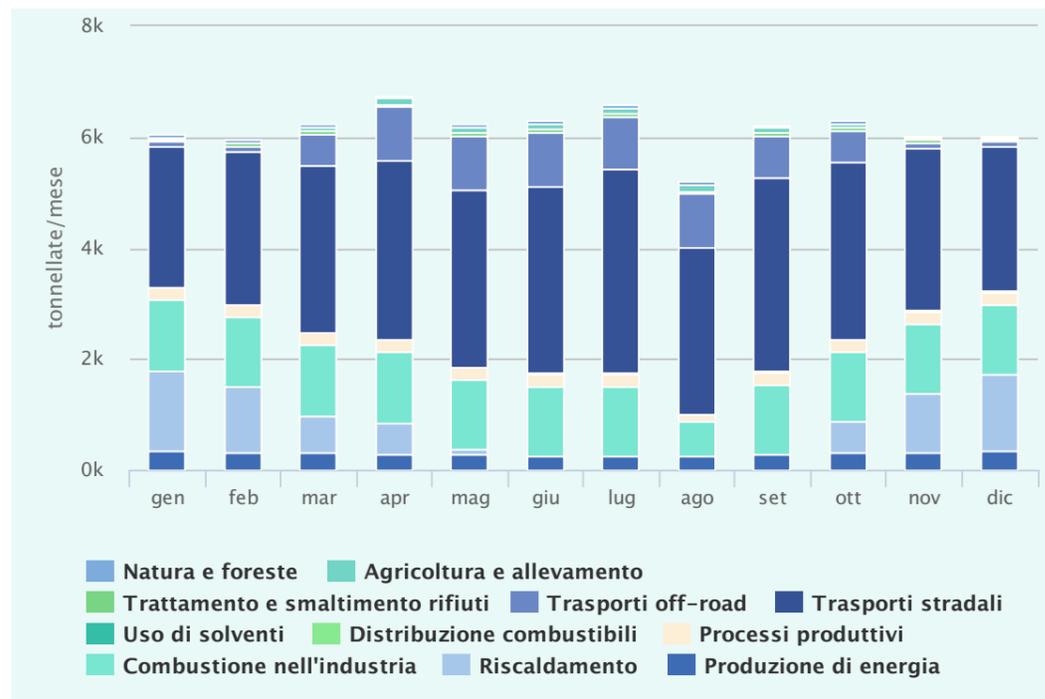


Fonte: Relazione ambiente Piemonte, 2020.

Il grafico 2 sintetizza le emissioni di inquinanti, rappresentate in percentuale, da parte di differenti comparti emissivi: in particolare, si può notare come le classi di inquinanti precedentemente descritte, si differenzino a seconda della sorgente emissiva, permettendo di individuare l'inquinante maggiormente emesso in ambiente per il singolo comparto. Ad esempio, il riscaldamento domestico incide da solo per il 45% delle emissioni di PM10 in atmosfera, dato persino superiore al settore dei trasporti stradali stimati per il 32%, responsabile inoltre del 50% delle emissioni di NO_x.

La figura 5, su base cartografica, rappresenta graficamente la declinazione spaziale e temporale delle emissioni di PM10 da riscaldamento: dal punto di vista spaziale, vengono attribuite delle porzioni territoriali effettivamente responsabili delle emissioni; mentre dal punto di vista temporale, viene evidenziata la distribuzione delle emissioni nei periodi maggiormente critici.

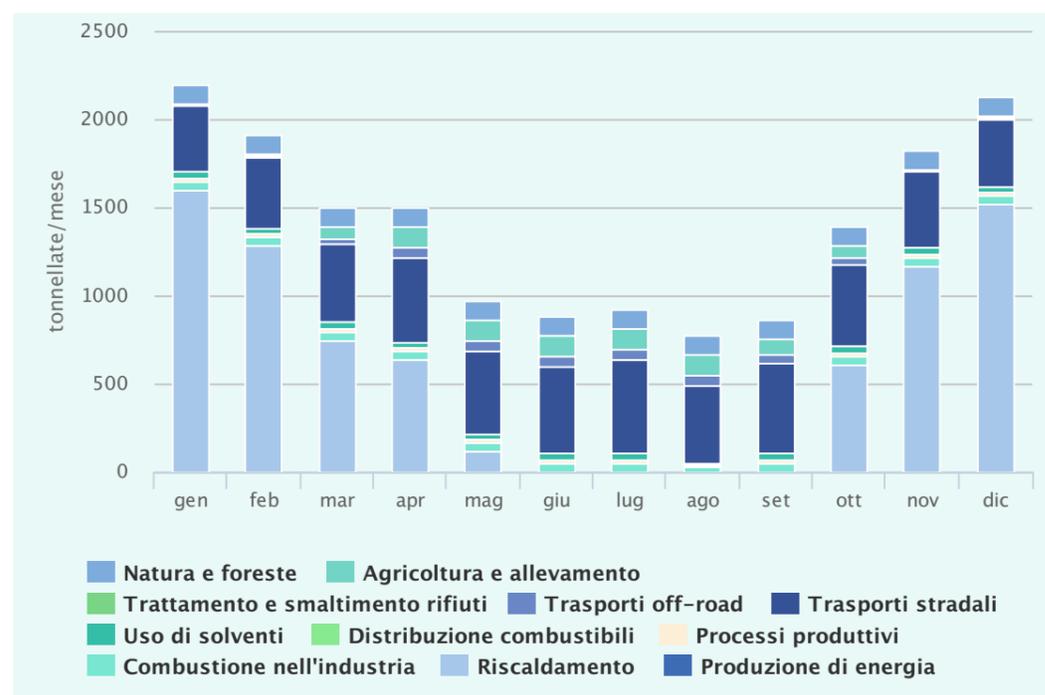
Grafico 3. Contributo dei comparti emissivi nel corso dell'anno. Emissioni di ossido di azoto.



Facilmente osservabile la differenza dell'impatto di emissioni - derivanti in buona parte dai sistemi di riscaldamento domestico - nei due periodi di riferimento sui quali sono stati estrapolati i dati, a dimostrazione di come esista un'elevata variabilità stagionale: i superamenti dei valori limite, infatti, si verificano maggiormente nel periodo invernale, durante il quale l'attività degli impianti di riscaldamento è elevata, mentre le capacità dispersive dell'atmosfera sono molto ridotte.

Come ben si può osservare dai grafici 3 e 4, le emissioni regionali - distribuite mensilmente per ciascun comparto emissivo - evidenziano come, nel periodo invernale, più del 75% delle emissioni di PM10 siano causate dal riscaldamento domestico. Le emissioni di NO_x, generate dal traffico e dalla combustione industriale, risultano, invece, quasi uniformemente distribuite nel corso dell'anno.

Grafico 4. Contributo dei comparti emissivi nel corso dell'anno. Emissioni di PM10.



Fonte: Relazione ambiente Piemonte, 2020.

1.3 Il settore edilizio



Giuseppe Patriarchi, Torino, 2019

Si definisce **inquinamento atmosferico** “ogni modificazione dell’aria atmosferica, dovuta all’introduzione nella stessa di una o di più sostanze in quantità e con caratteristiche tali da ledere o da costituire un pericolo per la salute umana o per la qualità dell’ambiente oppure tali da ledere i beni materiali o compromettere gli usi legittimi dell’ambiente”.⁵

L’eccessiva e rapida crescita delle città ha portato l’inquinamento atmosferico ad un livello talmente elevato da risultare insostenibile. Le cause sono numerose, ma il settore edilizio (pubblico e privato, residenziale e non residenziale) è ritenuto uno dei più dannosi per la salute dell’ambiente. Il rapporto stilato dalla Global Alliance for Building Construction evidenzia, infatti, come le costruzioni e il settore edilizio in sé siano la causa di circa il 40% delle emissioni di anidride carbonica e degli agenti inquinanti presenti nell’atmosfera.

In particolare, esse costituiscono il:

- 39% della quantità di anidride carbonica mondiale dispersa nell’aria;
- 36% del consumo globale di energia elettrica;
- 50% per l’estrazione di materie prime;
- 1/3 del consumo globale di acqua potabile.

Non solo l’edificio in sé, una volta costruito ed abitato, è idoneo a inquinare, ma anche il suo intero ciclo di vita. Basti pensare alle numerose fasi di costruzione, all’utilizzo di macchinari, al prelievo di materiali in ambiente nonché al loro smaltimento a fine ciclo vita (poco del quale conforme al riciclo ovvero al riutilizzo).

Se a ciò aggiungiamo poi il consumo di energia elettrica, le dispersioni di energia, il riscaldamento, la climatizzazione e l’illuminazione è facile comprendere il motivo per il quale il contributo degli edifici all’inquinamento incida così tanto sul totale.

L’Italia è al primo posto in Europa nella classifica delle emissioni di CO₂ da edifici. Ad esempio, le sole province di Milano e Varese - città densamente costruite (3,2% degli edifici presenti sul suolo italiano) - sono la causa dell’1,3% delle emissioni totali nazionali. Le cause sono riconducibili alla modernizzazione accelerata ed alle scelte politiche del dopoguerra che hanno intensificato il settore produttivo, specialmente nel nord Italia, ribaltandone lo scenario, da prevalentemente agricolo ad industriale, e, come diretta conseguenza della migrazione dalle campagne alle città, un notevole innalzamento di superficie edificata e coperta.

Dal momento che si stima che il patrimonio edilizio sarà destinato ad aumentare sempre di più, è oltremodo necessario modificare l’approccio al modo di costruire e progettare edifici, al fine di tutelare e garantire le necessità ambientali.

⁵ Gazzetta ufficiale, Art. 268 (definizioni), 2006.

45%

DELL'ENERGIA
PRODOTTA IN
EUROPA
VIENE
UTILIZZATA
NELL'EDILIZIA



50%

DELL'INQUINAMENTO
IN EUROPA
E' PRODOTTO
DAL SETTORE
EDILIZIO



50%

**DELLE RISORSE
SOTTRATTE
ALLA NATURA
E' DESTINATO
ALL'INDUSTRIA
EDILIZIA**



50%

DEI RIFIUTI PRODOTTI
ANNUALMENTE
IN EUROPA
PROVIENE
DAL SETTORE
EDILIZIO



Mika Baumeister, Bochum, Olanda, 2020.

Figura 6. Riepilogo di produzione, consumi, importazione e generazione di energia in Italia.

Mtoe	2000	2005	2010	2015	2016	2017
Produzione	28,3	30,3	32,9	36,1	33,5	36,7
Combustibili solidi fossili	0,0	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0
Prodotti petroliferi	4,9	6,3	5,6	5,8	4,0	4,5
Gas naturale	13,6	9,9	6,9	5,5	4,7	4,5
Nucleare	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Rinnovabili e biocarburanti	9,6	13,3	19,4	23,6	23,6	26,5
Rifiuti, Non rinnovabili	0,3	0,7	1,0	1,1	1,2	1,1
Importazione	152,4	159,8	148,5	121,4	121,5	124,6
Combustibili solidi fossili	13,1	16,4	13,8	12,3	10,7	9,4
Prodotti petroliferi	88,0	78,5	66,8	52,4	51,9	52,8
Gas naturale	47,0	59,8	61,6	50,0	53,3	56,8
Rinnovabili e biocarburanti	0,5	0,8	2,5	2,7	2,5	2,3
Elettricità	3,8	4,2	3,8	4,0	3,2	3,2
Consumo interno lordo	174,5	189,4	176,8	155,7	154,3	159,5
Combustibili solidi fossili	12,6	16,5	13,7	12,3	11,0	9,3
Prodotti petroliferi	89,9	83,3	68,4	56,7	54,8	55,4
Gas naturale	57,9	70,7	68,1	55,3	58,1	61,5
Nucleare	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Rinnovabili e biocarburanti	10,1	14,1	21,9	26,3	26,0	28,8
Elettricità	3,8	4,2	3,8	4,0	3,2	3,2
Rifiuti, Non rinnovabili	0,3	0,7	1,0	1,1	1,2	1,1
Disponibile per il consumo finale	128,8	139,6	131,7	117,6	116,8	121,2
Energia finale non consumata	8,4	8,6	9,6	6,6	6,3	7,9
Energia finale consumata	119,7	131,5	123,1	112,1	111,6	113,6
Per settore						
Industria	37,6	37,2	29,0	24,9	25,1	24,9
Trasporti	39,7	41,8	38,6	36,4	35,8	34,5
Residenziale	27,6	33,9	35,4	32,5	32,2	32,9
Servizi	11,5	15,1	17,0	15,4	15,4	18,2
Agricoltura e pesca	3,2	3,3	2,9	2,9	2,9	2,9
Altro	0,2	0,2	0,2	0,1	0,2	0,1
Capacità elettrica installata (GW)	75,5	85,5	106,6	117,0	114,2	114,2
Prodotti a combustione	54,0	61,9	74,7	65,6	62,1	61,3
Nucleare	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Idrica	20,3	21,0	21,5	22,2	22,3	22,4
Eolica	0,4	1,6	5,8	9,1	9,4	9,7
Solare	0,0	0,0	3,6	18,9	19,3	19,7
Geotermica	0,6	0,7	0,7	0,8	0,8	0,8
Produzione lorda di elettricità, per combustibile (TWh)	275,9	302,6	301,3	282,4	289,0	295,2
Combustibili solidi fossili	26,3	43,6	39,7	43,2	35,6	32,6
Prodotti petroliferi	85,9	47,1	21,7	13,4	12,1	11,5
Gas naturale	105,6	155,1	157,4	113,0	128,9	142,8
Nucleare	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Rinnovabili e biocarburanti	57,6	55,3	80,3	110,3	109,8	105,7
Rifiuti non residenziali	0,5	1,5	2,1	2,4	2,5	2,5
Emissione gas (Mil ton CO₂)						
CO ₂	478,2	502,9	435,2	365,4	363,8	360,2
Gas effetto serra	562,1	589,2	514,7	443,7	442,5	439,0

Fonte: Statistical pocketbook, Italy, 2019.

IL SETTORE EDILIZIO ITALIANO

Il settore edilizio-civile del Paese è dunque responsabile del 45% dei consumi di energia e del 17,5% delle emissioni dirette di CO₂. E' chiara quindi, grazie anche a questi dati, l'importanza dell'applicazione del Piano Nazionale Integrato Energia e Clima⁶, il quale delinea obiettivi energetici e di riduzione delle emissioni attraverso interventi di riqualificazione energetica degli edifici.

L'obiettivo di risparmio per il 2030 è per il 60% relativo al settore edilizio-civile, il quale dovrà inevitabilmente essere attivo, intraprendendo politiche di efficientamento: i risparmi indicati potranno essere conseguiti grazie all'efficientamento dell'involucro edilizio, all'introduzione di nuove tecnologie e materiali in ambito edilizio, ad un maggior utilizzo di fonti rinnovabili termiche nonché del teleriscaldamento ed inevitabilmente a profonde e diffuse riqualificazioni del parco immobiliare esistente. Gli edifici ad uso residenziale sul territorio nazionale risultano poco meno di 12,5 milioni, di questi oltre il 65% è stato costruito precedentemente all'prima legge sul risparmio energetico (Legge n.373 del 1976⁷); di conseguenza i consumi annuali registrati per questi edifici, con caratteristiche impiantistiche e di involucro che non hanno ancora subito aggiornamenti o miglioramenti, risultano superiori a 200 kWh/m², riferito alla superficie utile dell'edificio, classificandoli come i più 'energivori'.

L'Unione Europea, attraverso la Commissione, stila annualmente dei report riguardanti le emissioni e il consumo di energia degli Stati membri; lo 'statistical pocketbook'⁸ del 2019, riporta i principali dati italiani, suddividendo l'energia prodotta, consumata, importata ed esportata. Inoltre indica, in base ai settori, i consumi annui riportati in Mtoe (million tonne of oil equivalent). Quest'ultima è un'unità di misura che rappresenta l'energia rilasciata dalla combustione di una tonnellata di petrolio grezzo, che vale convenzionalmente circa 42 GJ.

All'interno dell'ultimo anno analizzato, il 2017, è possibile individuare come principali settori consumatori di energia in ordine decrescente quello dei trasporti, residenziale ed industriale.

Un'altro dato interessante è quello che suddivide l'uso di energia termica ed elettrica in Italia; osservando la pubblicazione di 'Strategia per la riqualificazione energetica del parco edilizio immobiliare nazionale'⁹ infatti, è possibile analizzare la tabella 2 che riporta i dati di consumo energetico da parte del settore civile-edilizio, suddividendo le principali destinazioni d'uso. In questo caso, sommando i valori relativi al settore residenziale monofamiliare e plurifamiliare, si nota che i consumi di energia elettrica restano in linea con i consumi di alberghi ed uffici, mentre per quanto riguarda i consumi di energia termica, il settore residenziale misura quasi il doppio di kWh/m² annuo rispetto agli altri settori.

Incrociando i dati appena analizzati, si può notare però, che il vettore di generazione dell'energia elettrica consumata proviene in maggior misura dai combustibili fossili quasi interamente d'importazione, mentre restano bassi i valori delle fonti rinnovabili (acqua, vento e solare) che risultano comunque in ascesa dal 2000.

6 PNIEC (Piano Nazionale Integrato per l'Energia e il Clima), in attuazione del Regolamento (UE) 2018/1999, 2019.

7 Legge n. 373, 30 marzo 1976.

8 EU energy in figures, *Statistical pocketbook*, European Commission, 2019.

9 STREPIN, *Consultazione pubblica sulla Strategia per la riqualificazione energetica del parco immobiliare nazionale*, Ministero dello Sviluppo Economico, Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, 2020.

Tabella 2. Consumi di energia elettrica e termica, in Italia, suddivisi per destinazione d'uso.

Destinazione d'uso	Consumo elettrico (kWh/ m ² anno)	Consumo termico (kWh/ m ² anno)	Consumo totale (kWh/ m ² anno)
Residenziale monofamiliare	38	142	180
Residenziale plurifamiliare	35	125	160
Pubblica Amministrazione	50	114	164
Ospedali	211	185	396
Scuole	20	130	150
Uffici	67	130	197
Alberghi	92	139	231
Penitenziari	50	191	241
Commercio:			
Minimercato			535
Supermercato			598
Ipermercato			527
Grande magazzino			255
Grande superficie specializzata			219
Altro			388

Fonte: Strategia per la riqualificazione energetica del parco edilizio immobiliare nazionale, 2020.

Le osservazioni, a questo punto, sono due: è necessario intervenire energeticamente sul parco edilizio nazionale per migliorarne le prestazioni, sia dell'involucro che dell'impiantistica, con l'obiettivo di ridurre le dispersioni e di conseguenza i consumi; ma è altrettanto importante che l'energia necessaria al loro funzionamento, provenga da fonti rinnovabili, le quali dovranno inevitabilmente diventare le principali fonti per la generazione di energia.

Analizzando in particolare l'ambito della riqualificazione energetica, vi sono alcune nozioni importanti da conoscere.

Cos'è il risparmio energetico?

*“Con il termine risparmio energetico si intendono tutte quelle tecniche o accorgimenti atti a ridurre o limitare i consumi di energia relativi allo svolgimento delle attività umane. In questo vastissimo campo trovano collocazione le attività produttive, commerciali, i servizi, le infrastrutture, i trasporti e, non ultimo, il settore residenziale. Nel prossimo futuro, il risparmio energetico, definito e caratterizzato anche in termini di efficienza energetica, ovvero di ottimizzazione di utilizzo, con conseguente riduzione del rapporto consumo/beneficio, sarà di importanza strategica ai fini del contenimento dei consumi e della riduzione dell'emissione di CO₂”.*¹⁰

Cos'è l'efficienza energetica?

“L'efficienza energetica di un dato processo, trasformazione, servizio, può definirsi come il rapporto tra l'effetto utile ottenuto (o prestazione erogata) e l'energia immessa in ingresso. Nel caso in cui l'effetto utile sia l'erogazione di energia, l'efficienza coincide con il rendimento della trasformazione associata in base al primo principio della termodinamica.

*Per miglioramento dell'efficienza energetica si intende un incremento dell'efficienza degli usi finali dell'energia, risultante da cambiamenti che possono essere sia tecnologici che comportamentali che economici. L'impiego di soluzioni energeticamente efficienti consente di ottenere numerosi benefici, quali la riduzione delle spese energetiche, con vantaggi diretti e indiretti (ad esempio, l'aumento di competitività per le imprese e la mitigazione del rischio di povertà energetica per le famiglie), la riduzione della domanda di energia globale del Paese, con minori importazioni e aumento della sicurezza energetica, un numero minore di infrastrutture a seguito di minor produzione e trasmissione di energia (meno centrali e linee di trasmissione e distribuzione), la riduzione delle emissioni climalteranti, con benefici immediati sulla qualità dell'aria e sulla salute della popolazione, la creazione di nuove filiere occupazionali nell'industria e nei servizi energetici”.*¹¹

Cos'è la transizione energetica?

*“Con transizione energetica si indica un processo di trasformazione del quadro di soddisfacimento dei fabbisogni energetici verso soluzioni caratterizzate da un ridotto impatto ambientale (con particolare riferimento alle emissioni di gas climalteranti) e, più in generale, da una maggiore sostenibilità. Caratteristiche fondamentali di questo processo sono la transizione verso un portfolio di fonti energetiche prevalentemente basate sull'utilizzo di risorse rinnovabili, la diffusione di soluzioni di efficienza in tutti gli utilizzi dell'energia e, infine, la disponibilità di soluzioni di cattura e sequestro dell'anidride carbonica, che rendano possibile l'utilizzo sostenibile delle fonti fossili”.*¹²

¹⁰ Manuale cremonese del geometra, Zanichelli, 2013.

¹¹ ENEA, Glossario, 2020.

¹² ENEA, Glossario, 2020.

“Con il termine **riqualificazione energetica** di un edificio, o retrofit energetico, si fa riferimento a tutti quegli interventi di tipo tecnologico e gestionale volti a fornire agli edifici una nuova o migliore prestazione dal punto di vista energetico, razionalizzando i flussi energetici tra edifici e ambiente esterno”.¹³

Per riqualificare un edificio è perciò necessario intervenire - previa diagnosi energetica - sull'aspetto strutturale-edilizio ed impiantistico, dello stesso: lo scopo è quello di garantire un retrofit vantaggioso, migliorando le prestazioni, utilizzando tecniche e materiali da costruzione sostenibili con un minimo impatto ambientale anche a mezzo di sistemi di generazione di calore alimentati da fonti di energia rinnovabile. Esistono vari livelli, più o meno specifici, di transizione energetica degli edifici che vanno dall'intervento puntuale - finalizzato a risolvere criticità peculiari - alla valutazione di un intervento globale atto a modificare il 'sistema edificio', dall'ideazione al suo utilizzo.

Circa le riqualificazioni energetiche, per gli edifici ad uso residenziale, gli strumenti utilizzabili sono numerosi:

- **Bonus ristrutturazione**, il quale, comprendendo gli interventi finalizzati al recupero del patrimonio edilizio, dispone di un'aliquota di detrazione del 36% dell'importo dei lavori ripartita in 10 quote annuali, per le spese sostenute a partire dal 1° gennaio 2020;

- **Ecobonus**, il quale, comprendendo gli interventi finalizzati alla riqualificazione energetica di un edificio, dispone di aliquote di detrazione comprese tra il 50% e l'85%, ripartite in 10 quote annuali, a seconda del tipo di intervento;

- **Sismabonus**, il quale, comprendendo gli interventi finalizzati alla realizzazione di interventi antisismici e le opere per la messa in sicurezza statica degli edifici, dispone di un'aliquota di detrazione del 50% dell'importo dei lavori, ripartita in 5 quote annuali, con un importo massimo limitato a 96.000€ ad unità abitativa;

- **Bonus facciate**, il quale, comprendendo gli interventi finalizzati al recupero od al restauro della facciata esterna, dispone di un'aliquota di detrazione del 90% dell'importo dei lavori ripartita in 10 quote annuali;

- **Bonus verde**, il quale, comprendendo gli interventi finalizzati alla sistemazione a verde di aree scoperte private e realizzazione di coperture verdi e giardini pensili, dispone di un'aliquota di detrazione del 36% dell'importo dei lavori, ripartita in 10 quote annuali, con un importo massimo limitato a 5000€ ad unità abitativa, ;

- **Superbonus**, il quale, comprendendo gli interventi finalizzati alla riqualificazione energetica e antisismica di un edificio, dispone di un'aliquota di detrazione del 110% dell'importo dei lavori, ripartita in 5 quote annuali.

¹³ Pedago.it, *Riqualificazione energetica*, 2020.

2

LA
LEGISLAZIONE
ENERGETICA
ED IL QUADRO
DEGLI
INCENTIVI

2.1 L'evoluzione della legislazione europea ed italiana

Come precedentemente accennato, il settore edilizio italiano (sia residenziale che pubblico) si è sviluppato in modo considerevole a partire dagli anni del dopoguerra, rendendo necessaria - soprattutto negli ultimi tempi - una regolamentazione in ambito di efficienza energetica.

Il primo passo importante, finalizzato alla limitazione dei consumi e delle emissioni, è stato fatto agli inizi del 1991, con l'emanazione della Legge n°10 recante "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" ¹. Tale testo normativo (attuato con il Decreto Legislativo n°192 del 19 agosto 2005) - che introduce le basi per la futura politica del risparmio energetico definendo sei zone climatiche, fissando le temperature ambiente all'interno degli edifici e (con l'articolo 30) il concetto di certificazione energetica degli edifici - costituisce il punto di partenza e precedente importante in materia energetica degli edifici.

Sia la stesura del protocollo di Kyoto dell'11 dicembre 1997 (entrato in vigore solamente il 16 febbraio 2005 in seguito alla sottoscrizione della Russia e volto a contrastare il riscaldamento climatico dovuto alle ingenti emissioni di CO₂ in atmosfera), sia l'accordo di Parigi del 2015, (riguardante un accordo internazionale per limitare i cambiamenti climatici e mantenerli al di sotto dei 2°C), hanno infatti spinto la Comunità europea a stilare numerosi accordi, recanti direttive di allineamento e contrasto alle, ormai insostenibili, emissioni ed al riscaldamento globale.

Lo Stato italiano ha sempre cercato di adeguarsi alle Direttive europee, formulando testi di legge idonei a regolare consumi ed emissioni. In particolare, sulla spinta della Direttiva Europea, n. 844/2018 - nata con l'intento di decarbonizzare il parco immobiliare, stabilendo degli scenari futuri e degli obiettivi da raggiungere nel medio e lungo periodo - l'Italia ha emesso la Legge n°77 del 17/07/20, meglio noto come Decreto Rilancio, con il quale si mira ad intervenire sul parco immobiliare del Paese, dal punto di vista del risparmio energetico e del rendimento.

Chiara pare, quindi, l'intenzione dello Stato di realizzare un rinnovo nel settore edilizio, offrendo ai privati incentivi decisamente vantaggiosi ed invogliando così anche il singolo individuo a contribuire, con il proprio apporto, alla realizzazione di un progetto di ampio respiro.

¹ Gazzetta Ufficiale n.13, 1991.

**REGOLAMENTI IN CAMPO ENERGETICO E INCENTIVI FISCALI,
DAL 1991 AD OGGI:**

- **Legge 9/1/1991 n°10:** 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;

- **D.P.R. n. 412 del 26 agosto 1993:** norme in materia di progettazione, installazione, esercizio e manutenzione degli impianti termici degli edifici, ai fini del contenimento dei consumi di energia;

- **Direttiva Europea n. 2002/91/CE** del 16 dicembre 2002 (attuata con D. Lgs n. 192 del 19 agosto 2005): rendimento energetico nell'edilizia;

- **Direttiva Europea n. 2006/32/CE** del 5 aprile 2006 (attuata con D.Lgs n. 115 del 30 maggio 2008): efficienza degli usi finali dell'energia, servizi energetici ed annessa abrogazione della direttiva 93/76/CEE del Consiglio (Testo rilevante ai fini del SEE);

- **Direttiva Europea n. 2009/28/CE** del 23 aprile 2009 (attuata con D.Lgs n. 28 del 3 marzo 2011): promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili ed annessa modifica e successiva abrogazione delle direttive 2001/77/CE e 2003/30/CE;

- **Direttiva Europea n. 2010/31/UE** del 19 maggio 2010: prestazione energetica nell'edilizia;

- **Regolamento delegato (UE) n. 244/2012** del 16 gennaio 2012 (ad integrazione della direttiva 2010/31/UE del Parlamento europeo e del Consiglio): prestazione energetica nell'edilizia tramite l'istituzione di un quadro metodologico comparativo per il calcolo dei livelli ottimali in funzione dei costi per i requisiti minimi di prestazione energetica degli edifici e degli elementi edilizi;

- **Legge n. 90 del 03.08.2013** (conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 4 giugno 2013, n. 63): disposizioni urgenti per il recepimento della Direttiva 2010/31/UE del Parlamento europeo e del Consiglio del 19 maggio 2010, a riguardo la prestazione energetica nell'edilizia per la definizione delle procedure d'infrazione avviate dalla Commissione europea, nonché disposizioni in materia di coesione sociale;

- **Decreto Interministeriale 26 giugno 2015 - Requisiti minimi:** "applicazione delle metodologie di calcolo delle prestazioni energetiche e definizione delle prescrizioni e dei requisiti minimi degli edifici", ai sensi dell'articolo 4, comma 1, del decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192, con relativi allegati n. 1 (e rispettive appendici sub A e sub B) e n. 2;

- **Direttiva (UE) 2018/844** del 30 maggio 2018 (a modifica della direttiva 2010/31/UE sulla prestazione energetica nell'edilizia e della direttiva 2012/27/UE sull'efficienza energetica);

- **Legge n.160 del 27.12.2019:** bilancio di previsione dello Stato per l'anno finanziario 2020 e bilancio pluriennale per il triennio 2020-2022, che inserisce gli incentivi per l'efficienza energetica degli edifici (**Ecobonus**) e per le ristrutturazioni edilizie che comportano risparmio energetico e/o utilizzo delle fonti rinnovabili (**Bonus Casa**);

- **D. Lgs n.48 del 10 giugno 2020:** attuazione della direttiva (UE) n. 2018/844 del 30 maggio 2018, che modifica la direttiva n. 2010/31/UE sulla prestazione energetica nell'edilizia e la direttiva n. 2012/27/UE sull'efficienza energetica;

- **Decreto Rilancio** (Decreto Legge 19 maggio 2020, n. 34, convertito con modifiche nella Legge 17 luglio 2020, n. 77): introduzione, ex art.119, del **SUPERBONUS**, con l'aliquota di detrazione nella misura del 110% delle spese sostenute tra il 1° luglio 2020 e il 31 dicembre 2021. Ai sensi dell'art. 121, sono disciplinate invece le opzioni della cessione del credito e dello sconto in fattura. Il Decreto Requisiti ed il Decreto Asseverazioni, atti a regolare l'accesso agli incentivi fiscali dell'Ecobonus e del Superbonus, sono entrati in vigore il 6 ottobre 2020, a seguito della pubblicazione in Gazzetta Ufficiale (G.U.n. 246 del 5 ottobre 2020).

LE DIRETTIVE
EUROPEE



Dir. 2002/91/CE
sul rendimento energetico
nell'edilizia

Dir. 2006/32/CE
efficienza degli usi finali
dell'energia e servizi
energetici, abrogazione
della direttiva 93/76/CEE

>2002

>2006

I REGOLAMENTI
ITALIANI



>1991

>1993

>2005

Legge n.10
uso razionale dell'energia
ed utilizzo fonti rinnovabili

D.P.R. n.412
introduce il concetto di zona
climatica e Gradi Giorno

D.Lgs. n.192
introduce la certificazione
energetica per gli edifici

Dir. 2009/28/CE

promozione dell'uso di
energia da fonti rinnovabili

Dir. 2010/31/UE

sulla prestazione energetica
nell'edilizia (rifusione)

›2009

›2010

›2011

›2012

›2013

D.Lgs. n.28

obbliga a riportare sugli annunci di vendita
l'indice di prestazione energetica dell'APE

Regolamento n.244

integra la dir. 2010/31 con un
quadro metodologico per il calcolo
dei livelli ottimali per i requisiti
minimi di prestazione energetica
degli edifici e degli elementi edilizi

Legge n. 90

del 03.08.2013, sulla prestazione
energetica nell'edilizia per la definizione
delle procedure d'infrazione avviate
dalla Commissione europea.

Dir. 2018/844/UE

sulla prestazione ed efficienza energetica nell'edilizia.

›2018

FUTURE DIRETTIVE
EUROPEE

›2015

›2019

›2020

FUTURI REGOLAMENTI
ITALIANI

D.M. Requisiti Minimi

introduce l'“edificio di riferimento” per la certificazione energetica degli edifici

Legge n.160

che inserisce gli incentivi per l'efficienza energetica degli edifici (Ecobonus) e per le ristrutturazioni edilizie che comportano risparmio energetico e/o utilizzo delle fonti rinnovabili (Bonus Casa).

D.L. n.34

Art. 119, Incentivi per efficientamento energetico, sisma bonus, fotovoltaico e colonnine di ricarica di veicoli elettrici

D.Lgs. n.48

sulla prestazione ed efficienza energetica nell'edilizia.
STREPIN (Strategia per la riqualificazione energetica del parco immobiliare nazionale)

Legge n.77 - Decreto rilancio

ha introdotto con l'art.119 il SUPERBONUS, con l'aliquota di detrazione nella misura del 110% delle spese sostenute tra il 1° luglio 2020 e il 31 dicembre 2021.

2.2 Direttiva Europea n.844/2018

La Direttiva Europea n. 844 del 30 maggio 2018, recante modifiche alle precedenti direttive (2010/31/UE e 2012/27/UE) riguardanti la prestazione energetica e l'efficienza energetica degli edifici, si pone grandi obiettivi, a medio e lungo termine, a riguardo la velocizzazione della ristrutturazione del parco immobiliare, esortando gli Stati membri ad adeguare ed integrare le proprie normative e proponendo, nel contempo, grandi incentivi per il raggiungimento dello scopo finale. Infatti, come definito all'interno dello scritto, "l'Unione è determinata nell'impegno per lo sviluppo di un sistema energetico sostenibile, competitivo, sicuro e decarbonizzato. L'Unione dell'energia e il quadro politico per l'energia e il clima per il 2030, fissano ambiziosi impegni dell'Unione per ridurre ulteriormente le emissioni di gas a effetto serra di almeno il 40% entro il 2030 rispetto al 1990, per aumentare la quota di consumo di energia da fonti rinnovabili, realizzare un risparmio energetico conformemente alle ambizioni a livello dell'Unione e per migliorare la sicurezza energetica, la competitività e la sostenibilità dell'Europa".²

Dal momento che la metà dell'energia prodotta dall'Unione è utilizzata per i sistemi di riscaldamento e raffrescamento e di questa metà l'80% viene sfruttato dagli edifici residenziali, è facile comprendere l'esigenza di rinnovare il parco immobiliare verso una futura totale decarbonizzazione ed alta efficienza energetica. Il compito degli Stati membri è, quindi, quello di prevedere profonde strategie di ristrutturazione, con azioni misurabili ed incentivi atti a favorire l'opera. Per tale motivo, gli obiettivi principali della nuova Direttiva vertono sul miglioramento della prestazione energetica degli edifici (nuovi ed esistenti), non solo per quanto concerne l'"involucro" edilizio, ma anche a riguardo di tutti i sistemi passivi volti a ridurre il fabbisogno energetico per il riscaldamento, il raffrescamento, l'illuminazione e la ventilazione, oltre ad un sistema di monitoraggio elettronico dei sistemi tecnici per l'edilizia. La Direttiva, inoltre, introduce alcuni requisiti sulla mobilità elettrica, prevedendo la predisposizione e l'installazione di stazioni di ricarica.

In tal proposito, la Commissione Europea prevede che le ristrutturazioni siano da realizzare con un tasso del 3% annuo, comprendente non solo il risparmio energetico, ma anche la riduzione dell'importazione di gas, contribuendo così non solo all'indipendenza energetica, ma anche al risparmio ed alla creazione di occupazione all'interno delle piccole e medie imprese.

² Gazzetta ufficiale dell'Unione europea L156/75, pag. 1- art. 1, 2018.

2.3 Legge n.77 - Decreto Rilancio

SUPERBONUS



DECRETO RILANCIO

In linea con le Direttive Europee, in data 19 maggio 2020 lo Stato italiano ha pubblicato il D.L. n.34/2020 (convertito nella Legge n.77/2020), il quale descrive all'Art. 119 del Titolo VI gli "Incentivi per efficientamento energetico, Sismabonus, fotovoltaico e colonnine di ricarica di veicoli elettrici". Qui vengono riportate tutte le possibili opere di efficientamento energetico, di riduzione del rischio sismico, di installazione di impianti fotovoltaici e colonne di ricarica per i veicoli elettrici. Tale decreto - che innalza l'aliquota di detrazione al 110% per tutte le spese sostenute dal 1° luglio 2020 al 31 dicembre 2022 (Legge di Bilancio n°178 del 30 dicembre 2020) - nasce non solo con l'intenzione di semplificare l'accesso agli incentivi fiscali già esistenti (racchiudendoli all'interno di quello che risulterebbe un unico intervento edilizio), ma anche con quella di muovere un intero settore nella direzione del 'green edilizio' di auto-sostegno e di abbattimento delle emissioni provocate dai sistemi di riscaldamento e da tutti i processi di costruzione e mantenimento degli edifici. Le numerose opere previste dal testo normativo (di seguito 'Superbonus') spaziano da aperture verso la mobilità elettrica (con l'inserimento, all'interno dei 'lavori' previsti, dell'installazione di colonne di ricarica per i veicoli elettrici) ad interventi all'involucro opaco e trasparente (tramite isolamento termico delle porzioni opache e sostituzione di quelle trasparenti con sistemi meno disperdenti), ai sistemi di condizionamento invernale (sostituendoli o aggiornandoli con impianti tecnologicamente più avanzati e quindi meno 'energivori'), ad interventi antisismici su edifici o parti di essi che necessitano di ripristini importanti anche a livello strutturale, nonché ad interventi atti a ridurre l'impatto e le emissioni in atmosfera di agenti inquinanti, idonei a limitare, conseguentemente, anche il consumo di energia.

All'interno del D.Lgs. n.48 (anch'esso parte della conversione in Legge n.77/2020), si colloca la STREPIN (Strategia per la riqualificazione energetica del parco immobiliare nazionale), predisposta dai ministeri dello Sviluppo economico, dell'Ambiente e delle Infrastrutture con la collaborazione dell'ENEA; questa infatti è la strategia politica adottata in grado di recepire e concretizzare le linee guida della Direttiva Europea n.844/2018. Trattasi di una generale conferma delle linee guida del PNIEC (Piano nazionale energia-clima per consolidamento e integrazione di Ecobonus e Bonus Casa con premi per gli interventi con migliore costo-efficacia e di riqualificazione profonda e miglioramento sismico, semplificazione del Conto Termico anche attraverso il modello Esco e i contratti Epc), con un tentativo di velocizzare le procedure di incentivazione. La strategia è costituita da un insieme di misure tecniche, fiscali e normative che dovrebbero stimolare gli interventi di efficientamento energetico del patrimonio edilizio italiano con l'obiettivo di portare ad un tasso di riqualificazione annuo nei settori residenziale e terziario rispettivamente del 0,8 e 4% tra il 2020 e il 2030 e 1,2 e 3,7% tra il 2030 e il 2050.

Riguardo al 'Superbonus', per semplificare la comprensione/utilizzazione del decreto, è stata redatta una Guida scaricabile dal sito dell'Agenzia delle Entrate, in cui vengono indicate ed illustrate le opere possibili, le limitazioni ed i requisiti per accedere al Superbonus. In particolare, gli interventi previsti vengono divisi in due classi: quelli trainanti, identificati come 'vincolanti' per poter usufruire del Bonus 110%, e quelli trainati, cioè tutti quelli che, una volta verificata la possibilità di eseguire gli interventi trainanti possono essere aggiunti ed eseguiti, usufruendo della stessa aliquota di agevolazione.

Al fine di riassumere le indicazioni principali e di comprendere al meglio i passaggi utili all'accesso all'incentivo, si riportano, qui di seguito, alcuni estratti della Guida Superbonus 110%.

Tabella 1. Le detrazioni per gli interventi di efficientamento energetico (Ecobonus).

Tipo di intervento		detrazione massima
riqualificazione energetica di edifici esistenti (tali interventi non sono ammessi al Superbonus)		100.000 euro
su involucro di edifici esistenti (per esempio, pareti, finestre, tetti e pavimenti)		60.000 euro
installazione di pannelli solari per la produzione di acqua calda		60.000 euro
sostituzione di impianti di climatizzazione invernale con impianti dotati di caldaie a condensazione ad aria o ad acqua dal 2008 , sostituzione di impianti di climatizzazione invernale con impianti dotati di pompe di calore ad alta efficienza o impianti geotermici a bassa entalpia dal 2012 , sostituzione di scaldacqua tradizionali con scaldacqua a pompa di calore dedicati alla produzione di acqua calda sanitaria		30.000 euro
dal 2015 , acquisto e posa in opera di schermature solari		60.000 euro
dal 2015 , acquisto e posa in opera di impianti di climatizzazione invernale dotati di generatori di calore alimentati da biomasse combustibili		30.000 euro
dal 2016 , acquisto, installazione e messa in opera di dispositivi multimediali per il controllo a distanza degli impianti di riscaldamento, di produzione di acqua calda, di climatizzazione delle unità abitative	<ul style="list-style-type: none"> • 15.000 euro, per interventi effettuati dal 6 ottobre 2020 • non è previsto un limite massimo di detrazione per interventi effettuati prima del 6 ottobre 2020 	
dal 2018 , acquisto e posa in opera di micro-cogeneratori		100.000 euro
interventi sull'involucro degli edifici per i quali spetta la detrazione del 70 o 75%	non è previsto un limite massimo di detrazione ma un ammontare complessivo delle spese, che non deve essere superiore a 40.000 euro moltiplicato per il numero delle unità immobiliari che compongono l'edificio	
interventi su parti comuni di edifici per i quali spetta la detrazione dell'80 o 85%	non è previsto un limite massimo di detrazione ma un ammontare complessivo delle spese, che non deve essere superiore a 136.000 euro moltiplicato per il numero delle unità immobiliari che compongono l'edificio (tali interventi non sono ammessi al Superbonus)	

Fonte: Agenzia delle entrate, Guida Superbonus 110%, 2021.

INTERVENTI

“Ai sensi dell’articolo 119 del decreto Rilancio, le detrazioni più elevate sono riconosciute per le spese documentate e rimaste a carico del contribuente, sostenute dal 1° luglio 2020 al 30 giugno 2022, per le seguenti tipologie di interventi (cd. “trainanti”) di:

- **isolamento termico delle superfici opache** verticali, orizzontali e inclinate che interessano l’involucro degli edifici, compresi quelli unifamiliari, con un’incidenza superiore al 25% della superficie disperdente lorda dell’edificio medesimo o dell’unità immobiliare sita all’interno di edifici plurifamiliari che sia funzionalmente indipendente e disponga di uno o più accessi autonomi dall’esterno. Gli interventi per la coibentazione del tetto rientrano nella disciplina agevolativa, senza limitare il concetto di superficie disperdente al solo locale sottotetto eventualmente esistente;
- **sostituzione degli impianti** di climatizzazione invernale esistenti con impianti centralizzati per il riscaldamento, e/o il raffrescamento e/o la fornitura di acqua calda sanitaria sulle parti comuni degli edifici, o con impianti per il riscaldamento, e/o il raffrescamento e/o la fornitura di acqua calda sanitaria sugli edifici unifamiliari o sulle unità immobiliari site all’interno di edifici plurifamiliari che siano funzionalmente indipendenti e dispongano di uno o più accessi autonomi dall’esterno;
- **interventi antisismici** di cui ai commi da 1-bis a 1-septies dell’articolo 16 del decreto legge n. 63/2013 (cd. sismabonus)”.³

L’isolamento termico delle superfici opache, verticali, orizzontali e inclinate, è finalizzato principalmente al necessario intervento sulle superfici disperdenti dell’edificio, cioè le pareti perimetrali che si trovano a contatto con l’ambiente esterno ovvero con locali non riscaldati. La stessa esigenza viene riscontrata anche circa le partizioni orizzontali e oblique, ovvero sui solai e sulle coperture piane o inclinate. L’isolamento, così inteso, non si limita, però, a tale tipo di intervento ma involge e comprende anche la necessità di isolare tutte quelle parti dell’edificio in cui si verifica una trasmissione ‘freddo-caldo’ o ‘caldo-freddo’ (definite, perciò, come ‘ponti termici’) che determinano il ‘sistema’ isolato dell’intero edificio. Allo stesso modo, la sostituzione degli impianti prevede l’aggiornamento del sistema di generazione o dell’intero impianto prevedendo oltremodo l’installazione di impianti solari e fotovoltaici, nonché sistemi di accumulo, andando a creare nuovi sistemi ibridi o totalmente elettrici. Tutte le opere sopra citate - che variano a seconda dell’edificio e dell’intervento - sono legate a limiti di spesa che non prevedono solo la fornitura e il montaggio del nuovo sistema, ma anche lo stoccaggio e smaltimento di quello vecchio, nonché tutte le lavorazioni accessorie atte a fornire un’installazione ‘a regola d’arte’. Per gli interventi trainanti, ad esempio, sono stati imposti i seguenti limiti di spesa, a seconda che siano edifici mono o plurifamiliari e se composti da meno o più di 8 unità abitative:

- 50.000€, per il singolo edificio unifamiliare o per le unità che compongono un edificio plurifamiliare;
- 40.000€, per ogni unità immobiliare sita all’interno di un edificio composto da due a otto unità abitative;
- 30.000€, per ogni unità immobiliare site all’interno di un edificio composto da più di otto unità abitative.

Per la sostituzione dell’impianto di condizionamento invernale, i limiti di spesa seguono lo stesso principio, ma con capitali inferiori.

³ Agenzia delle entrate, Guida Superbonus 110%, pag. 4, 2021.

Come già detto, il Superbonus prevede la possibilità di estendere l'agevolazione ad ulteriori interventi 'trainati', "a condizione che gli stessi siano eseguiti congiuntamente ad almeno uno degli interventi di isolamento termico o di sostituzione degli impianti di climatizzazione invernale"⁴.

Tra gli interventi 'trainanti' rilevano:

- "l'**efficientamento energetico** rientranti nell'ecobonus, nei limiti di spesa previsti dalla legislazione vigente per ciascun intervento;
- quelli previsti dall'articolo 16-bis, comma 1, lettera e), del Dpr 917/1986, finalizzati alla **eliminazione delle barriere architettoniche**, per favorire la mobilità interna ed esterna all'abitazione alle persone portatrici di handicap in situazione di gravità e anche se effettuati in favore di persone di età superiore a sessantacinque anni (per le spese sostenute dal 1° gennaio 2021);
- l'**installazione di infrastrutture per la ricarica di veicoli elettrici** negli edifici, di cui all'articolo 16-ter del citato decreto legge n. 63/2013 (...).

Il Superbonus riguarda, altresì, l'installazione di impianti solari fotovoltaici connessi alla rete elettrica sugli edifici indicati all'articolo 1, comma 1, lettere a), b), c) e d), del Dpr n. 412/1993 o di impianti solari fotovoltaici su strutture pertinenziali agli edifici e l'installazione contestuale o successiva di sistemi di accumulo integrati negli impianti solari fotovoltaici agevolati"⁵, a condizione che tali interventi siano eseguiti congiuntamente ad almeno uno di quelli di isolamento termico o di sostituzione degli impianti di climatizzazione invernale o antisismici, precedentemente elencati.

Ciò comporta, di conseguenza, la possibilità di includere all'interno della medesima aliquota di detrazione anche gli interventi già previsti dal precedente Ecobonus⁶, come, ad esempio, la sostituzione delle gelosie, delle tapparelle, dei loro cassonetti, dei serramenti esterni e di tutto ciò che divide ambienti riscaldati da ambienti non riscaldati come i portoncini d'ingresso delle abitazioni.

È anche possibile l'installazione di impianti solari fotovoltaici utili alla generazione di corrente elettrica, impiegata sia per il proprio 'classico' utilizzo, sia per coprire le necessità di aree comuni (vani scala e ascensori), sia per l'installazione di impianti di generazione invernale ibridi o totalmente elettrici come le pompe di calore. Affiancati a tali sistemi di generazione - sempre previsti all'interno degli interventi trainati - è permessa, altresì, l'installazione (contestuale o successiva) di sistemi di accumulo, che garantiscano la possibilità di immagazzinare l'elettricità prodotta e non utilizzata: il Superbonus prevede, infatti, che gli impianti installati con l'agevolazione fiscale al 110%, incapaci di accumulare l'energia prodotta in eccesso, la immettano gratuitamente nella rete pubblica.

⁴ Agenzia delle entrate, *Guida Superbonus 110%*, pag. 5, 2021.

⁵ Agenzia delle entrate, *Guida Superbonus 110%*, pag. 5, 2021.

⁶ Gazzetta Ufficiale n. 304, *Legge n.160*, 2019.

BENEFICIARI

“Il Superbonus si applica agli interventi effettuati:

- dai condomini (...);
- dalle persone fisiche (...);
- dagli Istituti autonomi case popolari (IACP), comunque denominati, nonché dagli enti aventi le stesse finalità sociali dei predetti Istituti, istituiti nella forma di società che rispondono ai requisiti della legislazione europea in materia di “in house providing”. (...);
- dalle cooperative di abitazione a proprietà indivisa. (...);
- dalle Organizzazioni non lucrative di utilità sociale (...), dalle organizzazioni di volontariato (...) e dalle associazioni di promozione sociale (...);
- dalle associazioni e società sportive dilettantistiche (...).

La detrazione spetta ai soggetti che possiedono o detengono l’immobile oggetto dell’intervento in base ad un titolo idoneo al momento di avvio dei lavori o al momento del sostenimento delle spese, se antecedente il predetto avvio. Si tratta, in particolare, del proprietario, del nudo proprietario o del titolare di altro diritto reale di godimento (usufrutto, uso, abitazione o superficie), del detentore dell’immobile in base ad un contratto di locazione, anche finanziaria, o di comodato, regolarmente registrato, in possesso del consenso all’esecuzione dei lavori da parte del proprietario nonché dei familiari del possessore o detentore dell’immobile.

I titolari di reddito d’impresa o professionale rientrano tra i beneficiari nella sola ipotesi di partecipazione alle spese per interventi trainanti effettuati dal condominio sulle parti comuni”.⁷

⁷ Agenzia delle entrate, *Guida Superbonus 110%*, pag. 7-8, 2021.

REQUISITI

Durante lo studio di fattibilità, uno dei requisiti necessari allo sviluppo del progetto ed alla conseguente agevolazione fiscale è il visto di conformità edilizia ed urbanistica. Quest'ultimo deve essere verificato e successivamente asseverato da un tecnico abilitato, confrontando le pratiche autorizzate depositate al Comune di riferimento con lo stato di fatto al momento della verifica, con una tolleranza ammissibile (per volumetrie e superficie utile) del 2%. Il processo di analisi della fattibilità potrebbe, però, subire rallentamenti o, addirittura, l'arresto totale, se si riscontrassero abusi edilizi (risolvibili in alcuni casi con una sanatoria) oppure difformità urbanistiche (quali, ad esempio, il mancato rispetto in fase di realizzazione di distanze dai confini, da altri edifici e dagli assi stradali).

I requisiti dal punto di vista energetico invece, prevedono che, gli interventi a cui fa riferimento il decreto, possano essere eseguiti congiuntamente o singolarmente, a patto che, in entrambe le situazioni e nel loro complesso, venga realizzato il miglioramento di due classi energetiche dell'intero edificio o - nel caso in cui l'edificio o l'unità abitativa si trovi già nella penultima (terzultima) classe - venga garantita la classe energetica più alta.

Il miglioramento energetico deve essere dimostrato da un tecnico abilitato con una dichiarazione asseverata, mediante l'attestato di prestazione energetica (A.P.E.), ante e post intervento. Inoltre, per quanto riguarda l'isolamento termico delle superfici opache, l'intervento deve estendersi ad almeno il 25% delle superfici definite come 'disperdenti'.

CONTROLLI

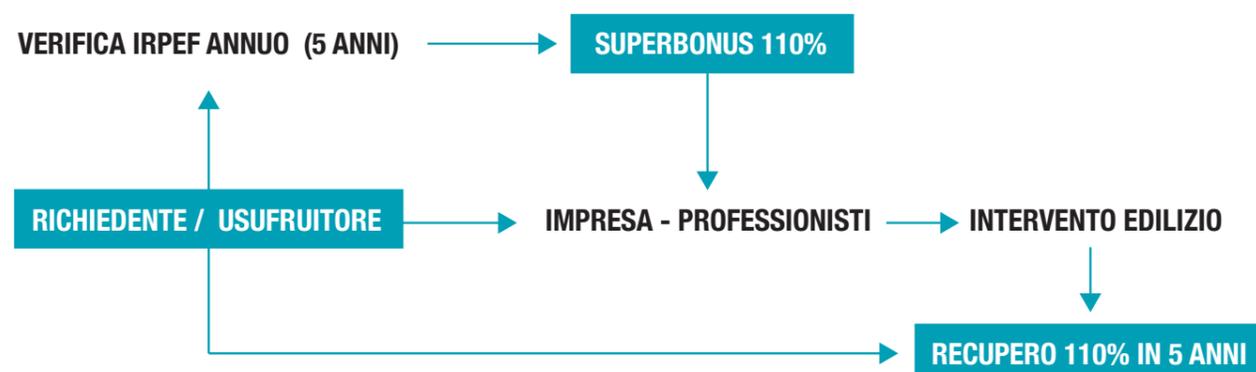
Gli enti preposti al controllo del rispetto dei requisiti tecnici ed energetici e del corretto utilizzo del capitale detraibile sono l'Agenzia delle Entrate e l'ENEA, che dispongono della possibilità di effettuare le verifiche necessarie nell'arco dei 10 anni dall'inizio dei lavori.

L'Agenzia delle Entrate, infatti, procede all'analisi dei documenti presentati, dal richiedente o dai professionisti incaricati, per usufruire della detrazione, al fine di verificare che l'utilizzo del credito d'imposta, da parte dei fornitori e dei soggetti cessionari, sia stato regolare e non superiore rispetto al credito d'imposta ricevuto. L'ENEA, invece, si occupa del controllo e della verifica delle asseverazioni, e, di conseguenza, degli asseveratori, riguardanti la conformità urbanistico-edilizia, degli attestati di prestazione energetica e dei preventivi di spesa che siano congrui alle lavorazioni eseguite.

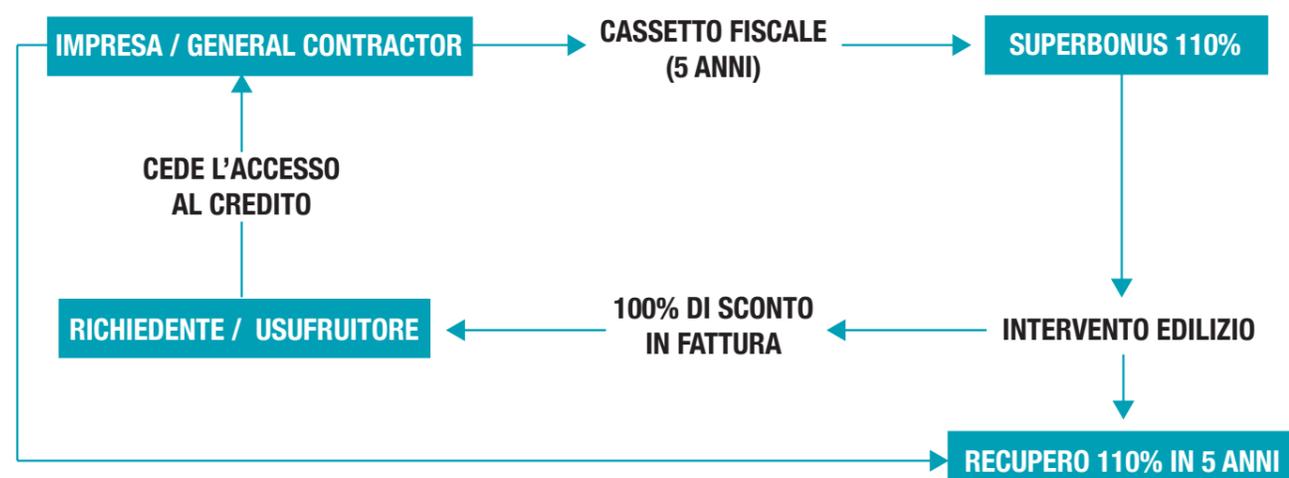
2.4 Meccanismi e processi economici

Schema 1. Rappresentazione schematica delle tipologie di detrazione ed il loro funzionamento.

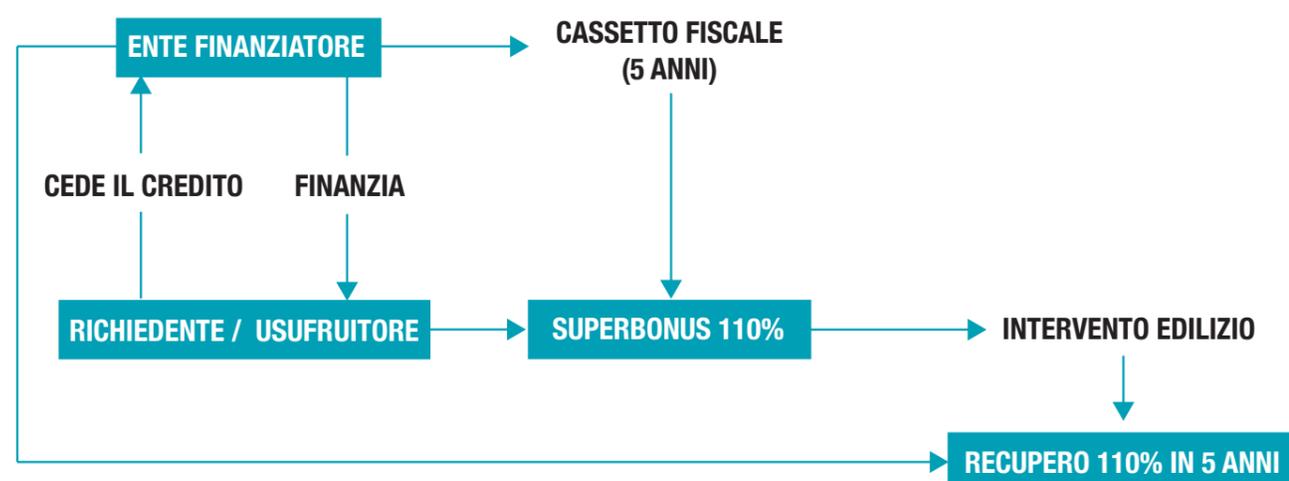
DETRAZIONE DIRETTA



SCONTO IN FATTURA



CESSIONE DEL CREDITO



L'AGEVOLAZIONE

La principale differenza tra il Superbonus ed i precedenti incentivi è sicuramente la maggiorazione dell'aliquota di detrazione, elevata al 110% per tutte le spese relative agli interventi effettuati entro il 31 dicembre 2022. Inoltre, la ripartizione del credito è stata attualmente dimezzata a 5 quote annuali - costanti e di pari importo, per le spese sostenute entro il 31 dicembre 2021 - ed in 4 quote annuali di pari importo per le spese effettuate nell'anno 2022.

Si riporta, qui di seguito, uno stralcio illustrativo estratto dalla Guida redatta dall'Agenzia delle Entrate:

“Il Superbonus spetta per le spese sostenute dalle persone fisiche per interventi realizzati su un massimo di due unità immobiliari. Tale limitazione non opera per le spese sostenute per gli interventi effettuati sulle parti comuni dell'edificio, nonché per gli interventi antisismici. Indipendentemente dalla data di avvio degli interventi cui le spese si riferiscono, per l'applicazione dell'aliquota corretta occorre fare riferimento:

- alla data dell'effettivo pagamento (criterio di cassa) per le persone fisiche, gli esercenti arti e professioni e gli enti non commerciali;
- alla data di ultimazione della prestazione, indipendentemente dalla data dei pagamenti, per le imprese individuali, le società e gli enti commerciali (criterio di competenza)”.⁸

La detrazione, invero, può avvenire in diverse modalità: nel caso in cui il proprio cassetto fiscale possa sostenere la detrazione ripartita nei 5 anni, è possibile, infatti, usufruire della detrazione diretta, altrimenti, nel caso in cui quest'ultima non sia possibile, cedere il proprio credito ad intermediari (come banche, imprese o General contractor, quali finanziatori esterni), che dovranno disporre delle stesse capacità fiscali per poter sostenere l'operazione finanziaria. Ai sensi dell'articolo 121 del Decreto Rilancio, infatti, “i soggetti che sostengono, negli anni 2020 e 2021, spese per gli interventi elencati al paragrafo successivo possono optare, in luogo dell'utilizzo diretto della detrazione spettante, alternativamente:

- a) per un contribuente, sotto forma di sconto sul corrispettivo dovuto, di importo massimo non superiore al corrispettivo stesso, anticipato dal fornitore di beni e servizi relativi agli interventi agevolati. Il fornitore recupera il contributo anticipato sotto forma di credito d'imposta di importo pari alla detrazione spettante o, nel caso di sconto 'parziale', pari all'importo dello sconto applicato, con facoltà di successive cessioni di tale credito ad altri soggetti, ivi inclusi gli istituti di credito e gli altri intermediari finanziari;
- b) per la cessione di un credito d'imposta corrispondente alla detrazione spettante, ad altri soggetti, ivi inclusi istituti di credito e altri intermediari finanziari, con facoltà di successive cessioni (...).

La cessione può essere disposta in favore:

- dei fornitori di beni e servizi necessari alla realizzazione degli interventi;
- di altri soggetti (persone fisiche, anche esercenti attività di lavoro autonomo o d'impresa, società ed enti);
- di istituti di credito e intermediari finanziari”.⁹

⁸ Agenzia delle entrate, *Guida Superbonus 110%*, pag. 9, 2021.

⁹ Agenzia delle entrate, *Guida Superbonus 110%*, pag. 18, 2021.

Altra importante novità introdotta dal Decreto Rilancio consiste nella possibilità generalizzata di optare per un contributo anticipato - sotto forma di sconto dai fornitori dei beni o servizi (cd. sconto in fattura) - o, in alternativa, per la cessione del credito corrispondente alla detrazione spettante, in luogo della fruizione diretta della detrazione.

“Tale possibilità riguarda non solo gli interventi ai quali si applica il cd. Superbonus, ma anche quelli di recupero del patrimonio edilizio, di recupero o restauro della facciata degli edifici esistenti (cd. bonus facciate), dell’installazione di colonnine per la ricarica dei veicoli elettrici”.¹⁰

CUMULABILITÀ CON ALTRE AGEVOLAZIONI

Nel caso in cui fosse necessario gestire la compresenza di più agevolazioni fiscali sfruttando, ad esempio, gli incentivi precedenti al Superbonus, l’Agenzia delle Entrate ha definito la possibilità di **cumulare** o **sovrapporre** gli interventi incentivati. In tal senso, è possibile utilizzare strumenti differenti, purché le spese vengano contabilizzate e ragionate separatamente, permettendo quindi al richiedente di percepire le detrazioni nella misura stabilita dal singolo incentivo.

In via esemplificativa, agli interventi previsti dal Superbonus con detrazione pari al 110% delle spese, è possibile cumulare un intervento afferente all’incentivo ‘Bonus facciate’ per la sostituzione dei parapetti dei balconi (non previsti dal Superbonus), per cui spetta una detrazione pari al 90%.

Diversamente, attraverso la sovrapposizione dei due incentivi fiscali - con la quale il richiedente si avvale solo di una tipologia di detrazione, e quindi della stessa aliquota, qualora gli interventi previsti ricadano all’interno di più incentivi - è possibile che lo stesso intervento di isolamento termico della facciata venga eseguito sia avvalendosi del Superbonus sia del Bonus facciate, rispettivamente con aliquota al 110% e 90%: in tal caso, il contribuente potrà avvalersi di una sola delle due agevolazioni per la detrazione delle medesime spese.

¹⁰ Agenzia delle entrate, *Guida Superbonus 110%*, pag. 2, 2021.

INVESTIMENTO, TASSO DI RISCHIO E PAYBACK

Il processo del Superbonus, come illustrato finora, costituisce un meccanismo complesso ed articolato, preceduto sempre da un investimento economico effettuato dal 'richiedente/fruttore' ovvero dall'investitore, figure che, in alcuni casi, possono coincidere.

Di talché, parlando di investimento economico, è necessario tenere conto dei fattori di rischio (di natura fiscale, tecnico-edilizia oppure finanziaria) legati al capitale investito, come ad esempio il fallimento dell'impresa oppure l'insolvenza dell'investitore.

Viceversa, se a buon fine, tale investimento genera un ritorno economico sotto forma di **'payback diretto'**: il credito d'imposta generato dall'incentivo, infatti, torna all'investitore (che può essere costituito da una società, un'impresa, o dal singolo proprietario fruttore degli interventi), il quale recupera il proprio capitale percependo un ritorno economico diretto del 110% dell'investimento iniziale, suddiviso in 5 anni.

All'interno di questo processo, oltre al ritorno economico dell'investitore, ne viene generato uno anche per il fruttore, definito come **'payback indiretto'**, poiché non si presenta realmente come indennizzo economico, ma piuttosto come riduzione di spese periodicamente emesse o aumento di valore dei capitali del fruttore. Un esempio, in tal senso, può essere costituito dalla riduzione dei costi di fornitura (acqua, luce e gas, determinata dall'abbattimento di emissioni e dispersioni in seguito alla riqualificazione energetica), dalla riduzione dei costi di manutenzione ordinaria, dall'aumento della vita utile dell'edificio e conseguentemente dall'aumento del valore commerciale del medesimo.

3

IL PARCO
EDILIZIO
RESIDENZIALE
DELLA
CITTA'
DI TORINO

3.1 Metodologia della ricerca

METODOLOGIA

Lo scopo della ricerca è quello di visualizzare un modello d'intervento di riqualificazione energetica efficace e duttile, sfruttando l'incentivo statale delineato dal nuovo Decreto. Ciò è basato anche sugli obiettivi preposti dal Decreto stesso e dalla Direttiva Europea su cui è stato fondato: individuare strategie e strumenti, in ogni settore che utilizza energia, affinché i cittadini si trovino in condizione di poter seguire le politiche di tutela ambientale. Più precisamente, in ambito edilizio, si tratta di curare tutti quegli edifici che per vetustà o per caratteristiche costruttive, hanno prestazioni energetiche che, in grande quantità, possono recare danni all'ambiente; attraverso una riqualificazione, essi potranno prolungare il loro ciclo di vita, con consumi ed emissioni ridotte.

Per fare ciò, sono state prese in analisi ed assunte come modello, due ricerche europee sviluppate per la sezione italiana, dal Politecnico di Torino:

- il progetto TABULA¹ (Typology Approach for Building Stock Energy Assessment) pubblicato nel 2012, il quale definisce le principali tipologie edilizie presenti sul territorio nazionale, costituendo un insieme di edifici residenziali modello con caratteristiche energetiche tipiche.

- il progetto EPISCOPE² (Energy Performance Indicator Tracking Schemes for the Continuous Optimisation of Refurbishment Processes in European Housing Stocks) pubblicato nel 2015, il quale monitora l'evoluzione della riqualificazione energetica del patrimonio edilizio residenziale esistente su diverse scale, intervenendo con le attività necessarie per perseguire gli obiettivi di protezione del clima.

Attraverso queste ricerche è stato possibile comprendere a fondo la composizione del parco edilizio nazionale, le caratteristiche predominanti e le principali epoche di costruzione, nonché individuare quali fossero gli edifici su cui intervenire, grazie ad una loro classificazione.

Il primo approccio è stato di tipo statistico, tramite una rielaborazione ed un'attenta ricerca di dati attraverso i portali ISTAT³ ed ENEA⁴, riferiti al Piemonte e alla sola città di Torino, è stato possibile evidenziare che la tipologia di edificio più diffusa è il blocco di appartamenti, composta da 5 o più unità abitative. Gli edifici che rientrano in questa categoria, essendo i più diffusi sul territorio, risultano essere i più impattanti sulle percentuali di consumo e di inquinamento del settore residenziale della città. Non potendo intervenire sui processi di produzione, costruzione o smaltimento degli edifici (categorie che compongono il dato di inquinamento e consumo dell'intero settore), l'ambito d'intervento della ricerca si riferisce all'esercizio dell'edificio, la porzione più grande del suo ciclo di vita. Successivamente sono stati analizzati i dati geometrici e le tipologie costruttive, riportate dai progetti sopra citati, che hanno permesso di individuare degli edifici di riferimento virtuali per ogni epoca di costruzione presa in considerazione, ovvero le più frequenti sul territorio. Ciò ha permesso di incrociare dati statistici e dati costruttivi, confrontandone le caratteristiche con alcuni edifici reali: dopo averne verificata la coerenza con gli edifici virtuali, sono stati abbinati i quattro casi studio selezionati.

¹ Building Typology Brochure - Italy, Fascicolo sulla Tipologia Edilizia Italiana, V. Corrado, I. Ballarini, S.P. Corgnati, N. Talà, 2011.

² L'avanzamento della riqualificazione energetica del patrimonio edilizio residenziale regionale (Regione Piemonte, IT), V. Corrado, I. Ballarini, 2015.

³ Istituto nazionale di statistica, dal 1926.

⁴ Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile, dal 1952.

PREMESSE E CONVENZIONI

Le ricerche sopra menzionate, fanno riferimento a dati su scala nazionale o regionale, così come i dati statistici che è stato possibile recuperare. Solo una parte di questi, infatti, fa riferimento alla singola città di Torino, che vuole essere il campo di studio e di applicazione del lavoro. Per questo motivo sono stati considerati e riadattati una serie di dati statistici ed edilizi, sulla base delle caratteristiche del comune torinese, che presentano un campo di applicabilità molto esteso.

Allo stesso modo, gli indicatori utilizzati per la definizione della tipologia edilizia nazionale dal progetto TABULA sono i seguenti:

- zona climatica e di conseguenza la regione;
- classe di epoca di costruzione;
- classe di dimensione edilizia.

Il D.P.R. n.412/1993⁵ caratterizza il territorio nazionale attraverso sei zone climatiche sulla base del numero dei gradi-giorno, dalla A alla F (Figura 1). Di queste viene identificata come area climatica media la zona climatica 'E'; di conseguenza ricadendo con la città di studio nella Regione appartenente alla fascia, questa verrà utilizzata per lo sviluppo dei calcoli d'intervento.

In relazione alle classi climatiche, sono state evidenziate le categorie che definiscono l'epoca di costruzione degli edifici con caratteristiche dimensionali e costruttive idonee al periodo storico:

- ante 1900;
- dal 1901 al 1920;
- dal 1921 al 1945;
- dal 1946 al 1960;
- dal 1961 al 1975;
- dal 1976 al 1990;
- dal 1991 al 2005;
- post 2005.

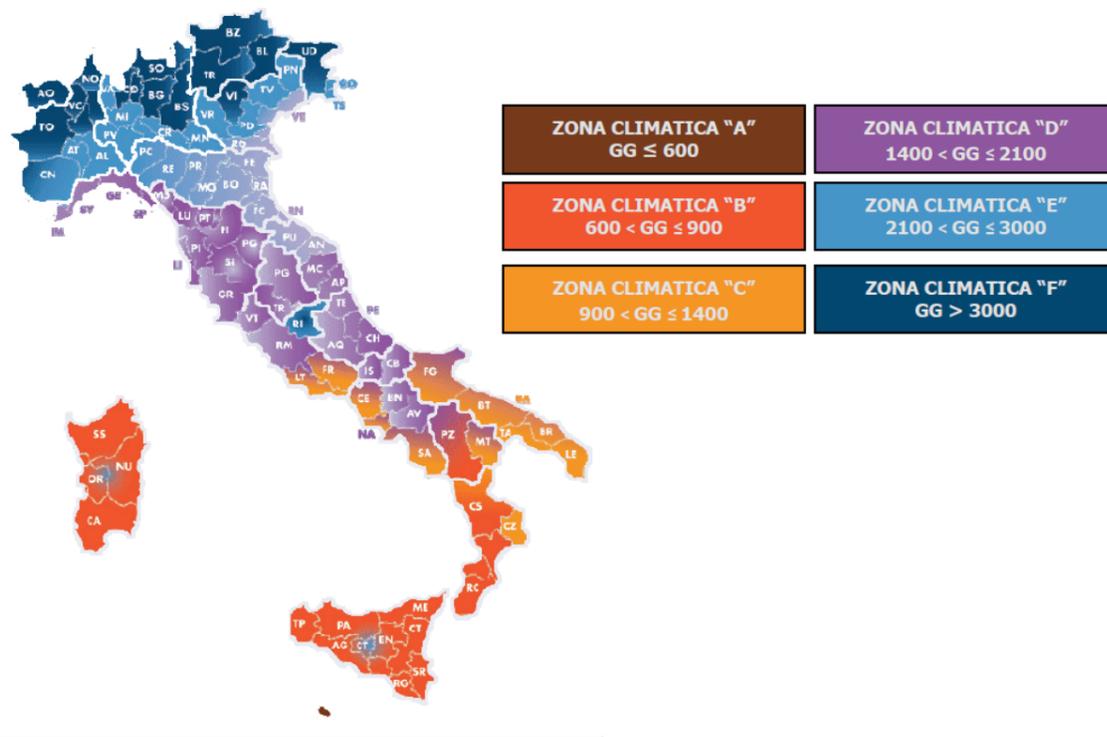
Ai fini della ricerca, sono state successivamente individuate le epoche di costruzione più significative dal punto di vista energetico, con un campo di applicabilità d'intervento più elevato. Questo passaggio ha evidenziato delle otto classi iniziali, le quattro più rappresentative e che, in ottica di intervento di Superbonus, fossero realizzabili e che portassero maggiori benefici.

Ciascuna epoca di costruzione viene rappresentata anche da classi di dimensione edilizia, caratterizzate da specifiche grandezze e geometrie:

- casa monofamiliare;
- casa a schiera;
- edificio multifamiliare;
- blocco di appartamenti.

Anche in questo caso, in seguito ad indagini statistiche mirate sulla città di Torino, è stata individuata la classe di dimensione edilizia più presente, per morfologia stessa, sul territorio urbano, ovvero il blocco di appartamenti; su questa tipologia edilizia verranno sviluppate le successive analisi.

Figura 1. Indicazione delle zone climatiche all'interno del territorio nazionale.



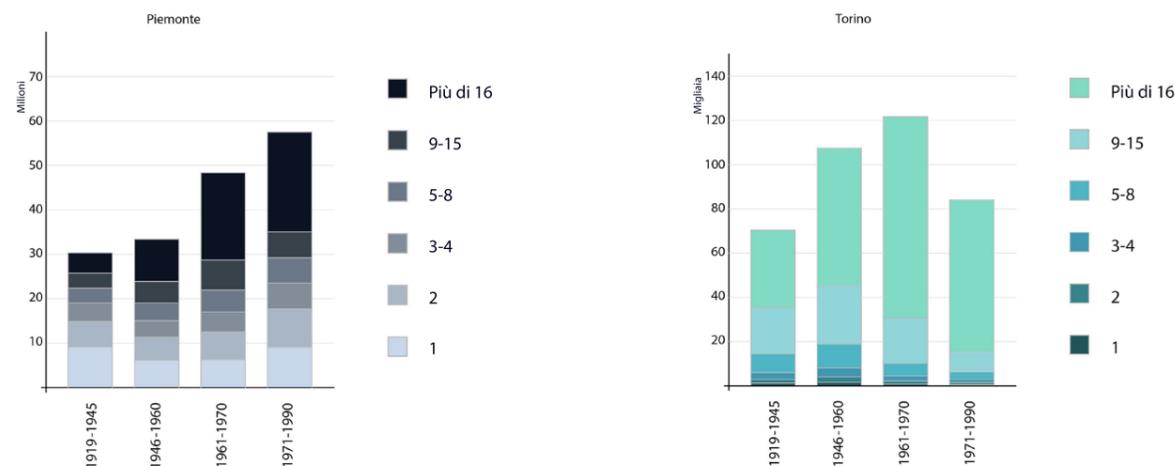
Fonte: TABULA, V. Corrado, I. Ballarini, 2011.

⁵ Decreto del Presidente della Repubblica, 26 agosto 1993, n. 412.



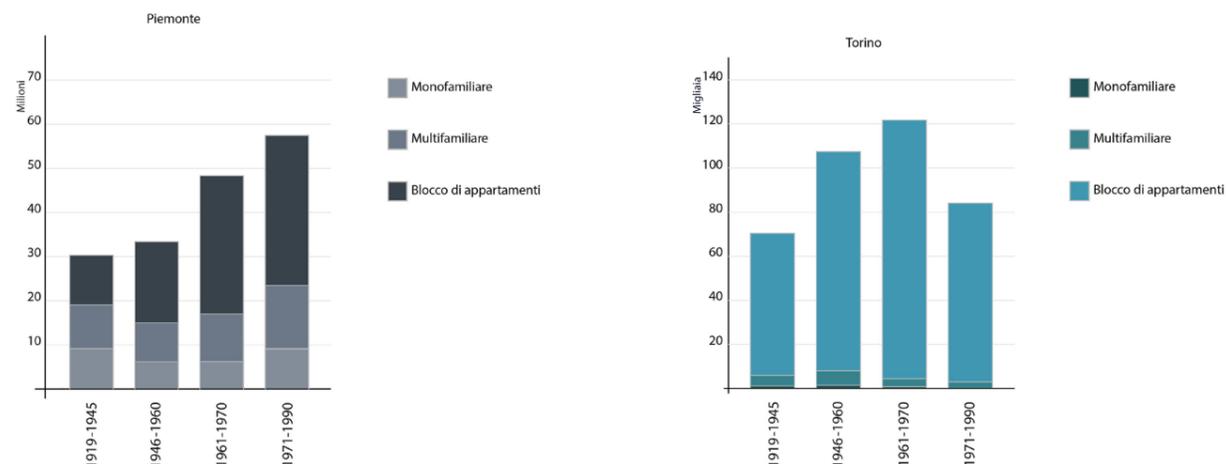
3.2 Introduzione ai dati statistici e dimensionali

Grafici 1 e 2. Superficie utile di pavimento ad uso residenziale, per epoca di costruzione e classe dimensionale dell'edificio.



Fonte: Censimento ISTAT, 2011.

Grafici 3 e 4. Superficie utile di pavimento ad uso residenziale, per epoca di costruzione e classe dimensionale dell'edificio raggruppate per macro categorie.



Fonte: Censimento ISTAT, 2011.

La definizione degli edifici tipo, utili alla realizzazione dell'intervento di retrofit energetico, nonché all'analisi dei risultati finali, nasce dalla classificazione della tipologia edilizia italiana, piemontese e infine torinese. Sono numerosi i parametri che caratterizzano e differenziano un Paese o una Regione da un'altra, basti pensare alle culture, che determinano stili e modi di costruire differenti, dalla zona climatica, che implica l'utilizzo di tecnologie diverse per contrastare i cambiamenti climatici, ma anche dalla superficie su cui si sviluppano, che vincola la tipologia edilizia. Non a caso esistono ricerche statistiche realizzate da enti nazionali come l'ISTAT che analizzano e suddividono tutte le caratteristiche costituenti l'intero parco edilizio nazionale, regionale e in alcuni casi anche comunale (per grandi comuni come Torino, Milano, Roma, ecc.). La classificazione per epoca di costruzione degli edifici residenziali piemontesi e torinesi, è alla base dell'analisi statistica, poiché è facile immaginare come, edifici di epoche diverse, siano caratterizzati da tecnologie e tipologie costruttive differenti, mentre, in uno stesso periodo 'costruttivo' le scelte operate in fase di realizzazione siano comuni e simili, creando una suddivisione temporale:

- classe 1: dal 1919 al 1945, compresa tra le due Guerre Mondiali;
- classe 2: dal 1946 al 1960, caratterizzata dal Dopoguerra e dalla Ricostruzione;
- classe 3: dal 1961 al 1970, definita dal periodo della crisi petrolifera;
- classe 4: dal 1971 al 1990, contraddistinta dalle prime disposizioni legislative in materia di efficienza energetica negli edifici;

Le epoche di costruzione analizzate dall'ISTAT sono più numerose, ma dovendo immaginare la realizzazione di un intervento di retrofit energetico, sono state scelte le più rappresentative, escludendo quelle più recenti, caratterizzate da tecnologie costruttive più innovative o già isolate e di conseguenza da classi energetiche più elevate, che limiterebbero o annullerebbero la possibilità d'intervento, e quelle più datate, come gli edifici costruiti prima del 1919 poiché, grazie all'esperienza, gli interventi di efficientamento energetico e gli interventi in generale su questo tipo di edifici, in particolare modo in una città come Torino, sono molto limitati e restrittivi, dovuti all'impossibilità di operare sull'intero o su parti di edificio su cui esiste un vincolo urbanistico. La ricerca nasce con l'intento di confrontare i dati prima e dopo l'intervento e in questo caso sarebbe risultata falsata e difficilmente confrontabile.

Altro importante dato da tenere in considerazione caratterizzante il parco immobiliare torinese sono le tipologie edilizie, fortemente variegata e che si differenziano notevolmente anche all'interno di una stessa Regione. Sul territorio regionale piemontese infatti, il numero di edifici residenziali ammonta a 944.690, quello degli appartamenti invece a 2.443.772 con un rapporto abitativo di 2.6, mentre la città di Torino è occupata da 36.064 edifici e 448.512 appartamenti e il suo rapporto abitativo si quantifica a 12.4. E' facile comprendere che essendo due territori diversamente estesi, la città di Torino presenta una densità abitativa maggiore in un minor numero di edifici, che deriva dal fatto che sia maggiormente popolata di grandi edifici composti da più unità abitative l'uno, facilmente riconducibili al massimo insediamento del centro città e minore delle aree collinari (ove predilige l'unità monofamiliare).

Grafico 5. Suddivisione del parco edilizio residenziale piemontese per tipo di certificato energetico.

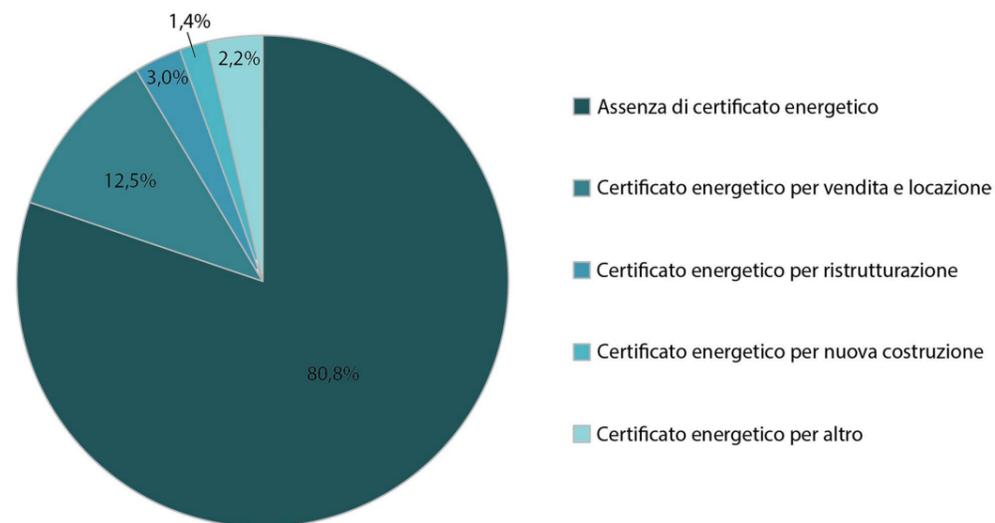


Grafico 6. Livello di isolamento termico delle pareti opache del parco edilizio residenziale della regione Piemonte, per epoca di costruzione.

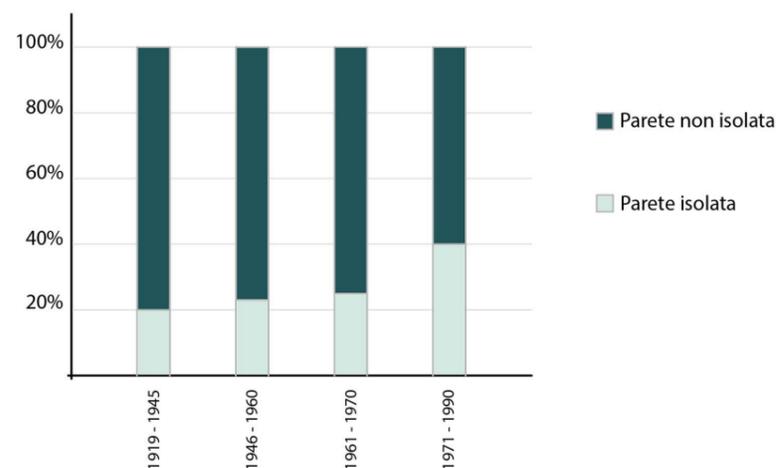
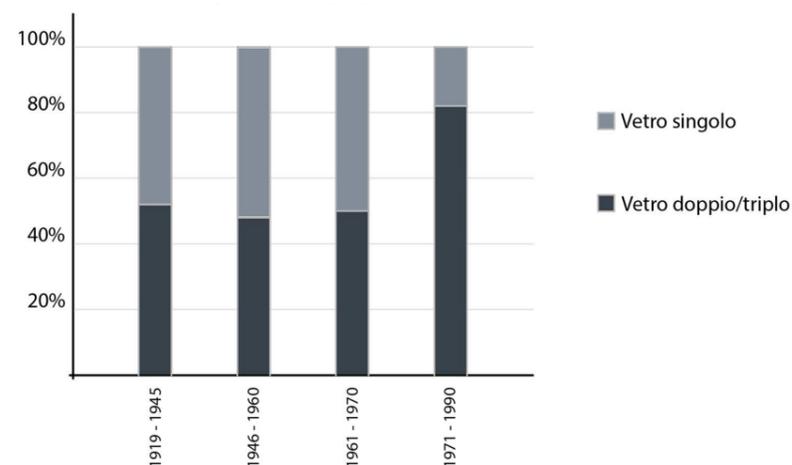


Grafico 7. Livello di isolamento termico dell'involucro trasparente del parco edilizio residenziale della regione Piemonte, per epoca di costruzione.



Fonte: EPISCOPE, V. Corrado, I. Ballarini, 2015.

La Regione Piemonte, di contro, è densamente popolata da edifici unifamiliari insediati nelle aree pianeggianti di periferia o campagna. Le categorie riconosciute e descritte dall'ISTAT si differenziano in:

- Edifici composti da 1 unità abitativa;
- Edifici composti da 2 unità abitative;
- Edifici composti da 3-4 unità abitative;
- Edifici composti da 5-8 unità abitative;
- Edifici composti da 9-15 unità abitative;
- Edifici composti da più di 16 unità abitative.

I grafici seguenti mostrano la superficie utile di pavimento degli appartamenti abitati, suddivisi per epoca di costruzione e classe dimensionale sul territorio regionale (grafico 1) e comunale (grafico 2), evidenziandone in particolare le classi di epoca di costruzione ritenute, come già detto, più efficaci ai fini della ricerca.

Una conseguente rielaborazione di questi dati (grafici 3 e 4), ha permesso una seconda classificazione degli edifici, raggruppando le categorie 2-3 e le categorie 4-5-6, mettendo in luce la tipologia abitativa più frequente nel Comune di Torino, il blocco di appartamenti, tralasciando le restanti e concentrandosi su quella con campi di applicabilità e confronto più elevati. Questa suddivisione nasce dalle nuove riforme che definiscono i 'condomini' e i 'condomini minimi', dove in alcune situazioni particolari, anche gli edifici con all'interno due diversi proprietari possono rientrare nella categoria definita minima. Essendo però situazioni 'borderline' e maggiormente legate alla pratica legale, la classificazione ha definito come condomini (blocco di appartamenti) quelli composti da 5 a più unità abitative, mentre quelli composti da due a quattro unità, come multifamiliari.

Il progetto EPISCOPE, rielaborando i dati derivanti dal database dei certificati energetici della Regione Piemonte, ha ricreato un grafico (grafico 5) che mette in risalto la diffusione delle certificazioni energetiche in base alla superficie utile degli edifici del territorio. L'informazione che risalta immediatamente è che l'81% della superficie complessiva degli edifici piemontesi è sprovvisto di una certificazione energetica e che il restante 19% è composto da certificazioni frutto di ristrutturazioni (in maggior misura), derivanti da vendite o locazioni degli immobili o, in minima parte, dalla costruzione di nuovi edifici. In mancanza quindi delle caratteristiche degli edifici sprovvisti di certificazione energetica il progetto EPISCOPE ha assunto come dati attendibili i certificati energetici prodotti per vendite e locazioni, non considerando quelli riportanti situazioni o dati inverosimili, ed assumendoli come certi per la definizione delle caratteristiche, geometriche e impiantistiche, degli edifici presenti sul territorio. È inoltre stato possibile calcolare, con la medesima fonte di dati, lo sviluppo delle certificazioni della Città di Torino, che ammonta al 30% (poco più di 125.000).

Data l'impossibilità o la difficoltà di reperimento di alcune informazioni per il solo Comune, i dati provenienti dal progetto EPISCOPE per la Regione Piemonte, d'ora in avanti, vengono assunti come rappresentativi anche per la Città di Torino.

Grafico 8. Trasmissione termica delle pareti opache del parco edilizio residenziale della regione Piemonte, per epoca di costruzione.

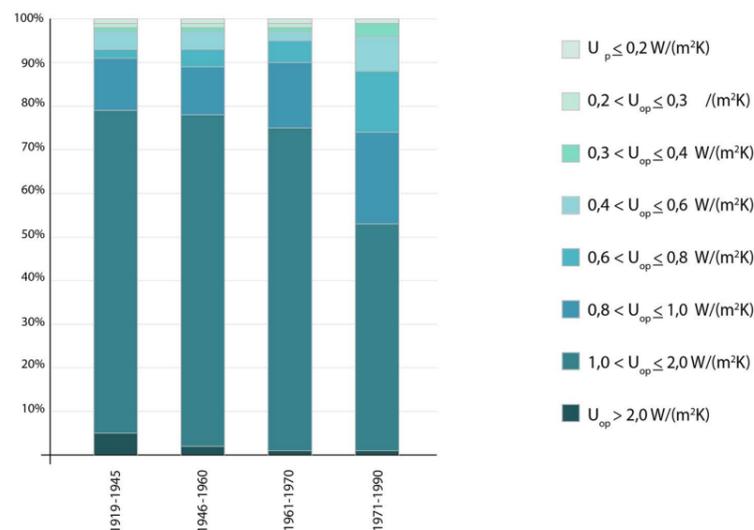


Grafico 9. Trasmissione termica dell'involucro trasparente del parco edilizio residenziale della regione Piemonte, per epoca di costruzione.

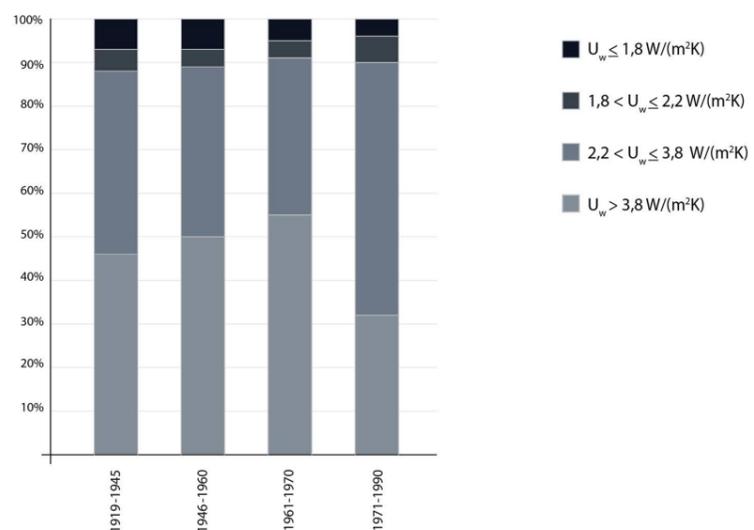
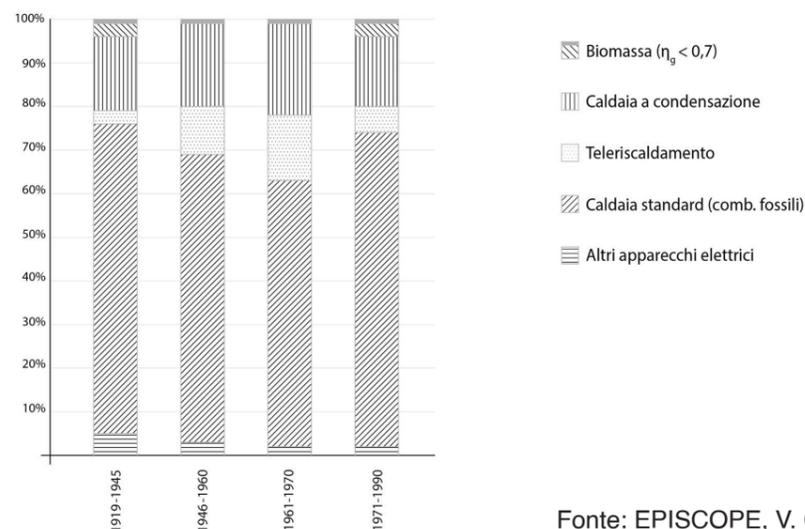


Grafico 10. Tipo di impianto di riscaldamento del parco edilizio residenziale della regione Piemonte, per epoca di costruzione.



Fonte: EPISCOPE, V. Corrado, I. Ballarini, 2015.

In conseguenza all'analisi dei certificati energetici, dai quali si possono evincere alcune informazioni inerenti l'involucro e l'impianto di generazione, è possibile ricostruire statisticamente le caratteristiche principali del parco immobiliare analizzato. Dalle elaborazioni statistiche dei progetti EPISCOPE e TABULA si nota che il 63% della superficie di pavimento del patrimonio edilizio residenziale piemontese esistente, presenta pareti perimetrali opache non isolate termicamente e il 42% della stessa superficie presenta un involucro edilizio trasparente dalle ridotte prestazioni energetiche. Il grafico 6 riporta in percentuale, suddiviso per epoche di costruzione, la presenza o l'assenza d'isolamento nelle partizioni opache degli edifici piemontesi, che si ritiene rispecchiare totalmente la situazione torinese. In particolare, le quattro epoche utilizzate per la ricerca degli edifici di riferimento, presentano in tutti i casi un isolamento al di sotto del 40% e, conoscendo le tecniche costruttive del tempo, si può stabilire che per la maggior parte dei casi, le pareti isolate termicamente, siano frutto di ristrutturazioni postume la costruzione dell'edificio. Questa situazione muta notevolmente a partire dall'anno 1991, con l'entrata in vigore della Legge n.10⁶, che impone e regola l'isolamento delle partizioni opache dei nuovi edifici.

Di contro invece, come mostra il grafico 7, i risultati ottenuti per l'involucro trasparente presentano valori di isolamento nettamente più alti e l'impiego di serramenti a doppio/triplo vetro anche nelle classi di epoche più basse. Questa situazione è figlia di una maggiore pratica di sostituzione degli infissi, sia per la possibilità di decidere autonomamente (si pensi all'intervento su parti comuni di edifici composti da più abitazioni e quindi da più proprietari), sia per i numerosi e recenti incentivi vantaggiosi, che agevolano la loro sostituzione, nonché per la ridotta 'invasività' d'intervento.

Ragionevolmente, lo stesso andamento si presenterebbe per i sistemi di generazione, che negli anni, come gli infissi, sono stati aggiornati e sostituiti per abbattere i consumi e le emissioni. I grafici 8, 9 e 10 infatti, riportano rispettivamente: gli intervalli di trasmittanza dell'involucro opaco, trasparente e delle tipologie di generatori impiegati.

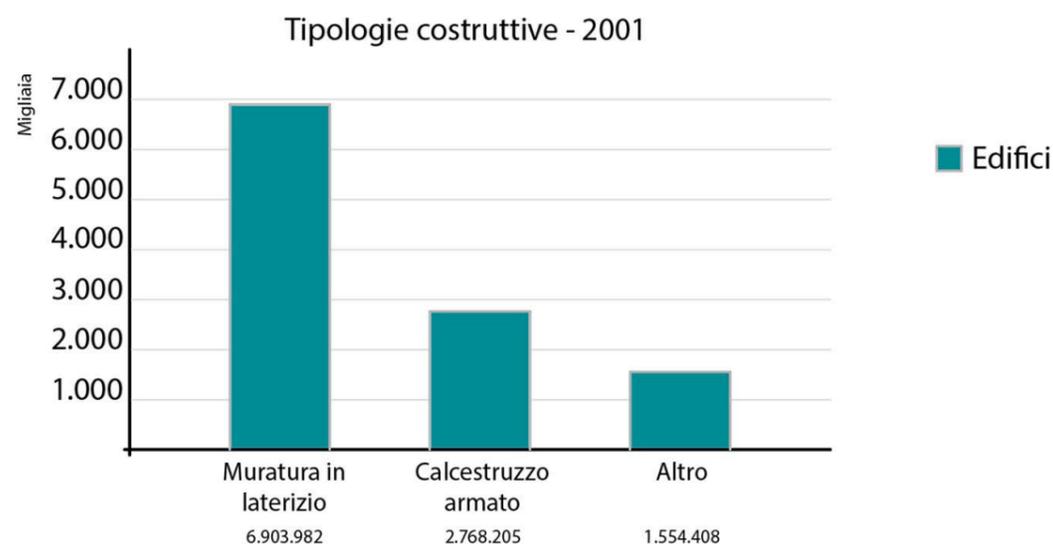
⁶ Legge 9 gennaio 1991, n. 10. Norme per l'attuazione del Piano energetico nazionale in materia di uso razionale dell'energia, di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili di energia.

Tabella 1. Dati geometrici degli edifici-tipo dell'area climatica di riferimento.

Classe di dimensione edilizia	Classe di epoca di costruzione	Volume lordo climatizzato [m ³]	Superficie utile di pavimento [m ²]	Superficie lorda di pavimento [m ²]	Rapporto di forma [m ⁻¹]
Blocco di appartamenti	1	7197	-	2249	0,46
	2	5949	-	1763	0,46
	3	9438	-	2869	0,46
	4	12685	-	4125	0,37

Fonte: TABULA, V. Corrado, I. Ballarini, 2011.

Grafico 11. Elaborazione dati ISTAT. Numero di edifici per tipologia costruttiva. Italia (dati censimento 2001).



Fonte: TABULA, V. Corrado, I. Ballarini, 2011.

DATI GEOMETRICI

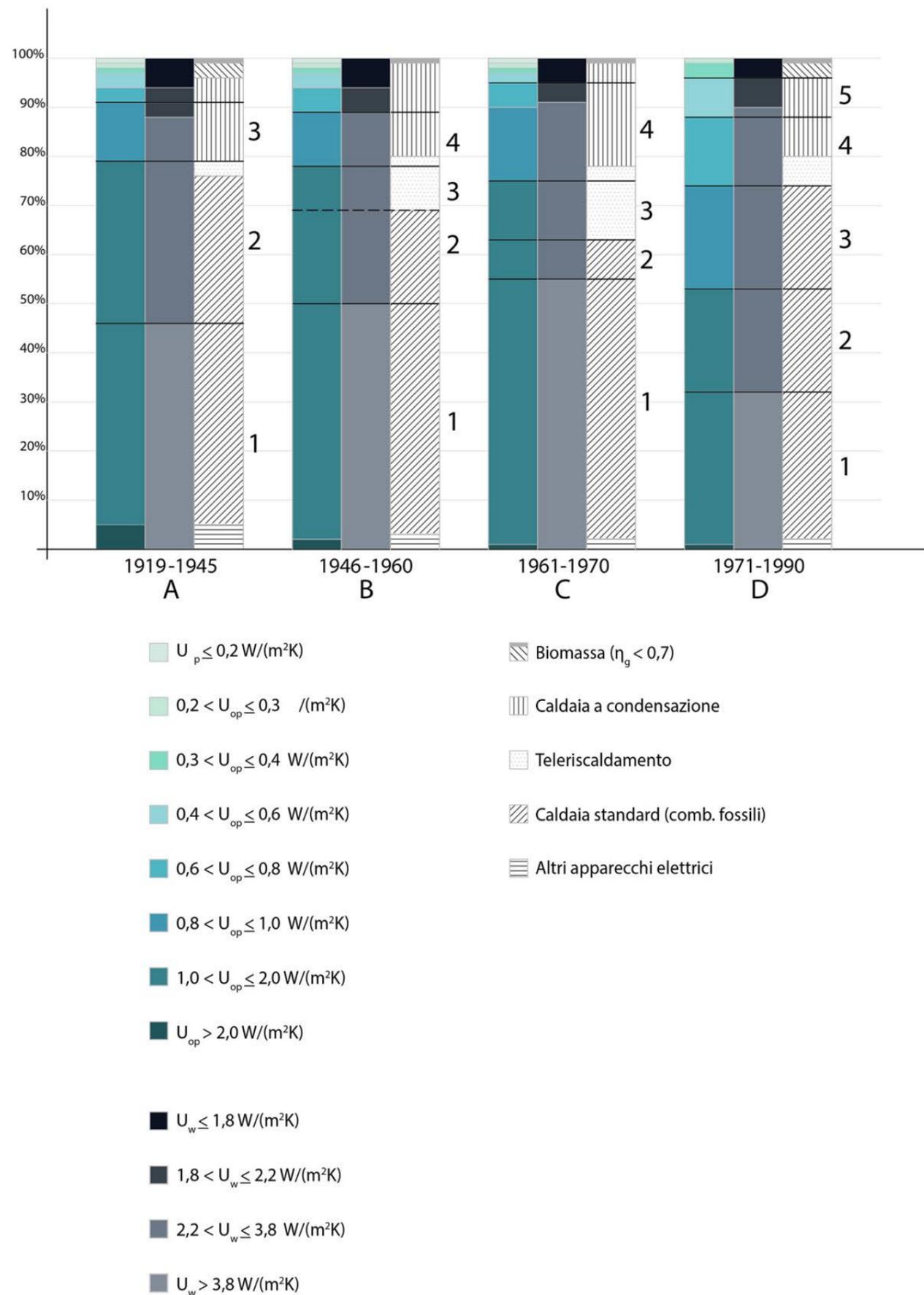
Per la definizione degli edifici di riferimento, non è ovviamente sufficiente identificare solamente le trasmittanze opache, trasparenti e i sistemi di generazione impiegati nelle varie epoche di costruzione, ma è necessario affiancare ad esse dati strettamente collegati con quelli precedentemente analizzati, riguardanti non solo l'involucro, ma la morfologia dell'edificio, l'estensione delle superfici e dei volumi riscaldati. Il progetto TABULA infatti, ha recuperato e ricreato (utilizzando differenti metodologie), le caratteristiche geometriche, per ogni categoria di edificio e in ogni epoca di costruzione. La tabella 1 riporta i dati estrapolati da quelli analizzati e descritti dal progetto sopra citato per la sola categoria 'blocco di appartamenti' e per le sole quattro epoche di costruzione utilizzate ed analizzate fin ora. Lo scopo è quello di ricreare, utilizzando dati reali e statistici, delle fasce in cui ricadano gli edifici esistenti presenti sul territorio piemontese e, per assunto, torinese. I dati riportati, per le quattro epoche di costruzione, si riferiscono a volume lordo climatizzato, superficie lorda di pavimento e conseguentemente il rapporto di forma (S/V).

Le tipologie costruttive, invece, sono state individuate dal progetto TABULA secondo l'esperienza e la normativa tecnica, considerandole come 'più frequenti' all'intento del parco edilizio esaminato. Infatti il periodo di costruzione dell'edificio, in relazione alla trasmittanza e alle norme tecniche (dal 1991) fa sì che si possa ricreare la conformazione morfologica dell'edificio. Vale a dire che, negli anni, le tecniche di costruzione e le normative sono cambiate, generando sul territorio una grande varietà di scelte costruttive e impiantistiche che possono essere riconosciute e catalogate.

Il grafico 11, mostra però che, anche se le trasmittanze e di conseguenza i livelli di isolamento siano cambiati, la tipologia costruttiva maggiormente utilizzata è la 'muratura in laterizio' seguita dal calcestruzzo armato e infine da altre tipologie costruttive, figlie di epoche più recenti e più tecnologicamente avanzate nel mondo dell'edilizia come il legno (XLam) o l'acciaio nonché sistemi prefabbricati in materiale plastico. La maggior parte degli edifici antecedenti il 1919 e quelli tra il 1919 e il 1945 utilizzano tecnologie non isolate a muratura portante in laterizio pieno o, verso la fine, a cassa vuota con intercapedine d'aria non isolata. I primi livelli d'isolamento si intravedono agli inizi degli anni 70', dove in alcuni casi, in fase di realizzazione venivano posati, all'interno della cassa vuota delle muraure perimetrali, fogli di lana di vetro o di roccia. Con il passare degli anni l'isolamento dei nuovi edifici ha avuto sempre più diffusione, 'contaminando' però anche il parco edilizio già esistente, isolato con sistemi di insufflaggio, a cappotto o con pareti ventilate. La catalogazione della tipologia e della stratigrafia utilizzata, nonché il tipo di serramento e di impianto impiegato, permettono la creazione di uno schema, in cui, i dati dimensionali, geometrici e impiantistici, permettono l'identificazione di edifici di riferimento, per ogni epoca di costruzione utili a ricreare o identificare edifici su base reale da analizzare approfonditamente.

3.3 Definizione dell'edificio di riferimento

Grafico 12. Rappresentazione dell'edificio di riferimento.



Fonte: EPISCOPE, V. Corrado, I. Ballarini, 2015.

I dati statistici analizzati dai progetti EPISCOPE e TABULA, già descritti precedentemente, hanno permesso la creazione per la Regione Piemonte, e per la Città di Torino, di una matrice utile all'identificazione di casi studio reali con l'intento di sviluppare l'intervento di efficientamento energetico come previsto dal c.d. Superbonus. Il grafico 12, infatti, raggruppa le caratteristiche principali riscontrate sul parco edilizio piemontese e per assunto torinese, di trasmittanze, opache e trasparenti, nonché dei sistemi di generazione suddivisi nelle epoche di costruzione prescelte. Le caratteristiche sono state raggruppate e definite con un andamento crescente, dalla peggiore alla migliore, formando quindi delle casistiche che definiscono tipologie di edificio differenti. Si nota ad esempio che, nei casi uno e due, sono state associate le trasmittanze più alte per opaco e trasparente con sistemi di generazione di più vecchia tecnologia e quindi minor efficienza energetica e maggiori consumo ed emissioni. Nei livelli più alti invece, si possono ritrovare edifici che hanno già subito interventi edilizi per ogni categoria, quindi isolamento delle pareti, sostituzione degli infissi e del sistema di generazione. Dato significativo del grafico è che, i livelli 1 e 2 occupano, nella totalità dei casi più del 50% della superficie di pavimento analizzata e che quindi, più della metà degli edifici sul territorio, possiedono le stesse caratteristiche di quando sono stati costruiti, con trasmittanze ancora molto alte. Questo però non è l'unico fattore determinante la scelta dei casi studio, poiché molti edifici anche con caratteristiche geometriche e morfologiche differenti, potrebbero ricadere nello stesso livello analizzato dal grafico. L'indagine quindi è stata sviluppata anche in base ai dati determinati dal progetto TABULA e riportati in tabella 4, che aggiungono fattori caratterizzanti l'edificio, uniformando i casi studio a determinate categorie.

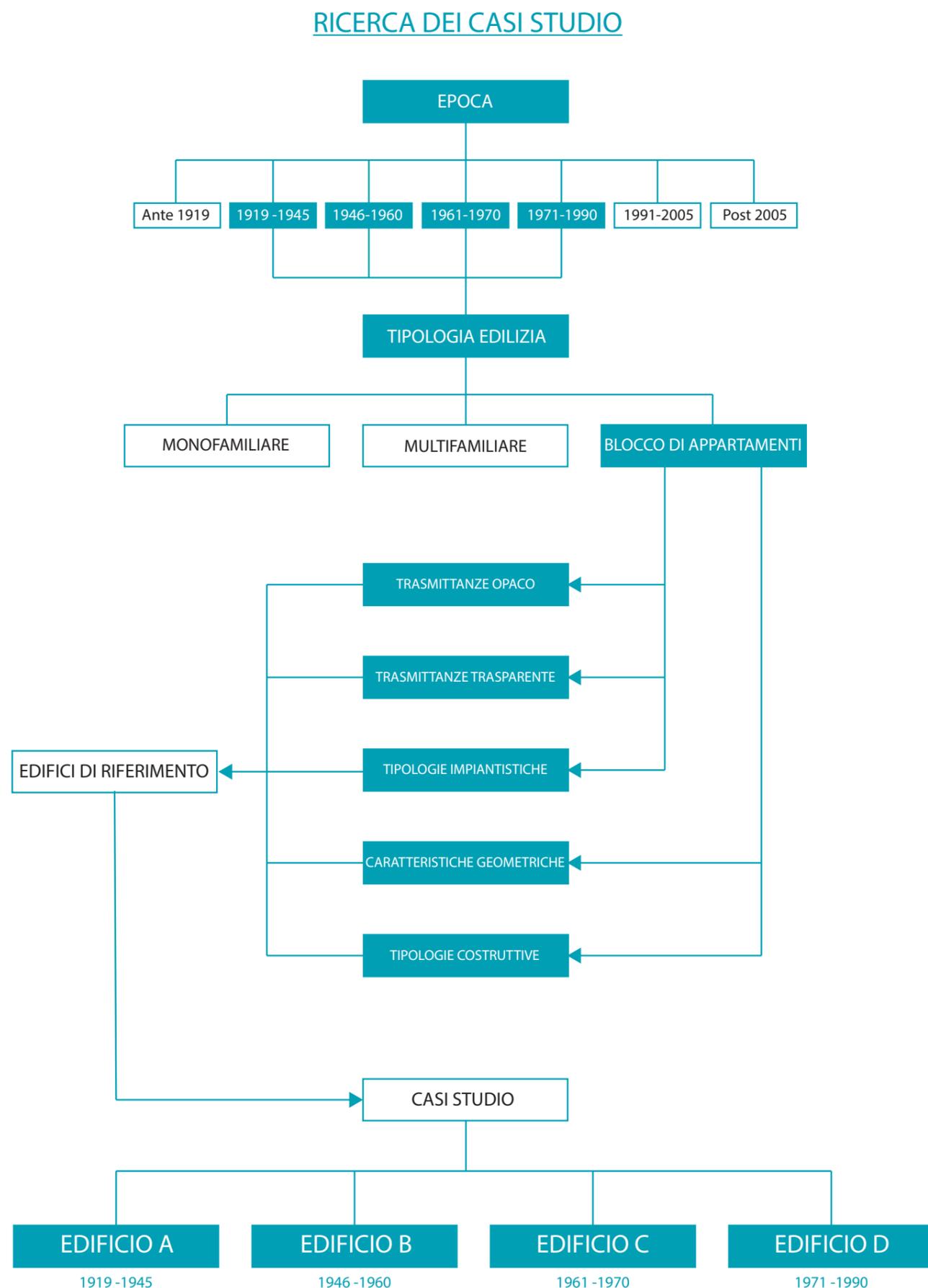
Altresì importanti per la definizione dei casi studio sono le caratteristiche costruttive degli edifici, rispecchiando i livelli di trasmittanza o di isolamento dell'edificio. Partendo da un database di stratigrafie e dettagli costruttivi di involucro opaco e trasparente, redatto dal progetto TABULA per tutto il parco immobiliare italiano e tutte le tipologie edilizie presenti sul territorio, sono state selezionate solamente le informazioni inerenti l'ambito di ricerca, quindi tecniche e scelte costruttive, utilizzate solamente nelle epoche analizzate.

La determinazione degli edifici di riferimento ha quindi seguito un andamento a 'cascata', definendo in primo luogo il periodo di tempo oggetto d'indagine, la categoria di edificio e di conseguenza le caratteristiche tecniche, geometriche e costruttive degli edifici che ha portato alla 'costruzione' di quattro principali edifici di riferimento ipotetici e virtuali.

L'indagine, a questo punto, ha voluto assegnare ad ogni edificio di riferimento e per ogni categoria temporale, un edificio reale, ricercato sul territorio torinese, che rispecchiasse le caratteristiche riscontrate durante l'analisi.

La scelta degli edifici studio reali è stata determinata soprattutto dalla possibilità di reperire quante più informazioni possibili, come le planimetrie (utili a calcolare le superfici e i volumi riscaldati, riportate in tabella 4), le caratteristiche costruttive (come stratigrafie e tecniche impiegate in fase di realizzazione) e caratteristiche impiantistiche (riguardati la presenza di impianti di generazione autonomi o centralizzati sia per l'impianto di riscaldamento sia per la produzione di acqua calda sanitaria).

Figura 2. Schema riassuntivo per l'individuazione degli edifici di riferimento e dei casi studio.



La figura 2 riporta brevemente e in modo schematico la metodologia d'indagine utilizzata per la determinazione dei casi studio reali per il Comune di Torino.

L'analisi delle stratigrafie e i particolari costruttivi di involucro opaco e trasparente riportata in tabella 2, è stata eseguita selezionando dal database ricreato da TABULA sul territorio nazionale, soltanto quelli riferiti alle casistiche utilizzate e riportanti le caratteristiche principali come spessore e tipologia del manufatto, il periodo di maggior diffusione e la trasmittanza media. Si può notare come, le casistiche analizzate ricadano tutte in strutture simili in laterizio, pieno o a cassavuota poiché le più diffuse sul territorio e nei periodi analizzati.

Lo studio dell'intervento di riqualificazione energetica di sole quattro casistiche, non avrebbe permesso una comparazione di dati sufficienti per l'obiettivo finale poiché si sarebbe limitata ad una piccola sezione di tutto il parco immobiliare. Si è deciso quindi, di ricreare virtualmente, ma partendo sempre da dati reali e tabellati, altri sette casi studio con l'intenzione di indagare l'efficienza dell'intervento di Superbonus su una casistica più ampia, che ricopre quasi l'80% degli edifici del territorio. Questi ultimi sono stati ricreati immaginando che i casi reali, di cui erano note alcune caratteristiche, si ritrovassero in altri livelli di isolamento termico opaco o trasparente, o che utilizzassero differenti sistemi di generazione. La tabella 3 riporta i dati principali nelle diverse casistiche degli edifici reali oggetto d'intervento.

Tabella 2. Stratigrafie, suddivise per componente, selezionate per classe di epoca di costruzione.

DESCRIZIONE	IMMAGINE	PERIODO DI MAGGIOR DIFFUSIONE		U [W/(m²K)]
Muratura in mattoni pieni (38 cm)		1900	1950	1,48
Muratura in mattoni pieni (50 cm)		1900	1950	1,14
Muratura a cassa-vuota con mattoni forati (30 cm)		1930	1975	1,15
Muratura a cassa-vuota con mattoni forati (40 cm)		1930	1975	1,10
Muratura a cassa-vuota con mattoni forati (35 cm), basso livello di isolamento		1976	1990	0,77
Muratura a cassa-vuota con mattoni forati (40 cm), basso livello di isolamento		1976	1990	0,76
Solaio a profilati in acciaio e voltine in laterizio		-	1930	1,87
Solaio latero - cementizio		1930	1975	1,30
Solaio latero - cementizio, con basso livello di isolamento		1976	1990	0,98

DESCRIZIONE	IMMAGINE	PERIODO DI MAGGIOR DIFFUSIONE		U [W/(m²K)]	g _{gl,n} [-]
Vetro singolo, telaio in legno		-	1975	4,9	0,85
Vetro-camera basso-emissivo con intercapedine d'aria o di altri gas, telaio in legno		2000	-	2,2	0,67

Fonte: TABULA, V. Corrado, I. Ballarini, 2011.

Tabella 3. Rappresentazione dei casi studio selezionati con relative caratteristiche.

	IMMAGINE	ANNO DI COSTRUZIONE	CASO 1	CASO 2	CASO 3
A 1919-1945		1940	1,0 < U _{op} < 2,0 W/m²K U _w > 3,8 W/m²K Caldaia standard (comb. fossili)	1,0 < U _{op} < 2,0 W/m²K 2,2 < U _w < 3,8 W/m²K Caldaia standard (comb. fossili)	
B 1946-1960		1960	1,0 < U _{op} < 2,0 W/m²K U _w > 3,8 W/m²K Caldaia standard (comb. fossili)	1,0 < U _{op} < 2,0 W/m²K 2,2 < U _w < 3,8 W/m²K Caldaia standard (comb. fossili)	1,0 < U _{op} < 2,0 W/m²K 2,2 < U _w < 3,8 W/m²K Teleriscaldamento
C 1961-1970		1967	1,0 < U _{op} < 2,0 W/m²K U _w > 3,8 W/m²K Caldaia standard (comb. fossili)	1,0 < U _{op} < 2,0 W/m²K 2,2 < U _w < 3,8 W/m²K Caldaia standard (comb. fossili)	1,0 < U _{op} < 2,0 W/m²K 2,2 < U _w < 3,8 W/m²K Teleriscaldamento
D 1971-1990		1975	1,0 < U _{op} < 2,0 W/m²K U _w > 3,8 W/m²K Caldaia standard (comb. fossili)	1,0 < U _{op} < 2,0 W/m²K 2,2 < U _w < 3,8 W/m²K Caldaia standard (comb. fossili)	0,8 < U _{op} < 1,0 W/m²K 2,2 < U _w < 3,8 W/m²K Caldaia standard (comb. fossili)

Tabella 4. Valori geometrici dei casi studio selezionati per confronto con quelli misurati dal progetto TABULA..

Classe di dimensione edilizia	Classe di epoca di costruzione	Volume lordo climatizzato [m³]	Superficie utile di pavimento [m²]	Superficie lorda di pavimento [m²]	Rapporto di forma [m ⁻¹]
Blocco di appartamenti	1	8202	1897	2263	0,47
	2	8138	2094	2418	0,45
	3	6040	1492	1802	0,48
	4	7818	1929	2247	0,39

3.4 Analisi dei manufatti edilizi e del contesto urbano



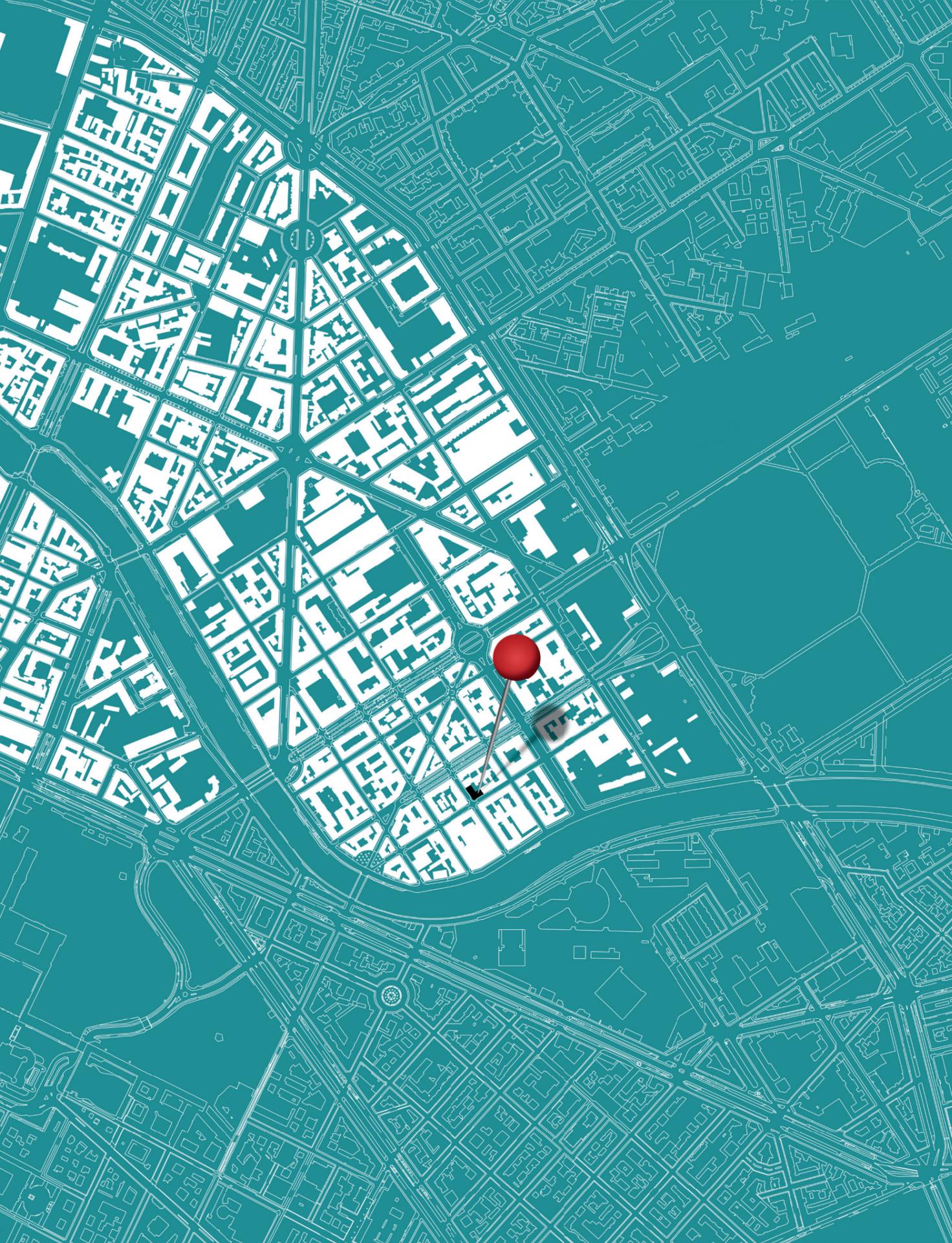
SAN DONATO

AURORA

BARRIERA DI MILANO

VANCHIGLIETTA





AURORA

L'edificio si trova in un contesto urbano molto antico: il Borgo Dora, rinominato in seguito quartiere Aurora. Questo infatti è caratterizzato dalla presenza del fiume Dora, sulle cui sponde sorgevano le industrie tessili e le fonderie del XIX secolo, vincolate dalla vicinanza di corsi d'acqua per poter sfruttare la forza motrice idrica. Dal 1800, intorno ad essi, nascevano quei nuclei di abitazioni che costituivano i primi quartieri operai. Il quartiere divenne poi zona d'immigrazione nel secondo dopoguerra, quando molte grandi fabbriche trasferirono ad Aurora le proprie officine e, contestualmente, si svilupparono molte piccole imprese (artigiane, commerciali e di servizi). La caratteristica predominante di quest'area è la grande vicinanza con il centro della città da un lato, e con la prima periferia dall'altro; il quartiere 'cuscinetto' è stato ulteriormente trasformato in zona universitaria, in seguito ad esempio alla recente costruzione del Campus Einaudi, che ha portato grande richiesta di alloggio da parte di giovani fuori sede. Per questi motivi l'area presenta grande diversità dal punto di vista architettonico, vi sono presenti zone più antiche e fatiscenti sul Lungo Dora come il Ponte Mosca, vi sono edifici riqualificati e riportati in vita, come 'Casa Aurora', dal celebre Aldo Rossi, oppure nuove costruzioni come la Nuvola della Lavazza. Nello specifico i dintorni dell'immobile analizzato, presentano edifici principalmente ad uso residenziale e qualche attività commerciale al piano terra; gli edifici si sviluppano tra i tre ed i cinque piani fuori terra ed è evidente già dall'esterno come siano nati in periodi differenti tra di loro. In particolare l'edificio di riferimento, non ha 'gemelli o parenti' nelle strade adiacenti, ma se ci si sposta all'interno del quartiere, si incontreranno alcuni manufatti ad esso riconducibili per caratteristiche costruttive, morfologia e dimensioni geometriche.

quartiere A



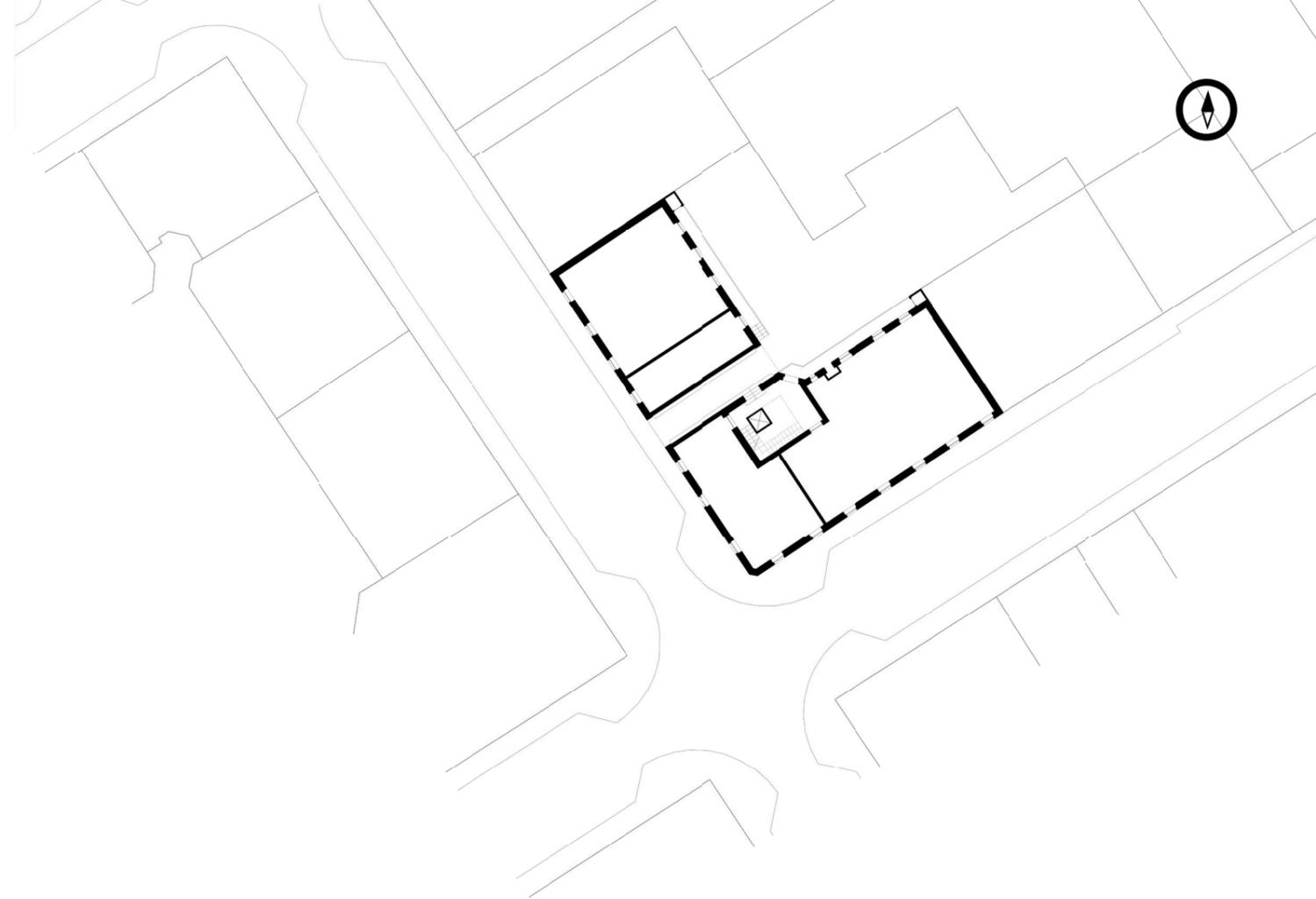


Costruito nel 1940, l'edificio è inserito in un contesto prevalentemente residenziale e ospita al suo interno 33 unità autonome ad uso residenziale. Anche se non caratterizzato da un'elevata altezza, presenta una superficie di pavimento di circa 2260 mq sviluppati su 5 livelli suddivisi da solai voltati e racchiusi da muratura portante in mattone pieno di vario spessore, tipica del periodo. L'edificio, posizionato sull'angolo dell'isolato, si erge in continuità con un altro manufatto. Progettato e costruito per svolgere la funzione di edificio residenziale, presenta facciate ordinate e ritmiche in muratura a vista che vedono alternarsi simmetricamente balconi e finestre per tutto lo sviluppo dei prospetti lato strada. Le decorazioni avvolgono le finestre e caratterizzano in parte anche i balconi, non in continuità con la muratura interna e sorretti da mensole parzialmente decorate. La percezione generale è quella di un grande blocco, omogeneo e simmetrico e anche se il suo sviluppo maggiore risulta essere orizzontale è caratterizzato principalmente da una linearità verticale, dovuto alla scansione di balconi e finestre, nonché dall'omogeneità del materiale di facciata che non permette la delineazione di elementi di disordine. Differente è la situazione interna al cortile, dove pareti intonacate e lunghi balconi a ballatoio prevalgono. Il vano distributivo principale, serve direttamente poche abitazioni, mentre la distribuzione degli alloggi ai margini è fornita dai ballatoi. Lo stato di conservazione complessivamente è buono, ma presenta mancanze all'estradosso dei balconi e alle cornici delle finestre nonché un invecchiamento complessivo della facciata, dovuto alle intemperie e allo smog a cui è stato sottoposto durante gli anni.

edificio **A**

EDIFICIO A

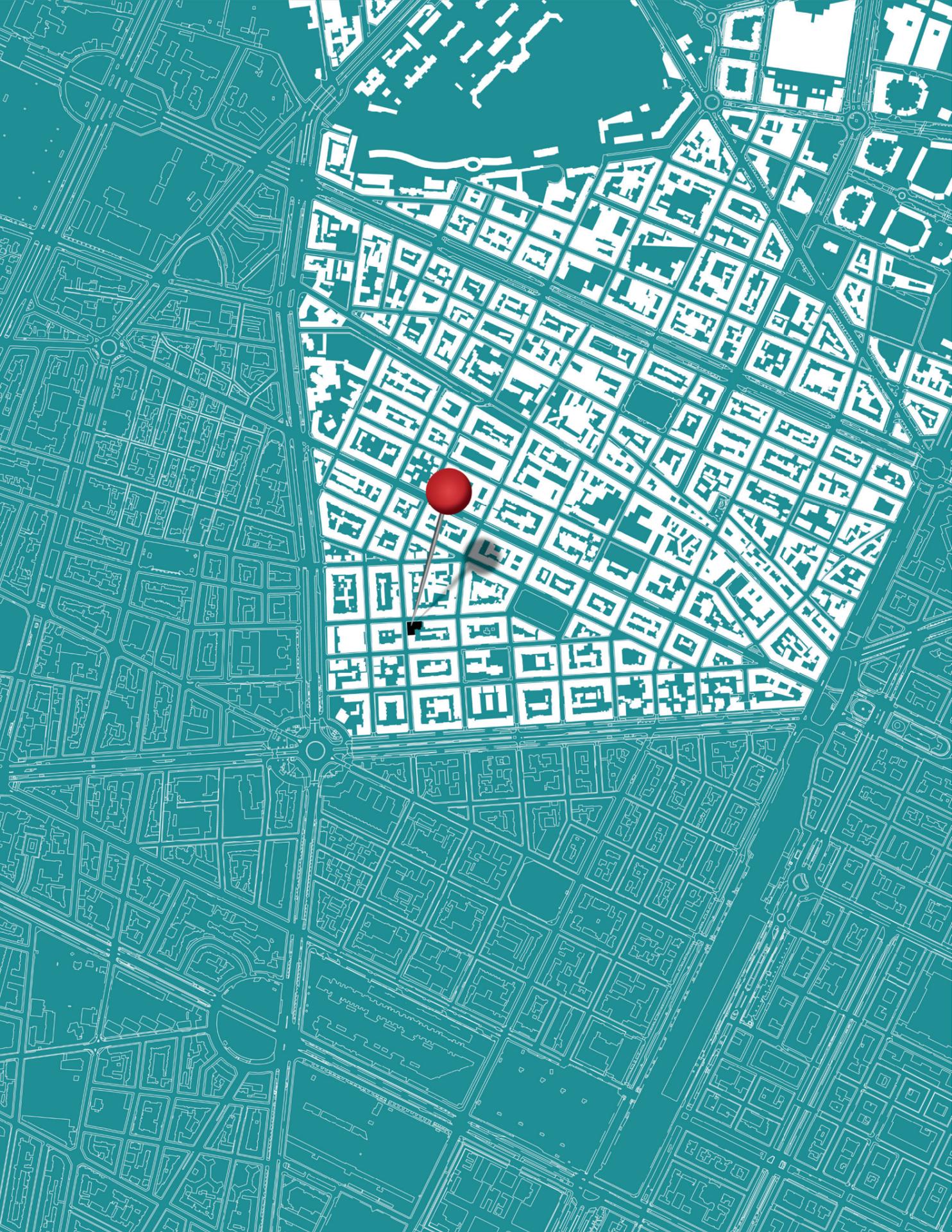
Prospetto Sud-Ovest



Planimetria generale con pianta piano terreno

Prospetto Sud-Est





L'edificio si colloca nel quartiere San Donato, che prende il nome dall'omonima chiesa distrutta nel '500. Gli edifici storici del quartiere sono relativamente recenti (inizio XIX secolo), eccetto il più antico nucleo di case situato a metà di Corso Francia, costituito principalmente da villini signorili in raffinato stile liberty torinese. La parte nord del quartiere fu riconvertita, a partire dagli anni 2000, nella Spina 3, ma la trasformazione principale si verifica in seguito ai giochi olimpici con uno dei più grandi progetti di riqualificazione urbana.

La zona residenziale in cui ricade l'edificio oggetto di analisi è ricca di edifici molto particolari, caratteristici degli anni '50 e '60, con forme geometriche peculiari e rivestite con materiali poco comuni. In particolare quasi metà dell'isolato presenta caratteristiche simili e l'edificio analizzato presenta al suo fianco un gemello specchiato. Il 'micro quartiere' a cui si fa riferimento è omogeneo dal punto di vista dell'epoca di costruzione, e quindi come tecniche costruttive, presenta edifici con cinque o sei piani fuori terra, un numero elevato di finestre e balconi sui lati strada e qualche lastrico solare.

quartiere **B**

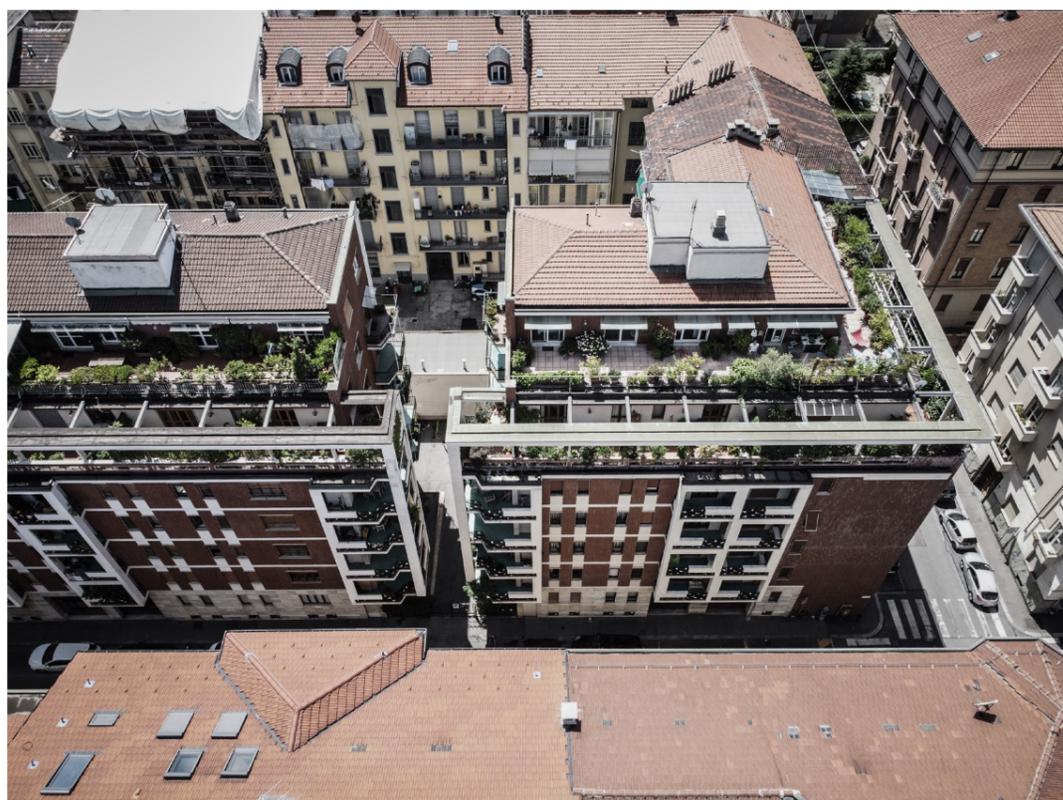


SAN DONATO



Datato 1960, l'edificio occupa l'angolo dell'isolato in cui si trova ed è parte di un complesso di edifici 'gemelli'. La superficie riscaldata misura 2420 mq, suddivisa in 16 unità abitative, di metratura molto ampia e di carattere signorile, sono costituite infatti da un doppio ingresso. Costruito con tecniche più recenti, è caratterizzato da una struttura portante puntuale in c.a. e definito da murature in laterizio a cassa vuota non isolate. Anche i solai, che limitano i 6 piani di cui è caratterizzato, presentano tecnologie più moderne in latero-cemento armato. La particolarità dell'edificio è l'utilizzo di molti rivestimenti differenti sulla totalità delle facciate di cui è composto. Padroneggia l'utilizzo del clinker rosso e di 'tasselli' in calcestruzzo che evidenziano la posizione interna dei solai e delle finestre. Benché l'edificio sia caratterizzato da una scansione ordinata costante che si ripete nei suoi due prospetti principali che si affacciano sulla strada, il materiale di facciata ha un ruolo cardine e 'prepotente' ricreando linee verticali e orizzontali, evidenziando alcune zone dell'edificio, che rispecchiano l'andamento e la suddivisione degli spazi interni. Altri elementi caratterizzano le facciate, come i cornicioni legati alla struttura dei balconi che interrompono la linearità delle facciate o i terrazzini definiti da forme irregolari sugli angoli e non conformi a quelli che si affacciano sulla strada.

Complessivamente l'edificio appare come un grande blocco, anche se gli ultimi due piani non seguono l'andamento di quelli sottostanti, definiti da grandi spazi aperti o parzialmente coperti. Il 5° piano infatti, è definito da un massiccio cornicione che poggia su quella che sembra essere l'ossatura dell'edificio, un piano, quindi, apparentemente simile agli altri, ma 'svuotato' della sua muratura, da cui si può intravedere della vegetazione che avvalora lo spazio aperto. Complessivamente lo stato di conservazione dell'edificio è buono e presenta soltanto qualche sintomo di infiltrazione di acqua piovana nelle strutture dei balconi e il distaccamento di porzioni del materiale di facciata.



edificio **B**

EDIFICIO B

Prospetto Ovest

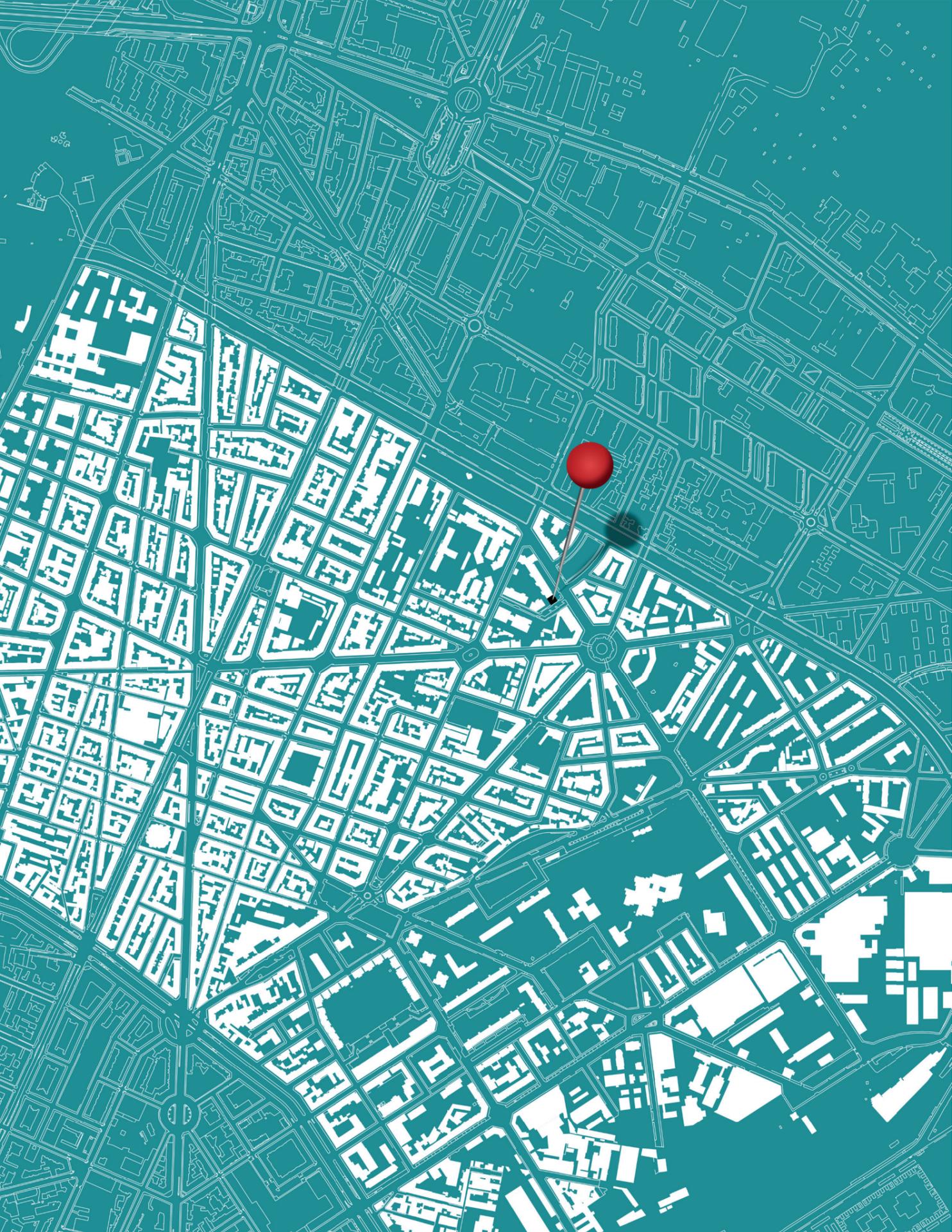


Prospetto Nord



Planimetria generale con pianta piano terreno





L'edificio in oggetto si trova all'interno del quartiere Barriera di Milano.

La Barriera nasce nel 1853, con la prima cinta daziaria creata per effettuare il controllo doganale sulle merci in entrata, separava le campagne dall'accesso nord, che proseguiva fino al ponte sul fiume Dora. Trattasi di un'area periferica che dista 1,5 km dal centro, dagli anni '60 di particolare interesse industriale ed economico, successivamente riconvertito ad abitazioni e servizi civici attraverso un processo durato molti anni. Nel quartiere attualmente è ancor in via di sviluppo il settore terziario e mercatale: vi sono infatti quattro importanti mercati rionali aperti tutta la settimana.

La zona che si estende radialmente attorno a piazza Ottorino Respighi, presenta caratteristiche comuni alle periferie: edifici molto alti, sull'ordine di dieci piani fuori terra, ma con estensioni in pianta limitate; gli spazi sono più estesi rispetto ad una zona centrale, ciò ha permesso di creare aree verdi, di risultanza tra un isolato e l'altro, dove resta presente il cartiglio torinese, meno rigido rispetto al centro, spezzato da grandi assi stradali. Trattasi di zone residenziali di basso livello architettonico, con attorno alcuni poli di servizi. In questo caso è più semplice individuare edifici di simili caratteristiche associabili a quello oggetto d'analisi, poiché la tipologia edilizia qui presente è pressoché la stessa ed è stata sviluppata nello medesimo periodo storico.

quartiere

C



BARRIERA DI MILANO



Sito in una zona periferica della città di Torino, l'edificio costruito nel 1967 presenta caratteristiche differenti rispetto agli altri casi studio analizzati. Con una superficie di pavimento di 1800 mq si sviluppa per 10 piani fuori terra ed è libero su 3 lati. Edificio a pianta regolare, presenta caratteristiche tecniche, costruttive ed estetiche molto semplici. Caratterizzato da una verticalità importante, la ricerca della simmetria è data dall'alternanza di elementi ricorrenti nello sviluppo dei piani in facciata. Si nota infatti la presenza di parapetti, in parte in continuità con la muratura, e in parte a bacchette in ferro che creano, alternandosi nei piani, un leggero movimento di facciata percepibile dall'esterno. Anche la scelta dei materiali di rivestimento è molto semplice, una piastrella in laterizio che ricopre due delle tre facciate del manufatto, e la rimanente invece in laterizio pieno. Dal punto di vista costruttivo, le tecniche utilizzate in fase di realizzazione sono le più comuni riscontrate a partire dagli anni '60 in poi, muratura in laterizio a cassa vuota non isolata e solai in latero-cemento armato. L'edificio appare come un grande parallelepipedo regolare, con poche aperture e balconi arretrati rispetto al filo facciata, che descrivono il movimento percepibile dall'esterno.

La simmetria si riscontra anche all'interno dell'edificio dove il vano distributivo serve 20 unità abitative, due per piano, che si ripetono con estrema regolarità. Lo stato di conservazione dell'immobile risente delle intemperie e dello smog, anche a causa dell'assenza di cornicioni sufficientemente sporgenti o di parti coperte, ma complessivamente non riscontra gravi problematiche. La tipologia edilizia analizzata è molto comune nella zona circostante l'edificio, e si possono riscontrare numerose similitudini con gli edifici limitrofi, sia per il periodo di costruzione, per lo sviluppo in pianta e in alzato, sia per lo stato di conservazione.

edificio **C**



Planimetria generale con pianta piano terreno

Prospetto Sud



Prospetto Est





L'area in cui si trova l'edificio, il quartiere Vanchiglia, è uno dei borghi più ricchi di storia fin dal Medioevo, quando questa zona si trovava al di fuori delle cinte murarie della cittadella, si dovette quindi sviluppare maggiormente verso la confluenza del Po e della Dora. Da metà '800 circa, in seguito alla disposizione dell'allora sindaco, venne abbattuto il fatiscente borgo, durante i dieci anni di riqualificazione del quartiere. L'area crebbe quindi nella sua forma odierna, estendendosi contemporaneamente alla zona Vanchiglietta. Agli inizi del XX secolo, a causa della presenza di vari opifici meccanizzati, ma anche di nuove fabbriche e di nascenti industrie, fu uno dei primi quartieri con le ciminiere.

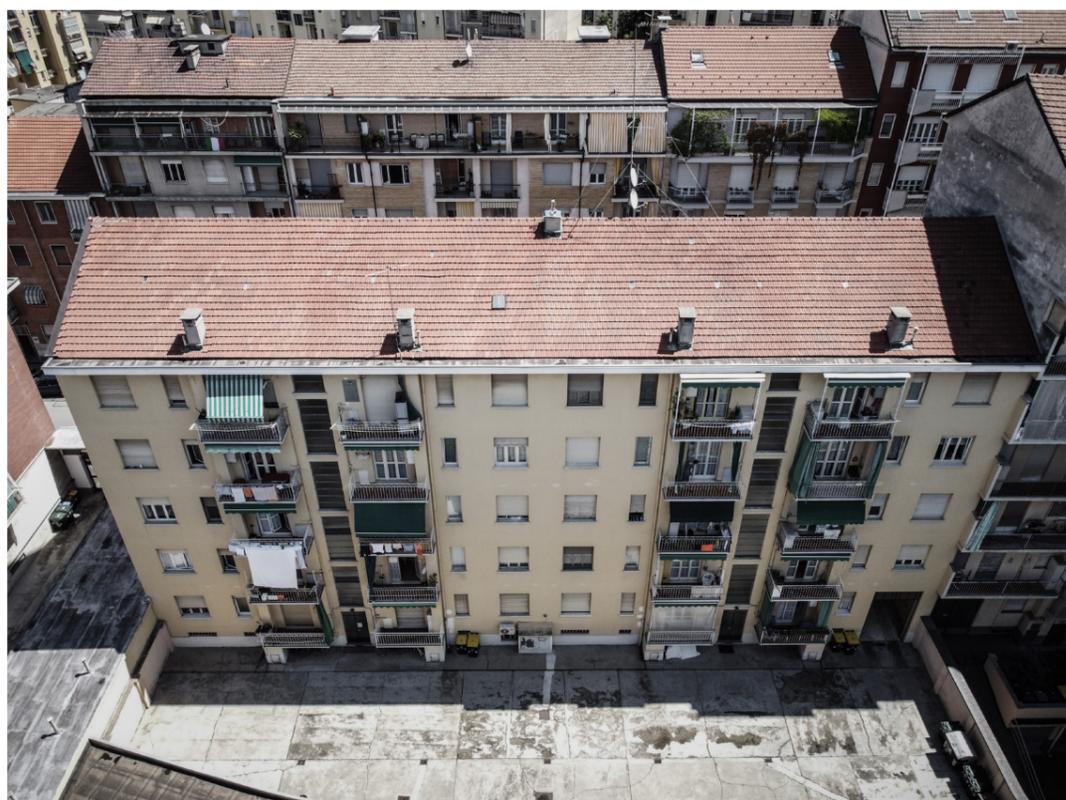
Il quartiere sorto sul terreno delimitato tra il fiume Po e la Dora Riparia, su impostazione medievale, presenta oggi un carattere principalmente residenziale, con grandi edifici a blocco di appartamenti con elevato numero di unità abitative, senza però superare gli otto piani fuori terra. Anche questa zona presenta caratteristiche costruttive molto simili e facciate semplici.

quartiere

D



VANCHIGLIETTA

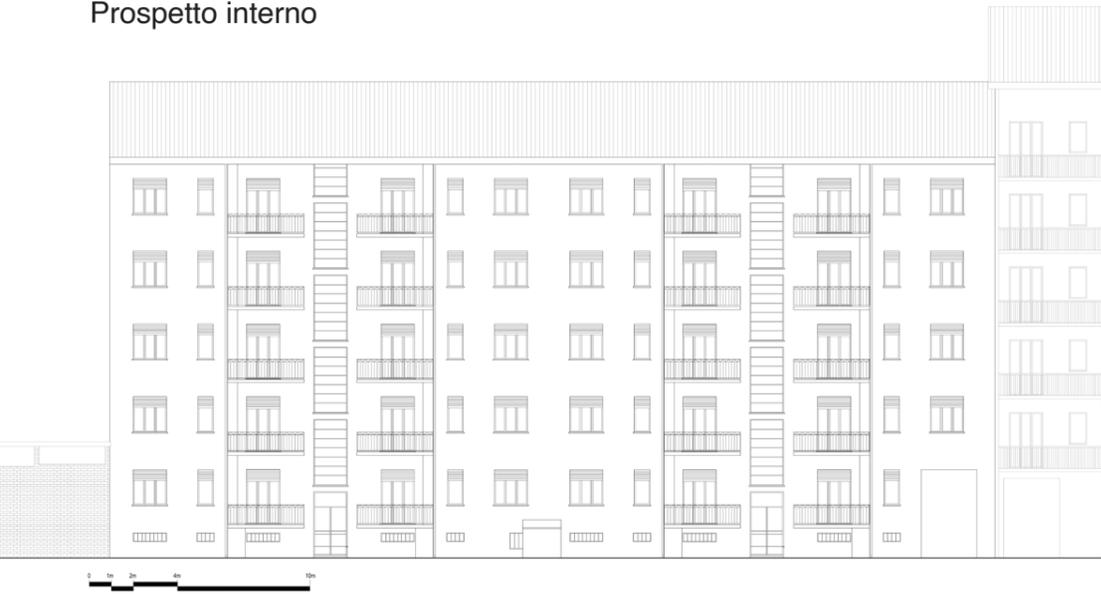


Di più recente costruzione (1975) e libero su tre lati, l'edificio si estende in 5 piani fuori terra, con una superficie di pavimento pari a 2250 mq ed è composto da 20 unità abitative servite all'interno da due corpi scala distinti. Le tecniche costruttive utilizzate vedono prevalere l'uso del cemento armato per la struttura e il laterizio per i tamponamenti, ma ancora non si riscontra la presenza di strati isolanti utili all'aspetto energetico dell'edificio. La ricerca della simmetria è alla base della progettazione sia per il suo sviluppo planimetrico che per le facciate, che risultano riproporre la medesima simmetria tra interno ed esterno. I materiali di rivestimento richiamano l'utilizzo del mattone pieno in alcune porzioni di facciata, scandito dall'utilizzo dell'intonaco chiaro e di materiali cementizi effetto pietra. Anche se lo sviluppo orizzontale prevale, la ricerca della verticalità è ricreata mediante la scansione ritmica dei rivestimenti di facciata, che tracciano lunghe fasce chiare, in contrapposizione al mattone, nelle zone occupate dalle finestre e dai balconi. Lo stato di conservazione risulta essere sommariamente di buon livello e si notano alcuni interventi di ripristino all'estradosso dei balconi, causati sicuramente da infiltrazioni dovute al basso livello di impermeabilizzazione utilizzato in fase di progettazione e costruzione.

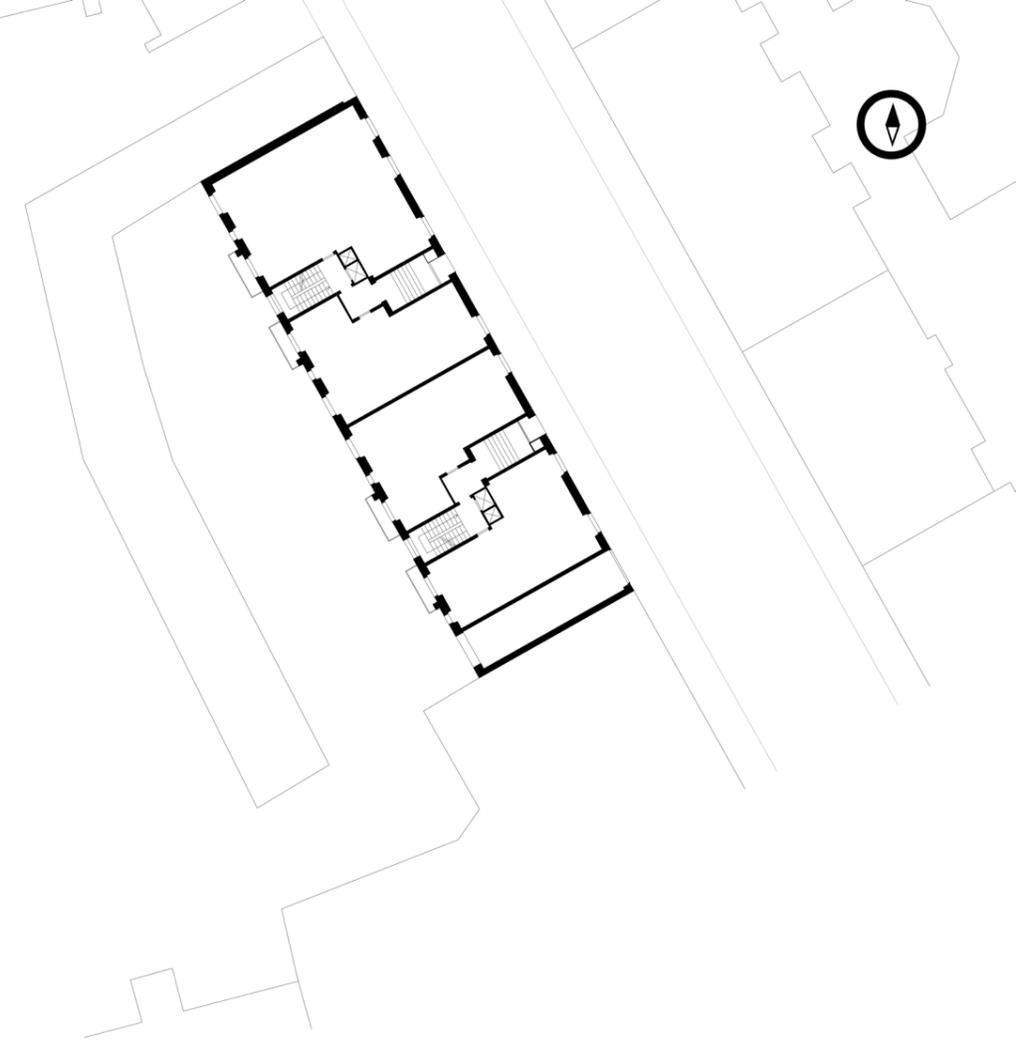
edificio **D**

EDIFICIO D

Prospetto interno



Prospetto lato strada



Planimetria generale con pianta piano terreno



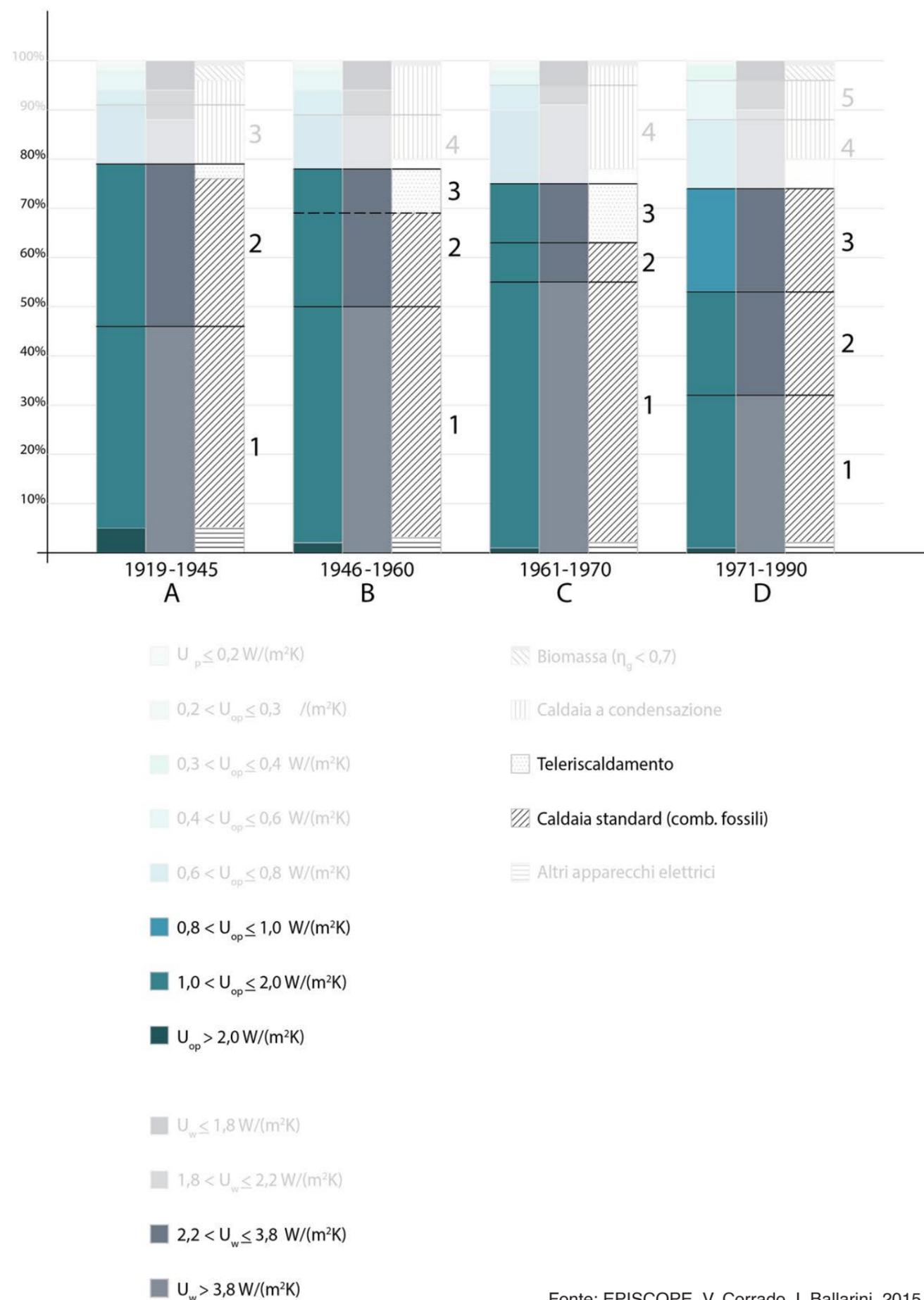
All'interno del sotto capitolo sono stati presi in analisi i quartieri in cui si collocano i casi studio identificati per l'applicazione dell'intervento di riqualificazione energetica tramite incentivo statale. I quartieri risultano essere molto differenti tra di loro, per epoche di costruzione e per il percorso storico che li ha caratterizzati, motivo per cui risultano essere rappresentativi di quattro differenti parti della città di Torino. All'interno di ogni quartiere è dunque possibile individuare un sotto insieme di edifici con simili caratteristiche tra loro, influenzati dalla costruzione all'interno della stessa classe di epoca, tipologia costruttiva e dimensione geometrica. Di conseguenza l'applicabilità dell'intervento può essere presupposta ed estesa anche ad una serie di altri edifici limitrofi a quelli analizzati, ma soprattutto sono stati indagati precedentemente come edifici di riferimento per una serie di caratteristiche (vedi capitolo 3.2), tali da definirli come i più diffusi sul territorio piemontese e nazionale; questo comporta il fatto che l'impostazione d'intervento può essere considerata la medesima, ed essere replicata su una buona parte del parco edilizio immobiliare residenziale.

Durante lo sviluppo della tesi è emerso che la combinazione tra la normativa dell'incentivo ed il 'modus operandi' nella pratica professionale, si concentrino prevalentemente sugli aspetti energetici dell'involucro, sui sistemi di generazione di calore e quindi impiantistici ed in piccola parte per il sismico e le strutture, mentre l'apporto compositivo ed architettonico non viene quasi considerato. Il motivo principale è la necessità di dover rispettare i limiti di spesa predisposti per le lavorazioni, che spesso non lasciano alcun margine per inserire anche lavori di altra natura, nonché il fatto che l'aspetto energetico porta indirettamente dei guadagni, sottoforma di risparmi, attirando inevitabilmente l'interesse di clienti e professionisti.

Detto ciò, nel capitolo successivo, verranno sviluppate delle simulazioni d'intervento così come previste dalla normativa, calcolando le prestazioni energetiche pre e post intervento, per comprendere al meglio l'entità dei benefici ottenibili attraverso la pratica comune odierna; mentre nel capitolo 4 verrà messa sotto esame questa pratica, le modalità d'intervento e quella che traspare ad oggi la via più praticata dai professionisti, poiché non risulta comprensiva di tutti gli aspetti che compongono un progetto architettonico.

3.5 Applicazione degli interventi ai casi studio

Grafico 13. Rappresentazione delle casistiche selezionate.



Fonte: EPISCOPE, V. Corrado, I. Ballarini, 2015.

In questa sezione verrà applicato l'intervento di riqualificazione energetica, basato sui principi e le modalità del Superbonus.

Innanzitutto si è deciso di selezionare, dalle quattro epoche di costruzione più rappresentative (A,B,C e D), gli edifici di riferimento virtuali con caratteristiche di involucro e impiantistiche più 'energivore' (grafico 13), a questi è stato abbinato un edificio reale, con caratteristiche geometriche idonee a quelle individuate e descritte dal progetto TABULA.

Per stimare le prestazioni energetiche degli edifici di riferimento, è stato utilizzato il **metodo di calcolo** previsto dalla norma UNI-TS 11300 prevista dalla legislazione italiana, che fa riferimento alla norma europea EN ISO 13790/2008 "Energy performance of buildings - Calculation of energy use for space heating and cooling". Quindi, attraverso il software di calcolo 'Edilclima', è stato possibile definire la classe energetica degli edifici analizzati, inserendo come dati di input le caratteristiche di involucro opaco, trasparente ed impiantistiche che descrivono gli edifici di riferimento virtuali, applicati alla morfologia dell'edificio reale, nelle casistiche selezionate.

A questo punto è stato applicato un intervento di riqualificazione energetica, che rispettasse i requisiti e le modalità di applicazione previsti dal Superbonus, su entrambe le casistiche.

L'intervento deve rispettare la norma dei **requisiti minimi** (la Direttiva 2002/91/CE "Rendimento energetico nell'edilizia", successivamente aggiornata con la Direttiva 2010/31/UE; l'Italia recepisce le indicazioni europee attraverso il DLgs 192/05, il Decreto Legge 63/13 (convertito dalla Legge 90/13) e il Decreto Ministeriale del 26 giugno 2015): attraverso i quali si definiscono i valori di trasmittanza da seguire in caso di 'ristrutturazioni importanti di secondo livello' (All. 1 Art. 1.4.1).

Questo perché non si tratta di un intervento volto a dare il massimo livello di efficientamento possibile senza tener conto dei costi, ma bensì può essere considerato un intervento di **cost-optimality**, basato sui limiti di spesa previsti dal Superbonus.

La direttiva a cui fa riferimento il concetto di 'intervento con livelli ottimali in termini di costi' è la stessa che definisce i requisiti minimi (Direttiva 2010/31/UE), e riporta che quest'ultimo debba essere calcolato secondo una metodologia comparativa.

Per quanto riguarda il metodo di calcolo utilizzato, il software 'Edilclima' basa i propri algoritmi in conformità con la norma UNI/TS 11300: come dati di input, dopo aver definito le caratteristiche base della tipologia edilizia, sulla base della propria localizzazione e conseguente fascia climatica, nonché la destinazione d'uso (in questo caso residenziale) - ai seguenti dati il programma imposta automaticamente i valori dei gradi giorno e le temperature esterne ed interne - è possibile procedere con la realizzazione dell'input grafico che permette di disegnarne le caratteristiche geometriche, ricreando un modello 3D. Grazie al calcolo automatico degli ombreggiamenti, degli apporti solari ed interni, si procede alla costruzione di un abaco delle stratigrafie dell'edificio; all'interno di questa sezione si può attingere da un database del programma o ricreare le proprie tecnologie. Una volta individuate le trasmittanze dell'involucro opaco e trasparente, si compone il modulo impiantistico, dove è possibile definire i sistemi e sottosistemi di generazione, per riscaldamento, raffrescamento e acqua calda sanitaria. In questo modulo è possibile selezionare le tipologie impiantistiche, definendone i vettori energetici ed i rendimenti delle macchine.

Tabella 5. Tecnologie e parametri prestazionali degli interventi.

TIPO DI INTERVENTO	MISURA DI EFFICIENZA/TECNOLOGIA	PARAMETRO PRESTAZIONALE
OP.V	Isolamento termico componenti verticali opachi dell'involucro edilizio	$U = 0,28 \text{ kWm}^2$
OP.H	Isolamento termico chiusura orizzontale superiore dell'involucro edilizio	$U = 0,24 \text{ kWm}^2$
TR	Sostituzione dei serramenti	$U = 1,40 \text{ kWm}^2$
	Installazione schermature solari	$ggl+sh = 0,35$
HG	Mantenimento dell'impianto termico esistente (autonomo o centralizzato)	
	Installazione caldaia a condensazione (per riscaldamento e ACS, con produzione combinata o separata)	$\eta_{H,gn} = 0,98$ $\eta_{W,gn} = 0,95$ (comb.) $\eta_{W,gn} = 0,90$ (sep.) $\eta_{H,rg} = 0,98$
	Installazione di valvole termostatiche	
TS	Installazione solare termico per produzione ACS	Copertura 50% del fabbisogno di ACS
GL	Isolamento termico chiusura orizzontale inferiore dell'involucro edilizio	$U = 0,29 \text{ kWm}^2$

Fonte: Allegato 1, D.M. 26 giugno 2015.

L'obiettivo di questo lavoro è quello di estrapolare i seguenti dati di output:

- **Fabbisogno ideale di energia termica utile ($Q_{H,nd}$):** fabbisogno di energia termica riferito a condizioni di temperatura dell'aria uniforme in tutto l'ambiente climatizzato.

- **Prestazione energetica di un edificio ($E_{P,gl}$ o $Q_{H,W,P}$):** quantità annua di energia primaria effettivamente consumata o che si prevede possa essere necessaria per soddisfare i vari bisogni connessi ad un uso standard dell'edificio: la climatizzazione invernale, la climatizzazione estiva, la preparazione dell'acqua calda per usi igienici sanitari, la ventilazione e l'illuminazione.

$$Q_{H,nd} = Q_{H,ht} - \eta_{H,gn} \cdot Q_{gn} = (Q_{H,tr} + Q_{H,ve}) - \eta_{H,gn} \cdot (Q_{int} + Q_{sol}) \quad [\text{MJ}]$$

- $Q_{H,nd}$ è il fabbisogno ideale di energia termica dell'edificio per riscaldamento;
- $Q_{H,ht}$ è lo scambio termico totale tra ambiente confinato ed esterno nel caso di riscaldamento;
- $Q_{H,tr}$ è lo scambio termico per trasmissione nel periodo di riscaldamento;
- $Q_{H,ve}$ è lo scambio termico per ventilazione nel periodo di riscaldamento;
- Q_{gn} sono i guadagni termici totali;
- Q_{int} sono i guadagni termici interni;
- Q_{sol} sono i guadagni termici solari;
- $\eta_{H,gn}$ è il fattore di utilizzazione degli apporti termici;

$$EP_{gl} = E_{Pi} + E_{Pacs} + E_{Pe} + E_{Pill} \quad [\text{kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{anno})]$$

Dove:

- E_{Pi} = indice di prestazione energetica per la climatizzazione invernale,
- E_{Pe} = indice di prestazione energetica per la climatizzazione estiva,
- E_{Pacs} = indice di prestazione energetica per la produzione di acqua calda sanitaria,
- E_{Pill} = indice di prestazione energetica per illuminazione artificiale.

$$EP_{gl} = E_{Pi} + E_{pacs}$$

Tali dati, specificatamente individuati per ogni casistica, sia per lo stato di fatto, sia post intervento di riqualificazione, permettono di valutare le prestazioni energetiche globali e rendono possibile un diretto confronto, poiché rappresentano rispettivamente il comportamento del sistema involucro e le dispersioni previste sulla base delle sue caratteristiche geometriche e costruttive ($Q_{H,nd}$), mentre il $Q_{H,W,P}$ quantifica le prestazioni energetiche, consumi ed emissioni, del sistema impiantistico.

In sintesi, partendo da una classificazione per epoca di costruzione, è stato ricercato ed individuato un edificio di riferimento virtuale per ogni periodo storico analizzato, sul quale verrà simulato un intervento di efficientamento energetico seguendo le linee guida previste dal Decreto Rilancio. Per ogni classe di epoca di costruzione sono state individuate 2 o 3 differenti casistiche di partenza (che ricoprono in alcuni casi l'80% degli edifici per ogni classe del territorio comunale), alle quali verrà applicata una riqualificazione. L'intervento è studiato per essere applicato ad ogni tipologia d'edificio, in base alle proprie caratteristiche, in modo da poter raggiungere un miglioramento delle proprie prestazioni, attraverso gli interventi previsti dal Superbonus.

Per quanto riguarda la tipologia d'intervento, per ogni edificio sono state quindi considerate le condizioni dettate dalle casistiche 1, 2 e 3, alle quali viene applicato il seguente intervento di riqualificazione energetica:

- per ogni trasmittanza opaca è stato ipotizzato l'abbattimento delle dispersioni applicando un isolamento termico (cappotto) alle superfici disperdenti orizzontali, verticali ed oblique, che può variare dai 5 ai 10 cm di spessore in base alle condizioni di partenza, in modo da rispettare i requisiti minimi delle trasmittanze;
- sostituzione completa degli infissi, che da soli hanno la capacità di abbattere la dispersione di calore di due terzi;
- miglioramento o sostituzione, laddove possibile, del sistema impiantistico completo per riscaldamento e produzione di acqua calda sanitaria, migliorandone i rendimenti che permettono di ottenere la riduzione dei consumi e delle emissioni.

Durante la progettazione è stato inoltre tenuto conto dei ponti termici. Infatti sono stati individuati i principali per la tipologia 'blocco di appartamenti', come ad esempio l'attacco dei balconi o dei ballatoi, il quale può variare in base alla tecnica costruttiva e quindi all'epoca di costruzione. Altro ponte termico ricorrente è quello tra muratura ed infisso, ai quali sono collegati quelli di soglie e davanzali, oppure l'attacco a terra, sempre tenendo conto che il P.R.G. del comune di Torino vincola l'occupazione di suolo pubblico per le parti di edificio al piano terra, affacciate su marciapiedi, ad un massimo di 4 cm oltre il filo esterno della facciata.

Questi sono stati risolti con uno studio specifico di alcuni nodi individuati e disegnati, successivamente inseriti all'interno del modulo del software di riferimento, andando ad isolare tutte le parti sensibili ed esposte ad uno scambio termico.

Di seguito si riportano le schede tecniche riassuntive di tutte le casistiche d'intervento analizzate.

Edificio A, caso 1. 1919-1945



Classe epoca di costruzione: 1
 Anno di costruzione: 1940
 Comune: Torino
 Zona climatica: E

Numero di piani: 5
 Numero di appartamenti: 33
 Area sup. disperdente [m²]: 3855
 Volume [m³]: 8202
 Superficie/Volume [m⁻¹]: 0,47

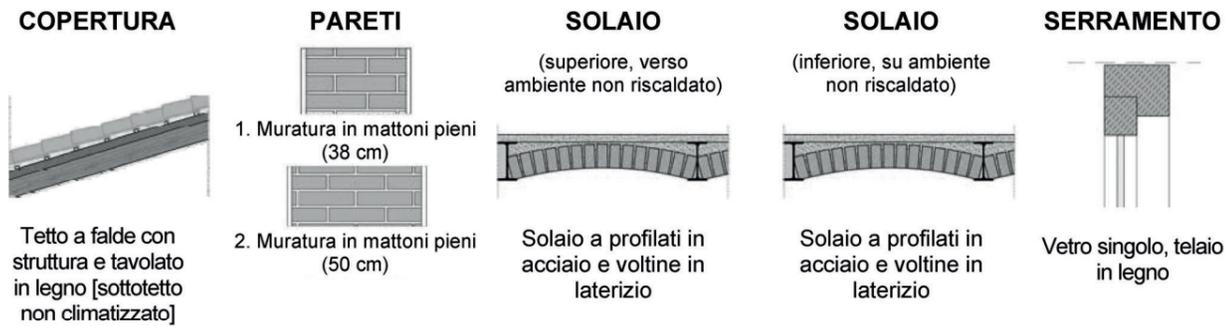
SUPERBONUS

interventi sull'involucro

ELEMENTO	U _{pre} W/m ² K	U _{post} W/m ² K	TIPO DI INTERVENTO
COPERTURA	1,80	1,80	-
PARETE 1	1,39	0,28	Posa isolante 5-9 cm
PARETE 2	1,55	0,28	Posa isolante 5-9 cm
SOLAIO (superiore)	1,84	0,24	Posa isolante 8 cm
SOLAIO (inferiore)	1,31	0,23	Posa isolante 8 cm
SERRAMENTO	3,90	1,34	Sostituzione

STATO di FATTO

tipologia costruttiva



interventi sull'impianto di riscaldamento

GENERAZIONE	$\eta_{H,gn} = 0,90$	DISTRIBUZIONE	$\eta_{H,d} = 0,93$
caldaia a condensazione (metano), bruciatore atmosferico, installata in ambiente non climatizzato (centrale termica)		distribuzione centralizzata a colonne montanti verticali non isolate correnti nei muri esterni, collegamenti orizzontali in ambienti non riscaldati	

interventi sull'impianto di ACS

GENERAZIONE	DISTRIBUZIONE	$Q_{ls,w,d} = 0$
Caldaia a condensazione (metano), installata esternamente $\eta_{W,gn} = 0,98$	distribuzione autonoma per ogni unità immobiliare	
pompa di calore ad aria esterna per ogni unità immobiliare COP = 2,50		

COPERTURA	PARETI		SOLAIO (inferiore)	SOLAIO (superiore)	SERRAMENTO	
U [W/m ² K]	U ₁ [W/m ² K]	U ₂ [W/m ² K]	U [W/m ² K]	U [W/m ² K]	U [W/m ² K]	$g_{gl,n} [-]$
1,80	1,39	1,55	1,31	1,84	3,90	0,59

Impianto di riscaldamento

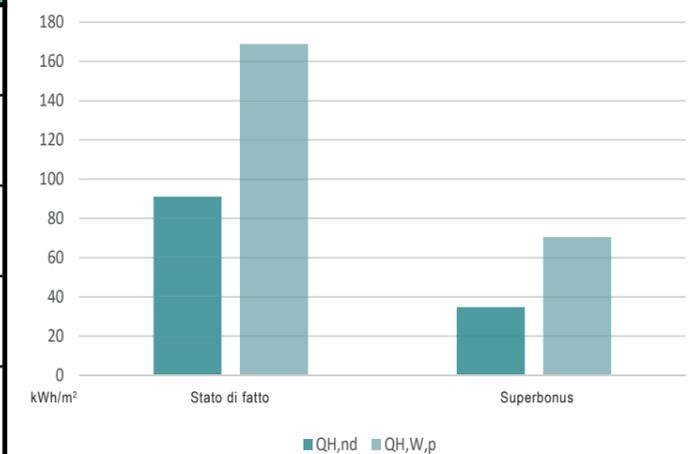
GENERAZIONE	$\eta_{H,gn} = 0,86$	DISTRIBUZIONE	$\eta_{H,d} = 0,93$
caldaia standard (metano), bruciatore atmosferico, installata in ambiente non climatizzato (centrale termica)		distribuzione centralizzata a colonne montanti verticali non isolate correnti nei muri esterni, collegamenti orizzontali in ambienti non riscaldati	

Impianto di ACS

GENERAZIONE	DISTRIBUZIONE	$Q_{ls,w,d} = 0$
Caldaia standard (metano), autonomo per ogni unità immobiliare $\eta_{W,gn} = 0,90$	distribuzione autonoma per ogni unità immobiliare	
Bollitore elettrico ad accumulo, autonomo per ogni unità immobiliare $\eta_{W,gn} = 0,75$		

PRESTAZIONE ENERGETICA

Stato di fatto		Superbonus	
$Q_{H,nd}$ [kWh/m ²]	91,11	$Q_{H,nd}$ [kWh/m ²]	34,66
$Q_{W,nd}$ [kWh/m ²]	17,96	$Q_{W,nd}$ [kWh/m ²]	17,96
$Q_{H,p}$ [kWh/m ²]	125,29	$Q_{H,p}$ [kWh/m ²]	47,89
$Q_{W,p}$ [kWh/m ²]	43,61	$Q_{W,p}$ [kWh/m ²]	22,53
$Q_{H,W,p}$ [kWh/m ²]	168,9	$Q_{H,W,p}$ [kWh/m ²]	70,42



F → B

Edificio A, caso 2. 1919-1945



Classe epoca di costruzione:	1
Anno di costruzione:	1940
Comune:	Torino
Zona climatica:	E
Numero di piani:	5
Numero di appartamenti:	33
Area sup. disperdente [m ²]:	3855
Volume [m ³]:	8202
Superficie/Volume [m ⁻¹]:	0,47

SUPERBONUS

interventi sull'involucro

ELEMENTO	U _{pre} W/m ² K	U _{post} W/m ² K	TIPO DI INTERVENTO
COPERTURA	1,80	1,80	-
PARETE 1	1,39	0,28	Posa isolante 5-9 cm
PARETE 2	1,55	0,28	Posa isolante 5-9 cm
SOLAIO (superiore)	1,84	0,24	Posa isolante 8 cm
SOLAIO (inferiore)	1,31	0,23	Posa isolante 8 cm
SERRAMENTO	3,03	1,34	Sostituzione

interventi sull'impianto di riscaldamento

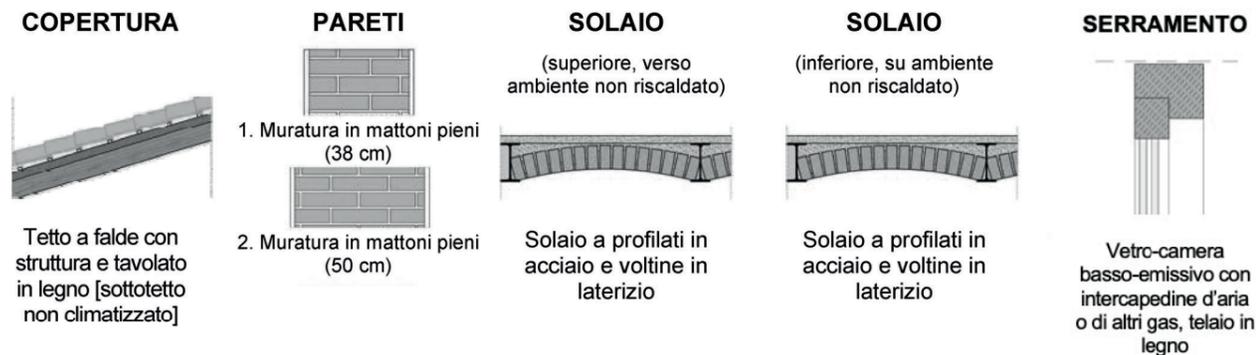
GENERAZIONE	η _{H,gn} = 0,90	DISTRIBUZIONE	η _{H,d} = 0,93
caldaia a condensazione (metano), bruciatore atmosferico, installata in ambiente non climatizzato (centrale termica)		distribuzione centralizzata a colonne montanti verticali non isolate correnti nei muri esterni, collegamenti orizzontali in ambienti non riscaldati	

interventi sull'impianto di ACS

GENERAZIONE	DISTRIBUZIONE	Q _{Is,W,d} = 0
Caldaia a condensazione (metano), installata esternamente η _{W,gn} = 0,98		distribuzione autonoma per ogni unità immobiliare
pompa di calore ad aria esterna per ogni unità immobiliare COP = 2,50		

STATO di FATTO

tipologia costruttiva



COPERTURA	PARETI		SOLAIO (inferiore)	SOLAIO (superiore)	SERRAMENTO	
U [W/m ² K]	U ₁ [W/m ² K]	U ₂ [W/m ² K]	U [W/m ² K]	U [W/m ² K]	U [W/m ² K]	g _{gl,n} [-]
1,80	1,39	1,55	1,31	1,84	3,03	0,52

Impianto di riscaldamento

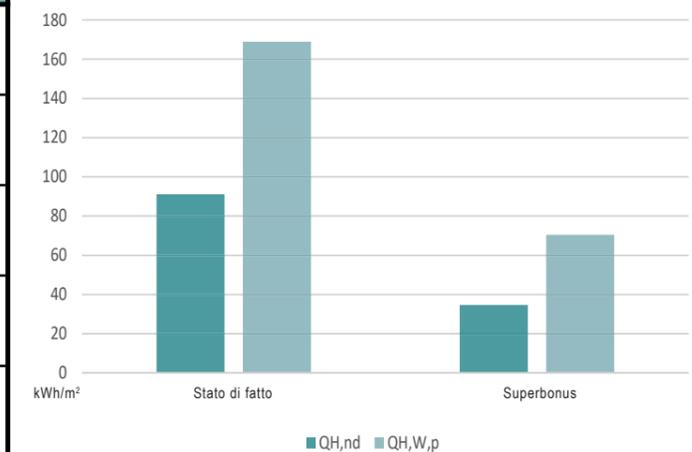
GENERAZIONE	η _{H,gn} = 0,86	DISTRIBUZIONE	η _{H,d} = 0,93
caldaia standard (metano), bruciatore atmosferico, installata in ambiente non climatizzato (centrale termica)		distribuzione centralizzata a colonne montanti verticali non isolate correnti nei muri esterni, collegamenti orizzontali in ambienti non riscaldati	

Impianto di ACS

GENERAZIONE	DISTRIBUZIONE	Q _{Is,W,d} = 0
Caldaia standard (metano), autonomo per ogni unità immobiliare η _{W,gn} = 0,90		distribuzione autonoma per ogni unità immobiliare
Bollitore elettrico ad accumulo, autonomo per ogni unità immobiliare η _{W,gn} = 0,75		

PRESTAZIONE ENERGETICA

Stato di fatto		Superbonus	
Q _{H,nd} [kWh/m ²]	89,35	Q _{H,nd} [kWh/m ²]	34,66
Q _{W,nd} [kWh/m ²]	17,96	Q _{W,nd} [kWh/m ²]	17,96
Q _{H,p} [kWh/m ²]	122,97	Q _{H,p} [kWh/m ²]	47,89
Q _{W,p} [kWh/m ²]	43,61	Q _{W,p} [kWh/m ²]	22,53
Q _{H,W,p} [kWh/m ²]	166,58	Q _{H,W,p} [kWh/m ²]	70,42



Edificio B, caso 1. 1946-1960



Classe epoca di costruzione: 2
 Anno di costruzione: 1960
 Comune: Torino
 Zona climatica: E

Numero di piani: 6
 Numero di appartamenti: 16
 Area sup. disperdente [m²]: 3662
 Volume [m³]: 8138
 Superficie/Volume [m⁻¹]: 0,45

SUPERBONUS

interventi sull'involucro

ELEMENTO	U _{pre} W/m ² K	U _{post} W/m ² K	TIPO DI INTERVENTO
COPERTURA	1,80	1,80	-
PARETE 1	1,00	0,26	Posa isolante 8 cm
PARETE 2	1,22	0,28	Posa isolante 8 cm
SOLAIO (superiore)	1,89	0,24	Posa isolante 10 cm
SOLAIO (inferiore)	1,29	0,22	Posa isolante 10 cm
SERRAMENTO	5,18	1,40	Sostituzione

interventi sull'impianto di riscaldamento

GENERAZIONE	$\eta_{H,gn} = 1,03$	DISTRIBUZIONE	$\eta_{H,d} = 0,92$
teleriscaldamento - sottostazione di scambio termico ad elevata efficienza		distribuzione centralizzata a colonne montanti verticali non isolate correnti nell'intercapedine dei muri esterni, collegamenti orizzontali in ambienti non riscaldati	

interventi sull'impianto di ACS

GENERAZIONE	DISTRIBUZIONE	$Q_{ls,w,d} = 0$
Caldaia a condensazione (metano), installata esternamente $\eta_{W,gn} = 0,98$	distribuzione autonoma per ogni unità immobiliare	
pompa di calore ad aria esterna per ogni unità immobiliare COP = 2,55		

STATO di FATTO

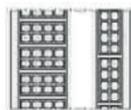
tipologia costruttiva

COPERTURA

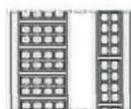


Tetto a falde con struttura e tavolato in legno [sottotetto non climatizzato]

PARETI



1. Muratura a cassa-vuota con mattoni forati (35 cm)



2. Muratura a cassa-vuota con mattoni forati (30 cm)

SOLAIO

(superiore, verso ambiente non riscaldato)



Solaio latero-cementizio

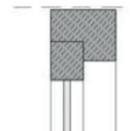
SOLAIO

(inferiore, su ambiente non riscaldato)



Solaio latero-cementizio

SERRAMENTO



Vetro singolo, telaio in legno

COPERTURA	PARETI		SOLAIO (inferiore)	SOLAIO (superiore)	SERRAMENTO	
U [W/m ² K]	U ₁ [W/m ² K]	U ₂ [W/m ² K]	U [W/m ² K]	U [W/m ² K]	U [W/m ² K]	$\epsilon_{gl,n}$ [-]
1,80	1,00	1,22	1,29	1,89	5,18	0,84

Impianto di riscaldamento

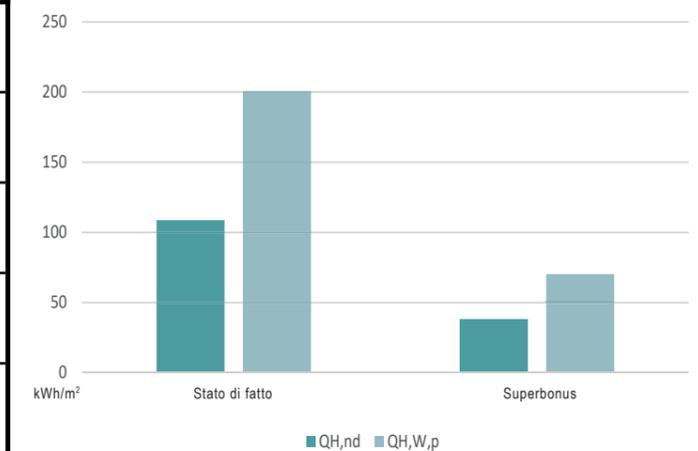
GENERAZIONE	$\eta_{H,gn} = 0,82$	DISTRIBUZIONE	$\eta_{H,d} = 0,86$
caldaia standard (metano), bruciatore atmosferico, installata in ambiente non climatizzato (centrale termica)		distribuzione centralizzata a colonne montanti verticali non isolate correnti nei muri esterni, collegamenti orizzontali in ambienti non riscaldati	

Impianto di ACS

GENERAZIONE	DISTRIBUZIONE	$Q_{ls,w,d} = 0$
Caldaia standard (metano), autonomo per ogni unità immobiliare $\eta_{W,gn} = 0,76$	distribuzione autonoma per ogni unità immobiliare	
Bollitore elettrico ad accumulo, autonomo per ogni unità immobiliare $\eta_{W,gn} = 0,75$		

PRESTAZIONE ENERGETICA

Stato di fatto		Superbonus	
$Q_{H,nd}$ [kWh/m ²]	108,7	$Q_{H,nd}$ [kWh/m ²]	37,7
$Q_{W,nd}$ [kWh/m ²]	15,35	$Q_{W,nd}$ [kWh/m ²]	15,35
$Q_{H,p}$ [kWh/m ²]	166,4	$Q_{H,p}$ [kWh/m ²]	41,5
$Q_{W,p}$ [kWh/m ²]	34,2	$Q_{W,p}$ [kWh/m ²]	28,7
$Q_{H,W,p}$ [kWh/m ²]	200,6	$Q_{H,W,p}$ [kWh/m ²]	70,2



Edificio B, caso 2. 1946-1960



Classe epoca di costruzione: 2
 Anno di costruzione: 1960
 Comune: Torino
 Zona climatica: E

Numero di piani: 6
 Numero di appartamenti: 16
 Area sup. disperdente [m²]: 3662
 Volume [m³]: 8138
 Superficie/Volume [m⁻¹]: 0,45

SUPERBONUS

interventi sull'involucro

ELEMENTO	U _{pre} W/m ² K	U _{post} W/m ² K	TIPO DI INTERVENTO
COPERTURA	2,20	2,20	-
PARETI	1,00	0,26	Posa isolante 8 cm
PARETI	1,05	0,28	Posa isolante 8 cm
SOLAIO (superiore)	1,89	0,24	Posa isolante 10 cm
SOLAIO (inferiore)	1,29	0,22	Posa isolante 10 cm
SERRAMENTO	3,14	1,40	Sostituzione

interventi sull'impianto di riscaldamento

GENERAZIONE	$\eta_{H,gn} = 1,03$	DISTRIBUZIONE	$\eta_{H,d} = 0,92$
teleriscaldamento - sottostazione di scambio termico ad elevata efficienza		distribuzione centralizzata a colonne montanti verticali non isolate correnti nell'inetcapedine dei muri esterni, collegamenti orizzontali in ambienti non riscaldati	

interventi sull'impianto di ACS

GENERAZIONE	DISTRIBUZIONE	$Q_{Is,W,d} = 0$
Caldaia a condensazione (metano), installata esternamente $\eta_{W,gn} = 0,98$	distribuzione autonoma per ogni unità immobiliare	
pompa di calore ad aria esterna per ogni unità immobiliare COP = 2,55		

STATO di FATTO

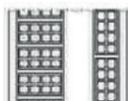
tipologia costruttiva

COPERTURA

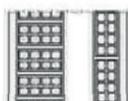


Tetto a falde con struttura e tavolato in legno [sottotetto non climatizzato]

PARETI



1. Muratura a cassa-vuota con mattoni forati (35 cm)



2. Muratura a cassa-vuota con mattoni forati (30 cm)

SOLAIO

(superiore, verso ambiente non riscaldato)



Solaio latero-cementizio

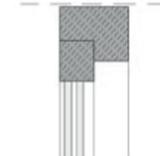
SOLAIO

(inferiore, su ambiente non riscaldato)



Solaio latero-cementizio

SERRAMENTO



Vetro-camera basso-emissivo con intercapedine d'aria o di altri gas, telaio in legno

COPERTURA	PARETI		SOLAIO (inferiore)	SOLAIO (superiore)	SERRAMENTO	
U [W/m ² K]	$g_{gl,n}$ [-]					
2,20	1,00	1,05	1,29	1,89	3,14	0,67

Impianto di riscaldamento

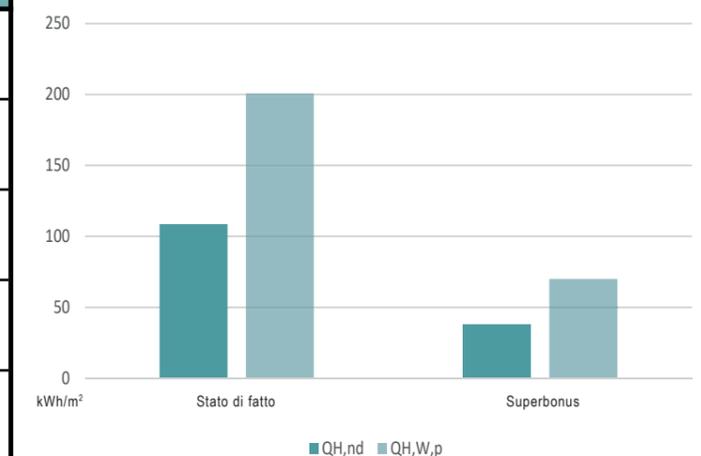
GENERAZIONE	$\eta_{H,gn} = 0,82$	DISTRIBUZIONE	$\eta_{H,d} = 0,86$
caldaia standard (metano), bruciatore atmosferico, installata in ambiente non climatizzato (centrale termica)		distribuzione centralizzata a colonne montanti verticali non isolate correnti nell'inetcapedine dei muri esterni, collegamenti orizzontali in ambienti non riscaldati	

Impianto di ACS

GENERAZIONE	DISTRIBUZIONE	$Q_{Is,W,d} = 0$
Caldaia standard (metano), autonomo per ogni unità immobiliare $\eta_{W,gn} = 0,76$	distribuzione autonoma per ogni unità immobiliare	
Bollitore elettrico ad accumulo, autonomo per ogni unità immobiliare $\eta_{W,gn} = 0,75$		

PRESTAZIONE ENERGETICA

Stato di fatto		Superbonus	
$Q_{H,nd}$ [kWh/m ²]	104,87	$Q_{H,nd}$ [kWh/m ²]	37,7
$Q_{W,nd}$ [kWh/m ²]	15,35	$Q_{W,nd}$ [kWh/m ²]	15,35
$Q_{H,p}$ [kWh/m ²]	160,58	$Q_{H,p}$ [kWh/m ²]	41,5
$Q_{W,p}$ [kWh/m ²]	34,21	$Q_{W,p}$ [kWh/m ²]	28,7
$Q_{H,W,p}$ [kWh/m ²]	194,79	$Q_{H,W,p}$ [kWh/m ²]	70,2



E → A1 →

Edificio B, caso 3. 1946-1960



Classe epoca di costruzione:	2
Anno di costruzione:	1960
Comune:	Torino
Zona climatica:	E
Numero di piani:	6
Numero di appartamenti:	16
Area sup. disperdente [m ²]:	3662
Volume [m ³]:	8138
Superficie/Volume [m ⁻¹]:	0,45

SUPERBONUS

interventi sull'involucro

ELEMENTO	U _{pre} W/m ² K	U _{post} W/m ² K	TIPO DI INTERVENTO
COPERTURA	2,20	2,20	-
PARETI	1,00	0,26	Posa isolante 8 cm
PARETI	1,05	0,28	Posa isolante 8 cm
SOLAIO (superiore)	1,89	0,24	Posa isolante 10 cm
SOLAIO (inferiore)	1,29	0,22	Posa isolante 10 cm
SERRAMENTO	3,14	1,40	Sostituzione

interventi sull'impianto di riscaldamento

GENERAZIONE	$\eta_{H,gn} = 1,03$	DISTRIBUZIONE	$\eta_{H,d} = 0,92$
teleriscaldamento - sottostazione di scambio termico ad elevata efficienza		distribuzione centralizzata a colonne montanti verticali non isolate correnti nell'intercapedine dei muri esterni, collegamenti orizzontali in ambienti non riscaldati	

interventi sull'impianto di ACS

GENERAZIONE	DISTRIBUZIONE	$Q_{is,w,d} = 0$
Caldaia a condensazione (metano), installata esternamente $\eta_{W,gn} = 0,98$	distribuzione autonoma per ogni unità immobiliare	
pompa di calore ad aria esterna per ogni unità immobiliare COP = 2,55		

STATO di FATTO

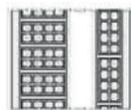
tipologia costruttiva

COPERTURA

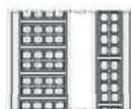


Tetto a falde con struttura e tavolato in legno [sottotetto non climatizzato]

PARETI



1. Muratura a cassa-vuota con mattoni forati (35 cm)



2. Muratura a cassa-vuota con mattoni forati (30 cm)

SOLAIO

(superiore, verso ambiente non riscaldato)



Solaio latero-cementizio

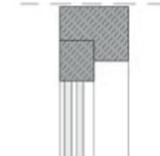
SOLAIO

(inferiore, su ambiente non riscaldato)



Solaio latero-cementizio

SERRAMENTO



Vetro-camera basso-emissivo con intercapedine d'aria o di altri gas, telaio in legno

COPERTURA	PARETI		SOLAIO (inferiore)	SOLAIO (superiore)	SERRAMENTO	
U [W/m ² K]	$g_{gl,n}$ [-]					
2,20	1,00	1,05	1,29	1,89	3,14	0,67

Impianto di riscaldamento

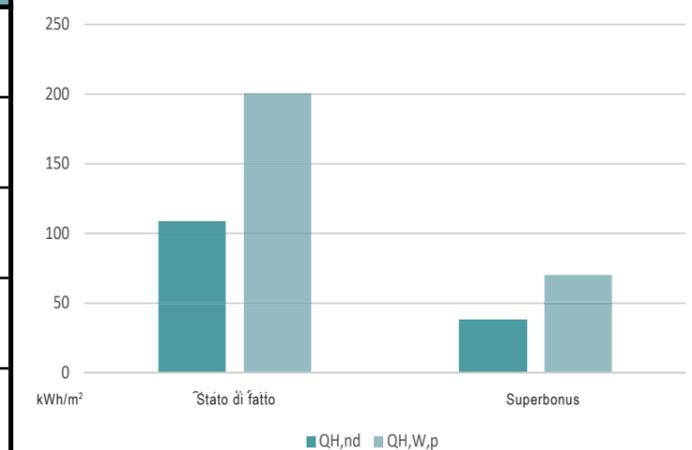
GENERAZIONE	$\eta_{H,gn} = 1,03$	DISTRIBUZIONE	$\eta_{H,d} = 0,92$
teleriscaldamento - sottostazione di scambio termico ad elevata efficienza		distribuzione centralizzata a colonne montanti verticali non isolate correnti nell'intercapedine dei muri esterni, collegamenti orizzontali in ambienti non riscaldati	

Impianto di ACS

GENERAZIONE	DISTRIBUZIONE	$Q_{is,w,d} = 0$
Caldaia standard (metano), autonomo per ogni unità immobiliare $\eta_{W,gn} = 0,76$	distribuzione autonoma per ogni unità immobiliare	
Bollitore elettrico ad accumulo, autonomo per ogni unità immobiliare $\eta_{W,gn} = 0,75$		

PRESTAZIONE ENERGETICA

Stato di fatto		Superbonus	
$Q_{H,nd}$ [kWh/m ²]	104,87	$Q_{H,nd}$ [kWh/m ²]	37,7
$Q_{W,nd}$ [kWh/m ²]	15,35	$Q_{W,nd}$ [kWh/m ²]	15,35
$Q_{H,p}$ [kWh/m ²]	112,69	$Q_{H,p}$ [kWh/m ²]	41,5
$Q_{W,p}$ [kWh/m ²]	34,21	$Q_{W,p}$ [kWh/m ²]	28,7
$Q_{H,W,p}$ [kWh/m ²]	146,9	$Q_{H,W,p}$ [kWh/m ²]	70,2



Edificio C, caso 1. 1961-1970



Classe epoca di costruzione: 3
 Anno di costruzione: 1967
 Comune: Torino
 Zona climatica: E

Numero di piani: 10
 Numero di appartamenti: 20
 Area sup. disperdente [m²]: 2899
 Volume [m³]: 6040
 Superficie/Volume [m⁻¹]: 0,48

SUPERBONUS

interventi sull'involucro

ELEMENTO	U _{pre} W/m ² K	U _{post} W/m ² K	TIPO DI INTERVENTO
COPERTURA	1,80	1,80	-
PARETE 1	1,00	0,27	Posa isolante 8 cm
PARETE 2	1,05	0,28	Posa isolante 8 cm
SOLAIO (superiore)	1,89	0,24	Posa isolante 10 cm
SOLAIO (inferiore)	1,29	0,22	Posa isolante 10 cm
SERRAMENTO	5,03	1,40	Sostituzione

interventi sull'impianto di riscaldamento

GENERAZIONE	$\eta_{H,gn} = 0,95$	DISTRIBUZIONE	$\eta_{H,d} = 0,93$
caldaia a condensazione (metano), bruciatore atmosferico, installata in ambiente non climatizzato (centrale termica)		distribuzione centralizzata a colonne montanti verticali non isolate correnti nell'intercapedine dei muri esterni, collegamenti orizzontali in ambienti non riscaldati	

interventi sull'impianto di ACS

GENERAZIONE	DISTRIBUZIONE	$Q_{is,w,d} = 0$
Caldaia a condensazione (metano), installata esternamente $\eta_{W,gn} = 0,98$	distribuzione autonoma per ogni unità immobiliare	
pompa di calore ad aria esterna per ogni unità immobiliare COP = 2,50		

STATO di FATTO

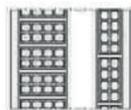
tipologia costruttiva

COPERTURA

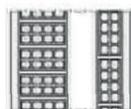


Tetto a falde con struttura e tavolato in legno [sottotetto non climatizzato]

PARETI



1. Muratura a cassa-vuota con mattoni forati (35 cm)



2. Muratura a cassa-vuota con mattoni forati (30 cm)

SOLAIO

(superiore, verso ambiente non riscaldato)



Solaio latero-cementizio

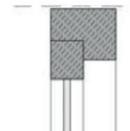
SOLAIO

(inferiore, su ambiente non riscaldato)



Solaio latero-cementizio

SERRAMENTO



Vetro singolo, telaio in legno

COPERTURA	PARETI		SOLAIO (inferiore)	SOLAIO (superiore)	SERRAMENTO	
U [W/m ² K]	U ₁ [W/m ² K]	U ₂ [W/m ² K]	U [W/m ² K]	U [W/m ² K]	U [W/m ² K]	$g_{gl,n}$ [-]
1,80	1,00	1,05	1,29	1,89	5,03	0,67

Impianto di riscaldamento

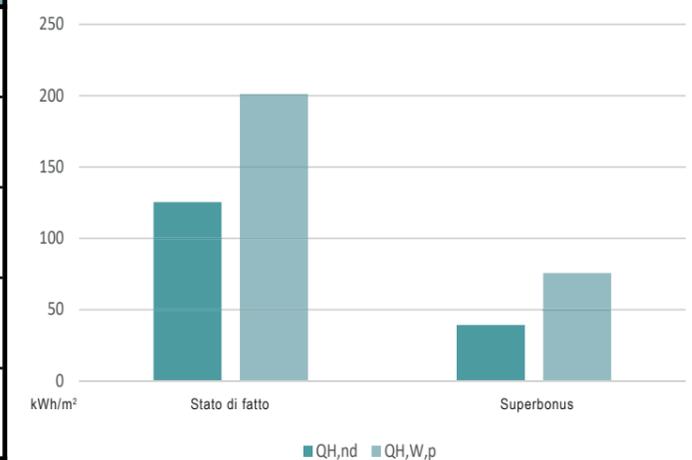
GENERAZIONE	$\eta_{H,gn} = 0,85$	DISTRIBUZIONE	$\eta_{H,d} = 0,93$
caldaia standard (metano), bruciatore atmosferico, installata in ambiente non climatizzato (centrale termica)		distribuzione centralizzata a colonne montanti verticali non isolate correnti nell'intercapedine dei muri esterni, collegamenti orizzontali in ambienti non riscaldati	

Impianto di ACS

GENERAZIONE	DISTRIBUZIONE	$Q_{is,w,d} = 0$
Caldaia standard (metano), autonomo per ogni unità immobiliare $\eta_{W,gn} = 0,76$	distribuzione autonoma per ogni unità immobiliare	
Bollitore elettrico ad accumulo, autonomo per ogni unità immobiliare $\eta_{W,gn} = 0,75$		

PRESTAZIONE ENERGETICA

Stato di fatto		Superbonus	
$Q_{H,nd}$ [kWh/m ²]	125,5	$Q_{H,nd}$ [kWh/m ²]	38,9
$Q_{W,nd}$ [kWh/m ²]	18,1	$Q_{W,nd}$ [kWh/m ²]	18,1
$Q_{H,p}$ [kWh/m ²]	173,9	$Q_{H,p}$ [kWh/m ²]	50,6
$Q_{W,p}$ [kWh/m ²]	27,4	$Q_{W,p}$ [kWh/m ²]	24,9
$Q_{H,W,p}$ [kWh/m ²]	201,3	$Q_{H,W,p}$ [kWh/m ²]	75,5



F → A1 →

Edificio C, caso 2. 1961-1970



Classe epoca di costruzione: 3
 Anno di costruzione: 1967
 Comune: Torino
 Zona climatica: E

 Numero di piani: 10
 Numero di appartamenti: 20
 Area sup. disperdente [m²]: 2899
 Volume [m³]: 6040
 Superficie/Volume [m⁻¹]: 0,48

SUPERBONUS

interventi sull'involucro

ELEMENTO	U _{pre} W/m ² K	U _{post} W/m ² K	TIPO DI INTERVENTO
COPERTURA	1,80	1,80	-
PARETE 1	1,00	0,27	Posa isolante 8 cm
PARETE 2	1,05	0,28	Posa isolante 8 cm
SOLAIO (superiore)	1,89	0,24	Posa isolante 10 cm
SOLAIO (inferiore)	1,29	0,22	Posa isolante 10 cm
SERRAMENTO	3,14	1,40	Sostituzione

interventi sull'impianto di riscaldamento

GENERAZIONE	η _{H,gn} = 0,95	DISTRIBUZIONE	η _{H,d} = 0,93
caldaia a condensazione (metano), bruciatore atmosferico, installata in ambiente non climatizzato (centrale termica)		distribuzione centralizzata a colonne montanti verticali non isolate correnti nell'inetcapedine dei muri esterni, collegamenti orizzontali in ambienti non riscaldati	

interventi sull'impianto di ACS

GENERAZIONE	DISTRIBUZIONE	Q _{is,w,d} = 0
Caldaia a condensazione (metano), installata esternamente η _{W,gn} = 0,98	distribuzione autonoma per ogni unità immobiliare	
pompa di calore ad aria esterna per ogni unità immobiliare COP = 2,50		

STATO di FATTO

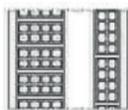
tipologia costruttiva

COPERTURA

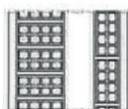


Tetto a falde con struttura e tavolato in legno [sottotetto non climatizzato]

PARETI



1. Muratura a cassa-vuota con mattoni forati (35 cm)



2. Muratura a cassa-vuota con mattoni forati (30 cm)

SOLAIO

(superiore, verso ambiente non riscaldato)



Solaio latero-cementizio

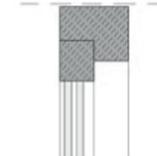
SOLAIO

(inferiore, su ambiente non riscaldato)



Solaio latero-cementizio

SERRAMENTO



Vetro-camera basso-emissivo con intercapedine d'aria o di altri gas, telaio in legno

COPERTURA	PARETI		SOLAIO (inferiore)	SOLAIO (superiore)	SERRAMENTO	
U [W/m ² K]	U ₁ [W/m ² K]	U ₂ [W/m ² K]	U [W/m ² K]	U [W/m ² K]	U [W/m ² K]	g _{gl,n} [-]
1,80	1,00	1,05	1,29	1,89	3,14	0,67

Impianto di riscaldamento

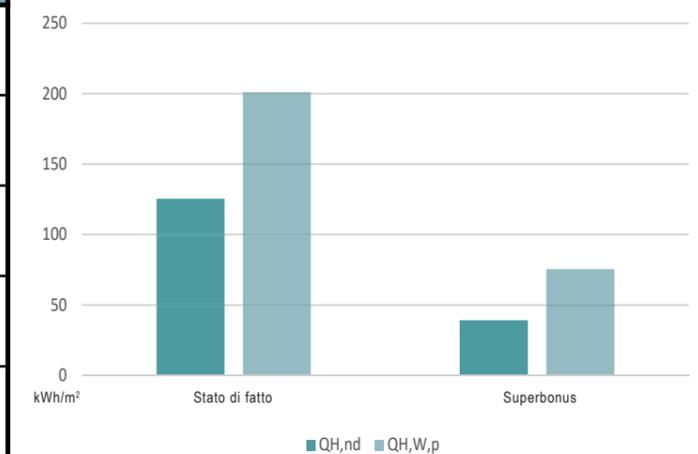
GENERAZIONE	η _{H,gn} = 0,85	DISTRIBUZIONE	η _{H,d} = 0,93
caldaia standard (metano), bruciatore atmosferico, installata in ambiente non climatizzato (centrale termica)		distribuzione centralizzata a colonne montanti verticali non isolate correnti nell'inetcapedine dei muri esterni, collegamenti orizzontali in ambienti non riscaldati	

Impianto di ACS

GENERAZIONE	DISTRIBUZIONE	Q _{is,w,d} = 0
Caldaia standard (metano), autonomo per ogni unità immobiliare η _{W,gn} = 0,76	distribuzione autonoma per ogni unità immobiliare	
Bollitore elettrico ad accumulo, autonomo per ogni unità immobiliare η _{W,gn} = 0,75		

PRESTAZIONE ENERGETICA

Stato di fatto		Superbonus	
Q _{H,nd} [kWh/m ²]	115,1	Q _{H,nd} [kWh/m ²]	38,9
Q _{W,nd} [kWh/m ²]	18,1	Q _{W,nd} [kWh/m ²]	18,1
Q _{H,p} [kWh/m ²]	160,3	Q _{H,p} [kWh/m ²]	50,6
Q _{W,p} [kWh/m ²]	27,4	Q _{W,p} [kWh/m ²]	24,9
Q _{H,W,p} [kWh/m ²]	187,7	Q _{H,W,p} [kWh/m ²]	75,5



E → A1

Edificio C, caso 3. 1961-1970



Classe epoca di costruzione: 3
 Anno di costruzione: 1967
 Comune: Torino
 Zona climatica: E

 Numero di piani: 10
 Numero di appartamenti: 20
 Area sup. disperdente [m²]: 2899
 Volume [m³]: 6040
 Superficie/Volume [m⁻¹]: 0,48

SUPERBONUS

interventi sull'involucro

ELEMENTO	U _{pre} W/m ² K	U _{post} W/m ² K	TIPO DI INTERVENTO
COPERTURA	1,80	1,80	-
PARETE 1	1,00	0,27	Posa isolante 8 cm
PARETE 2	1,05	0,28	Posa isolante 8 cm
SOLAIO (superiore)	1,89	0,24	Posa isolante 10 cm
SOLAIO (inferiore)	1,29	0,22	Posa isolante 10 cm
SERRAMENTO	3,14	1,40	Sostituzione

interventi sull'impianto di riscaldamento

GENERAZIONE	η _{H,gn} = 1,03	DISTRIBUZIONE	η _{H,d} = 0,92
teleriscaldamento - sottostazione di scambio termico ad elevata efficienza		distribuzione centralizzata a colonne montanti verticali non isolate correnti nell'intracapedine dei muri esterni, collegamenti orizzontali in ambienti non riscaldati	

interventi sull'impianto di ACS

GENERAZIONE	DISTRIBUZIONE	Q _{ls,w,d} = 0
Caldaia a condensazione (metano), installata esternamente η _{W,gn} = 0,98	distribuzione autonoma per ogni unità immobiliare	
pompa di calore ad aria esterna per ogni unità immobiliare COP = 2,50		

STATO di FATTO

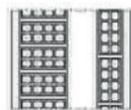
tipologia costruttiva

COPERTURA

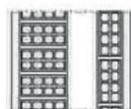


Tetto a falde con struttura e tavolato in legno [sottotetto non climatizzato]

PARETI



1. Muratura a cassa-vuota con mattoni forati (35 cm)



2. Muratura a cassa-vuota con mattoni forati (30 cm)

SOLAIO

(superiore, verso ambiente non riscaldato)



Solaio latero-cementizio

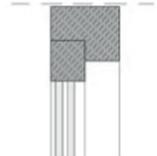
SOLAIO

(inferiore, su ambiente non riscaldato)



Solaio latero-cementizio

SERRAMENTO



Vetro-camera basso-emissivo con intercapedine d'aria o di altri gas, telaio in legno

COPERTURA	PARETI		SOLAIO (inferiore)	SOLAIO (superiore)	SERRAMENTO	
U [W/m ² K]	U ₁ [W/m ² K]	U ₂ [W/m ² K]	U [W/m ² K]	U [W/m ² K]	U [W/m ² K]	g _{gl,n} [-]
1,80	1,00	1,05	1,29	1,89	3,14	0,67

Impianto di riscaldamento

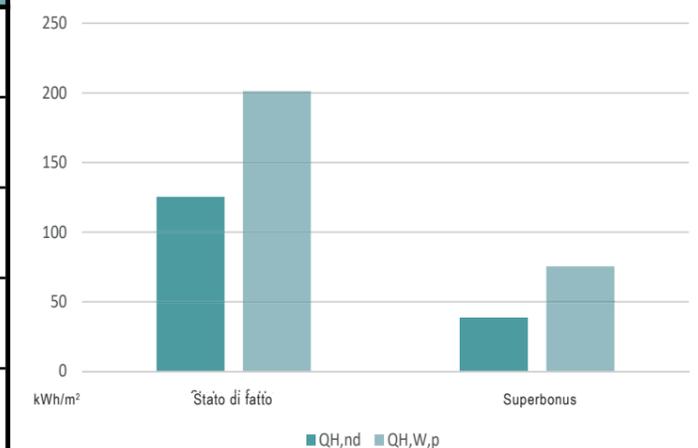
GENERAZIONE	η _{H,gn} = 1,03	DISTRIBUZIONE	η _{H,d} = 0,92
teleriscaldamento - sottostazione di scambio termico ad elevata efficienza		distribuzione centralizzata a colonne montanti verticali non isolate correnti nell'intracapedine dei muri esterni, collegamenti orizzontali in ambienti non riscaldati	

Impianto di ACS

GENERAZIONE	DISTRIBUZIONE	Q _{ls,w,d} = 0
Caldaia standard (metano), autonomo per ogni unità immobiliare η _{W,gn} = 0,76	distribuzione autonoma per ogni unità immobiliare	
Bollitore elettrico ad accumulo, autonomo per ogni unità immobiliare η _{W,gn} = 0,75		

PRESTAZIONE ENERGETICA

Stato di fatto		Superbonus	
Q _{H,nd} [kWh/m ²]	115,1	Q _{H,nd} [kWh/m ²]	39,59
Q _{W,nd} [kWh/m ²]	18,1	Q _{W,nd} [kWh/m ²]	18,1
Q _{H,p} [kWh/m ²]	118,14	Q _{H,p} [kWh/m ²]	44,01
Q _{W,p} [kWh/m ²]	27,35	Q _{W,p} [kWh/m ²]	25,58
Q _{H,W,p} [kWh/m ²]	145,49	Q _{H,W,p} [kWh/m ²]	69,59



Edificio D, caso 1. 1971-1990



Classe epoca di costruzione: 4
 Anno di costruzione: 1975
 Comune: Torino
 Zona climatica: E

Numero di piani: 5
 Numero di appartamenti: 20
 Area sup. disperdente [m²]: 3049
 Volume [m³]: 7818
 Superficie/Volume [m⁻¹]: 0,39

SUPERBONUS

interventi sull'involucro

ELEMENTO	U _{pre} W/m ² K	U _{post} W/m ² K	TIPO DI INTERVENTO
COPERTURA	2,20	2,20	-
PARETI	1,00	0,27	Posa isolante 8 cm
PARETI	1,05	0,28	Posa isolante 8 cm
SOLAIO (superiore)	1,78	0,24	Posa isolante 10 cm
SOLAIO (inferiore)	1,29	0,22	Posa isolante 10 cm
SERRAMENTO	5,06	1,40	Sostituzione

interventi sull'impianto di riscaldamento

GENERAZIONE	η _{H,gn} = 0,98	DISTRIBUZIONE	η _{H,d} = 0,92
caldaia a condensazione (metano), bruciatore atmosferico, installata in ambiente non climatizzato (centrale termica)		distribuzione centralizzata a colonne montanti verticali non isolate correnti nell'intercapedine dei muri esterni, collegamenti orizzontali in ambienti non riscaldati	

interventi sull'impianto di ACS

GENERAZIONE	DISTRIBUZIONE	Q _{is,w,d} = 0
Caldaia a condensazione (metano), installata esternamente η _{W,gn} = 0,98	distribuzione autonoma per ogni unità immobiliare	
pompa di calore ad aria esterna per ogni unità immobiliare COP = 2,50		

STATO di FATTO

tipologia costruttiva

COPERTURA
 Tetto a falde in laterizio, medio livello di isolamento [sottotetto non climatizzato]

PARETI
 1. Muratura a cassa-vuota con mattoni forati (35 cm)
 2. Muratura a cassa-vuota con mattoni forati (30 cm)

SOLAIO (superiore, verso ambiente non riscaldato)
 Solaio latero-cementizio

SOLAIO (inferiore, su ambiente non riscaldato)
 Solaio latero-cementizio

SERRAMENTO
 Vetro singolo, telaio in legno

COPERTURA	PARETI		SOLAIO (inferiore)	SOLAIO (superiore)	SERRAMENTO	
U [W/m ² K]	U ₁ [W/m ² K]	U ₂ [W/m ² K]	U [W/m ² K]	U [W/m ² K]	U [W/m ² K]	g _{gl,n} [-]
2,20	1,00	1,05	1,29	1,78	5,06	0,84

Impianto di riscaldamento

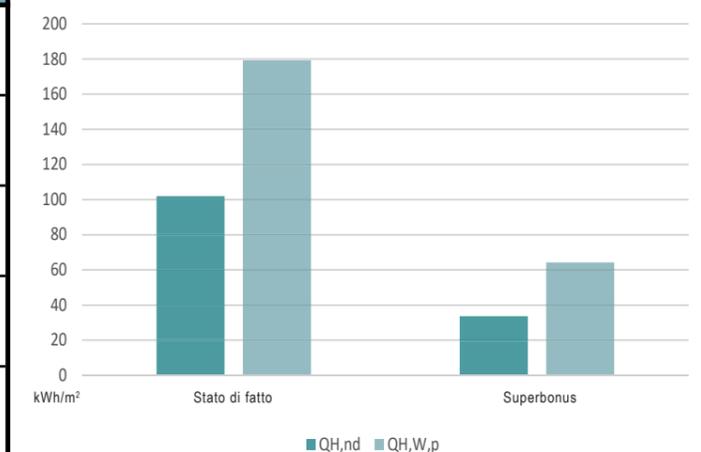
GENERAZIONE	η _{H,gn} = 0,83	DISTRIBUZIONE	η _{H,d} = 0,95
caldaia standard (metano), bruciatore atmosferico, installata in ambiente non climatizzato (centrale termica)		distribuzione centralizzata a colonne montanti verticali non isolate correnti nell'intercapedine dei muri esterni, collegamenti orizzontali in ambienti non riscaldati	

Impianto di ACS

GENERAZIONE	DISTRIBUZIONE	Q _{is,w,d} = 0
Caldaia standard (metano), autonomo per ogni unità immobiliare η _{W,gn} = 0,76	distribuzione autonoma per ogni unità immobiliare	
Bollitore elettrico ad accumulo, autonomo per ogni unità immobiliare η _{W,gn} = 0,75		

PRESTAZIONE ENERGETICA

Stato di fatto		Superbonus	
Q _{H,nd} [kWh/m ²]	102,03	Q _{H,nd} [kWh/m ²]	33,71
Q _{W,nd} [kWh/m ²]	16,8	Q _{W,nd} [kWh/m ²]	16,8
Q _{H,p} [kWh/m ²]	147,15	Q _{H,p} [kWh/m ²]	40,66
Q _{W,p} [kWh/m ²]	32,15	Q _{W,p} [kWh/m ²]	23,57
Q _{H,W,p} [kWh/m ²]	179,3	Q _{H,W,p} [kWh/m ²]	64,23



E → A1

Edificio D, caso 2. 1971-1990



Classe epoca di costruzione: 4
 Anno di costruzione: 1975
 Comune: Torino
 Zona climatica: E

Numero di piani: 5
 Numero di appartamenti: 20
 Area sup. disperdente [m²]: 3049
 Volume [m³]: 7818
 Superficie/Volume [m⁻¹]: 0,39

SUPERBONUS

interventi sull'involucro

ELEMENTO	U _{pre} W/m ² K	U _{post} W/m ² K	TIPO DI INTERVENTO
COPERTURA	2,20	2,20	-
PARETI	1,00	0,27	Posa isolante 8 cm
PARETI	1,05	0,28	Posa isolante 8 cm
SOLAIO (superiore)	1,78	0,24	Posa isolante 10 cm
SOLAIO (inferiore)	1,29	0,22	Posa isolante 10 cm
SERRAMENTO	3,14	1,40	Sostituzione

STATO di FATTO

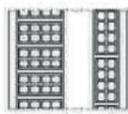
tipologia costruttiva

COPERTURA

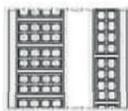


Tetto a falde in laterizio, medio livello di isolamento [sottotetto non climatizzato]

PARETI



1. Muratura a cassa-vuota con mattoni forati (35 cm)



2. Muratura a cassa-vuota con mattoni forati (30 cm)

SOLAIO

(superiore, verso ambiente non riscaldato)



Solaio latero-cementizio

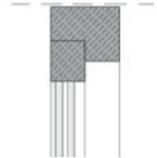
SOLAIO

(inferiore, su ambiente non riscaldato)



Solaio latero-cementizio

SERRAMENTO



Vetro-camera basso-emissivo con intercapedine d'aria o di altri gas, telaio in legno

COPERTURA	PARETI		SOLAIO (inferiore)	SOLAIO (superiore)	SERRAMENTO	
U [W/m ² K]	g _{gl,n} [-]					
2,20	1,00	1,05	1,29	1,78	3,14	0,67

Impianto di riscaldamento

GENERAZIONE	η _{H,gn} = 0,83	DISTRIBUZIONE	η _{H,d} = 0,95
caldaia standard (metano), bruciatore atmosferico, installata in ambiente non climatizzato (centrale termica)		distribuzione centralizzata a colonne montanti verticali non isolate correnti nell'intracapedine dei muri esterni, collegamenti orizzontali in ambienti non riscaldati	

Impianto di ACS

GENERAZIONE	DISTRIBUZIONE	Q _{is,w,d} = 0
Caldaia standard (metano), autonomo per ogni unità immobiliare η _{W,gn} = 0,76	distribuzione autonoma per ogni unità immobiliare	
Bollitore elettrico ad accumulo, autonomo per ogni unità immobiliare η _{W,gn} = 0,75		

interventi sull'impianto di riscaldamento

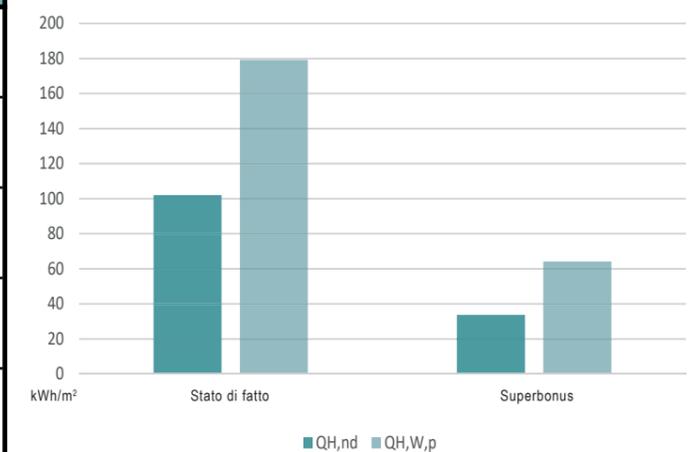
GENERAZIONE	η _{H,gn} = 0,98	DISTRIBUZIONE	η _{H,d} = 0,92
caldaia a condensazione (metano), bruciatore atmosferico, installata in ambiente non climatizzato (centrale termica)		distribuzione centralizzata a colonne montanti verticali non isolate correnti nell'intracapedine dei muri esterni, collegamenti orizzontali in ambienti non riscaldati	

interventi sull'impianto di ACS

GENERAZIONE	DISTRIBUZIONE	Q _{is,w,d} = 0
Caldaia a condensazione (metano), installata esternamente η _{W,gn} = 0,98	distribuzione autonoma per ogni unità immobiliare	
pompa di calore ad aria esterna per ogni unità immobiliare COP = 2,50		

PRESTAZIONE ENERGETICA

Stato di fatto		Superbonus	
Q _{H,nd} [kWh/m ²]	98,21	Q _{H,nd} [kWh/m ²]	33,71
Q _{W,nd} [kWh/m ²]	16,8	Q _{W,nd} [kWh/m ²]	16,8
Q _{H,p} [kWh/m ²]	141,67	Q _{H,p} [kWh/m ²]	40,66
Q _{W,p} [kWh/m ²]	32,15	Q _{W,p} [kWh/m ²]	23,57
Q _{H,W,p} [kWh/m ²]	173,82	Q _{H,W,p} [kWh/m ²]	64,23



E → A1 →

Edificio D, caso 3. 1971-1990



Classe epoca di costruzione: 4
 Anno di costruzione: 1975
 Comune: Torino
 Zona climatica: E

Numero di piani: 5
 Numero di appartamenti: 20
 Area sup. disperdente [m²]: 3049
 Volume [m³]: 7818
 Superficie/Volume [m⁻¹]: 0,39

SUPERBONUS

interventi sull'involucro

ELEMENTO	U _{pre} W/m ² K	U _{post} W/m ² K	TIPO DI INTERVENTO
COPERTURA	2,20	2,20	-
PARETI	0,81	0,27	Posa isolante 5 cm
PARETI	0,84	0,28	Posa isolante 5 cm
SOLAIO (superiore)	0,88	0,24	Posa isolante 5 cm
SOLAIO (inferiore)	0,74	0,22	Posa isolante 5 cm
SERRAMENTO	3,14	1,40	Sostituzione

interventi sull'impianto di riscaldamento

GENERAZIONE	η _{H,gn} = 0,98	DISTRIBUZIONE	η _{H,d} = 0,92
caldaia a condensazione (metano), bruciatore atmosferico, installata in ambiente non climatizzato (centrale termica)		distribuzione centralizzata a colonne montanti verticali non isolate correnti nell'intercapedine dei muri esterni, collegamenti orizzontali in ambienti non riscaldati	

interventi sull'impianto di ACS

GENERAZIONE	DISTRIBUZIONE	Q _{is,w,d} = 0
Caldaia a condensazione (metano), installata esternamente η _{W,gn} = 0,98	distribuzione autonoma per ogni unità immobiliare	
pompa di calore ad aria esterna per ogni unità immobiliare COP = 2,50		

STATO di FATTO

tipologia costruttiva

COPERTURA

Tetto a falde in laterizio, medio livello di isolamento [sottotetto non climatizzato]

PARETI

1. Muratura a cassa-vuota con mattoni forati (40 cm), basso livello di isolamento

2. Muratura a cassa-vuota con mattoni forati (35 cm), basso livello di isolamento

SOLAIO

(superiore, verso ambiente non riscaldato)

Solaio latero-cementizio, basso livello di isolamento

SOLAIO

(inferiore, su ambiente non riscaldato)

Solaio latero-cementizio, basso livello di isolamento

SERRAMENTO

Vetro-camera basso-emissivo con intercapedine d'aria o di altri gas, telaio in legno

COPERTURA	PARETI		SOLAIO (inferiore)	SOLAIO (superiore)	SERRAMENTO	
U [W/m ² K]	g _{gl,n} [-]					
2,20	0,81	0,84	0,74	0,88	3,14	0,67

Impianto di riscaldamento

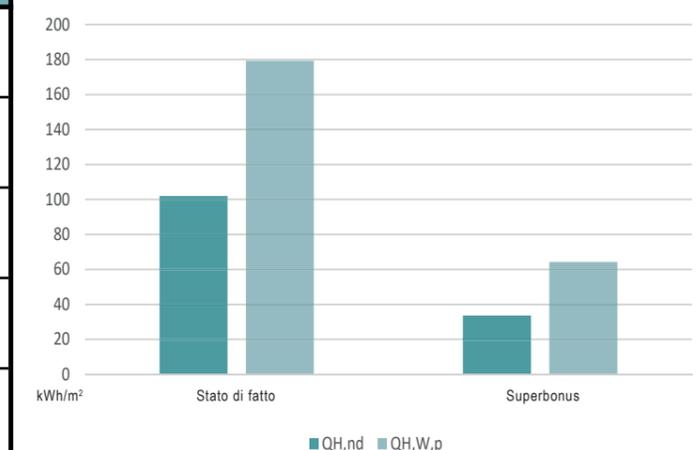
GENERAZIONE	η _{H,gn} = 0,83	DISTRIBUZIONE	η _{H,d} = 0,95
caldaia standard (metano), bruciatore atmosferico, installata in ambiente non climatizzato (centrale termica)		distribuzione centralizzata a colonne montanti verticali non isolate correnti nell'intercapedine dei muri esterni, collegamenti orizzontali in ambienti non riscaldati	

Impianto di ACS

GENERAZIONE	DISTRIBUZIONE	Q _{is,w,d} = 0
Caldaia standard (metano), autonomo per ogni unità immobiliare η _{W,gn} = 0,76	distribuzione autonoma per ogni unità immobiliare	
Bollitore elettrico ad accumulo, autonomo per ogni unità immobiliare η _{W,gn} = 0,75		

PRESTAZIONE ENERGETICA

Stato di fatto		Superbonus	
Q _{H,nd} [kWh/m ²]	79,97	Q _{H,nd} [kWh/m ²]	33,71
Q _{W,nd} [kWh/m ²]	16,8	Q _{W,nd} [kWh/m ²]	16,8
Q _{H,p} [kWh/m ²]	105,61	Q _{H,p} [kWh/m ²]	40,66
Q _{W,p} [kWh/m ²]	32,15	Q _{W,p} [kWh/m ²]	23,57
Q _{H,W,p} [kWh/m ²]	137,76	Q _{H,W,p} [kWh/m ²]	64,23



D → A1

3.6 Confronto dei dati

Grafico 14. Riassunto delle riduzioni di fabbisogno energetico utile annuo, per ogni casistica analizzata.

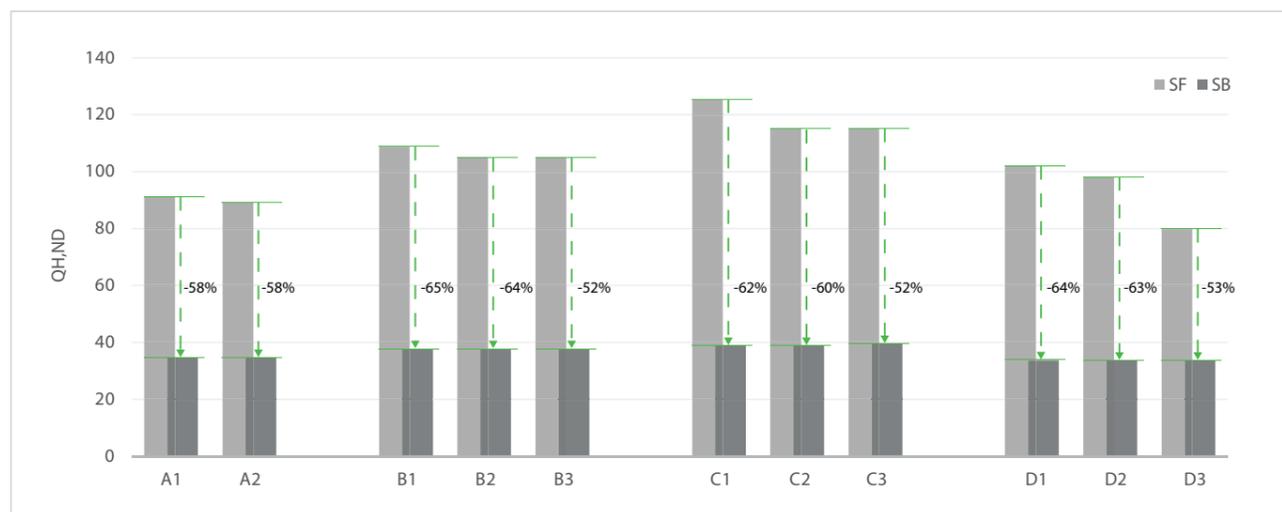
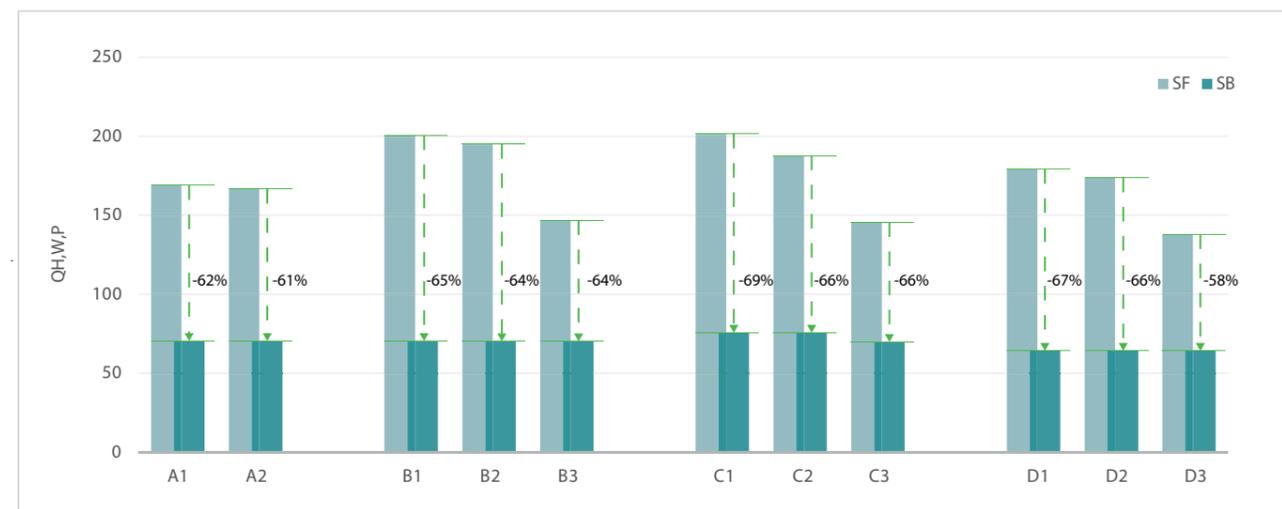


Grafico 15. Riassunto delle riduzioni di fabbisogno energetico di energia primaria annuo, per ogni casistica analizzata.



Alla luce dei dati sopra riportati, è possibile analizzare come i vari casi studio reagiscano agli interventi di riqualificazione energetica, in che misura vengono abbattuti i consumi e come cambiano i livelli di emissione di gas serra.

Si riportano di seguito alcuni grafici riassuntivi sulla prestazione energetica degli edifici di riferimento analizzati nelle pagine precedenti. In essi è indicato il confronto tra lo stato di fatto e la condizione post intervento di riqualificazione. Si evidenziano il risparmio energetico conseguente agli interventi, confrontando sia i fabbisogni annuali netti di energia termica per il riscaldamento ($Q_{H,nd}$), sia i fabbisogni annuali di energia primaria per riscaldamento e ACS ($Q_{H,W,P}$).

Dall'analisi dei grafici si evince che l'intervento di riqualificazione energetica, eseguito secondo i principi del Superbonus, varia a seconda della casistica di partenza. In tutte le situazioni è stato possibile intervenire analogamente sull'involucro opaco e trasparente, variando soltanto lo spessore dell'isolante a seconda del livello di trasmittanza di partenza per rispettare i requisiti minimi imposti. La differenza principale che si riscontra, riguarda il comparto impiantistico e il sistema di generazione per riscaldamento e acqua calda sanitaria, poiché nella maggior parte delle situazioni è stato possibile effettuare un miglioramento dell'impianto mantenendo lo stesso vettore energetico di partenza (da caldaia standard a caldaia a condensazione, identificato come caso X), in altre occasioni si è deciso di sostituire l'impianto e conseguentemente il vettore energetico (da caldaia standard a teleriscaldamento, identificato come caso Y) ed infine la casistica in cui lo stato originario era già caratterizzato da un impianto di generazione aggiornato (teleriscaldamento, identificato come caso Z).

Per la casistica X, in cui ricadono gli interventi effettuati sugli edifici A1, A2, C1, C2, D1, D2 e D3, si osservano riduzioni dei fabbisogni energetici uniformi, mediamente del 64% di quello utile, mentre del 60% dell'energia primaria. Per quanto riguarda invece la riduzione dei consumi e dell'emissione di CO_2 , la sopracitata casistica evidenzia, mediamente, una riduzione del 63% delle stesse, riferite al vettore energetico 'metano'; analogamente per il vettore energetico 'elettrico' la riduzione ammonta, in media, al 48%.

Per la casistica Y, rappresentata dagli edifici B1 e B2, la simulazione ha previsto la sostituzione dell'impianto di generazione standard con un impianto a teleriscaldamento. La scelta è stata ponderata in base alla localizzazione dell'edificio sul territorio, e alla possibilità di utilizzare questa tipologia d'impianto in relazione alla sua posizione, ovvero in prossimità del passaggio della linea di distribuzione. In questo caso la riduzione dei fabbisogni energetici risulta in media del 65% per entrambi i valori ($Q_{H,nd}$ e $Q_{H,W,P}$). L'importante differenza si evidenzia riguardo la riduzione dei consumi e delle emissioni di CO_2 come conseguenza della sostituzione dell'impianto: inevitabilmente, il vettore energetico 'metano' viene quasi totalmente annullato dall'incidenza del teleriscaldamento (mantenuto soltanto per la produzione di ACS autonoma di alcune unità abitative), riducendone il consumo e le emissioni di CO_2 del 93%. La componente elettrica invece, subisce una riduzione del 72% grazie alla sostituzione dei bollitori elettrici autonomi con pompe di calore ad alta efficienza.

Tabella 6. Riassunto delle riduzioni di consumi ed emissioni, per vettore energetico, per ogni casistica analizzata.

EDIFICIO A

CASO 1

Stato di fatto		
VETTORE ENERGETICO	Metano	Energia elettrica
CONSUMO	25349 [Nm ³ /anno]	23086 [kWhel/anno]
CO ₂	52914 [kg/anno]	10620 [kg/anno]
SERVIZI	Riscaldamento, ACS	Riscaldamento, ACS

Superbonus		
VETTORE ENERGETICO	Metano	Energia elettrica
CONSUMO	9969 [Nm ³ /anno]	8817 [kWhel/anno]
CO ₂	20810 [kg/anno]	4056 [kg/anno]
SERVIZI	Riscaldamento, ACS	Riscaldamento, ACS

Riduzioni		
VETTORE ENERGETICO	Metano	Energia elettrica
CONSUMO	-61%	-62%
CO ₂	-61%	-62%

CASO 2

Stato di fatto		
VETTORE ENERGETICO	Metano	Energia elettrica
CONSUMO	24929 [Nm ³ /anno]	23081 [kWhel/anno]
CO ₂	52036 [kg/anno]	10617 [kg/anno]
SERVIZI	Riscaldamento, ACS	Riscaldamento, ACS

Superbonus		
VETTORE ENERGETICO	Metano	Energia elettrica
CONSUMO	9969 [Nm ³ /anno]	8817 [kWhel/anno]
CO ₂	20810 [kg/anno]	4056 [kg/anno]
SERVIZI	Riscaldamento, ACS	Riscaldamento, ACS

Riduzioni		
VETTORE ENERGETICO	Metano	Energia elettrica
CONSUMO	-60%	-62%
CO ₂	-60%	-62%

EDIFICIO B

CASO 1

Stato di fatto		
VETTORE ENERGETICO	Metano	Energia elettrica
CONSUMO	36068 [Nm ³ /anno]	18147 [kWhel/anno]
CO ₂	75289 [kg/anno]	8347 [kg/anno]
SERVIZI	Riscaldamento, ACS	Riscaldamento, ACS

Superbonus			
VETTORE ENERGETICO	Teleriscaldamento	Metano	Energia elettrica
CONSUMO	91889 [kWhel/anno]	2345 [Nm ³ /anno]	5010 [kWhel/anno]
CO ₂	27567 [kg/anno]	4895 [kg/anno]	2305 [kg/anno]
SERVIZI	Riscaldamento	ACS	Riscaldamento, ACS

Riduzioni		
VETTORE ENERGETICO	Metano	Energia elettrica
CONSUMO	-93%	-72%
CO ₂	-93%	-72%

CASO 2

Stato di fatto		
VETTORE ENERGETICO	Metano	Energia elettrica
CONSUMO	34874 [Nm ³ /anno]	18147 [kWhel/anno]
CO ₂	72795 [kg/anno]	8347 [kg/anno]
SERVIZI	Riscaldamento, ACS	Riscaldamento, ACS

Superbonus			
VETTORE ENERGETICO	Teleriscaldamento	Metano	Energia elettrica
CONSUMO	91889 [kWhel/anno]	2345 [Nm ³ /anno]	5010 [kWhel/anno]
CO ₂	27567 [kg/anno]	4895 [kg/anno]	2305 [kg/anno]
SERVIZI	Riscaldamento	ACS	Riscaldamento, ACS

Riduzioni		
VETTORE ENERGETICO	Metano	Energia elettrica
CONSUMO	-93%	-72%
CO ₂	-93%	-72%

CASO 3

Stato di fatto			
VETTORE ENERGETICO	Teleriscaldamento	Metano	Energia elettrica
CONSUMO	277615 [kWhel/anno]	2656 [Nm ³ /anno]	18147 [kWhel/anno]
CO ₂	83284 [kg/anno]	5545 [kg/anno]	8347 [kg/anno]
SERVIZI	Riscaldamento	ACS	Riscaldamento, ACS

Superbonus			
VETTORE ENERGETICO	Teleriscaldamento	Metano	Energia elettrica
CONSUMO	91889 [kWhel/anno]	2345 [Nm ³ /anno]	5010 [kWhel/anno]
CO ₂	27567 [kg/anno]	4895 [kg/anno]	2305 [kg/anno]
SERVIZI	Riscaldamento	ACS	Riscaldamento, ACS

Riduzioni		
VETTORE ENERGETICO	Metano	Energia elettrica
CONSUMO	-12%	-72%
CO ₂	-12%	-72%

Per la casistica Z, rappresentata infine dagli edifici B3 e C3, la situazione di partenza prevedeva l'esistenza di un impianto di generazione a teleriscaldamento, per valutare i risvolti di un intervento di Superbonus principalmente sull'involucro opaco e trasparente, e in minima parte sui sistemi di generazione autonomi di ACS per verificare se, anche in questo caso, i requisiti imposti e le trasmittanze minime venissero rispettate. In proposito il vettore energetico 'metano' e di conseguenza i suoi consumi hanno subito un leggero calo, mentre il vettore energetico 'elettrico' sia per le emissioni che per i consumi ha visto una riduzione media del 75% in seguito alla sostituzione degli impianti di generazione di ACS elettrici e in minima parte a metano.

La volontà di indagare su quante più casistiche 'reali' presenti sul territorio, è frutto della ricerca di risultati attendibili e verificabili per ogni edificio, e in media, sono positivi in ogni casistica analizzata. Altro risultato importante è che l'intervento previsto dal Superbonus, per tutti gli edifici e le casistiche analizzate, non ha riscontrato problematiche e ha sempre soddisfatto i requisiti di trasmittanze, percentuali di superficie isolata e salto di classe. Inevitabilmente questa situazione non potrà essere estesa a tutti gli edifici poiché, quelli analizzati, ricadono nelle classi di costruzione più frequenti e comuni della città di Torino. Laddove gli edifici presentino vincoli più pedanti riguardanti parzialmente o totalmente l'edificio, l'intervento dev'essere valutato e misurato su ogni singola unità, per soddisfare tutti i vincoli e i limiti imposti. Qui di seguito si riportano le tabelle riassuntive per ogni singolo edificio e caso analizzato, riguardanti consumi, emissioni di Co2 e le relative riduzioni espresse in percentuale.

Tabella 6. Riassunto delle riduzioni di consumi ed emissioni, per vettore energetico, per ogni casistica analizzata.

EDIFICIO C

CASO 1

Stato di fatto		
VETTORE ENERGETICO	Metano	Energia elettrica
CONSUMO	27689 [Nm ³ /anno]	14540 [kWhel/anno]
CO ₂	57798 [kg/anno]	6688 [kg/anno]
SERVIZI	Riscaldamento, ACS	Riscaldamento, ACS

Superbonus		
VETTORE ENERGETICO	Metano	Energia elettrica
CONSUMO	9958 [Nm ³ /anno]	3273 [kWhel/anno]
CO ₂	20787 [kg/anno]	1506 [kg/anno]
SERVIZI	Riscaldamento, ACS	Riscaldamento, ACS

Riduzioni		
VETTORE ENERGETICO	Metano	Energia elettrica
CONSUMO	-64%	-77%
CO ₂	-64%	-77%

CASO 2

Stato di fatto		
VETTORE ENERGETICO	Metano	Energia elettrica
CONSUMO	25751 [Nm ³ /anno]	14540 [kWhel/anno]
CO ₂	53753 [kg/anno]	6688 [kg/anno]
SERVIZI	Riscaldamento, ACS	Riscaldamento, ACS

Superbonus		
VETTORE ENERGETICO	Metano	Energia elettrica
CONSUMO	9958 [Nm ³ /anno]	3273 [kWhel/anno]
CO ₂	20787 [kg/anno]	1506 [kg/anno]
SERVIZI	Riscaldamento, ACS	Riscaldamento, ACS

Riduzioni		
VETTORE ENERGETICO	Metano	Energia elettrica
CONSUMO	-61%	-77%
CO ₂	-61%	-77%

CASO 3

Stato di fatto			
VETTORE ENERGETICO	Teleriscaldamento	Metano	Energia elettrica
CONSUMO	199579 [kWhel/anno]	4792 [Nm ³ /anno]	14540 [kWhel/anno]
CO ₂	59874 [kg/anno]	10004 [kg/anno]	6688 [kg/anno]
SERVIZI	Riscaldamento	ACS	Riscaldamento, ACS

Superbonus			
VETTORE ENERGETICO	Teleriscaldamento	Metano	Energia elettrica
CONSUMO	69437 [kWhel/anno]	3467 [Nm ³ /anno]	3215 [kWhel/anno]
CO ₂	20831 [kg/anno]	7236 [kg/anno]	1479 [kg/anno]
SERVIZI	Riscaldamento	ACS	Riscaldamento, ACS

Riduzioni		
VETTORE ENERGETICO	Metano	Energia elettrica
CONSUMO	-28%	-78%
CO ₂	-28%	-78%

EDIFICIO D

CASO 1

Stato di fatto		
VETTORE ENERGETICO	Metano	Energia elettrica
CONSUMO	31153 [Nm ³ /anno]	8595 [kWhel/anno]
CO ₂	65029 [kg/anno]	3954 [kg/anno]
SERVIZI	Riscaldamento, ACS	Riscaldamento, ACS

Superbonus		
VETTORE ENERGETICO	Metano	Energia elettrica
CONSUMO	10490 [Nm ³ /anno]	4305 [kWhel/anno]
CO ₂	21898 [kg/anno]	1980 [kg/anno]
SERVIZI	Riscaldamento, ACS	Riscaldamento, ACS

Riduzioni		
VETTORE ENERGETICO	Metano	Energia elettrica
CONSUMO	-66%	-50%
CO ₂	-66%	-50%

CASO 2

Stato di fatto		
VETTORE ENERGETICO	Metano	Energia elettrica
CONSUMO	30141 [Nm ³ /anno]	8595 [kWhel/anno]
CO ₂	62917 [kg/anno]	3954 [kg/anno]
SERVIZI	Riscaldamento, ACS	Riscaldamento, ACS

Superbonus		
VETTORE ENERGETICO	Metano	Energia elettrica
CONSUMO	10490 [Nm ³ /anno]	4305 [kWhel/anno]
CO ₂	21898 [kg/anno]	1980 [kg/anno]
SERVIZI	Riscaldamento, ACS	Riscaldamento, ACS

Riduzioni		
VETTORE ENERGETICO	Metano	Energia elettrica
CONSUMO	-66%	-50%
CO ₂	-66%	-50%

CASO 3

Stato di fatto		
VETTORE ENERGETICO	Metano	Energia elettrica
CONSUMO	23473 [Nm ³ /anno]	8595 [kWhel/anno]
CO ₂	48998 [kg/anno]	3954 [kg/anno]
SERVIZI	Riscaldamento, ACS	Riscaldamento, ACS

Superbonus		
VETTORE ENERGETICO	Metano	Energia elettrica
CONSUMO	10490 [Nm ³ /anno]	4305 [kWhel/anno]
CO ₂	21898 [kg/anno]	1980 [kg/anno]
SERVIZI	Riscaldamento, ACS	Riscaldamento, ACS

Riduzioni		
VETTORE ENERGETICO	Metano	Energia elettrica
CONSUMO	-66%	-50%
CO ₂	-66%	-50%

4

**DECLINAZIONE
DEL
SUPERBONUS
NELLA
PRATICA
PROFESSIONALE**

Durante lo sviluppo della tesi, è stata offerta la possibilità di confrontarsi con alcuni attori che svolgono un ruolo importante, nella città di Torino, in ambito di Superbonus.

Si ha avuto un colloquio con due collaboratori dello studio C2R Energy Consulting, in particolare con l'Arch. Salvatore Maio e l'Arch. Ivana Lisitano, in rappresentanza della società che offre servizi di consulenza tecnico scientifica per interventi di efficienza energetica nella città di Torino e dintorni. Lo studio ha sede in Via Alfieri 19, all'interno della quale è stata formata una 'Business Unit' che si occupa di sviluppare le prime valutazioni per i clienti interessati ad intervenire sui propri immobili con riqualificazione energetica attraverso incentivi statali, tra cui il 110%.

Parallelamente abbiamo avuto l'occasione di misurarci con il Direttore Tecnico e Responsabile Settore Energia di ONLECO, Ing. Lorenzo Balsamelli. La società con sede in via Antonio Pigafetta 3, offre grandi competenze nei settori di acustica, energia ed ambiente per i quali fornisce servizi di consulenza a società, studi, imprese, enti pubblici e privati del torinese e nei paesi limitrofi.

L'impostazione del lavoro, in linea di massima, è comune per questi grandi studi: trattasi di un generale coordinamento del processo che inizia con lo studio di fattibilità dell'intervento dal punto vista tecnico economico attraverso sopralluoghi, individuazione degli interventi, modellazione energetica pre e post intervento, quantificazione delle spese; dal punto di vista legale-normativo tramite verifiche di conformità edilizia-urbanistica, indagini fiscali, modalità di accesso agli incentivi.

Dopodiché si procede con la progettazione a livello definitivo, dove le prime valutazioni iniziano a prendere forma e diventano sempre più specifiche e dettagliate fino ad arrivare al progetto esecutivo; a questo punto le due società offrono, tra i loro servizi, anche quello dell'asseverazione, grazie a tecnici qualificati, che si fanno carico di grandi responsabilità e saranno coloro che seguiranno gli sviluppi concreti, in cantiere e fuori, del progetto di riferimento.

Ai professionisti, è stato sottoposto un questionario (che si allega in appendice) in modo da poter entrare all'interno delle dinamiche di un processo complicato e discusso, come quello del Superbonus, che solo dei professionisti che 'toccano con mano' quotidianamente possono conoscere. Per questo motivo il sopra citato questionario è stato suddiviso in tre grandi ambiti: generale, tecnico ed economico.

Avere la possibilità di discutere con professionisti, che lavorano direttamente sul campo da noi studiato, è stato formativo ed interessante. Inoltre ci ha permesso di costruire un discorso su tutto ciò che non si vede dietro al Superbonus; gli occhi dei professionisti che lavorano con questo strumento, hanno permesso di evidenziarne vantaggi e svantaggi.

4.1 Esperienze professionali

Il processo di cui si è parlato fin ora, descrive i meccanismi 'teorici' di un intervento di efficientamento energetico tramite il c.d Superbonus ma, ulteriore intenzione, è quella di indagare e capire come il processo si sia insediato nella pratica professionale, cosa è stato trasmesso ai cittadini e come hanno risposto aziende, professionisti e artigiani del settore. Grazie agli incontri effettuati è stato possibile percepire i reali vantaggi e svantaggi del decreto, le dinamiche che si sono instaurate e come sono state accolte sul territorio italiano.

QUANTITÀ DI PRATICHE

Il fattore più allarmante, descritto da entrambi gli incontri è che purtroppo, soltanto una minima parte dei possibili interventi sul territorio ha intrapreso il processo e di questa una piccola percentuale ha dato il via all'intervento. Questo perché le situazioni che si creano nelle fasi di avvio di un grande intervento come quello del Superbonus, sono molteplici e conseguentemente rallentano di molto, se non addirittura rischiano di annullare il processo. Le tipologie edilizie maggiormente interessate all'incentivo sono principalmente le case 'monofamiliari', per la facilità decisionale e la disponibilità economica maggiore (nella maggior parte dei casi è il proprietario il diretto finanziatore) e i condomini per l'ampia possibilità d'intervento e l'attenzione, da parte di grandi investitori, di occuparsi dei processi economici nonché degli investimenti. E' facile comprendere che, in un grande complesso come quello del 'condominio', esistano realtà differenti e talvolta contrastanti, che devono concordare e convogliare verso l'obiettivo.

ASPETTI SOCIALI

La disinformazione comune sul Superbonus crea un senso di scetticismo e preoccupazione e talvolta il messaggio trasmesso fa intendere che tutto si a 'costo 0'. A questo si legano numerosi aspetti psicologici legati ad ogni singolo individuo, come la preoccupazione della durata dell'intervento, dei ponteggi, e delle limitazioni della privacy dovute al cantiere in sé. Questi sono i temi principalmente discussi nelle numerose assemblee che precedono l'avvio del processo d'intervento. La 'macchina del fango', così definita da alcuni professionisti durante gli incontri, si genera a partire proprio da questi aspetti, dove alcuni individui, più scettici e increduli di altri, portano squilibrio e insicurezza a tutti, rallentando o interrompendo il processo già a partire dalle fasi preliminari decisionali, prima ancora cioè che si inizi realmente a trattare dell'argomento.

ASPETTI LEGISLATIVI

Ulteriori preoccupazioni sono state generate dalla legislazione che regola gli interventi di Superbonus, che nonostante sia 'un'evoluzione' dei precedenti incentivi in ambito energetico, è stata descritta inizialmente da procedure differenti e più complesse dal punto di vista gestionale e burocratico, le quali sono poi state risolte in parte, ad esempio, dal decreto semplificazioni. La legislazione probabilmente, non è risultata chiara ed esplicativa, fin dal principio, soprattutto nell'analisi delle molteplici casistiche esistenti nel parco edilizio nazionale, motivo per cui, sono nate numerose revisioni del decreto, anche a distanza di molti mesi dal primo. Questo continuo cambiamento 'in corsa' delle regole, limiti e possibilità d'intervento, è una delle cause dei rallentamenti subiti dal processo di Superbonus. In particolare, le procedure di deposito delle pratiche presso l'ufficio tecnico comunale di riferimento sono state in parte chiarite dal sopracitato decreto, viceversa restano più macchinosi gli aspetti fiscali ed economici di accesso all'incentivo, le asseverazioni e le relative responsabilità

sottoscritte dai tecnici abilitati sottoposte a controllo da parte dell'ENEA e dell'Agenzia delle entrate, specie per il visto di conformità edilizio urbanistico e la relativa tolleranza del 2%. Dalle analisi di alcuni professionisti, si evidenzia che, in seguito agli studi di fattibilità per la regione Piemonte, quasi la totalità degli edifici raggiunge il doppio salto di classe energetica, mentre circa l'80% presenta abusi edilizi comportati da verande non dichiarate, la mancata abitabilità dei sottotetti o difformità evidenti sull'involucro edilizio come aperture, superfici e volumetrie.

ASPETTI ECONOMICI

Sono state riportate le principali problematiche riscontrate dai professionisti incontrati, ma un altro attore importante nel processo descritto sono le imprese. Queste infatti, in seguito all'aumento esponenziale della domanda, hanno riscontrato ingenti difficoltà nella gestione della numerosità del personale, dell'investimento economico iniziale e ancora nell'approvvigionamento dei materiali, che, da quando è iniziato il processo, ha visto un costante rincaro prezzi (tra il 40% e il 100%) dovuto alla difficoltà di reperimento e all'eccessiva richiesta. Il problema non si presenta soltanto per i materiali, ma anche per tutti i servizi utili allo svolgimento del cantiere, come ad esempio la difficoltà di reperimento di ponteggi trattandosi di interventi di facciata importanti su grandi edifici e di conseguenza superfici e tempistiche molto ampie.

TIPOLOGIE D'INTERVENTO

Entrando nel merito degli interventi più diffusi ed utilizzati da progettisti e imprese per l'applicazione del Superbonus riferiti al 'blocco di appartamenti', poiché oggetto d'indagine, sono state analizzate le casistiche più particolari, ma allo stesso tempo più ricorrenti per gli edifici del comune di Torino. Dal confronto è emerso che i condomini su cui è più semplice intervenire sono quelli di piccola-media taglia, senza rivestimenti esterni (poiché la riproduzione risulta molto cara), con una percentuale di involucro opaco maggiore di quello trasparente e con tipologie impiantistiche tradizionali, permettendo di raggiungere un intervento quasi a costo zero. Di contro le principali problematiche si evidenziano nei casi in cui, il maggior numero di lavorazioni, in conseguenza alle grandi dimensioni dell'edificio, comportino spese aggiuntive poiché i massimali previsti non risultano sufficienti.

LIMITI DI APPLICAZIONE

Risultano numerose le problematiche tecniche che si possono riscontrare in fase di progettazione degli interventi di riqualificazione, ad esempio, l'elevata incidenza da parte di balconi o ballatoi sulla lunghezza della facciata, che rende complicata la risoluzione dei ponti termici esistenti, questo perché, come già evidenziato, è necessario rispettare i requisiti minimi di legge (D.M. 26/2015), riportante la trasmittanza termica media e il coefficiente di scambio termico globale da verificare. Nel caso in cui si operi con l'intenzione di risolvere i ponti termici esistenti dei balconi, le situazioni potrebbero variare a seconda dell'epoca di costruzione; ad esempio, gli edifici ante 1960 sono prevalentemente caratterizzati da sistemi non in continuità (mensole inglobate nella muratura su cui poggia una pietra di vario spessore), risolvibile utilizzando diverse tecniche come, previa analisi strutturale delle mensole, il disassemblaggio del balcone avanzando la pietra ed isolando la parete retrostante, riducendone indicativamente il ponte termico del 42% circa. Mentre dopo gli anni '60 i balconi risultano tipicamente in continuità con la soletta interna in calcestruzzo armato; data l'impossibilità, in questo caso, di smontaggio e la minor incidenza del ponte termico, la scelta può ricadere

sull'interruzione dell'isolante o sull'isolamento dell'intradosso ed estradosso dello stesso. Altra situazione svantaggiosa si verifica quando, già nello stato esistente, l'edificio dispone di un impianto di generazione a teleriscaldamento. In questo caso il doppio salto di classe energetica risulta più complicato ed è necessario intervenire maggiormente sull'involucro trasparente ed opaco.

SOLUZIONI TECNICHE COMUNI

E' inoltre emerso che, sul territorio nazionale, gli interventi di riqualificazione energetica sull'involucro opaco presentano soluzioni comuni; laddove l'edificio ricada in una zona vincolata per la quale non è possibile intervenire su parti di edificio e di conseguenza il doppio salto di classe risulta più faticoso da raggiungere, l'intervento è passibile di deroghe o di soluzioni più invasive, come la coibentazione interna, l'utilizzo di nuove tecnologie o, dove possibile, l'impiego di insufflaggio interno alla muratura. Le nuove tecnologie, però non hanno una diffusione elevata poiché, molti tecnici ed imprese sono scettici sul loro reale beneficio, come ad esempio le nano tecnologie, intonaci performanti oppure isolanti sottovuoto con spessori ridotti; il motivo di questo scetticismo deriva dal fatto che, nonostante presentino le certificazioni necessarie, molti di questi non sono stati sottoposti a condizioni di prova utili a garantirne le prestazioni. Sono quindi prediletti sistemi tradizionali di isolamento in EPS, poliuretano espanso rigido o resine fenoliche.

FONTI RINNOVABILI

Un altro aspetto da evidenziare è quello dell'installazione di impianti solari o fotovoltaici, attraverso l'incentivo. In questo caso bisogna tener conto, in fase di progettazione, che l'energia prodotta, può essere utilizzata per le utenze comuni dell'edificio (luci esterne, luci vano scala e ascensore) o a sostegno dei sistemi di generazione elettrici. L'analisi deve valutare l'effettivo rapporto costo-beneficio, poiché in edifici con ridotte superfici di copertura (ove verrà installato il sistema fotovoltaico), o dove l'energia elettrica comune consumata si limita alla luce scale, il costo della manutenzione ordinaria dei sistemi non permette un reale ritorno economico in rapporto all'energia prodotta e utilizzata per i servizi comuni. Laddove l'intervento preveda l'installazione di un impianto fotovoltaico anche se con un sistema di accumulo, l'energia prodotta e non utilizzata, nel corso dell'anno, viene immessa gratuitamente nella rete pubblica.

TIPOLOGIE DI DETRAZIONE

Infine, un dato economico risultante dal confronto con i professionisti, è che le vie più percorse per usufruire dell'agevolazione riguardano la cessione del credito e lo sconto in fattura, mentre la detrazione diretta non viene quasi mai utilizzata poiché raramente si può disporre di una quantità di Irpef annuo per soddisfare l'intervento di riqualificazione. Anche lo sconto in fattura, in particolar modo per grandi interventi, risulta poco praticato poiché non tutte le imprese dispongono di capitali elevati per sostenere tutte le lavorazioni recuperabili nei 5 anni seguenti. In questo caso entrano in gioco le banche che dispongono 'prestiti ponte' alle imprese o direttamente al richiedente, che si estinguono ad ogni SAL (stato avanzamento lavori). Differente invece è il caso della cessione del credito, dove l'ente finanziatore si fa carico di sostenere tutte le spese, acquisendo però il recupero del credito d'imposta. Ciò è possibile poiché le società dispongono di una grande liquidità e di conseguenza un'elevata tassazione annua, che può essere coperta o ridotta dal credito generato dal Superbonus.

LAVORAZIONI EXTRA

Sempre in relazione all'aspetto economico, è necessario portare alla luce che, risulta molto difficile che si possa verificare la situazione in cui l'inquilino abbia una spesa pari a zero, nonostante l'aliquota del 110%. Questo perché alcune lavorazioni, spesso necessarie, non sono incluse nel suddetto incentivo e possono dunque rientrare in spese 'extra' per ottenere una riqualificazione completa. Le spese a loro volta, possono però essere soggette ad altri incentivi e, grazie alla possibilità di 'cumulare' già precedentemente descritta, potranno sommarsi in diversa misura a quelle relative al Superbonus. Il principio è valido tanto per le case unifamiliari, in cui è usuale che il proprietario intraprenda questo intervento di riqualificazione abbinando altre lavorazioni, quanto per edifici multifamiliari, dove per le dotazioni delle singole unità abitative si potrà decidere autonomamente che strada percorrere, mentre per gli interventi su zone comuni, sarà l'assemblea condominiale ad esprimersi.

4.2 Esempio d'intervento



Fonte: Onleco.



CONDOMINIO TEODOSIA - ONLECO

RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA PROFONDA DI EDIFICIO ESISTENTE

LUOGO: CORSO MONTE CUCCO 84-86/VIA TOFANE 44,54/VIA MONTE ORTIGARA 41,51 - TORINO

PERIODO: 2020-IN CORSO

COMMITTENTE: CONDOMINIO

PROGETTISTI: SECAP, ONLECO, BOX ARCHITETTI, STUDIO TECNICO PROECO, ARCH. ERALDO MARTINETTO

FINANZIATORE: REALE GROUP

SERVIZI: PROGETTO ENERGETICA PER EFFICIENTAMENTO ENERGETICO; PRATICHE PER OTTENIMENTO DI SUPERBONUS 110%; DIREZIONE OPERATIVA ENERGIA E CAM; COORDINAMENTO GENERALE DELLA PROGETTAZIONE

Progettato nel 1971 dall'architetto Eraldo Martinetto, l'edificio Teodosia comprende globalmente una superficie di pavimento pari a 36.500 metri quadrati, suddivisa in dieci piani e 286 unità abitative. Il Progetto 'Teodosia 110%' è uno dei primi edifici progettati e rinnovati energeticamente all'interno del parco immobiliare italiano tramite il nuovo incentivo di Superbonus 110%. La collaborazione di studi tecnici come ONLECO, Box Architetti, Studio tecnico Proeco e l'architetto Eraldo Martinetto ha permesso di portare a termine lo studio di fattibilità e la progettazione della riqualificazione energetica dell'edificio, ottenendo ottimi risultati per l'abbattimento dei consumi e delle emissioni. Gli interventi previsti per la riqualificazione sono l'isolamento dell'involucro opaco orizzontale e verticale, la sostituzione dell'involucro trasparente, l'isolamento delle superfici di copertura con un sistema ventilato e l'installazione di impianti solari e fotovoltaici avendo particolare cura dell'aspetto architettonico del manufatto, caro a tutti i condomini, ripristinandone l'aspetto originario. Per permettere la completa autonomia dei condomini, è stata offerta la possibilità di scegliere tra due tipologie di intervento riguardanti solamente le lavorazioni autonome di ogni singola abitazione, come il ripristino e conseguente isolamento delle superfici dei balconi o la sostituzione completa degli infissi. In ogni caso, a prescindere dalla tipologia prescelta, complessivamente l'edificio ottiene classi energetiche molto efficienti, con un alto abbattimento dei consumi (con un risparmio economico quantificato per circa 120.000€/anno) e delle emissioni. La collaborazione dell'architetto Eraldo Martinetto, è stata fondamentale per far convergere l'aspetto energetico con il ripristino dell'originario aspetto architettonico, che ha suscitato nei condomini (caratterizzati da un'età media molto alta) un senso di 'ringiovanimento', proiettando l'edificio alla condizione di quarant'anni prima.



Fonte: Onleco.

Figura 1



Figura 2



Figura 1: Sviluppo globale degli impalcati, della distribuzione di cantiere e dei teli di copertura.
Figura 2: Stoccaggio dei materiali isolanti in cantiere.

CARATTERISTICHE TECNICHE ED IMPIANTISTICHE

Il condominio Teodosia è composto da due fabbricati separati e distinti, il ‘fabbricato A’ costituito da pianta regolare e lineare ed il ‘fabbricato B’ caratterizzato da una pianta di forma a crociera. Costruiti nello stesso periodo, i due fabbricati presentano medesime caratteristiche dell’involucro edilizio, riassunte in:

- pareti perimetrali a muratura cassavuota con uno strato di coibente in lana minerale dello spessore di 2cm;
- solai orizzontali, compresi il piano pilotis e quello di copertura, in laterocemento privi di strati di coibente;
- serramenti vani scala in ferro e vetro singolo;
- serramenti androne prevalentemente in legno e vetro singolo e, in minor parte, in legno e vetrocamera;
- serramenti delle unità immobiliari private principalmente in legno e vetro singolo e in minor misura, costituiti da nuovi sistemi in legno, PVC o alluminio a vetro camera.

Dal punto di vista impiantistico entrambi gli edifici utilizzano un unico sistema di generazione per la climatizzazione invernale a teleriscaldamento, mentre per la produzione di acqua calda sanitaria dispongono di autonomi scambiatori, posizionati nei piani interrati degli edifici, che collaborano con il sistema principale della rete cittadina. La distribuzione del fluido termovettore, dal locale tecnico alle unità abitative distribuite su 10 piani, sia per il riscaldamento che per l’ACS, avviene mediante una rete verticale a colonne montanti corrente in parte nella cassavuota della muratura perimetrale esterna e in parte all’interno delle pareti divisorie delle unità abitative.

Le difficoltà maggiormente riscontrate dai professionisti nello sviluppo del progetto e del cantiere, oltre a quelle burocratiche, risultano essere maggiormente legate alla fase di avvio del cantiere, alla ricerca di una superficie molto ingente di impalcati, di materiali isolanti, di serramenti e di vetri. Infatti, l’impiego degli impalcati che ricoprono l’intera superficie dell’edificio, hanno subito numerosi rallentamenti nelle fasi di montaggio pre lavorazioni, posticipando il termine di questa fase di alcuni mesi. Anche l’approvvigionamento dei materiali isolanti è problematica in un momento particolare come quello odierno, ma per non subire ulteriori rallentamenti, l’intera superficie isolante è stata acquistata e stoccata direttamente in cantiere (Figura 2), opportunamente protetta dalle intemperie, in modo da poter procedere senza ulteriori difficoltà.

Figura 3



Figura 4



Figura 5



Figura 3: Posa dell'isolante poliuretano da 12 cm tramite incollaggio e fissaggio finale con tasselli plastici.

Figura 4: Finitura dell'isolante con due strati di intonaco colorato.

Figura 5: Dettaglio dell'incontro dei profili metallici con la superficie isolata delle porzioni finestrate

DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI

ISOLAMENTO DELLE SUPERFICI OPACHE

Le opere di riqualificazione energetica sono state progettate con l'intenzione di ridurre i consumi e le emissioni, nonché con la volontà, ove possibile, di eseguire un intervento completo, anche sulle parti non soggette all'aliquota prevista dal D.L n. 34/2020. Nello specifico gli interventi che interessano l'involucro dell'edificio prevedono la coibentazione di tutte le pareti perimetrali esterne e di quelle a contatto con locali freddi, dei solai che separano ambienti caldi da quelli freddi o dall'esterno, come il piano pilotis e quello di copertura, la sostituzione di tutti gli infissi condominiali di vani scala e androni con sistemi più prestanti e la sostituzione, ove prevista, dei serramenti dei locali privati. Inoltre, con il fine di ottenere un intervento edilizio completo, sono stati preventivati lavori di ripristino sulle porzioni di facciata non soggette a coibentazione e agevolati con aliquote differenti.

Per rispettare i requisiti minimi imposti per la trasmittanza finale delle pareti opache, la coibentazione prevista utilizza un sistema a capotto, applicato tramite incollaggio e conseguente fissaggio con tasselli plastici, di pannelli rigidi in poliuretano espanso dello spessore di 12cm, rivestiti infine da due strati di intonaco colorato. Le figura 3 e 4 illustrano alcune fasi delle lavorazioni sopra descritte. Le caratteristiche originarie dell'edificio, hanno però vincolato alcune scelte tecniche e compositive come ad esempio le spallette delle finestre, i davanzali e le porzioni di parete sottofinestra. Infatti, originariamente queste zone erano rivestite da carter metallici che ne ricoprivano l'intera superficie opaca in corrispondenza delle finestre. Volendo optare per un ripristino dell'edificio alla sua architettura originaria, la composizione e l'estetica hanno 'vincolato' la scelta energetica e conseguentemente la tecnica d'isolamento, progettando quindi un sistema a pacchetto pre assemblato (pannelli isolanti realizzati con un rivestimento in lamiera) ed installato meccanicamente, riuscendo così a ridurre il ponte termico originario. A lavorazione ultimata, l'aspetto finale delle zone finestrate è la medesima di quella di partenza, ma isolate con lo stesso materiale e spessore delle altre superfici opache (Figura 5).

MANTO DI COPERTURA E PIANO PILOTIS

Inizialmente, la scelta dell'isolamento del manto di copertura, prevedeva un semplice strato di coibente, ricoperto da materiali impermeabilizzanti che ne proteggessero la superficie e impedissero il passaggio dell'acqua, ma essendo un tetto piano, la ristagnazione delle acque e il possibile deterioramento degli impermeabilizzanti, hanno portato i progettisti ad una scelta più completa: isolare il tetto e aggiungere una copertura ventilata in lamiera. L'isolante utilizzato per ricoprire l'intero solaio, compresi i cornicioni, è il medesimo utilizzato per le pareti dell'involucro esterno, ma con l'aggiunta di un rivestimento ignifugo per la normativa antincendio vigente (figure 6 e 7). Intervenendo sul solaio di copertura, sono state apportate numerose sistemazioni anche ai fabbricati dei corpi scala, ai camini e, soprattutto, è stata eliminata e smaltita totalmente la presenza di coperture in fibrocemento composte da amianto. Il nuovo manto di copertura verrà però intervallato in alcune zone dall'installazione di due sistemi solari: uno termico, che utilizza pannelli solari in tubi sottovuoto per la produzione di acqua calda sanitaria e accumuli termici posti nei seminterrati; ed uno fotovoltaico, composto da 51 pannelli in silicio monocristallino che globalmente dispongono di una potenza di picco pari a 19.89 kW e affiancati da un sistema di accumulo composto da due gruppi da 12kWh cadauno.

Figura 6



Figura 7



Figura 6: Risanamento della guaina impermeabilizzante ammalorata e prima fasi di montaggio dei sostegni per la copertura ventilata.

Figura 7: Solaio pronto per la posa del coibente ignifugo da 12 cm e del materiale di copertura.

L'edificio, come già accennato, dispone anche di un piano pilotis che funge da vano distributivo per androni e vani scala e, essendo uno spazio aperto, necessita anch'esso di un isolamento a soffitto, praticato con uno strato di coibente in poliuretano espanso in pannelli rigidi posato mediante incollaggio a seguito di numerose prove di resistenza 'a strappo'.

SOSTITUZIONE DEI SERRAMENTI

La sostituzione dei serramenti dei vani scala e degli androni, con sistemi termicamente isolati grazie al taglio termico dei telai e ai vetrocamera basso emissivi con interposizione di gas Argon, è stata possibile poiché vi è la presenza di terminali di impianto termico all'interno degli androni, e non essendoci chiusure e divisioni tra essi ed i numerosi vani scala, risultano essere tutti locali riscaldati. La sostituzione della superficie trasparente per le aree private, risente ovviamente della decisione autonoma dei singoli proprietari e nella fase principale ammontava a circa 1700 mq su un totale di 6500mq, ma è in corso la verifica di conformità edilizio-urbanistica e catastale di una serie di unità, che in caso di esito positivo, vedrà aumentare la superficie ad oltre 4000mq portando l'edificio a fare un ulteriore salto di classe che giungerà, in relazione all'APE convenzionale, alla classe A1. In tutti i casi menzionati, i serramenti impiegati dispongono di una trasmittanza termica U_w inferiore o uguale a $1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$, rispettando i requisiti minimi imposti dalla legge.

Tutte le lavorazioni preventivate e progettate permetteranno la transizione energetica dalla classe D alla classe B, che potrebbe subire un ulteriore salto alla classe A1 o A2 in seguito all'aumento della superficie trasparente privata sostituita. Le percentuali di abbattimento dei consumi e delle emissioni sono molto alte e promettenti e, oltre a portare un beneficio economico ai condomini per la riduzione dei consumi e quindi delle spese periodiche da loro sostenute, comportano un enorme giovamento per l'ambiente.

Ad oggi, lo stato di avanzamento delle lavorazioni ha superato il 60%, vedendo la totalità delle superfici opache verticali isolate, un buon stato di avanzamento per la copertura e i solai nonché per la sostituzione degli infissi delle abitazioni private (i vani scala e gli androni sono già stati sostituiti). Il termine della totalità delle lavorazioni compreso il disallestimento del cantiere sono previste per fine 2021 e salvo ulteriori rallentamenti il progresso del cantiere sembra orientato nella direzione giusta. Visitando il cantiere, è stata percepita la cura dei dettagli e l'attenzione all'aspetto energetico, ma la preoccupazione maggiore avvertita da parte dei condomini risulta essere l'aspetto finale del condominio, rivederlo cioè nelle vesti originarie di quarant'anni prima.

Di seguito verranno riportate alcune immagini riguardanti gli interventi e il cantiere nelle varie fasi di lavorazione.

Figura 8



Figura 10



Figura 9



Figura 11



Figura 8: Ripristino e isolamento parziale o totale dei solai dei balconi ammalorati.

Figura 9: Parapetti ammalorati che necessitano di restauro.

Figura 10: Isolamento dell'intradosso del piano pilotis con poliuretano espanso rigido da 10cm.

Figura 11: dettaglio montaggio e isolamento dei nuovi serramenti degli androni.

4.3 Il risvolto compositivo-architettonico

EX-POST

Bolzano, IT
Michael Tribus Architecture
2004 - 2006



L'edificio, eretto nel 1954, ospita le poste ed i dipendenti dell'Amministrazione Provinciale della città di Bolzano ed è stato oggetto di un'importante riqualificazione energetica ed architettonica. Caratterizzato da una struttura puntuale in calcestruzzo armato priva di isolamento, l'edificio ha subito un importante intervento di retrofit, concentrato soprattutto sulla ridefinizione dell'involucro opaco, trasparente e del sistema impiantistico.

L'impiego di un isolante ad altissime prestazioni ha permesso di rimodellare la superficie opaca in funzione dell'energia solare utilizzando strombature in prossimità delle aperture. Gli infissi, sono stati sostituiti con sistemi maggiormente isolati che utilizzano telai a taglio termico e vetri basso emissivi e l'impianto di generazione è stato completamente convertito in un sistema di condizionamento dell'aria con recupero di calore rigenerativo. L'abbattimento dei consumi, delle emissioni e dei costi di esercizio (abbattuti del 90% circa) sono importanti, ma altrettanto evidente è il lavoro apportato sull'aspetto architettonico dell'edificio, che ha mantenuto le sue sembianze, ma con una veste completamente nuova.



Il tema energetico, analizzato fin ora, influenza però anche il tema compositivo degli edifici oggetto d'intervento. Ogni scelta tecnologica ha ricadute anche sugli aspetti formali e compositivi dell'architettura. In base all'esperienza maturata fin ora e grazie al confronto con professionisti che operano sul campo, è possibile definire la creazione di diverse possibilità e potenzialità riguardanti non solo l'aspetto energetico, ma anche quello compositivo e finale dell'edificio in seguito ad intervento. Osservando la città si nota come il grado di conservazione degli edifici in alcune zone sia molto scarso, e per la maggior parte dei casi non rispecchia l'immaginario comune all'interno di una città come Torino. La necessità di intervenire deve nascere anche dalla volontà di migliorarne l'immagine e ridurre quindi situazioni critiche e di basso valore estetico. Queste tipologie di intervento implicano la collaborazione tra più tecnici, che devono confrontarsi e interloquire continuamente per raggiungere risultati positivi in ogni ambito d'intervento: energetico, tecnologico, ingegneristico ed architettonico. Andando ad intervenire sull'involucro edilizio con l'intento di migliorarne le caratteristiche energetiche, infatti, nasce la necessità di riprogettare il suo 'vestito', sia che si tratti di ripristinare lo stato originario (come analizzato nella sezione precedente, per il progetto 'Teodosia 110%'), sia che si tratti di dare una nuova identità all'edificio rivitalizzandolo od operando scelte architettoniche differenti (riferimento al progetto 'Ex-Post' di Bolzano). Alla base di queste scelte, è sempre necessaria l'analisi del tessuto urbano in cui si colloca l'edificio, l'epoca di costruzione e la sua storia (soprattutto per edifici di valore culturale e storico), le caratteristiche del manufatto edilizio, nonché la condizione sociale ed il legame emotivo delle persone che lo vivono quotidianamente. Quest'ultimo si è fortemente consolidato nell'ultimo periodo, in conseguenza alle misure sanitarie prese per contrastare l'emergenza epidemiologica da COVID-19, che ha limitato notevolmente la libertà delle persone, aumentando esponenzialmente il tempo trascorso ogni giorno all'interno della propria abitazione. Il ruolo dell'architetto, in queste condizioni, non si limita soltanto all'analisi dei dati o a scelte progettuali ai fini del risultato finale, ma dovrà farsi carico della propria responsabilità, nonché della sensibilità, per confrontarsi e capire il rapporto esistente tra le persone e la loro abitazione. In tal senso, operare in questo periodo e all'interno di grandi edifici, composti quindi da inquilini di ceto sociale ed età differente, risulta più complesso ed articolato da gestire, rispetto ad una situazione 'normale'. Il sentimento che si percepisce, ad esempio, all'interno di un'assemblea condominiale, è vario e percorre strade differenti a seconda delle persone che la compongono. Infatti si riscontrano situazioni diametralmente opposte nel caso di edifici rappresentati da inquilini di età media elevata, dove si dovrà inevitabilmente tener conto dei loro sentimenti e della ricerca delle origini, una nostalgia del passato che può essere ripercorsa grazie ad un intervento edilizio, riportando o ripristinando l'aspetto del manufatto, dando un senso di 'ringiovanimento' all'edificio e a chi lo vive; è in questi casi che la sopracitata sensibilità dell'architetto, diventa fondamentale. Parallelamente, bisogna tener conto che, un intervento di tale dimensione richiede inevitabilmente un periodo di cantierizzazione molto elevato (dai 6 ai 12 mesi in base alle dimensioni dell'immobile), di una completa copertura da parte di ponteggi e teli protettivi, l'impossibilità di utilizzare balconi e terrazzi a causa delle lavorazioni. E' dunque comprensibile la preoccupazione ed il disappunto ad intraprendere questa iniziativa, per le categorie di persone sopra citate, nonostante i grandi benefici che ne conseguirebbero.

Fonte: arketipomagazine.it, 2011.

THE SILO

Copenhagen, DK
Cobe
2013 - 2017



L'edificio dimostra l'importanza di rifunzionalizzare e recuperare manufatti edilizi che risultano essere parte integrante della storia del Paese, riadattandoli alle nuove esigenze e donando un nuovo aspetto a zone della città, mantenendo però la traccia del passato.

"By revitalizing our industrial heritage, we discover new potential and highlight historical traces in our cities. They represent a built resource. They represent our history. By doing so, we can transform what many people today perceive as industrial trash into treasure".

Dan Stubbergaard

The Silo, un progetto firmato dall'importante studio danese Cobe, è stato ultimato nel maggio 2017, e ha visto la rifunzionalizzazione di un manufatto industriale in un edificio residenziale di 17 piani che ospita 38 unità abitative indipendenti, diversi spazi pubblici e servizi utili alla comunità. Ergendosi in una zona recentemente convertita da porto commerciale a quartiere abitativo, North Harbour, i progettisti hanno cercato di conservare il suo carattere industriale, mantenendo per gli interni il cemento armato a vista e utilizzando, per il rivestimento esterno e la creazione di nuovi spazi, moduli pre assemblati in metallo e vetro. La forma monolitica complessiva dell'edificio rimane la medesima, ma con un movimento di facciata totalmente innovativo.



Fonte: cobe.dk, 2017.

D'altro canto, vi sono situazioni caratterizzate da inquilini di età più giovane, per cui queste considerazioni hanno un peso differente, dove è possibile ipotizzare e proporre interventi volti a dare una nuova vita all'edificio. Si può trattare di tonalità d'intonaco, scelte di rivestimenti e materiali o semplicemente il colore degli infissi, ma con l'obiettivo di cambiamento e rinnovamento. La possibilità è quella di dare un nuovo volto alla città di Torino, sia dal punto di vista energetico, rivolta cioè alle politiche ambientali, sia dal punto di vista compositivo. Infatti, questo meccanismo si innesca anche laddove l'intervento non sia realizzabile sull'intero edificio. Il grande vantaggio di questo incentivo è che in molte situazioni trasmette la volontà di ripristinare anche le parti non previste dal Bonus, ma passibili di altri incentivi, come le facciate storiche. Il processo, infatti, quasi mai è a costo 'zero', per questo motivo la principale differenza che detterà le scelte d'intervento è quella socioeconomica. Le classi di ceto sociale basso difficilmente avranno la possibilità di implementare i costi delle lavorazioni che non ne conseguono un ritorno economico; mentre le classi medio-alte, potrebbero essere più disposte a mettere 'mano al portafoglio' per ottenere un intervento completo, ad esempio ripristinando balconi e parapetti fatiscenti.

L'idea che si dovrebbe diffondere è che l'intervento di Superbonus, deve essere 'completo' e riguardare tutte le parti dell'edificio, anche quelle non agevolate con la stessa aliquota. L'edificio è un sistema e come tale, per funzionare al meglio, ogni sua parte deve collaborare in egual modo senza tralasciare il suo aspetto estetico.

L'ambiente edilizio in cui si inserisce al meglio l'intervento è quello più diffuso nella città di Torino, costituito da edifici costruiti tra gli anni '50 e '80, caratterizzati per la maggiore da una scarsa qualità costruttiva, che richiedono interventi sia dal punto di vista energetico che compositivo. Le tipologie d'intervento analizzate nei precedenti capitoli comportano sicuramente un miglioramento del parco edilizio dal punto di vista energetico, ma dato che l'intervento risulta essere molto invasivo sull'edificio, occorre valutare anche un intervento che migliori l'estetica del manufatto. Qualsiasi strada scelta tra quelle analizzate precedentemente comporta netti miglioramenti, ma varrebbe la pena sfruttare la possibilità di rinnovarlo utilizzando nuovi materiali di rivestimento, ripristinare i parapetti, utilizzare colori di intonaci e serramenti differenti.

Una mancanza riscontrata nell'analisi del Superbonus è proprio l'attenzione al lato estetico e compositivo degli edifici, ulteriormente limitato e compresso dai rigidi limiti di spesa che, dato l'aumento esponenziale della richiesta dei materiali, e conseguentemente il loro prezzo, rendono ancora più complicato il rinnovamento degli edifici. Di conseguenza la direzione che ha intrapreso il mercato oggi, riguardo i lavori di efficientamento energetico tramite incentivo, risulta essere rivolta solo al lato energetico, in parte a causa dei limiti di spesa e per quanto previsto dal decreto, in parte per la volontà delle persone di mantenerlo allo stato originario. L'ideale sarebbe variare il tipo di intervento implementando anche quelli di 'ringiovanimento' o cambiamento parziale dell'edificio, che porterebbero alla definizione di una nuova città. Qui dovrebbero entrare in gioco lo Stato ed il Comune che, a partire dal piano regolatore della città e dalle normative che definiscono gli incentivi e gli interventi, incrementino la possibilità di apportare modifiche importanti al parco edilizio, non soffermandosi solamente al primo 'livello', con intonaci e impianti, ma permettendo una riorganizzazione e creazione di nuovi spazi, verdi e non, adeguando i vecchi edifici alle più moderne esigenze di abitazione (riferimento al progetto 'The Silo' di Copenhagen).

La ripresa economica che ha visto il settore edilizio dall'inizio del Superbonus è positiva, per professionisti, tecnici ed imprese che oramai da anni navigavano in un 'mare' saturo e poco produttivo. Uno degli obiettivi del decreto, infatti, è proprio quello di rilanciare l'economia del settore, non solo edilizia, ma di tutti quelli ad esso collegati. La ripresa è visibile, infatti molti studi di architettura e ingegneria si sono operati per intraprendere questo percorso, le imprese si sono equipaggiate di personale e attrezzature, le industrie e gli artigiani hanno aumentato la produzione di materiali e sistemi in vista dell'aumento della richiesta.

Di contro, avendo analizzato le capacità di questo strumento, si può osservare che, attraverso alcune modifiche e maggiori attenzioni ad aspetti sottostimati, i risultati potrebbero avere ancora grandi margini di miglioramento. La potenzialità dell'incentivo, applicata su larga scala e con numerosità d'intervento più elevata, potrebbe davvero cambiare le cose, sia dal punto di vista energetico-ambientale, sia architettonico-compositivo.

conclusioni

L'obiettivo principale della tesi è stata l'analisi dell'intervento di riqualificazione, tramite incentivo statale, calcolando i potenziali di risparmio energetico a seguito degli interventi sul parco immobiliare residenziale torinese, e di conseguenza applicabili a quello italiano, affinché si possano perseguire i requisiti imposti dall'Unione Europea per la lotta contro il cambiamento climatico.

Il tema ambientale risulta essere oggi molto discusso, la preoccupazione generale è quella di giungere ad un punto di non ritorno che comprometterebbe l'intero ecosistema. Dall'analisi è risultato che il settore che influisce maggiormente all'inquinamento atmosferico e ambientale, durante tutto il suo ciclo di vita, sia quello residenziale, insieme all'industria ed ai trasporti. E' quindi necessario intervenire principalmente su questi settori, o almeno su parte di essi; in particolare, per il settore residenziale, vengono analizzati degli interventi di riqualificazione energetica, con l'intento di ridurre consumi ed emissioni. Un ulteriore dato allarmante su questo settore, evidenzia che in Italia una significativa porzione della popolazione vive in condizioni di scarsa qualità degli edifici, con l'impossibilità di climatizzare i locali interni o che utilizza sistemi di riscaldamento potenzialmente nocivi, registrando di conseguenza un peggioramento della salute. La riqualificazione energetica degli edifici è una strategia in grado di ridurre al principio il fenomeno, garantendo una riduzione dei costi energetici che consentirebbe di mantenere all'interno dei locali un minimo livello di comfort. Attraverso degli studi statistici è emerso che il numero di famiglie in povertà energetica nel 2017 era pari a oltre l'8,7% del totale, equivalente a 2,2 milioni di famiglie, raggiungendo il massimo storico degli ultimi 20 anni. Risulta quindi importante invertire la tendenza, aumentando il tasso di riqualificazione del parco immobiliare, soprattutto dei manufatti con bassi livelli prestazionali, affinché si possa modificare l'incidenza della spesa energetica sul totale delle spese familiari. Un importante strumento a questo proposito è sicuramente il monitoraggio dei consumi elettrici, che permetterebbe di identificare gli immobili da sottoporre in via prioritaria a riqualificazione e di conseguenza le famiglie in povertà energetica. Per l'analisi del settore residenziale, i progetti TABULA ed EPISCOPE si sono rivelati un'ottima risorsa per studiare i meccanismi di applicazione di interventi energetici ad una casistica numerosa e variegata di edifici, caratteristica del parco edilizio italiano. Lo studio, concentratosi esclusivamente sulla città di Torino, in conseguenza alle problematiche analizzate nella prima sezione della tesi, ha permesso l'identificazione e l'applicazione di interventi su casi studio reali e virtuali, ottenendo risultati positivi in merito a consumi ed emissioni. Avendo riscontrato, in media, una riduzione di emissioni di CO₂ del 65%, se l'intervento fosse esteso ad un numero sempre maggiore di manufatti edilizi, la possibilità di raggiungere gli obiettivi preposti dalla Comunità Europea, negli anni rimanenti per arrivare al 2030, sarebbe sempre più percorribile e realizzabile.

Inoltre, un tema rilevante nei prossimi anni sarà legato all'interconnessione tra edifici, tramite la diffusione di Comunità energetiche. All'interno del decreto c.d. 'Milleproroghe'¹ sono state definite le modalità di attivazione dell'autoconsumo collettivo da fonti rinnovabili e la realizzazione di Comunità energetiche rinnovabili. In tale ambito, risultano rilevanti le iniziative a livello regionale e locale, come ad esempio la Regione Piemonte che è stata la prima a dotarsi di una legge per l'autoconsumo e per le Comunità energetiche; ciò permetterebbe ad associazioni, attività, autorità ed imprese di unire le proprie forze per dotarsi di impianti per la produzione e l'autoconsumo di energia da fonti rinnovabili attraverso un impianto condiviso, con una potenza complessiva inferiore a 200 kW, per l'autoproduzione di energia per il consumo immediato o per stoccarla in sistemi di accumulo. In tal senso, si prevedono grandi benefici ambientali sfruttando fonti rinnovabili, benefici economici grazie anche ai meccanismi di incentivazione e benefici sociali in seguito alla condivisione dei vantaggi.

Purtroppo, anche se le intenzioni ed il percorso intrapreso dallo Stato risultano essere positive, le criticità riscontrate nell'analisi dell'incentivo e della sua applicabilità al parco edilizio mostrano che il processo risente ancora di troppe limitazioni, sia per quel che riguarda la casistica, sia per le tipologie di intervento incentivate, ma anche per la mancanza di attenzione a temi importanti, come l'aspetto architettonico del manufatto o la possibilità di applicare importanti trasformazioni allo stesso. In conclusione, le criticità emerse durante l'analisi del Bonus, confermate anche dalle esperienze professionali di tecnici che operano nel settore, si basano principalmente sull'impostazione delle regolamentazioni in ambito legislativo e burocratico. Infatti, queste ultime, dovrebbero tener conto di un numero più elevato di casistiche presenti sul territorio, in modo da elevarne la numerosità d'intervento. Attraverso un sistema di semplificazione delle limitazioni e dei requisiti, in modo da rendere più chiaro e trasparente il processo, questo strumento potrebbe aumentare la sua portata, nonché portare numerosi vantaggi all'intero settore.

Parallelamente a ciò, sarebbe importante definire un intervento completo sull'edificio, non solo dal punto di vista energetico, ma anche strutturale, compositivo e di organizzazione degli spazi. Infatti, ciò che si può notare durante questo primo anno di Superbonus, è che il trend che si è soliti seguire prevede inizialmente la progettazione di un intervento sul sistema impiantistico e di generazione, successivamente sull'involucro opaco e trasparente ma, considerando anche solo queste lavorazioni, spesso appare difficile farle rientrare all'interno dei limiti di spesa previsti. Di conseguenza, risulta complicato l'approccio all'aspetto compositivo, poiché i fondi stanziabili per un intervento di '110%' non sono sufficienti a soddisfare la totalità delle lavorazioni.

Detto ciò si vuole far ragionare sull'aspetto di un intervento completo, che per essere realizzato necessita di regolamentazioni più permissive, per le operazioni sugli spazi e sulle facciate, conseguentemente ad un aumento della numerosità d'intervento e dei limiti di spesa. Per far fronte a queste dinamiche è possibile ipotizzare un'impostazione a lungo termine dell'incentivo, dai 3 anni attuali a 10 anni totali, all'interno dei quali l'aliquota di detrazione subisce una diminuzione annuale, fino ad adeguarsi a quella che può ritenersi economicamente più sostenibile, definendo un incentivo unico, che permetta l'applicazione di un intervento completo.

Questo strumento possiede comunque potenzialità elevate, ma revisionandolo in un'ottica globale, sia per la tipologia d'intervento, sia per le modalità e l'applicazione, potrebbe condurre il settore edilizio a fare un grande passo in avanti verso la sostenibilità degli edifici.

riferimenti

Monografie ed articoli

ARPA, *Analisi degli scenari di clima regionale del periodo 2011- 2100*, ARPA Piemonte, Regione Piemonte, 2020.

Audit Chamber, *Air pollution: Our health still insufficiently protected, Special report n. 23*, European Court of Auditors, 2018.

Basili R., F. Hugony, N. Labia, M. Misceo, R. Pallottelli, F. Zanghirella, *Osservatorio Nazionale NZEB 2017-2018*, Ezilda Costanzo, 2018.

Boermans T., K. Bettgenhäuser, A. Hermelink, S. Schimschar and others, *Cost optimal building performance requirements, Calculation methodology for reporting on national energy performance requirements on the basis of cost optimality within the framework of the EPBD*, European Council for an Energy Efficient Economy, 2011.

Commissione europea, *Level(s), Agire riguardo all'impatto totale del settore edile*, Lussemburgo: Ufficio delle pubblicazioni dell'Unione europea, 2019.

Commissione europea, *EU energy in figures*, Statistical pocketbook 2019, Lussemburgo: Ufficio delle pubblicazioni dell'Unione europea, 2019.

Corrado V., I. Ballarini, S.P. Corgnati, N. Talà, *Building typology brochure - Italy, Fascicolo sulla tipologia edilizia italiana*, Politecnico di Torino - Dipartimento di Energetica, 2011.

Corrado V., I. Ballarini, *L'avanzamento della riqualificazione energetica del patrimonio edilizio residenziale regionale (Regione Piemonte, IT)*, Politecnico di Torino - Dipartimento di Energetica, 2015.

Corrado V., I. Ballarini, G. De Luca, E. Primo, *Aggiornamento della metodologia comparativa per la determinazione dei livelli ottimali di prestazione energetica negli edifici*, Report Ricerca di Sistema Elettrico, ENEA, 2018.

Edigeo s.r.l, *Manuale cremonese del geometra*, Zanichelli, Bologna 2013, pp. 373.

EEA, *Verso un'Europa a inquinamento zero*, European Environment Agency, Copenhagen, 2020.

EEA Report, *Air quality in Europe - 2020 report*, European Environment Agency, Lussemburgo: Ufficio delle pubblicazioni dell'Unione europea, 2020.

Field, C.B., V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea, and L.L. White (eds.), *Climate Change 2014, Impacts, Adaptation, and Vulnerability, Summary for policymakers*, IPCC, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 2014.

Global Alliance for Buildings and Construction, *2020 Global status report for buildings and construction*, 2020.

Guida ANIT, *Efficienza energetica e acustica degli edifici*, ANIT, 2018.

Guida ANIT di Approfondimento tecnico, *Guida bonus 110%*, ANIT, 2021.

Guida ANIT di Approfondimento tecnico, *Guida Ecobonus*, ANIT, 2021.

Guida ANIT di Approfondimento tecnico, *Guida detrazioni fiscali, Ecobonus- Bonus casa- Bonus facciate - Scomparti volumetrici e deroghe alle distanze*, ANIT, 2020.

Horálek J., M. Schreiberová, P. Schneider, P. Kurfürst, J. Schovánková, J. Ďoubalová, *European air quality maps for 2017*, Eionet Report, European Topic Centre on Air pollution, transport, noise and industrial pollution, 2020.

ISTAT, *Rapporto sul territorio 2020. Ambiente, economia e società*, Letture statistiche - Temi, 2020.

Legambiente, *Il clima è già cambiato. Ora è il tempo di nuove politiche urbane*, Rapporto 2019 dell'Osservatorio di Legambiente CittàClima, 2019.

Ministero della Transizione Ecologica, *Strategia per la riqualificazione energetica del parco immobiliare nazionale*, 2021.

Rapporto Giorgio Rota, *Ripartire 2020 Ventunesimo Rapporto "Giorgio Rota" su Torino*, Centro Einaudi, 2020.

Stocker T.F., D. Qin, G. Plattner, M.B. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A.Nauels, Y. Xia, V. Bex, P.M. Midgley, *Climate Change 2013, The Physical Science Basis*, IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change), 2013.

Legislazione e normativa tecnica

Agenzia delle entrate, Risoluzione n.60, 2020.

Agenzia delle entrate, Circolare n.24, 08/2020.

Agenzia delle entrate, Provvedimento, 10/2020.

Agenzia delle entrate, Circolare n.30, 2020.

Agenzia delle entrate, Risoluzione n.83, 2020.

Agenzia delle entrate, Provvedimento, 02/2021.

Agenzia delle entrate, Provvedimento, 03/2021.

Agenzia delle entrate, Circolare n.5, 2021.

Agenzia delle entrate, Guida Superbonus 110%, pag. 2,4-5,7-8,9,18, 2021.

Corte di giustizia dell'Unione europea, L'Italia ha violato il diritto dell'Unione sulla qualità dell'aria ambiente Comunicato stampa n. 136/2020, Lussemburgo, 2020.

Ente Italiano di Normazione, UNI/TS 11300-1:2014, Prestazioni energetiche degli edifici - Parte 1: Determinazione del fabbisogno di energia termica dell'edificio per la climatizzazione estiva ed invernale, 2014.

Ente Italiano di Normazione, UNI/TS 11300-3:2010, Prestazioni energetiche degli edifici - Parte 3: Determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione estiva, 2010.

Parlamento Europeo e Consiglio dell'Unione Europea, Direttiva 91/CE del 16 dicembre 2002, Efficienza energetica: rendimento energetico nell'edilizia, Gazzetta ufficiale dell'Unione europea L1/65 del 4 gennaio 2003.

Parlamento Europeo e Consiglio dell'Unione Europea, Direttiva 32/CE del 5 aprile 2006, l'efficienza degli usi finali dell'energia e i servizi energetici e recante abrogazione della direttiva 93/76/CEE del Consiglio, Gazzetta ufficiale dell'Unione europea L114/64 del 27 aprile 2006.

Parlamento Europeo e Consiglio dell'Unione Europea, Direttiva 28/CE del 23 aprile 2009, sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili, recante modifica e successiva abrogazione delle direttive 2001/77/CE e 2003/30/CE, Gazzetta ufficiale dell'Unione europea L140/16 del 5 giugno 2009.

Parlamento Europeo e Consiglio dell'Unione Europea, Direttiva 31/UE del 19 maggio 2010, sulla prestazione energetica nell'edilizia, Gazzetta ufficiale dell'Unione europea L153/13 del 18 giugno 2010.

Parlamento Europeo e Consiglio dell'Unione Europea, Regolamento delegato (UE) n. 244 del 16 gennaio 2012, che integra la direttiva 2010/31/UE del Parlamento europeo e del Consiglio sulla prestazione energetica nell'edilizia istituendo un quadro metodologico comparativo per il calcolo dei livelli ottimali in funzione dei costi per i requisiti minimi di prestazione energetica degli edifici e degli elementi edilizi, Gazzetta ufficiale dell'Unione europea L81/18 del 21 marzo 2012.

Parlamento Europeo e Consiglio dell'Unione Europea, Direttiva 844/2018 UE del 30 maggio 2018, che modifica la direttiva 2010/31/UE sulla prestazione energetica nell'edilizia e la direttiva 2012/27/UE sull'efficienza energetica, pag. 1- art. 1, Gazzetta ufficiale dell'Unione europea L156/75 del 19 giugno 2018.

Repubblica Italiana, Decreto Legislativo n.152 del 3 aprile 2006, Norme in materia ambientale, Gazzetta Ufficiale n.88 del 14 aprile 2006, pp.1.

Repubblica Italiana, Legge n°10 del 9 gennaio 1991, Norme per l'attuazione del Piano energetico nazionale in materia di uso razionale dell'energia, di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili di energia, Gazzetta Ufficiale n.13 del 16 gennaio 1991.

Repubblica Italiana, D.P.R. n. 412 del 26 agosto 1993, Regolamento recante norme per la progettazione, l'installazione, l'esercizio e la manutenzione degli impianti termici degli edifici ai fini del contenimento dei consumi di energia, in attuazione dell'art. 4, comma 4, della legge 9 gennaio 1991, n. 10, Gazzetta Ufficiale n. 242 del 14 ottobre 1993.

Repubblica Italiana, Legge n. 90 del 3 agosto 2013, Conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 4 giugno 2013, n. 63, recante disposizioni urgenti per il recepimento della Direttiva 2010/31/UE del Parlamento europeo e del Consiglio del 19 maggio 2010, sulla prestazione energetica nell'edilizia per la definizione delle procedure d'infrazione avviate dalla Commissione europea, nonché altre disposizioni in materia di coesione sociale, Gazzetta Ufficiale n. 181 del 3 agosto 2013.

Repubblica Italiana, Decreto Interministeriale del 26 giugno 2015, Applicazione delle metodologie di calcolo delle prestazioni energetiche e definizione delle prescrizioni e dei requisiti minimi degli edifici, Gazzetta Ufficiale n. 162 del 17 luglio 2015.

Repubblica Italiana, Legge n. 160 del 27 dicembre 2019, Bilancio di previsione dello Stato per l'anno finanziario 2020 e bilancio pluriennale per il triennio 2020-2022, Gazzetta Ufficiale n. 304 del 30 dicembre 2019.

Repubblica Italiana, Decreto Legge n. 162 del 30 dicembre 2019, Disposizioni urgenti in materia di proroga di termini legislativi, di organizzazione delle pubbliche amministrazioni, nonché di innovazione tecnologica, Gazzetta Ufficiale n. 305 del 31 dicembre 2019.

Repubblica Italiana, D. Lgs n.48 del 10 giugno 2020, Attuazione della direttiva (UE) 2018/844 del Parlamento europeo e del Consiglio, del 30 maggio 2018, che modifica la direttiva 2010/31/UE sulla prestazione energetica nell'edilizia e la direttiva 2012/27/UE sull'efficienza energetica, Gazzetta Ufficiale n. 146 del 10 giugno 2020.

United Nation, Paris Agreement, 2015.

Sitografia

<https://www.agenziaentrate.gov.it> <https://www.electricitymap.org/zone/IT-NO>

<https://www.archdaily.com> <https://www.eur-lex.europa.eu>

<https://www.arcis.it> <https://www.gazzettaufficiale.it>

<https://www.arketipomagazine.it> <https://www.geoportale.piemonte.it>

<http://www.arpa.piemonte.it> <https://www.globalabc.org>

<https://www.arpae.it> <https://www.ilgiornaledellambiente.it>

<https://cobe.dk/place/the-silo> <https://ipccitalia.cmcc.it>

<https://www.cnr.it> <https://www.istat.it>

<https://www.curia.europa.eu> <http://www.onleco.com>

<https://www.ec.europa.eu> <https://www.pageambiente.it>

<https://www.eea.europa.eu> <https://www.pedago.it>

<https://www.energiaenergetica.enea.it/glossario> <https://www.relazione.ambiente.piemonte.it>

<https://www.youtube.com/watch?v=Z4b-Sxb5THm4>

Crediti

Le foto presenti nei capitoli 3 e 4 da pp. 97 a 211 sono state realizzate dagli autori; tutti i disegni e rappresentazioni presenti nella tesi sono a cura degli autori, tranne dove indicato diversamente.

Appendice

Questionario erogato ai professionisti in tema di Superbonus.

AMBITO GENERALE

1. Che ruolo rivestite all'interno dei processi atti a definire un intervento di Superbonus?
2. In generale, che opinione avete a proposito del Superbonus?
3. Il Superbonus è un'evoluzione dei precedenti incentivi fiscali in ambito edile?
4. Quali vincoli del decreto cambiereste o aggiungereste?
5. Quali tipologie edilizie si prestano maggiormente a questo tipo d'intervento? Vi sono tipologie penalizzate?
6. In percentuale, rispetto alla vostra esperienza personale, su quanti edifici sarà possibile intervenire, così come previsto del decreto, e quanti immobili, invece, non potranno beneficiarne? Per quali cause, in via principale?
7. Nell'area torinese, quanti edifici intraprenderanno e completeranno le lavorazioni previste dal Superbonus nei tempi stabiliti?
8. Ritenete che questo tipo di incentivo dovrebbe estendersi anche ad edifici pubblici e produttivi?
9. Le aziende che producono i materiali utilizzati nell'ambito della riqualificazione edilizia (ad esempio gli isolanti) riusciranno a stare al passo con l'aumento esponenziale della domanda?
10. Allo stesso modo, le imprese italiane saranno in grado di sostenere l'ingente mole di lavorazioni? C'è il rischio di un collasso?
11. Quali tutele sono previste per il professionista, per il finanziatore, per le imprese e per il privato nell'evenienza di problematiche future?
12. Dalla compiuta realizzazione, per quanto tempo i lavori ed i progetti potrebbero essere soggetti a controllo?
13. Altri paesi europei ovvero extra europei hanno previsto incentivi simili? Se sì, da quanti anni vengono trattati? Per quali aspetti possono ritenersi migliori del sistema italiano? Per quali, invece, peggiori?
14. Il decreto al rilancio Vi sembra coerente con le ultime direttive europee?

AMBITO TECNICO

1. Ritenete che l'applicazione su larga scala del Superbonus possa portare a ridurre l'impatto ambientale del settore edilizio residenziale?
2. Dal punto di vista burocratico, la prassi resta quella di una pratica edilizia o subisce variazioni? Ad esempio per quanto riguarda la documentazione richiesta?
3. Credete che la metodologia utilizzata per il controllo di tale strumento sia adeguata?
4. Dal punto di vista tecnologico, quali sono le tecniche costruttive più utilizzate? Com'è possibile affrontare problematiche particolari inerenti le caratteristiche strutturali della città di Torino, quali, ad esempio, la profondità ridotta dei balconi, l'occupazione di suolo pubblico al piano terra, i sottotetti resi abitabili, le facciate vincolate?
5. In base alla Vostra esperienza lavorativa, il Superbonus ha determinato ovvero contribuito a determinare la nascita di nuove tecniche costruttive o l'utilizzo di nuovi materiali, per rispondere - perlomeno in alcune situazioni - ai requisiti del decreto?
6. Che contributo può dare, a livello compositivo, l'intervento di riqualificazione energetica all'immagine della città?
7. Dal punto di vista tecnologico, ritenete che fosse possibile ipotizzare un modello di intervento di riqualificazione energetica più efficace di quello previsto dall'attuale decreto?
8. Avete riscontrato problematiche nell'attuare gli interventi con i Vostri clienti?

AMBITO ECONOMICO

1. A chi pensate che il Superbonus abbia portato, o potrebbe portare, maggiori benefici? Al contrario, chi potrebbe risultarne svantaggiato?
2. Il ritorno economico previsto dall'attivazione del processo è sempre superiore all'investimento sostenuto per l'intervento?
3. Cessione del credito, sconto in fattura o detrazione diretta? Qual è la "via" più battuta? Su che scala edilizia è più vantaggioso preferire un'opzione piuttosto che un'altra?
4. Ritenete che il Superbonus, rispetto agli incentivi precedentemente approvati, sia mosso da politiche ecologiche od economiche?
5. Sarebbe auspicabile una proroga del decreto in modo tale da non concentrare esageratamente gli interventi in un breve periodo, oppure ritenete che sia corretta l'impostazione, limitata nel tempo, di questo tipo di incentivi?

ringraziamenti

Grazie. Una semplice parola da dedicare alle persone che hanno contribuito a tutto questo e che hanno creduto in me sempre.

Alla mia famiglia, che mi ha permesso di raggiungere importanti obiettivi durante il mio percorso e mi ha insegnato a non mollare mai.

A mia mamma, punto di riferimento e fonte di ispirazione grazie alla quale sono diventato la persona che sono. Semplicità e divertimento sono le caratteristiche che ci accomunano e contraddistinguono.

A mio papà, sostegno e costante determinazione, esempio di dedizione e precisione, che mi ha aiutato ed influenzato fino ad oggi e so che lo farà sempre. Sincero consiglio in ogni situazione.

A mia sorella, amica e complice, un riferimento e sostegno sicuro in qualsiasi situazione. Un'ancora in mezzo alla tempesta a cui so di potermi tenere con forza sempre.

A Gaia, rifugio costante nei momenti di esitazione, mi ha aiutato e supportato per raggiungere importanti traguardi, miei e nostri.

A Tolo, amico fidato da molti anni, sempre pronto a dispensare un consiglio o un nuovo punto di vista.

Ad Anastasia e Claudia, ottime amiche e compagne con le quali ho condiviso il mio percorso universitario.

Agli amici, che rendono sempre tutto più bello e divertente.

Infine a Fede, amico e compagno di viaggio, con il quale condivido questo nostro traguardo, il primo di tanti obiettivi che ci siamo posti di raggiungere insieme.

Andrea

Mi è doveroso dedicare questo spazio alle persone che mi hanno accompagnato, con il loro instancabile supporto, durante tutto questo percorso.

Alla mia famiglia, per avermi dato la possibilità di studiare e per avermi sostenuto sempre.

Ai nonni, punti di riferimento, fonti di grandi insegnamenti.

A Gian, per essere un grande esempio dell'uomo che vorrei diventare.

A Flora, per la tua infinita pazienza, so che potrò contare sempre su di te.

Ad Alice e Giulia, per essere sempre al mio fianco, in ogni situazione; le migliori sorelle che potessi avere.

A Giampiero, per i tuoi consigli, grande amico oltre che padrino e cognato; a Edoardo, l'ultimo arrivato, cercherò di essere lo zio migliore che ci sia.

Agli amici di sempre e a quelli nuovi, grazie ai quali la vita sembra essere più facile da affrontare.

Ad Andrea e Simone, per tutto, semplicemente i migliori compagni di viaggio che potessi incontrare; senza di voi non ce l'avrei mai fatta. Grazie anche alle loro famiglie, sempre disponibili ad accoglierci; questo per noi è solo l'inizio di un lungo cammino.

Ad Elisa, per avermi supportato e sopportato; grazie per esserci sempre stata.

Grazie infinite a tutti voi.

Federico

A Ilaria Ballarini,
per la sua conoscenza ed il tempo dedicato; per essere stata una guida ed aver creduto in questo lavoro.

A Valentina Serra,
per la sua esperienza e per la capacità di fornire sempre ottimi spunti di riflessione.



L'effetto degli incentivi statali sulla riqualificazione energetica del parco edilizio residenziale

Tesi di Laurea Magistrale in Architettura Costruzione Città

Politecnico di Torino

Dipartimento di Architettura e Design

Luglio 2021