Politecnico di Torino

Corso di Laurea Magistrale in Architettura per il Progetto Sostenibile
A.a 2020/2021
Sessione di Laurea Dicembre 2021

Riqualificazione del patrimonio edilizio residenziale quale strategia dell'UE Green Deal

Dalle politiche e i casi studio europei all'analisi di due esperienze progettuali in ambito nazionale

Relatore:
Callegari Guido
Corelatore:
Di Fazio Daniela

Candidati:
Barbieri Bianca
Tatti Ianira

N D I C E

INTRODUZIONE 8

1 **EDILIZIA RESIDENZIALE PUBBLICA E PRIVATA** 12
- 1.1 Quadro storico Normativo: i primi provvedimenti 13
- 1.2 Quantità e non qualità 15
- 1.3 Il patrimonio edilizio residenziale Europeo e la povertà energetica 17
- 1.4 Impiego di energia nel settore residenziale 25
- 1.5 Il patrimonio edilizio italiano e la povertà energetica 29

2 **CAUSE E CONSEGUENZE DEL CAMBIAMENTO CLIMATICO** 36
- 2.1 L'uomo è la causa principale del cambiamento climatico 37
- 2.2 Emissioni di gas serra 41

3 **LA RIQUALIFICAZIONE DEL PATRIMONIO EDILIZIO RESIDENZIALE** 48
- 3.1 Cosa si intende per "riqualificazione energetico-ambientale" 49
- 3.2 Quadro evolutivo della normativa 51
- 3.3 Strategie di ristrutturazione a lungo termine (LTRS) 58
- 3.4 Efficacia della riqualificazion energetico ambientale 67

4 **L'ECONOMIA CIRCOLARE PER PROMUOVERE LA RIQUALIFICAZIONE** 70
- 4.1 I materiali per la sostenibilità 71
- 4.2 Gestione dei rifiuti 78
  - 4.2.1 Normativa europea 78
  - 4.2.2 Europa 2020 ed il "Pacchetto Economia Circolare" 80
  - 4.2.3 Rifiuti da cotruzione e demolizione C&D 82
  - 4.2.4 Considerazioni 87

N D I C E

5 GLI APPROCCI EUROPEI ED ITALIANI 88
5.1 Politiche e programmi per il miglioramento energetico in Europa 89
5.1.1 Direttive sul rendimento energetico nell'edilizia 90
5.1.2 Fatti e cifre 94
5.1.3 Requisiti basati sulle prestazioni per le nuove costruzioni 95
5.1.4 Programmi finanziari attuali - UE 99
5.1.5 Impatti dei programmi finanziari 101
5.1.6 Strategie nazionali per una ristrutturazione a lungo termine 104
5.1.6.1 Austria 106
5.1.6.2 Belgio 109
5.1.6.3 Croazia 111
5.1.6.4 Danimarca 114
5.1.6.5 Finlandia 115
5.1.6.6 Francia 117
5.1.6.7 Germania 119
5.1.6.8 Irlanda 121
5.1.6.9 Italia 123
5.1.6.10 Olanda 128
5.1.6.11 Spagna 130
5.1.6.12 Svezia 133

5.2 Progetti Europei 136
5.2.1 IEE Tabula ed Episcope 141
5.2.2 Square 143
5.2.3 Zebra2020 144
5.2.4 4RinEU 146
5.2.5 Considerazioni 147

5.3 Casi studio Europei 150
5.3.1 Annex50 151
5.3.2 Building of tomorrow 154
5.3.3 E2ReBuild 158
5.3.4 Energiesprong, Olanda, Parallelweg, Melick 162
5.3.5 Palazzina a Zurigo, Svizzera, Kämpfen Zinke + partner 166
5.3.6 REHA 172
Toulouse Les Fontanelles, Patrimoine Languedocienne
Tourcoing Euclide, Vilogia
5.3.7 TES Energy Facase 182
5.3.8 Interventi a confronto 188

N D I C E

5.4 Approcci italiani 192
5.1.1 Strumenti finanziari 192
5.1.2 Interventi di rigenerazione del patrimonio edilizio immobiliare 196
5.1.2.1 Bonus casa 197
5.1.2.2 Ecobonus 199
5.1.2.3 Sismabonus 203
5.1.2.4 Super Ecobonus 110% (Superbonus110%) 205
5.1.2.4.1 Sintesi dei processi ed attori coinvolti
5.1.2.5 Bonus facciate 211
5.1.2.6 Conto termico 212
5.1.2.7 Resoconto incentivi e detrazioni 216

6 DIFFERENTI METODOLOGIE DI RIQUALIFICAZIONE: I CASI STUDIO 220

6.1 La condizione del Piemonte 222

6.2 Strategia di lavoro 226

6.3 Caso studio 1 | Applicazione Super Ecobonus 110% (Superbonus110%) 231
6.3.1 Localizzazione e presentazione dell'edificio 231
6.3.2 Caratterizzazione dell'involucro stato di fatto e di progetto 242
6.3.3 Fabbisogno di energia termica | Norma UNI/TS 11300 258
6.3.4 Verifica dei requisiti legislativi 265
6.3.5 Attestato di prestazione energetica stato di fatto e di progetto 268
6.3.6 Valutazione dei costi dell'intervento 281

6.4 Caso studio 2|Riqualificazione con obiettivo nZEB e protocollo Itaca 284
6.4.1 POR FESR 2014/2020 284
6.4.1.1 Obbiettivo 4C.1 285
6.4.1.1.1 Edificin nZEB 286
6.4.2 Caso studio 2 298
6.4.2.2 Diagnosi energetica e Attestato di prestazione energetica 298
6.4.2.3 Localizzazione e presentazione dell'edificio 302
6.4.2.4 Caratterizzazione dell'involucro stato di fatto e di progetto 314

N D I C E

6.4.2.5 Fabbisogno di energia termica | Norma UNI/TS 11300 336
6.4.2.6 Analisi del Protocollo ITACA 339
6.4.2.7 Valutazione dei costi dell'intervento 375

7 **CONSIDERAZIONI E CONCLUSIONI** **380**
7.1 Casi studio Italiani 381
7.2 Politiche europee 393
7.3 Possibili scenari italiani 397

8 **ALLEGATI** **400**
8.1 Caso studio 1 | Applicazione Super Ecobonus 110% (Superbonus110%) 401
8.2 Caso studio 2|Riqualificazione con obiettivo nZEB e protocollo Itaca 406

BIBLIOGRAFIA E SITOGRAFIA **416**

INTRODUZIONE

Il percorso della tesi nasce dalla volontà di riflettere su tematiche attuali riguardanti l'importaza della riqualificazione energetico-ambientale del patrimonio edilizio residenziale in ambito europeo ed italiano.
Grazie alla possibilità di effettuare la tesi presso l'azienda "Environment Park" nella sezione di innovazione e sviluppo "Green Building", è stato possibile redigere una riflessione riguardo la possibilità di recupero energetico del patrimonio edilizio.
La ricerca sviluppata nelle pagine successive mostrerà casi studio Europei ed Italiani riguardanti le modalità con cui le varie Nazioni attuino piani, ricerche, strumenti per riqualificare il patrimonio edilizio immobiliare residenziale. La tesi si incentrerà sul descrivere tali metodologie per poi evidenziarne i punti di criticità, potenzialità, possibili differenze, uguaglianze e miglioramenti da poter apportare.

Per poter approfondire la questione energetica verrà redatta una descrizione dettagliata riguardo le caratteristiche che ad oggi ha il patrimonio edilizio Europeo e le relative problematiche di povertà energetica.
Questo risulta essere un dibattito davvero attuale in quanto a causa delle tecniche ormai superate con cui è stato costruito il patrimonio edilizio immobiliare, numerosi utenti si trovano in difficoltà nel mantenere condizioni di comfort (sia estive sia invernali) adeguate all'interno degli immobili.
In Europa il patrimonio immobiliare è abbastanza longevo in quanto il 40% degli immobili è stato costruito prima del 1960, il 50% tra il 1961-1990 e soltanto il 10% dopo il 1991. Il patrimonio immobiliare ha un consumo globale di energia che rappresenta il 40%, di cui il settore residenziale ne costituisce il 63%.
E' ampiamente riconosciuto quindi come il settore residenziale sia uno dei principali consumatori di energia in Europa, e tali emissioni sono strettamente legate al mix energetico utilizzato negli edifici che influenzano fortemente le prestazioni di un edificio. Ancora ad oggi il gas è il carburante più comune in tutte le Nazioni e si fa fatica a generare una transizione importante da fonti energetiche non rinnovabili ad uso consapevole di fonti energetiche rinnovabili. Quest'ultime infatti ad oggi vengono utilizzate dagli immobili residenziali solo per il 15% dell'energia totale utilizzata.

In una prima fase verrà mostrato come tali tematiche sono connesse alle problematiche e alla necessità di mitigare i processi di cambiamento climatico in atto, che ad oggi assumono una posizione di rilievo nel complesso delle grandi sfide emerse nella società contemporanea. Il messaggio comune che arriva da tutto il mondo è che il recupero e la rigenerazione delle città deve basarsi su uno sviluppo capace di rispondere a criteri di sostenibilità. Gli stili di vita, di produzione e di consumo devono trovare un maggior orientamento verso la conservazione delle risorse e la diminuzine delle fonti di inquinamento. La questione della crisi climatica che sta attraversando il Pianeta, inoltre, impone di intervenire sull’attuale modello di società per un futuro diverso, lontano dai combustibili fossili, nel rispetto di chi abita il pianeta oggi e soprattutto di chi lo abiterà in futuro.

Si parlerà inoltre, attraverso il dibattito Europeo persistente, di efficacia della riqualificazione a lungo termine che sarà l'unica che potrà migliorare le condizioni di comfort interne e di emissioni di Anidride Carbonica in tempi ridotti. Parallelamente saranno spiegati gli obbiettivi dell'agenda 2030 e l'importanza del protocollo di Kyoto, per poi passare all'analisi di iniziative politiche come l'Energy Performance Certificate e il Green Deal Europeo che ha permesso la"Renovation Wave" nel territorio. Si parlerà inoltre della decarbonizzazione al 2050 e quindi dell'importanza degli edifici nZEB nel patrimonio edilizio residenziale.

Successivamente ci sarà una seconda parte che descriverà i differenti apporocci e i relativi strumenti che vengono utilizzati in Europa e in Italia per riqualificare il patrimonio immobiliare. Mentre per quanto concerne il tessuto edilizio italiano verranno mostrati quali interventi di rigenerazione vengono utilizzati ad oggi tramite quali strumenti finanziari. Per quanto concerne a livello Eurpeo la tesi si incentrerà maggiormente sulle politiche, direttive, programmi e requisiti utilizzati. Inoltre verranno mostrati quali impatti hanno avuto i programmi finanziari scelti da differenti Nazioni. Importante saranni gli esempi Europei scelti che daranno una visione maggiormente ampia riguardo alle modalità con cui vengono affrontate tali tematiche su immobili residenziali di categorie differenti.

Infine verranno trattati due casi studio di edifici residenziali Italiani appartenenti alla regione Piemonte. Questi sono stati redatti con il contibuto del centro di ricerca Environment Park. Il primo caso studio riguarda la riqualificazione di un condominio tramite Superbonus110% ed il secondo di un complesso di immobili di edilizia pubblica attraverso il POR FESR 2014-2020 con diagnosi energetica ed uso del Protocollo Itaca per giungere alla definizione di un edificio nZEB.

Occorre affermare quale sia stato il contributo dato affiancando il team di progetto dell'Environment Park settore "Green Building".
Nella prima casistica appartente al Super Ecobonus110% (Superbonus110%), l'aiuto dato all'azienda è stato inerente all'intero processo di studio escludendo il sopralluogo ed il rilievo. Lo studio degli interventi, stratigrafie, modello energetico, attestato di prestazione energetica e valutazione dei costi sono stati fatti affincando i professionisti del settore GB.
Nel secondo caso studio inerente al POR FESR invece il contributo è stato differente, in quanto la prima parte ovvero dal sopralluogo, creazione modello energetico e quindi alla diagnosi energetica è stata effettuata dall'azienda nel periodo precedente al tirocinio formativo e quindi alla stesura della tesi. Come verrà riproposto durante la spiegazione di tale caso studio si intende sottolineare come la prima parte ovvero la stesura della diagnosi energetica non si è fatta personalmente, ma si è usufruito del lavoro del centro Environment Park per redigere pensieri critici a riguardo.
Si è invece dato il contributo all'interno dell'analisi degli edifici attraverso il Protocollo Itaca, di cui non verranno riportati tutti i criteri analizzati ma soltanto alcuni emblematici dello studio ovvero:

- 1.6 Accessibilità al trasporto pubblico;
- A1.8 Mix funzionale dell’area;
- C.6.8 Effetto isola di calore;
- D3.2 Temperatura operativa;
- D4.1 Illuminazione naturale (FLD_m).

I software utilizzati per i casi studio riportati nelle pagine successive sono stati:

- Autocad per realizzare gli elaborati grafici;
- Edilclima per la realizzazione del modello energetico e relativo studio;
- Icaro 1.0 e PAN 7.0. per lo studio di alcuni criteri del protocollo ITACA;
- Mold Simulator 5 Pro utilizzato per lo studio dei ponti termici;
- Revit usufruito per realizzare il modello tridimensionale con relativo studio degli ombreggiamenti;
- Rhino con Grassoppher (Ladybug) per le analisi climatiche.

1

CAPITOLO

1.EDILIZIA RESIDENZIALE PUBBLICA E PRIVATA

Le situazioni socioeconomiche che caratterizzò l'edificazione del patrimonio edilizio residenziale dall'immediato dopoguerra sino ai primi anni '80, hanno creato una serie di edifici con caratteristiche tecnico-costruttive abbastanza uniformi, oggi purtroppo soggette ad un degrado fisico e funzionale. E' proprio per questo motivo che nell'ultimo ventennio questa questione è diventata il fulcro di un osservazione molto approfondita, che riguarda le metodologie utilizzate e soprattutto gli interventi di riqualificazione attuati.

Nell'800, durante la rivoluzione industriale, iniziò a insorgere il problema abitativo che provocò un esponenziale crescita edilizia, in quanto le città divennero una meta molto appetibile a causa delle innumerevoli opportunità di lavoro offerte in quegli anni. Questo fenomeno creò un forte sovraffollamento. Le città si ritrovarono a non avere abbastanza edifici atti ad accogliere questo nuovo flusso consistente di persone. Proprio per questo motivo, lo sviluppo delle città ha subito una "repentina realizzazione" di alloggi, che provocò però gravi conseguenze. Si ambiva esclusivamente alla quantità di alloggi e questo provocò la mancanza di attenzione verso la qualità: ad esempio, non si badava ai materiali da usufruire, alle tecniche di costruzione da utilizzare, ma si puntava solo alla costruzione seriale di edifici.
Sulla base di queste considerazioni, si può affermare che l'emergenza abitativa del secondo dopoguerra, connessa ai fenomeni di crescita demografica, provocò uno sviluppo urbano incentrato molto, se non tutto, su parametri prevalentemente quantitativi, con una scarsa attenzione ai livelli di qualità delle costruzioni. Ad oggi questa questione è di fondamentale importanza e si contrappone alla crescente idea della riqualificazione urbana.

1.1 QUADRO STORICO NORMATIVO: I PRIMI PROVVEDIMENTI

La questione dello Stato come "promotore di azioni" che garantissero una qualità di vita migliore a tutti gli abitanti, iniziò a nascere solo nel Ventesimo secolo. La funzione dello Stato divenne quella di essere strumento promotore di azioni politiche atte a risolvere problemi di disagio sociale e di realizzare strumenti utili in futuro per realizzare città maggiormente consapevoli.

La prima azione legislativa italiana che tratta questi temi, è la Legge Luzzatti (1903) [*], i cui obbietti cardine furono quelli di far nascere nuove occasioni di investimento di capitali, placare la speculazione privata e soprattutto migliorare notevolmente le condizioni di vita delle fasce più deboli. Una questione importante fu la fondazione di una nuova "ricchezza tassabile" da parte dello Stato che non avesse bisogno di alcun suo intervento immediato e diretto. Le fasce più deboli a cui si rivolgeva tale legge risultavano essere i piccoli artigiani, i proprietari rurali, i proletari ect ect.
Per ottenere questi obiettivi ci si affidava a soggetti privati che promuovevano la creazione di nuovi alloggi popolari fornendo loro importanti agevolazioni fiscali. La legge prevedeva anche la creazione degli Istituti Au-

[*] Repubblica Italiana, *Legge Luzzatti n.254*, Gazzetta Ufficiale, 31 Maggio 1903, Roma

tonomi per le Case Popolari (IACP)[*1], ovvero enti che avevano competenza prevalentemente territoriale – comunale e che avevano un autonomia decisionale in questo ambito. Gli IACP divennero quindi a tutti gli effetti enti pubblici senza scopo di lucro.
Nei anni successivi, per finanziare i loro progetti edilizi, gli IACP furono costretti a ricorrere al credito non solo dei comuni ma anche di altri enti. Nel 1938, con il Testo Unico sull'edilizia popolare ed economica, la gestione e il controllo degli Istituti Autonomi venne affidata alle Province.

Dopo la Seconda guerra mondiale c'era l'urgenza e la necessità di ricostruire ciò che la guerra aveva devastato: lo Stato iniziò per questo a prevedere delle erogazioni dirette (oltre al ricorso del credito estero), in modo tale da finanziare l'edilizia popolare. La fase della "ricorstruzione" è contraddistinta dal Piano INA – Casa [*2] che avvia il programma di intervento per la costruzione di alloggi sociali per i lavoratori, il cui obbiettivo era quello di favorire l'abolimento della manodopera non qualificata che andava dall'agricoltura all'industria. Fu proprio questa necessità a guidare i due piani settennali INA, creati in due provvedimenti: la Legge 43 del 28 Febbraio 1949 (Piano Fanfani) [*2] che aveva come obbiettivo l'aumento dell'occupazione operaia tramite la costruzione di alloggi per lavoratori che avevano determinate caratteristiche specifiche al fine di edificare il più possibile al minor costopossibile; e la Legge 408 del 2 Luglio 1949 (la Legge Tupini)[*3].

Successivamente, negli anni Sessanta, le necessità cambiarono e gli obbiettivi si focalizzarono verso la costruzione di quartieri popolari il cui obbiettivo era la mera risposta alle necessità del boom economico dovuto all'industrializzazione. Dati i numerosi spostamenti degli abitanti dalle campagne alle città, la necessità fu quella di cercare nuovi spazi per l'edilizia popolare.
Proprio a questo scopo venne presto fatto uso dell'esproprio, strumento reso legale dalla legge 167 del 1962[*4].

Per tutto questo periodo, l'interesse principale fu quello di costruire, senza porre alcuna attenzione al contesto urbano provocando così la nascita, ad esempio, di periferie e luoghi di degrado. Ovviamente maggiormente l'ampiezza delle città aumentava più il flusso di popolazione che migrava dalle campagne alle città aumentava. Proprio da questo momento infatti iniziarono ad emergere luoghi della città abbastanza ambigui che poi diventarono periferie, utili per organizzare la vita quotidiana delle famiglie operaie

[*1] Repubblica Italiana, *Testo unico delle disposizioni sull'edilizia popolare ed economica*, Gazzetta Ufficiale, 20 Agosto 1938, Roma

[*2] Repubblica Italiana, *Provvedimenti per incrementare l'occupazione operaia, agevolando la costruzione di case per lavoratori n.43*, Gazzetta Ufficiale, 28 Febbraio 1949

[*3] Repubblica Italiana, *Disposizioni per l'incremento delle costruzioni edilizie n.408*, Gazzetta Ufficiale, 2 Luglio 1949

[*4] Repubblica Italiana, *Disposizioni per favorire l'acquisto di aree fabbricabili per l'edilizia economica popolare n.167*, Gazzetta Ufficiale, 18 Aprile 1962

Con la legge 865 del 1971[*1], si avviarono le prime politiche di recupero dell'esistente, in quanto fu solo negli anni Settanta che iniziò a nascere il concetto di recupero.

Successivamente, la legge 457 del 1978[*2], segnò un altro traguardo molto importante: furono incentivati i primi interventi che avevano l'obbiettivo di ricostuire, conservare o semplicemente di migliorare il patrimonio edilizio esistente attraverso i PbR (Piani di Recupero) che purtroppo però furono insufficienti e non provocarono un reale cambiamento. Questa legge consentiva inoltre agli IACP anche l'accesso a consistenti finanziamenti pubblici e questo provocò un consistente aumento dell'attività edilizia priva anche questa volta di un'attenta pianificazione. In seguito, solo negli anni Novanta, nacquero nuove proposte di legge in materia. Vennero promossi programmi di Riqualificazione Urbana (PRiU) (1992) [*3] e di Recupero Urbano (PRU) (1993) [*4] il cui obbiettivo era quello di incentivare interventi di miglioramento sul patrimonio di edilizia residenziale pubblica come la manutenzione o il semplice ammodernamento delle opere pubbliche già esistenti.

Negli anni anni 2000, a causa della modifica della Carta Costituzionale attraverso la legge costituzionale n°3 del 18-10-2001, ssi diede alle Regioni il potere legislativo su tutte le questioni che non spettavano esclusivamente allo Stato. per quanto concernle le politiche riguardo all'edilizia pubblica diventarono quindi di primo interesse per le regioni. Mancò tuttavia la definizione delle linee guida che avrebbero dovuto indirizzare le politiche pubbliche sulla casa.

1.2 QUANTITA' E NON QUALITA'

Durante gli anni subito dopo la guerra, ricostruzione dei grandi centri urbani nelle zone europee, ha provocato una forte discontinuità nel fase di costruzione della città moderna. Le città oggi, ovvero quelle costruite negli anni settanta, necessitano di un profondo ripensamento in quanto l'edilizia diffusa presenta un forte degrado irrisolto in tutti i sensi: degrado nei rapporti con il territorio, con la città, con il quartiere e inevitabilmente con il contesto.
Gli standard qualitativi che guidano la costruzione delle aree urbanizzate (come ad esempio la poca efficienza dal punto di vista tecnologico o energetico) sono dati dal fatto che è presente una bassa flessibilità e attenzione nei confronti alle esigenze di una società in continua crescita. La qualità urbana è data prevalentemente dai rapporti tra l'ambiente ed i cittadini.
Il patrimonio edilizio è fortemente intaccato dalla potevertà delle soluzioni costruttive utilizzate, che sono poco efficienti sotto il profilo tecnologico, energetico ed impiantistico. La ripetitività e la presenza di anonimato nell'immagine delle opere architettoniche, rappresentano una qualità edilizia insufficiente: la soluzione è la riqualificazione.

[*1] Repubblica Italiana, *Programmi e coordinamento per l'edilizia residenziale pubblica n.865*, Gazzetto Ufficiale, 22 Ottobre 1971

[*2] Repubblica Italiana, *Norme per l'edilizia residenziale n.457*, Gazzetta Ufficiale, 5 Agosto 1978

[*3] Repubblica Italiana, *Norme per l'edilizia residenziale pubblica n.20*, Gazzetta Ufficiale, 17 Febbraio 1992

[*4] Repubblica Italiana, *Conversione in legge, con modificazioni, del decretolegge 5 Ottobre 1993 n.398, recande disposizioni per l'acccelerazione degli investimenti a sostegno dell'occupazione e per la semplificazione dei procedimenti in materia edilizia*, Gazzetta Ufficiale, 4 Dicembre 1993 n.493

Inoltre è importante evidenziare che al degrado degli edifici si aggiunge anche un disagio sociale che è legato alla criticità delle abitazioni e alla non completezza della realizzazione degli interventi.

1.3 IL PATRIMONIO EDILIZIO RESIDENZIALE EUROPEO

> "La riflessione sulle possibilità di recupero architettonico ed energetico del patrimonio edilizio implica innanzitutto una esplorazione della consistenza di tale patrimonio: una consistenza che non si esprime in misura esclusivamente quantitativa, ma anche qualitativa e in relazione ai caratteri identitari delle tipologie abitative/costruttive impiegate. Va ricordato che, all'interno del patrimonio edilizio esistente, che rappresenta più del 40% del consumo globale di energia negli stati membri dell'Unione Europea, il settore residenziale costituisce il 63% del consumo totale di energia nel settore delle costruzioni" [4].

Il settore residenziale occupa gran parte del patrimonio edilizio esistente e proprio per questo è un settore privilegiato in ambito di riqualificazione energetico ambientale. Inoltre è di grande importanza anche perchè può essere una base per realizzare attività di ricerca e per ideare nuovi scenari da realizzare. Come si vedrà nelle pagine successive, sia in Italia sia in Europa, le direttive sul rendimento energetico sono state fatte dopo la costruzione di gran parte dei patrimonio edilizio. Misure energetiche attraverso normative restrittive sulla geestione razionale di energia non sono state contate per molti edifici, costruiti appunto prima dell'entrata in vigore. Proprio per questo sia in Italia sia in Euripa l'edilizia residenziale privata e pubblica costituisce un tassello fondamentale per realizzare interventi innovativi e realizzando sperimentazioni di recupero energetico, architettonico ed ambientale.

L'Unione europea comprende molti Stati differenti sia per zone climatiche sia paesaggi, per culture differenti, per tipologia abitativa e non di meno per modalità di costruzione della stessa. Anche gli approcci nazionali per il monitoraggio del patrimonio edilizio si sono evoluti separatamente.

E' fondamentale analizzare a riguardo dati concreti e informazioni che non sono necessarie solo per monitorare i progressi dell'attuazione delle politiche, ma anche per aiutare a sviluppare un percorso europeo e tabelle di marcia verso edifici più efficienti dal punto di vista energetico. Per definire l'energia e la potenziale riduzione di anidride carbonica, occorre studiare e valutare opportunità, fattibilità e limiti tecnico-economici. Per creare una solida base per il dibattito politico e la definizione delle politiche a livello dell'UE e degli Stati membri, il Buildings Performance Institute Europe (BPIE) ha intrapreso un'importante impresa: sviluppare un quadro vitale del patrimonio edilizio europeo, che sia dettagliato e corretto. BPIE è convinta che un processo decisionale efficace inizi con un quadro accurato della situazione reale.
Quindi secondo gli studi il patrimonio residenziale rappresenta la più grande superficie utile dell'UE pari al 75% del patrimonio edilizio. Un'analisi di questi dati indica che, tra i paesi oggetto di questo studio, il 64% della superficie di un edificio residenziale è associato a case unifamiliari e il 36% ad appartamenti [4]. La divisione tra i due principali tipi di proprietà residenziali varia in modo significativo da paese a paese, come mostrato nel grafico Fig. 01. Si potrebbe dire che Austria, Bulgaria, Repubblica Ceca, Germania, Lituania, Polonia, Svezia e Svizzera detengono una situazione più uniforme, con superfici simili per case unifamiliari e appartamenti. La Grecia, l'Irlanda, la Norvegia e il Regno Unito hanno la percentuale più piccola di superficie calpestabile di appartamenti, mentre Estonia, Lettonia e Spagna hanno la più alta. In termini di superficie pro capite, i paesi del Centro e dell'Est sono tra i paesi con la superficie residenziale più bassa sia in termini di case indipendenti che di condomini. I paesi del nord e dell'ovest hanno le più

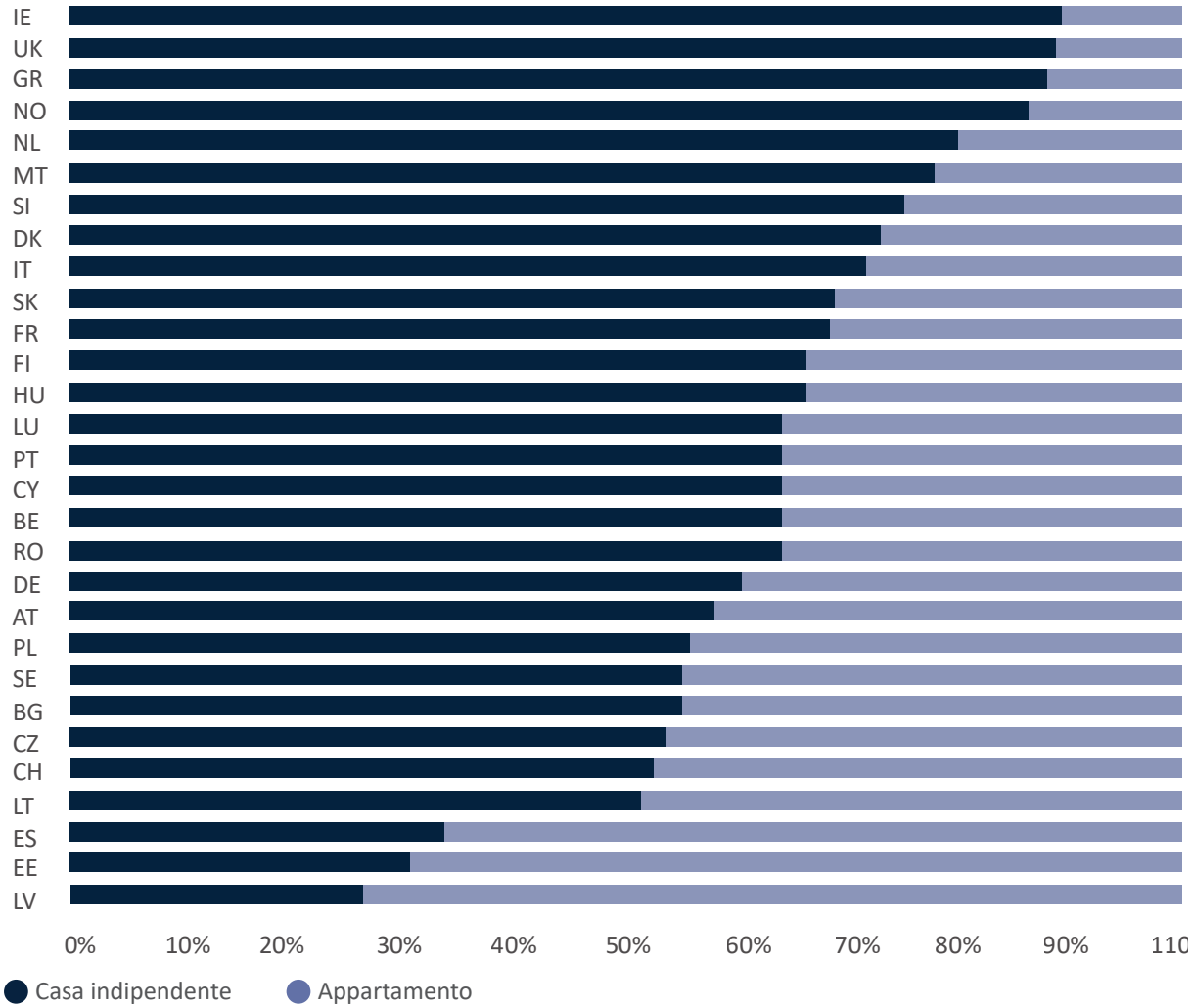


Fig. 01 Edifici residenziali in Europa, rielaborazione grafico[4]

alte superfici residenziali pro capite rispetto ad altre regioni. I paesi del Sud hanno la più alta superficie per abitante di una casa indipendente, il che spiegherebbe la presenza di un altissimo numero di costruzioni adibite a "case vacanze".
E' interessante notare che in tutte le Nazioni gli standard di superficie negli appartamenti siano inferiori a quelli delle case indipendenti, una tendenza che forse rafforza il legame tra superficie calpestabile e condizioni di ricchezza.
Come illustrato dal grafico Fig 04, i tassi annuali di crescita nel settore residenziale sono intorno all'1%. Nel grafico viene mostrata la gamma dei tassi di nuova costruzione residenziali nei paesi nel periodo tra il 2005 e il 2010. Ad eccezione dei Paesi Bassi (nel caso delle case plurifamiliari), tutte le altre Nazioni hanno registrato una diminuzione del tasso di nuove costruzioni negli ultimi anni, riflettendo l'impatto dell'attuale crisi finanziaria nel settore delle costruzioni. In particolare, questo impatto sembra essere più pronunciato nei paesi dell'Europa centrale e orientale, come nel caso di Lettonia, Romania e Polonia.

Oltre alla tipologia, gli edifici variano notevolmente in termini di età, dimensioni e ubicazione. Le costruzioni in tutta Europa sono associate a diversi periodi di tempo risalenti anche a prima del 1900. Gli edifici storici hanno sicuramente un notevole valore patrimoniale mentre le tecniche costruttive e le normative edilizie come i regolamenti edilizi imposti in fase di progettazione hanno una grande influenza sulla prestazione energetica dell'edificio.

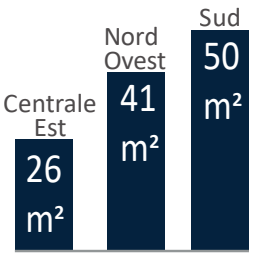


Fig. 02 Case indipendenti, rielaborazione grafico[4]

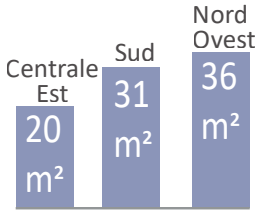


Fig. 03 Appartamenti, rielaborazione grafico[4]

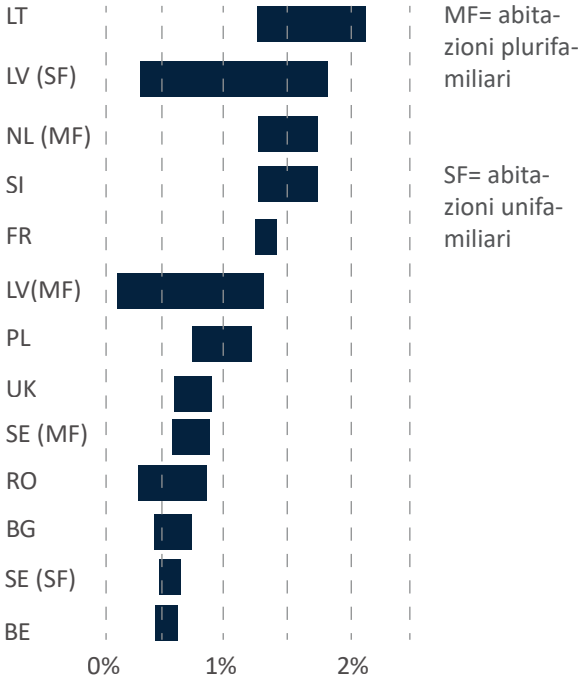


Fig. 04 Tassi di nuove costruzioni (2005-2010), rielaborazione grafico[4]

Nel settore residenziale l'età di un edificio è fortemente legata al livello di consumo energetico. Il sondaggio BPIE ha classificato gli edifici in fasce di età diferenti (periodi cronologici specifici) per ogni paese. Al fine di consentire un confronto tra i profili di età del patrimonio edilizio residenziale dei diversi paesi, i dati della superficie calpestabile di ciascuna Nazione sono stati consolidati in tre fasce di età rappresentative:

- Vecchio: rappresenta tipicamente edifici fino al 1960
- Moderno: tipicamente rappresenta edifici dal 1961 al 1990
- Recente: tipicamente rappresenta edifici dal 1991 al 2010

La figura 05 mostra la quota di superficie utile residenziale per fascia di età. È probabile che l'uso specifico di energia all'interno di queste fasce di età differisca tra i paesi e le diverse regioni d'Europa a causa del numero di fattori politici, economici e sociali. La composizione media per ciascuna regione è stata stimata sommando la superficie del pavimento per fascia di età per tutti i paesi della rispettiva regione in cui sono stati resi disponibili dati dettagliati. Le variazioni nel profilo di età tra le tre sezioni sembrano essere piccole laddove gli edifici antichi (prima del 1960) hanno la quota maggiore nella regione nord-occidentale. In particolare, i paesi con i maggiori componenti di edifici più vecchi sono Regno Unito, Danimarca, Svezia, Francia, Repubblica Ceca e Bulgaria. Sono inoltre evidenti variazioni significative da paese a paese. I paesi con gli edifici costruiti più di recente (1990-2010) sembrano essere l'Irlanda, la Spagna, la Polonia e la Finlandia, mentre i paesi con il più alto tasso di costruzione nel periodo “moderno“ (1961-1990) sembrano essere l'Estonia, l'Ungheria, Lettonia e Finlandia.

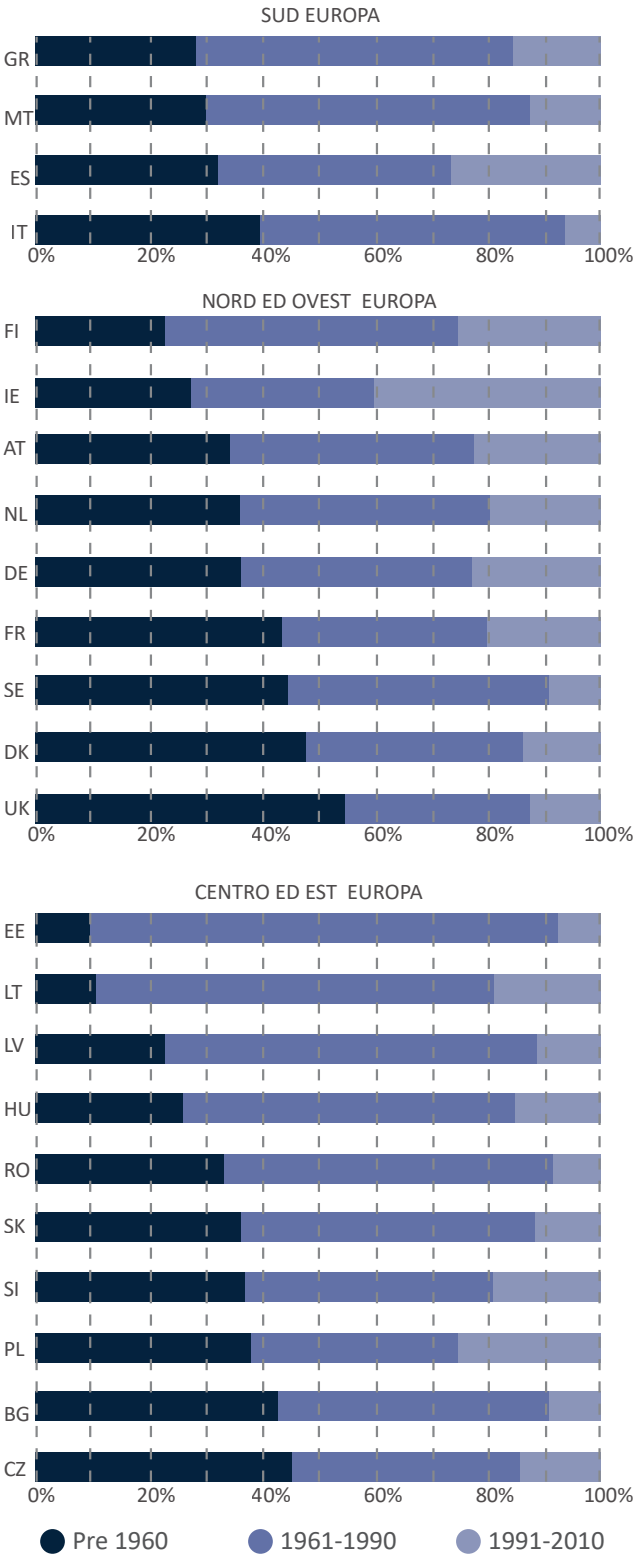


Fig. 05 Profilo epoca edilizia residenziale, rielaborazione grafico[4]

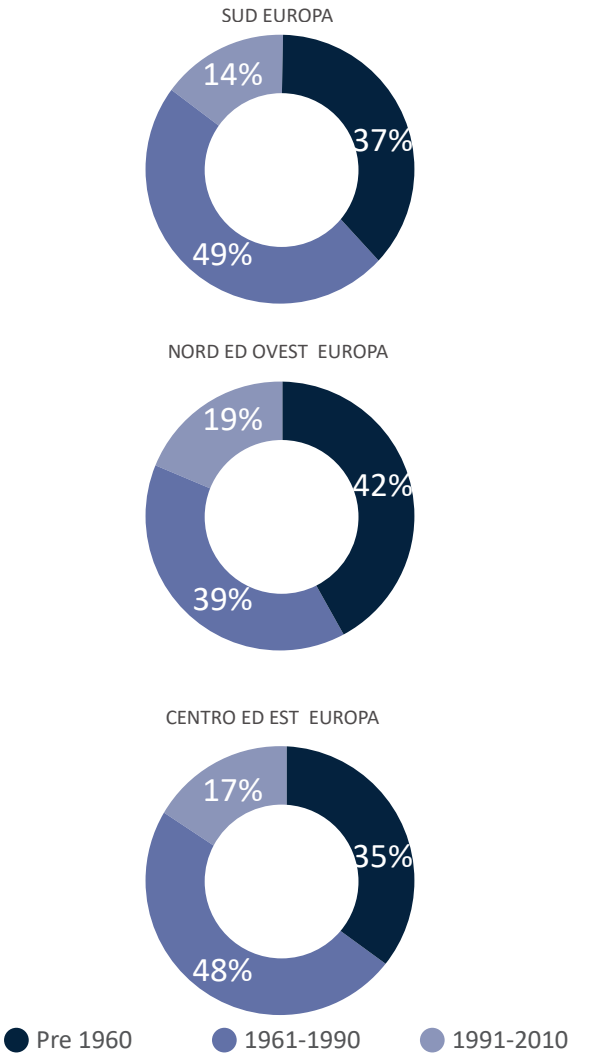


Fig. 06 Profilo epoca edilizia residenziale, rielaborazione grafico[4]

La proprietà degli edifici influisce sulla velocità con cui vengono intrapresi i lavori di ristrutturazione e sulla profondità delle misure di risparmio energetico che possono essere incluse nei progetti di ristrutturazione. I proprietari privati potrebbero essere riluttanti ad agire in anticipo e potrebbero avere bisogno di un incoraggiamento, incentivo e regolamenti per stimolare tariffe ragionevoli per una profonda ristrutturazione.

L'analisi dei dati forniti sulla divisione tra proprietà pubblica e privata di edifici residenziali ha rivelato che in 23 paesi la quota maggiore è detenuta dalla proprietà privata mentre il 20% è assegnata alla proprietà pubblica.
Il grafico sottostante mostra le variazioni per Nazione. All'interno di questo solo l'Austria riporta più del 20% delle abitazioni residenziali detenute in proprietà pubblica. Va notato che in molti paesi l'edilizia sociale è interamente di proprietà di enti pubblici, ma c'è una tendenza crescente verso il coinvolgimento del privato. Questa tendenza si riscontra ad esempio in Irlanda, Inghilterra, Austria, Francia, Danimarca e Paesi Bassi dove, nel caso dei Paesi Bassi, l'edilizia sociale è interamente di proprietà di enti privati (housing association).

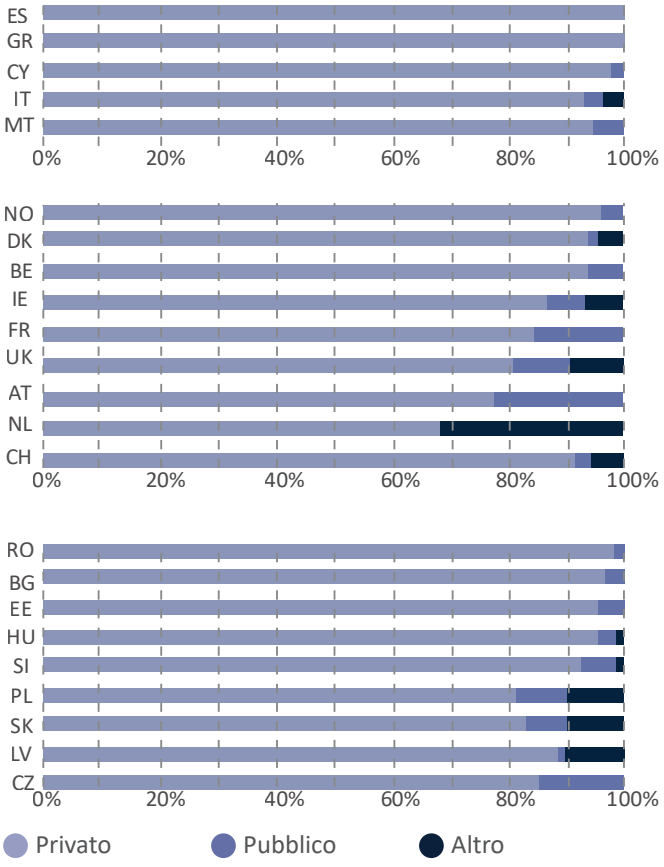


Fig. 07 Proprietà edificato residenziale, rielaborazione grafico[4]

L'ubicazione degli edifici è di particolare interesse in quanto potrebbe influenzare la volontà e la capacità di adottare misure di ristrutturazione per migliorare le prestazioni energetiche. Nell'ambiente urbano entrano in gioco programmi di ristrutturazione su larga scala in grado di agire su strade, quartieri e località. Negli ambienti rurali, i progetti possono essere più diffusi e quindi beneficiare di misure a scala minore. I dati sull'ubicazione degli edifici residenziali sono stati resi disponibili da 18 paesi.

I grafici Fig. 08 mostrano che i paesi con la maggioranza di edifici residenziali in zone rurali sono la Lituania, Paesi Bassi, Svezia, Romania e Slovenia, mentre i paesi con il più alto livello di residenze urbane vengono rappresentati da Regno Unito, Norvegia, Spagna, Francia e Repubblica Ceca. Questi risultati dovrebbero essere considerati insieme ai modelli di occupazione sia nelle aree rurali sia urbane. Infatti le aree rurali sono tipicamente meno popolate, il che comporta un tasso di occupazione permanente inferiore. A livello dell'UE, il 49% della popolazione vive in aree densamente popolate (almeno 500 abitanti / km²), 26% nella media (100-499 abitanti / km²) e il resto in aree scarsamente popolate (meno di 100 abitanti / km²). I paesi con le quote maggiori di aree scarsamente popolate sono Svezia, Romania e Lituania.

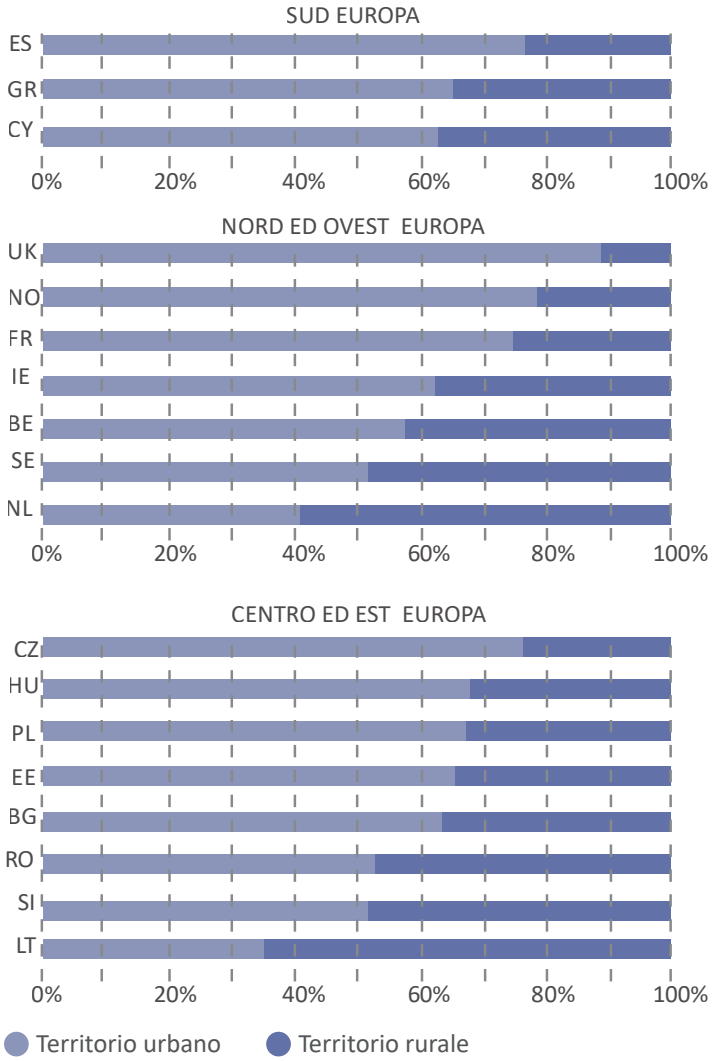
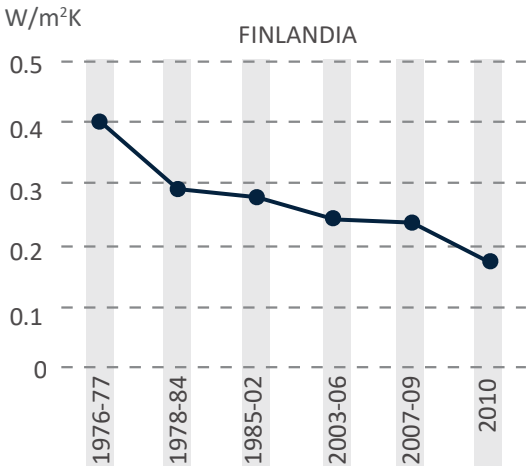
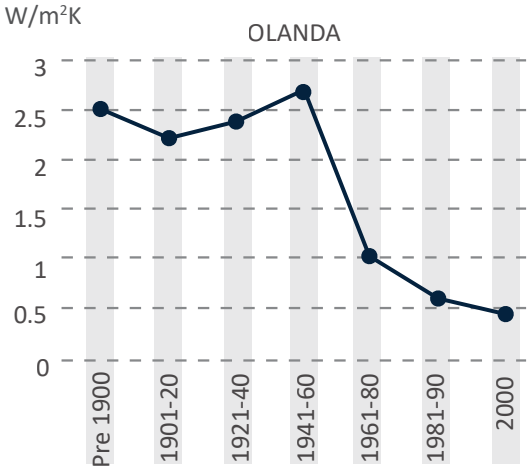


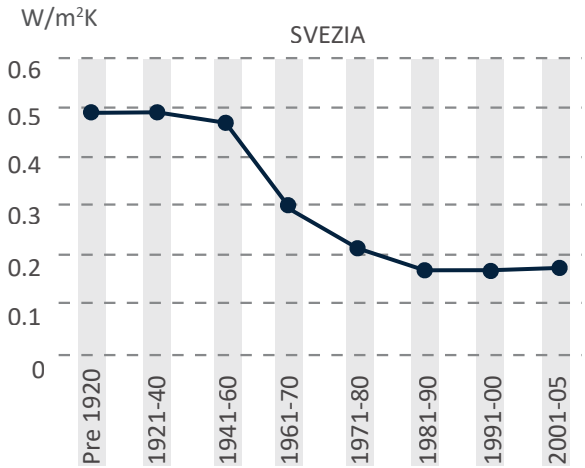
Fig. 08 Ubicazione edifici residenziali, rielaborazione grafico[4]

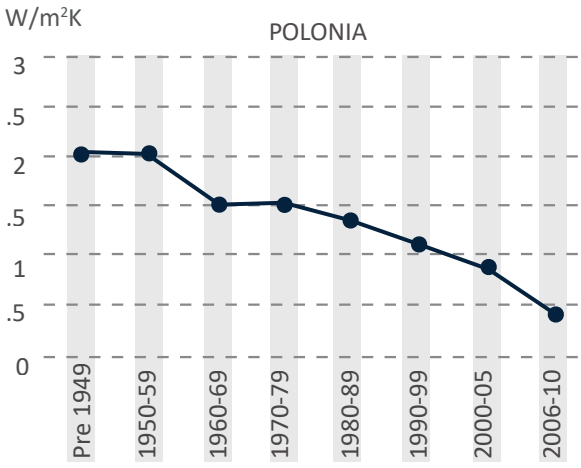
Tra le caratteristiche che più influenzano le prestazione energetica di un immobile occore ricordare quelle legate all'involucro opaco trasparente ed agli impianti. Un sufficiente isolamento termico dell'involucro edilizio è infatti essenziale per dividere l'interno dell'edificio dall'ambiente esterno, minimizzare il trasferimento termico (perdite o guadagnio di calore) e mantenere un comfort adeguato nell'arco dell'intero anno. I grafici sotto riportati confrontano i valori di U, ovvero comunemente chiamata trasmittanza termica, dell'involucro opaco verticale. La mancanza di un adeguato isolamento termico negli edifici più antichi è evidente in tutti gli stati. Questo si ha a causa della mancanza di standard che regolamentavano il mondo dell'edilizia residenziale.

L'effetto dell'implementazione della normativa EPBD (spiegata a pag 51) può essere dimostrata soprattutto in paesi senza precedenti normative. Per esempio in Repubblica Ceca è stata applicata una riduzione del 50% dei valori di trasmittanza termica nell'involucro negli ultimi cinque anni. In Svezia invece, i requisiti nazionali relativi al rendimento energetico degli edifici erano in vigore già nel 1948.









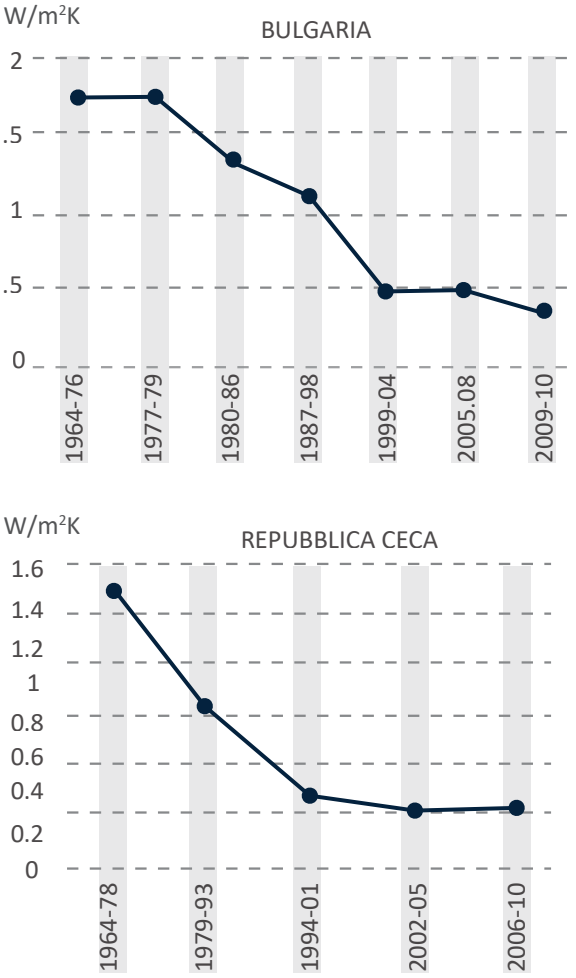


Fig. 09 Valori di trasmittanza termica U (W/m²K), rielaborazione grafico[4]

Oltre alla mancanza di un efficiente isolamento termico, le lacune nei punti di connessione tra i diversi elementi dell'involucro di un edificio (ad esempio il telaio della finestra e il muro di cinta) possono portare ad un notevole spreco di energia. Ciò evidenzia l'importanza di adeguati livelli di tenuta all'aria in un edificio, infatti elevati livelli di tenuta all'aria corrispondono ad un consumo energetico minore. Gli stessi però possono causare condizioni interne malsane, soprattutto se la ventilazione è inadeguata. Quest'ultima è tipicamente legata alla scarsa qualità dell'aria interna e alla cosiddetta "sindrome dell'edificio malato". Stabilire il livello appropriato di tenuta all'aria negli edifici è quindi un aspetto chiave dal punto di vista del consumo energetico e delle condizioni confortevoli degli occupanti.

Ciò è illustrato nei grafici sottostanti mostra i valori tipici dei livelli di tenuta all'aria di case unifamiliari di paesi in tutta Europa. È evidente che nei paesi con una lunga tradizione nella regolamentazione energetica (come in Danimarca), lo stock edilizio più antico mostra livelli di perdite d'aria molto più bassi rispetto ai Paesi centrali e orientali (come in Repubblica Ceca). Tuttavia, anche con i livelli odierni di tenuta all'aria, gli studi hanno dimostrato che la perdita dell'involucro può aumentare il fabbisogno di riscaldamento da 5 a 20 kWh/m²/a in un clima moderato.

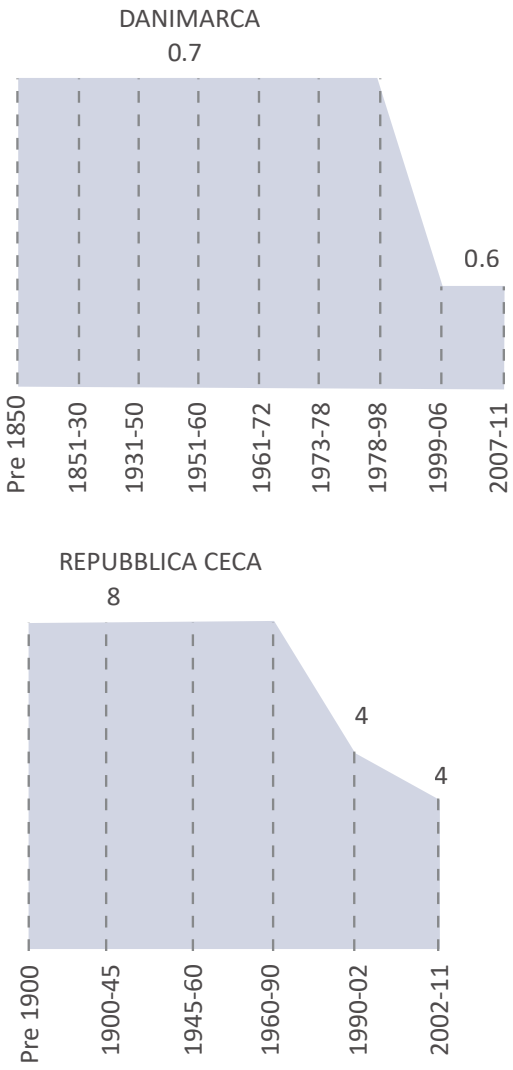


Fig. 10 Livelli di tenuta all'aria (n_{50} misurati in h^{-1}) di villette unifamiliari, rielaborazione grafico[4]

1.4 IMPIEGO DI ENERGIA NEL SETTORE EDILE RESIDENZIALE

È ampiamente riconosciuto che il settore edile sia uno dei principali consumatori di energia in Europa. Comprendere il consumo di energia negli edifici richiede una visione dei livelli di energia consumati nel corso degli anni e del mix di combustibili utilizzati.
Il panormama edilizio, è responsabile di circa il 36% di emissioni di CO_2 in Europa. L'emissione di anidride carbonica media Europea è di 54 kg CO_2 /m² dove i valori nazionali in kg CO_2 per superficie calpestabile variano nel range da 5-120 kgCO_2 /m² [4]. Inoltre, le emissioni di CO_2 sono legate al particolare mix energetico utilizzato negli edifici di un dato paese. Le variazioni nel mix di approvvigionamento energetico influenzano fortemente le prestazioni degli edifici dove, ad esempio, in Norvegia vi è la più bassa emissione in Europa causa della dipendenza dall'idroelettricità. Le prestazioni degli edifici sono fondamentali per determinarne le emissioni e quindi rappresentano la componente fondamentale per definire adeguate operazioni di riqualificazione.

Gli edifici residenziali costituiscono il segmento più grande del patrimonio edilizio dell'UE e sono responsabili della maggior parte del consumo energetico del settore. Nel 2009, le famiglie furono responsabili del 68% del consumo finale totale di energia negli edifici. Questa energia viene consumata principalmente da riscaldamento, raffreddamento, acqua calda, cucina ed elettrodomestici. La forte correlazione tra i giorni di riscaldamento e il consumo di carburante sottolinea il legame tra le condizioni climatiche e l'uso del riscaldamento poiché le fluttuazioni del consumo di riscaldamento dipendono in gran parte dal clima. Il significativo aumento

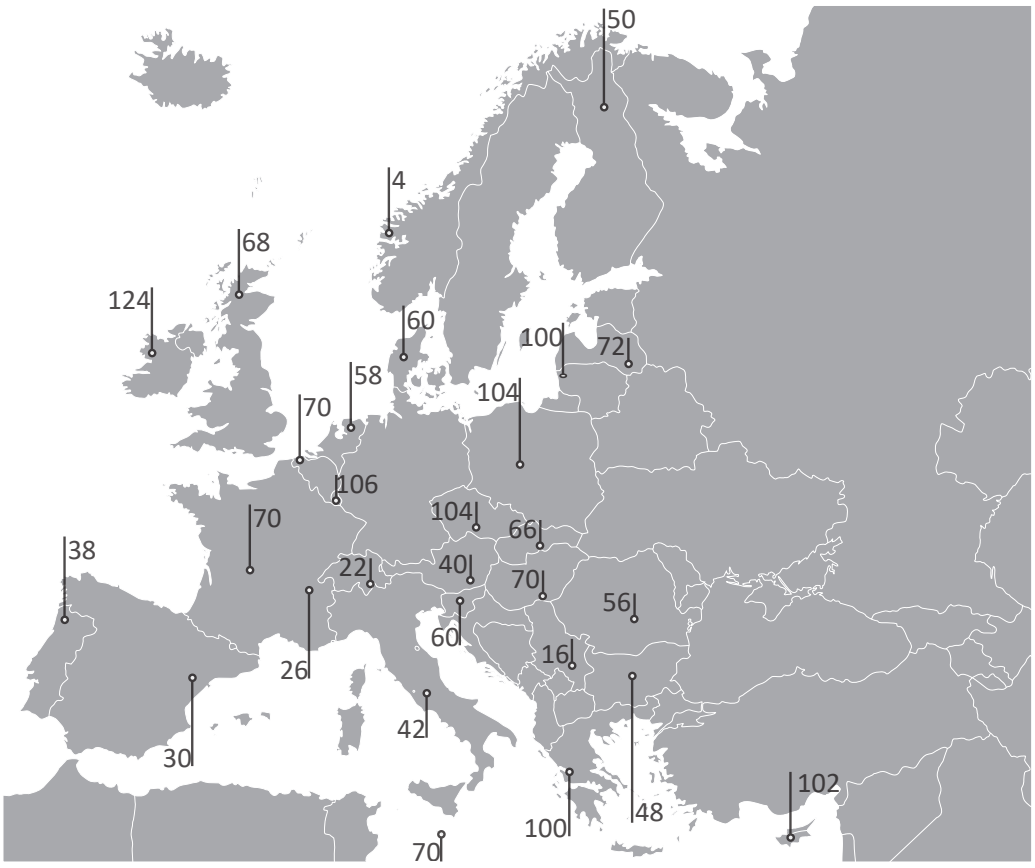


Fig. 11 Emissioni di CO_2 espresse in kgCO_2/m², elaborato personale Barbieri-Tatti

dell'uso degli elettrodomestici nelle famiglie è evidente attraverso il costante aumento dei consumi di elettricità (38% negli ultimi 20 anni).

I grafici riportati mostrano il prodotto energetico e l'energia totale di tre parti distinte Europee nell'anno 2009. Il gas è il carburante più comune in tutte le Nazioni e si attesta al

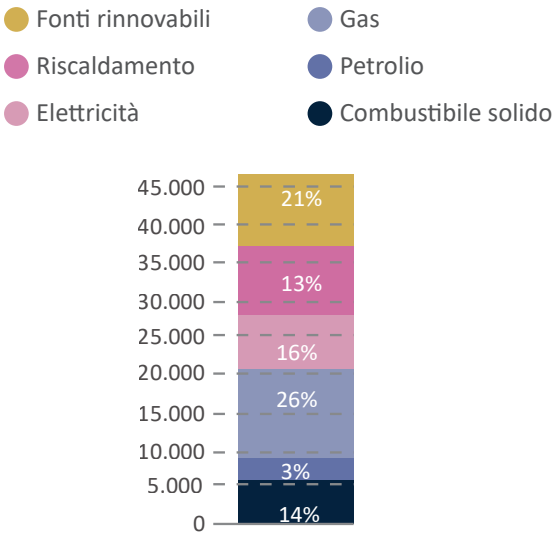


Fig. 12 Energia residenziale Centro ed Est Europa

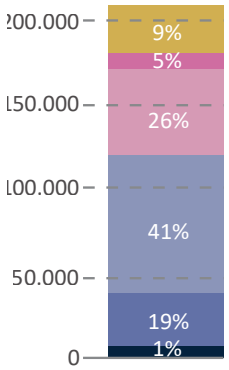


Fig. 13 Energia residenziale Nord ed Ovest Europa

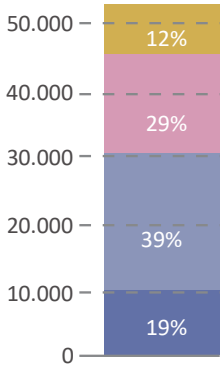


Fig. 14 Energia residenziale Sud Europa
Fig. 12-13-14 Rielaborazione grafici[4]

26%, 41% e 39% rispettivamente nel Centro ed Est, Nord ed Ovest, ed infine nelle nazioni del Sud. Il più alto utilizzo di carbone nel settore residenziale si riscontra nell'Europa centrale ed orientale, dove la quota maggiore viene utilizzata in Polonia. L'uso di petrolio è più elevato nell'Europa nord-occidentale, dove Germania e Francia sono i maggiori consumatori. Il teleriscaldamento è più comune nell'Europa centrale e orientale e meno nei paesi del sud, mentre le fonti di energia rinnovabile (calore solare, biomasse, geotermia, rifiuti) hanno una quota del 21%, 12% e 9% nel consumo finale totale rispettivamente del Centro e dell'Est, Sud, Nord ed Ovest.

Il riscaldamento degli ambienti è l'uso finale di energia più intenso e rappresenta circa il 70% del consumo in ambito residenziale. Dividendo l'europa in tre macro aree ovvero Europa Centrale ed Orientale, Europa Settentrionale e Occidentale, ed infine Europa Meridionale, si sono riportati studi effettuati per Nazioni rappresentanti.

Europa Centrale ed Orientale: Spagna, Polonia e Francia. La percentuale di energia utilizzata per il riscaldamento è tipicamente inferiore nei climi più caldi ad esempio, le residenze spagnole hanno consumato il 55% del consumo totale di energia finale nel 2009. Gli esempi mostrati nei grafici indicano le grandi differenze da paese a paese in termini di mix energetico corrispondente. Nonostante i diversi miglioramenti, ad esempio nei sistemi di riscaldamento, esiste ancora un grande potenziale di risparmio associato agli edifici residenziali che non è stato sfruttato. Queste tecnologie sono facilmente implementabili nei nuovi edifici, ma la sfida è per lo più legata allo stock edilizio esistente che costituisce la stragrande maggioranza dei nostri edifici.

All'interno dello stock europeo esistente, un'ampia quota (oltre il 40%) è stato costruito prima degli anni '60 dove vi erano solo pochi o nessun requisito di efficienza energetica. Solo una piccola parte di questi ha su-

bito importanti retrofit energetici, il che significa che si hanno bassi livelli di isolamento e altrettanto bassi, vecchi ed inefficienti sistemi energetici. La parte più antica del patrimonio edilizio contribuisce notevolmente all'elevato consumo di energia nel settore edile. Gli edifici più datati tendono a consumare di più a causa dei loro bassi livelli di prestazioni. Ciò è chiaramente dimostrato nei grafici dell'indagine della BPIE, che mostrano i dati riguardo ai consumi energetici di riscaldamento dello stock edilizio esistente. E' chiaro che il maggior potenziale di risparmio energetico è associato al patrimonio edilizio più vecchio. Questa è una tendenza osservata in tutti i paesi in cui in alcuni casi gli edifici degli anni '60 sono peggiori di quelli costruiti negli anni precedenti (cfr. Bulgaria e Germania). È interessante notare i grandi livelli di consumo per il riscaldamento nel Regno Unito, che indicano le scarse prestazioni degli edifici. Inoltre, sebbene il fabbisogno di riscaldamento nei paesi meridionali come il Portogallo e l'Italia sia inferiore a causa degli inverni più miti, l'energia utilizzata nei paesi è relativamente alta, il che può essere un'indicazione di mancanza di isolamento termico o di infissi non prestazionali. Per questi paesi, il raffrescamento diventa un importante contributo al consumo complessivo, dove le case sono, in molti casi, dotate di sistemi di condizionamento.

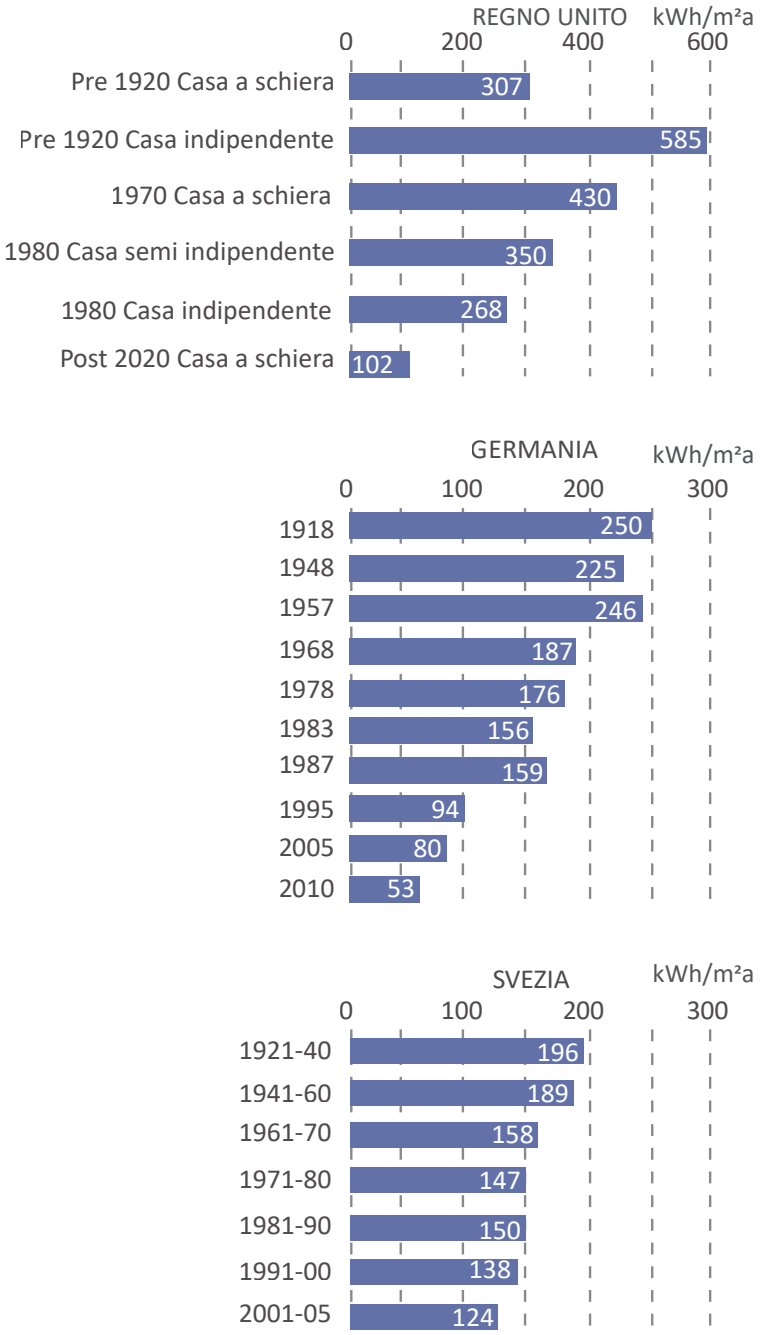


Fig. 15 Livelli medi di consumo energetico per riscaldamento in kWh/m² | Europa Settentrionale e Orientale, rielaborazione grafico[4]

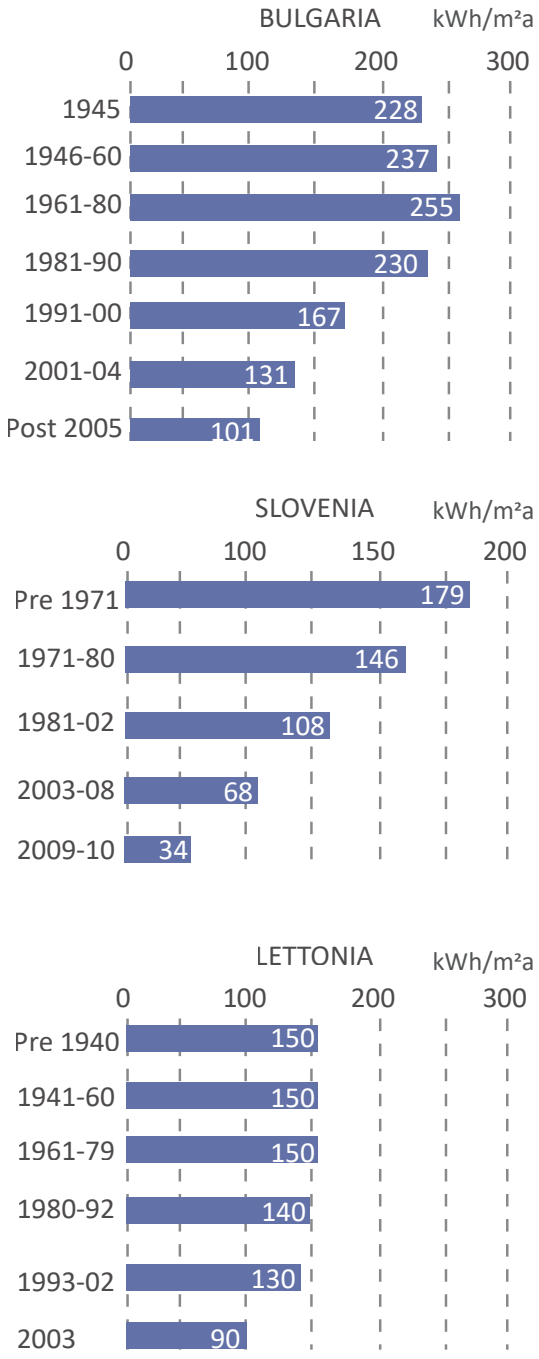


Fig. 16 Livelli medi di consumo energetico per riscaldamento in kWh/m² | Europa Centrale e Orientale, rielaborazione grafico[4]

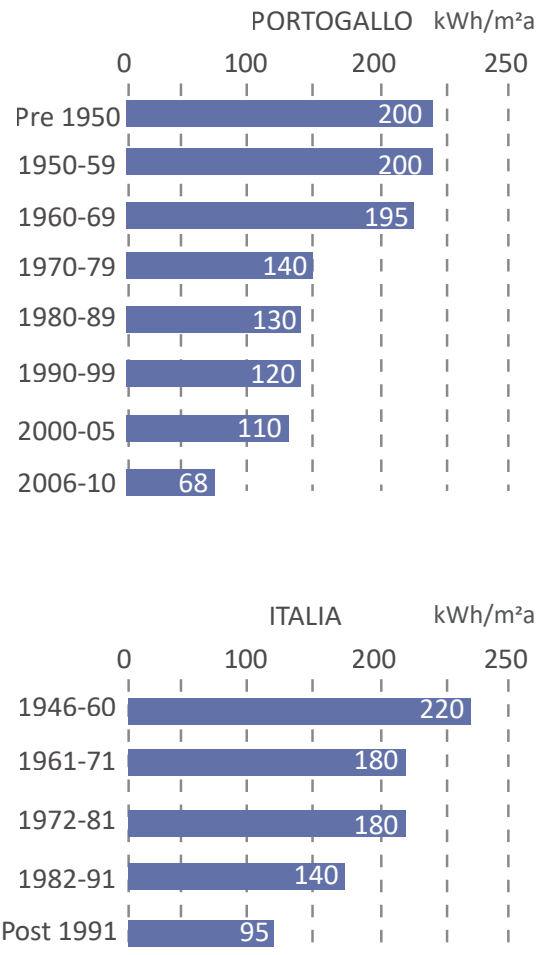


Fig. 17 Livelli medi di consumo energetico per riscaldamento in kWh/m² | Europa Meridionale, rielaborazione grafico[4]

1.5 IL PATRIMONIO EDILIZIO ITALIANO E LA POVERTA' ENERGETICA

Per quanto concerne il patrimonio edilizio italiano, esso è composto dal 55% di edifici degli anni '60 e dal 4% di edifici costruiti prima del 1919 circa, i quali non hanno mai subito interventi di ristrutturazione e/o riqualificazione energetica. Oltre il 25% degli edifici ha consumi annuali da 160 kWh/m² ed oltre 220 kWh/m² [1].

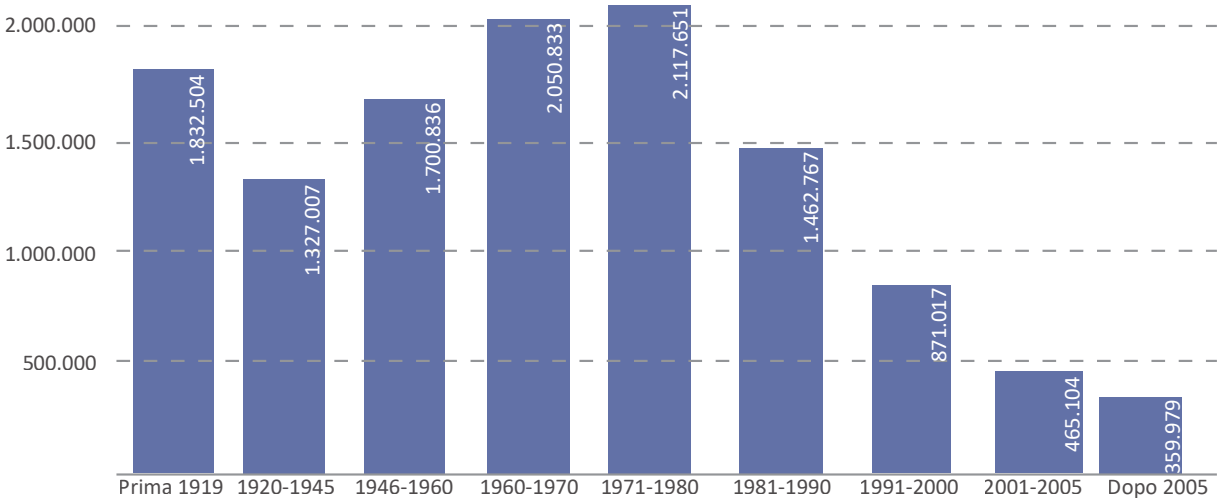


Fig. 18 Epoca edifici Italiani, elaborato personale Barbieri-Tatti

Nel grafico è riportata la quantità di edifici residenziali suddivisi in base all'anno di costruzione. In Italia sono presenti 12.187.698 edifici residenziali, molti dei quali risalenti sia al 1971-1980 (2.117.651) che al 1961-1970 (2.050.833); una quantità rilevante è inoltre riscontrata in anni precedenti al 1918 (1.832.504) e tra il 1946 e il 1960 (1.700.836). Si può affermare che, la conservazione generale del patrimonio edilizio residenziale, risulta essere per un 15% in condizioni mediocri e per un 2% in condizioni pessime.
L'età media dell'edificato residenziale italiano è di fondamentale importanza per determinare un aspetto fondamentale che è rappresentato dalla frequente presenza di povertà energetica.

All'interno della tesi si è trovato di particolare interesse descrivere la condizione di povertà energetica in Italia. Per povertà energetica viene intesa l'impossibilità da parte di un utente di soddisfare le proprie esigenze all'interno del "pacchetto energetico". Queste esigenze corrispondono ai servizi fondamentali per garantire condizioni di comfort nelle abitazioni, ovvero riscaldamento, raffrescamento , illuminazione e gas. Il contrasto alla povertà energetica è di fondamentale importanza, tanto da essere stato inserito come uno degli obbiettivi nell'agenda 2030 (spiegazione pag. 42).

Infatti nel 2018 è stato istituito "l'Osservatori della povertà energetica" che ha la funzione di contrastare tale povertà e rendere consapevoli i cittadini sul come agire in caso di impossibilità nel mantere condizioni di comfort. Questo studio ha evidenziato come in tutta Europa il 7,6% di persone non riesca a riscaldare adeguatamente la propria abiazione in inverno. Per quanto concerne la stagione estiva il 13,9% presenta problemi nel raffrescare la propria casa [1].

La spesa energetica non è uniforme all'interno del territorio, per esempio nel 2016 il 10% delle famiglie con consumi più bassi aveva un spesa elettrica pari al 4,5% della spesa complessiva, invece il 10% delle famiglie con consumi alti spendeva l'1% della spesa

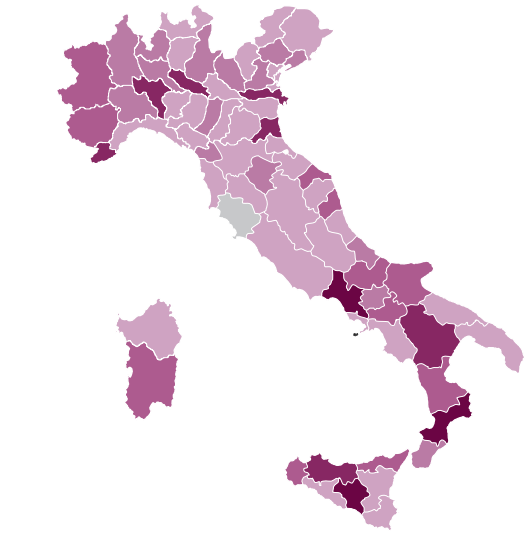


Fig. 19 Indice LIHC soglie Nazionali, anno 2018, rielaborazione grafico[1]

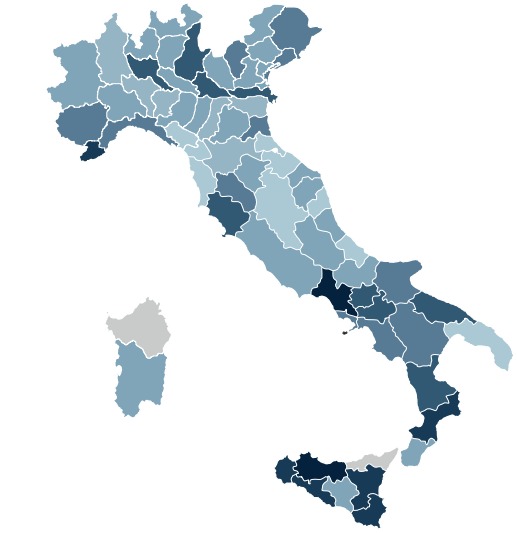


Fig. 20 Indice LIHC-PNIEC soglie Nazionali, anno 2018, rielaborazione grafico[1]

complessiva. Tra il 2005 e il 2016 le famiglie con povertà energetica sono cresciute nel territorio, sino al raggiungimento di una percentuale pari al 8,6% nel 2016 ovvero del 2,2 milioni di famiglie. Nella figura viene evidenziato il parametro LIHC ovvero Low Income High Cost, l'elevato livello di spesa energetica con basso livello di reddito famigliare.
Questo parametro identifica la percentuale di popolazione per cui la spesa energetica è superiore rispetto alla media nazionale e il reddito è inferiore alla soglia di povertà. Da un'analisi ENEA su dati ISTAT si nota come il paramento considerato nel 2014 era pari al 3,68% per poi innalzarsi di una unità ed arrivare nel 2018 a 4,55% [1].
Nella cartografia il parametro è stato calcolato rispetto alle soglie calcolate sull'intero campione Italiano. Ovviamente i risultati sono influenzati dal campione considerato ed è fondamentale considerare le caratteristiche socioeconomiche del territorio poiché si deve sempre fare il confronto tra contesti di vita differenti nel territorio.

Successivamente è stato preso in considerazione il secondo indicatore di povertà energetica LIHC-PNIEC Low Income High Cost-PNIEC ovvero la percentuale di popolazione la cui quota di spesa energetica è superiore al doppio del valore della media nazionale il cui reddito è inferiore alla soglia di povertà, con percentuale di spesa sul riscaldamento nulla e un valore di spesa totale inferiore alla media nazionale.

Vengono individuate poi le caratteristiche delle famiglie che rientrano in povertà energetica secondo l'indice sopra valutato (LIHC-PNEIC). Il 45% delle famiglie abita in appartamenti dai 71 ai 100 m², mentre un altro peso rilevante lo hanno gli alloggi fino a 70 m² con il 39,5% di incidenza, per poi finire con abitazioni oltre i 100 m² che hanno un peso meno rilevante ovvero il 15,5%. L'indice poi se viene ricalcolato prendendo in considerazione anche l'anno di costruzioni delle abitazioni ci suggerisce la creazione dei grafici riportati nella pagiana seguente.
Di particolare importanza è vedere come l'indice di povertà maggiore è caratterizzato da edifici di nuova costruzione, ovvero dopo il 2009 incide con percentuali del 10%. Di secondaria importanza, vi sono le abitazioni tra il 2000 e il 2009 attorno al 8,5%. Tali parametri sono stati definiti grazie al rapporto del numero di anni della costruzione e gli indici di povertà energetica delle famiglie residenti.

Interessante è l'importante peso della climatizzazione (riscaldamento e raffrescamento) che rappresenta circa il 70% del consumo energetico residenziale. Nel 2018 crescono anche gli usi cucina e acqua calda sanitaria 1,6%. Infine la voce illuminazione e apparecchi elettrici consuma circa il 13% del totale ed al contrario delle altre voci vede una diminuzione del 1,3%.

A Fig. 22 vengono graficizzati i consumi finali generali per regione. Si nota come la dipendenza da fonti energetiche di origine fossile sia rimasta più o meno invariata negli anni. Si ricorda come i combustibili fossili ovvero carbone, gas naturale, petrolio siano risorse non rinnovabili e altamente impattanti dal punto di vista ambientale.

L'abbattimento maggiormente efficace lo si vede nella regione del Trentino Alto Adige con una diminuzione del 10,4%. La Sardegna invece dal 2009 al 2017 ha visto un incremento molto significativo della quota dei consumi finali ovvero del 4,1%. Fondamentale è la crescita, anche se in quantità ridotta, dei consumi energetici provenienti da fonti rinnovabili fatta eccezione per la Liguria e la Campania in cui il valore si riduce dello 1,5% e 0,1%.

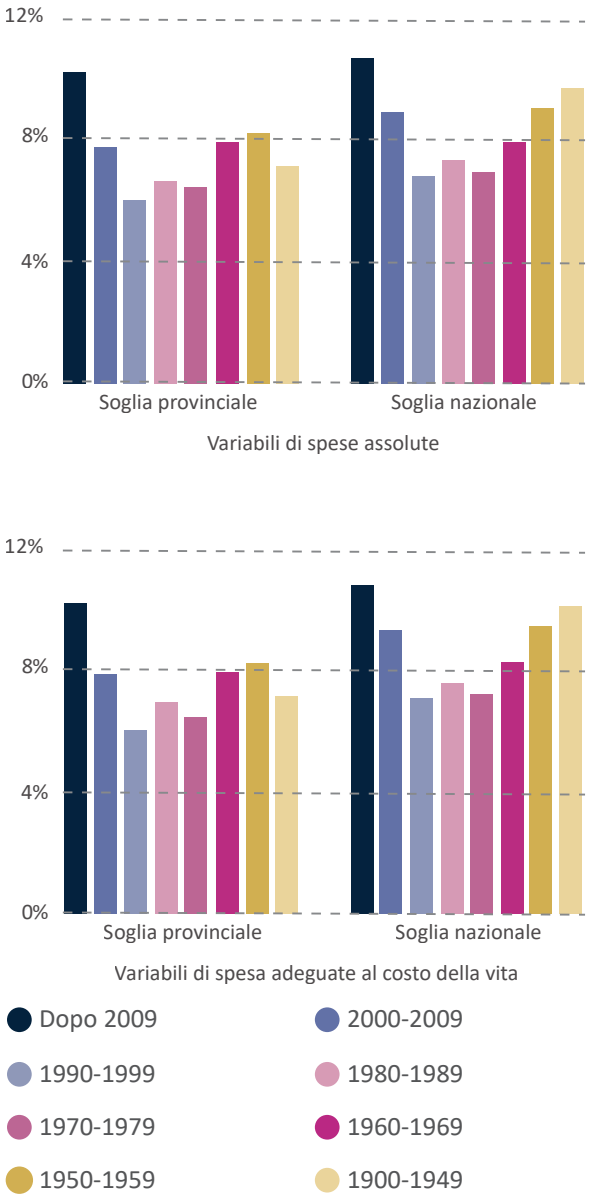


Fig. 21 Indice LIHC-PNIEC per epoca di costruzione, anno 2018, rielaborazione grafico[1]

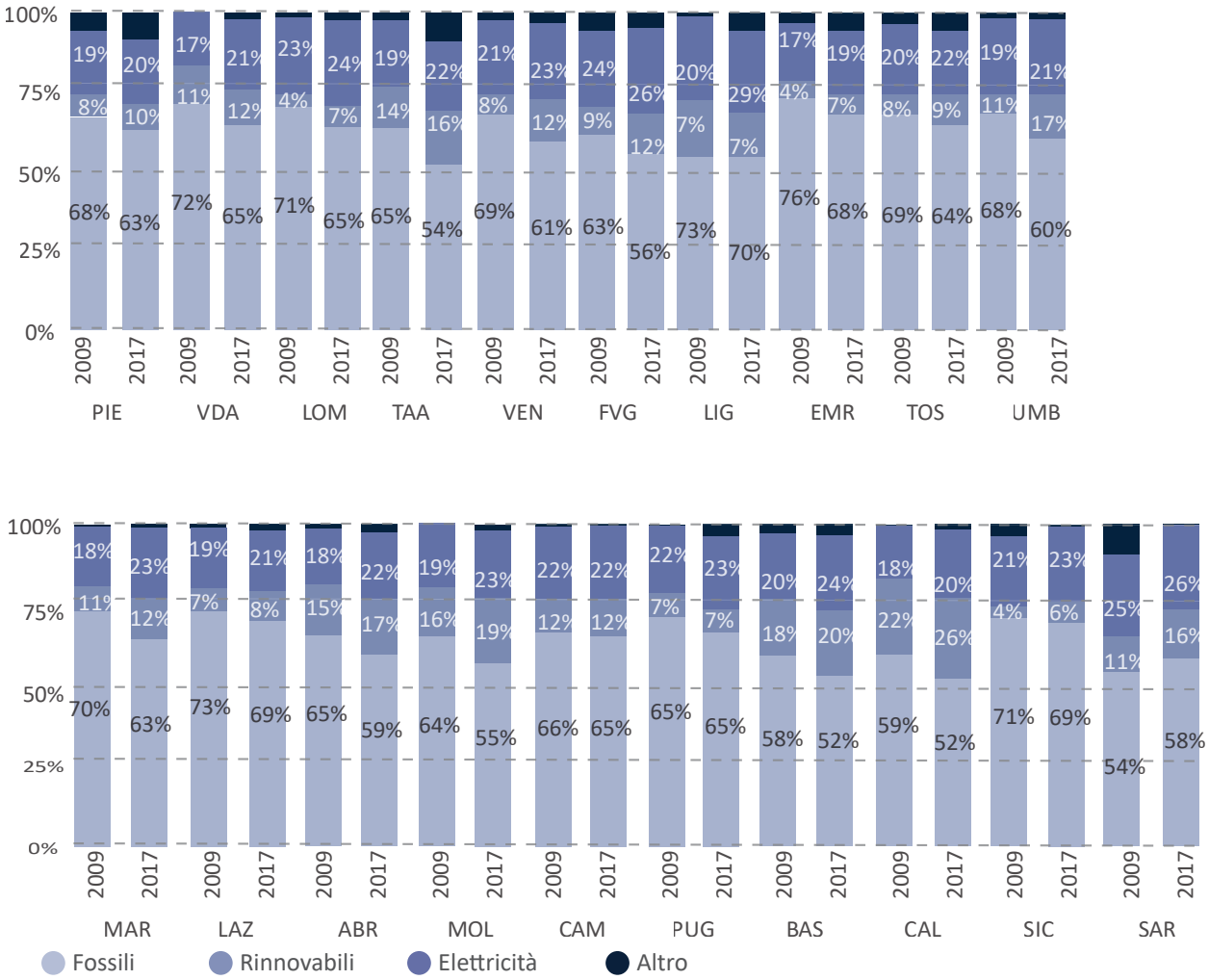


Fig. 22 Usi regionali di energia suddivisi per fonte, rielaborazione grafico[1]

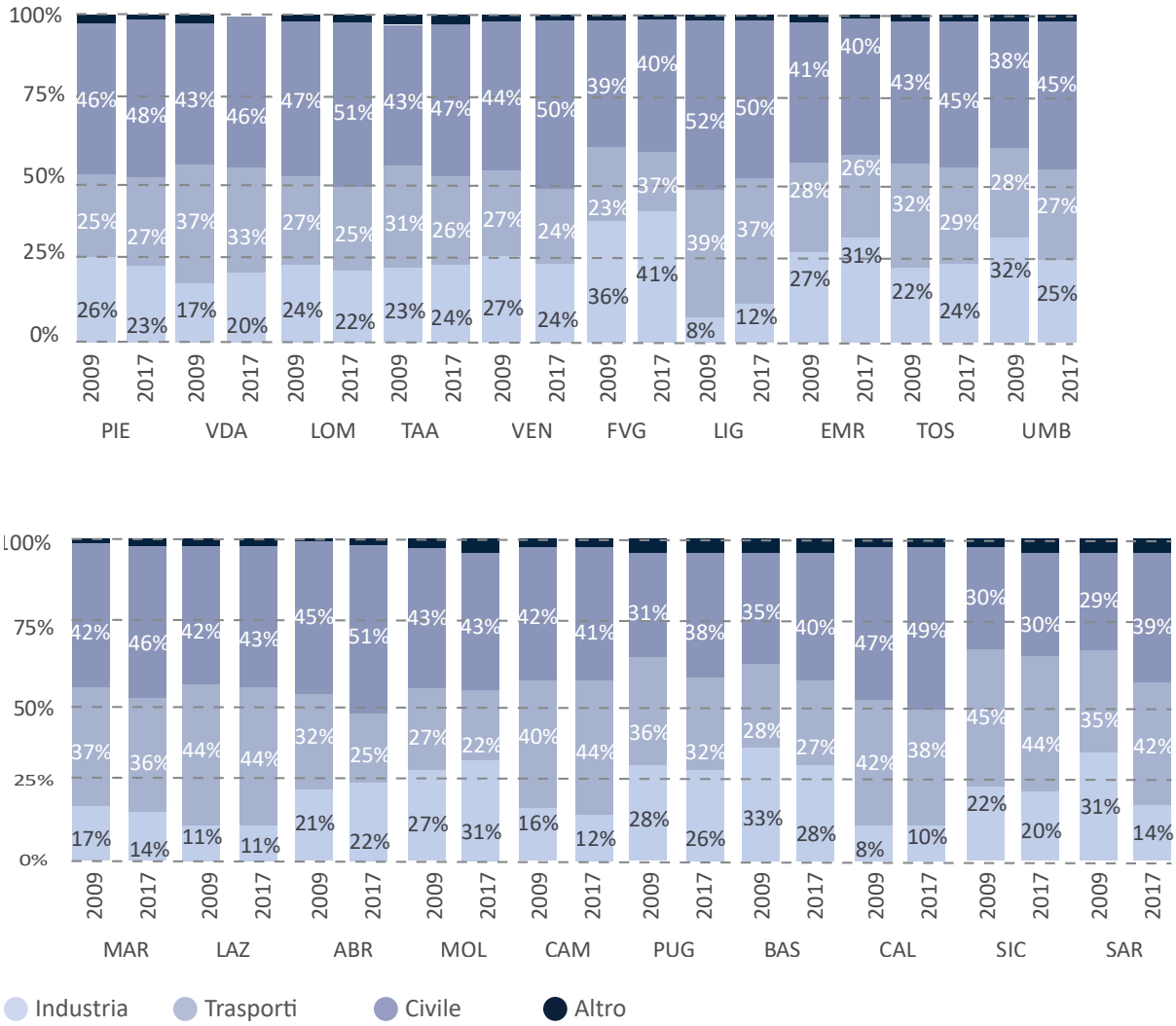


Fig. 23 Consumi finali regionali per regione, rielaborazione grafico[1]

Successivamente si sono poi verificati i consumi finali per regione in base al settore di appartenenza. Nei grafici si nota come in entrambi gli anni di studio 2009 e 2017 il settore civile è quello che ha maggiori consumi energetici in ogni regione. La regione in cui i consumi energetici di questo settore hanno avuto un'espansione maggiore è stato in Sardegna con un'aumento del 10,3%, Umbria 7% e Puglia 6,8%. La Liguria, la Campania e l'Emilia Romagna invece sono le uniche regioni in cui il settore civile sia diminuito in termini percentuali di massimo 2 unità.

Si è poi effettuato uno studio inerente alle condizioni energetiche degli edifici sia residenziali che non residenziali presenti nel territorio italiano. Il Sistema informativo sugli attestati di prestazione Energetica (SIAPE) insieme all'Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico (ENEA) hanno redatto una banca dati nella quale vi è lo studio del profilo energetico degli edifici attraverso gli Attestati di prestazione energetica (APE) (spiegazione a pag. 268) effettuati. I dati sono risultati assenti in diverse regioni, tra cui Sicilia, Sardegna, Basilicata, Campania, Marche, Toscana e Veneto. Vi sono inoltre due regioni i cui dati sono in aggiornamento e non consultabili cioè Valle D'Aosta e Molise. Lo studio infatti risulta essere parzialmente completo e quindi riportare ovviamente alcune lacune che invitabilmente non possono essere colmate. Le regioni prese in esame risultano quindi essere Piemonte, Liguria, Lombardia, Trento e Bolzano, Friuli, Emilia Romagna, Umbria, Lazio, Abruzzo, Puglia e Campania. L'analisi è stata effettuata nell'arco temporale dal 2015 al 31 Dicembre 2020 e conta un totale di 1.938.348 redazioni di attestati di prestazione energetica. La maggioranza di quest'ultimi è stato effettuato su edifici con destinazione d'uso resideniale (1.654.445) e la restante su edifici con differente destinazione d'uso (283.903). Occorre però identificare la ragione che spinge gli utenti interessati a richiedere un attestato di prestazione energetica. Come si è visto nelle pagine precedenti, il patrimonio edilizio italiano è rappresentato da una maggiore quantità di edifici appartenenti agli tra il 1945-1972. Questo è il periodo in cui il boom economico e sociale comporta la creazione di nuovi manufatti edilizi senza curarsi delle tecniche costruttive utilizzate. Si potrà quindi pensare alla normale volontà dei cittadini di voler migliorare attraverso una riqualificazione energetica le condizioni del proprio immobile residenziale, per rendere le condizioni di comfort interne maggiormente agibili e per diminuire le dispersioni di energia e le conseguenti emissioni diCO_2.
Si aspetterebbe una volontà di riqualificazione generale degli immobili, ma questa viene riscontrata solo per il 71.943 degli immobili che rappresenta solo il 4% della motivazione di redazione di un attestato di prestazione energetica. La stessa percentuale avviene per richieste di nuova costruzione per un totale di 75.399. La maggioranza viene effettuata per passaggi di proprietà con un totale di 1.079.542 ovvero il 56% rispetto al totale. Un'altra importante fetta del 27% lo ha la locazione con un totale di 531.865. Per poi passare a piccole entità come la Ristrutturazione importante o altro rispettivamente il 2% e il 7%.
Attraverso gli attestati di prestazione energetica si possono analizzare anche gli indici rilevanti per definire le condizioni energetiche degli edifici. In Italia, avendo fatto una media rispetto a tutti gli attestati dal 2015 al 2020 vi è un indice di Prestazione Energetica Globale di energia non rinnovabile $EP_{gl,nren}$ di 239,4 kWh/m²anno. Si ricorda che l'indice di prestazione energetica è un parametro che definisce il consumo totale dell'edificio riferito in unità di superficie all'anno. L'indice di prestazione energetica globale rinnovabile media risulta essere EPgl,ren medio 22,6 kWh/m²anno, mentre le emissioni di CO_2 medie vengono definite da un 50,6 kg_{CO2}/m^2anno.

Infine è importante definire il risultato dello studio, ovvero la distribuzione della classe energetica degli edifici nel paese italiano. Si ricorda, come verrà approfondito nel capitolo 6, che un edificio può essere classificato attraverso 10 classi energetiche, E-F-G rappresentano una pessima condizione, B-C-D media, e A4-A3-A2-A1 ottima. Lo studio ha riscontrato che 669.507 attestati di prestazione energetica hanno rilevato che nel patrimonio edilizio italiano vi sono edifici in classe energetica G, che rappresentano il

34,5% del totale degli attestati. Subito dopo vi è la classe F con 448.894 numeri di attestati e la E con 318,627. Come si può notare dal grafico le classi energetiche meno efficienti rientranti nella categoria "pessima prestazione" rappresentano il 74,1% del totale. Questo è un dato altamente allarmante e allo stesso tempo è un indice rappresenta una grande potenzialità in quanto vi è una grande maggioranza di edifici con caratteristiche abbastanza uniformi che potrebbero essere la base per una riqualificazione complessiva e profonda del patrimonio edilizio italiano.

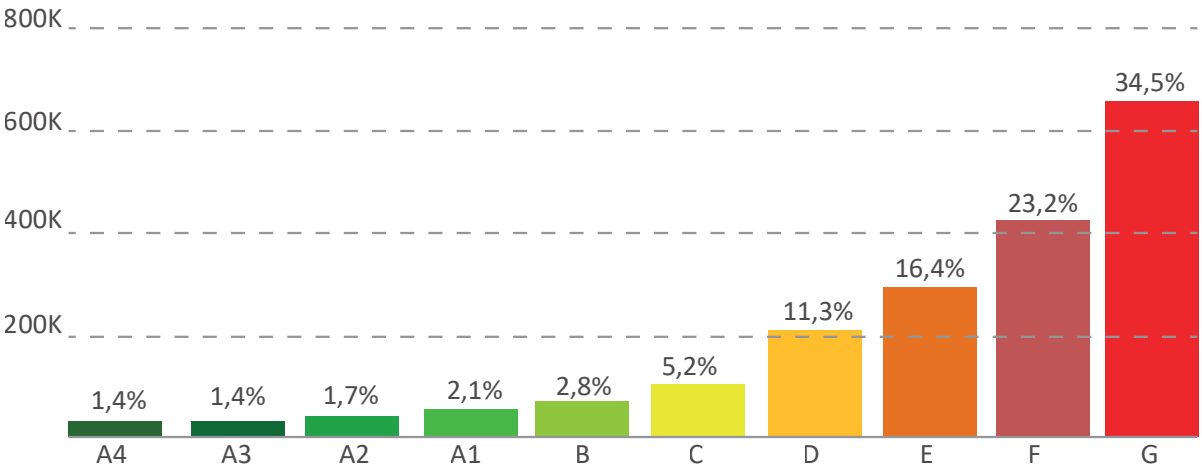


Fig. 24 Classe energetica edifici italiani, elaborazione personale su dati SIAPE ed ENEA Barbieri-Tatti

2

CAPITOLO

2. CAUSE E CONSEGUENZE DEL CAMBIAMENTO CLIMATICO

Le questioni legate alla sicurezza dei rifornimenti energetici e il forte bisogno di controllare i processi di cambiamento climatico che sono oggi in atto, rappresentano un punto fondamentale nel panorama delle sfide che la società contemporanea deve affrontare. A tal proposito l'edilizia viene chiamata in causa perché rappresenta un settore ad alto impatto ambientale (in quanto sostiene ad esempio elevati consumi energetici).
Il patrimonio edilizio è molto consistente e di significativa importanza; per questo il suo recupero rappresenterà una percentuale molto elevata delle attività nel settore edilizio, sicuramente superiore agli interventi di nuova costruzione.

> "Il recupero del costruito del patrimonio edilizio costituisce un tema complesso che non si esaurisce nel dare risposta alle condizioni di degrado tecnologico, funzionale e ambientale degli edifici ma che coinvolge le dimensioni architettonica, urbanistica e sociale." [*]

Rivisitare la metodologia di "costruire la città nel territorio" rispettando le opere architettoniche del luogo e le risorse naturali, rappresenta un punto di fondamentale importanza, in quanto migliorare la qualità urbana è sicuramente un tema che non bisogna sottovalutare.
La società europea in questi decenni ha affrontato importanti cambiamenti negli ambiti sociali e culturali, dovuti all'aumento della popolazione anziana e alla sempre più significativa presenza di comunità straniere. Queste questioni influiscono inevitabilmente nel cambiamento dell'organizzazione della società in Europa.
Analizzando quanto discusso precedentemente, emerge che la rigenerazione e il recupero delle città deve fondarsi e svilupparsi su dei criteri che si basano sul concetto di SOSTENIBILITA'. Per far sì che questo accada è necessario variare il nostro stile di vita, di produzione e di conseguenza di consumo delle risorse, in modo tale da diminuire le fonti di inquinamento. Il nostro pianeta sta attraversando una profonda crisi climatica e per questo è necessario intervenire sull'attuale modello di società (esempio limitare i combustibili fossili). L'ideale comune dovrebbe essere quello di rispettare chi abita il pianeta oggi e soprattutto chi lo abiterà in futuro.

> "Questo è il mondo che abbiamo cambiato e in cui dobbiamo vivere. Un mondo in cui le ondate di calore del 2003 hanno causato 50.000 decessi e la cui siccità del 2011 in Texas ha causato più di 5 miliardi di danni. I dati dimostrano che eventi come questi diventeranno sempre più intensi e frequenti" Hansen, 2012a [5]

Il cambiamento climatico, oggi, è una delle questioni più urgenti e gli effetti a cui si assiste sono la prova. Il clima della terra è sempre cambiato, ma mai così rapidamente; variazioni di pochi gradi centigradi sono state capaci di modificare radicalmente l'aspetto del nostro Pianeta.

[*] Melis P., *La valutazione della qualità globale degli edifici residenziali nella programmazione degli interventi di riqualificazione alla scala del patrimonio edilizio*, Università degli studi di Cagliari, Settembre 2010

2.1 L'UOMO È LA CAUSA PRINCIPALE DEL CAMBIAMENTO CLIMATICO

Nel XVIII secolo, in Inghilterra, ci fu una crescita demografica consistente dovuta alla scomparsa della peste. Le condizioni igieniche della città migliorarono notevolmente e questo generò la necessità di aumentare la produzione agricola. Questo aumento di produzione fu possibile grazie all'incremento di nuove tecniche produttive. Successivamente ci fu l'introduzione delle macchine a vapore che venivano utilizzate nelle agricolture intensive. Questo periodo rappresentò il periodo definito come "rivoluzione industriale" in cui si registrarono tassi di crescita mai raggiunti prima.
Il funzionamento di queste nuove invenzioni però necessitava dell'estrazione e dell'impiego di combustibili fossili, i quali nel momento in cui vengono bruciati liberano nell'atmosfera significative quantità di gas ad effetto serra, come l'anidride carbonica o l'anidride solforosa la cui concentrazione da quel momento in poi è aumentata in maniera drastica: basti pensare che negli ultimi 100 anni la concentrazione di CO_2 è aumentata del 40%. E' importante evidenziare che il consumo di questi combustibili fossili non è la sola causa dell'aumento di concentrazione di gas ad effetto serra. Un esempio sono gli allevamenti intensivi la cui produzione di 1 kg di carne produce 26,4 kg di anidride carbonica, provocando quindi gravi costi ambientali. Un'altra causa è rappresentata dal disboscamento causato dall'uomo. Gli alberi assorbono anidride carbonica dall'atmosfera e rilasciano ossigeno e per questo motivo sono importantissimi per equilibrare i livelli di CO_2 nell'atmosfera attraverso la fotosintesi clorofiliana.

Inoltre è fondamentale comprendere che la temperatura della Terra è data dall'equilibrio tra energia in entrata ed in uscita. Nel momento in cui la radiazione raggiunge la superficie terrestre, in parte viene riflessa ed in parte viene assorbita dalla Terra e viene liberata nel Pianeta sotto forma di calore e nella fase successiva viene rintrodotta nello spazio. I gas serra (come ad esempio l'anidride carbonica), sono trasparenti per la radiazione solare in entrata, ma a loro volta tendono a trattenere invece la radiazione infrarossa che è emessa dalla superficie terrestre, rallentando o addirittura impedendo in questo modo il cedimento del calore verso lo spazio. In condizioni naturali, il 70% dovrebbe essere assorbito dai gas serra che sono presenti nell'atmosfera e riflesso così di nuovo nella superficie terrestre, mentre circa il 30% della radiazione infrarossa dovrebbe essere riflessa nello spazio. Questo ciclo naturale ha lo scopo di mantenere le temperature ai livelli standard, che hanno permesso lo sviluppo della vita sulla terra fino ai giorni nostri. Quindi possiamo affermare che maggiore sarà la quantità di gas serra in atmosfera e maggiore sarà l'incremento della radiazione solare intrappolata e, insieme ad essa, della temperatura media globale. La crescente concentrazione in atmosfera dei gas effetto serra è purtroppo la causa principale del riscaldamento globale che sta avvenendo nel nostro Pianeta.
L'IPCC, ovvero l'Intergovernmental Panel on Climate Change l'organismo delle Nazioni Unite per la valutazione della scienza relativa al cambiamento climatico, ha pubblicato 5 importanti rapporti di valutazione che hanno avuto un ruolo cruciale nelle discussioni in ambito UNFCCC (Convenzione quadro delle nazioni unite sui cambiamenti climatici).
Il V rapporto di Valutazione dell'IPCC è di fondamentale importanza (2013) in quanto rappresenta un punto di riferimento importante per identificare le nuove politiche globali future poichè studia le variazioni e gli eventi climatici degli ultimi anni. In questo rapporto si specifica in maniera esaustiva, tramite nu-

merose analisi specifiche, l'influenza dell'attività umana nel sistema climatico (causa del riscaldamento globale). I risultati di questo rapporto evidenziano che ognuno degli ultimi tre decenni è stato più caldo rispetto a ogni altro decennio precedente, dal 1850. In questo rapporto viene dimostrato con importanti dati l'aumento della temperatura globale della superficie terrestre di 0,9 °C dal 1880, dovuto prevalentemente alle emissioni antropogeniche di gas ad effetto serra. Queste emissioni hanno portato ad una forte concentrazione di anidride carbonica mai vista prima. Il 40% delle emissioni sono nell'atmosfera, mentre il resto si è immagazzinato nella terra e negli oceani, i quali hanno assorbito circa il 30% del totale della CO_2 emessa e proprio per questo si stanno acidificando. In base a queste osservazioni si può affermare che le emissioni di CO_2 che derivano appunto dal consumo di combustibili fossili, contribuiscono per il 78% sul totale delle emissioni di gas serra. La quantità di energia solare assorbita è in crescita come sono in crescita anche la demografia e l'economia che costituiscono importanti fattori di aumento di emissioni di anidride carbonica provenienti da combustibili fossili. E' necessario agire in quanto la terra, essendo priva di equilibrio energetico, tenderà a diventare sempre più calda nei prossimi decenni.

> "La maggior parte dell'aumento osservato nelle temperature medie globali a partire dalla metà del XX secolo è molto probabilmente da attribuire all'incremento delle concentrazioni di gas serra di produzione umana". [8]

Negli ultimi anni, le conclusioni dell'IPCC sono sempre più certe: con una probabilità del 95%, queste variazioni climatiche, sono imputabili a cause antropologiche (emissioni gas serra), a tal punto che il fenomeno chiamato "surriscaldamento globale" è in realtà definito da esperti del settore come "cambiamento climatico antropogenico" poichè causato principalmente da attività umane.

> "Si stima che le attività umane abbiano causato circa 1,0 °C di riscaldamento globale al di sopra dei livelli preindustriali, con un possibile range che va da 0,8 °C a 1,2 °C. Se continuerà ad aumentare al ritmo attuale, il riscaldamento globale raggiungerà probabilmente 1,5 °C tra il 2030 e il 2052". [8]

Sebbene un aumento della temperatura di 1,5 °C possa sembrare insignificante, il già citato rapporto dell'IPCC dimostra come ciò potrà condurre a gravi conseguenze [8].
Le conseguenze del fenomeno del riscaldamento globale coinvolgono molteplici settori della vita umana come la salute, l'economia e l'ambiente. Per questo è importante modificare il nostro stile di vita e di conseguenza il consumo di energia, in quanto in caso contrario, le conseguenze saranno devastanti. Il secondo volume del V Rapporto dell'IPCC del 2013 tratta quelli che sono gli impatti dei cambiamenti climatici per un futuro migliore, e in particolare evidenzia l'urgenza di agire. Il danno ambientale, è una minaccia per la nostra stessa specie, per la nostra sopravvivenza e il nostro benessere. E' complesso prevedere come reagirà il pianeta perché il clima globale è un sistema non lineare e multifattoriale, per cui gli studi possono solo intuire le tendenze e non descrivere in dettaglio come si succederanno gli eventi. Tuttavia, alcuni gravi effetti sono già visibili (stabiliti dall'IPCC, dopo studi scientifici):

- Scioglimento dei ghiacciai e innalzamento del livello del mare a causa dell'espansione dell'acqua a temperature più calde;
- Aumento dell'intensità e della frequenza di fenomeni meteorologici estremi come uragani, inondazioni, siccità e tempeste;
- Scarsità d'acqua in alcune zone, desertifi-

cazione e diminuzione delle rese dei raccolti con conseguente inasprimento delle tensioni regionali esistenti e ulteriori violenti conflitti;

- Stagioni meno affidabili e prevedibili, pianificazione a lungo termine difficile e più probabile al fallimento per i raccolti con conseguente carenza di cibo;
- Distruzione delle barriere coralline, acidificazione degli oceani e diminuzione delle rese nell'industria della pesca;
- Perdita degli habitat, biodiversità, ecosistemi ed estinzione di specie;
- Cambiamenti nella gamma geografica delle specie;
- Aumento delle malattie, in particolare malaria e febbre dengue, in quanto le zanzare sono in grado di sopravvivere a latitudini e altitudini più elevate.

Il settore economico è molto influenzato dai mutamenti climatici è quello economico: infatti ad oggi l'impatto economico causato dal cambiamento climatico è notevole.
Concentrando l'attenzione sull'economia globale, non si può che arrivare alla questione politica: attività importante che, visto il suo ruolo, dovrebbe essere il migliore modo per cercare di sensibilizzare la comunità, attraverso normative e leggi "ad hoc". Vista l'attuale situazione, purtroppo manca una sensibilizzazione sulle tematiche ecologiche che fa nascere in ciascun individuo una profonda "educazione all'ambiente", concetto che alcune reti radiofoniche e televisive stanno già promuovendo con campagne informative su come comportarsi nel quotidiano per evitare i danni provocati alla natura dalle attività antropogeniche.

La prima azione ideale da compiere sarebbe quella di intervenire in maniera repentina, in modo tale da migliorare l'attuale situazione, spendendo ad esempio un capitale, piuttosto che dover risanare la situazione successivamente in quanto l'entità dei danni risulterebbe essere sicuramente più onerosa. Il patrimonio immobiliare è uno dei principali produttori di CO_2 e polveri sottili, e ha bisogno di innumerevoli interventi per far sì che si riduca la domanda di energia ad esso correlata.

2.2 EMISSIONI GAS SERRA

> "il Paese deve ripensare non solo ad un efficientamento energetico ma anche ad una transizione da alcune scelte energetiche fatte nel passato verso fonti alternative, che devo essere anche pluri-fonti perché questo rappresenta anche una opportunità non solo di costruire benessere per il Paese ma anche per metterlo in sicurezza", Filomena Maggino Consigliere del Presidente del Consiglio, Presidente della Cabina di regia Benessere Italiana.[1]

E' importante dedicare una riflessione su quanto sia importante agire attraverso un miglioramento delle performance energetiche del patrimonio immobiliare esistente in Italia, costituito generalmente da edifici datati. Questi sono inevitabilmente caratterizzati da prestazioni energetiche pessime e consumi energetici molto alti.
I dati di questo grafico, rappresentano la quantità di emissioni di gas serra proveniente dalle case private. E' inevitabile notare la differenza tra il trend Europeo e trend Italiano. L'Italia, infatti si trova ad essere al nono posto tra le 27 Nazioni con maggiori emissioni di gas serra (calcolate dal 2010 al 2019) europee. Prima di lei vi sono il Belgio, Irlanda, Regno unito, Germania, Polonia, Svizzera, Lussemburgo e Repubblica Ceca. L'Italia vedeva nel 2010 una quantità di emissione gas serra kg pro capite pari a 995,35 diminuita nel 2019 a 807,34 kg pro capite, a differenza per esempio della Svezia che vede nel 2019 una quantità di 34,60 kg pro capite o della Francia che da un'emissione pari a 1.006,23 kg pro capite nel 2010 è scesa a 624,43 nel 2019. Questi dati sono molto importanti per l'Unione Europea che ambisce a raggiungere una condizione di neutralità climatica entro il 2050 attraverso la decarbonizzazione. Questa è una sfida fondamentale e allo stesso tempo rappresenta un'opportunità che si basa su uno sviluppo integrato, che tiene in considerazione l'economia circolare e la trasformazione del sistema energetico europeo (che comporterà l'azzeramento delle emissioni di gas serra).

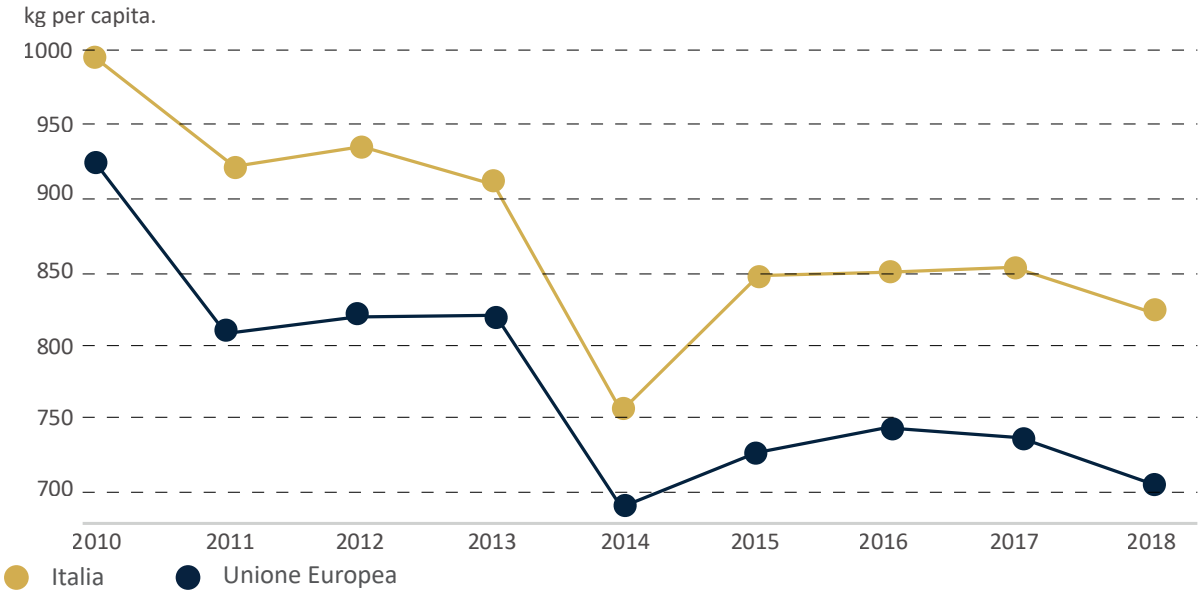


Fig. 25 Emissioni gas serra, rielaborazione grafico[6]

Per svolgere quest'azione, la ristrutturazione nel campo edilizio all'interno del Green Deal (pagina 54), ha un ruolo significativo. Ad oggi le azioni di retrofit in ambito europeo variano tra lo 0,4 e il 1,2 %; è quindi sostanziale e inevitabile un'azione consistente di riqualificazione energetica sia in ambito pubblico che in ambito privato.
Se si parla azioni contro l'incremento delle emissioni, occorre attribuire una notevole importanza al primo accordo internazionale per la riduzione di gas serra, chiamato "Il protocollo di Kyoto" [11]. A partire questo protocollo del 1997 la legislazione con il tempo si è evoluta in modo significativo. Il protocollo di Kyoto è un patto internazionale stipulato da varie nazioni per contrastare il problema del riscaldamento globale e della necessaria indipendenza dalle fonti fossili. Questa questione ha avuto, ed ha ancora oggi, un vasto consenso scientifico, questione che ha convinto molti Stati, numerose aziende ed individui ad aumentare le misure per limitare il più possibile i fenomeni di riscaldamento. Il protocollo è stato sottoscritto il giorno 11 dicembre 1997, nella città giapponese di Kyoto, da più di 160 Paesi, in occasione della Conferenza COP3 della "CONVENZIONE QUADRO DELLE NAZIONI UNITE SUI CAMBIAMENTI CLIMATICI (UN-FCCC)". L'accordo prevede l'obbligo, da parte dei paesi industrializzati, di svolgere una riduzione delle emissioni di elementi inquinanti (biossido di carbonio e altri cinque gas serra: metano, ossido di azoto, idrofluorocarburi, perfluorocarburi, ed esafluoruro di zolfo) in una misura non inferiore al 5% rispetto alle emanazioni registrate nel 1990 (considerato come anno zero) nel lasso di tempo compreso tra il 2008 e il 2012. Per il raggiungimento di questo obiettivo, si prevede il ricorso ai cosiddetti "meccanismi flessibili", ovvero meccanismi di mercato, dei quali il principale è il meccanismo di "sviluppo pulito". Lo scopo di queste misure è ovviamente quello di ridurre le emissioni al minor costo possibile, ovvero massimizzare le riduzioni che si possono ottenere a parità di investimento. Per far sì che il trattato potesse entrare in vigore, la richiesta fu quella di essere accettato da non meno di 55 nazioni firmatarie e inoltre che tali Stati producessero almeno il 55% delle emissioni inquinanti; quest'ultima condizione è stata aggiunta nel novembre del 2004, quando anche la Russia, responsabile del 17,6% di emissioni, ha perfezionato la sua adesione. Ad oggi, 174 Paesi e un'organizzazione di integrazione economica regionale (EEC), hanno iniziato a stilare le procedure per l'omologazione del Protocollo di Kyoto. Purtroppo, tra i Paesi non aderenti figurano gli Stati Uniti d'America, che contribuiscono all'inquinamento atmosferico per il 36,2%.

L'assemblea generale riunitasi il 25 Settembre 2015 durante la COP21 ha sottoscritto l'agenda 2030 ovvero una definizione di 17 obbiettivi per lo sviluppo sostenibile da raggiungere, appunto, nel 2030. All'interno di tali obbiettivi viene posta particolare attenzione alla qualità edilizia attuale ed alla necessità di una sostanziale riqualificazione per limitare la produzione di anidride carbonica.

> "[…]Siamo determinati ad affrontare in maniera decisiva la minaccia rappresentata dal cambiamento climatico e dal degrado ambientale. La natura globale del cambiamento climatico richiede la più ampia cooperazione internazionale possibile, volta ad accelerare la riduzione delle emissioni di gas effetto serra a livello mondiale e ad affrontare le pratiche di adattamento agli effetti negativi del cambiamento climatico. Notiamo con profonda preoccupazione un divario significativo tra l'effetto complessivo degli impegni di mitigazione presi dagli stati in termini di emissioni globali di gas serra entro il 2020, e i modelli aggregati di emissioni, che incrementano la probabilità di limitare l'aumento della temperatura media globale al di sotto dei 2°C o al di sopra dei 1,5°C rispetto ai livelli preindustriali."[9]



Fig. 26 Obbiettivi Agenda 2030, immagine[9]

Nella fig.26 si evidenziamo i 17 obbiettivi proposti dall'agenda 2030 [9].
Per quanto concerne il contributo del mondo dell'edilizia, questo è determinante in molteplici "goals". Parlando sia di nuove costruzioni, ma sopratutto di riqualificazioni, per ambiere alle finalità proposte dall'agenda, dovranno essere realizzati edifici green. Questo vuol dire progettare in maniera sostenibile, adattandosi all'ambiente in cui vi si trova senza sfruttarlo.
I principali obbiettivi in cui potrà agire il mondo dell'edilizia:

- 3 Salute e Benessere: Edifci realizzati secondo principi sostenibili aumentano la salute e il comfort interno dell'utenza;
- 7 Energia rinnovabile: Utilizzare energia proveniente da fonti rinnovabili per gestire l'immobile di riferimento;
- 8 Buona occupazione e crescita economica: Costruire edifici usufruendo dell'edilizia sostenibile comporterebbe un aumento rilevante delle posizioni lavorative;
- 9 Industria, innovazione ed infrastrutture: Ipotizzare di realizzare interi quartieri in maniera sostenibile comporterebbe una ausilio infrastrutturale non indifferebbe, che sarebbe resiliente ai cambiamenti climatici;
- 11 Città e comunità sostenibili: Usufruire della sostenibilità durante ogni ambito della progettazione risolverebbe questo particolare goals;
- 12 Consumo e produzione responsabili: La costruzione deve ambire ai principi di economia circolare, quindi utilizzo di materiali naturali riciclati e riciclabili per minimizzare gli sprechi ovvero i rifiuti. Infine dovrebbe essere utilizzata una "design for deconstruction" così da migliorare la seconda vita dei materiali utilizzati;
- 13 Agire per il clima: Utilizzare materiali, sostenibili, risorse rinnovabili e progettare in sintonia con l'ambiente diminuirebbe in maniera sostanziali le emissioni di gas serra;
- 15 Flora e fauna terrestre: I green building hanno alla loro base l'utilizzo consapevole dell'ambiente quindi migliorano la biodiversità e utilizzano risorse per riutilizzare l'acqua piovana;
- 17 Partnership per gli obbiettivi: L'approccio dell'edilizia sostenibile crerà diversi livelli di gestione e di partnership.

Nella cartografia sottostante viene evidenziato come gli Stati si stanno comportando fino ad oggi nei confronti del requisito 11 ovvero "città e comunità sostenibili".
In particolare tale obbiettivo riunisce al suo interno differenti sfaccettature. Entro il 2030 si dovrebbe garantire a tutti i cittadini un'abitazione adeguata riqualificando sopratutto i quartieri poveri. Gli utenti dovrebbero inoltre poter avere un accesso sicuro ed adeguato a tutti i mezzi di trasporto. Proprio quest'ultimi infatti avranno bisogno di un forte potenziamento. I mezzi di trasporto ma anche le strade, gli spazi verdi, in altre parole le intere aree urbane dovranno essere sicure, inclusive e sostenibili. Progettare città sostenibili comporterà diminuire le perdite in termini di denaro. Perdite relative alle calamità climatiche che potranno colpire le città. E' necessario inoltre salvaguardare il patrimonio edilizio e culturale cercando di realizzare una riqualificazione per diminuire l'impatto ambientale e la produzione di rifiuti. Infine risulta fondamentale supportare ed aiutare attivamente i paesi meno sviluppati.

Nella figura 27 si nota come gli Stati Uniti d'America sono uno degli stati maggiormente in linea con gli standard per il mantenimento dell'obbiettivo. La Russia, i pesi dell'Est in generale, gran parte dell'Europa e l'America Latina, stanno riscontrando un leggero miglioramento. Questo però non è ancora sufficiente per poter affermare il raggiungimento dell'obbiettivo al 2030. L'italia, il Canada, l'Australia, l'India e gran parte dell'Africa non hanno migliorato i propri investimenti verso la sostenibilità urbana. Alcuni Paesi dell'Africa sono addirittura peggiorati in tal senso.

Nella pagina successiva verrà monstrato il goals 13 ovvero "Agire per il clima".All'interno di questo obbiettivo devono essere messe in campo efficaci strategie contro il cambiamento climatico per diminuire in maniera sostanziale le emissioni di gas serra. Si deve inoltre sensibilizzare il cittadino riguardo le tematiche di sostenibilità e mobilitare una quantità di denaro atta a contrastare i disagi nei paesi meno sviluppati.

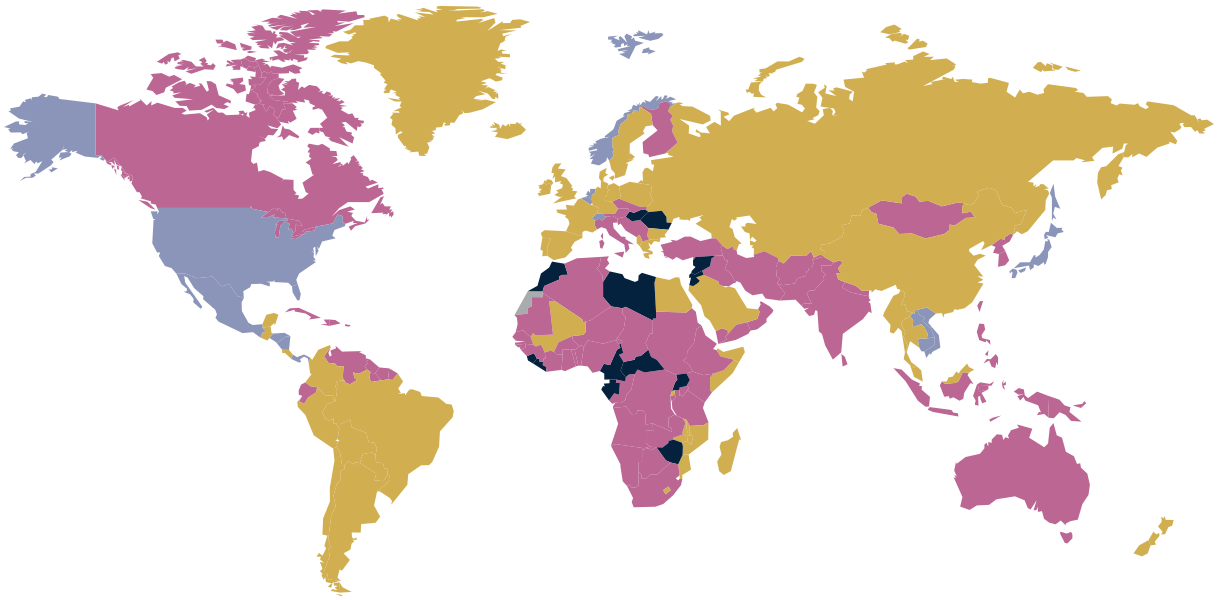


Fig. 27 La risposta al raggiungimento dell'Obbiettivo 11, rielaborazione grafico[9]

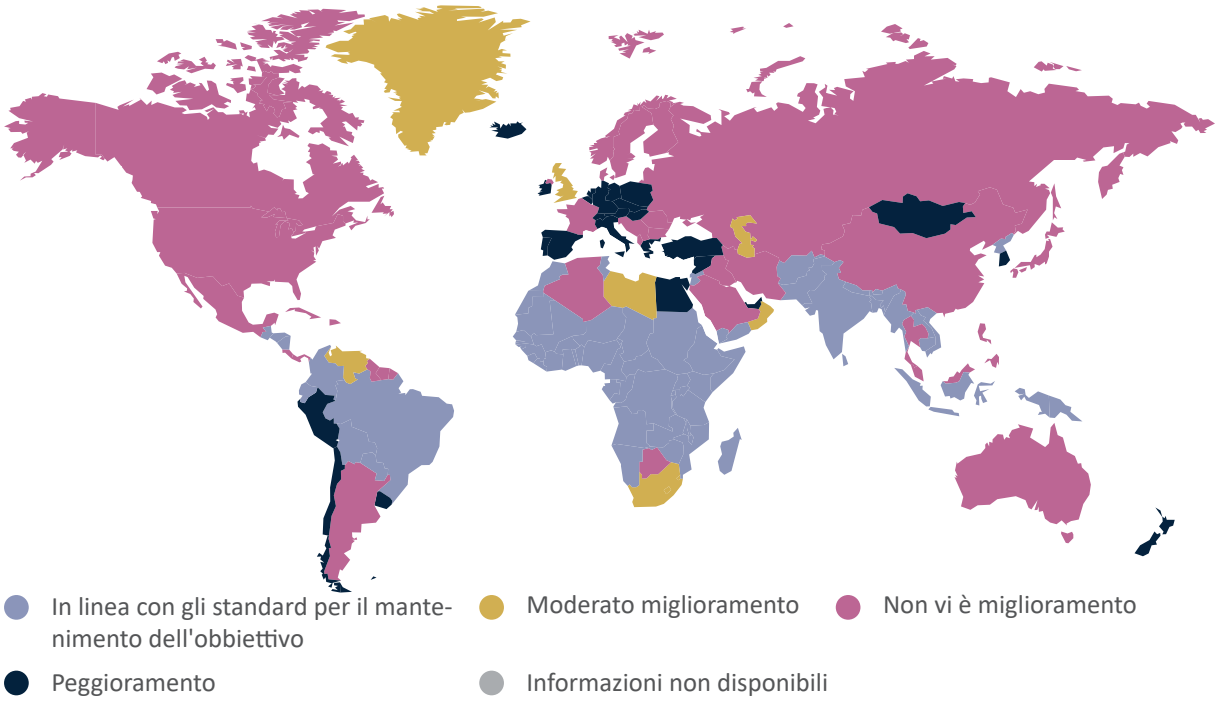


Fig. 28 La risposta al raggiungimento dell'Obbiettivo 13 riduzione delle emissioni da energia non rinnovabile rielaborazione grafico[9]

Nella figura 28 soprastante viene evidenziata la tendenza che gli stati stanno avendo nel rispondere ad una specifica sezione dell'obbiettivo 13, ovvero quella di ridurre le emissioni dovute all'utilizzo di energia non rinnovabile.
In questo caso gran parte dei paesi sviluppati non hanno conseguito un miglioramento adeguato, anzi paesi europei come l'Italia, la Spagna, il Portogallo, la Germania, Polonia, hanno conseguito un peggioramento rispetto al soddisfacimento dell'obbiettivo. Gran parte dell'Africa, America Latina ed India invece risultano effetture stregie adatte per il miglioramento dell'obbiettivo.

Andando a studiare nello specifico le condizioni dell'Italia, essa si trova al trentesimo posto nel renking mondiale degli SDG (Sustainable development goals). La classifica generale è redatta in base al punteggio finale che ogni stato ha rispetto al progresso totale che lo stesso effettua nel raggiungimento degli obbiettivi dell'agenda 2030. La Svezia, Danimarca e Finlandia risultano essere le Nazioni con maggior sensibilità per l'argomento, ed infatti risultano essere nel podio della classifica con dei punteggi rispettivamente di 84,72 84,56 e 83,77.
L'italia risulta avere un punteggio di 77,01 precedente agli Stati Uniti con 76,43 e successiva all'Ungheria con 77,34.
I paesi africani sono coloro che si trovano ai piedi della classifica, infatti all'ultimo posto (166) risulta esserci la Repubblica Centroafricana con un punteggio di 38,54.

Nella tesi si è poi trattato la condizione dell'Italia e come questa si stia comportando nel raggiungere i 17 obbiettivi. La Nazione non ha ancora raggiunto nessun obbiettivo ma si trova nella giusta strada per farlo. Ci sono però dei goals che destano più preoccupazione di altri ovvero il 9(industria innovazione ed infrastrutture), 13(agire per il clima) e 14(vita sott'acqua). Queste tre infatti sono le sfide più ardue da affrontare che ancora non hanno avuto nessun miglioramento. Fortunatamente in una visione generale non c'è nessun obbiettivo che risulta avere un trend peggiorativo rispetto agli altri.
Ci sono ancora nove obbiettivi che risultano

essere valutati come sfide significanti ovvero gli obbiettivi 2 (sconfiggere la fame), 4 (educazione di qualità), 5 (parità di genere), 8 (lavoro dignitoso e crescita economica), 10 (riduzione delle disuguaglianze), 11 (città e comunità sostenibili), 12(Consumo e produzione sostenibili), 15 (vita nella terra), 17 (partnership per gli obbiettivi).

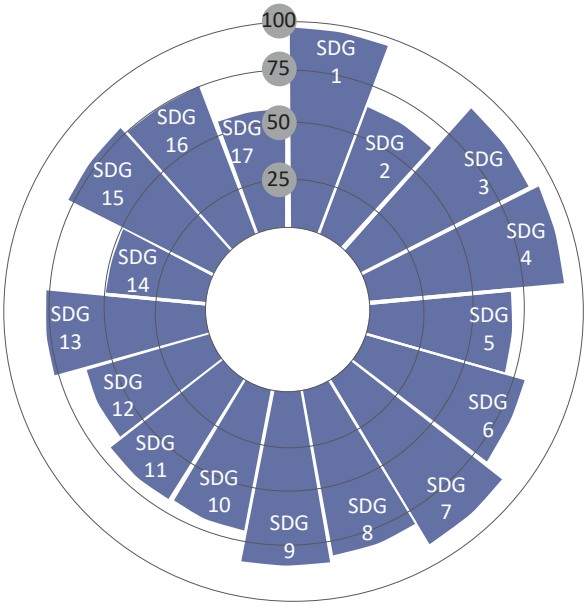


Fig. 29 Performance generale nel raggiungimento degli SDG, rielaborazione grafico[9]

infine risultano essere degli obbiettivi rimanenti ma con migliori strategie attuate i numeri 1 (zero povertà), 3 (salute e benessere), 6 (acqua pulita), 7 (energia pulita) e 16 (pace, giustizia e una solida istituzione).

ùVengono poi identificati nella tabella a sinistra i trend che l'Italia si trova ad avere rispetto ai 17 obbiettivi.
Nel panorama italiano però si dovrebbe fare attenzione a definire come ogni zona, regione, e città si comporti nei confronti del raggiungimento dei 17 obbiettivi. E' importante infatti definire strategie che allineino l'Agenda 2030 con sviluppi locali o regionali. Infatti gli obbiettivi dovrebbero essere strettamente collegati al territorio in cui si devono interracciare e grazie all'Alleanza italiana per lo Sviluppo Sostenibile (ASviS) e Urban.it si è definita una strategia che aiuti i Sindaci delle città ad affrontare tali temi.

OBBIETTIVO	TREND
1. Zero povertà	↗
2. Zero fame	↗
3. Salute e benessere	↗
5. Parità di genere	↗
6. Acqua pulita	↑
7. Energia pulita	↗
8. Lavoro dignitoso e crescita economica	↑
9. Industria innovazione ed infrastrutture	↗
10. Riduzione disuguglianze	→
11. Città e comunità sostenibili	→
12. Consumo e produzione sostenibili.	●
13. Agire per il clima	→
14. La vita sott'acqua	→
15. La vita nella terra	↑
16. Pace, giustizia e solida istituzione	↗
17. Partnership per gli obbiettivi	↑

↑ In linea con gli standard
↗ Moderato miglioramento
→ Non vi è miglioramento
● Informazioni non disponibili

3

CAPITOLO

3. LA RIQUALIFICAZIONE DEL PATRIMONIO EDILIZIO RESIDENZIALE

Gli edifici solo il fulcro della nostra attività economica e sociale e sono fortemente collegati alle società e alle economie europee. Il cambiamento climatico e soprattutto la sicurezza energetica sono questioni importanti per il nostro futuro. I 27 Stati membri hanno fissato un obiettivo importante di risparmio energetico del 20% entro il 2020, principalmente raggiungibile attuando misure di efficienza energetica. L'Unione europea si è inoltre impegnata, come citato nel precedente capitolo, a ridurre dell'80-95% i gas serra entro il 2050 [1]. Gli edifici rappresentano quasi il 40% del consumo totale finale di energia e, quindi, possono dare un contributo sostanziale a questi obiettivi prestabiliti. Nel Piano di Efficienza Energetica 2011, la Commissione Europea afferma che il maggior potenziale di risparmio energetico risiede negli edifici. Ciò sarà possibile solo se gli edifici verranno trasformati attraverso un “approccio globale, rigoroso e sostenibile”.
Per far ciò il quadro politico europeo per gli edifici si è evoluto fin dall'inizio degli anni '90, durante il quale è stata adottata una vasta gamma di misure per promuovere attivamente un migliore rendimento energetico degli edifici nei singoli Stati membri. Dopo il 2002, la questione ha acquisito una grande importanza, con l'adozione della Direttiva sul rendimento energetico nell'edilizia (EPBD) (Direttiva 2002/91 /CE) [20]. Come affermato dalla Commissione:

> "Il settore ha un potenziale significativo inutilizzato per risparmi energetici efficaci in termini di costi". [20]

La realizzazione di questo potenziale dipenderà in modo cruciale dall'impegno degli Stati membri e dal coinvolgimento delle loro parti. In particolare infatti lo Stato dovrà rendere partecipe le parti interessate come l'industria e la sezione civile.

3.1 COSA SI INTENDE PER "RIQUALIFICAZIONE ENERGETICO-AMBIENTALE"

La Riqualificazione energetica dell’edficio, o meglio conosciuta come "retrofit", consiste nello svolgere specifiche operazioni progettuali, tecnologiche e gestionali che attribuiscono all’edificio in esame un’efficienza energetica superiore e ne aumentano la qualità. Gli interventi specifici che migliorano un immobile sono i seguenti:

- Diminuire il consumo di energia e di conseguenza il fabbisogno energetico dell’edificio;
- Rendere migliore il comfort interno degli occupanti;
- Minimizzare le emissioni che provocano gravi danni all’ambiente;
- Utilizzo di risorse rinnovabili e minimizzazione o eliminazione dell’uso di risorse non rinnovabili (esempio: i combustibili fossili)

Il secondo punto fondamentale. Riqualificare il patrimonio esistente europeo è molto importante in quanto garantisce la tutela e la salute dell’uomo, diminuisce sicuramente l’impatto ambientale e indubbiamente salvaguarda l’ambiente in cui viviamo. I poli urbani infatti sono i maggiori responsabili delle emissioni che oggi viviamo ma allo

stesso tempo rappresentano un importante opportunità di interventi che potrebbero migliorare la situazione. L'attenzione e la sensibilizzazione verso l'ambiente è in crescita. L'utilizzo di tecniche innovative rappresenta un'opportunità importante per la progettazione di edifici sostenibili che incentivano la diminuzione dell'inquinamento ambientale. E' importante evidenziare si stanno avendo notevoli miglioramenti nel campo del rendimento energetico in quanto le nuove costruzioni consumano meno della metà degli edifici costruiti intorno agli anni 20. Migliorare il patrimonio edilizio esistente consentirà di aumentare in maniera significativa il risparmio energetico e l'efficienza energetica degli edifici: basti pensare che l'80% degli edifici esistenti in Europa sarà ancora in uso nel 2050 e circa il 70% di questi sarà inefficiente a livello energetico. Per questo motivo è importante incentivare la riqualificazione del patrimonio esistente.
Le tipologie di interventi possibili per attuare una riqualificazione edilizia si suddividono in differenti ambiti. Vi sono azioni atte a migliorare le prestazioni dell'involucro edilizio ed altre alla sezione impiantistica. Nello specifico gli interventi si possono suddividere in:

- Coibentazione delle pareti verticali, orizzontali e della copertura attraverso l'inserimento di materiali isolanti per ridurre le perdite termiche verso l'esterno, verso ambienti non riscaldati o riscaldati ad una temperatura differente. La tecnica della coibentazione può essere integrata o sostituita da interventi come insuflaggio ovvero iniettando appositi materiali all'interno delle cavità delle pareti stesse;

- Sostituzione degli infissi con vetri e telai maggiormente performanti. Si parla per la maggior parte di doppi o tripli vetri (vetri camera) che aiutano a diminuire le dispersioni termiche ma anche a regolare in modo differenti la trasmissione luminosa;

- Sostituzione della vecchia illuminazione con lampade maggiormente performanti con un'efficienza luminosa molto alta (50% in più rispetto ad una lampadina tradizionale ed una vita utile fino a 10 anni);

- Utilizzo di energia proveniente da fonti rinnovabili, come il fotovoltaico e il solare termico che richiedono un'esposizione a Sud. Ma vi sono anche gli impianti geotermici e eolici;

- Uso di una ventilazione meccanica controllata con sistemi che permettono il ricircolo dell'aria internamente senza dover obbligatoriamente aprire il componente vetrato così da avere dei risparmi energetici considerevoli;

- Installazione di un sistema di acqua calda sanitaria con tecnologie rinnovabili con un minor utilizzo dei combustibili fossili, come pompe di calore, collettori solari;

- Sostituzione di vecchi impianti di riscaldamento con caldaie a condensazione o anche utilizzare impianti di riscaldamento a pavimento collegati a collettori solari;

- Utilizzo di sistemi elettronici intelligenti per gestire in maniera efficace l'energia e quindi regolare gli orari di funzionamento. Strumenti che fanno riferimento al settore della domotica.

In Italia sono presenti però delle criticità da non sottovalutare che riguardano la possibilità di intervenire con azioni di retrofit. Nel corso della tesi è presente la descrizione di ogni incentivo ognuno dei quali ha delle peculiarità che sarà opportuno evidenziare correttamente.

Per quanto concerne gli interventi di retrofit a piccola scala (ovvero su interventi di piccola o media taglia) essi sono ostacolati da alcune criticità rappresentate principalmente da costi onerosi iniziali ma anche da un'errata informazione. Ancora oggi vi è una scarsa consapevolezza dei risparmi o semplicemente una bassa conoscenza delle detrazioni fiscali a cui si può fare domanda. Inoltre, vi è una grande disomogeneità tra regioni riguardante le modalità e le procedure che intervengono nella riqualificazione energetica. Infine, il tempo di ritorno di un investimento, nella maggior parte dei casi, risulta essere troppo lungo rispetto a quello ipotizzato e il dubbio di dover entrare in contatto con lavori rumorosi e non gradevoli porta la popolazione a diffidare da una scelta di riqualificazione energetica. Questo particolare argomento sarà ripreso in ogni caso studio presente in questa tesi tesi.

3.2 QUADRO EVOLUTIVO DELLA RIQUALIFICAZIONE

La questione della riqualificazione del patrimonio edilizio residenziale, è un tema molto complesso poiché all'interno di esso ci sono numerose sfaccettature differenti. Basti pensare alla composizione di un edificio dove convergono numerose attività, quella tecnologica, meccanica, urbanistica, sociologica, finanziaria, politica e certamente architettonica. L'unione Europea sta cercando di risolvere tale problema definendo delle soluzioni adatte ad aumentare le prestazioni energetiche degli edifici. Essa infatti sta compiendo un grande sforzo in materia di prestazioni energetiche nel campo edilizio, con la promozione di "best practices" che hanno l'obbiettivo di superare gli ostacoli che si presentano nelle azioni di riqualificazione.

L'Europa ha affrontato per la prima volta la questione del rendimento energetico degli edifici con la direttiva "Energy Performance Building Directive" (EPBD) 2002/91/CE. In seguito, questa è stata integrata con la direttiva 2010/31/CE chiamata anche "EPBD Recast" [20]. Lo scopo era quello di definire delle misure il cui obiettivo era quello di migliorare il rendimento energetico degli edifici esistenti e di nuova costruzione. In particolare, la direttiva specifica che:

> "gli edifici sono responsabili del 40 % del consumo globale di energia nell'UE". [20]

Il settore edile è in continua espansione, e ciò provocherà un aumento del consumo energetico.
Per questo motivo bisogna agire utilizzando energie provenienti da fonti rinnovabili in quanto costituiscono azioni importanti che sono necessarie per diminuire la dipendenza energetica dalle emissioni di gas ad effetto serra. Rispettando queste misure, l'UE si conformerebbe alla convenzione quadro

delle Nazioni Unite sui cambiamenti climatici (UNFCCC), al protocollo di Kyoto, e di rispettare l'impegno di mantenere la temperatura globale al di sotto di 2 °C a lungo termine. Questi elementi, con una consapevolezza riguardo l'approviggionamento energetico e l'utilizzo di tecnologie innovative, consentirebbe sicuramente degli sviluppi ecologici importanti.

La direttiva 2010/31/UE specifica ainoltre il compito che gli enti pubblici dovrebbero avere nei confronti delle politiche che riguardano l'efficienza energetica degli edifici.

> "Gli enti pubblici dovrebbero dare il buon esempio […]. Gli Stati membri dovrebbero includere, nei loro piani nazionali, misure volte ad incitare gli enti pubblici ad adottare tempestivamente i miglioramenti in materia di efficienza energetica […]." [20]

In Italia, la maggior parte degli edifici delle aree suburbane, è stata realizzato dopo il 1950 con tecnologie di scarsa qualità e a costi ridotti. Proprio per questo sia gli immobili di edilizia residenziale privata sia pubblica sono una grande opportunità di riqualificazione energetico-ambientale. Applicando a questi edifici strategie energetiche più efficaci, aumenterebbe la loro prestazione energetica e anche il loro valore architettonico. Gli obiettivi prestabiliti dall'Unione Europea possano essere raggiunti solo con un grande sforzo da parte di tutti gli enti coinvolti: dalla politica, alle imprese, alla società civile che sta maturando una forte sensibilità nelle questioni ambientali delle singole scelte politiche. Questa attenzione particolare si percepisce anche in un nuovo modo di "intendere l'edilizia e la città". La società esige sempre più frequentemente una nuova definizione degli spazi della città e dà un'importanza sempre più crescente alla questione del recupero degli immobili esistenti e della loro riqualificazione.

Da questi concetti appena mostrati si deduce che le scelte urbanistiche non possono più dipendere dalle esigenze ambientali, ma esse devono essere sicuramente "sostenibili" sotto il profilo ambientale, energetico, sociale ed economico.

L'utilizzo delle fonti rinnovabili è di fondamentale importanza durante il processo di riqualificazione. Il Decreto Rinnovabili (D.Lgs n.28/2011) recepisce la direttiva 2009/28/CE e tratta l'utilizzo di tutti i tipi energie rinnovabili e determina gli incentivi necessari al raggiungimento degli obbiettivi prestabilitvi per il 2030. Evidenzia che partire dal 1° gennaio 2017, tutti gli edifici sottoposti a ristrutturazione o di nuova costruzione (in cui sono incluse anche la ricostruzione, demolizione, ampliamento del 15% rispetto al manufatto esistente), debbano essere muniti di impianti ad energia rinnovabile per il 50% dell'energia che viene consumata. L'approvigionamento da fonti rinnovabili per almeno il 50% all'acs, il riscaldamento e il raffrescamento, è una qualità progettuale di cui gli edifici devono essere provvisti. L'energia è all'origine dell'80% delle emissioni di gas serra nell'UE, alla base dell'inquinamento atmosferico e dei cambiamenti climatici. In termini di emissioni, gli usi energetici sono infatti caratterizzati da un significativo impatto dovuto al consistente utilizzo dei combustibili fossili, la cui combustione sprigiona in atmosfera gas e sostanze climalteranti. Gli studi e le analisi svolte riguardo lo sviluppo della domanda mondiale di energia primaria, hanno individuato una tendenza in crescita dagli anni '80 in poi, placandosi solo nel 2009 per via dell'effetto della crisi economica. Si prevede che in futuro ci sarà l'incremento della domanda energetica dovuto all'aumento della popolazione mondiale e dal bisogno sempre più presente di migliorare il comfort della vita.

La risorsa più sfruttata per soddisfare la domanda mondiale di energia è Il petrolio, successivamente è presente il carbone e infine il gas naturale. Oggi, circa l'80% delle fonti utilizzare per colmare le necessità energetiche derivano da risorse esauribili (combustibili fossili) che presentano problemi di scarsità in tutto il mondo. Questo fenomeno accade soprattutto in luoghi in cui sono presenti problemi geopolitici: la competizione internazionale è dovuta principalmente da una richiesta sempre più alta di queste risorse, da parte dei paesi in via di sviluppo. Per questo motivo la conseguenza è un forte aumento di problemi legati alla sicurezza degli approvigionamenti e soprattutto alla dipendenza energetica. Mentre la produzione e la domanda di energia crescono notevolmente, l'offerta di energia e l'opportunità di utilizzo delle fonti invece scarseggiano: ne è un esempio la poca disponibilità di gas e di petrolio nel sottosuolo, le cui stime evidenziano che copriranno la domanda solo per qualche decennio. L'Agenzia Internazionale dell'Energia (IEA) nel 2008, ha pubblicato un rapporto che evidenzia un incremento di circa 70% al 2050 della domanda mondiale di petrolio. Il carbone invece è la risorsa fossile globale più abbondante e il suo utilizzo è aumentato drasticamente soprattutto nei paesi asiatici: la Cina nel 2008, ha consumato una quantità maggiore rispetto al numero complessivo registrato nei paesi che ne fanno più utilizzo. Questa fonte energetica costituisce un'alternativa che senza determinati accorgimenti rischierà di compromettere l'ambiente. Oggi l'Europa importa il 55% dell'energia che viene consumata, ma da diverse analisi effettuate evidenziano che questa quota è destinata a salire del 70% nei prossimi 20 – 30 anni. Nei paesi europei invece, per quanto riguarda mix energetico, i fossili sono la fonte che prevale (80%). La promozione del raggiungimento di un elevata efficienza energetica negli usi di energia sia in ambito residenziale che industriale e la riduzione della dipendenza energetica dall'estero differenziando le fonti con l'utilizzo delle rinnovabili, sono passi necessari sa compiere. Il rapporto dell'IPCC evidenzia la forte urgenza di agire: nel 2008 si è stabilito un limite di tempo di 12 anni, utile per diminuire il riscaldamento della Pianeta di almeno 1,5 °C.

Lo sviluppo sostenibile è un concetto che si basa sulla produzione di fonti rinnovabili e sull'utilizzo del consumatore improntato però sul risparmio energetico. Le energie rinnovabili sono fonti energetiche alternative rispetto a quelle tradizionali e si producono con i combustibili fossili come ad esempio il petrolio, il carbone e i gas naturali. Il termine "rinnovabili" individua tutte quelle forme di energia provenienti dall'ambiente che tendono a rigenerarsi naturalmente, considerate quindi inesauribili, motivo per il quale sono considerate la "risorsa del futuro". Tra queste fonti vengono inclusi il vento, il sole, il moto delle onde e le maree, le risorse geotermiche e idriche e infine le biomasse (riutilizzo e trasformazione di rifiuti organici e non, oppure di prodotti vegetali in energia elettrica).
Le energie rinnovabili, proprio perché provengono da fonti di energia che appartengono alla struttura fisica del nostro Pianeta, sono rinnovate costantemente e riprodotte dagli elementi naturali, pertanto non sono soggette ad esaurimento.
A fronte dei cambiamenti climatici in atto nel nostro Pianeta, la corsa alle rinnovabili è oggi indispensabile per salvaguardare la situazione globale dell'ambiente e per la salute dell'uomo. In Italia il 16% del consumo di energia deriva dalle fonti rinnovabili e deriva per un buon 65% da fonti idroelettriche e geotermiche, per il 30% da biomasse e solo il 3% deriva dalle nuove rinnovabili, come l'eolico (2,1%) e il solare (meno dello 0,15%). Il fotovoltaico è in aumento negli ultimi anni e solo nel 2017 ha prodotto in Italia l'8,7% dell'elettricità, posizionando il nostro Paese al quarto posto nella classifica mondiale. Le

biomasse costituiscono invece il 16,4% della domanda globale di energia.
Secondo alcuni studi per incentivare in maniera profonda una completa riqualificazione nell'UE saranno necessari 90miliardi di euro l'anno che attiverebbero un investimento annuale di 250 miliardi di euro l'anno. Grazie alla pandemia da COVID19, c'è stata una presa di coscienza sulla modalità di abitare e di lavorare, comportando una possibile riprogettazione degli spazi dove ad oggi trascorriamo la nostra quotidianità. Secondo gli esperti questo potrebbe essere il momento per il recupero green post-pandemia dove si dovrà essere maggiormente attenti alle condizioni di comfort interno e di HVAC (riscaldamento, ventilazione e aria condizionata).

Come si è già anticipato l'Agenda 2030 e gli obbittivi al 2050 definisco una sostanziale importanza verso una riqualificazione edile che comporterebbe un incremento delle performance con successiva decarbonizzazione generale degli edifici esistenti.
Una delle strategie utilizzate per il raggiungimento di tali obbiettivi è il Green Deal, approvato nel 2019. La strategia deve rispondere alle sfide per trasformare l'economia e la società secondo una direttiva che non emetterà gas effetto serra e in cui si prediligerà una crescita economica responsabile. Come si affermava nelle pagine precedenti un impegno così importante comporterà uno sforzo significativo, che sarà inutile se l'Unione europea agirà da sola. La parola chiave è "collaborazione": i singoli paesi devono impegnarsi a sviluppare una partnership tale da avviare un percorso per il raggiungimento di un obbiettivo che deve essere comune. Il Green deal, in questo senso, definisce le azioni necessarie:

- L'economia alimentare dovrà basarsi su un sistema sano e sopratutto rispettoso nei confronti dell'ambiente;
- Favorire le azioni di ristrutturazioni per migliorare un immobile a livello energetico;
- Presenza di zero emissioni di gas effetto serra con un conseguente azzeramento di inquinamento;
- Incentivazione verso una mobilità sostenibile;
- Protezione degli ecosistemi e della biodiversità presente nel nostro Pianeta;
- Prediligere le azioni di ristrutturazioni per migliorare l'efficienza energetica degli edifici;
- L'economia circolare sia a piccola sia a grande scala;
- Diminuire e successivamente eliminare drasticamente la dipendenza da fonti energetiche non rinnovabili e prediligere l'uso di energia pulita e rinnovabile;

- Promuovere l'Agenda 2030 e quindi gli obbiettivi sia per il 2030 e sia per il 2050.

Per quanto concerne l'edilizia, come si è visto nel capitolo 1, è responsabile del 40% di consumo energetico. E' necessaria una forte riqualificazione che ponga le radici sul ciclo di vita, quindi minimizzare in ogni parte del processo la quantità di emissioni gas effetto serra. Inoltre il Green Deal agisce creando una piattaforma per promuovere la risoluzione degli ostacoli normativi delle singole Nazioni, che per esempio in Italia sono assai frequenti a causa dell'intrinseca impostazione barocca. Quindi dovranno essere elaborate una serie di politiche a favore della riduzione degli sprechi e come già affrontato nel programma 2030 una decarbonizzazione dell'intero patrimonio edilizio.
E' inoltre importante la questione della povertà energetica a cui il Green Deal pone grande attenzione. Esso infatti sancisce la doverosità di aiutare quelle famiglie e/o individui che non possono permettersi uno stile di vita adeguato agli standard e quindi un comfort adeguato.

Il Green deal insieme alla direttiva sugli edifici EPBD, sull'efficienza energetica EED e sulla regolamentazione dei prodotti CPR offre un'opportunità significativa per adoperare soluzioni "low carbon"[16]. Questa però deve prevede uno studio riguardante l'intero ciclo di vita edilizio, ovvero all'interno della costruzione di un edifici, o nella sua riqualificazione esistono molti momenti in cui vi saranno emissioni di CO_2 . Le normative previste dall'Unione Europea guidano principalmente la prestazione finale degli edifici, mentre l'impronta di carbonio e l'impatto climatico di un immobile trovano difficoltà nell'essere rendicontati attraverso regolamenti. Le politiche dell'UE infatti vedono la presenza di alcune criticità che possono essere tradotte in:

- Le analisi del ciclo di vita non sono del tutto regolamentate;
- Vengono regolamentate le singole fasi del processo e non vi è una politica che colleghi le varie fasi tra di loro;
- Alcune politiche Nazionali sono dovute andare oltre a quelle dell'UE in quanto quest'utlime non erano sufficienti ed adeguate.

A pagina successiva vengono riportati gli strumenti e le regolamentazioni di cui l'Unione Europea ususfruisce per regolamentare il tema della decarbonizzazione edile. Non tutti gli strumenti coprono le intere fasi di vita di un immobile intese come Produzione, costruzione, uso, fine vita, riciclo. Tra gli strumenti ormai noti e già descritti nella tesi risulta essere l'EPBD. Vi sono inoltre altri strumenti e politiche descritte [16], tra cui:

- Il CPR risulta essere l'acronimo di "Constructuion Product Regulation" ovvero il regolamento per i prodotti da costruzione. Questo include al suo interno una sezione sull'uso sostenibile e naturale delle risorse. Il CPR però non include dei requisiti per l'intero ciclo di vita edilizio e ne per l'emissione di carbonio.
- Successivamente vi è il WDF ovvero "Waste framework directive" ovvero la direttiva sui rifiuti da demolizione e costruzione.
- ETS ovvero "Emission trading scheme" al cui interno viene considerato il settore energetico. In questo caso si prendono in considerazione la quantità di emissioni che producono industrie di grandi dimensioni come quelle per la produzione del calcestruzzo che risulta essere un materiale largamente utilizzato in edilizia.
- Level (s) consente di studiare l'intero di ciclo di vita con una metodologia che permette di calcolare le emissioni di gas serra di un edificio secondo gli standard ISO 14040/44 En 15804 e EN 15978.
- La tassonomia invece tiene in conside-

razione le prestazioni energetiche e le emissioni di carbonio degli edifici nella fase di utilizzo.

L'ultima direttiva Europea da porre in risalto risulta essere quella del 2012/27/UE [21] ovvero riguardante l'efficienza energetica che con il “Pacchetto clima - energia” del 2009 (il cosiddetto “Piano 20-20-20”) prevedono che tutti i Paesi europei, entro il 2020, riducano del 20% le emissioni di gas serra. Ovvero portino al 20% il risparmio energetico e aumentino al 20% il consumo di fonti rinnovabili. Per poter rispettare tali obiettivi la legislazione in materia di energia si è notevolmente evoluta nel corso degli anni. La direttiva 2012/27 contiene prorogative sopratutto per l'edilizia pubblica. Infatti proprio quest'ultima deve prevedere un rinnovo del 3% della pavimentazione annualmente attraverso un aumento dell'isolamento termico. Si definisce obbligatorio effettuare un "audit energetico" ogni 4 anni e risparmiare almeno l'1,5% di energia ogni anno.

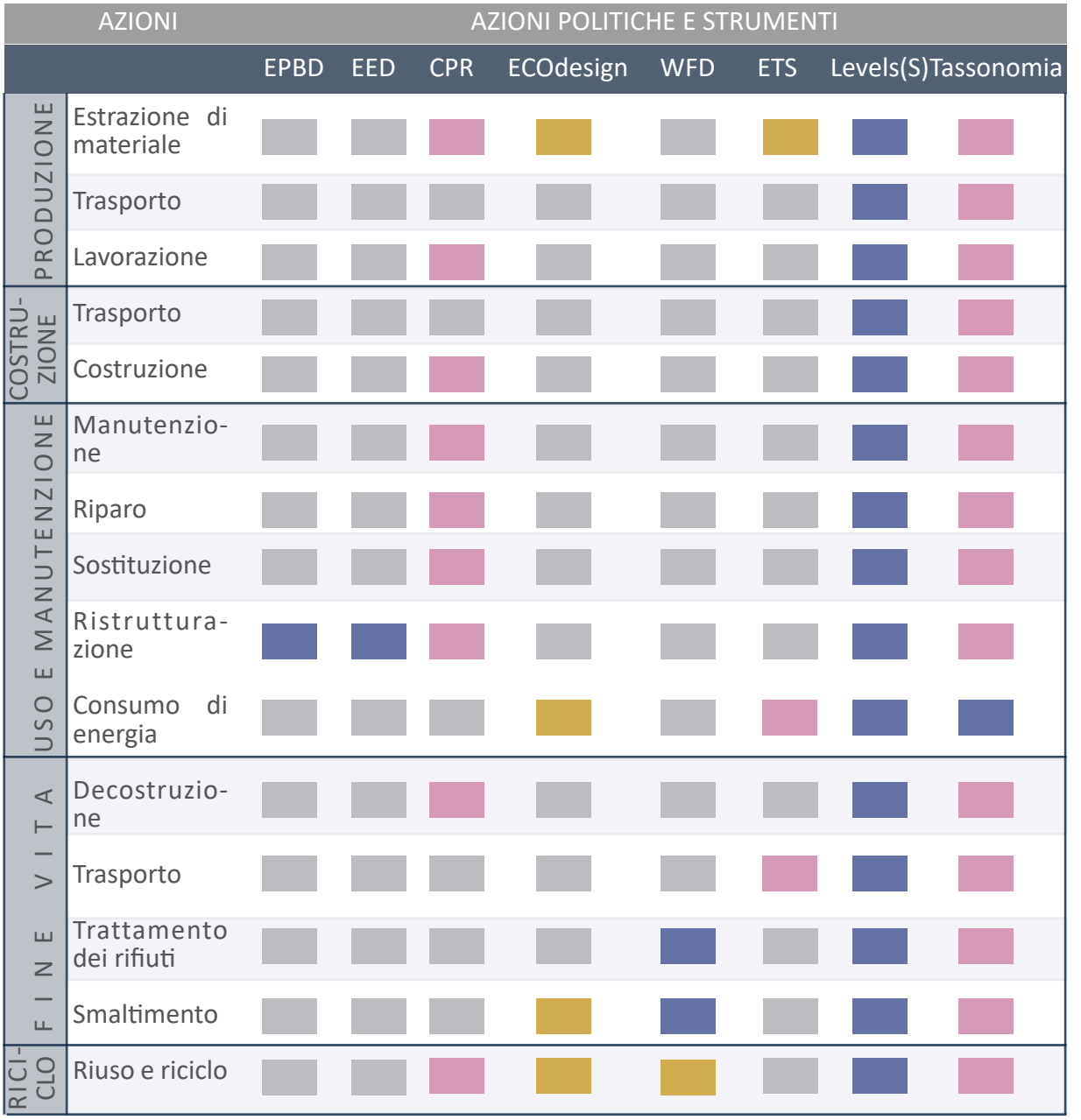


Fig. 30 Regolamentazione nel ciclo di vita degli edifici per la decarbonizzazione, rielaborazione grafico[15]

3.3 STRATEGIE DI RISTRUTTURAZIONE A LUNGO TERMINE (LTRS)

I dati del Geeb building Council riguardo l'impatto degli edifici segnalano che:

> " […] Il settore dell'edilizia, responsabile dell'emissione di circa il 36% di gas serra e del consumo del 40% di energia, 50% di materie prime estratte, 21% dell'acqua, rappresenta un grande potenziale nel raggiungimento degli obiettivi di contrasto al cambiamento climatico. Il tessuto produttivo del settore conta inoltre il 12,5% delle imprese rispetto al totale dei settori industriali e dei servizi, e occupa circa 1,4 milioni di addetti. […] Rendere i nostri edifici più sostenibili e resilienti ai cambiamenti climatici non significa solo ridurre il 36% delle emissioni di CO_2 di cui sono responsabili, ma anche prendersi cura delle persone che ci vivono e sostenere un rilancio dell'economia ambientalmente compatibile. La portata dell'impatto ambientale, sociale ed economico rende quindi strategico il ruolo del settore dell'edilizia all'interno del Piano Nazionale Integrato per l'Energia e il Clima 2030 e nelle politiche del paese. […]". [13]

Attualmente, circa il 97% del patrimonio edilizio esistente è inefficiente e il tasso annuo di ristrutturazioni profonde nell'UE è in media solo intorno allo 0,2%.
Ciò significa che una strategia globale per ridurre le emissioni dal settore degli edifici è urgentemente necessaria se l'UE vuole raggiungere l'obiettivo approvato dal Consiglio europeo il 12 dicembre 2019, di essere climaticamente neutra entro 2050 e per raggiungere questo livello di ambizione tutti i settori, compreso il settore edile, devono essere decarbonizzati entro quel momento. Inoltre, il Green Deal europeo recentemente pubblicato dalla Commissione europea riconosce la necessità di affrontare l'efficienza energetica negli edifici per raggiungere l'obiettivo della neutralità climatica e suggerisce che l'UE e gli Stati membri dovrebbero impegnarsi in una "Renovation Wave" [19] per sostenere l'aumento delle ristrutturazioni degli edifici e renderli accessibili. Per ristrutturazione, si intende la ristrutturazione a lungo termine (LTRS) che è in linea con l'obiettivo di decarbonizzare il patrimonio edilizio nazionale, contribuendo quindi all'obiettivo di neutralità climatica del Green Deal europeo. Questo implica che gli Stati membri che attuano le strategie per la LTRS, devono mettere in atto politiche e misure che portino ad una trasformazione dell'edificio rispetto ad oggi.
Gli Stati membri hanno a loro disposizione un'ampia gamma di strumenti politici, che devono essere adattati alla situazione nazionale e in un punto di partenza diverso di ogni paese. La LTRS richiede un aumento del tasso di ristrutturazione degli edifici esistenti dall'attuale 1% al 3%. Questo comporterebbe l'adozione e l'integrazione di una combinazione di misure politiche come i requisiti minimi di prestazione energetica per gli edifici esistenti (ad esempio, quando un edificio viene venduto o affittato) e strumenti di consulenza come sportelli unici per aiutare i cittadini nel loro viaggio di ristrutturazione. Richiederebbe anche l'esplorazione di soluzioni di ristrutturazione industrializzate e prefabbricate, sul modello del Dutch Energiesprong del 2019 (Pag 162), che ridurrebbe i costi delle ristrutturazioni profonde e aumenterebbe il loro tasso di ristrutturazione.
Anche l'aumento della demolizione gioca un ruolo molto importante, con un tasso di demolizione che si presume aumenti dallo 0,1% all'1%. Ciò significa che alcuni degli edifici con le prestazioni peggiori, che sono più costosi da ristrutturare che da ricostruire, verrebbero demoliti. Qualsiasi strategia di demolizione dovrebbe essere progettata con attenzione, soprattutto nei riguardi dei principi dell'economia circolare, inclusa la necessità di ridurre i rifiuti da costruzione che devono essere sempre presi in considerazione. Inoltre, un approccio di pianificazione più integrato che colga il rapporto tra domanda e offerta nel settore edile è fondamentale

per la decarbonizzazione. Le LTRS dovrebbero acquisire e pianificare come massimizzare queste sinergie.

Per raggiungere questo obbiettivo, esistono degli strumenti a supporto della strategia di ristrutturazione a lungo termine (LTRS) in linea con un obiettivo di neutralità climatica. Questo strumento che consente agli utenti di costruire un percorso verso un futuro a zero emissioni di carbonio a livello europeo, si chiama EuropeanCalculator (EUCalc) [17], ed è finanziato dalla Commissione Europea. La sua missione scientifica è fornire un modello sofisticato, ma accessibile, per colmare il divario tra i modelli integrati clima-energia-economia e le esigenze pratiche dei responsabili delle decisioni. Il modello mette in relazione la riduzione delle emissioni con gli stili di vita umani, lo sfruttamento e/o la conservazione delle risorse naturali, la creazione di posti di lavoro, la produzione di energia, l'agricoltura, i costi, ecc. E' un approccio e strumento altamente integrativo che consente ai responsabili delle decisioni di ottenere supporto politico in tempo reale sostenuto da esaurienti analisi di compromesso. I politici, gli innovatori e gli investitori possono utilizzare EUCalc per creare i propri percorsi verso un futuro a basse emissioni di carbonio online, in tempo reale e insieme. Questo strumento può aiutare i responsabili politici nell'UE a esplorare le rotte che possono intraprendere per fornire protezione del clima, assicurando al contempo l'energia e altre importanti priorità politiche.
Il modello EUCalc mostra che il raggiungimento di un parco immobiliare decarbonizzato, in linea con le strategie di ristrutturazione a lungo termine (LTRS) [18] della direttiva sul rendimento energetico degli edifici (EPBD) e l'obiettivo di neutralità climatica dell'UE, è una sfida per la società che richiederà un approccio trasformativo sia nel settore edile sia sulle modalità di produzione di elettricità e calore. Sono necessari grandi sforzi aggiuntivi, importanti progressi tecnologici e scoperte rispetto alle attuali pratiche di costruzione e ristrutturazione del settore edile nell'intraprendere azioni che consentano di raggiungere un parco immobiliare altamente efficiente dal punto di vista energetico e decarbonizzato entro il 2050.
Ciò comporterà politiche, misure e meccanismi di supporto che porteranno ad una ristrutturazione di tutti gli edifici esistenti entro il 2050 principalmente attraverso riqualificazioni profonde. Inoltre, l'elettricità e il calore utilizzati nel settore edile dovrebbero essere quasi completamente decarbonizzati. Questo percorso fornisce un'indicazione degli sforzi, ad esempio, in termini di tassi di rinnovamento e profondità delle ristrutturazioni, che gli Stati membri devono realizzare con le politiche e le misure pianificate nelle loro LTRS. Per ottenere impatti simili, gli Stati membri devono utilizzare la stesura delle loro LTRS come un'occasione per ripensare i loro interventi politici nel settore dell'edilizia e mettere in atto una strategia coerente che mobiliti risorse e attori verso l'obiettivo di decarbonizzazione a lungo termine dell'UE.
Il percorso più ambizioso realizzato con l'European Calculator (EUCalc) per il settore edile ottiene una riduzione di emissioni di CO_2 del 97% entro il 2050 rispetto al 2015 (percorso che può essere considerato coerente con l'obbligo della direttiva EPBD che richiede agli Stati membri dell'UE di sviluppare LTRS che raggiungano un patrimonio edilizio decarbonizzato entro il 2050).
Le strategie dei singoli stati rispetto alle azione attuate per una ristrutturazione a lungo termine sono approfondite a pag. 106.



Fig. 31 Emissioni CO_2 dal riscaldamento degli ambienti, elettricità per il raffreddamento degli ambienti e acqua calda e teleriscaldamento dell'Unione Europea,secondo due diversi livelli di mitigazione EUCalc, rielaborazione grafico [17]

Nel grafico è rappresentato il livello 4, ovvero la strategia più ambiziosa che si può mettere in campo per la mitigazione delle emissioni. Esso richiede un cambiamento trasformativo nelle attuali pratiche di demolizione, costruzione e ristrutturazione. Richiede inoltre una completa decarbonizzazione per usufruire di calore e dell'elettricità utilizzati nel settore edile, mostrando come le misure sul lato della domanda e dell'offerta siano entrambe necessarie per raggiungere questo livello di ambizione. Pertanto, il livello 4 rappresenta uno sforzo estremamente ambizioso e senza precedenti per la lotta ai cambiamenti climatici nel settore edile.

Il modello EUCalc fornisce un'indicazione della portata degli sforzi che gli Stati membri devono compiere per rispettare questo obbligo e degli effetti di trasformazione che le politiche e le misure LTRS richiederebbero. Il percorso di livello 4 ipotizza un tasso di ristrutturazione del 3%, portando a una ristrutturazione di tutti gli edifici esistenti entro il 2050. Di queste ristrutturazioni, si presume che la grande maggioranza sia costituita da ristrutturazioni profonde senza ristrutturazioni superficiali. Inoltre, il livello 4 presuppone un tasso di demolizione dell'1%, che significherebbe la demolizione di circa 37% degli edifici esistenti, questi saranno sostituiti da nuovi edifici ad energia quasi zero entro il 2050.

Inoltre, l'elettricità e il riscaldamento utilizzati nel settore degli edifici dovrebbero essere quasi completamente decarbonizzato (Figura 31). A tal fine, la decarbonizzazione del patrimonio edilizio è una sfida per la società che richiederà un'ampia trasformazione socioeconomica. Il raggiungimento del livello di impatto in linea con il percorso più ambizioso richiederà l'accettazione e il sostegno di un ampio spettro di parti interessate, dalle autorità locali all'industria delle costruzioni, alle organizzazioni della società civile, agli installatori e ai costruttori. In questo contesto, il Green Deal europeo suggerisce che la Commissione collaborerà con le parti interessate a una nuova iniziativa sulle ristrutturazioni nel 2020. In definitiva, solo una proprietà condivisa dell'obiettivo di decarbonizzazione a lungo termine e il sostegno collettivo per le misure di ristrutturazione degli edifici può concretizzare "l'onda del rinnovamento".

Per raggiungere il suo obiettivo di neutralità climatica per il 2050, l'Unione europea deve accelerare la riduzione delle emissioni di gas a effetto serra (GHG) in questo decennio. Il settore edile è di fondamentale importanza e può, o meglio deve dare un contributo significativo ad un obiettivo di riduzione dei gas

serra entro il 2030 rafforzato. Aumentare le azioni e gli investimenti per accelerare le ristrutturazioni edilizie porterà anche a sostenere una ripresa economica verde dalla pandemia di coronavirus e migliori condizioni di vita per gli europei.

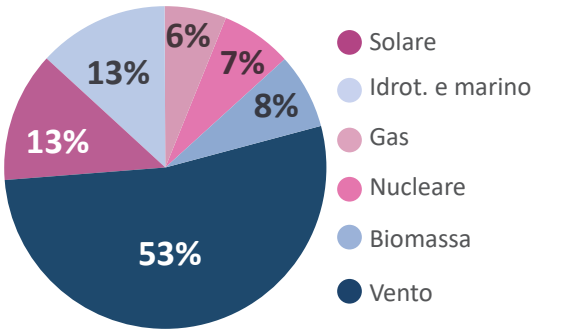


Fig. 32 Produzione di elettricità e cogenerazione 2050, rielaborazione grafico[17]

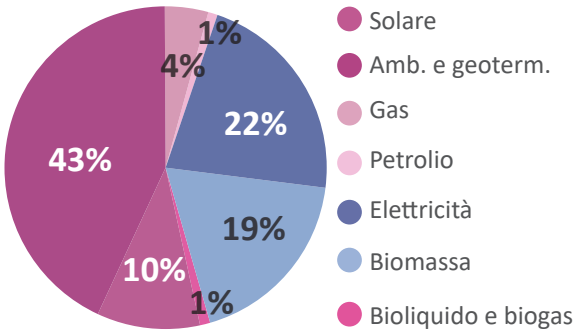


Fig. 33 Produzione di calore centralizzato e teleriscaldamento 2050, rielaborazione grafico[17]

La riduzione delle emissioni nel settore edile può essere ottenuta combinando misure che riducono il consumo energetico del patrimonio edilizio, migliorano l'efficienza dell'energia fornita e garantendo un passaggio dell'energia utilizzata dai combustibili fossili verso l'energia rinnovabile sostenibile. Sebbene la piena decarbonizzazione debba essere raggiunta entro il 2050, per garantire una traiettoria equilibrata di riduzione delle emissioni, devono essere sostanzialmente ridotte entro il 2030.

E' stato ipotizzato un ulteriore scenario concorde con il livello 4 ma con ulteriori modifiche. Utilizzando il modello di calcolatrice europea EUCalc, è stato ipotizzato uno "Scenario di politica responsabile", che risponde alla domanda rispetto a quanto velocemente il settore edilizio può ridurre la sue emissioni di CO_2 e quali cambiamenti saranno necessari per raggiungere questo obiettivo. Questo scenario, aumenta la profondità e la velocità del cambiamento nel settore e integra ulteriormente le decisioni per passare a comportamenti più consapevoli del clima e rispettosi dell'ambiente, definendo questo percorso di riduzione delle emissioni nel settore edile fino al 2030 e descrive le rispettive misure per raggiungerli.
Solo lo scenario di politica responsabile raggiunge riduzioni delle emissioni nel range del 60% rispetto al 2015, che è allineato con una riduzione delle emissioni di gas serra del 55% nel 2030 come sostenuto dalla Commissione Europea ed evidenziato nel Renovation Wave. Richiedere una trasformazione del settore che modifichi le attuali pratiche di costruzione e ristrutturazione e supporti la combinazione di forti misure di efficienza con l'eliminazione graduale dei combustibili fossili e il passaggio alle energie rinnovabili, è punto fondamentale per raggiungere le finalità climatiche. Lo scenario offre un risparmio energetico di quasi il 25% dell'energia utilizzata per il riscaldamento e il raffreddamento entro il 2030 rispetto al 2015, equivalente ad un risparmio energetico medio del 2,5% all'anno.

Nelle figure 34 e 35 vengono evidenziate le emissioni di CO_2 e la domanda finale di energia negli edifici residenziali e non residenziali per uso energetico. Vengono mostrati solo gli usi energetici rilevanti per le prestazioni dell'edificio (cioè riscaldamento, raffreddamento e acqua calda), energia, illuminazione, elettrodomestici e cucina non sono compresi.

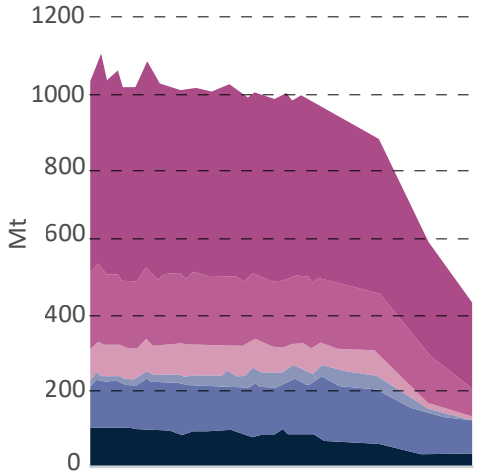


Fig. 34 Emissioni CO_2 per uso di energia, rielaborazione grafico[17]

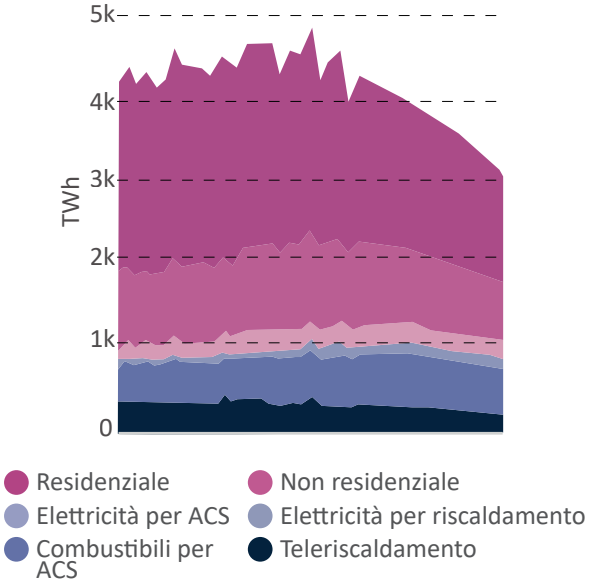


Fig. 35 Domanda energetica finale, rielaborazione grafico[17]

Lo scenario si basa su un tasso di ristrutturazione del 3% in media all'anno. Tuttavia, poiché il modello EUCalc aumenta i tassi di ristrutturazione a partire dal 2015, il tasso di ristrutturazione poco osservato dell'1% nel periodo 2015-2020 dovrà essere compensato con tassi più elevati negli anni successivi. Ciò comporta in pratica ad un tasso di ristrutturazione annuale del 4,4% in media nel decennio dal 2020 al 2030, a dimostrazione che ritardare ulteriormente l'azione richiederà un livello di impegno più elevato in una fase successiva.

Il ritmo più rapido della ristrutturazione porterà al 55% del patrimonio edilizio nuovo o rinnovato nel 2030, mentre il 45% degli edifici sarà lasciato non ristrutturato. Questo scenario presuppone anche che l'1% del patrimonio edilizio venga demolito all'anno e sostituito da nuove costruzioni altamente efficienti.
Lo scenario di politica responsabile aumenta la profondità della ristrutturazione, con il 70% di ristrutturazioni profonde e il 30% medie. Della superficie totale lorde, le ristrutturazioni copriranno il 34%, le ristrutturazioni medie il 15% e le nuove costruzioni altamente efficienti il 6,5%. Il riscaldamento e la potenza dei combustibili fossili diminuiranno notevolmente. L'energia per il raffreddamento degli spazi diminuirà del 20% man mano che i sistemi e le soluzioni diventeranno più efficienti e la superficie del pavimento raffreddata rimarrà pressoché costante.
Il passaggio dai combustibili fossili all'energia rinnovabile porterà ad un mix di combustibili più decarbonizzato nel 2030. Nello scenario di politica responsabile la quantità di energia fornita dai combustibili fossili diminuirà del 54%, determinando una quota stimata di combustibili fossili di 47%.

Nella figura 36 successivo sono rappresentati i combustibili fossili e la quota di energia rinnovabile per il fabbisogno finale negli edifici, compresa la generazione decentralizzata, il teleriscaldamento e l'elettricità. A sinistra notiamo lo sviluppo storico e la traiettoria che si prevede. A destra invece vi è la miscela di approvvigionamento energetico finale nel 2030.

Lo scenario di politica responsabile prevede un aumento dell'energia per il riscaldamento prodotta da fonti rinnovabili fino a una quota del 32,4% nell'energia finale nel 2030.

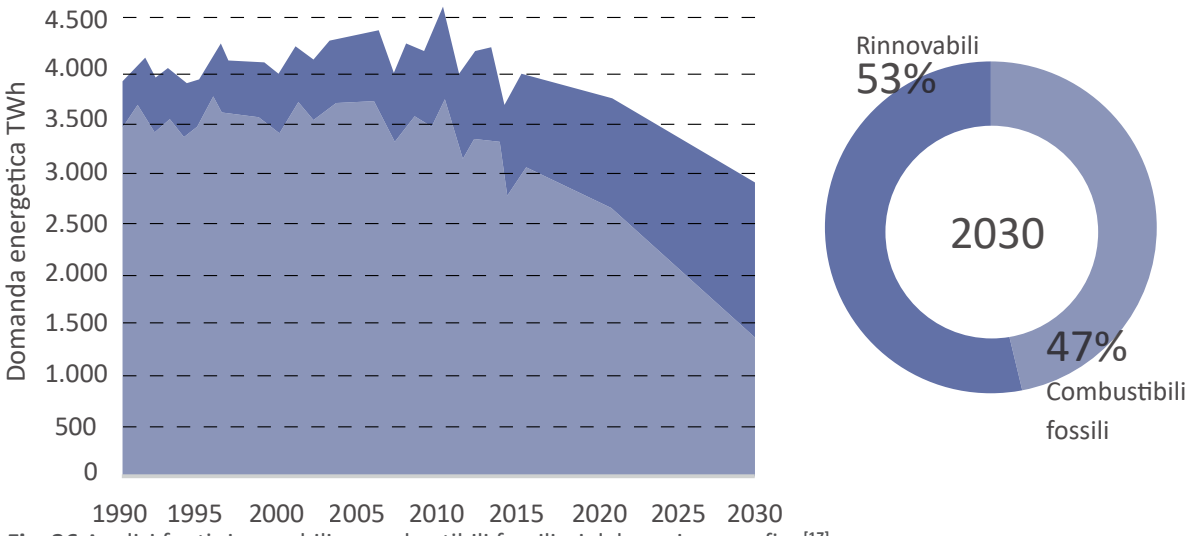


Fig. 36 Analisi fonti rinnovabili e combustibili fossili, rielaborazione grafico[17]

Nella figura 37 si evidenzia la proiezione dell'energia finale fornita da solare termico, energia geotermica e riscaldamento.
L'energia solare termica crescerà di un fattore quattro volte rispetto al 2015, mentre l'energia geotermica crescerà di un fattore 11 nello stesso arco di tempo. Il calore ambientale generato con le pompe di calore dovrebbe aumentare di un fattore 8.
Anche il settore del teleriscaldamento subirà una trasformazione. La domanda totale finale di energia per il teleriscaldamento diminuirà del 35% rispetto ai livelli del 2015 a causa di una riduzione della domanda di energia dagli edifici. Il combustibile fossile condiviso diminuirà al 43% nello Scenario della Politica Responsabile, con l'energia rinnovabile che dominerà il teleriscaldamento entro il 2030.

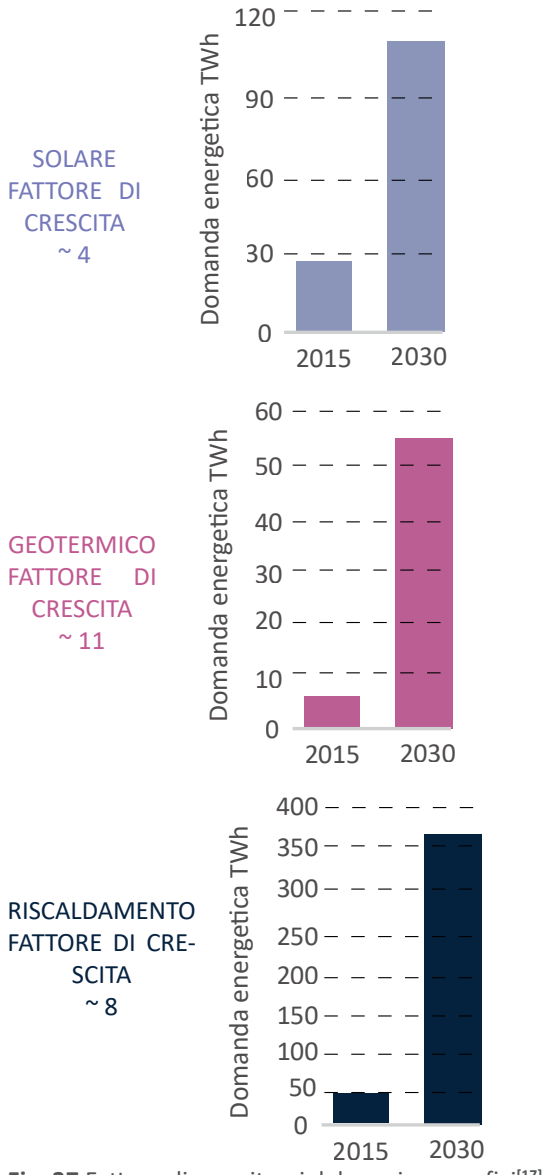


Fig. 37 Fattore di crescita, rielaborazione grafici[17]

Nella figura 38 è riportata la proiezione della miscela finale di energia fornita dal teleriscaldamento, compreso il riscaldamento e la potenza combinati (CHP)

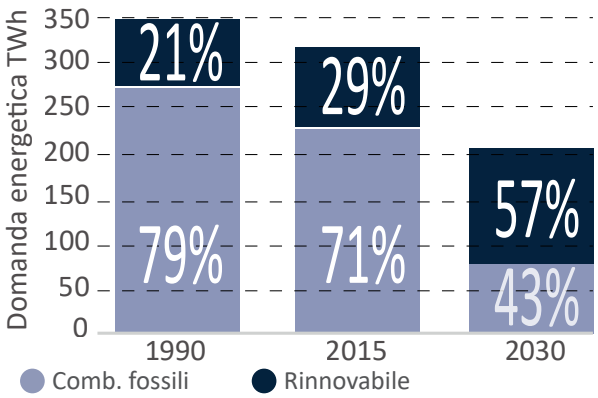


Fig. 38 Energia fornita dal teleriscaldamento, rielaborazione grafici[17]

La riduzione più pronunciata della quota di teleriscaldamento nel consumo finale di energia nello scenario di politica responsabile può essere spiegata con le misure più aggressive di riduzione della domanda di energia negli edifici, a causa di una ristrutturazione più rapida e profonda. Tuttavia, questo non significa necessariamente che il numero di edifici collegati al teleriscaldamento diminuirà: potrebbe anche significare che più edifici a basso consumo energetico saranno collegati alla rete di calore, soprattutto quando questa verrà aggiornata in linea con le ultime tecnologie di teleriscaldamento che forniranno calore a temperature inferiori. Inoltre esiste un'opportunità per il settore di supportare un modello di business per le società di teleriscaldamento per fornire servizi energetici piuttosto che vendere semplicemente energia.

Si può quindi affermare che i cambiamenti comportamentali e le scelte di stile di vita hanno un grande impatto sul consumo di energia e sulle emissioni nel settore edile.
Lo scenario di politica responsabile prevede un calo del 6% della superficie pro capite negli edifici residenziali, con un risultato di 44,8 m²/capite, il che richiede un'inversione dell'attuale tendenza all'aumento della superficie residenziale. Maggiore sarà l'aumento di metratura e maggiore sarà il consumo di energia per il riscaldamento e raffrescamento.

Lo scenario di politica responsabile e le sue ipotesi associate forniscono una guida per possibili misure che potrebbero ad ottenere un impatto maggiore. Di seguito si riassumono le principali azioni:

- Il tasso medio di ristrutturazione dovrebbe essere aumentato ad almeno il 3% all'anno per garantire la ristrutturazione dell'intero patrimonio edilizio entro la metà del secolo;
- La pratica di ristrutturazione deve essere portata a livelli industriali. Un focus sulla ristrutturazione profonda ridurrà la domanda di energia negli edifici e sostituirà i sistemi di riscaldamento esistenti con sistemi più efficienti e basati sulle energie rinnovabili;
- È necessario uno sforzo strategico per decarbonizzare il riscaldamento e il raffreddamento della fornitura di energia e per investire in infrastrutture di fornitura di calore rinnovabile a bassa temperatura;
- L'uso di combustibili fossili per il riscaldamento e l'acqua calda negli edifici dovrebbe diminuire drasticamente nel prossimo decennio. Considerando che la durata media delle apparecchiature di riscaldamento è compresa tra 15 e 20 anni, dovrebbero essere attuate politiche per scoraggiare l'installazione di nuovi sistemi a base di combustibili fossili;
- Per ottenere ristrutturazioni più rapide e profonde, i requisiti minimi obbligatori di prestazione energetica possono essere una politica efficace. Questi dovrebbero essere adattati a segmenti specifici del patrimonio immobiliare e associati a fi-

nanziamenti e consulenza mirata;
- Gli Stati membri dovrebbero seguire rigorosamente il principio degli Nearly zero-energy buildings (nZEB) (Approfondimento a pag 280) per tutti i nuovi edifici. Dal 1 ° gennaio nel 2021, tutti i nuovi edifici nell'UE devono essere nZEB, che combinano prestazioni energetiche molto elevate con una significativa fornitura di energia rinnovabile. Nessun nuovo sistema di riscaldamento a combustibili fossili dovrebbe essere installato nelle nuove costruzioni dal 2021 in poi.

Più la trasformazione viene ritardata, maggiore sarà lo sforzo per aumentare il tasso e la profondità di rinnovamento nel prossimo decennio.
Le revisioni previste della direttiva Europea sull'efficienza energetica sono una opportunità cruciale per sancire i cambiamenti necessari nella legislazione.
Gli Stati membri dell'UE dovranno aumentare la velocità e l'efficacia delle politiche nazionali e avviare azioni efficaci coinvolgendo i cittadini, le autorità locali, gli investitori e la catena del valore delle costruzioni.

Lo scenario di politica responsabile, si traduce in una riduzione del consumo finale di energia e in una maggiore influenza delle energie rinnovabili, utili per ridurre le emissioni del settore edile. Le due azioni complementari per la decarbonizzazione degli edifici entro il 2030 risultano essere:
- La riduzione dell'energia utilizzata negli edifici per il riscaldamento , per l'acqua calda e per il raffreddamento attraverso misure di efficienza energetica;
- la copertura del fabbisogno energetico rimanente con energie rinnovabili.

Entro il 2030, i combustibili fossili (nella domanda finale di energia) diminuiranno più rapidamente della rispettiva crescita di energia rinnovabile. Questa tendenza accelererà ogni anno a causa della riduzione della domanda finale di energia guidata da misure di efficienza energetico-ambientale.

Quanto sopra indicato mostra che le misure di efficienza energetica e l'uso di energia rinnovabile devono essere combinate per eliminare gradualmente i combustibili fossili. Questa strategia complementare è necessaria per raggiungere l'obiettivo di riduzione di CO_2.

La recente comunicazione della Commissione su "Stepping Up Climate Ambition" e la relativa valutazione d'impatto, nonché la comunicazione "Renovation Wave", indicano che le riduzioni delle emissioni nel settore edile dovrebbero raggiungere il 60% entro il 2030 rispetto al 2015, al fine di raggiungere un 55% di GHG (Green House Gas) obiettivo di riduzione delle emissioni in tutti i settori.
Lo scenario di politica responsabile creato con EUCalc e la modellazione fatta per la comunicazione Stepping Up Climate Ambition raggiungono entrambi riduzioni delle emissioni nel range del 60% rispetto al 2015. Tuttavia, l'ambito e le ipotesi non coincidono completamente. Ciò è dimostrato, ad esempio, dal fatto che il documento Renovation Wave afferma che per raggiungere un obiettivo del 55% di GHG entro il 2030, l'UE dovrebbe ridurre le emissioni di GHG degli edifici del 60% e ridurre il consumo di energia per il riscaldamento e il raffreddamento del 18 % rispetto al 2015. Lo Scenario di Politica Responsabile, tuttavia, conclude che per raggiungere l'obiettivo del 60% è necessaria una riduzione della domanda di energia del 24,8% nel 2030 rispetto al 2015.
Raggiungere il 60% di riduzione delle emissioni di gas serra nel settore edile entro il 2030 richiede un approccio trasformativo rispetto alle attuali pratiche di costruzione e ristrutturazione. Un maggiore sforzo per eliminare gradualmente i combustibili fossili

ed integrare l'approvvigionamento di energia rinnovabile negli edifici è essenziale per decarbonizzare il settore edile. La renovation Wave sta aprendo la strada a misure che trasformeranno il settore edile, ma l'attuazione delle politiche e degli strumenti di supporto deve diventare più rapida ed ambiziosa. Il percorso presentato dallo scenario di politica responsabile e le ipotesi associate forniscono una guida per possibili misure che potrebbero ottenere un impatto maggiore.

Questo miglioramento secondo gli studiosi, avverrà attraverso un coinvolgimento della produzione off-site garantita attraverso progettazione integrata Building Information modelling (BIM). La nuova visione ridurrà la complessità tecnica di progetti di riqualificazione aumentandone la velocità e monitorando con maggior attenzione il lavoro.
Nell'immagine si vedono le fasi del processo di una progettazione intelligente.

Durante la fase di riqualificazione utilizzando un approccio BIM, l'edilizia off-site (OSC) potrebbe essere molto efficace poiché si ridurrebbe l'intensità delle lavorazioni in sito prediligendo quelle in fabbrica così da diminuire le difficoltà dei condomini durante l'attività di retrofit. Inoltre, diminuirebbero in maniera sostanziale i rifiuti derivati dagli scarti di produzione attraverso una progettazione più controllata, ci sarà la possibilità di un maggior riuso dei componenti. L'OSC è caratterizzata da una modularità di prodotti realizzati a secco che vengono progettati, assemblati in cantiere e poi trasportati in sito e messi in opera. Il progetto "Ambiente Costruito" (2019-2021) ha studiato una serie di cataloghi per "configurazioni costruttive standard ovvero predefinite" di isolamento a cappotto da utilizzare in edifici esistenti. Queste dovranno essere correlate da approfondimenti su assemblaggio, installazione e relative prestazioni energetiche, così da poter far scegliere la più adatta al caso studio preso in esame. Poter scegliere tra differenti configurazioni, comporterà una diminuzione dei costi di produzione, progettazione ed istallazione.

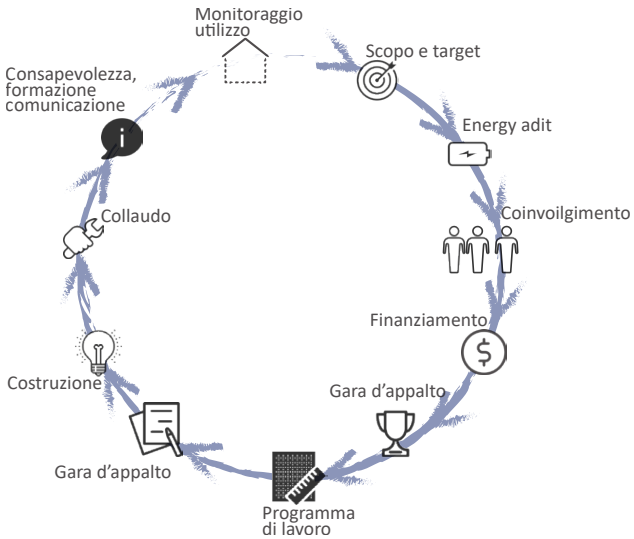


Fig. 39 Processo BIM, elaborazione personale Barbieri-Tatti

3.4 EFFICACIA DELLA RIQUALIFICAZIONE

L'efficacia di un intervento di retrofit deve essere valutata in primo luogo dal risparmio energetico che questa ne deriva [16]. Il beneficio economico di un investimento di riqualificazione economica è definito dal rapporto tra i costi in uscita utili da sostenere in fase iniziare per migliorare l'efficienza energetica complessiva e i relativi risparmi calcolati tenendo in considerazione di un lasso temporale, che l'investimento ne deriva. Ci sono inoltre i costi di gestione che riguardano le spese ordinarie e/o straordinarie che garantiscono il corretto funzionamento dell'edificio nel tempo. Le tre voci di costo di investimento, di gestione e relativi risparmi devono essere visionate integralmente per valutare il corretto beneficio economico di un'azione di retrofit.
Per quanto concerne i rispari ovvero le entrate che l'intervento conferisce all'edificio preso in considerazione si definiscono i risparmi dovuti dall'acquisto dell'energia primaria (ovvero quell'energia di cui usufruiamo per garantire una corretta illuminazione), i risparmi pervenuti dai costi di gestione degli impianti (se si utilizzano impianti innovativi con una performance abbastanza elevata si ha la necessità di una minore manutenzione), ed infine per ultimo ma non meno importante la voce delle entrate data da incentivi provenienti dallo Stato all'efficienza energetica.

Generalmente l'efficacia di un'azione di riqualificazione energetica viene valutata in termini economici attraverso il "tempo di ritorno dell'investimento" chiamato anche Pay-Back. Questo parametro tanto sarà minore tanto sarà preferibile l'investimento. Il Pay-Back definisce il tempo entro il quale l'utente riesce a rientrare rispetto alle spese effettuate, ovvero il tempo entro il quale i flussi di costo in uscita vengono rimborsati da quelli in entrata. Tale metodo ha però delle limitazioni, è usato come strumento grafico per comparare due o più progetti, ma non prende in considerazione l'andamento dei flussi di cassa, ed infatti non può essere utilizzato da solo.
I benefici oltre che economici ed energetici sono sia ambientali sia sociali. Infatti, nel primo caso essi si valutano in due differenti modi, in primo luogo vengono analizzati tutti i consumi e materie prime che si sono risparmiate effettuando l'azione di retrofit. Queste poi vengono convertite in CO_2 e definita la quantità di gas che si è risparmiata effettuando la riqualificazione energetica. Con la seconda modalità invece si determinano i benefici economici in termini monetari che il progetto ha arrecato all'ambiente, quindi i benefici ambientali creati con l'intervento.

I benefici sociali invece riguardano il miglioramento del comfort generato con l'intervento di retrofit, per esempio migliorando la qualità dell'aria interna minimizzando gli inquinanti presenti o agendo nella sfera dell'illuminazione artificiale e naturale dei locali interni. Inoltre, lo studio dell'OECD del 2013 ha definito come un solo intervento di retrofit possa generare in media 11 nuovi posti di lavoro, migliorando quindi le condizioni economiche dei cittadini.

Fondamentale è il monitoraggio nel tempo dell'azione di efficientamento energetico che deve essere effettuata prima dell'intervento o in itinere o ad intervento completato. Quindi il ruolo fondamentale dell'intervento è soprattutto in questa ultima fase dove vengono comparati i consumi energetici dell'edificio preso in esame e quelli dello stesso edificio dopo l'azione di retrofit.

Inoltre è importante definire quanto la riqualificazione abbia cambiato il fabbricato in termini di sostenibilità. La riqualificazione energetico-ambientale effettuata studiando

l'edificio sotto il profilo energetico esclude numerose varianti. Non è infatti considerato il rapporto tra l'edificio stesso e l'ambiente circostante, o in un altro caso altri paramentri per garantire le condizioni di comfort interno. Basarsi esclusivamente su una riqualificazione energetica esclude quindi una visione sostenibile in termini di complessività dell'edificio. Risulta quindi un passaggio di fondamentale importanza misurare la sostenibilità di un edificio assieme al profilo energetico per poter rispondere in maniera completa alla domanda: l'azione di riqualificazione è positiva o meno?

Per quantificare la sostenibilità di un immobile vi sono due approcci utili:

- Analisi multicriteriali, ovvero basati sul soddisfacimento di diterminati criteri e sul conferimento di un punteggio per individuare il livello di sostenibilità di un immobile. Spiccano in evidenza il BREEAM (Regno Unito), ITACA (Italia), CASBEE (Giappone), LEED (Stati Uniti), HQE (Francia).;
- Analisi del ciclo di vita edilizio attravero l'analisi LCA (life cycle assestment) (approfondimento a pagina 73). Essa viene realizzata nei cicli di vita di un immobile prendendo in considerazione unità di tempo ben specifiche. Quest'utlime possono essere "dalla culla al cancello", "dalla culla alla tomba" o "dalla culla alla culla". Prendendo in considerazione un immobile si può effettuare l'analisi dall'approviggionamento dei materiali sino alla fase di demolizione e riutilizzo degli stessi, così da effettuare un'analisi "dalla culla alla culla". L'approccio LCA permette di efettuare un bilancio ambientale rispetto a quanta energia incorporata (EE embodied energy) e emissione di CO_2 (EC embodied carbon) vengono prodotte.

Nel secondo caso studio, realizzato con il supporto del cetnro di ricerca Enviroment Park, si analizzerà in maniera più dettagliata l'analisi multicriteriale attraverso il protocollo ITACA (pagina 333).

4

CAPITOLO

4.L'ECONOMIA CIRCOLARE PER PROMUOVERE LA RIQUALIFICAZIONE

4.1 I MATERIALI PER LA SOSTENIBILITA'

Entro il 2050 si stima che il 70% della popolazione vivrà nelle aree urbanizzate e, come già visto precedentemente, questo dovrà comportare una strategia da adottare inerente al mitigamento della produzione di anidride carbonica. Secondo uno studio effettuato dall'IPCC[8] si ipotizza un percorso sicuro per contenere l'innalzamento della temperatura a 1,5°C con una riduzione di emissioni dell'80-90% entro il 2050. Oltre ad essere l'uso gli edifici che concorre ad innalzare tale valore, occorre però soffermare l'attenzione riguardo anche quanto i processi produttivi stessi siano rilevanti. Infatti oltre il 40% del consumo globale di energia avviene anche a causa degli edifici, ovvero attraverso tutti quei processi dalla produzione all'imballaggio e successivo trasporto dei materiali.
Gli edifici e le infrastrutture utilizzano il 60% del materiale estratto dalla litosfera e di questo il 24% viene utilizzato per la costruzione di edifici[25]. Occorre affermare come ci siano notevoli dispersioni di energia in quei passaggi in cui il materiale viene convertito e trasportato, questi passaggi infatti possono essere visionati come rubinetti aperti in cui viene dispersa l'energia sotto forma di calore.
Parlare quindi di emissioni di anidride carbonica e strategie di mitigazione climatica può essere fatto solo se si è a conoscenza delle cause che ne caratterizzano tale innalzamento. E' quindi doveroso intraprendere un discorso riguardante la produzione di materiali e componenti ma anche il proprio utilizzo e la dismissione o riciclo. Queste infatti sono le fasi del ciclo di vita che vengono studiate accuratamente attraverso il metodo LCA (Life Cycle Assessment) di un materiali e/o manufatto. Occorre definire in maniera appropriata quali siano le fasi significative di tale vita, in particolare:

- Approvigionamento delle materie prime;
- Trasporto delle materie prime;
- Produzione di materiali e componenti;
- Distribuzione;
- Messa in opera;
- Fase d'uso e manutenzione;
- Fine vita;
- Riciclo;

In generale le fasi principali del processo del ciclo di vita di un manufatto vengono raggruppate in
Fase di progettazione;
Fase di costruzione;
Fase di gestione;
Fase di demolizione (o smontaggio).

Infatti in fase di progettazione occorre considerare un innumerevole fattori per la scelta di una tipologia o quantità di materiale, poichè proprio questo risulta influenzare la qualità dell'opera tra cui i consumi di energia. Le fasi del ciclo di vita, secondo una visione sostenibile, dovrebbero essere viste non più come elementi lineari, ma come flussi di azioni che vengono perseguite in maniera circolare e che dall'ultima caratterizzata dal riciclo del materiale si possa passare al riutilizzare tale materiale per un ulteriore scopo. Quando si parla di circolarità si affronta l'argomento di "economia circolare". Quest'ultima infatti risulta essere un processo di produzione e consumo di materiali che ne richiedono una minima erstrazione, minimo consumo e minimo spreco. Così facendo infatti si allunghe-

rebbe la vita utile dei materiali stessi poichè dovrebbero essere reimpiegati in nuovi processi attraverso il recupero e riutilizzo. L'analisi LCA consente di calcolare la somma di tutta l'energia necessaria per produrre un bene durante l'estrazione, il trasporto, la fabbricazione, assemblaggio, trasporto, istallazione, disassemblaggio, riciclo ect ect. Viene individuata l'energia primaria ovvero embodied energy (EE). Vi è un'altra energia incorporata chiamata Embodied carbon (EC) che è associata all'emissione di CO_2 che viene prodotta all'interno di tutti i processi del materiale di riferimento. Ovvimente più l'ebodied carbon avrà un valore basso tanto più l'impronta di carbonuo di un edificio o progetto sarà minore.
Nella seconda fase del ciclo di vita ovvero la costruzione definire l'energia incorporata di un elemento risulta essere abbastanza prevedibile e di facile calcolo. Il calcolo effettuato per l'edificio complessivamente invece risulta essere molto diverso e difficile poichè oltre al solo processo di produzione si aggiungono anche il trasporto (necessario analizzare il consumo di energia da parte dei macchinari), il montaggio, la gestione, insomma fasi difficilmente valutabili.
Ovviamente l'attenzione riguardo le emissione condotte all'interno del ciclo di vita dei materiale è funzionale quando ci troviamo di fronte ad edifici ad altissima efficienza energetica come appunto edifici trasformati attraverso una riqualificazione energetica. Infatti il proprio consumo per riscaldamento non dovrebbe superare i 15 kWh/m² annui e ci vorrebbero all'incirca 20-27 anni per recuperare tutta l'energia incorporata emessa al momento della costruzione.
Per limitare il consumo di energia durante la fase di costruzione si dovrebbero applicare strategie sostenibili quali:

- Scegliere materiali come la terra cruda, ovvero a basso contenuto di emissioni di energia durante il processo produttivo;
- Utilizzare materiali riciclati, così che lo stesso momento di estrazione verrebbe evitato;
- Utilizzare elementi leggeri o con una modalità di assemblaggio a bassa energia incorporata.

La successiva fase del ciclo di vita risulta essere quella di gestione. Essa infatti per quanto concerne la distribuzione percentuale del consumo di energia risulta pesare il 95,3% rispetto al totale ciclo di vita. All'interno di una costruzione esiste una "tensione temporale" tra le differenti parti che la compongono. Per tensione temporale si intende il differente ciclo di vita che ogni materiale diverso ha, ed infatti ogni materiale necessità di una manutenzione fatta in tempi molto differenti. Occorre quindi che ogni elemento sia raggiungibile fisicamente per la manutenzione in maniera indipendente a tutti gli altri. E' quindi importante scegliere le tecniche costruttive adeguate per minimizzare i danni dovuti all'errata manutenzione. In altre parole vi dovrà essere una separazione tra i differenti strati, le connessioni tra i vari elementi dovrebbero essere reversibili ovvero si dovrebbe agevolare la velocità della manutenzione. Inoltre ovviamente gli elementi dovrebbero essere leggeri e riciclabili.

In ultimo risulta essere la fase di smontaggio e smaltimento. Secondo una visione di economia circolare (di tipo asintotico) tutti i componenti dovrebbero essere riutilizzati e riciclati così da creare uno zero-waste system. Sin dal principio la progettazione dovrebbe essere realizzata con una DfD "Design for deconstruction", ovvero un design al fine di facilitare la descostruzione, la selezione dei materiali e la propria riciclabilità. Un design da evitare per esempio risulta essere adoperare isolanti sfusi, giunzioni con adesivi, stratificazione eccessiva e sigillatura. Queste infatti non permettono la riciclabilità dei vari elementi e potrebbero risultare in parte

essere tossiche.

All'interno di una strategia di riqualificazione consapevole dei poli urbani occorrerà quindi agire attraverso un'economia circolare che vedrà sempre il riciclo ed il riuso dei manufatti, oggetti, materiali la cui vita utile non è più funzionale per assolvere la propria funzione. Inoltre la riqualificazione stessa di immobili, per esempio dal punto di vista residenziale, potrà far si che si possa allungare la vita utile del manufatto attraverso uno sviluppo sostenibile con materiali idonei e quindi relativi trasporti e emissioni di energia adeguati. Riportando un esempio, statistiche hanno affermato come l'energia utilizzata nelle fasi di produzione di componenti edilizi si aggiri attorno al 10-20% dell'energia consumata totale dall'edificio. Quindi il consumo dei materiali è un aspetto centrale sopratutto per perseguire gli obbiettivi imposti dal Green Deal europeo. Ovviamente la riqualificazione degli edifici già in per se come azione concorre alla diminuzione dell'impatto ambientale rispetto ad una nuova costruzione. Agendo poi su un riuso adattivo di edifici esistenti attraverso materiali provenienti da azioni di riciclo comporterebbe ulteriormente una diminuzione di energia.
All'interno del ciclo di vita di un materiale proprio la produzione è un forte contribuito alle emissioni di anidride carbonica quindi eliminarla completamente o in parte sarebbe di fondamentale importanza.
Secondo l'analisi Multi-Regional Input Output (MRIO)[26] che ha raccolto una quantità di emissioni che ciascun materiale produce durante la propria vita, risulta come il cemento calce e gesso sia colui che abbia un impatto climatico abbastanza elevato. Infatti esso produce fino a 110 Mt ovvero rappresenta come impronta di carbonio circa l'8%



Fig. 40 Abbattimento della CO_2 data dall'economia circolare, rielaborazione grafico[22]

DESIGN
Design per utilizzare meno materiale nelle costruzioni *Ridurre uso dell'acciaio strutturale;* *Ridurre uso del cemento;* *Ridurre uso dei materiali concentrandosi sullo spessore e quantità nella fase iniziale utilizzando processo di modellazione BIM.*
Design attraverso il riuso di parti esiste di edifici o interi edifici *Riutilizzare laterizi;* *Riutilizzare acciaio strutturale;* *Utilizzare materiali riciclati;* *Riciclare materiali plastici.*
Usare tecnologie avanzate per minimizzare gli sprechi *Stampante 3D.*
Design per il disassemblaggio *Utilizzare tecniche costruttive prefabbricate e offsite;* *Realizzare strutture adatte allo smontaggio.*
Design per estendere la vita degli immobili *Utilizzare una costruzione a strati separabili;* *Riqualificare gli edifici invece di costruirne di nuovi.*
Progettare edifici e componenti localmente *Utilizzare materiale a Km0.*

PROCESSO DI PRODUZIONE
Utilizzare prodotti provenineti da rifiuti da costruzioni e demolizione *Utilizzare cementi sostenibili a base di aggregati riciclati.*
Utilizzare processi di produzione innovativi *Migliorare la carbonatazione del cls durante il riciclo.*
Migliorare l'efficienza dei processi produttivi *Utilizzare la tecnologia Particle Packing per ridurre la quantità di cemento nel cls*
MODELLI DI CONSUMO
Intensificare l'uso degli spazi esistenti degli edifici *Ridurre lo spazio per abitante negli edifici residenziali;* *Ottimizzare gli spazi;* *Creare spazi condivisi.*
Riqualificare e rigenerare gli edifici esistenti *Migliorare la manutenzione e prolungare la vita.*
ORGANIZZAZIONE DEI RIFIUTI
Utilizzare sistemi di organizzazione dei rifiuti da cantiere *Differenziare i rifiuti per riciclarli.*
Riutilizzare i materiali da C&D *Usare un tracciamento dei materiali;* *Rivendere i materiali usati.*
Sviluppare nuove strategie di mappatura *Pianificare le risorse.*
Migliorare il trattamento dei rifiuti *Utilizzare la tecnologia SmartCrusher per il riciclaggio del cls.*

Fig. 41 Lista di azione applicate dall'Unione Europea, rielaborazione grafico[26]

delle emissioni globali di anidride carbonica. Ovviamente non è il solo materiale ad avere un processo produttivo altamente impattante, ma sicuramente è il materiale maggiormente utilizzato ad oggi.

Sono quindi state definite delle serie di azioni eseguite dall'Unione Europea per diminuire l'impatto dei materiali da costruzioni all'interno del settore edile. Ovviamente questi principi fondano le basi all'interno di un'analisi LCA e quindi di economia circolare.
La riduzione delle emissioni è mostrata come la differenza di produzione di anidride carbonica tra il caso base e la nuova casistica usufruendo di tecnologie innovative. Nel caso del riciclo dei materiali questo non è sempre possibile ne sempre consigliabile. Infatti riutilizzare un elmento è consigliabile se e solo quando la produzione di embodied carbon durante la successiva lavorazione sia minore rispetto a quella prodotta per il materiale nuovo. Ed inoltre se le prestazioni che deve avere l'oggetto riciclato per adempiere alle nuove funzioni sono uguali o maggiori rispetto all'oggetto originario, allora è consigliabile eseguire un azione di riciclo. In caso contrario invece si consiglia la dismissione del materiale in appositi impianti.
Uno studio di Material Economics supportato da NGOs [26] ha redatto uno scenario ipotetico di riduzione di anidride carbonica dato facendo una scelta consapevole dei materiali associandoli ad un'economia circolare. Con-

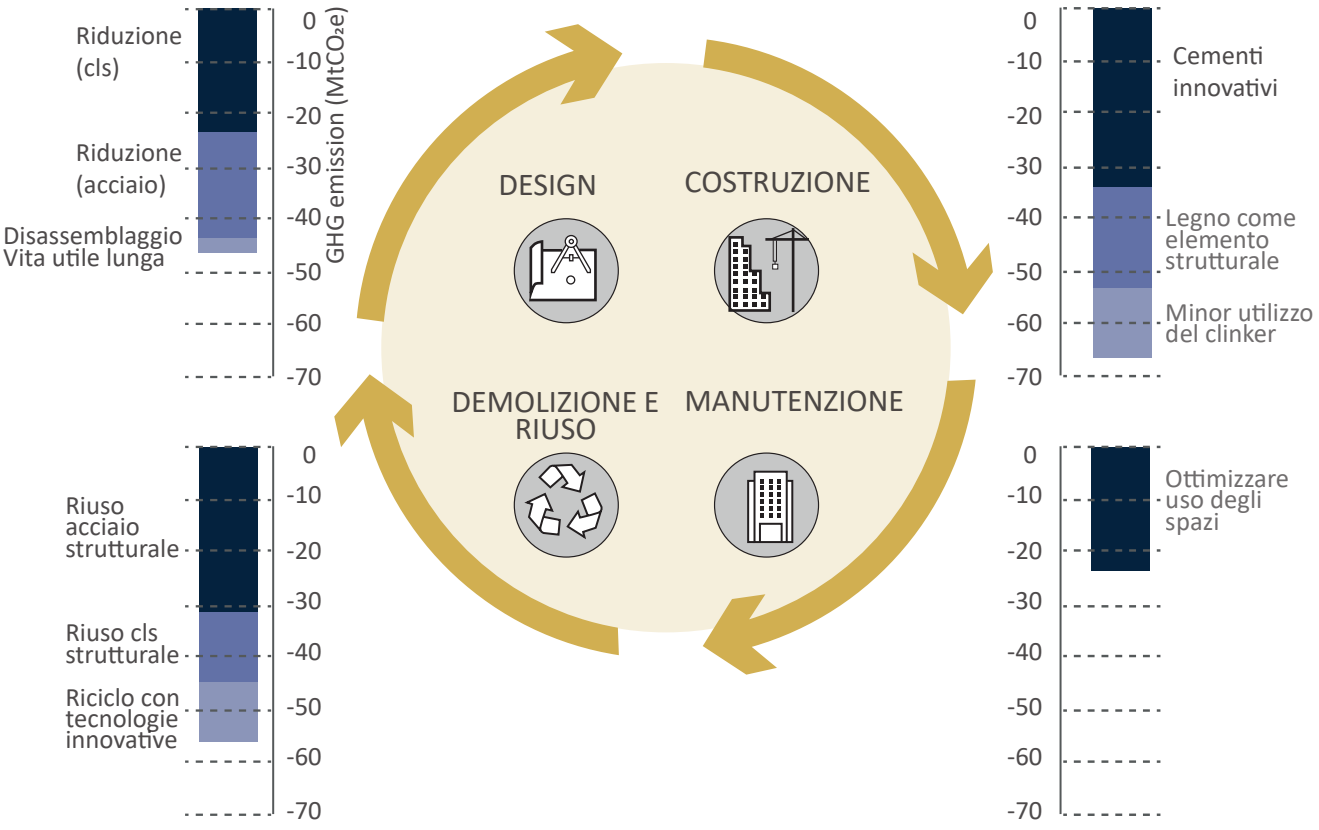


Fig. 42 Contributo delle azioni prese dall'Unione Europea per le emissioni di cemento e acciaio, rielaborazione grafico[26]

siderando infatti una vita degli edifici maggiormente lunga la CO_2 può essere ridotta della metà poichè utilizzando meno materiali vi sarà una produzione minure di rifiuti, di uso dei materiali stessi. Ovviamente questo potrebbe essere attuato solo attraverso uno studio attento attraverso una LCA prendendo in considerazione il periodo di vita di un materiale o edificio "dalla culla alla culla".
Per raggiungere l'obbiettivo di zero emissioni entro il 2050 l'American Institute of Architects ha definito pratiche utili per strategie adottabili[29]. In primo luogo si deve prediligere la riqualificazione edilizia invece che costruire nuovi edifici e in particolar modo utilizzando materiali a basso contenuto di anidride carbonica, per esempio utilizzando il calcestruzzo si potrebbe optare per miscele maggiormente sostenibili quali ceneri leggere, calcestruzzi riciclati, argille.. Ovviamente se si potesse ridurre o del tutto eliminare l'utilizzo di tutti quei materiali il cui processo produttivo risulta altamente impattante, avvicinerebbe ulteriormente la popolazione verso il raggiungimento dell'obbiettivo prestabilito. I materiali meno sostenibili utilizzati nel mondo dell'edilizia risultano essere il cemento, acciaio, plastiche, si potrebbe invece optare per materiali verdi come il legno, la terra cruda o comunque quei materiali aventi tali caratteristiche:

- Utilizzano risorse rinnovabili e limitano utilizzo di carboni e minerali metallici;

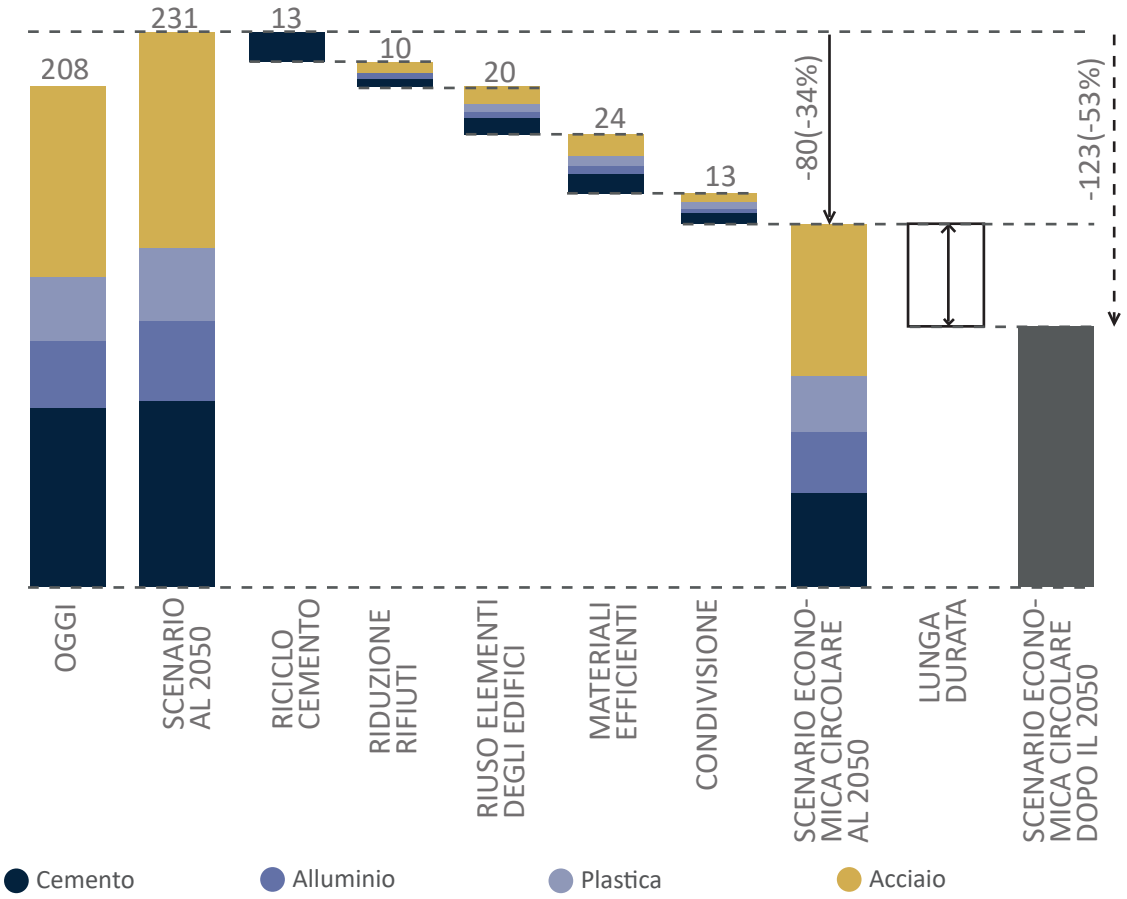


Fig. 43 Abbattimento della CO_2 dato dall'economia circolare, rielaborazione grafico[30]

- Sono realizzati con materiali riciclati o/e sono essi stessi riciclabili;
- Non sono tossici;
- Risultano essere a km0;
- Sono durevoli;
- Efficienti dal punto di vista energetico e del consumo dell'acqua;
- Sono percepiti gradevoli al tatto e alla vista.

Il riutilizzo del patrimonio edilizio esistente è una vittoria che servirà per tutelare l'ambiente ma, anche se gli studi mostrano un beneficio sostanziale a volte il retrofit non è garantito. Per esempio potrebbe sussistere la necessità di non riuscire ad assolvere la necessità di nuove costruzioni. Inoltre il riuso adattivo degli edifici potrebbe comportare una prestazione energetica finale non all'altezza di standard confrontabili con nuovi fabbricati. Infine tutte le strategie di economia circolare e riuso adattive sono realmente molto più costose rispetto ad una demolizione.
Si deve però affermare come la riqualificazione del patrimonio immobiliare risulta essere una soluzione estremamente vantaggiosa che, se scelta insieme a strategie efficaci, è la sola e unica che potrebbe portare al raggiungimento degli standard imposti al 2030 e al 2050.

Se si vuole pensare al mondo delle costruzioni in maniera sostenibile e in termini di economia circolare le aree di intervento all'interno delle quali si agirà comportando miglioramenti sono sicuramente i rifiuti derivati dalla costruzione e demolizione, la sostenibilità e durabilità dei materiali e per finire progettare e gestire le costruzioni in maniera maggiormente sostenibile.

4.2 GESTIONE DEI RIFIUTI

Un'ultreriore importante traguardo raggiungibile attraverso la strategia di economia circolare ed in particolare l'ultima fase del ciclo di vita inerente al riutilizzo dei materiali è la gestione dei rifiuti. Il riciclo dei materiali infatti riduce la quantità dei rifiuti annui prodotti dagli Stati. Ovviamente il riutilizzo è una tecnica utile per diminuire la quantità numerica dei materiali in discarica, ma prima o poi ogni elemento diventerà rifiuto. Certamente la tecnica del riciclo risulta favorevole in quanto spalma in un lasso di tempo maggiore i rifiuti in discarica creandone in quantità minori.

Ogni anno nell'Unione europea si producono 2,5 miliardi di tonnellate di rifiuti e il 10% deriva da quelli urbani. Di questi lo 0,8% appartiene all'agricoltura sevicoltura e pesca, un 8,5% ai nuclei familiari, il 10,3% alla manifattura, il 25,3% alle Industrie estrattive, un 18,7% ad altro ed infine una grande fetta pari a 36,4% è attribuibile all'Edilizia (ovvero rifiuti da costruzione e demolizone) [25]. In Italia la media di RU (rifiuti urbani) pro-capite è di 499 kg/anno leggermente sopra la media europea che si attesta a 489 kg (Parlamento Europeo 2018). Il sistema con cui le comunità gestiscono i propri rifiuti diventa sempre più importante e determina il futuro dei contesti economici, sociali e ambientali. L'Europa ha iniziato da tempo a lavorare su sistemi efficienti e circolari per incentivare comportamenti più virtuosi nella gestione delle risorse e dei rifiuti. Questi ultimi posso diventare materie prime seconde e ridefinire un nuovo quadro economico e sociale dei singoli Paesi e di tutta Europa, ma serve un lavoro di revisione completa dei sistemi di gestione dei rifiuti. È necessario implementare una strategia comune, ridefinire i ruoli e i compiti delle autorità locali, formare degli esperti nel settore e mirare alla diffusione delle buone pratiche. Molto dipende dall'Europa e dalle indicazioni che saprà fornire in futuro, ma tanto altro dipende dai singoli Stati e da chi governerà questa grande opportunità. I benefici di un sistema basato sull'economia circolare, non colpiscono solo specifici settori, ma riescono a diffondersi in modo capillare negli ambiti più disparati. Quindi, maggiore è il coinvolgimento delle comunità e dei diversi comparti territoriali, economici, sociali e culturali, maggiore sarà la capacità di accelerazione di un sistema che tutela l'ambiente e le sue risorse.

4.2.1 NORMATIVA EUROPEA

Durante gli anni '70 l'Europa ha tentato soprattutto di contenere l'impatto ambientale dovuto al fenomeno dello smaltimento, attraverso norme sempre più severe atte a disciplinare le tipologie costruttive delle discariche, a limitare le emissioni degli inceneritori e determinare le caratteristiche tollerabili per i derivati dai rifiuti reimmessi nel ciclo produttivo e nel suolo. Successivamente, attraverso l'Atto Unico Europeo la politica comunitaria ha dato il via alla fase della pianificazione pubblica dello smaltimento (Massarutto 2009:80) [28], provando a responsabilizzare le diverse comunità in merito alla gestione dei propri rifiuti, con la definizione a livello territoriale di una garanzia appropriata di dotazione di impianti da parte delle autorità nazionali, regionali e locali, e inoltre si è riservata la proprietà legislativa nel settore.

A partire dagli anni '90 si è aggiunta a questo approccio una strategia più generale, concentrata su una visione più integrata della filiera dei rifiuti. Quindi da queste premesse nel 1991 il Consiglio europeo ha modificato la direttiva 75/442/Cee [28], con l'introduzione

della direttiva 91/156/Cee [28], che ha sostituito gli artt. 1-12 dell'ex direttiva, ed ha così aggiunto ad essi un aggiornamento di alcune definizioni e ha introdotto elementi del tutto nuovi.

Con il IV Piano d'Azione Ambientale [28] la gestione dei rifiuti rientra nelle quattro aree di azione prioritarie, definite dall'Unione Europea, che devono attuare gli Stati Membri. Un programma che ha investito molto sulla prevenzione dei rifiuti come un aspetto integrato nelle politiche pubbliche, soprattutto per prevenire le gravi conseguenze che avrebbero colpito il territorio se il gran numero di materiale non fosse stato smaltito correttamente (Cotta 2010: 12). Il IV Piano pone attenzione alla prevenzione e al riciclo dei rifiuti, risorsa che fornisce recupero energetico e di materiali e che può creare nuove figure lavorative per le imprese del settore (Cotta 2010: 13). Questo il principio cardine su cui si basava la Strategia Tematica adottata dalla Commissione Europea in questo ambito (COM 2005). Successivamente, due anni dopo, la Commissione Europea decise di riformare il settore e di abrogare le direttive precedenti introducendo la direttiva 2008/98/CE del 19 novembre 2008 (c.d. Direttiva Quadro in materia di rifiuti), nonché l'attuale norma vigente in materia di rifiuti. Con tale norma il Parlamento Europeo ha attuato una revisione generale per: specificare la definizione di rifiuto, recupero e smaltimento; dare maggiore attenzione a misure atte a garantire la prevenzione dei rifiuti; tenere realmente in considerazione l'intero ciclo di vita dei prodotti e dei materiali, prima che questi diventino rifiuti; infine ridurre gli impatti ambientali connessi alla produzione e allo smaltimento dei rifiuti.
Le novità apportate dalla direttiva sono le seguenti:

- Gerarchia dei rifiuti (art.4 e 9) PREVENZIONE: L'obiettivo principale della direttiva è l'azione preventiva, al fine di ridurre il più possibile la produzione dei rifiuti. Sono state definite quindi tali misure: Ogni Stato Membro deve redigere una relazione intermedia sull'evoluzione della produzione dei rifiuti, che includa una politica di progettazione ecologica, da aggiungere ad un piano d'azione atto a modificare effettivamente i modelli di consumo nazionali, entro la fine del 2011. Si devono inoltre definire obiettivi per la prevenzione dei rifiuti e la dissociazione per il 2020, entro la fine del 2014. PREPARAZIONE PER IL RIUTILIZZO E RICICLAGGIO (art. 4 e 11): Gli Stati membri devono promuovere il riutilizzo dei prodotti e adottare le misure necessarie per le attività di riutilizzo, come la costituzione di reti di riutilizzo e riparazione. Gli Stati quindi devono adottare tali misure: Il riutilizzo e il riciclaggio di carta, metalli, plastica e vetro dei nuclei domestici deve aumentare almeno del 50% in termini di peso, entro il 2020. Devono riutilizzare, riciclare e recuperare rifiuti da costruzione e demolizione non pericolosi, deve aumentare almeno del 70% in termini di peso, entro il 2020. Inoltre, ogni tre anni, come sancisce l'articolo 37, gli Stati membri devono riferire alla Commissione i risultati relativi agli obiettivi raggiunti e, nel caso in cui non fossero conseguiti, bisogna specificarne il motivo e le azioni che si intendono intraprendere per rimediare a tale mancanza. RECUPERO DI ENERGIA (art. 4 e 10): Gli Stati membri devono adottare misure atte a garantire che i rifiuti vengano trattati con operazioni di recupero a norma e senza impatti negativi per l'ambiente. SMALTIMENTO (art. 4 e 12): Qualora il rifiuto non possa essere recuperato, gli Stati membri provvedono al suo smaltimento con operazioni a norma e senza impatto dannoso per l'ambiente;
- SOTTOPRODOTTI: Una sostan-

za o un oggetto è tale solo se: Verrà con certezza nuovamente utilizzato; Può essere utilizzata/o direttamente senza trattamenti diversi dalla normale pratica; E' prodotta/o come facente parte di un processo di produzione e il suo utilizzo è legale, dunque rispetta la protezione della salute e dell'ambiente;

- CESSAZIONE DELLE QUALIFICA DI RIFIUTO: Alcuni rifiuti non sono considerati più tali nel momento in cui: Possono essere utilizzati per fini specifici; Sono richiesti da un mercato o una domanda; Soddisfano gli standard e le normative; Il loro utilizzo non porta a impatti negativi sull'ambiente o la salute umana.

La Direttiva Quadro ha l'obiettivo principale di creare le condizioni affinchè L'Europa riduca drasticamente i rifiuti prodotti (Feliziani 2014: 36), al fine di creare una società a rifiuti zero "Zero Waste" basata sui principi di prevenzione, chi inquina paga e di responsabilità estesa del produttore (EPR).
L'ultimo aggiornamento del settore risale al 4 luglio 2018, con l'introduzione del "pacchetto economia circolare", con obbligo di ricezione entro il 5 luglio 2020. Il pacchetto ha introdotto quattro nuove direttive. In particolare, la Direttiva 2018/850/UE [28], modifica la Direttiva Quadro 2008/98 [28], definendo nuovi obiettivi di raccolta, riciclo e smaltimento, in concomitanza con gli impegni presi dall'Unione Europea nell'Agenda 2030 (UNGA 2015). L'obiettivo primario degli Stati membri con l'introduzione della Direttiva quadro è quindi quello di attuare ogni tipo di misura che possa prevenire il deterioramento dell'ambiente (Feliziani 2014: 42) mentre precedentemente gli sforzi si erano concentrati prevalentemente sull'assicurare lo smaltimento dei rifiuti. Attualmente la politica ambientale europea sembra determinata a perseguire un modello di green and circular economy, fondato sui principi dello sviluppo sostenibile e dell'ecoefficienza.

4.2.2 EUROPA 2020 E IL "PACCHETTO ECONOMICA CIRCOLARE"

Tra la fine del secolo scorso e gli inizi del nuovo millennio, forti condizionamenti economici hanno determinato un disallineamento tra i diversi Paesi del Mondo non scongiurando i Paesi Europei coinvolti anch'essi da crisi economiche e sociali. Per uscire da questa situazione di stallo, venne lanciata dalla Commissione europea la strategia EUROPA 2020 [29]: per una crescita intelligente, sostenibile e inclusiva, destinata a cambiare le sorti dell'Europa.
L'Europa si pone l'obiettivo di promuovere un'economia sostenibile nell'uso delle risorse per favorire un passaggio ad un modello ipoteticamente più green, circolare e a basse emissioni di CO_2:

- Crescita intelligente: sviluppare un'economia basata sulla conoscenza e sull'innovazione;
- Crescita sostenibile: promuovere un'economia più efficiente sotto il profilo delle risorse, più verde e più competitiva;
- Crescita inclusiva: promuovere un'economia con un alto tasso di occupazione che favorisca la coesione sociale e territoriale.

Nel quadro complessivo degli interventi e degli stessi obiettivi, esiste un legame con la gestione dei rifiuti, in quanto gli stessi e il loro potenziale riutilizzo/riciclo nella accezione alla circolarità economica, incidono profondamente sulla tutela ambientale e sul benessere della persona in riferimento alla produzione di esternalità ambientali negative. In questo contesto emerge con chiarezza

una volontà nel definire un percorso sempre più articolato verso l'uso efficiente delle risorse disponibili e nella produzione e gestione dei rifiuti.

La Commissione Europea, il 4 luglio 2018, approva quattro nuove Direttive 2018/849-850-851-852 (GUUE L150, 2018) che delineano innovative prospettive per il futuro dell'economia e della società e definite "Pacchetto Economia Circolare" recepite in Italia con d.lgs. 116/2020 chiamato anche "Decreto Rifiuti". A livello europeo e naturalmente in ogni singolo Stato dell'UE questo intervento normativo, che inserisce importanti novità strettamente connesse al mercato dei rifiuti e in generale all'economia, cambia radicalmente la concezione di mercato legato alla produzione, al reperimento di risorse e alla gestione delle merci e delle filiere in generale. Si tratta di una serie di misure ambiziose nell'ottica più ampia di creazione di una European Circular Economy (Lazarevic and Valve, 2017).
Le norme introducono nuove definizioni come quella dei rifiuti urbani: rifiuti domestici indifferenziati e provenienti da raccolta indifferenziata; rifiuti indifferenziati e da raccolta differenziata provenienti da altre fonti equiparabili ai rifiuti domestici per natura e quantità; rifiuti risultanti dalla pulizia dei mercati e dalla nettezza urbana.
In tema di prevenzione, si chiede agli Stati membri l'adozione di misure volte a ridurre la produzione di rifiuti, come l'incentivo all'utilizzo di prodotti durevoli, riparabili e riciclabili o la creazione di sistemi che promuovano attività di riutilizzo, in particolare per le Apparecchiature Elettriche ed Elettroniche (AEE), i tessili e i mobili.
Il Pacchetto Economica Circolare individuare cinque settori principali sui quali agire attraverso strategie a lungo termine. In particolare vengono evidenziate le materie plastiche, i rifiuti alimentari, le materie prime essenziali, i rifiuti da costruzione e demolizione e la bomassa e materiali biologici.
Il nuovo sistema prevede inoltre l'introduzione di incentivi economici per le Regioni, che potranno premiare i Comuni più virtuosi nella riduzione della produzione annua di rifiuti. Per i Rifiuti solidi urbani l'obiettivo è di riciclarne il 65% entro il 2035, con tappe intermedie del 55% al 2025 e 60% al 2030. Sul fronte imballaggi, il target è del 65% al 2025 e del 70% al 2030. Entro il 2035, non più del 10% dei rifiuti potrà essere conferito in discarica. I già citati obiettivi potranno essere rivisti nel 2024. E' inoltre fondamentale che tutte le tipologie di rifiuti vengano tracciati e siano reperibili per provvedere ad un operazione di smaltimento sicura.
Le sfide del "Pacchetto Economia Circolare" (GUUE L150, 2018), come impulso normativo per stimolare e creare un'economia circolare, basata su riciclo e su nuove politiche di forte riduzione dello smaltimento in discarica e/o combustione dei rifiuti, come ipotesi da considerare in casi eccezionali, sono ambiziose, soprattutto alla luce dei diversi approcci dei singoli Stati membri. Negli anni le indicazioni e le direttive dell'UE hanno seguito una strada sostanzialmente più decisa verso una gestione dei rifiuti più consapevole e attenta. Queste indicazioni hanno avuto effetti considerevoli e nel tempo le azioni dei singoli Stati europei si sono rilevate efficaci e coerenti con le direttive programmate:

- Nel periodo 2005-2016 la quantità media totale dei rifiuti urbani pro capite nell'UE è diminuita del 7%;
- Secondo i dati Eurostat del 2016, il 47% di tutti i rifiuti urbani prodotti in Europa viene riciclato e composto;
- Per quanto riguarda le discariche, esistono due differenti approcci che caratterizzano i Paesi membri.

Da un lato il conferimento, a parte piccolissime eccezioni, non viene più utilizzato come sistema di smaltimento rifiuti nei Paesi del

nord-ovest dell'Europa come Belgio, Paesi Bassi, Svezia, Danimarca, Germania, Austria, Finlandia, i quali gestiscono i rifiuti urbani soprattutto attraverso l'utilizzo di inceneritori e metodi di riciclo; dall'altro, nei Paesi dell'est e sud Europa l'utilizzo delle discariche rappresenta ancora il metodo principale per la gestione dei rifiuti: Malta, Cipro, Romania per l'80% o più; Ungheria, Croazia, Lettonia, Slovacchia, Bulgaria per più del 60% (Parlamento Europeo 2018) [25]. I dati riportati confermano che l'Europa si sta dirigendo con successo verso i target e gli obiettivi fissati per il 2035. Rimangono differenze strutturali tra il Nord e il Sud d'Europa e questo gap trova conferma dei dati disaggregati (Parlamento Europeo 2018).

Secondo i dati Eurostat e della Commissione europea i rifiuti urbani al 2018 [25] la nazione con una maggiore produzione di Rifiuti risulta essere stata la Danimarca con 766 kg/capite. Occorre però soffermarsi sul trattamento dei rifiuti, in quanto anche se risulta avere una quantità maggiore di rifiuti però solo l'1% viene smaltito in discarica ed il restante 46% viene riciclato. La Germania, Austria e Slovenia sono coloro che hanno una visione maggiormente ambiziosa riguardo allo smaltimento poichè anche se risultano produrre una quantità importante di rifiuti li riciclano rispettivamente del 68%, e 58%. La Romania per esempio è la Nazione con la minor produzione di rifiuti 272 kg/capite di cui però ben il 71% vengono smaltiti in discarica e quindi non riciclati. L'Italia come produzione di rifiuti si pone in una parte centrale rispetto a tutte le altre nazioni, con 499 kg/capite di cui il 48% riciclati ed il restante 26% smaltiti in discarica.

In particolare per quanto concerne i rifiuti da costruzione e demolizione il pacchetto economia circolare cercherò di effettuare strategie necessarie per recuperare la maggiore quantità possibile di materiale. Il progetto verrà infatti studiato con orientamento alla predemolizione ovvero studiare un manufatto per incrementare il riciclaggio dei materiali in caso di dismissione.

4.2.3 RIFIUTI DA COSTRUZIONE E DEMOLIZIONE C&D

Come si è anticipato precedentemente il settore dell'edilizia risulta essere particolarmente impattante riguardo alla creazione di rifiuti. Infatti a livello Europeo il 33,5% dei rifiuti totali ed il 40% della produzione di energia proviene dal settore delle costruzioni. Secondo il Decreto Legislativo 205/2010 i rifiuti facenti parte dell'edilizia quindi da costruzione e demolizione sono classificati come rifiuti non pericolosi ed appartenenti a tutte quelle attività di costruzione, demolizione e scavo. In Italia vengono prodotti 43 milioni di tonnellate all'anno di tali rifiuti e il 53% in peso proviene da microdemolizioni del settore residenziale. Il 39% deriva da microdemolizioni del patrimonio edilizio non residenziale e solo l'8% da demolizioni di interi edifici. In particolare all'interno del ciclo di vita di un manufatto edile i rifiuti da C&D provedono da diverse fasi e attività edilzie. In particolare grande impatto lo crea la costruzione manutenzione e demolizione. I rifiuti da costruzione e demolizione sono quindi i rifiuti maggiormente impattanti, basti pensare ai 374 milioni di tonnellate che l'Unione Europea ha realizzato nel 2016 (escludendo lo scavo dei terreni).
Solitamente il conteggio dei rifiuti sia da demolizione sia da costruzione viene realizzato in maniera univoca anche se occorre sottolineare come questi si producano in momenti differenti del ciclo di vita di un immobile. Infatti per quanto concerne i rifiuti provenienti dalla prima fase di costruzione, essi sono

meno contaminati e facilmente diversificabili per una corretta riciclabilità. In secondo luogo invece i rifiuti provenineti da demolizoni sono maggiormente contaminati, basti pensare alla realizzazione di una parete e della sua complessità. Entrano infatti in gioco materiali come vernici, colle, isolanti.. elementi che potrebbero aumentarne la difficoltà di separazione e quindi di corretta riciclabilità.

Adottare una strategia di economia circolare è alla base per un miglioramento delle emissioni di anidride carbonica. Infatti una gestione maggiormente consapevole dei rifiuti può provare numerosi benefici tra cui:

- La diminuzione delle estrazioni delle materie prime diminuirebbe in primis l'inquinamento atmosferico ed anche le spese di smaltimento di rifiuti estrattivi;
- Dalle cave di estrazioni alle industrie un forto impatto in termini di emissioni di anidride carbonica lo realizzano anche i trasporti. Eliminare la prima fase significa quindi eliminare le emissioni di CO_2 ed anche le spese economiche sostenute per i trasporti;
- Si potrebbe creare una "dematerializzazione" ovvero una cessazione dalla dipendenza dalle materie prime. infatti il modello di economia lineare non è più sostenibile e prima o poi non sarà più facile reperire le materie prime.

Numerosi sono gli obbiettivi di riciclaggio di materiale proveniente da C&D e entro il 2020 l'Unione Europea si era imposta un recupero pari al 70% e la maggior parte delle Nazioni superò tale obbiettivo già nel 2016. Occorre però soffermarsi sulla veridicità dei

STATO MEMBRO	C&D (migliaia di tonnellate	Materiale riciclato (%)	Materiale in discarica (%)
Germania	59	17	83
U.K.	30	45	55
Francia	24	15	85
Italia	20	9	91
Spagna	13	<5	>95
Olanda	11	90	10
Belgio	7	87	13
Austria	5	41	59
Portogallo	3	<5	>95
Danimarca	3	81	19
Grecia	2	<5	>95
Svezia	2	21	79
Finlandia	1	45	55
Irlanda	1	<5	>95
Lussemburgo	-	-	-

Fig. 44 Produzione e gestione rifiuti UE, rielaborazione grafico[25]

dati. Infatti tutte le Nazioni hanno attuato piani e strategie affinchè i materiali non vengano smaltiti in discariche ma riciclati. Ad oggi però nella fase di demolizione i materiali non sono ancora del tutto riutilizzabili tali da poter parlare di un sistema a ciclo chiuso. Approfondendo maggiormente il tema infatti si vedrà come la maggior parte dei materiali ricilati da demolizioni venga riuitilizzato in maniera tale da declassare il proprio valore qualitativo. Infatti quasi tutti i rifiuti riutilizzati dalla demolizione sono inerti e vengono riutilizzati per fondi stradali così da non poter parlare di una vera e propria economia circolare poichè il recupero viene sempre fatto di bassa qualità. In una vera economia circolare i materiali vegnono conservati il più a lungo possibile e mantenendo il valore qualitativo più alto possibile.
Esistono infatti azioni più o meno virtuose rispetto all'uso dei rifiuti da C&D. L'azione meno favorita risulta essere lo "smaltimento" in deposito o discarica, lo stoccaggio permanente in impianti e l'incenerimento senza recupero di energia. Successivamente si ha l'azione di "recupero" trasformando i rifiuti in energia. L'azione di "riciclo" si posiziona al terzultimo posto poichè i materiali vengono comunque riprocessati per ottenere nuovi materiali da utilizzare nella stessa funzione originaria o per altri scopi. Si passa poi al "riutilizzo" in cui si controllano e riparano i beni senza profonde lavorazioni. Vi è poi l'azione di "riduzione" in cui si riduce la quantità di rifiuti (per esempio la riduzione del volume degli imballaggi, del trasporto..). Infine la "prevenzione" risulta esssere l'azione maggiormente virtuosa poichè promuove il riciclo di qualità e differenziato.

Se si parla esclusivamente di azioni di riciclaggio invece si deve tenere in considerazione la tecnologia di recupero disponibile sul territorio al momento e la modalità esecutiva. Il potenziale di riciclabilità di un materiale risulta essere meno virtuoso con azioni di discarica rifiuti spaciali, discarica inerti ed incenerimento. Si passa poi ad azioni maggiormente sostenibili con l'azione di riciclaggio a basse ed alte capacità prestazionali per poi utilizzare materiali biodegradabili.

La gestione dei rifiuti da demolizione e costruzioni dovrebbe essere sviluppata in diverse frazioni. In parte si dovrebbe infatti riutilizzare, riciclare, utilizzare dal punto di vita termico ed in parte non recuperare. Se si sceglie una demolizione tradizionale i rifiuti non verrano diffferenziati e il trattamento che possono ricevere risulta essere un riciclaggio di bassa qualità o un conferimento in discarica. Se invece si parla di economia circolare e gestione integrata dei rifiuti da C&D, essi si dovrebbero suddividere in rifiuti inerti lapidei, carta e cartone, materie plastiche, legno, metalli e vetro, componenti riusabili come infissi e radiatori ed infine rifiuti non recuperabili.
Per quanto concerne i rifiuti inerti o lapidei essi avranno bisogno di un trattamento eseguendo un riciclaggio di alta qualità. I manufatti di cartone, legno, metallo, vetro e plastica (esempio balconi, travi, coppi, tegole..) invece potranno essere recuperate. I rifiuti non recuperabili invece dovranno essere smaltiti in appositi luoghi.

Nella figura 45 vengono mostrate le principali azioni all'interno di una visione circolare che migliorano la gestione dei rifiuti da costruzione e demolizione.

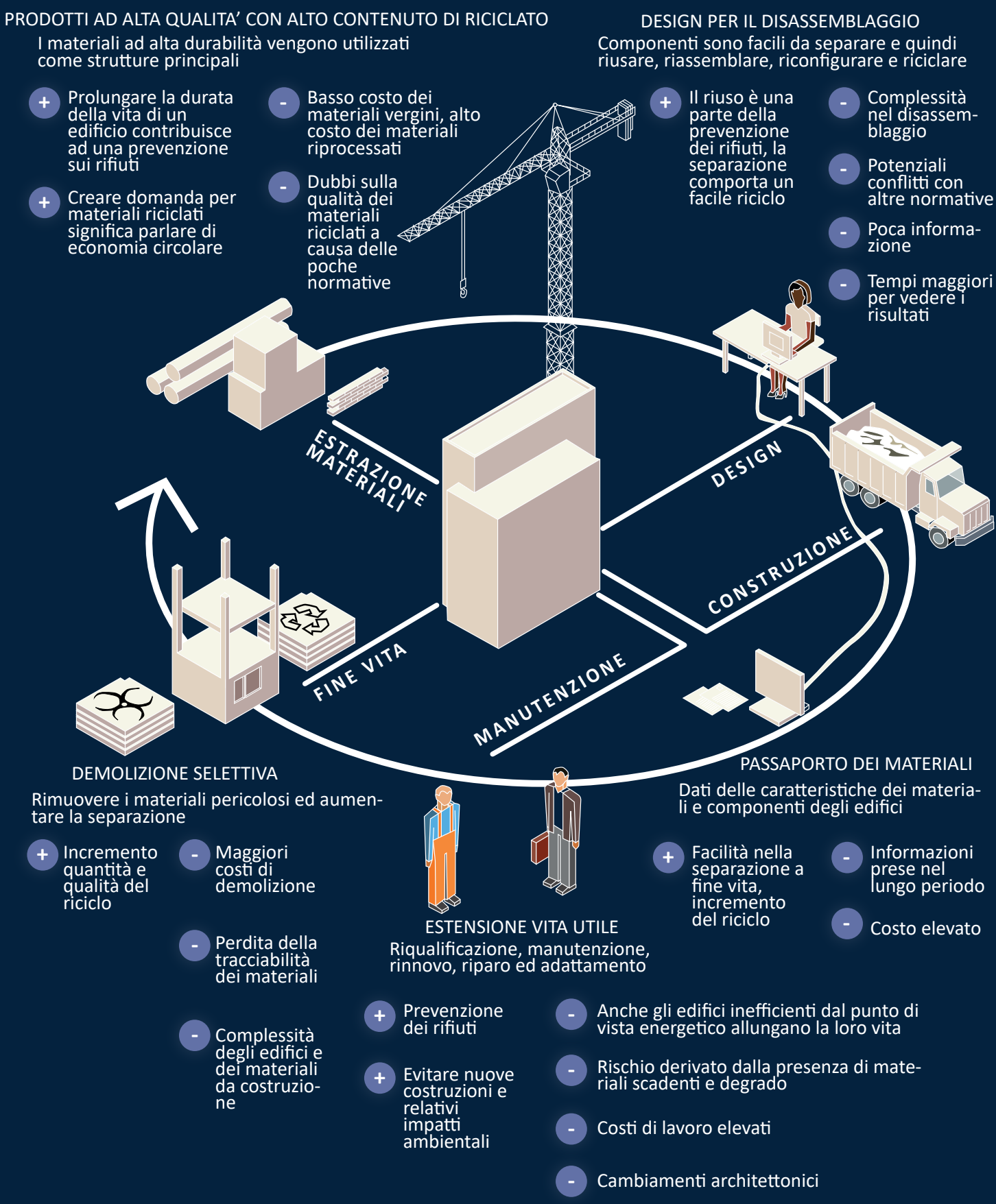


Fig. 45 Azioni circolari per migliorare la gestione dei rifiuti, rielaborazione grafico[29]

L'Unione Europea ha adottato diverse strategie nel settore dei rifiuti da C&D per incentivare le Nazioni ad eseguire azioni di riciclaggio e di riuso. Per raggiungere gli obbiettivi di neutralità climatica al 2050 occorrerà lavorare in maniera sostanziale all'interno della sfera dell'edilizia. Infatti le attività legate al mondo delle costruzioni (dall'estrazioni dei materiali sino allo smaltimento dei rifiuti) generano delle quantità di emissioni di anidride carbonica che risultano essere il 12% rispetto alle totali emissioni.
Proprio per questo all'interno del Green Deal si parla della "Renovation Wave" e della sua ottimizzazione secondo una scelta di strategia di economia circolare. Proprio uno degli elementi costitutivi del Green Deal infatti risulta essere il "Circular economy action plan" ovvero un piano adottato nel 2020 per consentire all'Europa una transizione verso l'economia circolare per raggiungere la neutralità climatica entro il 2050 ed arrestare l'attuale perdita delle biodiversità. Tale rapporto si basa su iniziative prese riguardo l'intero ciclo di vita di un manufatto, riflettendo maggiormente sul garantire un'eliminazione riguardo la creazione di rifiuti.

In Europa si sono attuate diverse strategie per poter essere concordi al Green Deal ed al piano di azione per l'economia circolare. Ci sono stati azioni di riqualificazioni in casi studio che hanno permesso la realizzazione dei principi prima citati.
In Olanda presso " Alliander Headquarter" [29] vi è stata una riqualificazione tra il 2021 ed il 2015. In tale caso studio sono stati riutilizzati il 90% delle strutture portanti dell'edificio. Per fare ciò è stato sviluppato una mappatura dell'edificio per identificare le proprietà di materiali e il riutilizzo degli stessi facendo così una "demolizione selettiva".
In Belgio invece si può parlare del caso studio "Circular Retrofit Lab" [29] riqualificazione eseguita tra il 2015 ed il 2019 in cui vi è stata una pianificazione dell'azione di riqualificazione programmando la fine vita dell'immobile. Infatti si sono utilizzate pareti prefabbricate off site e pianificato tutte le parti dell'involucro per una ipotetica seconda vita dello stesso.
Infine in Danimarca la riqualificazione del complesso "Katrinedals Skole" [29] del 2017 ha utilizzato laterizi provenienti da demolizioni urbane che attraverso un'upcycling sono stati riutilizzati per il trattamento superficiale dell'immobile.

Occorre però affermare che ci sono molti ostacoli al momento riguardo all'economia circolare, sia a livello italiano e sia europeo. In particolare risulta essere un fattore economico poichè si tende a voler minimizzare sempre il costo totale di un intervento e in alcuni casi l'utilizzo di materie prime seconde sicuramente risulta essere meno economico rispetto ai materiali primari. Occorrebbe creare un mercato competitivo per aumentarne la domanda e quindi anche la produzione. Inoltre ancora ad oggi vi è uno scetticismo riguardo all'utilizzo di materiale riciclato poichè vi è la credenza che i materiali "vergini" abbiano una migliore performance. In questo caso occorerebbe aumentare la fiducia verso le materie prime seconde e definirne anche standard maggiormente precisi. Inoltre un'altra barriera riguara l'attuare una strategia di economia circolare che sicuramente comporterà enormi benefici ma questi si svlupperanno lungo l'intera durata degli edifici e non si vedranno da subito.

4.2.4 CONSIDERAZIONI

L'idea dell'Unione europea è quella di puntare a diventare un'economia circolare attraverso una transizione che implica cambiamenti sistemici nelle trasformazioni delle risorse naturali e nei processi dei materiali e offrire una risposta alternativa a quello che viene comunemente etichettato come il modello economico convenzionale "prendi-fai-smaltisci" (Lazarevic and Valve 2017). Ci sta riuscendo? Sicuramente l'analisi fatta in questo lavoro può farci esprimere un giudizio positivo su una serie di obiettivi che l'Europa ha raggiunto in questi ultimi dieci anni. Il percorso iniziato nelle Comunità Europee molti anni addietro ha creato solide basi sulle quali poter costruire modelli virtuosi e trainanti. I NSM hanno ancora molta strada da recuperare rispetto ai vecchi Stati e su questo la sfida dell'UE è molto ardua, ma la direzione è giusta. L'altra considerazione da fare è che molti dei vecchi Stati membri adottano sistemi di incenerimento con massicce quantità di rifiuti e questa pratica sarà difficile da smantellare. Questo fattore incide molto sulla capacità dei Paesi di riciclare, perché si preferisce incenerire e termovalorizzare, che impegnare risorse per differenziare e riciclare. In questo caso l'Europa ha molti strumenti a disposizione per incentivare o disincentivare i comportamenti e quindi in futuro possiamo immaginare che molto dipenderà dalla capacità politica e dall'opportunità economica, e poco dall'idea di continuare verso una strada sempre più green. L'altro aspetto che dobbiamo considerare è più legato a fattori sociologici e cioè, l'Europa sarà in grado di trasformare il cittadino da consumatore a operatore? In un quadro di sistema più avanzato dove la partecipazione del singolo cittadino al processo di economia circolare è fondamentale, quali strumenti l'Europa utilizzerà per culturalizzare (o civilizzare ecologicamente) le comunità?

L'End of Waste potrebbe rappresentare uno degli elementi maggiormente importanti dell'economia circolare. Il rifiuto infatti dovrebbe risultare essere una risorsa e non un problema. Riportando un esempio cardine di questo approccio in Gran Bretanga la strategia sviluppata "Waste & Resource Action Programme" risulta essere emblematica. All'interno di tale azione infatti viene incentivata una progettazione senza rifiuti nell'intero ciclo di vita dell'immobile usufruendo solo di materie prime seconde (ovvero rifiuti riciclati e dotati una virtuosa qualifica).

Come detto precedentemente l'estrazione dei materiali, la costruzione e la manutenzione genera una quantità contingente di emissioni di anidride carbonica. Secondo degli studi si evidenziano cinque strategie principali per ridurre tale emisssioni che si incentrano sull'estensione della vita del prodotto e la massimizzazione dell'uso, il riciclaggio, l'introduzione dell'economia circolare, la riduzione del consumo del materiale e l'utilizzo di tale elemento ma con alternative che consentono delle basse emissioni di anidride carbonica. L'energia incorporata dei materiali nel settore delle costruzioni è quindi fondamentale poichè le emissioni di CO_2 nei materiali da costruzione rappresentano il 40-50% del carbonio totale presente in un edificio. Occorre però affrontare tale tematica non solo dal punto di vista della corretta gestione dei rifiuti perchè si potrebbe sponsorizzare un uso tale da ridurre il ciclo di vita considerando una fase d'uso minore. Ci si dovrebbe porre al principio della questione occupandosi di promuovere l'estensione della vita dei prodotti edilizi ed adottare pratiche opportune per la manutenzione. Importante è l'uso della LCA e determinare i benefici che si possono avere dal riciclo di un prodotto.

5

CAPITOLO

5.GLI APPROCCI EUROPEI ED ITALIANI

5.1 POLITICHE E PROGRAMMI PER IL MIGLIORAMENTO ENERGETICO IN EUROPA

> "La legislazione in Europa ha stabilito un quadro giuridico ambizioso per rendere più ecologici gli edifici europei. La sfida sara' per gli stati membri far sì che cio' accada con la spinta necessaria, attraverso politiche edilizie efficienti, codici e programmi che affrontino le numerose barriere esistenti oggi" [4]

Il miglioramento delle prestazioni energetiche degli edifici è determinato dalle decisioni di un gran numero di soggetti interessati.
E' importante comprendere la definizione delle politiche per concepire al meglio i fattori che influenzano tali decisioni. In aiuto a tale difficile azione vi è l'indagine BPIE [4] che ha incluso la raccolta di informazioni su "barriere" specifiche all'interno dei singoli paesi, riflettendo le priorità e le diverse circostanze che influenzano l'attuazione e i miglioramenti in termini di risparmi energetici.

L'esperienza di diversi decenni ha individuato numerosi ostacoli che intralciano l'adozione di misure di ristrutturazione. Il fatto che vi sia un grande potenziale economico non sfruttato per migliorare il rendimento energetico degli edifici è la prova che i consumatori e gli investitori, così come la società in generale, non sono propensi ad investire nel risparmio energetico. Le dinamiche di mercato, tuttavia, non seguono sempre un percorso rettilineo e ci sono una moltitudine di ragioni per cui i consumatori o i proprietari di edifici prendono decisioni specifiche. C'è bisogno di una migliore comprensione del motivo per cui i consumatori agiscono in quel modo, e

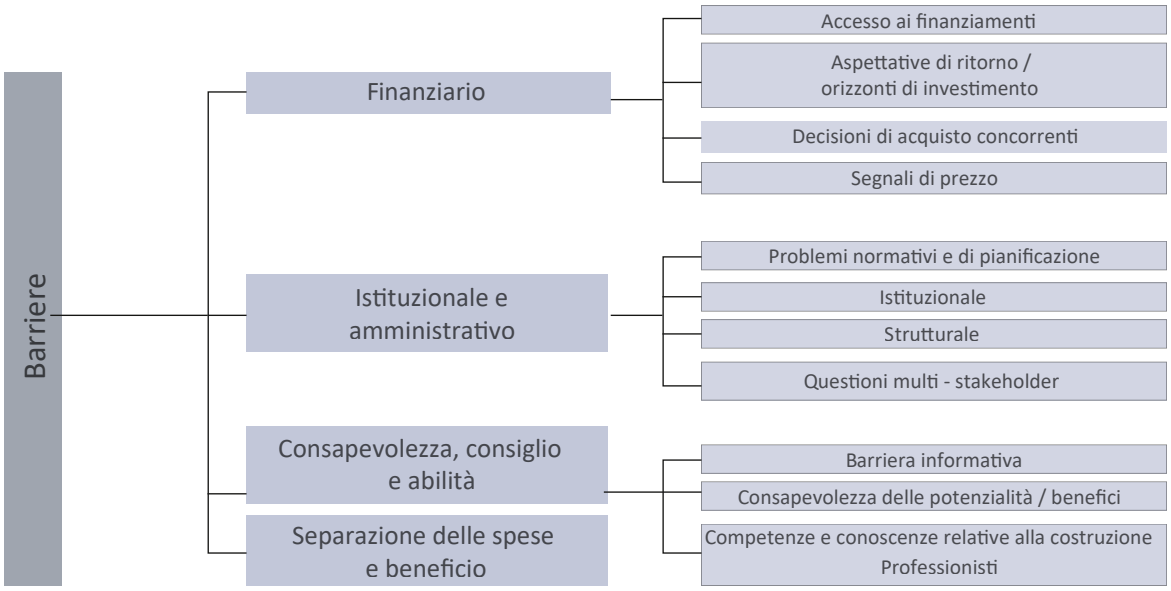


Fig. 46 Classificazione delle barriere, rielaborazione grafico[4]

questa, combinato con una varietà di altri fattori che influenzano le decisioni, deve essere compresa e affrontata se si vuole che un'ambiziosa strategia di retrofit abbia successo.

Le barriere che incidono sulla ristrutturazione del patrimonio edilizio esistente rappresentano la stragrande maggioranza degli edifici e il più grande potenziale di risparmio energetico.
In questo studio, singoli esperti e diverse organizzazioni in tutta Europa hanno segnalato barriere di particolare rilevanza per i loro paesi. Nonostante alcune eccellenti iniziative per migliorare le prestazioni energetiche del patrimonio edilizio europeo, è chiaro che una molteplicità di barriere sta limitando gravemente il raggiungimento del pieno potenziale. L'indagine BPIE ha individuato le seguenti 4 principali categorie di barriere che hanno un particolare impatto sugli edifici esistenti:

- Finanziario;
- Istutizionale e amministrativo;
- Consapevolezza, consigli e competenze;
- Separazione di spesa e beneficio.

5.1.1 DIRETTIVE SUL RENDIMENTO ENERGETICO NELL'EDILIZIA

Il settore dell'edilizia è fondamentale per raggiungere gli obiettivi energetici e ambientali imposti dall'Unione Europea. Allo stesso tempo, edifici migliori e più efficienti dal punto di vista energetico migliorano la qualità della vita dei cittadini, apportando vantaggi aggiuntivi all'economia e alla società. Migliorare le prestazioni energetiche degli edifici è un fattore chiave per garantire la transizione verso un'economia "verde" efficiente sotto il profilo delle risorse e per raggiungere gli obiettivi "EU Climate & Energy", ovvero una riduzione del 20% delle emissioni di gas ad effetto serra ed un risparmio energetico del 20% entro il 2020. Riducendo il consumo energetico degli edifici, si otterrà una riduzione diretta delle emissioni di GHG associate e si avvierà un'implementazione più rapida ed economica delle fonti di energia rinnovabile.

Il Piano d'Azione indica che, negli edifici residenziali (che hanno un potenziale di risparmio in termini di costi entro il 2020 stimato a circa il 27%), l'adeguamento dell'isolamento di pareti e tetti offre le maggiori opportunità di risparmio.

Per aumentare il rendimento energetico degli edifici, l'UE ha istituito un quadro legislativo che include la direttiva sul rendimento energetico negli edifici 2010/31/UE (EPBD) che, a livello Europeo, è il principale motore politico che influenza l'uso dell'energia negli edifici, e la direttiva sull'efficienza energetica 2012/27/UE. Queste due direttive insieme promuovono politiche che aiutano:

- Raggiungere un patrimonio edilizio altamente efficiente dal punto di vista energetico e decarbonizzato entro il 2050;
- Creare un ambiente stabile per le decisioni di investimento;
- Consentire ai consumatori e alle imprese di fare scelte più informate per risparmiare energia e denaro.

Grazie all'introduzione delle normative riguardanti il rendimento energetico nei regolamenti edilizi nazionali, gli edifici ad oggi consumano solo la metà degli edifici tipici degli anni '80.
L'EPBD copre un'ampia gamma di politiche e misure di supporto che aiuteranno i governi nazionali dell'UE a migliorare le prestazioni energetiche degli edifici e a migliorare il patrimonio edilizio esistente.
Si riportano infatti degli esempi riguardanti l'aspetto positivo di tale regolamento:

- I paesi dell'UE devono stabilire solide

strategie di ristrutturazione a lungo termine, volte a decarbonizzare il parco immobiliare nazionale entro il 2050, con traguardi indicativi per il 2030, il 2040 e il 2050. Le strategie dovrebbero contribuire al raggiungimento degli obiettivi di efficienza energetica dei piani nazionali per l'energia e il clima (PNEC);

- I paesi dell'UE devono stabilire requisiti minimi di prestazione energetica ottimali in termini di costi per i nuovi edifici, per gli edifici esistenti sottoposti a importanti ristrutturazioni e per la sostituzione o il retrofit di elementi edilizi come sistemi di riscaldamento e raffreddamento, tetti e pareti;
- Tutti i nuovi edifici devono essere edifici a energia quasi zero (nZEB) dal 31 dicembre 2020. Dal 31 dicembre 2018, tutti i nuovi edifici pubblici devono già essere nZEB;
- All'atto della vendita o della locazione di un edificio devono essere rilasciati attestati di prestazione energetica e predisposti schemi di ispezione degli impianti di riscaldamento e condizionamento;
- L'elettromobilità è supportata dall'introduzione di requisiti minimi per i parcheggi oltre una certa dimensione e altre infrastrutture minime per gli edifici più piccoli;
- Viene introdotto uno schema europeo facoltativo per la valutazione della "prontezza intelligente" degli edifici;
- Vengono promosse le tecnologie intelligenti, anche attraverso requisiti sull'installazione di sistemi di automazione e controllo degli edifici e sui dispositivi che regolano la temperatura a livello della stanza;
- La salute e il benessere degli utenti dell'edificio sono affrontati, ad esempio, considerando la qualità dell'aria e la ventilazione;
- I paesi dell'UE devono redigere elenchi di misure finanziarie nazionali per migliorare l'efficienza energetica degli edifici;
- Sebbene non sia stata effettuata una valutazione completa dell'impatto dell'EPBD, si stima che, se attuato in modo completo e corretto, il risparmio energetico potrebbe raggiungere i 96 Mtep di energia finale nel 2020, ovvero il 6,5% della domanda energetica finale dell'UE29.

Oltre a questi requisiti, ai sensi della Direttiva sull'efficienza energetica (2012/27/UE), i paesi dell'UE devono effettuare ristrutturazioni energeticamente efficienti per almeno il 3% della superficie totale degli edifici di proprietà e occupati dai governi centrali. Si raccomanda ai governi nazionali di acquistare solo edifici ad alta efficienza energetica.

La Commissione ha stabilito una serie di norme e relazioni tecniche di accompagnamento a sostegno dell'EPBD, denominate norme sulla prestazione energetica degli edifici (standard EPB). Questi sono gestiti dal Comitato europeo di normalizzazione (CEN).
L'integrazione dei requisiti energetici durante la fase di progettazione o retrofit di un edificio è un fattore chiave per l'attuazione di misure di efficienza energetica che a sua volta evidenzia il ruolo dei codici energetici edilizi nella riduzione della CO_2 emissioni e raggiungere il potenziale di risparmio energetico degli edifici. Diversi Stati membri hanno introdotto requisiti del codice edilizio (criteri prescrittivi) associati alle prestazioni termiche di edifici a seguito dell'aumento del prezzo del petrolio negli anni '70, mentre i requisiti in alcuni paesi scandinavi sono in vigore dalla metà degli anni '40.

La direttiva sul rendimento energetico nell'edilizia (EPBD, 2002/91/CE) è stato il primo grande tentativo di richiedere a tutti gli Stati membri di introdurre un quadro generale per la definizione dei requisiti del codice energetico degli edifici basato su un approccio "intero edificio" (il cosiddetto approccio basato

sulle prestazioni). Sebbene la sussidiarietà si applichi all'attuazione della direttiva EPBD, gli Stati membri erano tenuti a introdurre un metodo a livello nazionale o regionale per calcolare la prestazione energetica degli edifici sulla base di questo quadro e applicare requisiti minimi sulla prestazione energetica dei nuovi edifici e dei grandi edifici esistenti soggetti a ristrutturazioni importanti. A seguito della direttiva EPBD del 2002, i requisiti hanno gradualmente iniziato a passare da un approccio prescrittivo a un approccio basato sulle prestazioni, che è considerato un importante cambiamento nelle tendenze del codice edilizio.

Si prevedono inoltre importanti cambiamenti attraverso l'applicazione del concetto di ottimizzazione dei costi nei requisiti di prestazione energetica introdotti dalla rifusione della direttiva EPBD nel 2010 (2010/31/UE). Gli Stati membri sono tenuti a fissare i propri requisiti nazionali in base ai livelli ottimali in base ai costi applicando una metodologia di calcolo armonizzata (articolo 5 e allegato III della rifusione della direttiva EPBD). L'introduzione dell'ottimizzazione dei costi nelle normative edilizie avrà probabilmente un impatto significativo in molti paesi, con requisiti migliorati e ulteriormente rafforzati. I livelli ottimali in termini di costi dovrebbero anche convergere gradualmente verso standard energetici quasi pari a zero che comprenderebbero un requisito per i nuovi edifici a partire dal 2020. A causa delle modifiche si prevede che i codici edilizi saranno in una fase dinamica nel prossimo decennio.

Attraverso la sua indagine, BPIE ha raccolto informazioni paese per paese, realizzando un quadro generale di ciò che sta accadendo in Europa nel settore dei regolamenti edilizi. Una sintesi dei requisiti chiave basati sulle prestazioni e dei criteri prescrittivi adottati dai diversi paesi è presentata nella Fig. 47. Ad eccezione di alcuni paesi, tutti i paesi hanno ora incorporato regolamenti edilizi sia per gli edifici nuovi che per quelli ristrutturati.

	Codice edilizio Requisiti		Prestazione Requisiti		Criteri prescrittivi basati sugli elementi dei regolamenti edilizi					
	Nuova costruzione	Ristrutturazioni	Nuova costruzione	Ristrutturazioni	Isolamento termico	Permeabilità all'aria	Ventilazione Requisiti	Caldaia / impianto AC Efficienza	Efficienza luminosa	Altri requisiti
A	sì	sì	sì	sì	sì	sì	sì	sì	no	Requisiti di confort estivo
BE - WI	sì	sì	sì	no	sì	no	sì	no	no	L'indicatore di surriscaldamento non deve superare 17 500 chilogrammi. T = deve essere sotto i 26 °C per il 90% dell'anno in RE. Valori K sull'isolamento termico globale dell'intero edificio. Ponti termici.
BE - Br	sì	sì	sì	no	sì	no	sì	no	no	
BE - Fl	sì	sì	sì	no	sì	no	sì	no	no	
BG	sì	sì	sì	sì	sì	sì	no	sì	no	
CH	sì	sì	sì	sì	sì	no	no	sì	NRE	Ponti termici, schermature solari, max 80% della richiesta di riscaldamento e ACS coperta da non RES
CY	sì	sì	sì	sì	sì	no	no	no	no	Collettori solari nella nuova RE
CZ	sì	sì	sì	sì	sì	sì	no	-	no	T_{nel} di 20 °C in inverno e 27 °C d'estate
DE	sì	sì	sì	no	sì	sì	sì	sì	NRE	T_{nel} (20 - 26 °C), umidità, tasso di ricambio dell'aria e requisiti di velocità dell'aria
DK	sì	sì	sì	no	sì	sì	sì	sì	NRE	T max $_{nel}$ 26 °C. requisiti relativi ai ponti termici
EE	sì	sì	sì	sì	sì	sì	sì	sì	NRE	RE e requisiti di temperatura dell'ufficio
ES	sì	sì	sì	sì	sì	sì	sì	sì	NRE	Confort termico, T_{nel} 21 °C (inverno), 26 °C (estate), uso FER obbligatorio (collettori solari/fotovoltaici)
FI	sì	P	sì	P_2	sì	sì	sì	-	sì	T max $_{nel}$ si applica (tipicamente 25 °C), CO2 massima concentrazione nell'aria interna
FR	sì	sì	sì	sì	sì	sì	sì	sì	NRE	T max $_{nel}$ si applica in base a una serie di fattori
GR	sì	sì	sì	sì	sì	sì	sì	sì	no	
HU	sì	sì	sì	sì	sì	no	no	no	no	
IE	sì	sì	sì	no	sì	sì		sì		Ponti termici
IT	sì	sì	sì	sì	sì	sì	sì	sì	no	
LT	sì	sì	sì	sì	sì	sì	sì	sì	no	
LV	sì	sì	no	no	sì	sì	sì	no	no	Orientamento, dimensione della finestra, T. dell'aria, umidità dell'aria e velocità dell'aria, perdite di calore specifico dell'interno edificio e per m2
MT	sì	no	no	no	sì	no	no	sì	NRE	Dimensioni della finestra, vetri
NL	sì	sì	sì	no	sì	sì	sì		NRE	Luce del giorno
NO	sì	sì	sì	sì	sì	sì	sì	sì	no	Dimensioni finestra, ponti termici, potenza del ventilatore,recupero calore, T. estate/inverno $_{nel}$
PI	sì	sì	sì	sì	sì	no	sì	sì	sì	Schermatura solare, area finestra
PT	sì	sì	sì	sì	sì	sì	NRE	sì	no	Valore g massimo, ponte termico, collettori solari, raffrescamento, richeista ACS applicata
RO	sì	no	no	no	sì	no	no	no	no	Coefficiente termico globale valore g
SE	sì	sì	sì	sì	sì	sì	sì	sì	no	
SI	sì	sì	sì	sì.	sì	sì	sì	sì	no	Schermatura solare, T max max $_{nel}$
SK	sì	sì	sì	sì	sì	sì	sì	sì	no	T max $_{nel}$, si applicano umidità e velocità dell'aria
UK	sì	sì	sì	sì	sì	sì	sì	sì	sì	

RI: Residenziale
NRE: Non residenziale
TIN: Temperatura esterna
ACS: Acqua calda sanitaria
AC: Sistema ad aria condizionata
BO: Caldaia
PI: In parte

Fig. 47 Requisiti e criteri del codice energeticoe, rielaborazione grafico[4]

5.1.2 FATTI E CIFRE

Gli edifici sono responsabili di circa il 40% del consumo energetico dell'UE e del 36% delle emissioni di gas serra. Gli edifici sono quindi il singolo più grande consumatore di energia in Europa. Attualmente, circa il 35% degli edifici dell'UE ha più di 50 anni e quasi il 75% del parco immobiliare è inefficiente dal punto di vista energetico. Allo stesso tempo, solo l'1% circa del patrimonio edilizio viene rinnovato ogni anno.La ristrutturazione degli edifici esistenti può portare a significativi risparmi energetici, in quanto potrebbe ridurre il consumo energetico totale dell'UE del 5-6% e le emissioni di CO_2 di circa il 5%. Gli investimenti nell'efficienza energetica stimolano l'economia, in particolare il settore delle costruzioni, che genera circa il 9% del PIL europeo e rappresenta direttamente 18 milioni di posti di lavoro diretti. Le PMI in particolare, beneficiano di un mercato potenziato delle ristrutturazioni, poiché contribuiscono per oltre il 70% al valore aggiunto nel settore edilizio dell'UE.

Alcuni dei principali contributi dell'EPBD sono stati portare l'efficienza energetica negli edifici nell'agenda politica, integrando i requisiti di prestazione energetica e portandola all'attenzione dei cittadini. Principali impatti e benefici dell'attuazione dell'EPBD riportati da ciascun paese:

- SVIZZERA

La normativa cantonale in materia di edilizia ha avuto un impatto annuo aggiuntivo di circa 3,1 PJ/a tra il 2000 e il 2007 (impatto aggiuntivo ogni anno; consumo finale di energia). L'impatto annuo aggiuntivo atteso dopo l'attuazione del “MuKen 2008” è quantificato in 4,2 PJ/a.

- GERMANIA

I requisiti di prestazione termica erano in vigore dal 1977. L'EPBD ha introdotto requisiti per le ristrutturazioni edilizie. L'efficienza gioca un ruolo più importante nella costruzione dei servizi, è stata percepita la necessità di un migliore coordinamento tra tutti gli attori e sembra essere stato potenziato l'obiettivo di realizzare un approccio di pianificazione integrato.

- SPAGNA

Requisiti notevolmente più severi per gli involucri edilizi; l'uso di energie rinnovabili reso obbligatorio nei nuovi edifici.

- FINLANDIA

I requisiti termici sono in vigore dal 1976. Il rendimento energetico è ora basato sul consumo complessivo di energia primaria. All'inizio del 2010 sono stati introdotti nuovi regolamenti edilizi che porteranno ad un miglioramento dell'efficienza del 30% nel consumo di calore nei nuovi edifici. Le parti rivedute del regolamento edilizio relative all'efficienza energetica dovrebbero entrare in vigore all'inizio del 2012. Ciò significherebbe un ulteriore miglioramento del 20% nell'efficienza del consumo di calore negli edifici.

- FRANCIA

Miglioramento del 20% grazie all'introduzione di requisiti per aria condizionata, illuminazione, rinnovabili, cogenerazione e illuminazione naturale. L'assenza o il ritardo nell'attuazione dell'ispezione delle caldaie ha ridotto la qualità e la precisione degli Attestati di Prestazione Energetica nelle abitazioni collettive.

- ITALIA

Il risparmio energetico realizzato dal 2005 al febbraio 2010 è stato di 10 170 GWh (1,9 Mtep) di energia primaria, dovuto essenzialmente al fabbisogno del settore residenziale.

- PAESI BASSI

I precedenti requisiti per la prestazione ener-

getica minima, in vigore dal 1995, sono stati sostituiti da un intero requisito dell'edificio.

- SVEZIA

I requisiti nazionali sono in vigore dagli anni '50, sebbene l'EPBD abbia imposto, per la prima volta, livelli massimi di consumo energetico per gli edifici

Tra i benefici di impatto dell'EPBD, i seguenti sono stati identificati come principali:

- Gli standard esistenti sono stati rafforzati nella maggior parte degli Stati membri;
- L'approccio alla specifica dei codici edilizi è passato da uno tipicamente espresso come valore U massimo consentito a uno basato sulle prestazioni complessive dell'edificio, compresi i requisiti per i sistemi tecnici come l'impianto HVAC e l'illuminazione;
- All'interno di alcuni Stati membri è stato raggiunto un grado di armonizzazione in cui in precedenza regioni/ province diverse avevano adottato approcci diversi alla definizione dei codici edilizi;
- Gli standard per la ristrutturazione degli edifici sono stati introdotti per la prima volta nella maggior parte degli Stati membri;
- Sono stati introdotti per la prima volta requisiti per la certificazione degli edifici e per l'ispezione delle caldaie e degli impianti di condizionamento dell'aria, ad eccezione di uno o due Stati membri con sistemi precedenti.

5.1.3 REQUISITI BASATI SULLE PRESTAZIONI PER LE NUOVE COSTRUZIONI

Per molti paesi l'EPBD era il mezzo per introdurre nuovi elementi nei rispettivi codici edilizi prima dei quali non esistevano requisiti di prestazione energetica riguardanti l'edificio nel suo insieme o elementi specifici. Quasi tutti i paesi hanno ora adottato una metodologia nazionale che stabilisce requisiti basati sulle prestazioni per i nuovi edifici.
La FIg 48 e 49 fornisce una panoramica degli attuali requisiti in vigore. In alcuni casi, i requisiti del singolo elemento sono solo richieste supplementari ai requisiti di prestazione energetica che garantiscono che l'efficienza delle singole parti di un edificio sia sufficiente (ad es. Danimarca). In altri, agiscono come metodi alternativi dove i due approcci esistono in parallelo (es. Norvegia, Spagna, Polonia, Svizzera); la prima basata sulle prestazioni dei singoli elementi e la seconda sulle prestazioni complessive di un edificio.
All'interno della tabella viene mostrata una valutazione dettagliata dei requisiti di prestazione energetica. Si può notare come sono stati applicati approcci diversi tra paesi. È importante non tentare di confrontare i requisiti di prestazione fissati dagli Stati membri, data la varietà dei metodi di calcolo utilizzati per misurare la conformità e le grandi differenze nelle definizioni (ad es. definizioni di energia primaria e finale, superficie riscaldata, fattori di conversione del carbonio, energia regolata e fabbisogno energetico totale, ecc.). La definizione dei requisiti del codice edilizio con obiettivi prestazionali giuridicamente vincolanti, è normalmente basata su un valore assoluto (cioè da non superare), generalmente espresso in kWh/m^{2}a, o su un requisito di miglioramento percentuale basato su un edificio di riferimento dello stesso tipo, dimensione, forma e orientamento.
La maggior parte delle procedure metodologiche vengono sviluppate tramite program-

mi all'interno di software. L'accreditamento per l'assicurazione della qualità del software viene effettuato solo in circa la metà dei paesi, un risultato che è stato tratto dal Rapporto sull'azione concertata 2010. Circa il 50% degli Stati membri ha già introdotto modifiche alle proprie procedure metodologiche per rafforzare i requisiti, ottenere una maggiore conformità agli standard CEN e includere tecnologie aggiuntive e/o correggere debolezze/ lacune nelle precedenti procedure metodologiche EPBD.

Vi è un crescente interesse per l'armonizzazione delle procedure metodologiche. È probabile che questo diventi una questione sempre più importante nel contesto dei requisiti EPBD RECAST Articolo 2.2 e Articolo 9 associati agli edifici a energia quasi zero (nZEB) e all'ottimizzazione dei costi (EPBD RECAST Articolo 5) poiché la Commissione dovrà dimostrare che tutti gli Stati membri stanno fornendo risultati equivalenti. Un approccio armonizzato alla definizione e misurazione degli obiettivi nZEB e dell'ottimizzazione dei costi implica la necessità di una metodologia ampiamente equivalente. La Fig. 50 fornisce una sintesi del metodo di certificazione utilizzato per i nuovi edifici.

	Singola famiglia, singola unità familiare case	Appartamento blocchi
A	Altezza: 66kWh/mqun	Altezza: 66kWh/mqun
BE - Br	E70	
BE - WI	E<100 E<17kWh/ma2, specifica Surriscaldamento < 17 500 Kh/anno	E<100
BE - FL	Dal 2012, E70 Dal 2014, E60	Dal 2012, E70 Dal 2014, E60
BG	FA: 122 - 146 H&C: 82,5 - 102,5 KWh/mqun	FA: 90 - 146 H&C: 50.0 - 102,5 KWh/mqun
CH	Fabbisogno di riscaldamento dell'ambiente (energia effettiva): 5 litri di olio combustibile equivalente per m2 (basato su MuKen 2008)	
	A: 54 kWh/mqun	A: 42 kWh/mqun
CY	Categoria A o B sulla scala EPC	
CZ		F: 120 kWh/mqa
DE	I nuovi edifici non devono superare un fabbisogno di energia primaria definito per impianti di riscaldamento, acqua calda, ventilazione, raffreddamento e illuminazione (impianti di illuminazione solo per attività commerciali) basato su un edificio di riferimento della stessa geometria, superifcie netta, allineamento e utilizzo.	
DK	P: 52,5 + 1 650/A kWh/mqun	P: 52,5 + 1 650/A kWh/16
EE	P: 180 kWh/mqun	P: 150 kWh/ mq sono 2un
EL	Il fabbisogno di energia primaria per edifici nuovi e ristrutturati in Grecia è = 0,33 - 2,73 x prestazione energeica dell'edificio di riferimento	
ES	I requisiti di prestazione energetica non sono espressi in unità di kWh/mqun	
FI	Questo si basa sulla trasmittanza termica (perdita di calore) misurata in unità di W/K. Per una casa unifamiliare, un valore tipico è 134 W/K	
FR - H1	P FF: 130 kWh/mqun P ESH: 250 kWh/mqun	P FF: 130 kWh/n/a mqun P ESH: 250 kWh/mqun

Fig. 48 Requisiti prestazionali per le nuove costruzioni, rielaborazione grafico[4]

FR - H2	P FF: 110 kWh/mqun P ESH: 190 kWh/mqun	P FF: 110 kWh/mqun P ESH: 190 kWh/mqun
FR - H3	P FF: 80 kWh/mqun P ESH: 130 kWh/mqun	P FF: 80 kWh/mqun P ESH: 130 kWh/mqun
HU	P: 110 - 230 kWh/mqun	P: 110 - 230 kWh/mqun
IE	MPEPC = 0,6 & MPCPC = 0.69	MPEPC = 0,6 MPEP & MPCPC = MPCPC 0.69 non dovrebbe
IT	I regolamenti per i nuovi edifici si basano su un limite stabilito per il riscaldamento, l'acqua calda sanitaria, il raffreddamento e l'illuminazione. Sono gli edifici di classe A + a C che soddisfano i requisiti per i nuovi edifici	
LT	Edifici Min Classe C: 80 kWh/mqa per edifici oltre 3000 mq, 100 kWh/mqa per edifici tra 501 e 3000 mq, 115 kWh/mqa per edifici fino a 500 mq	
LV	Non sono fissati requisiti di prestazione	
MT	Non sono fissati requisiti di prestazione	
NL	P: 68 388 - 68 552 Mj/a	P: 35 595 - 36 855 Mj/a
NO	N: 120 - 173 kWh/mqun	N: 155 kWh/mqun
PI	F: 142 - 173 kWh/mqun H&C: 180 kWh/mq sono 2un	F: 123 kWh/mqun H&C: 99 kWh/mqun
PT	P: 203 - 173 kWh/mqa F: 80 kWh/mqun	P: 203 kWh/mqun F: 80 kWh/mqun
RO	Non sono fissati requisiti basati sulle prestazioni	
SE	FE: 55 - 95 FNE 110 - 150 kWh/mqun	FE: 55 - 95 FNE 110 - 140 kWh/mqun
SI	P: 170 - 200 H&C: 50 kWh/mqun	P: 170 - 200 H&C: 50 kWh/mqun
SK	P: 80 - 160 H&C: 42 - 86 kWh/mqun	
UK	17 - 20 kgCO2	16 - 18 kgCO2

LEGENDA

A In base alla superficie lorda e al volume lordo dell'edificio

BG In base all'ipotesi di DD = 2 100, A/V = 0.2 per SFH, A/V = 0.8 altro, quota del 32% di vetratura per il limite superiore e DD = 330, A/V = 1,2, vetratura
CH del 32% per il limite inferiore Effettivo richiesta di riscaldamento degli ambienti per una forma tipica dell'edificio calcolata sulla base della norma SIA 380/1:2009

DK A indica la superficie lorda del pavimento riscaldato nella formula danese, esempio 73,1 P @80 m2 58 P @300 m2

EE Pavimento riscaldato Heat

FI Per una casa unifamiliare con volume edificabile 522 m3, superficie lorda 163 m2, e altezza tra i piani 3m

FR H1, H2 e H3 rappresentano le tre principali ragioni climatiche della Francia

IE MPEPC e MPCPC inficano la prestazione energetica massima consentita e i coefficienti di prestazione di carbonio massima consentita utilizzati nello schema irlandese

NO Nelle case piccole, il fabbisogno energetico netto complessivo calcolato è limitato a 120+1600/m2 superficie riscaldata

PI Basato sulla formula EPH+W=73+deltaEP per A/Ve<0.2; EPH+W=55+90 A/Ve + deltaEP per 0.2<A/Ve<1.05; EPH+W=149,5 + deltaEP per A/Ve>1,05 per edifici residenziali
PT l'efficienza della produzione di energia elettrica è di ca. 0.30. Per 120 m2 edificio, fabbisogno energetico massimo (in kWh/m2a) sono 52 - 117 per riscaldamento, 198
SI per raffrescamento, 38,9 per fabbisogno ACS entro il 31.12.2014

SK Sulla base di ipotesi relative a fattore di forma, temperatura dell'aria interna, altezza da pavimentoa pavimento, tasso di ricambio dell'aria, gradi giorno, ecc.

UK I requisiti del Regno Unito si basano sul raggiungimento di una riduzione % di CO2 emissioni oltre un edificio fittizio della stessa dimensione/forma.

SE Edifici riscaldati elettrici suddivisi in tre zone climatiche: 95,75,55 kWh/m2un

LEGENDA

P: Energia primaria
F: Finale
N: limite complessivo della domanda netta di energia (include tutta l'elettricità per l'illuminazione e gli elettrodomestici
T: Energia totale erogata
H: Riscaldamento
C: Raffrescamento
H&C: Riscaldamento e raffrescamento
MPEPC: Coefficiente di rendiemtno energetico massimo consentito irlandese
MPCPC: Coefficiente di rendimento energetico massimo consentito irlandese
ESH (pedice): riscaldamento degli ambienti fornito dall'elettricità (incluse le pompe di calore)
FF (pedice): riscaldamento degli ambienti fornito dai combustibili fossili
E (pedice): edificio riscaldato elettricamente
NE(pedice): edificio non riscaldato elettricamente
BE - Br: Belgio - regione di Bruxelles
BE - WI: Belgio - regione di vallone BE
FI: Belgio - regione fiamminga

Fig. 49 Requisiti prestazionali per le nuove costruzioni, rielaborazione grafico[4]

	Caratteristiche termiche	Installazioni di riscaldamento e fornitura di acqua calda	Aria condizionata Installazioni	Naturale e meccanico Ventilazione	Illuminazione incorporata Installazione	Design, posizione e orientamento dell'edificio	Sistemi solari passivi e protezione solare	Dentro fuori condizioni climatiche	Ermeticità	Ponti termici
A	sì	sì	sì	sì	sì	sì	sì	sì	sì	sì
BG	sì	sì	sì	sì	sì	sì	sì	sì	sì	sì
CH	sì	sì	sì	sì	sì	sì	sì	sì	sì	sì
CY	sì	sì	sì	sì	sì	sì	sì	sì	sì	sì
CZ	sì	sì	sì	sì	sì	sì	sì	sì	sì	sì
DE	sì	sì	sì	P	sì	no	no	sì	sì	sì
DK	sì	sì	sì	sì	sì	sì	sì	sì	sì	sì
EE	sì	sì	sì	sì	sì	P	sì	sì	P	sì
EL	sì	sì	sì	sì	sì	sì	sì	sì	sì	sì
ES	sì	sì	sì	sì	sì	sì	sì	sì	sì	sì
FI	sì	sì	sì	sì	sì	sì	sì	sì	sì	sì
FR	sì	sì	sì	sì	sì	P	sì	sì	P	sì
HU	sì	sì	sì	no	P	no	no	no	sì	sì
IE	sì	sì	sì	sì	sì	sì	sì	sì	sì	sì
IT	sì	sì	sì	sì	no	sì	sì	sì	no	sì
LI	sì	sì	sì	sì	sì	sì	sì	sì	sì	sì
LV	sì	no	no	sì	no	sì	no	sì	sì	sì
MT	sì	sì	sì	sì	sì	sì	sì	sì	sì	sì
NL	sì	sì	P	P	P	sì	sì	sì	sì	sì
NO	sì	sì	sì	sì	sì	sì	sì	sì	sì	sì
PI	sì	sì	sì	sì	P	sì	sì	sì	sì	sì
PT	sì	sì	sì	sì	sì	sì	sì	sì	sì	sì
SE	sì	sì	sì	sì	sì	sì	sì	sì	sì	sì
SI	sì	sì	sì	sì	sì	sì	sì	sì	sì	sì
SK	sì	sì	sì	sì	sì	sì	sì	sì	sì	sì
UK	sì	sì	sì	sì	sì	sì	sì	sì	sì	sì

P: in parte

Fig. 50 Elementi chiavi considerati nella metodologia di certificazione degli stati memebri, rielaborazione grafico[4]

5.1.4 PROGRAMMI FINANZIARI ATTUALI - UE

Nell'indagine BPIE [4] si sono richieste informazioni sulla gamma di strumenti finanziari che vengono implementati negli Stati membri.
Per la maggior parte, i programmi sono finanziati dalle autorità pubbliche a livello nazionale/federale o regionale/locale. Sono inoltre disponibili fondi strutturali dell'UE e risorse provenienti da altre fonti comunitarie e internazionali per lavori di ristrutturazione, in particolare nei paesi della regione centrale e orientale.

Una sintesi dei programmi finanziari attualmente operativi nei singoli Stati membri dell'UE, è fornita nella Fig.51. Questa tabella mostra come viene utilizzata l'ampia gamma di strumenti finanziari in tutta Europa.
Si può notare che il sostegno finanziario diretto sotto forma di sovvenzioni o sussidi è prevalente in tutta Europa. Molti paesi sostengono edifici residenziali e non residenziali, sia di nuova costruzione che esistenti (sebbene non necessariamente nello stesso programma), mentre altri si concentrano sulla ristrutturazione del parco immobiliare esistente. Un numero supporta solo edifici residenziali. Esistono anche molti schemi che si rivolgono a tecnologie specifiche, come isolamento, rottamazione di caldaie, energie rinnovabili o categorie di edifici specifiche, come l'edilizia popolare, il settore pubblico. In molti paesi vengono utilizzate varie forme di prestiti e incentivi fiscali. Questi sono generalmente disponibili per privati e aziende, coprendo così la maggior parte del parco immobiliare al di fuori del settore pubblico.
In termini di dimensione del programma, sebbene sia difficile fare confronti diretti a causa dei diversi regimi di finanziamento e tempistiche, il sostegno finanziario varia notevolmente da circa 1 milione di euro/anno a oltre 1 miliardo di euro/anno. I programmi più ampi tendono a sostenere il miglioramento del patrimonio di alloggi sociali.

I programmi richiedono spesso 3-5 anni, anche se le iniziative individuali possono durare da un anno a oltre un decennio. Questa è una preoccupazione se una strategia di retrofit deve essere a lungo termine.



Fig. 51 Tipi di programmi finanziari ed incentivi sul rendimento energetico, rielaborazione grafico[4]

	Sovvenzioni, sussidi, fondi	Prestiti	Incentivi fiscali, prelievi ecc	Obblighi, certificati bianchi	Audit	3° finanze del partito, ESCO	Altro
A	Tutti		Famiglie			Edifici esistenti	
BG	Edifici esistenti	Edifici residenziali e pubblici	Classe A o B Nuova costruzione				
CZ	Tutti	Edifici pubblici				Edifici residenziali esistenti	
CY	Tutti						
DK	Edifici esistenti						
ES	Edifici residenziali	Edifici residenziali			Edifici residenziali		
FI	Tutti		Famiglie		Edifici esistenti non residenziali		
FR	Tutti	Tutti	Famiglie e attività commerciali	Edifici esistenti	Settore privato		Tariffa incentivante; programma di formazione
DE	Tutti	Edifici residenziali				Edifici pubblici	Tariffa incentivante
GR	Edifici esistenti		Settore privato				
HU	Edifici esistenti		Pianificato				
IE	Edifici residenziali		Attività commerciale	Imminente			
IT	Edifici esistenti	Edifici esistenti	Famiglie e attività commercaile	Tutti		sì	Tariffa incentivante
LT	Edifici esistenti						Domestico rinnovabile sovvenzioni
LI	Tutti						
LU	Tutti	Nuovi edifici residenziali					
MT	Tutti						
NL	Edifici residenziali	Edifici nuovi - privati non residenziali	Settore privato				Tutti
NO	Tutti					Tutti	
PI	Settore pubblico	Edifici esistenti		Pianificato			
PT	Tutti		Tutti				
RO	Edifici residenziali						
SK	Edifici esistenti	Edifici esistenti					
SL	Edifici residenziali privati e pubblici non residenziali	Edifici residenziali privati					
ES	Tutti	Tutti	Famiglie			Settore pubblico	
SE	Tutti		Famiglie e attività commerciale				Tecnologia Approvigionamento
CH	Tutti		Famiglie e attività commerciale				
UK	Edifici esistenti	Edifici residenziali	Famiglie e attività commerciale	Edifici residenziali		Settore pubblico	Tarifa incentivante

Fig. 52 Sintesi degli attuali programmi finanziati dell'UE, rielaborazione grafico[4]

5.1.5 IMPATTI DEI PROGRAMMI FINANZIARI E STRATEGIE

La preoccupazione principale è il livello di ambizione che può essere raggiunto dai programmi finanziari per motivare i consumatori ad investire in un rinnovamento profondo. Alcuni degli schemi individuati con gli obbiettivi più ambiziosi in termini di potenziale risparmio energetico conseguiti sono stati:

- AUSTRIA: Promozione federale dell'efficienza straordinaria negli edifici. Nel 2006, i governi federali e statali austriaci hanno adottato un programma per gli edifici residenziali per raggiungere un livello di consumo di 65kWh per metro quadrato, scendendo a 25-45 kWh/m^2 entro il 2010, compresi gli incentivi per l'uso di sistemi di riscaldamento rinnovabili. Il programma dovrebbe generare 10.000 posti di lavoro aggiuntivi (bilancio totale: 1,78 miliardi di euro). Nell'ambito della "Promozione federale degli edifici ad altissima efficienza", uno standard iniziale di 65 kWh/m^2 nel 2007, passando a 25 kWh/m^2 nel 2010 è stato richiesto per poter beneficiare di un finanziamento statale.

- BELGIO: Prestiti a tasso zero per stimolare il retrofit in Vallonia. In Vallonia è stato adottato un piano da 1 miliardo di euro comprensivo di interventi di efficientamento energetico. L'obiettivo è ridurre le bollette energetiche e CO_2 emissioni, creando 5.000 posti di lavoro entro il 2014. Il programma caratterizza le abitazioni private e gli edifici pubblici, compresi gli alloggi pubblici, scuole ed edifici comunali. I lavori di ristrutturazione beneficiano di un sostegno privato fino al 100% di finanziamento. Nel caso in cui il proprietario accetti di effettuare più ristrutturazioni, i costi non coperti dai premi saranno prestiti senza interessi. Nella regione fiamminga del Belgio, nell'ambito degli investimenti per il risparmio energetico in abitazioni affittate da società di locazione sociale, viene rimborsato il 100% dei costi per isolamento del tetto, finestre ad alta efficienza e caldaie a condensazione.

- FINLANDIA: Programma di audit energetico. Il programma finlandese di audit energetico (EAP) è uno dei più antichi schemi nazionali di sovvenzione per l'efficienza energetica in vigore. L'EAP è stato avviato come politica di sovvenzione nel 1992 e ha operato come programma su vasta scala dal 2004. Si tratta di un programma volontario promosso da un sussidio dal 40 % al 50 % sugli audit energetici. L'importo totale delle sovvenzioni nel periodo 1992-2007 è stato di 23,1 milioni di euro. Dal 1992 sono stati controllati circa 6 800 edifici. I risparmi cumulati durante l'intero periodo 1992-2007 sono di circa 360 milioni di euro e oltre 11 TWh, di cui l'industria rappresenta circa il 70 %.

- FRANCIA - Il conto dello sviluppo sostenibile (livret de development durevole). Si tratta di un conto di risparmio che paga un interesse esentasse del 2,5% all'anno per investimenti fino a 6 mila euro. Insieme ai fondi raccolti dal precedente conto CODEVI, si prevede che il finanziamento totale raggiunga i 60 miliardi di euro. Dal gennaio 2008, ogni banca deve destinare almeno il 2% del conto totale al miglioramento delle prestazioni energetiche dell'edificio. Possono essere concessi prestiti agevolati a persone fisiche, condominiali e imprenditori per l'acquisto e l'installazione di: caldaie ad alta efficienza energetica; isolamento termico (pare-

ti, finestre, persiane); apparecchiature di termoregolazione; apparecchiature per la produzione di energia da fonti rinnovabili; apparecchiature per il riscaldamento degli ambienti e dell'acqua a legna o altra biomassa; pompe di calore. In Francia sono disponibili sussidi per edifici a basso consumo e ristrutturazioni (AAP PREBAT).

- GERMANIA - Prestiti e sussidi dall'istituto di credito per la ricostruzione, KfW. Il gruppo bancario statale Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW) svolge un ruolo centrale nella promozione dell'energia risparmio e CO_2 riduzione nel settore edile. Tra il 1990 e la fine del 2009 i sussidi per almeno 3,1 milioni di abitazioni sono stati homes implementato. Nel 2009 le sovvenzioni complessive sono ammontate a 16,9 miliardi di euro, di cui 10,6 miliardi di euro per l'efficienza energetica e 6,3 miliardi di euro per le energie rinnovabili. KfW offre sussidi e prestiti per nuovi edifici e ristrutturazioni ad alta efficienza energetica che soddisfano i requisiti del marchio di qualità “Effizienzhaus” (edificio efficiente). In Germania, nel suo "Schema di modernizzazione degli alloggi", gli investitori ricevono un prestito a lungo termine a basso interesse fino a 100 000 EUR con un tasso di interesse fisso da 5 a 10 anni e anni di grazia senza riscatto. Sebbene non vi sia alcun obiettivo, l'importo disponibile dovrebbe portare a miglioramenti molto ambiziosi.

- POLONIA - Gestione dell'energia nel settore pubblico. “The Green Investment Scheme – Energy management in public sector” sostiene la realizzazione di progetti di ammodernamento termico negli edifici dei servizi pubblici, in particolare: isolamento termico degli edifici, sostituzione di finestre e porte esterne, adeguamento degli impianti di illuminazione e riscaldamento, ventilazione e condizionamento, redigere la documentazione tecnica per il progetto, sistemi di gestione dell'energia negli edifici e utilizzo di fonti energetiche rinnovabili. (Bilancio: 555 milioni di PLN a titolo di sovvenzione (equivalente a 126 milioni di euro), 1 110 miliardi di PLN (equivalente a 250 milioni di euro) sotto forma di prestito concesso dal Fondo nazionale).

- SLOVACCHIA: Efficienza energetica e finanziamento delle energie rinnovabili. La Banca europea per la ricostruzione e lo sviluppo (BERS), in collaborazione con il governo slovacco, ha finanziato un programma per le banche locali per fornire prestiti tra € 20 000 e € 2 500 000 (oltre a sovvenzioni del 7,5-15% del prestito importi), insieme all'assistenza tecnica gratuita, per le imprese private e le associazioni abitative che attuano progetti di efficienza energetica e di energie rinnovabili.

- SPAGNA: Piano di potenziamento dei contratti di servizi energetici (PIANO 2000 ESE). Il piano articola una serie di misure per ridurre il consumo energetico negli edifici interessati di almeno il 20%. Accanto alla riduzionezioni in CO_2 emissioni e riduzione della dipendenza energetica, l'obiettivo è quello di rilanciare il mercato delle ESCO, aumentando così l'em- ingaggio. L'attuazione del piano dovrebbe avere un impatto favorevole, sia dal punto di vista del previsto risparmio energetico, riduzione di CO_2 emissioni, la riduzione della dipendenza energetica e il potenziamento del mercato delle ESCO, che saranno portato a un impiego stabile. In Spagna, il 'Sostegno all'Efficienza Energetica negli Edifici', incoraggia gli edifici a raggiungere una classe energetica elevata di A o B. Separatamente, PLAN 2000

ESE, che promuove contratti di servizio energetico, richiede un risparmio energetico di almeno il 20%. Il Piano di Attivazione, utilizzando le ESCO, prevede anche una riduzione del 20% per gli edifici demaniali.

- SVIZZERA: Programma nazionale di sostegno all'edilizia della fondazione Climate Cent. La Climate Cent Foundation (ora Buildings Programme) è finanziata da una tassa riscossa su tutte le importazioni di benzina e diesel a un tasso di 1,5 centesimi al litro. Il supporto è per la ristrutturazione energetica degli involucri degli edifici esistenti, ovvero tetti, pareti e finestre. Entro ottobre Nel 2010 sono stati completati 6 750 progetti e sono stati versati 118 milioni di franchi. Nel periodo dal 2008 al 2012, progetti appaltati ridurrà 240 000 tonnellate di CO_2 emissioni a un prezzo medio di CHF 790 per tonnellata di CO2.

- REGNO UNITO: Obblighi del fornitore di energia. In vigore dal 1994, inizialmente si applicavano ai fornitori monopolistici di elettricità in Inghilterra e Galles, ma furono presto estesi ai fornitori in Scozia e Irlanda del Nord, e poi, dal 2000, ai fornitori di gas in tutto il Regno Unito. Il regime si è inoltre evoluto da un approccio basato sul prelievo, in cui erano imposti livelli particolari di spesa per fornitore, in uno in cui, da quando è stata introdotta la concorrenza nel settore del commercio al dettaglio nel 1998-99, l'obbligo si è spostato al raggiungimento di un obiettivo di riduzione del carbonio, senza specificando il livello di spesa. Inizialmente applicabile alle famiglie e alle piccole e medie imprese, il regime si applica al settore residenziale solo dal 2000.

I risultati delle misure selezionate sopra descritte sono incoraggianti, ma molte di esse sono solo modeste nelle loro ambizioni. Raggiungere una riduzione del 20% può sembrare impressionante, ma è necessario e possibile molto di più. Uno studio pubblicato da EuroACE nel 2010 ha illustrato l'efficacia dei costi di tali programmi ai governi, che è stato stimato a circa 20-25 €/tonnellata di emissioni di carbonio mitigate, una cifra che è praticamente inferiore a tutte le misure alternative di abbattimento del carbonio non oggetto di scambio. Tuttavia, essere conveniente non riflette il livello di ambizione. Gli schemi sopra individuati mostrano un ragionevole livello di ambizione di risparmiare energia, ma un risparmio energetico del 20% non è sufficiente se l'Europa vuole ottenere una riduzione dell'80-95% delle emissioni di GHG entro il 2050. Se l'obiettivo è aumentare significativamente il numero di ristrutturazioni profonde per soddisfare le aspirazioni del 2050, saranno necessari approcci più innovativi di quelli che si vedono oggi. Sono in corso passi per migliorare la disponibilità di nuovi strumenti di finanziamento. Gli approcci innovativi includono gli obblighi dei fornitori di energia, le società di servizi energetici, l'uso più efficace dei fondi strutturali dell'UE e possibili obiettivi per rinnovare specifici sottosettori edilizi che saranno richiesti agli Stati membri per “sbloccare” i finanziamenti per tali ristrutturazioni. La rifusione della direttiva EPBD impone agli Stati membri di delineare gli strumenti finanziari attuali e proposti per il settore edilizio. La maggior parte delle Nazioni lo sta facendo attraverso la presentazione di piani d'azione nazionali per l'efficienza energetica entro il 2021. Ciò offre agli Stati membri l'opportunità di riflettere su come utilizzare gli strumenti finanziari in modo più ambizioso e un'opportunità per la Commissione europea di monitorare se gli Stati membri stanno adottando misure sufficientemente ambiziose.

5.1.6 STRATEGIE NAZIONALI PER UNA RISTRUTTURAZIONE A LUNGO TERMINE

All'interno della direttiva Energy Efficiency Directive EED articolo 4 e all'interno del EPBD articolo 9, è sottoscritto che ogni Nazione dovrebbe stabilire delle strategie di riqualificazione a lungo termine che permettano di raggiungere gli obbiettivi nZEB adatti per assicurare una riduzione della domanda energetica degli edifici al 2030 e una produzione di anidride carbonica al 2050. La Commissione Europea ha pubblicato un'analisi preliminare delle strategie di rinnovamento a lungo termine (LTRS) di 13 stati membri.
Ai sensi della direttiva sulla prestazione energetica nell'edilizia del 2018, tutti i paesi dell'UE erano tenuti a presentare alla Commissione una strategia di ristrutturazione a lungo termine che delineasse piani chiari per sostenere la ristrutturazione del loro parco immobiliare nazionale in un parco immobiliare ad alta efficienza energetica e decarbonizzato entro il 2050. Alcuni di questi elementi si sono sovrapposti ai piani nazionali integrati per l'energia e il clima (NECP), delineando come gli Stati membri intendono raggiungere gli obiettivi climatici per il 2030. L'analisi contiene una valutazione complessiva delle diverse strategie, elenca le misure pianificate e analizza ogni LTRS separatamente seguendo un modello comune. Rileva, ad esempio, che i sistemi Olandese, Danese e Francese prevedono una qualche forma di standard minimi obbligatori di prestazione energetica, mentre Danimarca, Austria, Cipro e Estonia intendono rafforzare il sistema del certificato di prestazione energetica.
Ricordando la stima effettuata nella strategia Renovation Wave secondo cui sono necessari circa 275 miliardi di euro di investimenti aggiuntivi per raggiungere l'obiettivo climatico del 55% entro il 2030, la valutazione esamina da vicino quanto previsto in termini di garanzia di adeguati e ben mirati finanziamenti.
In termini di stimolo agli appalti congiunti, l'analisi mette in evidenza "l'acceleratore di rinnovamento" Olandese e il concetto Finlandese di un "pool per il risparmio energetico nelle industrie" come esempi che aiutano ad aggregare progetti in investimenti più grandi che sono più facili da finanziare e consentono la ristrutturazione su larga scala di case in affitto. Allo stesso modo, il programma PANEL ceco, il Fondo di fondi comuni di Cipro e il KommuneKredit danese sono considerati buone pratiche per l'utilizzo di finanziamenti pubblici per ottenere ulteriori investimenti del settore privato. Dopo aver sottolineato in precedenza i vantaggi dei servizi di consulenza energetica (e degli sportelli unici), questa analisi cita le esperienze di Paesi Bassi, Danimarca, Repubblica Ceca, Austria e Francia.
In termini di utilizzo degli incentivi fiscali per promuovere la ristrutturazione degli edifici - come raccomandato nella strategia Renovation Wave - il documento rileva il sistema di detrazione fiscale in Germania e Danimarca e aliquote IVA inferiori per misure di risparmio energetico in Francia e Cipro e per l'isolamento termico e i relativi costi di manodopera nei Paesi Bassi. Molti Stati membri, come Austria, Danimarca, Finlandia, Francia, Irlanda, Lussemburgo e Paesi Bassi, si concentrano sull'eliminazione graduale dell'uso del carbone e del petrolio per il riscaldamento. La Francia ha messo in atto una serie completa di programmi di (ri)formazione nel settore delle costruzioni, dove dei corsi online per esperti di ristrutturazioni portano a qualifiche certificate.

Occorre inoltre definire quanto le strategie dei vari paesi abbiano giovato in termini di numero di riqualificazione. Grazie ad un report condotto dalla comissione europea sono state individuate strategie differenti dal 2012 sino al 2016 che hanno comportato livelli di riqualificazione differenti. Tale studio è stato fatto prendendo in considerazione i tassi di

ristrutturazione nelle complessive metrature dello stock residenziale europeo. Si sono infatti suddivisi riqualificazioni chiamate "sotto soglia", "leggere", medie" e "profonde". Come detto nelle pagine precedenti, per avviare un'efficiente ondata di riqualificazioni le azioni "profonde" dovrebbero essere quelle che porteranno a risultati migliori. Grazie a tale report però è stato chiaro come in generale all'interno dell'Unione Europe siano state effettuate per la maggior parte riqualificazioni sotto soglia e particolarmente leggere. Un approccio profondo è stato seguito solo per lo 0,2% rispetto al totale.
In particolare si riporta la tabella inerente alla percentuale di riqualificazioni:
Si può quindi affermare come ogni anno circa il 12% del patrminio edilizio immobiliare sia sottoposto ad una riqualificazione. Nella maggiorparte dei casi ovvero 7% risulta essere un retrofit sotto la soglia identificata come "debole", il 5% viene identificato da "medie ristrutturazioni". Solo sporadicamente vengono effettuate riqualificazioni profonde tanto da avere percentuali davvero troppo basse e irrilevanti.

Diverse sono le strategie adottate dai paesi Europei per realizzare l'ondata di riqualificazioni a lungo terine espresse dal Green Deal. L'obbiettivo comune che è stato seguito dall'Unione Europea è stato quello di mappare le strategie di ristrutturazione edilizia che al 2020 ogni Stato Membro ha ipotizzato di attuare per raggiungere i principi di efficienza energetica e emissioni di anidride carbonica al 2030 e 2050.

Di seguito si riportano le diverse Nazioni.

	SOTTO SOGLIA	LEGGERE	MEDIE	PROFONDE
Europa	7,1%	3,9%	1,1%	0,2%
Austria	6,3%	3,3%	1,7%	0,2%
Belgio	7,8%	6,5%	1,0%	0,2%
Bulgaria	10,1%	8,6%	1,3%	0,1%
Croazia	13,4%	6,7%	1,5%	0,1%
Cipro	9,9%	3,2%	2,0%	0,4%
Rep.Ceca	6,7%	5,2%	1,6%	0,1%
Danimarca	3,6%	3,2%	0,6%	0,0%
Estonia	6,8%	3,6%	0,7%	0,1%
Finlandia	6,4%	3,2%	0,3%	0,0%
Francia	7,4%	4,7%	1,0%	0,2%
Germania	5,4%	3,5%	0,9%	0,1%
Grecia	5,3%	1,3%	1,1%	0,2%
Ungheria	5,0%	2,9%	0,9%	0,1%
Irlanda	3,9%	3,4%	0,6%	0,1%
Italia	8,0%	4,0%	1,5%	0,3%
Lettonia	5,4%	3,4%	0,9%	0,0%
Lituania	5,3%	2,9%	0,7%	0,2%
Lussemburgo	4,3%	2,3%	0,4%	0,1%
Malta	10,0%	2,4%	0,6%	0,1%
Olanda	7,5%	4,3%	0,8%	0,1%
Polonia	8,9%	7,0%	1,5%	0,0%
Portogallo	8,8%	6,0%	1,3%	0,1%
Romania	13,4%	9,3%	1,3%	0,1%
Slovacchia	5,1%	3,5%	1,0%	0,1%
Slovenia	5,4%	3,1%	1,3%	0,1%
Spagna	13,0%	2,1%	1,7%	0,3%
Svezia	8,0%	4,3%	0,7%	0,1%
UK	4,0%	2,7%	1,1%	0,1%

Fig. 53 Tasso di ristrutturazioni, rielaborazione grafico[40]

5.1.6.1 AUSTRIA

STOCK EDILIZIO [49]

Il 70% del consumo energetico totale proviene da edifici residenziali. Di questa percentuale gran parte viene utilizzata per il riscaldamento e raffrescamento degli alloggi.

POVERTA' ENERGETICA [49]

In generale l'Austria non ha prodotto un programma dettagliato riguardo alla diminuzione della povertà energetica. Ogni stato federale ha impostato strategie differenti a riguardo. Lo stato federale Styria ha focalizzato l'attenzione sulla povertà energetica. Esso infatte propone una "consultazione" all'interno della quale l'utenza svantaggiata può avere consigli per ridurre i costi di riscaldamento attraverso le opportunità di riqualificazione energetica, identificare il risparmio e suggerimenti per la protezione del clima.

STRATEGIE [49]

L'azione principale dell'Austria viene chiamata "Sanierungodoffensive" realizzata dal 2009 e risulta essere un incentivo per ridurre le emissioni e il consumo di energia con interventi mirati alla riqualificazione degli edifici. Gli incentivi vengono dati come contributi a fondo perduto e attraverso uno studio si è visto come tale strategia abbia creato un risparmio annuale pari a 111.000 MWh ed in riferimento all'anidride carbonica di 35.300 tonnellate. Questa azione insieme al bonus "Raus-aus-Ol" del 2019 (con proezione di 20 anni), ovvero inenerente alla sostituzione degli impianti meccanici, ha reso obbligatorio il certificato energetico per ogni edificio residenziale. La visione della Nazione risulta essere di una strategia di riqualificazione a lungo termine effettuando interventi con il minor dispendio economico possibile.

Ogni stato federale dell'Austria ha accolto politiche economiche ed ambientali ben differenti riguardo al raggiungimento degli obbiettivi previsti dall'unione europea. In particolare:

- Burgenland: Vi è uno sportello aperto a tutti in cui si possono avere consulenze atte ad aiutare gli utenti durante la riqualificazione energetica degli immobili residenziali. Le informazioni sono utili per quanto concerne gli interventi, quindi isolamento termico dell'involucro, sostituzione dei serramenti e degli impianti, installazione fotovoltaico e solare termico, sistemi di accumulo. Vi è inoltre un sostegno abitativo dal 2018 in cui si tiene in considerazione la qualità degli alloggi in relazione agli aspetti di sostenibilità sociale, economica, energetica ed ecologica. Le abitazioni infatti oltre a dover raggiungere vari obbiettivi di efficienza energetica devono però consentire una vita agevole per tutte le fascie di età, dai giovani agli anziani;
- Carinthia: Per il settore privato l'obbiettivo principale è la completa decarbonizzazione della sfera del riscaldamento e dell'elettricità. Lo Stato Federale ha realizzato delle consultazioni utili per sviluppo di informazioni riguardo alla riqualificazione energetica. Devono esserci delle ristrutturazioni il cui tasso dovrebbe aumentare attraverso maggiori finanziamenti. Con il "Wohnbauförderungsgesetz" del 2017, ovvero un sistema di inicentivi, si sono abbassati decisamente i livelli di anidride carbonica poichè sono stati creati notevoli bonus di ristrutturazione e nuova costruzione. Bonus ambiente, bonus inverdimento, bonus qualità location, bonus casa passiva, sono tutti aiuti per utilizzare materiali naturali ed ecologici, utilizzare energia pulita e realizzare una riqualificazione sostenibile;
- Lower Austria: La Roadmap al 2030 nel-

la Lower Austria già iniziò nel 2011 attraverso una riduazione del consumo di energia fossile e un incremenetamento di quella rinnovabili e uno stile di vita rispettoso per l'ambiente. Gli obbietti al 2030 rispettano l'ambiente risucendo del 36% le emissioni di gas serra, aumentando 10.000 posti di "green jobs" e riuscendo a realizzare 1 auto su 5 a fonte rinnovabile. La Bassa Austria ha adottato il " NÖ Klima-und Energieprogramm 2020" ovvero un programma per l'energia ed il clima 2020. In tale programma vengono evidenziati i finanzimenti per gli edifici residenziali per quanto concerne le riqualifiazione energetica. Infatti si promuovono in maniera esponenziale i risanamenti terminici della sfera residenziale attraverso una sostituzione di impianti meccanici con altri maggiormente sosteniibili. Si promuovono inoltre edifici ad energia zero e materiali da costruzione ecologici. Si offrono inoltre consulenze e materiale informativo riguardo le questioni energetiche. Vi è inoltre un sostegno abitativo dato attraverso sovvenzione annuale a tutte quelle abitazioni, che vogliono effettuare operazioni di riqualificazione, ma aventi il certificato energetico. Le operazioni si basano sul miglioramento dell'energia ed infatti risultano essere coibentazione dell'involcuro, sostituzione serramenti ed azioni sugli impianti;

- Alta Austria: La "Energie-Leitregion OÖ 2050" è la strategia dello Stato Federale per essere leader energetico a livello internazionale. Gli obbiettivi prevedono di diminuire le emissioni di gas serra del 25-33% entro il 2030 e del 90% entro il 2050. Vi è inoltre una continua fornitura di consulenza energetica per coloro che abbiano la volontà di ristrutturare la propria abitazione. Oltre alle consulenze ci sono anche portali online di formazione che vedono oltre 300.000 registrati. Secondo il "Regolamento provinciale sulle ristrutturazione delle abitazioni" l'Austria ha raggiunto al momento il miglior tasso di riqualificazione energetiche;
- Salzburg: Il governo dal 2012 ha attuato una strategie di azioni sino al 2050. In particolare nel 2020 si dovrebbe raggiungere una riduzone del 30% delle emissioni di CO_2 provenineti dalle case. Inoltre il 50% dell'energia dovrebbe essere rinnovabile. Al 2030 si dovrebbe arrivare ad una riduzione del 50% del gas serra con una quota del 65% di energia provenienti da fonti rinnovabili.Il 100% della produzione di ACS nella città di salisburgo dovrà essere prodotto di solare termico. Al 2040 ci dovrebbe essere una riduzione del 75% di gas serra. Si dovrebbe utilizzare per il 80% energia da fonti rinnovabili e per il 100% utilizzo di riscadamento da energia rinnovabile come il teleriscaldamento. Infine al 2050 si dovrebbe arrivare con azioni tali da permettere zero emissioni una città energia zero e sostenibile;
- Styria: La strategia riguardo al clima ed energia si chiama " Steiermark 2030" ralizzata dal 2017 e si pone come obbiettivi di riurre le emissioni di gas serra del 36%, aumentare ed aumentare l'approviggionamento di energia rinnovale del 40%. Inoltre si prevede che il tasso delle ristrutturazioni continui a crescere incentivando quelle riqualificiazione di alta qualità e di grande superficie. Vi sono diverse misure che sono in fase di attuazione che concorreranno a raggiungere tali obbiettivi, come il G-03 Testare gli strumenti esistenti per sviluppare insediamenti energeticamente efficienti, G-09 Dimostrare concetti innovativi di raffrescamento e riscaldamento degli edifici, G-13 Abbandono dei combustibili fossili come vettori energetici degli edifici ed ancora G-15 Aumentare la fornittura di energia rinnovabile per gli edifici Vi

sono inoltre i punti G-16 Considerare il ciclo di vita in relazione all'involucro degli edifici, G-19 Realizzare una roadmap di interventi di riqualificazione sugli edifici e G-22 Aumentare l'utilizzo dei materiali naturali e riciclabili negli edifici. Vi è inoltre un sostegno abitativo, chiamato " Durchführungsverordnung zum Steiermärkischen Wohnbauförderungsgesetz" in cui vi sono incentivi per quanto concerne la riqualificazione edilizia ma anche per aspetti maggiormente sociali;

- Tyrol: I prestiti e le sovvenzioni sono entrambi aiuti finanziari che la regione utilizza a sostegno dell'edilizia residenziale. Le abitazioni però devono avere necessariamente il certificato energetico per rientrari in tali aiuti ed inoltre si da la priorità a riqualificazioni abbastanza estere e profonde. Dal 1992 vi è la " Energie Tirol" ovvero un servizio di consulenza energetica utile ad individuare un piano di azione con strategie ben specifiche;
- Vorarlberg: Vi è un piano approfondito di consulenza energetica con cui gli utenti possono fare domande e poter categorizzare il proprio consumo e confrontarlo agli altri presenti nella zona di interesse. Viene realizzato anche un piano di supporto per la ristrutturazione e riqualificazione edilizio. Vi è inoltre un sostegno abitativo tramite sussidi e prestiti per edifici residenziali. Per agevolare di tali incentivi occorre che i materiali utilizzati siano sostenibili ed ecologici, che il fabbisogno finale dell'edificio abbia un valore molto basso e che vi siano poche emissioni di anidride carbonica. Vi è inoltre la possibilità di installare impianti fotovoltaici e solare termici attraverso un contributo a fondo perduto;
- Vienna: "Klimaschutzprogramm" è il programma di protezione del clima della città di Vienna iniziato nel 1999 e continuato sino al 2020 con una sua proproga per anni successivi. Il principale scopo risulta l'approviggionamento di energia da fonti del tutto rinnovabili. Vi è poi "Smart city Vienna" ovvero un programma al 2050 per ridurre il fabbisogno energetico degli edifici. Attraverso tale programma vengono controllati i certificati energetici, garantite la qualità della ristrutturazione, eseguite progetti pilota in materia di fornitura di energia. La città di Vienna inoltre fornisce consulenze gratuite con oggetto la riqualificazione energetica dando uno sguardo a 360 gradi sui sussidi e finanziamenti presenti. Il "RenoBooster" è un programma per promuovere i finanziamenti per i retrofit energetici dell'edilizia privata. Il "Thewosan" è un programma atto al risanamento energetico delle abitazioni per prmuovere l'isolamento termico. In realzione alla coibentazione infatti si studiano gli impatti conseguibili di abbassamento del fabbisogno termico e delle emissioni di anidride carbonica. Il finanziamento per questo programma è fornito a fondo perduto per un massimo di 25-160 €/m².

5.1.6.2 BELGIO

STOCK EDILIZIO [58]

Il panorama edilizio residenziale belga risulta essere suddiviso in case unifamiliari, plurifamiliari e appartamenti in condomini. Per le abitazioni mono e plurifamiliari la maggioranza delle costruzioni appartengono al periodo precedente al 1919, mentre i condomini furono costruiti prevalentemente tra il 1946 ed il 1970. La prima normativa in ambito di efficienza energetica fu emanata nel 1985 e quindi la maggior parte del patrimonio immobiliare residenziale belga risulta avere motle carenze riguardo alle performance energetiche.

POVERTA' ENERGETICA [58]

Tutte e tre le regioni del Belgio soffrono di povertà energetica. La Nazione ha imposto una strategia di controllo del costo degli affitti per far si che non ci possano essere aumenti vertiginosi dopo azioni di riqualificazione energetica. [58]

STRATEGIE [58]

Anche nel caso del Belgio la strategia di ristrutturazione energetica è a lungo termine. Sono state effettuate differenti ipotesi relative alle ambizioni raggiungibili. Attraverso la prosecuzione di un'ambizione minima entro il 2030 tutti gli edifici in classe energetica F e G andebbero riqualificati. Dal 2025 i ritmi di interventi relativi alla coibentazione dovrebbero essere eseguite con strategie tali da renderli veloci per raggiungere l'obbiettivo di completo isolamento al 2040.
Con un tasso di ristrutturazione al 5% invece si prevede che oltre alle strategie nell'ipotesi minima vi sia una ristrutturazione tale da realizzare un parco edilizio del tutto decarbonizzato. Lo stesso principio vale per la strategia a ristrutturazione del 10%. La terza strategia prevede sempre un tasso di ristrutturazione al 10% comprensivo però anche alla sostituzione dei sistemi impiantistici con fonti di energia rinnovabili per poter avere un parco decarbonizzato al 2025. Infine l'ultimo scenario risulta essere la ristrutturazione e decarbonizzazione incentrata sulle classi energetiche più impattanti quali F e G.
Il Belgio imporrà inoltre obblighi per far si che siano rispettate le misure di risparmio energetico, focale è la necessità che ogni edificio residenziale abbia un attestato di prestazione energetica con i relativi consumi.
E' doveroso pensare che per realizzare un'ondata di riqualificazione siano però necessari anche fondi finanziari, un esempio è il " Prêt Vert Bruxellois" che verrà rafforzato. Esso risulta essere un incentivo inteso come un prestito

Vi sono inoltre differenti iniziative tra cui si menzionano:

- HOMEGRADE: Ovvero un centro di informazioni per incoraggiare gli utenti a ridurre il proprio fabbisogno energetico. Vi è inoltre un supporto tecnico per quanto concerne gli impianti e per le diagnosi. Vengono inoltre effettuate relazione per valutare l'economicità di un opera di retrofit ed il relativo accesso ai finanziamenti;
- RÉSEAU HABITAT: Lo scopo è rinnovare il parco edilizio attraverso diffusioni riguardo interventi, analisi e diagnosi energetiche;
- ANIMATIONS ÉNERGIE: Eventi di formazione ed informazione per sensibilizzare gli utenti riguardo all'importanza di azioni per il risparmio energetico.

Vi sono anche incentivi utili agli utenti per eseguire azioni di riqualificazione. Uno degli interventi riguarda la riduzione delle tasse

di registrazione e per riqualificazioni a lungo termine si sono introdotti nuovi incentivi fiscali innovativi per incoraggiare gli utenti ad entrare nel meccanismo di "risparmio dopo la ristrutturazione"

5.1.6.3 CROAZIA

STOCK EDILIZIO [55]

Il futuro dell'edilzia Croata deriva in maniera sostanziale dagli investimenti che verranno fatti in futuro. Infatti degli studi hanno affermato come senza investimenti e politiche per riqualificazioni energetiche, queste risulterebbero muoversi con un'intensità molto lenta. Il tasso di demolizioni previste al 2050 è del 25% poichè i costi e l'efficacia della riqualificazione è minore rispetto alla possibilità di demolirli. Gli appartamenti risultano essere suddivisi per epoca di costruzione, la maggioranza è stata costruita tra il 1941 ed il 1970 per un totale di 237.466 edifici. Dopo il 2005 sino ad oggi il numero degli edifici costruiti è sceso in maniera esponenziale. Tra il 1 aprile 2014 ed il 31 dicembre 2019 sono stati costruiti/ristrutturati 145 edifici nZEB e tra il 2018 ed il 2019 l'1,6% degli edifici con APE risulta essere nZEB.

POVERTA' ENERGETICA [55]

La strategia 2021-2025 per combattere la povertà energetica riguarda almeno 407 edifici. Lo stato prediligerà in primo luogo azioni di riqualificazioni su condomini di proprietà pubblica per minimizzare i costi della bolletta energetica. Successivamente tale programma sarà ampliati a condomini di proprietà privata e anche a singole case.
La misura adottata dalla Croazia prende il nome di "Programma di lotta alla povertà energetica" e si svilupperà dal 2021 al 2030. Sarà possibilile attivare sportelli informativi per gli utenti che necessitano di aiuto per le misure possibili per combattere tale povertà. Ci sarà un cofinanziamento per il miglioramento e sostituzione degli impianti di riscaldamento. La nazione inoltre creerà un modello di aiuto tale da assistenere economicamente gli utenti in difficoltà pagando per loro le spese energetiche.

STRATEGIE [55]

L'aumento della ristrutturazione tra il 2014 ed il 2020 è stato dello 0,75%. I fattori che influenzeranno il retrofit tra il 2021 ed il 2050 saranno di sostegno finanziario agli utenti che nonchè alla capacità del settore delle costruzioni di eseguire un lavoro appropriato.
I programmi di riqualificazione energetica si basano su aiuti finanziari tramite diversi bandi come il bando per i condomini "Energy renovation of multi-apartment buildings" che si è sviluppato in maniera eccellente. La Croazia intende sviluppare programmi simili negli anni 2021-2030 per raggiungere le finalità importa dell'Unione Europea. Nei prossimi anni quindi vi sarà un rinnovo energetico con misure sull'involucro edilizio e sugli impianti. Inoltre si vogliono realizzare nuovi edifici per le costruzioni nZEB poichè ad oggi i requisiti esistenti sono molto limitanti.
La Croazia ha stabilito un'iniziativa chiamata "Aggregazione di progetto" per far si che gli interventi di retrofit (sopratutto quelli piccoli) raggiungano gli obbiettivi prefissati di dimiunzione di fabbisogno energetico ed emissioni di anidride carbonica. I progetti possono essere aggregati attraverso:

- Piattaforme di aggregazione: Database di progetti disponibili visionabili per studiare gli interventi, incentivi e i relativi risultati;
- Gruppi di investimento: Investitori come ESCO e proprietari di edifici, oppure specializzati in efficienza energetica come sistemi LED o edifici nZEB ed infine investitori inerenti al funzionamento manutenzione delle apparecchiature e prodotti maggiormente efficienti;
- Soluzioni Dunble: Ovvero raggruppamento di soluzioni che aiutano l'utente a definire quale sia la perfetta per lui. Si possono inoltre creari vari pacchetti di soluzioni presenti in vari edifici per cercare quella ottima per l'utente.

Dal 1 Gennaio 2004 Il "Fondo per la protezione dell'ambiente e l'efficienza energetica (EPEEF)" Corata ha stimolato continuatamente progetti ed interventi riguardo la transizione energetica. Per il settore dell'edilizia residenziale dal 2014 al 2016 vi è stato "Programma di riqualificazione energetica per abitazioni", il "Programma di riqualificazione energetica per condomini" e "Misure del consumo energetico". Tutti e tre hanno abbassato notevolmente i livelli di CO_2 presenti, infatti per quanto concerne la prima strategia sono diminuite ben 53709.00 tCO_2, nel secondo 19825.03 tCO_2 e nel terzo 42331.63 tCO_2.
Alla fine del 2016 il Ministero Croato ha indetto un bando per la riqualificazione dei condomini chiamato "Promotion of integral renovation of aparment buildings" ricevendo moltissime domande per un totale di 584 progetti realizzati realizzando transizioni da una classi energetica E ad una B e minimizzando il fabbisogno di energia del 66,71%.

Quindi alla luce delle esperienze effettuate in campo energetico la Croazia ha deciso di incentrare le proprie misure su programmi di finanziamento di villette e condomini con una scarsa performance, ovvero appartenenti a classi energetice dalla C alla G. Le misure si attueranno negli anni tra il 2021 ed il 2030 e poi successivamente 2030-2050:

- Programma di ristrutturazione dei condomini: Dovrebbe essere una continuazione del programma gia esistnete "Riqualificazione energetica dei condomini" in cui si incoraggia una ristrutturazione profonda con sistemi efficienti ed economicamente affidabili. Il programma avrà una visione a lungo termine, ovvero entro il 2030. Esso prevede un importante incoraggiamento a ristrutturazioni con obbiettivo nZEB. Si deve inoltre prevedere un monitoraggio continuo di energia prima e dopo l'azione di retrofit. Con tale programma si presuppone un aumento del tasso di riqualificazione pari al 3% entro il 2030. Si stima inoltre che il 50% degli edifici riqualificati richiederanno anche azioni di adeguamento sismico. Ci saranno sovvenzioni tali da coprire al massimo il 60% dei lavori. Si prevede una riduzione delle emissioni di anidride carbonica pari a 232,17 $ktCO_2$ tra il 2021 ed il 2030;
- Programma di riqualificazione energetica per case: Il programma verrà attuato sino al 2050 e dovrabbe essere in continuo edl "programma di riqualificazione energetica delle abitazioni unifamilairi" concluso nel 2020. Il piano prevede una ristrutturazione delle case attraverso le sovvenzioni generate dalla vendita di quote di emissioni di gas serra all'asta. Si incoraggia quindi una ristrutturazione profonda attraverso interventi economicamente fattibili. Anche con questo programma il tasso di ristrutturazione dovrebbe crescere sino ad un 3% entro il 2030 e dorebbe esserci una diminuzione di anidride carbonica pari a 229,12 $ktCO_2$ tra il 2021 e 2030;
- Programma per promuovere gli standard di costruzione e ristrutturazione nZEB: Dopo il 2018 tutti gli edifici Croati di nuova costruzione devono essere nZEB. Per garantire la corretta costruzione e riqualificazione si sono attivati dialoghi con partnere realizzando workshop che permettono di sivluppare un dialogo riguardo la roadmap da perseguire per la realizzazione di un edifico nZEB. Vi sono poi linee guida che gli investitori devono tenere in considerazione e campagne mediatiche riguardo la correttezza della riqualificazione energetica con obbiettivo nZEB.

A pagina successiva iene riportata una tabella con gli step da seguire secondo la roadmap Croata.

ANNI	OBBIETTIVI
2050	/ Tutti gli edifici dovranno essere ad energia quasi zero / Il tasso delle riqualificazioni sarà il 4% / Tutti i cittadini saranno consapevoli degli effitti positivi della riqualificazione energetica e delle relative conseguenze in termini di emissioni e benessere
2040	/ Il 60% degli edifici dovrà essere ad energia quasi zero (nZEB) / Il tasso delle riqualificazioni sarà il 3,5% / Il 95% dei cittadini saranno consapevoli degli effitti positivi della riqualificazione energetica e delle relative conseguenze in termini di emissioni e benessere
2030	/ Il 25% degli edifici sarà oggetto di retrofit energetico / Il tasso delle riqualificazioni sarà il 3% / Il 50% dei cittadini saranno consapevoli degli effitti positivi della riqualificazione energetica e delle relative conseguenze in termini di emissioni e benessere / Realizzati regolamenti in termini di requisiti e prestazioni energetiche / L'apporccio alla ristrutturazione serà effettuata basandosi sul costo ottimale
2025	/ Il 12% degli edifici sarà oggetto di retrofit energetico / Il tasso delle riqualificazioni sarà il 2% / Il 20% dei cittadini saranno consapevoli degli effitti positivi della riqualificazione energetica e delle relative conseguenze in termini di emissioni e benessere / Tecniche per la ristrutturazione degli edifici in fase di sviluppo / Il Governo sostiene le banche riguardo azioni di prestiti /Il 50% delle imprese deve essere certificata energeticamente
2020	/ Il 5% degli edifici sarà oggetto di retrofit energetico / Il tasso delle riqualificazioni sarà il 1% / Definizione delle categorie di edifici da ristrutturare, riqualificare in maniera profonda / Il Governo definisce i finanziamenti attuabili / Formazione di personale adatto per la riqualificazione /Raccomandazioni per applicare le misure di efficienza energetica nel patrimonio edilizio esistente

Fig. 54 Roadmap al 2050, rielaborazione tabella[45]

5.1.6.4 DANIMARCA

STOCK EDILIZIO [44]

Il consumo energetico della Danimarca proviene in quantità abbastanza elevate dal settore edilizio per il riscaldamento. Di questo una quantità pari al 55% è attribuibile ad abitazioni mono-plurifamiliari ed un 21% ai condomini. Nel 1972 vi sono stati diversi requisiti edilizi riguardo al consumo energetico e per questo coloro che appartengono agli anni precedenti al 1972 risultano essere poco performanti. Il 20% degli immobili costruiti dopo il 1980 ha subito una riqualifcazinoe, mentre il 60% un retrofit leggero ed il 25% una media.

POVERTA' ENERGETICA [44]

Vi sono molte azioni contro la povertà energetica. Per esempio per persone anziani ci sono dei supplementi atti a conotribuire alle spese di riscaldamento ed acqua calda. Per chi ha perso il lavoro o sia malato ogni autorità comunale può scegliere in che modo aiutare, per esempio pagando le spese energetiche. Vi sono poi spese speciali per utenti che hanno un afitto particolarmente alto e che non sono in grando di pagare. Lo stato in questo caso darà una quantità di denaro pari alla differenza tra le spese che si pensa l'utente possa permettersi e le spese delle bollette energetiche. Per contrastare la povertà energetica la Danimarca principalmente si basa su crediti ipotecari attraverso finanziamenti, sistemi bancari e fondi nazionali.

STRATEGIE [44]

Per assolvere alle richieste dell'Unione Europea riguardo i targhet da rispettare entro il 2030 e 2050, la Danimarca ha predisposto una riqualificazione suddivisa in parti. Facendo un retrofit leggero infatti il consumo energetico diminuirà del 30%, facendone uno medio sino al 60% e con uno profondo oltre il 60%.

L'approccio della Nazione internde unire strumenti normativi, finanziari ed informativi per offrire ai cittadini riqualificiazione energetiche efficienti.

Nel caso di case popolari è stato fatto un progetto pilota in cui le bollette energetiche vengono pagate misurando il clima interno, così da portare gli inquilini a scegliere un buon clima interno e salvaguardare la propria salute.

Riguardo al settore privato la Danimarca ha preisposto il "Catalogo dei valori standard" ovvero valori standard di risparmio energetico.

Inoltre la Danimarca ha effettuato un piano d'azione, preferendo la ristrutturazione profonda, riguardo l'efficacia di vari interventi e i relativi guardagni in termini di costi. Sono infatti stati fatti numero studi a riguardo, realizzando schemi utili suddivisi in tipologie abitative e anno di costruzione con relativi interventi e la propria efficienza.

5.1.6.5 FINLANDIA

STOCK EDILIZIO [52]

Riguardo i manufatti edilizi residenziali, gran parte, ovvero 1,2 milioni di edifici, è caratterizzato dalla presenza di case mono e plurifamiliari. Secondo indagini effettuate le unità abitative risultano essere in buone condizioni, solo il 6% delle case ha una bassa efficienza energetica. Lo stock edilizio appartiene per un 84% ad anni precedenti al 1960 con un fabbisogno di energia termico medio pari a 240 KWh/m²annui. Generalmente la classe energetica di tali edifici è assimilabile ad un 35% appartenente alla D ed un 31% alla E. Piccole percentuali riguardano spiacevolmente la classe energetica A (1%), ma anche la G e la F rispettivamente 2% e 4%.

Le ville a schiera comprendono 82.000 edifici costruite tra il 1980 e il 1989 con un fabbisogno di energia primaria di 165 KWh/m²annui ed anche in questo caso appartenenti maggiormente ad una classe energetica D.

Per quanto concerne i condomini, questi sono 62.000 edifici costruiti maggiormente tra il 1970 ed il 1979, aventi un fabbisogno di energia primaria medio di 1175 KWh/m²annui ed appartenti maggiormente ad una classe energetica pari a D

POVERTA' ENERGETICA [52]

Secondo uno studio l'1,7% ha avuto problemi a mantenere internamente le condizioni climatiche di comfort invernale e ben l'1% soffre di povertà energetica. Vi sono dei sussidi che gli utenti possono richiedere se si trovano in condizioni finanaziarie disagiate. Vi è inoltre il "Housing Finance and Development Cernter of Finland" a cui puo essere richiesto un sussidio per persone anziane e disabili che fa parte anche di misure di sostentamento energetico come migliorare l'isolamento o il cambio meccanico di impianto di riscaldamento.

STRATEGIE [52]

La strategia della Finlandia è concorde con quella Europea. Le emissioni degli edifici residenziali e non, sono pari a 7,8 $MtCO_2$ ovvero comprendono il 17% rispetto al totale delle emissioni. L'obbiettivo della Nazione è ridurre le emissioni di tali edifici al 90% con 0,7 $MtCO_2$ entro il 2050.

La Finlandia ha stimato che il 70% del patrimonio immobiliare sarà ancora agibile al 2050 ed è per questo che la nazione risulta essere decisa ad effettuare una transizione energetica ed ecologica. Infatti la strategia della Finlandia si sviluppa in tre campi: Miglioramento dell'efficienza energetica, effettuare lavori di ristrutturazione e manutenzione ed abbandonare l'energia fossile incentrandosi su energia rinnovabile.

Tutti gli edifici, secondo tale strategia, han-

STRATEGIE 2017	STATO AL 2019
Promozione riqualificazione profonda di edilizia residenziale. Aiuti del 50% sui costi di progettazione. L'efficienza dopo il retrofit deve essere significatamente superiore alla precedente.	Tra il 2020 e il 2022 sono stati preventivati 100 milioni di euro per sussidi energetici.
Promozione di misure per influenzare il livello di energia degli edifici e diminuire il costo delle bollette energetiche.	Firmati accordi 2017-2025 di efficienza energetica nel settore immobiliare. Il proprietario e l'inquilino si possono accordare per migliorare l'efficienza ecologica.
Promozione di misure a sostegno del funzionamento di residenze per quanto concerne la manutenzione e l'efficienza energetica.	Firmati accordi 2017-2025 di efficienza energetica nel settore immobiliare. Il proprietario e l'inquilino si possono accordare per migliorare l'efficienza ecologica.

Fig. 55 Stato delle strategie, rielaborazione tabella[52]

no bisogno di una manutenzione sistematica nell'arco dei prossimi 15/20 anni. Questo servirà per portare gli edifici verso un fabisogni di energia molto basso e nZEB. Ovviamente vi sono vai strumenti e materiali a supporto della manutenzione degli edifici per migliorarne l'efficienza energetica e diminuire le emissioni di CO_2.

Per gli edifici con peggiore efficienza energetica, ovvero quelli appartenenti ad immobili in classi energetica F e G si possono richiedere dei sussidi energetici per coprire i costi del progetto e design di riqualificazione energetica.

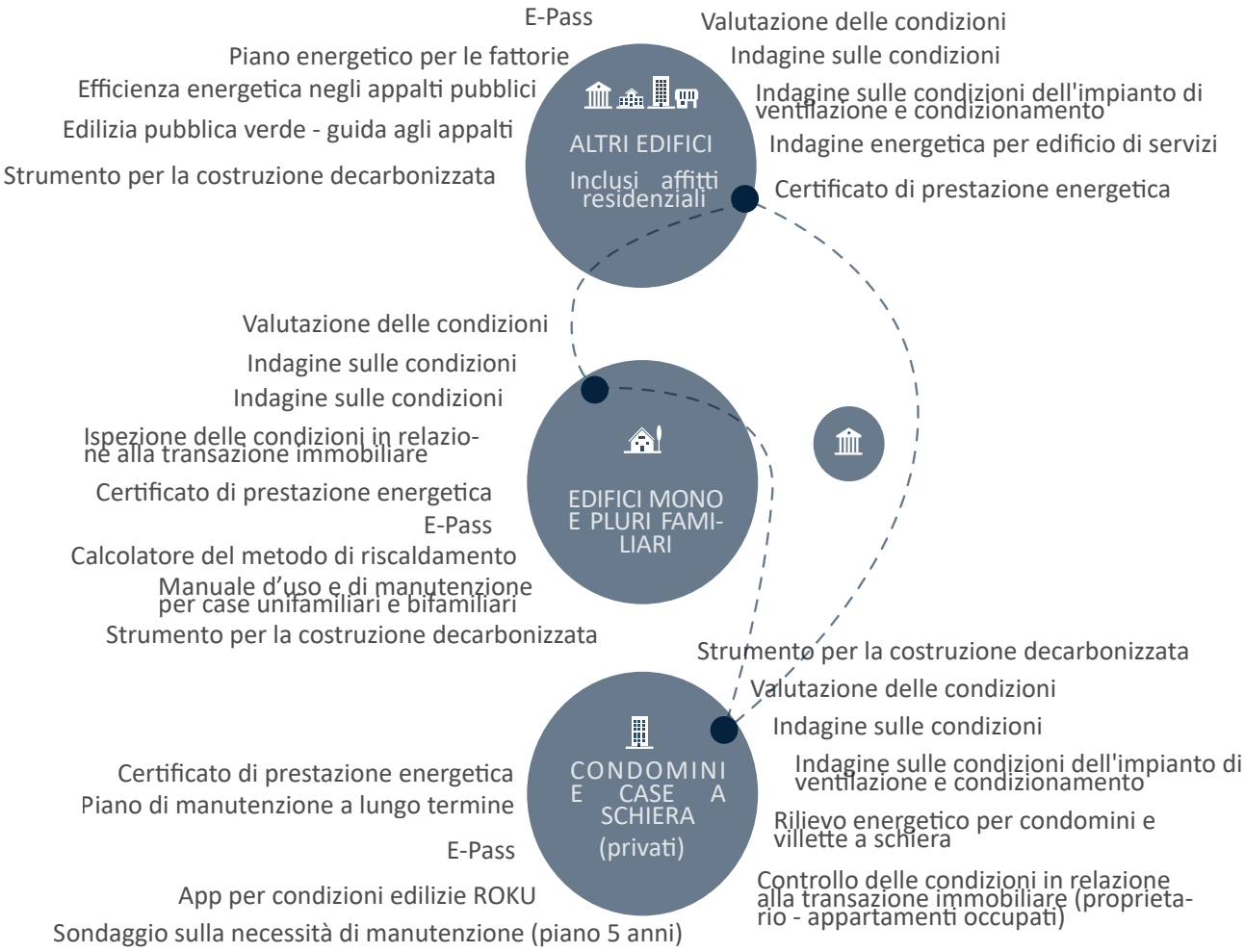


Fig. 56 Rielaborazione degli sturmenti utilizzati, rielaborazione immagine[52]

5.1.6.6 FRANCIA

STOCK EDILIZIO [53]

In Francia la maggioranza degli edifici residenziali risulta essere "abitazione principale" degli utenti. Le case mono-plurifamiliari contano ben 16 milioni, mentre gli appartamenti risultano essere 12 milioni. Gli edifici si incentrano maggiormente nella zona territoriale chiamata "H1" ovvero collocatasi a nord-est ed avente una stagione invernale maggiormente rigida e lunga aumentando così la richiesta di fabbisogno di riscaldamento degli edifici.

Gli edifici monofamiliari risultano essere costruiti per il 36% in un periodo precedente al 1948, mentre per un 30% tra il 1975 e il 1999. Per quanto concerne gli edifici plurifamiliari, essi appartengono per un 32% agli anni compresi tra il 1949 ed il 1974 e per un 29% prima del 1948.

POVERTA' ENERGETICA [53]

L'Osservatorio Nazionale della Povertà Energetica (ONPE) ha eseguito una ricerca riguardo gli utenti in difficoltà energetica. Il risultato afferma che 11,6% persone in Francia vivono in povertà energetica, il 15% delle famiglie afferma di avere problemi a riscaldare la propria abitazione (quattro casi studio su dieci è per una mancanza di isolamento) e 572.440 famiglie sono state oggetto di interventi e finanaziamenti poichè erano impossibilitate nel pagare la bolletta energetica. Non è descritta però una strategia mirata per risolvere tale problema.

STRATEGIE [53]

Lo scopo della ristrutturazione francese risulta essere un approccio economicamente vantaggioso. La Nazione ha infatto condotto delle simulazioni su degli specifici edifici che potessero essere rappresentativi del parco edilizio esistente. Vi sono tre scenari che rappresentano in primo luogo una ristrutturazione per rendere l'edificio possessore di un basso consumo energetico. Il secondo scenario prevede una ristrutturazione ad alta efficienza energetica comprendente anche apparecchiature installate altamente performanti. Come ultimo scenario viene rappresentato di base il secondo ma usufruendo completamente di fonti rinnovabili. Ovviamente per rendere il parco edilizio decarbonizzato entro il 2050 l'ultimo scenario è colui che si avvicina maggiormente alla realizzazione di un edificio a basso consumo energetico. Le analisi effettuate dimostrano che tutti gli edifici residenziali hanno scenari in cui vengono minimizzati i costi e massimizzate le prestazione energetiche. Non vi sono però delle opere chiamate "standard" che possano essere ideali per ogni tipologia di intervento a causa delle varianti di anno di costruzioni e consumi energetici. Inoltre dagli studi fatti è stato evidente come gli investimenti tramite incentivi siano fondamentali per effettuare nuove e maggiori azioni di retrofit energetico.

Dal 13 Giugno 2007 la riqualificazione energetica di edifici superiori a 1000 mq di superficie è oggetto dei requisiti della "Disciplina Termica per le Ristrutturazioni Generali". Si inizia valutando il consumo dell'edificio e decidendo gli interventi necessari e il relativo risparmio energetico. Il fabbisogno finale dell'edificio residenziale non dove superare gli 80-160 KWh/m²annuo e garantire un comfort estivo corretto.

Molte sono le iniziative che il governo francese sostiene per promuovere le ristrutturazioni energetiche, in particolare:

- Il "Passaporto di efficienza energetica", risulta essere un supporto per tutti gli utenti che decidono ristrutturare il proprio manufatto edilzio;
- "Provence-Alpes-Côte d'Azur" ovvero un

progetto di retrofit per raggiungere basse emissioni di anidride carbonica;
- "Effilogis" un programma di sostegno per ristrutturare energeticamente abitazioni di famiglie a basso reddito;
- "Oktave" è un servizio a disposizione come guida per i progetti di retrofit;
- "Efficacité Energétique des bâtiments – Rénovations globales ou BBC" programma della Corsica per ristrutturare edifici con maggiore fabbisogno di energia annuo.

La strategia Francese per l'energia e il clima si basa sulla "strategia nazionale a basse emissioni di carbonio (SNBC)" per ridurre le emissioni di anidride carbonica e sul "Piano Energetico (PPE)"azioni per ridurre il fabbisogno energetico. In Particolare la strategia si sofferma sulla sicurezza dell'approvigionamento di energia, sulla riduzione dei combustibili fossili, agevolare il mix energetico e valutare i fabbisogni nel settore energetico. Per quanto concerne le emissioni di anidride carbonica, queste secondo la strategia francese saranno diminuite del 40% entro il 2030. Secondo la nazione la totale riduzione delle emissioni è impensabile poichè vi sono settori particolarmente energetici che non possono essere del tutto cambiati. Si dovranno infatti cambiare totalmente gli approviggionamenti di energia dal petrolio alle fonti rinnovabili.

5.1.6.7 GERMANIA

STOCK EDILIZIO [46]

In Germania vi sono un totale di 40 milioni di abitazioni, di cui la maggior parte costituite da case mono e plurifamiliari, 5 milioni di condomini e 21 milioni di abitazioni. Gli edifici apparengono maggiormente all'epoca della seconda guerra mondiale, il 26% è stato costruito prima del 1948 e di esso la metà appartiene ad anni precedenti al 1919. Il primo regolamento edilizio in ambito di efficienza energetica è stato definito nel 1977 e nella Nazione il 64% degli immobili residenziali è stato costruito prima quindi senza obblighi ne standard di performance energetica. Solo una piccola parte ovvero il 6% del totale risulta essere realizzato dopo il 2002. Le case mono e plurifamiliari rientrano per il 40% in classi energetiche G ed H, mentre i condomini solo per il 16%. Le classi maggiormente alte però ovvero A e B caratterizzano in termini numerici più le case rispetto ai condomini.

POVERTA' ENERGETICA [46]

Per la Germania l'accessibilità energetica rimane un concetto imprescindibile se si vuole continuare la transizione energetica. La Nazione non prevede un incentivo esclusivamente per la povertà energetica, ma la tratta come povertà in generale. Vi è infatti il secondo e dodicesimo codice sociale dell'"Assicurazione di base per le persone in cerca di lavoro" all'interno del quale si prevedono dei finanziamenti che comprendono anche l'aiuto per l'impossibilità di pagare la bolletta domestica.

STRATEGIE [46]

Il Governo Tedesco ha stabilito un Programma 2030 all'interno del quale presenta un piano d'azione per il 2050. Il programma prevede in ambito edilizio residenziale l'introduzione del sostegno fiscale per tutti gli interventi di riqualificazione energetica.

- Gli interventi incentivati riguardano la coibentazione dell'involucro, il cambio di serramenti e la sostituzione degli impianti meccanici per il riscaldamento. Il sostegno è dato da una detrazione fiscale su 3 anni;
- Il Governo ha inoltre predisposto un altro incentivo per il settore edile riguardante la sostituzione dei sistemi meccanici ad olio in sistemi a riscaldamento rinnovabile;
- Produzione industriale seriale di elementi edilizi per facciate e tetti e la relativa instalazzione standardizzata. Cos' i tempi di montaggio risulteranno meno lunghi e di conseguenza gli interventi di riqualificazione cesserano prima;
- Potenziamento degli standard energetici per gli edifici residenziali;
- Miglioramento della consulenza energetica per immobili residenziali. Tale consulenza riguarderà la realizzazione di attestati di prestazioni energetici, sostituzione di elementi, raccomandazione di interventi.

Per promuovere un LTRS la Nazione ha ipotizzato una "Strategie di efficienza energetica per gli edifici (ESG). Si prevede che il tasso medio di riqualificazioni residenziali di edifici dovrebbe essere in costante crescita sino al 2030, dopo tale data si ipotizza che possa essere tra il 1,3% e il 2% per case mono e plurifamiliari e tra il 1,5% e il 2% per condomini. Per fare questo vi sono delle misure a sostegno fiscale per la riqualificazione energetica degli edifici. Per le abitazioni è previsto un sostegno per il rinnovamento, per esempio effettuando interventi come coibentazione dell'involucro, sostituzione serramenti e impianti meccanici. Tale sostegno risulta essere una detrazione fiscale scaglionata in 3 anni.
Dal 2006 inoltre è in vigore il "programma di

ristrutturazione di edifici a CO_2" per ristrutturazione di edifici residenziali ad alta efficienza energetica. Inoltre la Germania definisce in maniera dettagliata l'importanza del "programma di monitoraggio" delle costruzioni una volta eseguite le azioni di retrofit energetico. A seconda del programma possono esserci contributi sino ad un massimo del 100% delle spese

Inoltre per rendere il processo decisionale di riqualificazione e per affiancare i proprietari di case nell'attuazione il governo ha stabilito che le spese per la consulenza energetica potessero essere sostenute per l'80%. Generalmente si ottiene un risparmio di circa 8000 kEh per ogni casi di consultazione. Le misure attuate nel 2018 hanno fatto risparmiare circa 18.4000 tonnellate di anidride carbonica equivalente.

Altre strategie attuate per limitare le emissioni di anidride carbonica e il fabbisogno di energia primaria degli edifici sono il Programma "HZO" finalizzato alla sostituzione delle pompe di calore di tutti gli edifici. Vi è il programma "Social City" che realizza investimenti di sviluppo urbano ed anche di riqualificazione energetica in tutte quelle abitazioni che si trovano in un contesto esterno abbastanza sfavorevole e svantaggiato. Vi è anche il "Sostegno federale per gli edifici esistenti BEG" che unisce i due programmi di sostegno "CO_2 Building" e "Market Incentive Program". BEG promuove l'efficienza energetica e l'uso di energia rinnovabile e rende i finanziamenti molto specifici così da rendere le misure maggiormente ambiziose.

Il Ministero Federale dell'Interno, dell'Edilizia e della Comunità (BMI) sostiene attivamente il programma "Future of Construction" iniziato al 2016. Esso risulta essere un progetto di ricerca nel mondo dell'edilizia per cercare il modello del futuro. Il tema principale del lavoro è trovare un metodo di costruzione rispettoso dell'ambiente, stabilire una connessione sostenibile con il clima e gestire il patrimonio edilizio in maniera consapevole e meno dispendioso in termini energetici.

Sino ad oggi la ristrutturazione efficiente tedesca si basa molto sul lavoro specializzato in cantiere. Questo però limita molto la certezza sul costo effettivo dell'opera in un momento antecedente e risulta essere un ostacolo per velocizzare l'intero processo di retrofit. L'Agenzia tedesca per l'energia (Dena) ha lanciato un progetto "Ristrutturazione seriale di condomini" con il coinvolgimento dell'iniziativa olandese "Energiesprong". Per i prossimi tre anni in Germania vi sarà una supervisione per decidere la modalità di ristrutturazione dei condomini e case, in quanto gli elementi prefabbricati dovranno differire di poco e quindi la domanda per la realizzazione di moduli differenti non dovrà essere alta. I primi prototipi sono in fase di implementazione in Germania.

5.1.6.8 IRLANDA

STOCK EDILIZIO [45]

In Irlanda vi è una presenza sostanziale di edifici unifamiliari. Infatti 1 casa su 8 è destinata ad appartamento o ad una multiproprietà abitativa. Rispetto all'Unione Europea nella Nazione l'epoca di costruzione del patrimonio edilizio residenziale è abbastanza recente. Vi è circa il 16% appartenente ad anni precedenti al 1940 e un 15% prima del 1970. C'è però da affemare che i primi criteri di regolamentazione edilizi riguardo ai risparmi ed alle prestazioni dell'involucro riguardano il 1992 ed il 58% delle abitazioni sono state costruite prima di tale data. Proprio per questo le emissioni di anidride carbonica e il fabbisogno complessivo degli edifici sono abbastanza alti e risultano necessarie delle strategie di intervento. Il tessuto edilizio è infatti molto differente in quanto gli edifici costruiti dal 2010 ad oggi sono altamente performanti e si stanziano in classi energetiche A e B. Tra il 1700 e il 1977 invece la classe predominante è la F-G dal 1978 al 1999 risulta essere la C e la D ed infine dal 2000 al 2009 gli edifici sono caratterizzati maggiomente da prestazioni tali da rientrare maggiormente in classi energetiche C.

POVERTA' ENERGETICA [45]

Una delle strategie in azione è il programma "Calore e benessere", incentrato sul miglioramento delle condizioni di vita delle persone disagiate, più deboli o in condizioni di povertà energetica fornendo miglioramenti energetici.

STRATEGIE [45]

L'Irlanda per conseguire i risultati al 2050 ha definito che tutti i nuovi edifici dovranno essere ad energia zero nZEB e che sarà necessario un tasso di ristrutturazione degli edifici esistenti pari a 1,5 milioni di edifici entro il 2050.

E' fondamentale che gli approcci di riqualificazione avvengano in maniera conveniente ed efficaci in termini di costi. L'Irlanda infatti ha acccolto un apporccio di refrofit incrementale, ovvero azioni di riqualificazione effettuate insieme ad altri interventi o comunque effettuate attraverso pacchetti di misure che possano far guardagnare del tempo e minimizzare i costi. La Nazione ha infatti stabilito una "Retrofit Taskforce" in cui i membri (agenzie e dipertimenti) supervisionano la progettazione e sviluppo di un nuovo modello di retrofit per edilizia residenziale.

Tale organo si basa su redigere un azione di retrofit con livelli di prestazioni ottimali in termini di costi, ovvero raggiungere un livello di prestazione energetica con il costo più basso durante il ciclo di vita dell'immobile considerando i costi di investimento, manutenzione e esercizio energetici. I calcoli che definiscono il costo ottimale devono essere rivisti ogni 5 anni così da poter rivedere le probabili norme, regolamenti e requisiti che ogni volta vengono incrementati o modificati a causa del progresso tecnologico.

il Dipartimento per l'edilizia residenziale irlandese dal 2013 finanzia le autorità locali nel redigere un adeguamento di tutti quei manufatti energeticamente inefficienti. Tale programma oltre a migliorare le performance energetiche crea anche numerosi posti di lavoro e contribuisce a diminuire le emissioni di carbonio e rendere le bollette energetiche meno dispendiose. Vi sono due fasi di tale programma, la prima garantisce all'intero stock edilizio i requisiti minimi di efficienza energetica grazie all'isolamento delle pareti e del sottotetto. La seconda fase invece si incentrerebbe sugli impianti meccanici e sulla sostituzione dei serramenti.

L'Irlanda ha stabilito anche numerosi programmi di formazione e sensibilizzazione ri-

guardo ai temi di risparmio energetico:

- Forum regionali per definire competenze necessarie per un retrofit profondo realizzando edifici nZEB;
- SEAI, ovvero organismo professionale che forma l'utente per progettare edifici nZEB;
- National Standards Authority of Irland, sviluppa norme nazionali per il fotovoltaico, solare termico e pompe di calore;
- Department of Education & Skills promuove corsi per istruzione superiore e laureati per sensibilizzare riguardo i temi di cambiamento climatico;
- High performance building Alliance promuove la formazione e ricerca per edifici performanti.

Il Governo per quanto cerne interventi e sovvenzioni per agire sul patrimonio edilizio residenziale a sviluppato diverse misure di sostegno:

- Better Energy Homes è un programma per sovvenzioni a proprietari di case che vogliono effettuare un azioni di retrofit (isolamento del tetto e pareti, pannelli solari termici, sostituzione impiantistica e definizione di classe energetica);
- Better Energy Communities è a supporto di tutte quelle strutture povere energeticamente e con grandi carenze dal punto di vista costruttivo. I partner sono sia privati sia pubblici;
- Sustainable Energy Communities Network è invece una piattaforma online che unisce gruppi di lavoro in tutto il modo per scambiare idee riguardo alla riqualificazione energetica;
- Deep Retrofit invece è un progetto per effettuare ristrutturazioni e riqualificazioni profonde;
- Building Renovation Passports (BPR) è invece un piano generale che prevede lavori di retrofit lineari, senza momenti di stallo, così da realizzare e progettare ristrutturazioni tecnicamente valide e veloci.

L'Irlanda grazie alle strategie attuate e in attuazione ipotizza di ridurre le emissioni di anidride carbonica del 45% rispetto alle proiezioni che si erano fatte al 2030. Inoltre l'efficienza energetica dovrebbe migliorare del 16% rispetto ai valori presi in considerazione negli anni 2001-2005. Il settore residenziale dovrebbe aumentare la propria efficienza energetica da 8,436 GWh nel 2020 ad 23,662 GWh al 2030.

5.1.6.9 ITALIA

Per quanto concerne gli obbiettivi di riqualificazione energetica la strategia italiana è incentrata sulla metodologia cost-optimal. Il PNIEC ha definito come soglia limite di energia finale nel settore residenziae 0,33 Mtep/annuo da raggiungere tra il 2021 ed il 2030. L'italia ha definito un programma utile per constatare i m² da riqualificare per raggiungere tale obbiettivo imposto. In primo luogo sono stati definiti gli edifici di rifemento per tale retrofit che risultano appartenere ad una classe di età precedente al 1991. Questo perchè, come mostrato dallo studio degli attestati di prestazione energetica, risultano essere i manufatti in cui si incentra la maggior parte delle basse prestazioni energetiche. Per gli edifici precedenti al 1945 sono stati presi in considerazione i dati presenti all'interno di TABULA (approfondimento a pag. 141). Sono stati quindi costruiti 3 modelli per determinare quello maggiormente perseguibile. La prima casistica è stata definita mediante la metodologia Cost-optimal in cui sono stati evidenziati i migliori interventi in termini di costo e prestazione. La seconda riguarda sempre il Cost-optimal, ma insieme anche al rispetto dei requisiti minimi in ambito di riqualificazione energetica (RM). L'ultima invece risulta essere una strategia applicabile per la realizzazione di nZEB.
E' doveroso sottointendere che lo studio è stato effettuato esclusivamente per edifici appartenenti alla zona climatica B (clima a prevalenza di fabbisogno estivo) ed E (clima a prevalenza di fabbisogno invernale).
I risultati avuti dal modello sono stati suddivisi per tipologia di costruzione abitativa, ovvero edificio monofamiliare (RMF appartente al 1946-1976, 1977-1990 e avente 1-2 piani), piccolo condominio (RPC appartente al 1946-1976, 1977-1990 e avente 3 piani) e grande condominio (RGC appartente al 1946-1976, 1977-1990 e avente 4-8 piani).

Inoltre è stata fatta una differenziazione riguardo agli anni di costruzione, è stato ipotizzato con NO edificio nuovo, E1 edificio appartenente al 1946-1976, ed infine un E2 1977-1990. Per ogni tipologia di edificio sono poi state considerate le tre casistiche differenti insieme a strategie di interventi diversi. Ogni intervento in ogni edificio è caratterizzato da un livello di efficienza determinata da 1 a 5 (1 corrisponde al non intervento e 5 ad un livello di efficienza massima).

A pagina successiva verrà mostrata la tabella.

	MONOFAMILIARE					
	R M F NO_E	R M F NO_B	RMF E1_E	RMF E1_B	RMF E2_E	RMF E2_B
Isolamento termico parete esterna: sistema a cappotto	4	1	3	1		
Isolamento termico parete esterna: isolamento intercapedine					2	2
Isolamento termico della copertura	5	5	2	2	2	2
Isolamento termico del pavimento	5	5	5	1	5	5
Isolamento termico dei serramenti	2	3	2	3	1	5
Sistemi di schermatura solare	2	2	1	3	1	3
Macchina frigorifera ad alta efficienza			1	1	1	1
Generatore di energia termica per il riscaldamento						
Generatore di energia termica per ACS						
Generatore di energia termica per il riscaldamento e ACS			3	3	3	3
Pompa di calore per riscaldamento, raffrescamento e ACS	1	1				
Impianto solare termico	1	1	1	1	1	1
Sistema fotovoltaico	2	3	4	4	4	4
Sistema di recupero termico sulla ventilazione	3	2				
Sistema di rigenerazione avanzato	3	3	4	4	4	4
Riqualificazione impianto di illuminazione						

Fig. 58 Interventi e relativo modello di efficienza attraverso la metodologia Cost-Optimal, rielaborazione grafico[38]

PICCOLO CONDOMINIO						GRANDE CONDOMINIO					
R M F NO_E	R M F NO_B	RMF E1_E	RMF E1_B	RMF E2_E	RMF E2_B	R M F NO_E	R M F NO_B	RMF E1_E	RMF E1_B	RMF E2_E	RMF E2_B
3	1		1	1		4	1		1	0	
		2			1			2		2	2
5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
5	5	5	5	4	4	5	5	1	1	4	5
1	3	1	1	1	1	1	3	2	3	1	1
2	2	3	3	1	3	2	2	3	3	3	3
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	2	3	3	3	1	2	2	2	3		
3	1	2	2	2	1	1	1	2	2		
										2	2
1	1	3	1	3	3	1	1	2	2	3	3
3	3	4	4	4	4	3	3	4	4	4	4
1	1					3	1				
3	3	4	4	4	4	3	3	4	4	4	4

Fig. 58 Interventi e relativo modello di efficienza attraverso la metodologia Cost-Optimal, rielaborazione grafico[38]

Zona climatica A-B-C

	RMF_E1	RMF_E2	RMF_E3	RPC_E1	RPC_E2	RPC_E3	RGC_E1	RGC_E2	RGC_E3
Modello Cost-optimal	0,84%	0,16%	0,53%	0,83%	0,77%	0,66%	0,69%	0,60%	0,59%
Modello RM	0,62%	0,25%	0,37%	0,50%	0,35%	0,41%	0,53%	0,32%	0,42%
Modello nZEB	0,57%	0,24%	0,55%	0,47%	0,33%	0,39%	0,50%	0,30%	0,40%

Zona climatica D

	RMF_E1	RMF_E2	RMF_E3	RPC_E1	RPC_E2	RPC_E3	RGC_E1	RGC_E2	RGC_E3
Modello Cost-optimal	1,34%	0,93%	0,61%	0,95%	0,80%	0,90%	0,79%	0,67%	0,82%
Modello RM	0,93%	0,96%	0,60%	0,75%	0,48%	0,73%	0,75%	0,40%	0,70%
Modello nZEB	0,87%	0,54%	0,57%	0,71%	047%	0,69%	0,70%	0,39%	0,69%

Zona climatica E-F

	RMF_E1	RMF_E2	RMF_E3	RPC_E1	RPC_E2	RPC_E3	RGC_E1	RGC_E2	RGC_E3
Modello Cost-optimal	1,63%	1,30%	0,75%	1,26%	0,82%	1,20%	1,05%	0,73%	1,09%
Modello RM	1,28%	0,78%	0,82%	1,05%	0,60%	1,04%	1,09%	0,47%	0,99%
Modello nZEB	1,20%	0,74%	0,79%	0,99%	0,59%	1,00%	1,02%	0,47%	0,94%

	TOTALE
Modello Cost-optimal	0,81%
Modello RM	0,65%
Modello nZEB	0,62%

Fig. 59 Stima del tasso di riqualificazione annuo, rielaborazione grafico[38]

I tassi di ristrutturazione sono ovviamente differenti in base alla strategia seguita, per quanto concerne il cost-optimal risultano essere dello 0,81%, modello RM 0,65% e modello nZEB 0,62%. Nel primo modello viene definito il costo ottimale degli interventi in relazione all'efficienza raggiunta. Tale strategia prende in considerazione solo le ristrutturazioni prfonde. Gli altri due modelli prevedono una quantità minore di rertrofit rispetto al primo, poichè attraverso i propri interventi risultano avere dei risparmi energetici ed emissivi maggiormente ambiziosi. Infatti il modello cost-optimal prevede una superficie da riqualificare pari a 24.699.000 m²/annui per un totale di 9,18 miliardi all'anno di euro di investimenti, il volume di manufatti in cui dovrà essere attuato il retrofit è quindi il maggiore in assoluto rispetto agli altri due casi di riferimento. Per quanto concerne il modello RM la superficie risulta essere minore, ovvero di 19.832.600 m²/annui con un investimento di 11,09 miliardi all'anno di euro. Questo modello dei requisiti minimi è in linea con gli accorgimenti definiti da PNIEC, mentre ipotizzando di utilizzare il modello nZEB diminuirebbe ancora la superficie da ristrutturare a 18.806.600 m²/annui con un investimento maggiore ovvero 11,94 miliardi all'anno di euro.

In tutte e tre le casistiche i risparmi ottenuti in termini di energia primaria risulterebbero concordi con quelli descritti da PNEIC ovvero 0,33 Mtep/annui ed un risparmio di emissioni di anidride carbonica pari a 1,14 $MtCO_2$/annui.

L'italia dopo aver visionato le possibili strategie da conseguire si è imposta programmi ovvero politiche ed azioni per raggiungere tali obbiettivi. Per quanto concerne la povertà energetica al 2030 non si è prefissato alcun miglioramento rimandendo sempre tra il 6% e il 7% anche se l'European Energy Network per la Commissione Europea aveva raccomandato soluzioni a contrasto per tale movimento.

A pagina 196 verranno poi approfondite le azioni e strategie che l'Italia ha utilizzato per incentivare la riqualificazione del tessuto edilizio residenziale sia pubblico sia privato.

5.1.6.10 OLANDA

STOCK EDILIZIO [57]

In Olanda la divisione dell'edilizia residenziale risulta essere per circà la metà di proprietà di singoli utenti appunto per il 58%, per il 19% edilizia pubblica/popolare e solo per il 13% gli utenti risiedono in case attraverso un contratto di affitto.

Per quanto concerne la suddivisione per anni di costruzioni, quasi la metà del patrimonio edilzio residenziale appartiene ad anni precedenti al 1975. Solo una piccola percentuale pari al 22% rappresenta costruzioni in anni successivi al 1995. Le prestazioni energetiche degli immobili negli ultimi anni sono migliorate, in ambito privato le etichette energetiche F o G nel 2006 rappresentavano il 54% dello stock edilizio, mentre nel 2018 sono diminuite sino al 18% grazie alle strategie attuate dalla Nazione.

POVERTA' ENERGETICA [57]

La Nazione afferma come la povertà energetica provenga non solo dal fabbisogno energetico di un edificio, ma anche dalle condizioni redditizie degli utenti che vi abitano. L'Olanda afferma come la povertà energetica sia abbastanza sotto controllo rispetto agli standard europei e che al 2016 solo il 2,6% delle famiglie olandesi aveva affermato di essere in difficoltà.

L'Olanda quindi non definisce azioni specifiche riguardo la povertà energetica in quanto afferma che tali famiglie e/o utenti possono essere maggiormente sostenute da una politica sociale generale, in quanto se le persone si trovano impossibilitate a pagare una bolletta sicuramente avranno difficoltà anche in altre funzioni pubbliche come l'accesso alle strutture di tipo sanitario.

STRATEGIE [57]

La principale strategia Olandese chiamata "Regional Energy Strategie RES" definisce obbiettivi comuni a livello regionale per raggiungere le finalità prese dall'Unione Europea. Si sono suddivisi i Paesi Bassi in 30 regioni energetiche in cui ogni politica energetica deve essere strettamente collegata ai comuni e ambienti. Le strategie energetiche regionali (FER) devono però avere informazioni utili riguardo:

- Quali e quanti siano i risparmi regionali;
- Scegliere dei progetti e piani di azione e già realizzati;
- Constatare le conseguenze sull'infrastruttura energetica.

Quindi il RES definisce una organizzazione simile ad una cooperativa tra provincie, comuni, imprese, gestori di rete.. Tutti uniti per stabilire e formulare politiche atte a migliorare la qualità ambientale, climatica e umana.

L'approccio risulta quindi lavorare per la transizione energetica all'interno di ogni comune che dovrà valutare l'azione migliore per se stesso ma anche le ricadute che potrebbero esserci per tutti gli altri. Infatti la transizione energetica deve ovviamente essere gestibile e conveninete per tutti. Ogni comune dovrà identificare dei principali punti da assolvere al 2030. Dovranno essere descritti quanti edifici utilizzare per un retrofit, quindi quanti immobili saranno semplicemente isolati e quanti ad energia zero. Si dovrà affermare quale soluzione meccanica per il riscaldamento e raffrescamento sia conveninete in termini economici e prestazionali. infatti al 2050 ogni comune dovrà essere ad energia zero.

Così le emissioni di anidride carbonica dovrebbero diminuire del 40% entro il 2030 e del 60% entro il 2040.

Come definito dall'EPBD riguardo alle strategie di rinnovamento a lungo termine con obbiettivo di miglioramento al 2030 e di neu-

tralità climatica al 2050, anche l'Olanda ha definito un piano di azione che viene identificato da vari livelli:

1. Definire una panoramica di attuazione degli interventi e l'avanzamento rispetto agli impegni sull'Accordo del clima. Definizione delle misure e politiche adottate;
2. Prerequisiti per la transizione;
3. Che tipo di cambiamento ha definito una specifica politica;
4. Risultati della politica.

Il Paese si incentrerà maggiormente sulla possibilita di diminuzione di anidride carbonica, per ridurle del 49% al 2030 rispetto al 1990. Secondo Il Piano Clima 2021-2030 (INEK) i Paesi Bassi mostrano ambizione e mirano a raggiungere una percentuale del 27% di energia rinnovabile al 2030. Questo sarà possibile se lo stock edilizio riduca l'emissione di CO_2 di 3,4 milioni di tonnellate. Per far questo si deve ridurre l'approviggionamento di energia da fonti fossili e modificarla in fonti rinnovabili.

Nel primo livello quindi si descrivono le azioni prese per raggiungere gli obbiettivi imposti da PNIEC. Per quanto concerne le abitazioni private l'olanda si è basata su criteri minimi da rispettare. Infatti vi sono dei valori standard utili come la trasmittanza termica minima controllare e soddisfare. Inoltre si è creata una piatttaforma digitale per informazioni e strumenti di calcolo per agevolare le azioni di riqualificazione energetica. Si sono delinati degli schemi di risparmio energetico e predisposti dei fondi finanziari utili per agevolare progetti di retrofit.
Il secondo livello invece è utile per stabilire le condizioni che vi sono per raggiungere un obbiettivo. Infatti vengono definiti i consumi energetici delle famiglie, le caratteristiche degli edifici residenziali, l'atteggiamento dell'utenza nei confronti del manufatto edilizio.
Il terzo livello risulta essere caratterizzato da tutti quei movimenti ed azioni volte alla definizione dell'obbiettivo. Si definisce se vi siano interventi e movimenti tali da poter dare una risposta positiva al livello 4 nonchè ultimo livello. Vengono quindi analizzati i dati di vendita dei materiali, l'utilizzo del riscaldamento, i prestiti avuti, le misure di risparmio energetico avute...
Il quarto livello poi definisce una panoramica dei risultati avuti, quindi per esempioil numero di case sostenibili, di case nZEB, l'evoluzione dei consumi...

L'Olanda è quindi un paese alla vigilia di una trasformazione sostenibile del costruito. Infatti le strutture sono ben isolate e riscaldate in maniera sostenibile ed il governo grazie al suo approccio "distrettuale" attuerà tutte le strategie necessarie per decarbonizzare il tessuto edilizio al 2050.

5.1.6.11 SPAGNA

STOCK EDILIZIO [56]

Anche la Spagna è costituita da un parco edilizio abbastanza antico. Gli appartamenti con metratura grande circa 90 m² risultano essere stati costruiti in anni precedenti al 1940. Invece tra il 1941 ed il 1960 vi è la presenza di una percentuale inferiore, per il 21,2% 60 m² e per il 35,3% tra 61 e 90 m². Inoltre tra il 1961-1980 sono state realizzate abitazioni che per metà risultano essere tra i 61 e i 90 m² con un 14,6% minore di 60 m². Dal 2015 sino al 2017 ci sono stati degli aumenti riguardo il fabbisgno di energia primaria del patrimonio edilizio residenziale pari a 1,3% ogni anno. Tra il 2017 ed il 2019 invece vi è stata una crescita sostanziale del tasso di ristrutturazione ovvero del 9,1%.

POVERTA' ENERGETICA [56]

La Spagna riguardo la povertà energetica definisce una strategia atta a ridurre entro il 2025 il 25% con obbiettivo di andare oltre al 50%. Le operazioni per raggiungere tali numeri sono inerenti alla riqualificazione energetica nel settore edilizio. Tale retrofit dovrà essere effettuato a lungo termine e in particolare a basso costo. inoltre si promuoverà il patrimonio edilizio abitativo pubblico per agevolare il canone di affitto e le spese di approviggionamento energetico. Verranno anche sostituite tutte quelle apparecchiature ormai meno efficienti come frigoriferi, congelatori, lavatrici, forni, boiler, caldaie...

STRATEGIE [56]

La strategia utilizzata dalla Spagna risulta essere a lungo termine e climaticamente neutra al 2050. per quanto concerne l'edilizia residenziale infatti la nazione afferma la propria responsabilità a diminuire i consumi del 15,5% per ogni decennio. Anche le emissioni di anidride carbonica dovranno essere diminuite al 2050 del 98,8% rispetto al 2020 o in altre parole completamente azzerate. Per seguire tali traiettorie la fonte di consumo residenziale deve fortemente cambiare. Al 2020 tali fonti erano suddivise per la maggior parte provenineti da fossili, un'altra parte elettrica e una piccola parte da fonti rinnovabili. Al 2050 si dovrà diminuire il fabbisogno di ben 64,154 GWh per permettere di usufruire esclusivamente di energia elettrica ed in parte rinnovabile.

La Nazione ha sviluppato e promosso l'ERESEE ovvero un'organizzazione di coordinamento tra Stato, Comunità e Comuni. Una tra le tante finalità di tale gruppo di lavoro risulta essere la promozione della ristrutturazione ed efficienza energetica del parco edilizio. Inoltre è stato stabilito un coordinamento per definire strategie di decarbonizzazione tali da soddisfare i requisiti imposti da PNIEC. In maniera specificia l'ERESEE2020 ha come obbiettivi:

- Definizione del patrimonio edilizio residenziale in base al momento della costruzione;
- Ipotesi sul fabbisogno di energia primaria residenziale in Spagna e le prospettive future;
- Potenziare l'energia proveninete da fonti rinnovabili come solare termico e fotovoltaico;
- Definire quale sarà l'impatto economico e a quali vantaggi sono collegate le ristrutturazioni;
- Definire nuove politiche innovative.

La Spagna per promuovere azioni di retrofit energetico ha introdotto a livello nazionale il Building Assesment Report (IEE) obbligatoria per edifici di età superiore ai 50 anni. I proprietari di edifici devono eseguire le necessarie opere di conservazione dell'edificio, ed anche se la riqualificazione energetica non è

obbligatoria, il IEE introduce l'obbligo di un attestato di prestazione energetica, all'interno del quale vengono descritte le raccomandazione necessarie per l'edificio a livello energetico. L'IEE inoltre mira a rendere obbligatori interventi sulle facciate e tetti così da mirare ad una riqualifcazione energetica.
Inoltre il Decreto 564/2017 del 2 Giugno 2017 apporta modifiche sostanziali sulla gestione energetica. E' stato aggiunto un nuovo paragrafo inerenti all'obbligo di incentivi finanziari per riqualificazioni di edifici per incoraggiare il maggior numero di retrofit energetici.

In Spagna sono stati redatti due relazioni non ufficiali sulla possibilità di introdurre dei nuovi strumenti. Tra questi risulta essere " El reto de la rehabilitación: El Pasaporte Energético y otras propuestas para dinamizar el sector", ovvero un rapporto per migliorare il retrofit di edifici residenziali con interventi da sviluppare in un lungo periodo di 4 anni. Il programma comporterebbe miglioramenti all'isolamento termico delle facciate, tetto e terreno e sostituzione degli impianti. Dovrebbe esserci un finanziamento dell'80% durante l'interno processo di riqualificazione, ed il restante 20% a progetto finito, così da realizzare un accordo tra proprietari ed autorità. Ovviamente potranno rientrare solo gli edifici residenziali che avranno un miglioramento energetico del 50% se appartengono a zone climatiche C, e almeno del 60% per alloggi in zone climatiche dalla D alla E.

Un altra iniziativa è lo strumento PAS-E realizzato dalla "ciclica architecture cooperativa" ed il GBC spagnolo in cui viene definita una roadmap di interventi per ristrutturazioni profonde.

La rigenerazione urbana e la riqualificazione energetica sono due dei principi cardine dell'Agenda Urbana Spagnola, ovvero una politica Urbana Nazionale strategica che mira ad attuare strategie necessarie a raggiungere gli obbiettivi al 2030 e 2050. Per quanto concerne l'edilizia tale agenta approfondisce il tema dell'economia circolare attraverso un miglioramento degli edifici non parziale, ma particolarmente profondo. Tra gli obbiettivi dell'Agenda Spagnola vi sono:

- Promuovere la ristrutturazione edilizia;
- Migliorare le prestazioni energetiche del patrimonio edilizio esistente;
- Realizzare campagne educative per sensibilizzare la popolazione verso la sostenibilità;
- Promuovere ispzion e manutenzioni tecniche per mantere una performance specifica di ogni edificio;
- Utilizzare tecniche costruttive efficienti dal punto di vista energetico;
- Elaborare una strategia per l'edilizia abitativa a lungo e breve termine;
- Elaborare una strategia di riqualificazione a lungo termine (ERESEE).

Per seguire le tracce di tale Agenda nella comunità di Estremadura a sud-occidente della Spagna viene utilizzata una strategia chiamata "Rehabita Extremadura". Essa è una strategia per promuovere la riqualificazione edilizia residenziale. Le finalità di tale iniziativa risultano basarsi sul mantenere la popolazione della zona promuovendo azioni di ristrutturazione. Il proprietario cederebbe il proprio immobile al Governo Regionale per un periodo utile a ristrutturarlo e riaffitarlo.

La Nazione ha inoltre studiato due scenari per l'edilizia resideniale. Uno da sviluppare entro il 2030 e l'altro entro il 2050.
Per quanto concerne gli interventi al 2030 risultano essere presenti tre scenari differenti tenendo conto delle ipotesi parziali o totali di riqualificazione dell'involucro e degli impianti. Ovviamente a differenti scenari sono assimilabili diversi risultati. Le proposte sono di uno scenario A (scenario di base), scenario

B (scenario di installazione) e scenario C,D,E ed F (Comprende lo scenario base ed altre ottimizzazioni).
Il primo scenario chiamato anche "A" si presuppone che non ci siano interventi spontanei per rinnovare l'involucro edilizio e che per ridurre il fabbisogno di energia primaria si dovrebbero effettuare modifiche esclusivamente sugli impianti. Tali interventi verebbero fatti per le naturali ragioni del ciclo di vita degli elementi che non riescono a svolgere più completamente la propria funzione. Tali azioni influenzerebbero un risparmio totale di 9.319.385 MWh nel 2030 e per il 51.256.616 MWh nell'intero decennio. Tali risparmi sarebbero attribuibili per il 17,2% all'acqua calda sanitaria e per l'82,8% al riscaldamento.
Il secondo scenario "B" prevede sempre un'azione rivolta alla sezione impiantistica ma a causa del volere del PNIEC per raggiungere gli obbiettivi imposti. Il rinnovo per tale ragione porterà ad un risparmio cumulato nel decennio di 103.141.026 MWh ovviamente decisamente maggiore rispetto allo scenrio di base "A".
L'ultimo scenario risulta essere comprensivo di interventi sugli impianti a causa della fine del loro ciclo vitale ma nello stesso tempo azioni di retrofit dell'involucro e ottimizzazione degli appartamenti. Ovvimente lo scenario F maggiormente performante ottiene dei risparmi di 28.507.229 MWh al 2030

5.1.6.12 SVEZIA

STOCK EDILIZIO [54]

Nella nazione il 93% degli edifici residenziali è costituito da case mono o plurifamiliari costruite per la maggior parte prima del 1930 e per un buon 45% tra il 1961-1990. Facendo una media il fabbisogno di energia primaria risulta basarsi sui 144 kWh/m² annui. In percentuale invece gli edifici con un attestato di pretazione energetica basso, ovvero appartenente a classi energetiche F-G, sono ben 32% rispetto al totale. Grazie alle forti azioni prese da parte del Governo un buon 15% appartiene ad una classe A-C e solo il 3% a D-E. Per quanto concerne i condomini invece questi risultano essere il 5% di tutti gli edifici residenziali di cui il 61% risulta appartenere al 1941-1980. Il fabbisogno medio dei condomini ammonta a 149 kWh/m² annui, costituiti per il 79% da classi energetica E-G e solo il 5% A-C.

POVERTA' ENERGETICA [54]

La Svezia non fa distinzione tra la povertà energetica e quella generale quindi il problema risulta sicuramente essere presente ma senza strumenti specifici per risolverlo.

STRATEGIE [54]

La Svezia basa il proprio principio di riqualificazione degli edifici residenziale sul ciclo di vita degli immobili. Essi infatti risultano avere un ciclo di ristrutturazione di 40-50 anni, quindi tutti gli edifici residenziali appartenenti agli anni 50' dovranno avere una riqualificazione dei prossimo 20-30 anni. Gli immobili costruiti tra il 1961-1975 invece dovranno avere un retrofit nei prossimi 10-20 anni.

In generale la politica energetica Svedese si basa su 3 pilastri fondamentali: ambiente, sostenibilità e sicurezza riguardo l'approviggionamento delle fonti energetiche. Le strategie imposte risultano essere a bassi impatti negativi, ovvero non incidono negativamente sulla salute dell'uomo e dell'ambiente. Gli obbiettivi principali della politica risultano basarsi sulla produzione al 2040 di energia al 100% rinnovabile. La Svezia infatti vuole essere il primo paese al mondo a liberarsi dall'energia proveninete dalle fonti fossili. Entro il 2045 inoltre la nazione non dovrà avere emissioni di gas serra. Si è adottato il metodo "Rekorderling Renovering" ovvero il rinnovamento affidabile dei condomini che considera le condizioni economiche dei proprietari al momento dell'azione di retrofit così da definire un planning di azioni efficaci in relazione ai costi.

L'obbiettivo perseguito è quindi trovare misure efficaci in termini di costi per dimezzare il consumo degli edifici. Proprio il metodo Rekorderling Renovering è stato utilizzato nell'iniziativa Halvera Mera utile per sensibilizzare e diffondere informazioni su tale metodologia. Alla base di tale strategia vi è il pensiero che ogni edificio svedese, a cui occorre una ristrutturazione, automaticamente risulta avere bisogno indispensabilmente di una riqualificazione energetica, così da incentivare ed aumentare le azioni di retrofit. L'iniziativa prevede tre differenti fasi:

- Preparazione: in cui viene descritto l'oggetto ed effettuato uno studio preliminare con relativi sopralluoghi. La fase viene conclusa con l'approvazione del progetto;
- Implementazione: Vengono realizzati i particolari del progetto con successiva realizzazione;
- Conclusioni: monitoraggio del progetto e relativi riscontri energetici.

I proprietari che hanno preso parte al progetto Halvera Mera sono dispersi in tutto il paese, ma la maggior parte degli interventi eseguiti risulta essere su edifici costruiti prima del 1969.

Per quanto concerne le case mono o plurifamiliari, la maggior parte dei proprietari è privato e con target finanziari differenti. Infatti azioni di riqualificazione energetica sono usualmente effettuate in concomitanza con lavori ordinari o con passaggi di proprietà.
Si riportano le principali azioni di retrofit che il Governo Svedese ha introdotto per migliorare l'efficienza energetica delle case:

- Per il controllo e la regolazione dei sistemi: E' opportuno installare il riscaldamento in modalità elettrica, sistemi di controllo delle caldaie e valvole termostatiche nei termosifoni;
- Misure per ACS: sostituire gli scaldabagni;
- Misure per infissi: Installare serramenti con trasmittanza termica di 1,2 W/m²K o inferiore, aggiungere un vetro ad alta efficienza;
- Misure per isolamento: Isolare il sottotetto;
- Edificio attivo: installare celle solari termiche, fotovoltaiche e pompe di calore.

Durante il lavoro inerente alle strategie attuate riguardanti la riduzione delle emissioni di anidride carbonica e fabbisogno di energia, dal 2017 la Svezia ha voluto definire in maniera precisa l'impegno preso e quindi redigere informazioni e strumenti utili per capire gli interventi conclusi e/o rivisti rispetto alla precedente rassegna del 2017 al PNIEC.

STRUMENTI	DESCRIZIONE	STATO
Finanziamenti per riqualificazioni energetiche in zone residenziali	Dal 1 ottobre 2016 al 2019. Appartamenti in affitto in zone sociali difficili	Completato
Prestiti	Dal 2017 studio sul risparmio energetico	Non attuato
Energilyftet	Dal 2016 al 2017 Formazione online per sensibilizzare le persone riguardo all'efficienza energetica	In attuazione
Nya glasögon	Formazione in ambito sostenibile e sull'efficienza energetica di insegnanti e studenti	Completato
Energibyggare	Formazione in ambito sostenibile e sull'efficienza energetica di professionisti	Completato
Centro informazioni per la sostenibilità (ICHB)	Sito web che fornisce informazioni su ricerche e risultati ottenuti. Promuovere efficienza energetica	In attuazione

Fig. 60 Stato degli strumenti utilizzati, rielaborazione grafico[54]

5.2 PROGETTI EUROPEI

Di seguito verrano sviluppati alcuni progetti comunitari inerenti al supporto per una riqualificazione energetica del patrimonio edilizio residenziale.
In primo luogo occorre individuare i principali promotori di tali strategie. L'Unione Europea per raggiungere le finalità impostate per il 2030 e la decarbonizzazione al 2050 ha stabilito dei programmi cardine. Sino al 2014 occore ricordare il CIP (Programma quadro per la competitività e l'innovazione) all'interno del quale vi erano tre obbiettivi tra cui "IEE (Programma Energia intelligente per l'Europa)". Tra gli obbiettivi dell'IEE è stato appunto la definizione di alcuni progetti comunitari che hanno spinto ad una riqualificiazione energetica. IEE risulta essere stato un programma fondamentale per la crescita del tasso di retrofit tra il 2007 ed il 2013 con un finanziamento di ben 730 milioni di euro.

Un ulteriore finanziamento proposto dall'UE tra il 2014 ed il 2020 viene identificato in "Horizon2020". Questo risulta essere un programma di 7 anni finanziato per un totale di 80 miliardi di euro con finalità rimozione degli ostacoli verso l'innovazione e creazione di una forte collaborazione e partnership.

Per quanto concerne gli anni futuri l'Europa ha stanzaito 95,5 miliardi di euro per il periodo tra il 2021 ed il 2027 attraverso il programma "Horizon Europe". Tale programma di ricerca e innovazione per la transizione energetica mondiale è l'obbiettivo principale del Green Deal Europeo. L'organizzazione che si occupa di tale programma viene chiamata "CINEA (European Climat Environmental and Infrastructure Executive Agency)". CINEA infatti è un organizzazione nata il 1 Aprile 2021 che sostiene attivamente il Green Deal ed infatti si occupa del dipartimento C "Green research and innovation" dove appunto si trova il programma Horizon Europe.

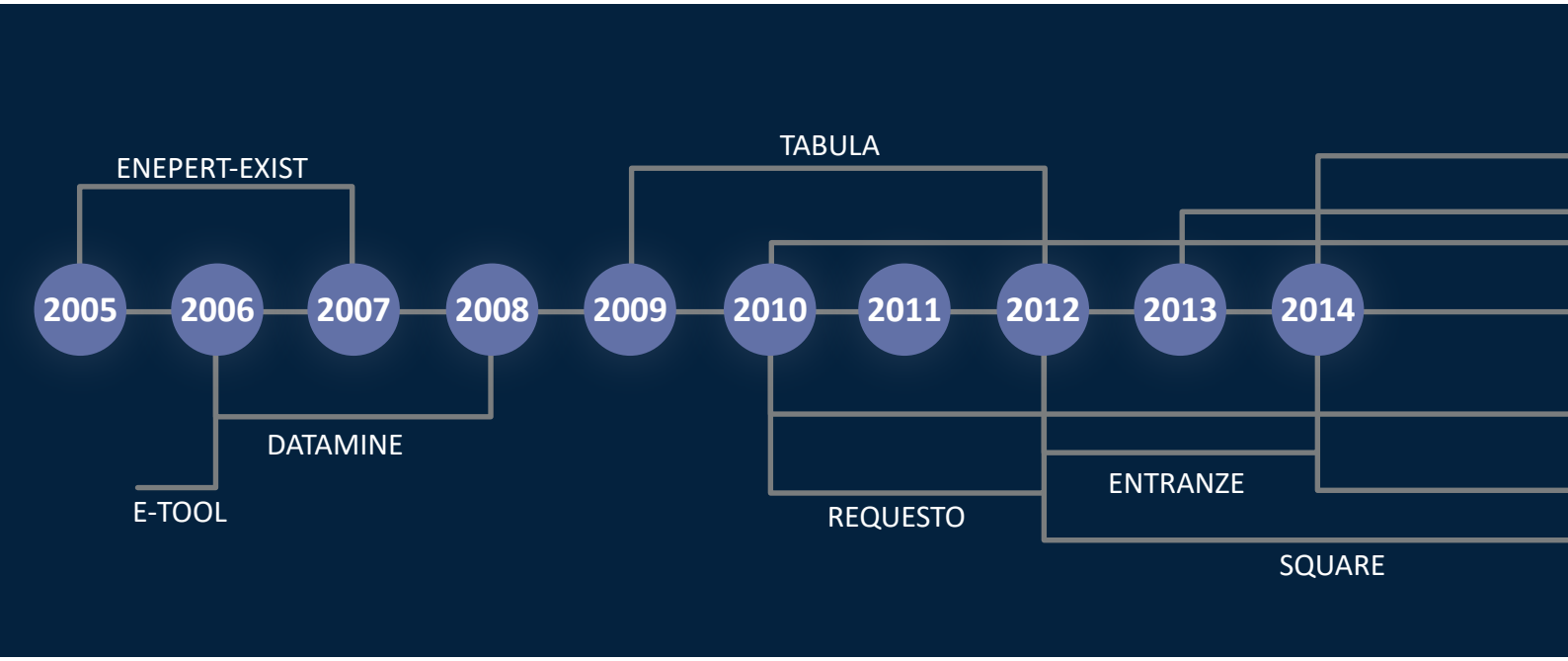


Fig. 61 Roadmap progetti Europei, elaborazione personale Barbieri-Tatti con dati rielaborati[61]

All'interno dei progetti comunitari se ne sono riportati alcuni riguardanti l'ambito di edilizia residenziale appartenenti alla "AIE (Internation Energy Agency)" ovvero un organismo autonomo internazionale che aiuta le varie Nazioni favorendo il dialogo, dati, analisi e raccomandazioni politiche. All'interno di tale Agenzia vi è il programma di ricerca "EBC (Energy building and Communitier Programme)", dove sono stati lanciati diversi progetti comunitari per incentivare la transizione energetica delle abitazioni.

All'interno della tesi si andranno a classificare tali progetti comunitari in base al periodo di attuazione ed una breve descrizione. Successivamente invece se ne spiegheranno solo alcuni in maniera dettagliata.

ENEPERT-EXIST: Programma IEE della durata dal 2005 al 2007 risulta essere realizzato per rappresentare il patrimonio edilizio europeo e definire quali soluzioni tecnologiche e certificazioni possano essere adottate.

E-TOOL: Progetto IEE del 2006 e risulta essere una raccolta dati dei consumi effettivi degli immobili per poter successivamente poter calcolare i possibili rispari in termini energetici.

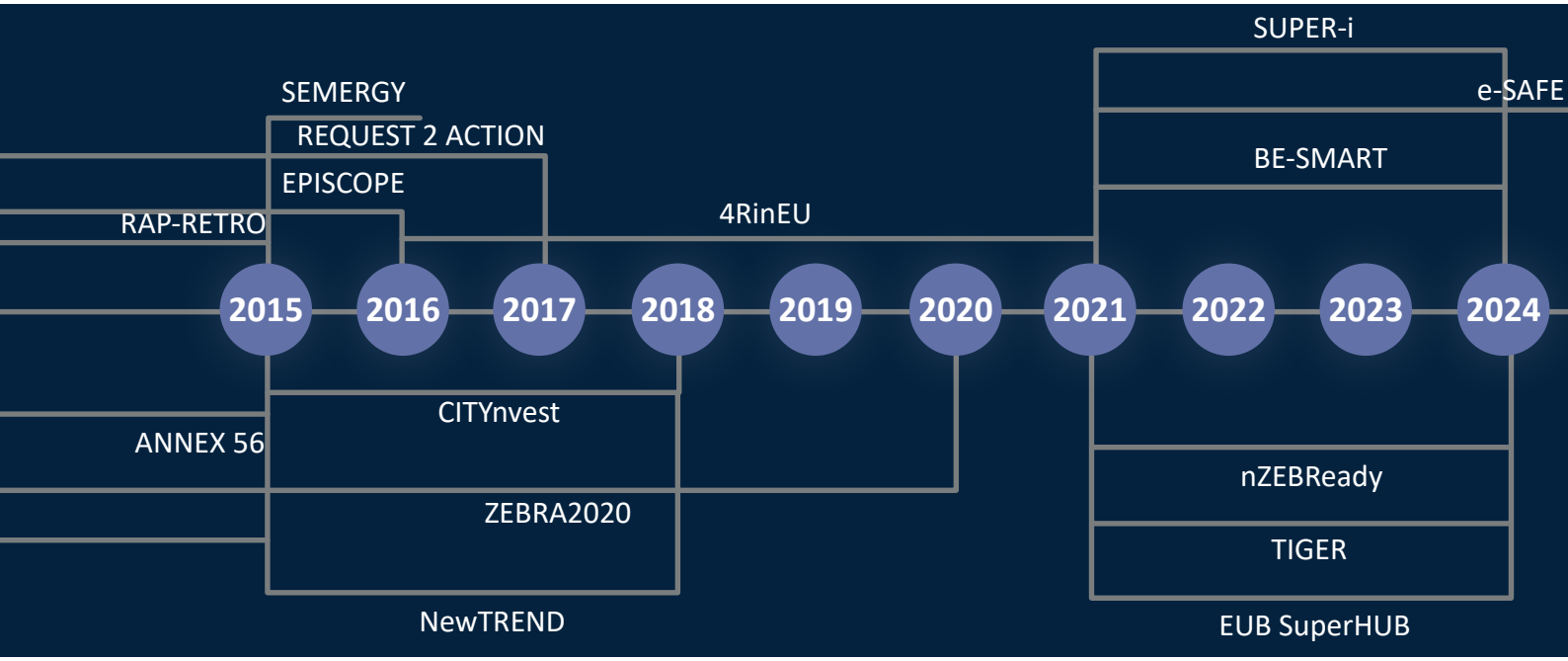
DATAMINE: Appartenente ad IEE del 2006-2008 è un database in cui vengono analizzato il parco edilizio europeo in termini di possibili finanziamenti, prestiti ed incentivi.

TABULA: 2009-2012, spiegazione a pag141

ENTRANZE: Programma di IEE del 2012-2014 utile per concorrere all'obbiettivo di decarbonizzazione offrendo politiche per il raggiungimento di edifici nZEB.

EPISCOPE: 2013-2016, spiegazione a pag.142

REQUEST: Progetto IEE dal 2010 al 2012 ri-



guardante l'edilizia residenziale e tutte quelle politiche e strumenti utili per la riqualificazione energetica a basse emissioni di anidride carbonica.

RAP-RETRO: Progetto dell'EBC sviluppatosi nel periodo 2010-2015 e inerente alle decisioni e strumenti adatti per aiutare l'ondata di riqualificazioni.

ANNEX 56: Appartenente all'EBC e attuato dal 2010 al 2015 tale progetto risulta definire una strategia per ottimizzare i costi e diminuire l'emissione di anidride carbonica durante la riqualificazione di edifici residenziali.

SQUARE: 2012-2015, spiegazione a pag.143

SEMERGY: Progetto di Horizon2020 della duranta di un anno (2015) è un software che permette di poter valutare i costi di investimento, i risparmi, le tecnologie presenti nel mercato così da incrementare le riqualificazioni energetiche.

REQUEST 2 ACTION: Durato dal 2014 al 2017 è un progetto appartenente all'IEE si basa sullo sviluppo di informazioni riguardanti i possibili finanaziamenti e opportunità che possono esserci nella riqualificazione energetica a basse emissioni di anidride carbonica.

ZEBRA2020: 2014-2020 , spiegazione a pag. 144

CITYnvest: Progetto di Horizon2020 del 2015-2018 ha l'obbiettivo di risparmiare 37,5 GWh/annui attraverso modelli finanaziari innovativi per servizi energetici sostenibili, come appunto azioni di riqualificazione energetica del parco immobiliare.

NewTREND: Programma di Horizon2020 dal 2015 al 2018, si incentra sul miglioramento del tasso di ristrutturazioni di interi quartieri. Crea inoltre una piattaforma utile per scambiare tra i diversi utenti le informazioni. Vi sono stati inoltre tre progetti pilota in Francia, Spagna e Regno Unito

4RinEU: 2016-2021, spiegazione a pag.146

nZEBReady: Di Horizon Europe tra il 2021 ed il 2024 verrà applicato in Romania per stimolare la creazione di edifici nZEB nel territorio.

BE-SMART: Progetto di Horizon Europe dal 2021 al 2024 verranno modificati ed implementati diversi sistemi di finanziamento Bulgari per la riqualificazione energetica con conseguente diminuzione di povertà energetica.

TIGER: Appartenente ad Horizon Europe del 2021-2024 ha l'obbiettivo di migliorare l'edilizia sociale e la povertà energetica con azioni di retrofit in 126 edifici di 58 comuni della regione Abruzzese.

SUPER-i: Progetto di Horizon Europe attivatosi nel 2021 ha come scadenza il 2024. Risulta essere una raccolta dati riguardo all'efficienza degli alloggi residenziali di edilizia sociali. L'obbiettivo principale è sostenere attraverso finanziamenti la riqualificazione di tale parco immobiliare incentrandosi sul migliorare l'obbiettivo del Green Deal riguardo la povertà energetica.

EUB SuperHUB: Progetto di Horizon Europe del 2021-2024 supporta la certificazione energetica mediante lo sviluppo di una strategia per monitorare gli edifici durante l'intero ciclo di vita della Nazione Ungherese.

e-SAFE: Progetto di Horizon Europe dal 2021 al 2025 provvederà ad una ristrutturazione e riqualificazione energetica degli edifici a rischio sismico attraverso soluzioni tecnologiche a pannelli prefabbricati.

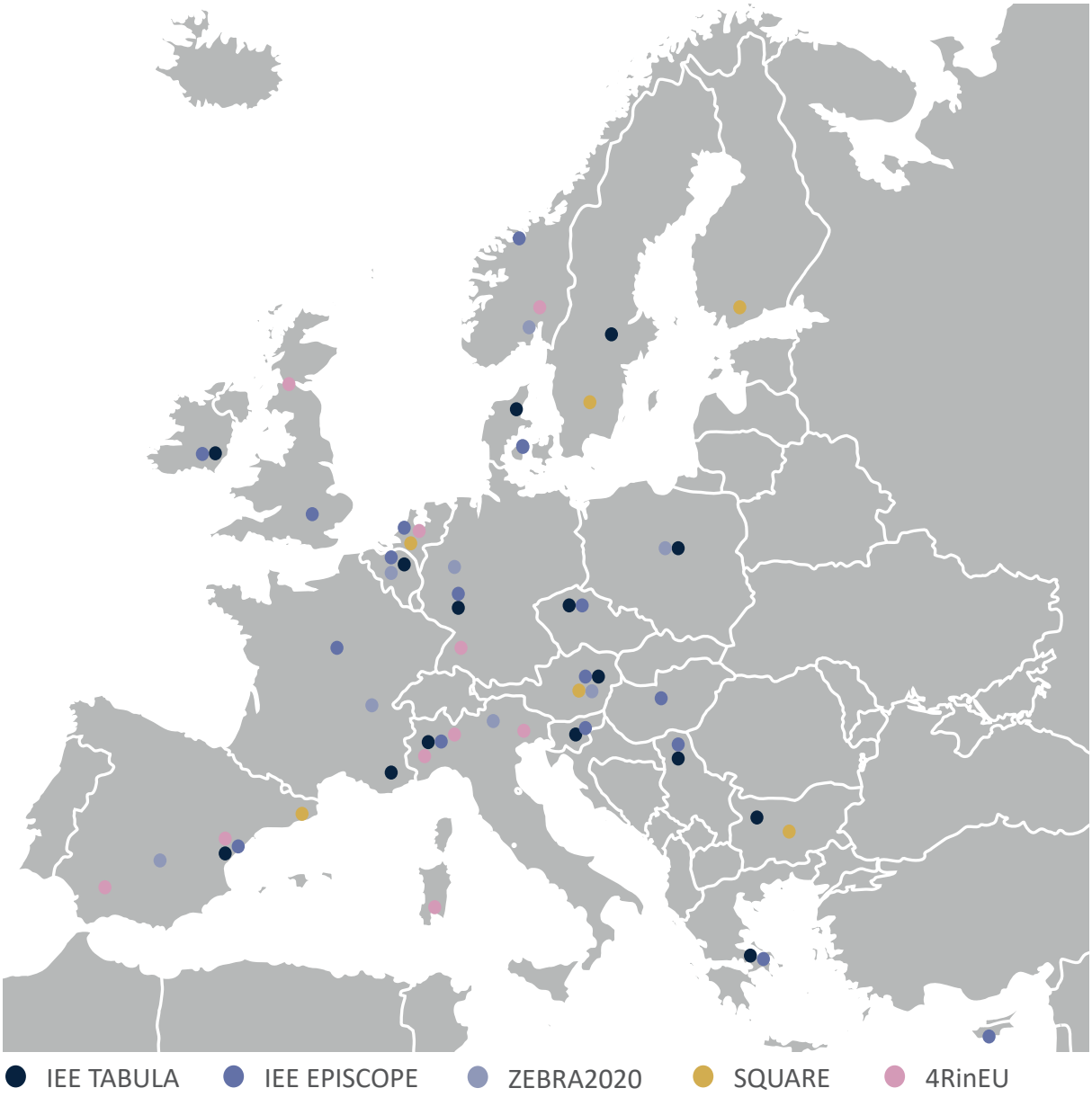


Fig. 62 Stati partecipanti ai progetti, elaborazione personale Barbieri-Tatti

5.2.1 IEE TABULA ED EPISCOPE

Il progetto (2009-2012) IEE (Intelligent Energy Europe) TABULA [32] risulta essere lo sviluppo delle tipologie edilizie principali delle Nazioni che hanno preso parte a tale iniziativa.

PARTECIPANTI
In particolare è lo studio energetico degli immobili appartenenti a 13 paesi, tra cui:

- Darmstadt, Germania (Institut Wohnen und Umwelt GmbH);
- Atene, Grecia (Osservatorio Nazionale di Atene);
- Lubiana, Slovenia (Istituto di ingegneria edile e civile ZRMK);
- Torino, Italia (Politecnico di Torino);
- Valbonne, Francia (Agence de l'Environnement et de la Maîtrise del'Energie);
- Dublino, Irlanda (Azione energetica limitata);
- Mol, Belgio (Istituto fiammingo per la ricerca tecnologica);
- Varsavia, Polonia (Narodowa Agencja Poszanowania Energii SA);
- Vienna, Austria (Agenzia austriaca per l'energia);
- Sofia, Bulgaria (Agenzia per l'energia di Sofia);
- Västerås, Svezia (Västerås, Svezia);
- Praga, Repubblica Ceca (STU-K);
- Hørsholm, Danimarca (Istituto danese di ricerca sull'edilizia);
- Valencia, Spagna (Instituto Valenciano de la Edificación);
- Belgrado, Sofia (Università di Belgrado).

OBIETTIVO
Lo scopo di TABULA è definire le condizioni energetiche degli immobili e conseguentemente stabilire strategie ed operazioni atte a migliorarli con retrofit energetici. Ogni Nazione ha individuato delle tipologie edilizie, suddivise per anni e dimensioni che rappresenterebbero il modello tipo utile per studiarne i relativi consumi e i potenziali risparmi una volta effettuata l'azione di retrofit.
Ogni Nazione ha individuato due tipologie di scenari, entrambi i casi risultano mostrare i consumi precedenti e successivi alla riqualificazione. Nel primo scenario viene ipotizzata una "riqualificazione standard" andando ad agire con misure usuali di ogni nazione. Nella seconda casistica invece chiamata "riqualificazione avanzata" in cui vengono utilizzate le migliori tecnologie presenti nel mercato.

RISULTATI
Si è realizzata una piattaforma online dove è possibile scambiare informazioni riguardanti ogni paese chiamata "TABULA WebTool". All'interno di tale database sono inserite tutte le tipologie edilizie di 12 Nazioni suddivise in località, anno di costruzione e tipologia ovvero casa monofamiliare, casa a schiera, casa plurifamiliare e appartamenti in condomini. Di ogni tipologia viene riportata una fotografia di riferimento, la superficie, la zona climatica in cui si trova e le caratteristiche energetiche. Viene infatti rappresentata il fabbsogno di energia da riscaldamento, di energia primaria totale, di energia non rinnovabile, i costi energetici derivanti dalla bollette e le emissioni di anidride carbonica. Vengono poi raffigurate le strategie attuabili in base agli scenari sopra citati e le caratteristiche dell'involucro sempre suddivise in "scenario base", "scenario standard" e "scenario avanzato".
infine vengono comprate le caratteristiche energetiche usufruendo dei differenti scenari ed interventi.

Il Progetto EPISCOPE [32] (2013-2016), co-finanziato dall'Intelligent Energy Europe, rende i progetti di riqualificazione energetica maggiormente efficaci.

PARTECIPANTI
EPISCOPE fonda le sue radici sul progetto

TABULA poichè si basa sullo schema delle tipologie edilizie già effettuato. Sono stati implementate 6 Nazioni precedentemtne non presenti nel web-tool di TABULA:

- Darmstadt, Germania (Institut Wohnen und Umwelt GmbH);
- Atene, Grecia (Osservatorio Nazionale di Atene);
- Lubiana, Slovenia (Istituto di ingegneria edile e civile ZRMK);
- Torino, Italia (Politecnico di Torino);
- Parigi, Francia (Pouget Consultants);
- Dublino, Irlanda (Azione energetica limitata);
- Mol, Belgio (Istituto fiammingo per la ricerca tecnologica);
- Copenhagen, Danimarca (Aalborg University);
- Vienna, Austria (Agenzia austriaca per l'energia);
- Watford, Regno Unito (Building Research Establishment Ltd);
- Praga, Repubblica Ceca (STU-K);
- Valencia, Spagna (Instituto Valenciano de la Edificación);
- Brussels, Belgio (Institut Wohnen und Umwelt /Institute for Housing and Environment);
- Budapest, Ungheria (Università tecnologica di Budapest);
- Limassol, Cipro (Università tecnologica di Cipro);
- Delft, Olnada (Università tecnologica di DELFT);
- Trondheim, Norvegia (Università delle scienze e tecnolgia della norvegia);
- Belgrado, Serbia (Università di Belgrado).

OBIETTIVO

Sono stati studiati gli avanzamenti previsti dalle ristrutturazioni e la confromità ai relativi requisiti degli interventi di riqualificazione energetica.

RISULTATI

Si sono dettagliati i risparmi che ogni interventi di retrofit può generare rispetto al fabbisogno di energia primaria e emissioni di anidride carbonica. Sono state inoltre visionate tutte le azioni che necessitano di miglioramenti per raggiugnere dei target prestazionali tali da poter essere considerate efficienti. Inoltre il monitoraggio è uno degli aspetti chiave di EPISCOPE poichè definisce la gestione dell'energia di un intervento.

5.2.2 SQUARE

Il Progetto Square [50] (2007-2010) sviluppa un piano per garantire una riqualificazione efficiente di alloggi sociali all'interno di abitazioni multifamiliari.
Square è finanziato per il 50% dall'Unione Europea e risulta avere un budget totale di 862.720 €. E' stato inoltre supportato dal programma Intelligent Energy Europe (IEE).

PARTECIPANTI
I partecipanti risultano essere 8:

- Svezia (SP Technical Research institute of Sweden);
- Spagna (Trama Tecno Ambiental S.L.);
- Finalndia (Aalto University / Helsinki University of Technology);
- Austria (AEE - Institute for Sustainable Technologie);
- Olanda (Trecodome);
- Bulgaria (Energy Agency of Plovdiv);
- Svezia (AB Aligsåshem);
- Spagna (POMAA S.L.).

OBIETTIVO
Per garantire l'obbiettivo di retrofit energetico viene adottato un sistema di garanzia della qualità (QA) per le azioni di retrofit ed il successivo mantenimento. Vi sono stati dei progetti pilota all'intern delle Nazioni della Spagna, Austria, Svezia e Finalndia proprio sull'utilizzo del QA ed il relativo miglioramento. Tale strategia risulta supportare il processo decisionale in maniera che i successivi interventi siano idonei al manufatto di riferimento.

RISULTATI
Le strategie scelte sono sicuramente maggiormente performanti rispetto a quelle decise senza QA, poichè tale programma permette di conoscere ed utilizzare i sistemi migliori e avanguardisti.

5.2.3 ZEBRA2020

Il progetto Zebra [59], concluso nel 2020, basa la sua ricerca sugli aspetti di decarbonizzazione raggiungibili al 2050.
Il budget complessivo per tale studio risulta essere di 1.677.905 € di cui il 75% dato dall'Unione Europea.

PARTECIPANTI
Zebra2020 risulta avere 8 partner e coperto 17 paesi con le proprie azioni. I partner risultano essere in particolare:

- Austria (Politecnico di Vienna);
- Francia (ENERDATA SA);
- Polonia (Narodowa Agencja Poszanowania Energii SA);
- Germania (Ecofys Germany GmbH);
- Spagna (Centro Internazionale di Metodi Numerici in Ingegneria);
- Italia (Accademia Europea Bolzano);
- Belgio (Buildings Performance Institute Europe);
- Norvegia (SINTEF - Stiftelsen for industriell og teknisk forskning ved Norges tekniske høgskole).

OBIETTIVO
Infatti il suo obbiettivo era mappare tutte quelle nuove costruzioni e ristrutturazioni nZEB. Inoltre suo compito fu di colmare alcune lacune riguardanti alle strategie attuabili per realizzare un edifici nZEB. Oltre al monitoraggio infatti si sono sviluppate informazioni e raccomandazioni per tutti i paesi Europei ed infatti risulta aver aiutato notevolmente la crescita di tali edifici.

RISULTATI
All'interno del sito www.zerba2020.eu si è creto un database nel web dove viene analizzata la panoramica del tessuto edilizio europeo ed individuate le politiche ed i piani di azioini per ogni Stato. Occorre infatti definire che ogni Nazione ha delle specifiche barriere differenti che ne permettono una maggiore o minore sviluppo. Si sono mappate inoltre le quantità di certificazioni energetiche e le attività riguardo la creazione di nZEB. A tale riguardo viene identificata la maturità di tale interventi in ogni paese. Gli nZEB infatti non popolano così ampiamente i territori dell'Unione Europea ma anzi sono ancora rari.
Zebra2020 ipotizza due scenari possibili per ogni Nazione. Il primo corrisponde alla scelta delle politiche attuli esistenti ed il secondo viene chiamato "scenario di politica ambizioso" in cui vi sono interventi ristrutturazioni maggiormente profonde ed elevate. Nei grafici infatti vengono riportati i due scenari inenerenti all'Italia e la relativa riduzione

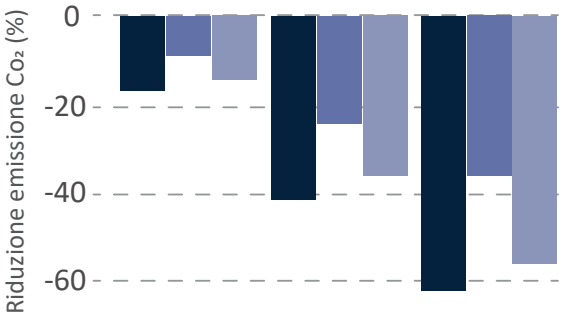


Fig. 63 Scenario base, rielaborazione grafico[59]

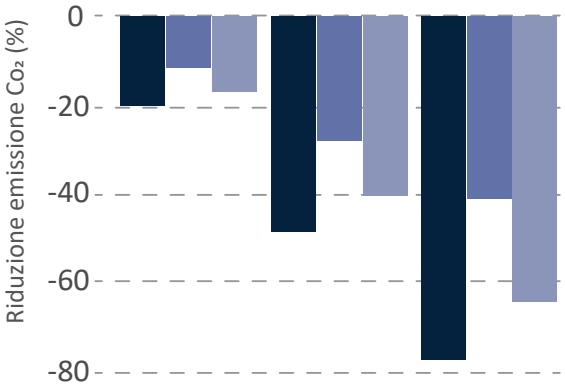


Fig. 64 Scenario ambizioso, rielaborazione grafico[59]

dell'anidride carbonica, fabbisogno di energia totale e fabbisogno di energia primaria nell'arco di tempo tra il 2030 ed il 2050.

5.2.4 4RinEU

Il Progetto 4RinEU [60] si è sviluppato dal 2016 sino al 2021 con un finanziamento pari a 4.597.455,21 € complessivi, di cui l'87% derivante dall'Unione Europea ed il restante da fondi privati. Tale progetto risulta essere uno dei programmi indetto di Horizon2020 per innescare una profonda ristrutturazione degli edifici residenziali.

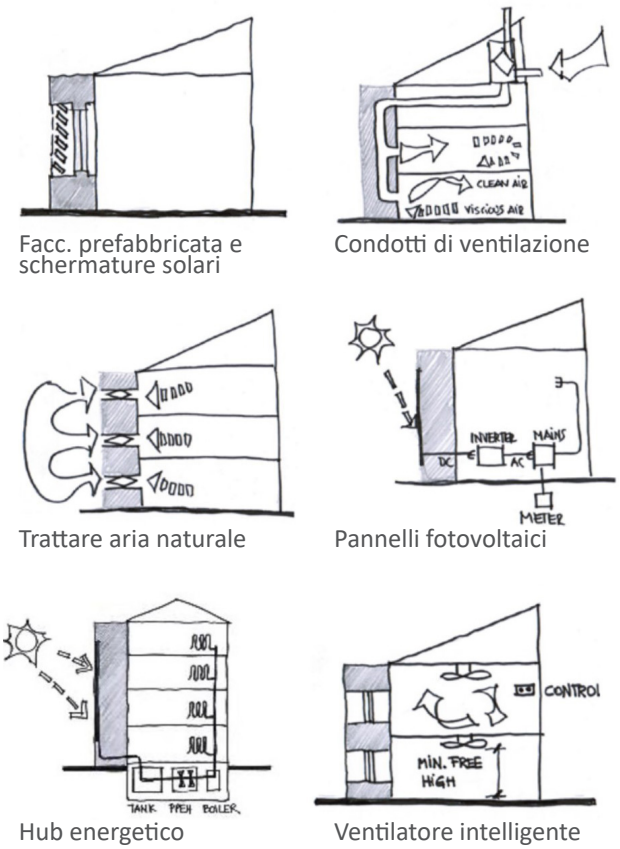
PARTECIPANTI

- Norvegia (Stiftelsen Sintef);
- Italia (ADERMA SRL);
- Olanda (TRECODOME BV);
- Spagna (Stemes avancats d'energia solar termica sccl);
- Germania (Gumpp & Maier GmbH);
- Italia (Thermics energie SRL);
- Regno Unito (Integrated environmental solutions limited);
- Spagna (Acciona construction);
- Norvegia (Comune di Oslo);
- Olanda (Stichting woonzorf);
- Spagna (Agenzia de l'abitare);
- Italia (R2M Solution SRL);
- Norvegia (SINTEF AS);
- Italia (Tecnozineth SRL).

OBIETTIVO

4RinEU fornisce nuovi strumenti tecnologici e strategie tali da incoraggiare una Renovation wave su larga scala. La strategia di tale programma si basa su tre pilastri ovvero tecnologia, metodologia & modelli di buisness. Lo scopo principale è aumentare il tasso di retrofit del 3% entro il 2020, utilizzando nuove tecnologie che permettono di ridurre il consumo di energia primaria del 70%, metodologia di progettazione integrata e velocizzata e un aumento di fiducia verso gli investitori che propongono ristrutturazioni profonde. Punto fondamentale è anche l'utilizzo del sistema "Early-Reno" in cui si suggeriscono le soluzioni maggiormente performanti per il caso studio in esame pridiligendo i meccanismi che utilizzano l'energia rinnovabile.

Il progetto ha sviluppato 6 casi studio in sei Nazioni con differenti condizioni metereolgiche per mostrare come tale sistema sia applicabile in qualsiasi territorio. In particolare sono state presi in esame la Spagna, Olanda, Norvegia, Regno Unito, Polonia ed Ungheria. Inoltre non ci si è fermati ad una sola tipologia di residenza ma si è lavorato sia in case a schiera, case mono o plurifamiliari e appartamenti in condomini. Ovviamente il pacchetto di strategie uguali per tutti non esiste, in quanto proprio la posizione geografica, ma anche l'edificio stessso o i vincoli e opportunità dei proprietari, possono cambiare. Occorre però affermare che possono esserci tipologie di strategie uguali che poi possono essere utilizzate da sole o insieme ad altre a



Facc. prefabbricata e schermature solari | Condotti di ventilazione

Trattare aria naturale | Pannelli fotovoltaici

Hub energetico | Ventilatore intelligente

Fig. 65 Strategie, rielaborazione immagini[60]

seconda della possibilità.

RISULTATI
Il programma utilizza elementi prefabbricati per l'involucro a base di legno. I vantaggi sono sicuramentela scelta di un materiale naturale che permette di guardare la ristrutturazione energetica sotto il punto di vista del ciclo di vita del materiale ed il suo possibile riciclo e riutilizzo. In secondo luogo elementi prefabbrica, grazie ai tempi ridotti in cantiere possono fare aumentare le richieste di riqualificazione e quindi di conseguenza consentire un tasso di retrofit energetici maggiore. Inoltre prima di effettuare una riqualificazione viene creato un modello di costo/efficacia affidabile che spieghi i irischi ai diversi utenti e le relative responsabilità, costi e successivi ricavi.

5.2.5 CONSIDERAZIONI

Tutti i progetti risultano aver riscontato una difficoltà importante riguardo l'approviggionamento dei dati. Infatti le Nazioni Europee non diffonde le stesse informazioni.

Con il progetto TABULA vi è stato un grande sforzo di un linguaggio armonizzato nella complizione di un database uguale per tutti gli Stati anche avendo informazioni molto differenti. Si è infatti potuto effettuare un confronto anche se le Nazioni abbiano culture, modalità di costruzione, di gestioni energetiche, normative differenti.

EPISCOPE risulta incentrato sull'aumentare gli edifici nZEB presenti nel territorio, questi però risultano ancora abbastanza rari nei paesi dell'Unione Europea. Inoltre affinchè i dati mostrati nel tool siano affidabili e completi dovrebbe servire un constrante monitoraggio, implementazione e correzione per mostrate davvero le condizioni energetiche di ogni edificio.

Per quanto concerne le strategie proproste da Zebra2020 solo con gli obbiettivi maggiormente ambiziosi si potrebbe diminuire l'emissione di anidride cabronica dell'80%. L'Unione Europea, attraverso studi approfonditi, ha però affermato che per limitare lìaimento di due gradi centigradi occorrerebbe diminuire la CO_2 dell'85-95%. Non sono quindi ancora abbastanza ambiziose le azioni prese ed in particolare per migliorarle occorrerà che nei prossimi 5 e 10 anni si eliminino le fonti di riscaldamento fossili.

Il progetto SHARE invece ha le migliori ambizion riguardo alla scelta delle strategie più performanti. Questo sistema di garanzia (QA) però non può essere imposto alle aziende . Sono già presenti dei sistemi di gestione, basti pensare alla ISO 9001. E' anche certo che

non può essereci un sistema univoco per tutte le Nazioni. Ogni QA dovrebbe adattarsi alla cultura del luogo di interesse. Dovrebbero inoltre esserci delle linee guida riguardo ai sistemi di garanzia, poichè spesso vengono utilizzati ma il feedback sul proprio funzionamento nella maggioranza delle volte non è presente.

Infine 4RinEU riduce del 60% l'uso di energia rispetto ad una riqualificazione standard e diminuisce i tempi di ristrutturazione del 50% utilizzando elementi prefabbricati. Questo approccio infatti permette in primis di migliorare l'aspetto tempistico ma anche quello gestionale degli utenti. Inoltre per sviluppare tale approccio è stato necessario utilizzare il software BIM poichè è importante gestire tali elementi ed inoltre questa strategia ha diminuito del 15% i costi dirante il ciclo di vita dell'edificio. Certo è che risulta difficile poter ipotizzare strategie uguali in ogni tipo di edificio del parco edilizio europeo poichè ogni Nazione risulta avere le proprie politiche, culture e azioni differenti.

5.3 CASI STUDIO EUROPEI

All'interno della tesi si vuole sviluppare l'approccio legato alla riqualificazione energetica analizzando interventi presenti nel continente europeo. Questi aiuteranno maggiormente nella comprensione delle modalità, criticità e potenzialità riguardo ai differenti approcci adottati dalle Nazioni.
Nelle prossime pagine verranno mostrati progetti di ricerca e casi studio che, attraverso interventi nel tessuto edilizio residenziale, concorrono alla riqualificazione energetica ed al raggiungimento degli obbiettivi europei nell'ambito del risparmio energetico.

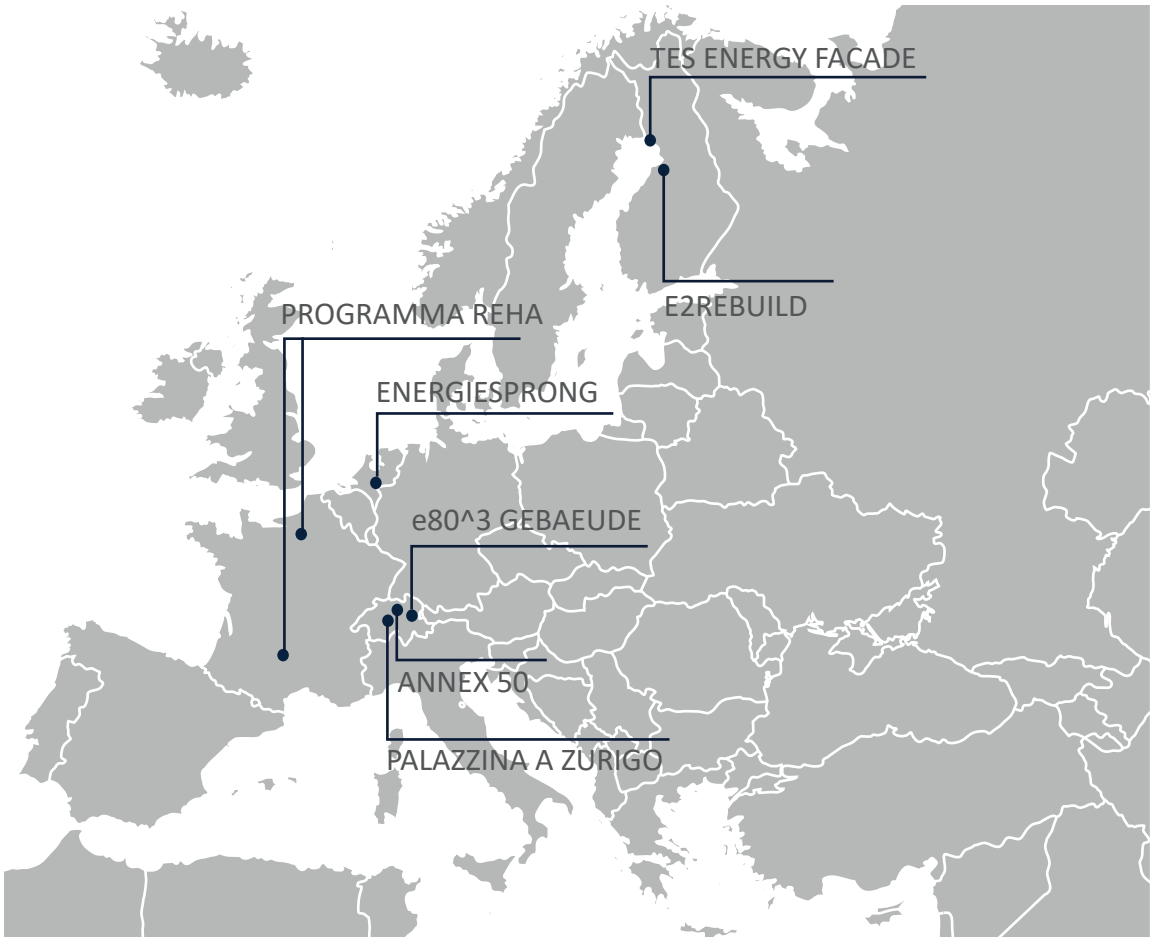


Fig. 66 Casi studi europei, elaborazione personale Barbieri-Tatti

5.3.1 Annex 50
Condominio a Zurigo trasformato in un nZEB

Annex50 [38] è uno studio effettuato riguardo i sistemi prefabbricati per realizzare una riqualificazione energetica negli edifici residenziali esistenti. Il concetto risulta basare gli obbiettivi su una ristrutturazione utilizzando sistemi di facciata e di tetto standardizzati atti alla prefabbricazione. Tali elementi oltre ad essere prodotti in azienda consentono di integrare un sistema di ventilazione al proprio interno. I vantaggi che si vogliono raggiungere utilizzando questa strategia risultano essere:

- Raggiungere efficienza energetica e comfort interno, il consumo raggiungibile dovrebbe essere abbastanza basso dai 30-50 kWh/m^{2}annuo;
- La prefabbricazione consentirà di ottimizzare la costruzione;
- Tale azione avrà anche la possibilità di ampliare gli spazi già esistenti creando un sottotetto abitabile e nuovi balconi;
- Il processo sarà estremamente caratteristico e veloce da non infastidire l'utenza della zona.

All'interno del progetto Annex50 sono stati valutati sei casi studio differenti in cui sono stati attuati più o meno le stesse quattro strategie precedentemente citate. Le conclusione tratte da questi studi hanno fatto emergere come riqualificando un condominio non solo si migliorerà la sua performance energetica ma consentirebbe anche di migliorare la qualità dell'involucro edilizio esistente e aumentarne il costo sul mondo del mercato immobiliare. Inoltre all'interno di questi progetti si sono scelte tecnologie non complesse ma tradizionali, o meglio utilizzando forme ripetitive di involucro i progetto risultano essere competitivi. In tutti i progetti l'obbiettivo di diminuzione del fabbisogno energetico è ampiamente raggiunto, anche superato. Infatti il risparmio su riscaldamento ventilazion e ACS risulta essere di norma superiore all'80%. Questo però è raggiungibile solo se si sceglie la strategia di utilizzare impianti fotovoltaici e ridurre i consumi generali. Gli elementi utilizzati per l'involucro opaco risultano essere normalmente abbastanza grandi a causa delle finalità logistiche e realizzati con telai in legno e pannelli in firbocemento con una finitura o intonaco, legno metallo vetro o ardesia.

Il caso studio mostrato nella tesi tratta di una riqualificazione con obiettivo nZEB di un condomio a Zurigo. La costruzione è del 1954 di tre piani fuori terra e un numero totale di appartamenti pari a cinque. L'unico elemento già ristrutturato risultava essere la facciata sud. La struttura era in mattoni di spessore



Fig. 67 Condominio ante operam, immagine [32]

32cm non isolate. I soffitti erano costituiti da lastre di cemento ed i balconi risultavano essere caratterizzati da ruggine e corrosione. I serramenti erano originari, alcuni sostituiti con doppi vetro in PCV, mentre il riscaldamento era a gasolio e risaliva al 1983.
Le strategie adottate per la ristrutturazione risultano basarsi su una massimizzazione delle superfici interne, andando così a realizzare un nuovo appartamneto nel sottotetto e ampliando il piano terra.
Il nuovo involucro edilizio è stato realizzato in moduli prefabbricati di grandi dimensioni. La difficoltà era alloggiare la nuova facciata su quella vecchia in quanto i muri, essendo ormai poco recenti, risultavano essere curvi e imprecisi. A causa di queste difficoltà infatti è stato scelto un isolamento in cellulosa che permetteva di colmare spazi irregolari. Le connessioni tra i nuovi serramenti e le vecchie murature furono sigillate e poi coperte da cartongesso.
Vi è stato un attento studio riguardo i materiali di scarto provenineti dalla ristrutturazione sia interna sia esterna. Infatti proprio questi sono stati riciclati e riutilizzati nello stesso edificio per minimizzare il consumo di energia. Inoltre c'è stato una forte azione sulla sezione impiantistica, in quanto è stato sostituito l'impianto di riscaldamento, ventilazione ed elettrico. Si sono installati collettori solari ed un impianto fotovoltaico nel tetto per la produzione rispettivamente di acqua calda sanitaria e di elettricità.
Il processo produttivo avviene in primo luogo relaizzando la parete prefabbricata in cantiere. All'interno di tale elmento viene posizionata una cavità in cui dovrà alloggiare l'impianto di climatizzazione. Successivamente gli elmenti vengono trasportati e montati. In secondo luogo si passa a preparare la struttura per i nuovi volumi aggiunti e come ultimo step viene preparato l'elemnto prefabbricato per l'estensione del tetto per poi infine realizzare l'ultimo piano abitabile.

1

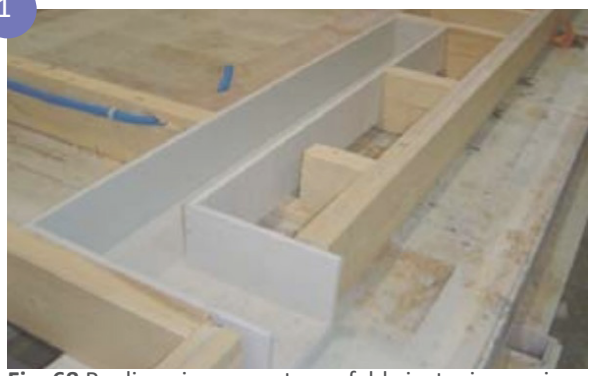


Fig. 68 Realizzazione parete prefabbricata, immagine [32]

2



Fig. 69 Trasporto e montaggio parete prefabbricata, immagine [32]

3



Fig. 70 Preparazione facciata per nuovo volume, immagine [32]

4



Fig. 71 Realizzazione utlimo piano abitabile, immagine [32]

In generale dalle azioni conseguite tramite tale riqualificazione energetica vi sono stati innumerevoli elmenti positivi. La superifcie totale del manufatto da 458 m² è incrementata sino ad arrivare a 657 m². Per quanto concerne l'involucro le pareti perimetrali verticali da una trasmittanza si 1,07 W/m²k sono diminuite a 0,18 W/m²k con una riduzione dell'83%. La trasmittanza del soffitto del seminterrato dopo l'azione di riqualificazione è diminutia da 1,60 W/m²k a 0,18 W/m²k. Riguardo al tetto da 1,19 W/m²k è passata a 0,11 W/m²k, mentre i serramenti da 2,5 W/m²k a 0,8 W/m²k.
Per quanto riguarda invece la performance energetica, il fabbisogno termico complessivo è diminutito del 89% da 175 kWh/m²annuo a 20 kWh/m²annuo.
La riduzione dell'energia data dai pannelli solari-termici, fotovoltaici e grazie alle strategie innovative utilizzate, hanno permesso questo edificio di trasfromarsi in un nZEB.



Fig. 72 Pre intervento, immagine [32]



Fig. 73 Post intervento, immagine [32]

5.3.2 Building of tomorrow e80^3 Gebaeude Edificio di edilizia popolare a Zurigo

Il consumo di energia nel territorio austriaco risulta essere rappresentato per la maggioranza dal patrimonio edilizio ed in particolare da quello residenziale appartenente ad una età tra il 1945 e il 1981. Per ridurre il consumo di energia termica e frigorifera in tale settore il Governo ha applicato differenti strumenti politici. Uno tra questi risulta essere il piano di edilizia popolare, ovvero un programma di edilizia sociale come promotore di edifici maggiormente sostenibili. Nel 1997 inoltre l'Austria ha aderito alla Green Building Challenge utilizzando metodi di valutazione ambientale. Gli schemi di tale approccio risultano dare l'opportunità di una transizione verso un'edilizia conapevole, basata su requisiti di energia, consumo dell'acqua e della terra, qualità dell'ambiente interno, emissioni, materiai utilizzati... Nel 2009 il sistema di valutazione, una volta rivisto, venne chiamato TQB (Total quality building). Esso risulta essere un insieme completo di criteri applicabili sin dall'inizio di un progetto per ottenere un buon risultato riguardo la valutazione. L'obbiettivo principale era garantire che non ci fossero difformità tra il costruito ed il propagazione, utilizzando una progettazione integrata. All'interno di tale schema di valutazione vengono presi in esame aspetti come la proteione dal rumore, qualità dell'aria interna, flessibilità e molti criteri legati all'ambiente.

Il caso studio riportato di seguito appartieme ad un programma di ricerca autriaco "Building of Tomorrow" [30] che sostiene i cambiamenti verso un futuro sostenibile basandosi sullo schema di valutazione TQB. Il progetto presegue l'obbiettivo di riqualificare il patrimonio edilizio austriaco (edilizia tra il 1950 e il 1980) realizzando edifici altamente performanti. Studiare un edificio attraverso il TQB ha comportato lo sviluppo di nuovi prodotti e tecnologie. La ristrutturazione si basa sull'utilizzo di elementi davvero performanti come facciate prefabbricate isolate, sull'utilizzo di elevata energia rinnovabile attraverso pannelli solari termici e fotovoltaici. Unendo tali strategia ad un uso consapevole del generatore di calore il progeto House od tomorrow vuole riqualificare gli immobili rendendoli edifici a plus-energy.

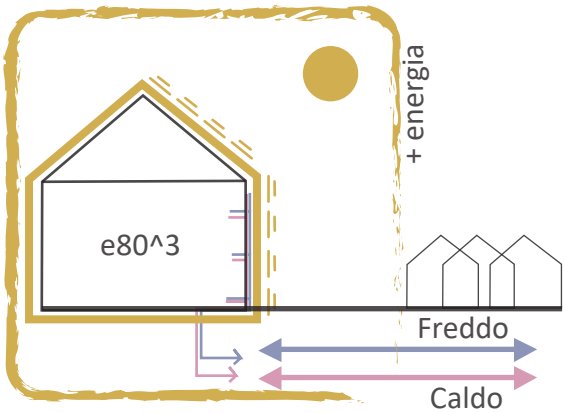


Fig. 74 Gestione energetica, immagine [23]

Gli obbiettivi principali del programma House of Tomorrow risultano essere:

- Riduzione del conumo energetico dell'80%;
- Riduzione dell'emissione di anidride carbonica dell'80%;
- Istituire un approviggionamento da fonti rinnovabili pari all'80%.

Il concept del programma building of tomorrow si incentra principalmente sulla riorganizzazione dei servizi dell'edificio, come pareti, impianti, in modo tale da non verificare disturbi ai residenti degli alloggi. Aspetto importante è l'utilizzo di facciate ed elementi prefabbricati. Tali elementi sia per il tetto sia per la facciata risulta essere attivi, ovvero l trattamento esterno delle superfici risulta essere caratterizzato da elementi attivi generatori di calori (appunto plus energetici) ovvero impianti fotovoltaici e collettori solari.

Nell'intradosso invece vengono posizionati elmenti impiantistici legati alla ventilazione verticale ed orizzontale, così da creare facciate e coperture attive e non più semplici elementi divisori tra esterno ed interno con funzioni passive.

Uno dei principali progetti del programma Building of tomorrow risulta essere la riqualificazione di un edificio di edilizia popolare a Zurigo chiamato anche "e80^3 Buildings". L'obbiettivo del progetto era quello di promuovere un retroft di un abitazione tra il 1950 e il 1980 trasfromandola in edifici ad altissima efficienza energetica. Come si vedrà nel caso REHA (approfondimento a pag. 172) anche a Zurigo ci fu la discussione riguardante la possibile demolizione o riqualificazione di tale complesso. Attraverso uno studio approfondito suddiviso per punteggi riguardo alla posizione della struttura, potenziale del retrofit, possibilità di avere uno standard energetico e applicabilità del modulo prefabbricato, si optò per la riqualificazione invece che per la demolizione. Il caso studio risulta essere un complesso composto da ben 48 unità abitative ed avente una superficie lorda totale di 2800 m².
Il principle scopo del progetto è quello di essere u trampolino di lancio per tutti gli edifici della stessa epoca, molto popolari in Svizzera. La realizzazione dei moduli prefabbricati attivi fu ovviamente il concetto base per l'avvio del retrofit complessivo. Inoltre si aumentò la consapevolezza dei residenti sulla gestione sostenibile del proprio immobile per poter ridurre la domanda di energia e le emissioni di anidride carbonica dell'80%.

Il fabbisogno complessivo di energia risultava essere di 101 kWh/m²annuo e la finalità era di diminuirlo sino al 15 kWh/m²annuo. Per far ciò si realizzò un involucro edilizio molto performante (sia opaco sia trasparente), si utilizzarno collettori solari e impianti fotovoltaici e si ridusse la domanda di energia elettrica. Inoltre l'edificio venne studiato secondo il TQB e monitorato durante la sua manutenzione e uso. Tale sistema di certificazione ha sviluppato un ruolo fondamentale nel progetto poichè è fortemente incentrato in aspetti innovativi quali studio della vita edilizia dei singoli materiali e dell'edificio stesso (LCA). Infatti proprio in questo caso studio

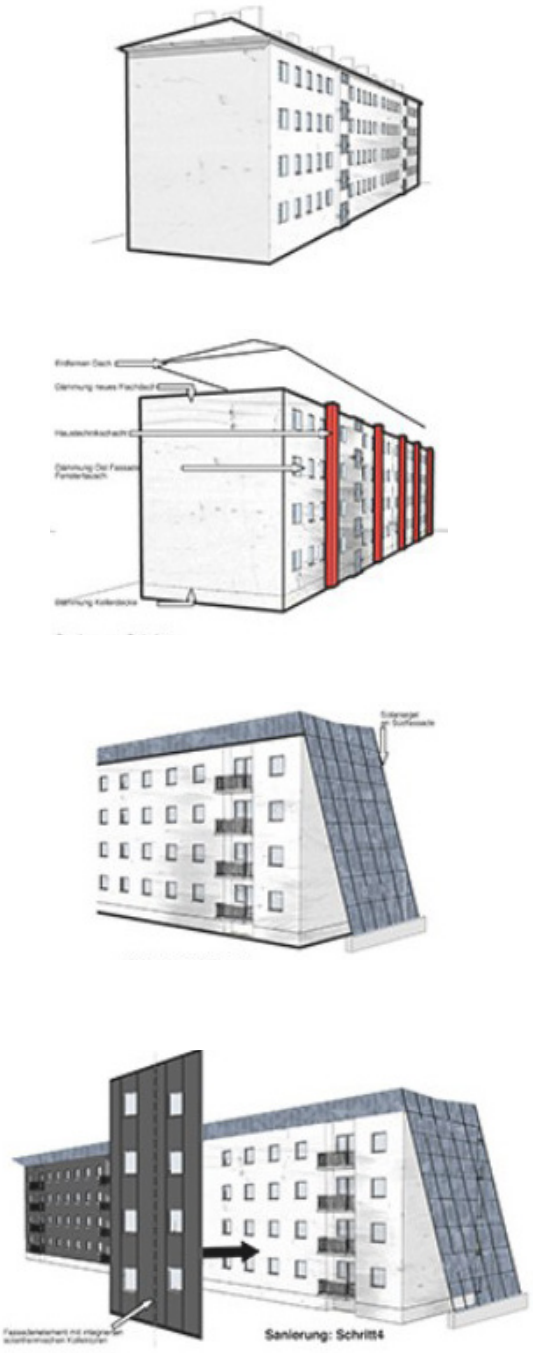


Fig. 75 Concept progettuale, immagine [23]

viene mostrato come una ristrutturazione edilizia possa essere di altissima qualità solo se l'aspetto energetico e ambientale vengano inclusi in un concetto unico.
Infine il fabbisogno complessivo dell'edificio fu effettivamente diminuito a 15 kWh/m²annuo. Le varie trasmittanze infatti diminuirono in maniera vertiginosa. Le abitazioni sono state ridotte da 48 a 32 per rendere gli spazi interni maggiormente vivibili. Le pareti esterne da 0,87 W/m²K divennero 0,12 W/m²K, i serramenti da 2,50 W/m²K a 1,00 W/m²K, il soffitto da 0,74 W/m²K a 0,10 W/m²K e il pavimento verso cantine da 0,39 W/m²K a 0,30 W/m²K.

3



Fig. 76 Realizzazione, trasporto e montaggio della nuova facciata e annessi impianti, immagine [23]

1



Fig. 77 Demolizione decorazioni facciata, balconi e tramezzi interni, immagine [23]

4



Fig. 78 Montaggio balconi, immagine [23]

2



Fig. 79 Preparazione basamento per nuova facciata, immagine [23]

5



Fig. 80 Realizzazione facciata con pannelli fotovoltaici e solare termico, immagine [23]



Fig. 81 Punteggio finale TQB, immagine [23]



Fig. 82 Realizzazione riqualificazione dell'edificio, immagine [23]

5.3.3 E2ReBuild

E2ReBuild è un progetto di collaborazione europea con la visione di riqualificazione del patrimonio edilizio basandosi su un settore industrializzato ad alta tecnologia. L'obbiettivo è quello di realizzare 7 interventi di riqualificazione a basso rendimento energetico per far si che questi siano promotori per tutta l'area geografica Europea.
Ogni progetto è definito da soluzioni di ristrutturazione energetica per assolvere ai valori limiti nazionali di efficienza energetica. Inoltre ogni edificio riduce il fabbisogno totale di energia di almeno il 75% e è monitorato per almeno un anno o in alcuni casi anche per tempi maggiormente lunghi.

Il caso studio riportato di seguito risulta essere una riqualificazione di un complesso di 5 condomini residenziali ad Oulu in Finladia, caso studio pilota del progetto E2ReBuild. Tale progetto utilizza il sistema di facciata TES (approfondimento a pag. 182), ovvero elmenti prefabbricati in legno utilizzati come involucro esterno.
La costruzione del 1985 risulta essere una tipologica della zona, infatti l'approccio utilizzato in tale edificio aveva la finalità di essere utilizzato come replica in tutte le riqualificazione finlandesi degli anni 70'. L'edificio di riferimento è realizzato in calcestruzzo con un rivestimento in laterizi facciavista. L'edificio in generale aveva bisogno di una riqualificazione sia dal punto di vista energetico sia di comfort interno, in quanto gli appartamenti per studneti risultavano ormai essere obsoleti ed invivibili. Il valore del fabbisogno energetico complessivo dell'edificio era di 148 kWh/m²annuo che doveva essere diminuito sino a 30 kWh/m²annuo.
Il progetto seguiva precisi obbiettivi tra cui:

- Dimostrare il livello di efficienza energetica e di riqualificazione in casa passiva;
- Dimostrare l'applicazione e l'importanza del metodo ad elementi prefabbricati;
- Dimostrare l'importanza di soluzioni a ventialzione efficiente;
- Dimostrare l'importanza della riqualificazione in edilizia residenziale finlandese.

Il processo dalla pianificazione alla costruzione e successivo monitoraggio durò ben 3 anni. La costruzione durò un anno, un ulteriore anno servì per la progettazione ed infine il rimanente per il monitoraggio.



Fig. 83 Ante e Post operam, immagine [31]

Il costo totale dell'opera di riqualificazione è di 1.430.000 €. All'interno di tale cifra ovviamente tutte le fasi del processo edilizio hanno un impatto fondamentale. IN questa casistica la realizzazione della facciata TES risulta pesare il 16% ovvero 233.300 €. Grande rilevanza lo ha la rinnovazione e la riqualificazione degli interni e dei balconi pari a 700.500 € ovvero il 49% del totale e in ultimo anche le misure per riqualificare energeticamente il manufatto che pesano il 35% rispetto al totale con un costo di 497.500 €.

Oltre ai lavori energetici, il cantiere è iniziato con la rimozione delle solette originarie del piano terra e gli elementi in facciata in cls sono stati ripuliti. Sono inoltre state aggiunte ulteriori elementi di fonfazioni per sostenere la nuova facciata.

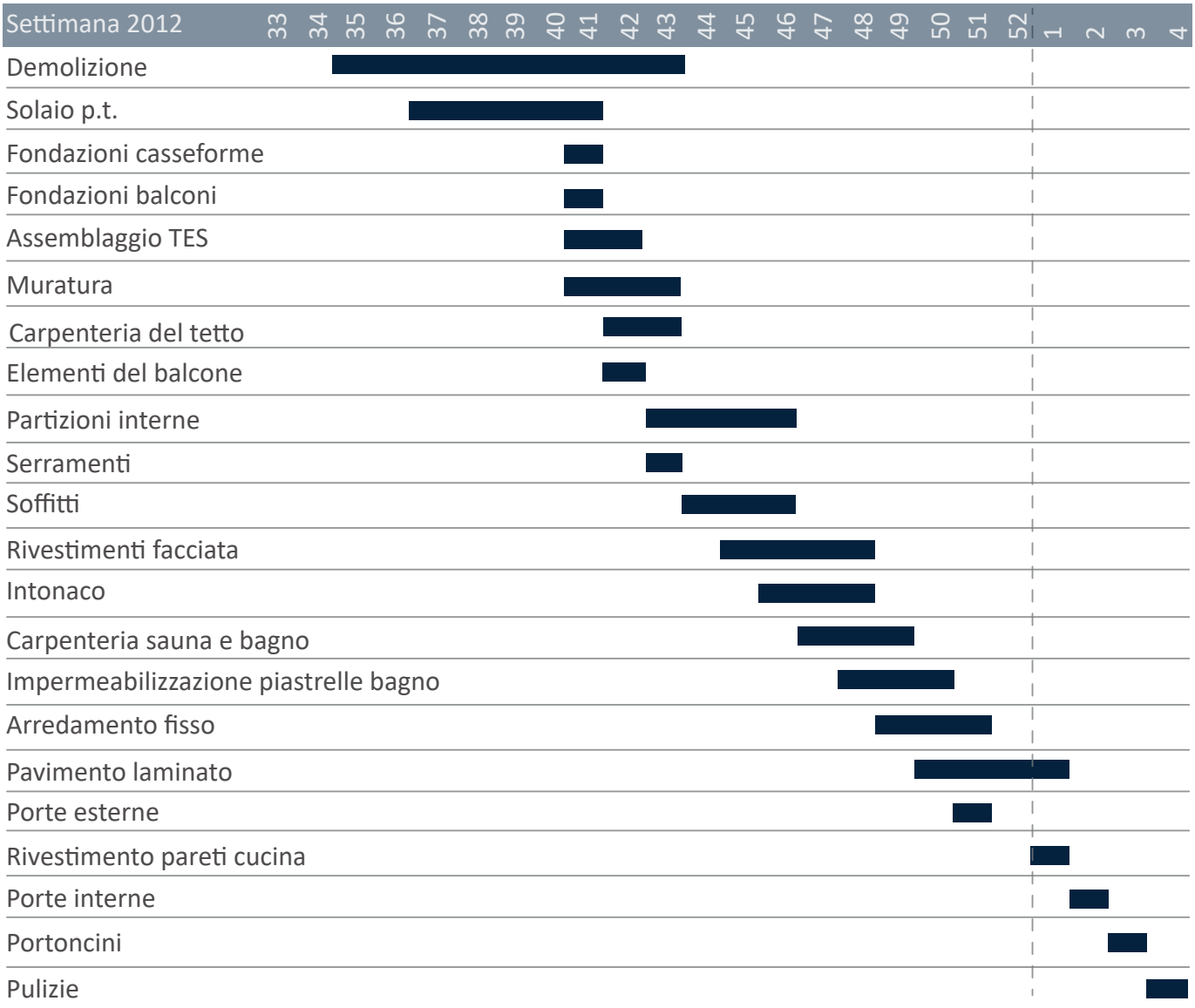


Fig. 84 Cronoprogramma dei lavori, immagine [31]

La classe energetica dell'edificio da C risulta essere aumentata di due classi sino ad A. La trasmittanza termica dell'involucro è ovviamente migliorata, le pareti da 0,28 W/m²K sono diminuite a 0,11 W/m²K, le finestre da 2,1 W/m²K a 0,8 W/m²K ed il tetto da 0,22 W/m²K a 0,08 W/m²K.

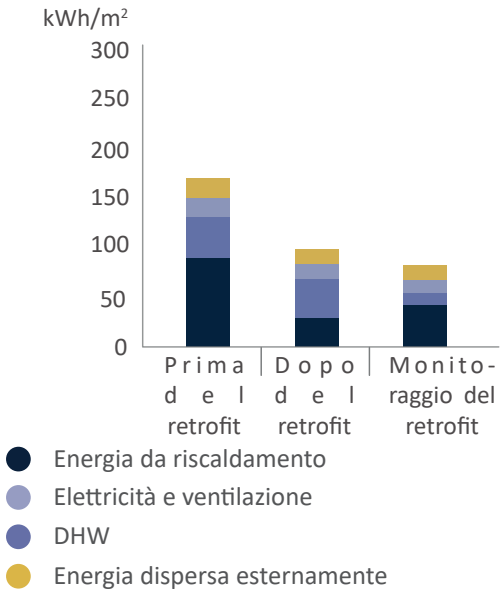


Fig. 84 Domanda di energia, immagine [31]

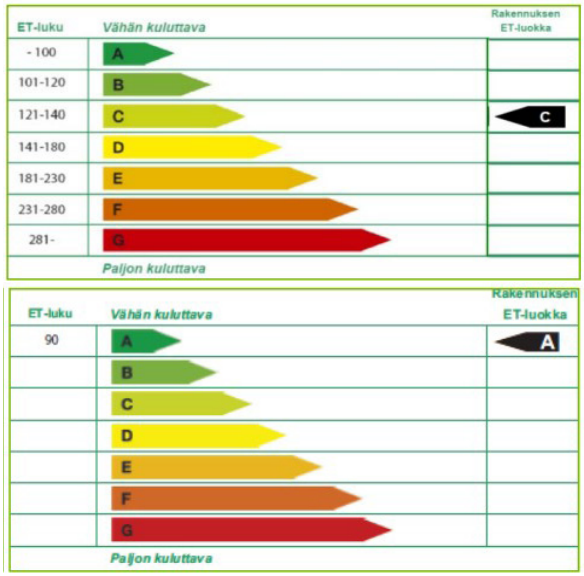


Fig. 85 Classe energetica prima e dopo la riqualificazione, immagine [31]



Fig. 86 Ante e Post operam, immagine [31]

5.3.4 Energiesprong, Olanda, Parallelweg Melick

Il progetto fa parte di Stroomvlucht Phase II, un progetto intelligente di Energiesprong per la ristrutturazione della casa per riportarla ad un livello energeticamente neutro: Zero-on-the-Meter. L'intervento interessato si trova in un edificio esistente a Melick nei Paesi Bassi datato al 2014 che durò per soli 15 giorni.
Energiesrpong è un gruppo di lavoro che nasce con un obbiettivo, ovvero realizzare una riqualificazione in tempi brevi con soluzioni capaci di ottenere riduzioni sostanziali nei consumi energetici. L'azienda ha come obbiettivo un modello industriale destinato a rioluzionare il mondo dell'edilizia creando edifici a consumi zero. Anche se i tempi di realizzazioni sono meno di un mese, gli interventi offrono una garanzia di 30 anni sulle prestazioni energetiche grazie al nuovo sistema capace di cambiare tutta le filiera di riqualificiazione del patrimonio edilizio immobiliare. L'idea di energiesprong è quella che a fronte della forte necessità di ristrutturare gli alloggi olandesi costruiti negli anni 50-60' rivestendo le facciate con uno strato isolante aggiuntivo, sostituzione degli infissi, istallazione pannelli solari, pompe di calore.

Il sito di progetto originariamente vedeva la presenza di diverse problematiche, tra cui la non coibentazione dei pavimenti e soffitti. Problemi di isolamento nelle facciate, telai originari in legno con vetri singoli o doppi e quindi trasmittanza termica alta e prestazioni decisamente basse. Inoltre si era in presenza di porte non coibentate e vecchia caldaia.

La politica di energiesprong è effettuare una industrializzazione del processo edilizio attraverso l'utilizzo di scanner 3d per realizzare una progettazione integrata. Successivamente vengono prefabbricati gli elementi in azienda attraverso software BIM per poi assemblare i vari componenti in sito adottando così una politica di non invasività data la possibilità di montare in pochi giorni il tutto. Inoltre realizzare in cantiere lontano dal sito gli elementi consisterà anche in una qualità e prestazione maggiore che gioverà all'edificio stesso. In cantiere quindi verranno assemblati tutti gli elementi necessari quali elementi di testa, di copertura e laterali.



Fig. 87 Ortofoto del sito di progetto, fonte: Googlemaps



Fig. 88 Foto ante operam, immagine da video [1]



Fig. 89 Foto post operam, immagine da video [1]

1



Fig. 90 Rilevamento dell'immobile tramite laserscanner, immagine da video [1]

2

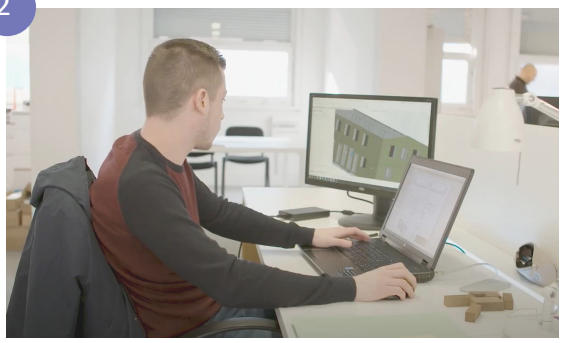


Fig. 91 Utilizzo dei software BIM per lo studio dell'edificio esistente, immagine da video [1]

4



Fig. 93 Montaggio in sito degli elementi prefabbricati, immagine da video [1]

3



Fig. 92 Realizzazione e trasporto della struttura prefabbricata delle facciate, immagine da video [1]

5



Fig. 94 Posa in opera del tetto e dei pannelli solari e successiva gestione energetica, immagine da video [1]

Il sistema utilizzato per le pareti prefabbricate risulta essere chiamato "STOTHERME CLASSIC" ovvero vere e proprie pareti prefabbricate con tanto di infissi che vengono identificate attraverso una stratigrafia ben specifica:

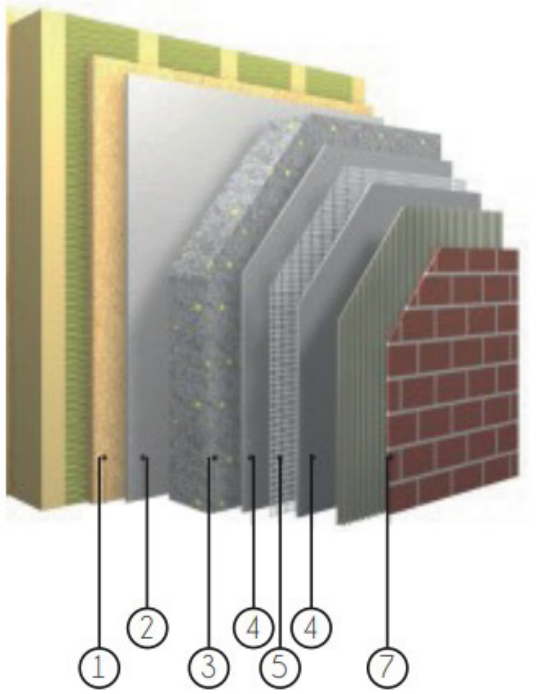


Fig. 95 Stratigrafia della parete, immagine [19]

1. Elemento HSB;
2. Incollaggio con Sto-Dispersionskleber ovvero una colla organica per l'incollaggio di polistirolo espanso rigido;
3. Isolamento con lastra in polistirene espanso rigido;
4. Substrato StoPrefa Aat S senza cemento;
5. Armatura tessuto di vetro resistente agli alcali;
6. Finitura attraverso un rivestimento murale minerale Sto-Streeenstrips con aspetto in muratura.

Il sistema StoTherm Classic è un sistema di isolamento per facciate flessibile e leggero basato su pannelli isolanti in EPS, che può essere perfettamente combinato con un elemento prefabbricato per facciate. Grazie alla combinazione flessibile tra lo strato isolante e lo strato di intonaco rinforzato, il sistema è altamente resistente agli urti e allo strappo.
Tecnicamente, la vecchia caldaia VR con riscaldamento HT e il rubinetto combinato è stata sostituita da una pompa di calore ad aria individuale, che consuma molta meno energia. Inoltre, è stata installata una ventilazione bilanciata con HRV (Renovent SKY 300) per controllare adeguatamente la circolazione dell'aria interna. Le case sono tutte elettriche grazie a tutti gli accorgimenti. Combinando applicazioni ad alta efficienza energetica con soluzioni innovative come misurazioni domestiche 3D, un portale di installazione esterno e corrente continua, queste case sono un

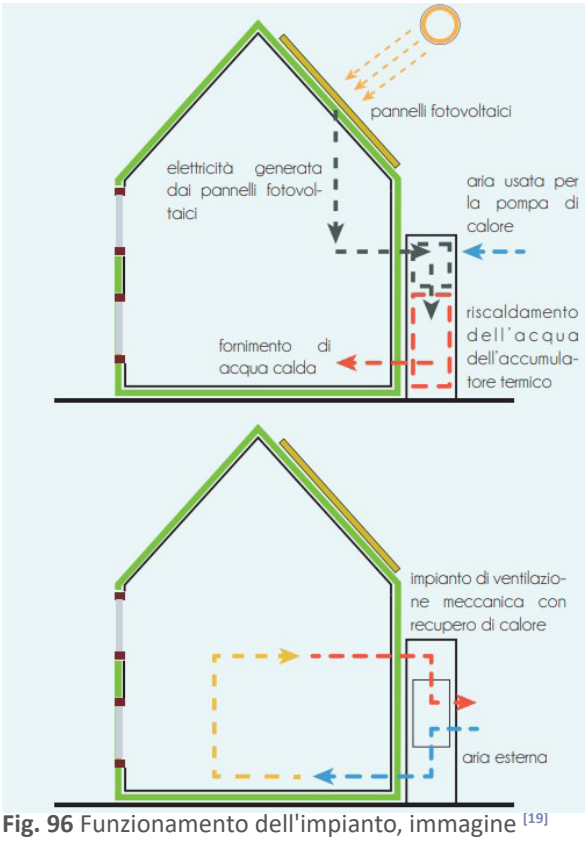


Fig. 96 Funzionamento dell'impianto, immagine [19]

passo avanti rispetto al resto del distretto. Energiesprong adotta anche un modello economico abbastanza performante. In condizioni normali infatti gli inquilini pagavano l'affitto ai proprietari e le bollette a chi forniva l'energia. Dopo il progetto invece i costi dei consumi energetici viene pagato direttamente alle aziende immobiliari che hanno investito nella ristrutturazione. Quindi la riqualificazione e ristrutturazione è finanziata dai fondi che solitamente vengono spesi per pagare le bollette energetiche. Gli inquilini però sono comunque tutelati da possibili incrementi sul prezzo dell'energia, perchè il valore dell'investimento è preventivamente fissato così come il piano energetico per intero.



Fig. 97 Conversione delle bolletta energetica in piano energetico, immagine [19]



Fig. 98 Foto del progetto, immagine [19]

5.3.5 Palazzina a Zurigo, Svizzera, Kamfen Zinke + partner

Il caso studio di riferimento è ubicato a Stettbachstrasse 43 a Zurigo, Svizzera.
L'edificio risulta essere una costruzione in calcestruzzo armato tipica del luogo e costruita nel 1970. L'immobile ha quattro piani fuori terra con logge e balconi che circondano 48 alloggi (10 monolocali e 2 bilocali). L'edificio è particolarmente scarso in termini di performance poichè presenta pareti perimetrali di 18cm con solo 3 cm di isolante in sugero che comportano bassisime prestazioni termiche. Anche se lo stato di conservazione dello stesso risulta essere buono, non si può dire lo stesso dal punto di vista energetico, poichè vi è un incremento del consumo di energia pari a 30.000 litri di petrolio all'anno a causa dell'involucro opaco trasparente e dei ponti termici presenti.

L'intervento di ristrutturazione e di retrofit della palazzina è stato possibile grazie ai forti incentivi che la Svizzera ha messo in atto per ridurre il consumo di energia in ambieto civile. Infatti nel 2003 la Svizzerà adottò il Piano generale per l'energia e nel 2008 inserì l'obbiettivo "Società a 2000 watt", ovvero definì obbiettivi da raggiungere ben specifici:

- Portare a 2000 watt il consumo pro capite di energia primaria, 17.500 kWh pro capite annuo;
- Abbassare a 2500 watt il consumo pro capite al 2050. Questo dovrà essere fornito al 80% da fonti rinnovabili e 20% fossile;
- Non superare 1 tonnellata all'anno di emissione di anidride carbonica pro capite;
- Promuovere l'uso di fonti rinnovabili.

Nel 2017 inoltre fu approvato il referendum che mira entro il 2035 di ridurre l'uso di energia del 43% e l'uso dei combustibili fossili per aumentare la fruizione dell'energia da fonti rinnovabili.

Grazie a questi programmi la città di Zurigo ha potuto fornire i cittadini di incentivi necessari per il miglioramento energetico tra cui:

- Programma di Ristrutturazione Energetica;
- Finanziamenti fino ad un terzo del valore complessivo dell'intervento;
- Consulenze per individuare interventi e soluzioni efficaci dal punto di vista energetico ed economico.

Tutti questi incentivi possono essere fruiti da coloro che seguono determinate politiche energetiche ed ambiscono alla ristrutturazione di edifici MINERGIE, ovvero edifici nuovi e modernizzati caratterizzati da prestazioni alte e aventi ottimo comfort abitativo.

Grazie a questi programmi ed incentivi nel caso studio in esame, il progettista Beat Kampfen decise di attuare una riqualificazione energetica insieme ad una sopralevazione ne nel 2016 (fine 2017).



Fig. 99 Ortofoto, fonte: googlemaps



Fig. 100 Palazzina ante operam, immagine [21]



Fig. 101 Palazzina post operam, immagine [21]

Gli interventi inerenti al miglioramento energetico vengono identificati da un'isolamento a cappotto esterno di 22 centrimetri di spessore. Si introdusso un serbatoio di accumulo dell'acqua all'interno dell'ex cavedio di aerazione dei box auto interrati ormai non utilizzati. Tale serbatoio alto 19 metri ha una capacità di 19.000 litri di acqua e ha il ruolo di immagazzinare l'energia solare fornita dai collettori solari per poi utilizzarla come fornitura di acqua calda. Sono infatti stati installati pannelli solari termici e fotovoltaici. I primi disposti in 180 mq, sono stati posizionati in maniera verticale ovvero nella facciate est, sud ed ovest dove vi era assenza di finestre. La produzione annua di energia risulta essere di 36.000 kWh.
I pannelli fotovoltaici invece, disposti in 230 mq, producono elettricità che aziona la pompa di calore per la ventilazione interna dell'edificio e per l'energia elettrica.
Per quanto concerne gli impianti è stata predisposta una pompa di calore con quattro sonde geotermiche che producono acqua calda e al posto dei radiatori è stato installato un riscaldamento a pavimento usato sia per raffreddare sia per riscaldare.

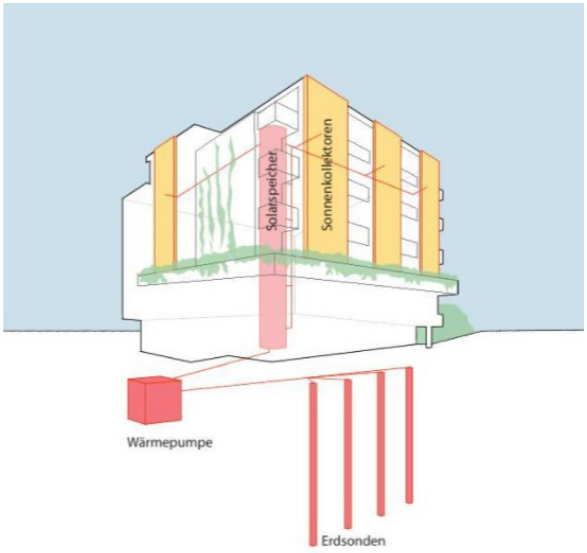


Fig. 102 Sonde geotermiche, immagine [21]

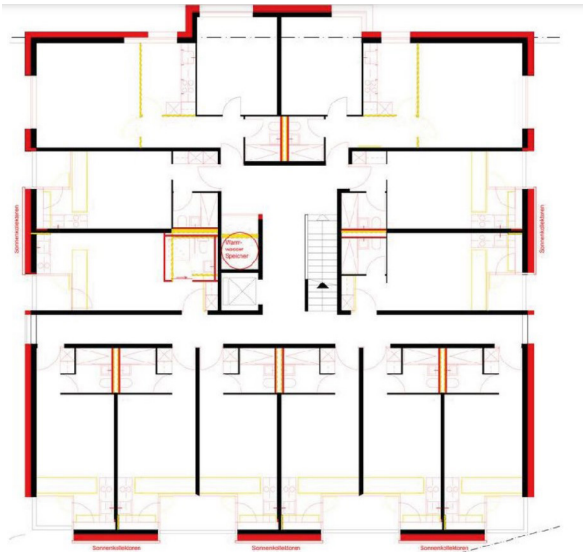


Fig. 103 Demolizioni e costruzioni di un piano tipo, , immagine [21]

Infine negli spazi libera della facciata è stata inserita una vegetazione di luppoli rampicanti e ginepri cadenti che creando un habitat perfetto per uccelli ed insetti contribuendo a migliorare la qualità dell'ambiente urbano.

E' stata infine realizzata una sopraelevazione creando così un piano attocco composto da 4 appartamenti, due bilocali da 55mq e due trilocali da 85mq. Tale aggiunta è stata possibile usufruendo di una struttura prefabbricata in legno che ha dato la possibilità di non necessariamente rafforzare la struttura esistente per il troppo peso. La coibentazione di tale sopralevazione prevede un isolante termico di 34 cm.

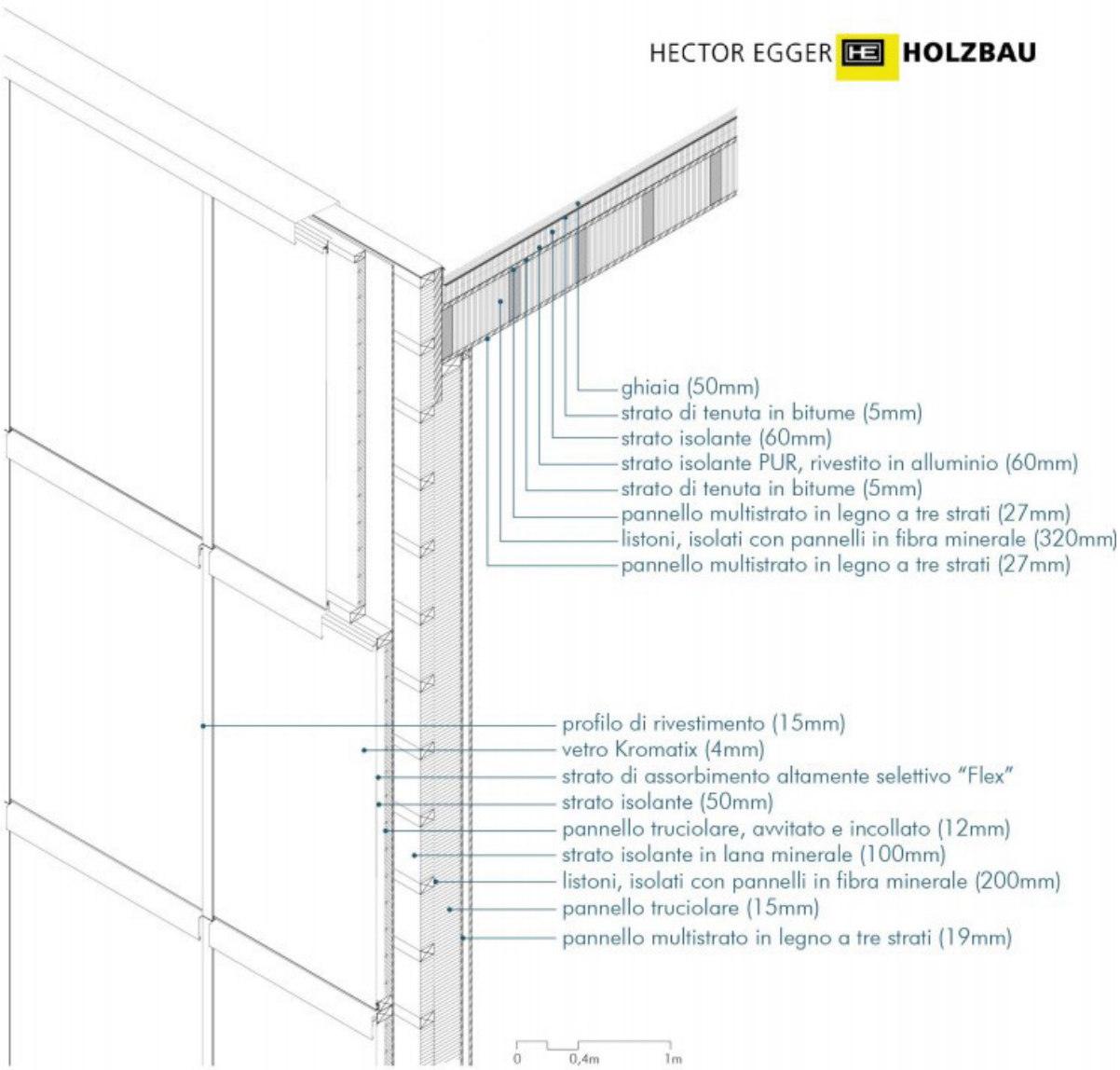


Fig. 104 Stratigrafia sopraelevazione, immagine [21]

L'intervento complessivamente ha modificato l'immobile da una superficie utilizzabile di 1748 mq ad una di 2132 mq. Il numero dei piani fuori terra è aumentato da 4 a 5 così come il numero degli appartamenti da 48 a 52. L'incremento degli abitanti risulta essere stato del 20% ed invece vi è stata una diminuzione del 70% del fabbisongo energetico annuo, da 300.000 kWh/a a 91.000 kWh/a.
Si può affermare che tale intervento ha prodotto notevoli risparmi energetici ed infatti è un buon esempio per una ristrutturazione di un edificio appartenente ad un tessuto edilizio esistente. Esso infatti è un buon esempio di edificio svizzero che ha ottenuto la certificazione MINIERGIE poichè il consumo di energia è pari a 0 kWh/mq. L'intervento inoltre non ha richiesto la demolizione dell'edificio. E' chiaro che come in ogni progetto anche in questo caso sono presenti delle criticità, per esempio l'elettricità prodotta nel periodo invernale non compre totalmente il fabbisogno complessivo. Inoltre i ponti termici non sono stati del tutto contrastati.



Fig. 105 Edificio post operam, immagine [21]

5.3.6 RHEA bandi per la riqualificazione di edifici residenziali delle periferie francesi

Tourouse Les Fontanelles, Patrimoine Languedocienne

Il primo caso studio del programma REHA è situato nella città di Tolosa, capitale della regione Occitanie e del dipartimento della Haute Garonne trovatosi a sud-ovest della Francia.
Nello specifico l'intervento consiste nella riqualificazione di un quartiere chiamato "Les Fontanelles" composto da sette palazzine residenziali per 180 unità abitative tra i 5 e i 6 piani, per un totale di 15593 m². Gli appartamenti sono costituiti da 76 trilocali e 77 quadrilocali, ma si è in presenza anche di 13 bilocali e 14 alloggi con cinque locali. Essendo costruiti interno agli anni 60' questi sono realizzati usufruendo della tecnica di struttura portante in cemento armato con travi e pilastri tamponati poi da murature in laterizio. Al momento del rilievo dello stato di fatto i serramenti utilizzati erano in PVC causa una successiva sostituzione rispetto a quegli originari che sicuramente dovevano essere in legno.
Gli edifici non prevedevano alcuna regolazione termica, si era in presenza di alloggi angusti ed accessibilità inesistente, non vi erano parcheggi esterni, sia la mobilità sia l'accessibilità degli anziani era molto limitata ed inoltre lo spazio esterno pubblico fruibile era quasi inesistente. Tanto era critica la situazione che i primi studi effettuati sul sito consigliavano la completa demolizione del sito, ma gli interventi che si sarebbero dovuti effettuare comportavano grandi sprechi in termini di tempistiche e costi. Proprio per questo successivamente grazie al Plan Urbanisme Construction Architecture (PUCA) ovvero il programma interministeriale di ricerca e sperminetazione, si sono definiti obbiettivi di sviluppo importanti riguardo alla zona di riferimento, che, grazie al programma REHA, hanno convogliato gli interventi in importanti risturtturazioni e riqualificazioni dal punto di vista energetico, sociale ed economico.
REHA è appunto un programma redatto da PUCA che esplora un nuovo campo di intervento attraverso un approccio globale alla riqualificazione e al raggiungimento di prestazioni energetico-ambientali e sociali performanti.

L'intervento consiste nella ristrutturazione di vari elementi, come dei tetti piani e degli impianti elettrici, ma anche un ampliamento delle unità immobiliari tanto da far avere uno spazio maggiore del 13% ad ogni unità. Si creò infatti nuovo spazio usufruibile attraverso una struttura in acciaio di travi e plistra che attraverso delle tamponature in legno crea un nuovo loggiato usufruibile. Lavorare su un edificio così vasto attraverso dei prefabbricati ha potuto rispondere alla prima problematica inerente alla vicinanza al centro cittadino. La volonta dei progettisti infatti è stata quella di trattenere gli abitanti nei locali ed evitare il trauma del riposizionamento legato alla demolizione.
Venti unità abitative sono rese accessibili alle persone con mobilità ridotta con l'installazione di un ascensore per ogni edificio. All'interno sono stati ristrutturati i bagni e le cucine e rimessi a norma gli impianti tecnici. Tecnicamente, una caldaia a biomassa, un impianto solare termico collettivo per l'acqua calda sanitaria, ventilazione igro B a flusso singolo consentono un notevole risparmio economico.



Fig. 106 Ortofoto progetto ante operam, immagine [17]



Fig. 107 Ortofoto progetto post operam, fonte: Googlemaps

1



Demolizione dei balconi esistenti e scale interne. Ricostruzione dei solai interni

2



Realizzazione dei loggiati prefabbricati in acciaio con tamponature in legno

4



Realizzazione della coibentazione esterna dell'edificio e del cambio di serramenti

3



Realizzazione delle strutture in acciaio per i balconi e terrazze

Fig. 108 Studio del processo di cantierizzazione, immagine [17]

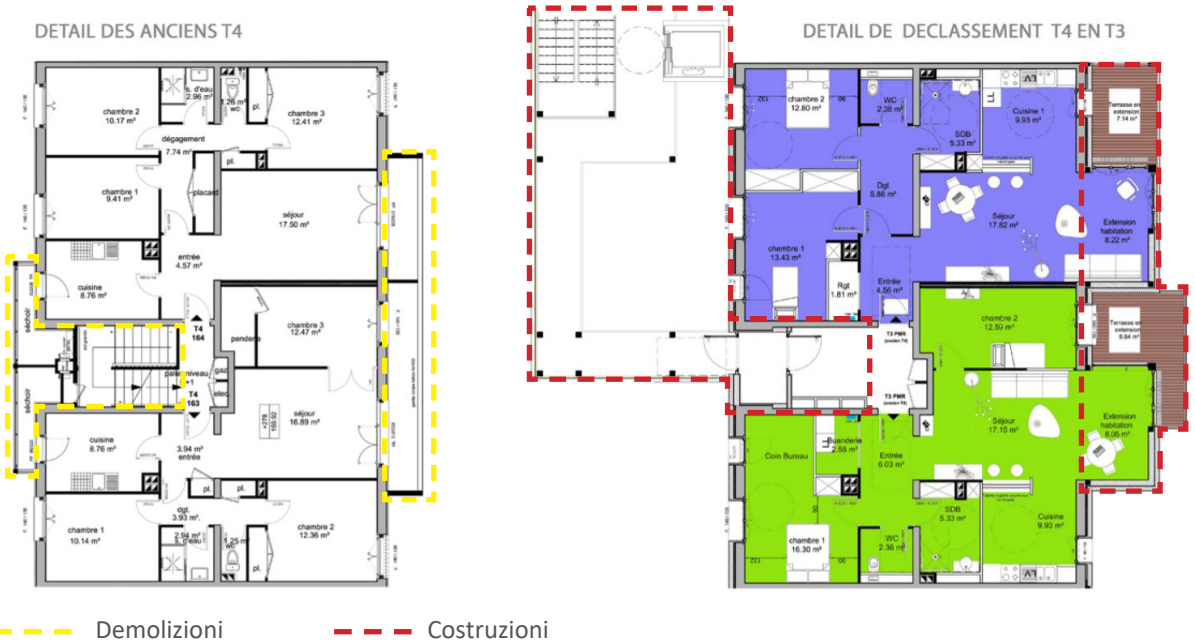


Fig. 109. Esempio delle modifiche ed interventi inerenti a due appartamenti, immagine [17]

Anche lo spazio esterno è stato reso accessibile e migliorato. Infatti questo fu proprio un punto importante dell'intervento creando spazi comuni usufruibili dalle persone del quartiere.

E' notevolmente alto il vantaggio sociale della riqualificazione che ingloba il tema ambientale. I lavori si ultimarono in un tempo record di 18 mesi e all'interno di questo periodo si possono suddividere tre fasi di lavoro durate ciascuna 6 mesi. Gli operai che generalmente erano 100 lavorarono anche a tre edifici simultanemanete. Si vuole riportare la tempistica dei lavori suddivisa in base alla funzione delle stesse:

- Gennaio 2013: Convocazione candidatura
- Luglio 2013: Ottenimento permesso di costruzione
- Gennaio 2014: Comunicazione inizio lavori
- Maggio 2014: Inizio della demolizione dei primi balconi
- Novembre 2014: Posa dei primi elementi prefabbricati
- Aprile 2015: 100 unità abitative già messe in servizio
- Giugno 2015: Inizio lavori dell'ultimo edificio del complesso
- Autunno 2015: Fine lavori

Al di là delle metamorfosi e delle prestazioni del nuovo complesso, che soo superiori agli standard delle nuove costruzionim la dimensione ambientale di questa operazione si manifesta con una cifra simbolica. Infatti le emissioni di gas serra post operame risultano essere 1kgCO_2/m² annuo.

In conclusione dopo la trasformazione dell'intero complesso gli appartamenti non hanno visto una variazione del proprio prezzo nel mercato immobiliare. Quello che però è cambiato radicalmente risulta essere la qualità degli edifici dal punto di vista energetico e formale. Infatti per quanto concerne l'aspetto energetico, l'edificio si trovava precedentemente in una classe energetica F con un consumo annuo di 176 KWhEP/m² . Attraverso gli interventi la categoria dell'immobile si è innalzata sino al raggiungimento di una classe energetica A con un consumo annuo di 38 KWhEP/m² . Le basse emissioni di anidride carbonica sono state raggiunte anche attraverso l'istallazione di una cladaia a biomassa e di un impianto solare termico per la produzione di acqua calda sanitaria.
I dati economici del complesso si identificano in un costo totale di € 17.000.000 tasse incluse:
PAM35: € 9.000.000
Ecoprestito: € 2.900.000,
Costo alloggio: € 94.000

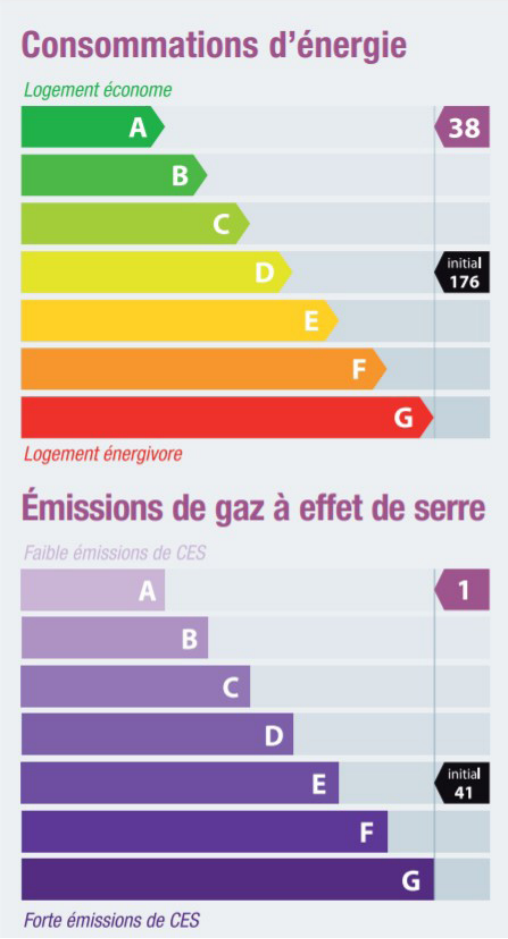


Fig. 110 Consumo di energie ed emissioni di CO_2, immagine [17]


Edificio A ante operam


Edificio A post operam


Edificio B,C,D ante operam


Edificio B,C,D post operam


Edificio E ante operam


Edificio E post operam


Edificio F ante operam


Edificio F post operam


Edificio G ante operam


Edificio G post operam

Fig. 112 , immagini [17]

Tourcoing, Euclide, Vilogia

Il secondo caso studio del programma REHA si trova nel quartiere di Belencontre a Tourcoing Francia.
Nell'edificio esistente si riscontravano diverse problematiche, tra cui l'elevato consumo in termini energetici che quindi contribuiva ad aumentera le emissioni di gas serra dovute alla bassa performance degli impianti. L'edificio inoltre risultava avere un impatto visivo abbastanza importante a causa delle proprie caratteristiche geometriche e alla monotonia della facciata. Vi era inoltre presenza di amianto che doveva essere eliminata per il beneserre degli utenti. Inoltre le condizioni interne degli alloggi come le metrature, erano insufficienti a garantire situazioni di comfort ed inoltre i collegamenti verticali non erano agevoli all'interno dell'edificio.

Il progetto di riqualificazione energetica coinvolge partners differenti tra cui PUCA, REHA e Vilogia. Quest'ultimo è un gruppo immobiliare sociale privato che offre soluzioni abitative in Francia disponendo di 73.000 unità abitative.

L'intervento in questo caso ha usufruito di strategie maggiormenti impattanti rispetto al caso studio precedente. Si è deciso di demolire 66 unità abitative dividendo così la stecca in due porzioni distinte. Le unità abitative riqualificate invece risultano essere 102. Un punto fondamentale fu la rimozione totale dell'amianto dalla copertura dell'edificio e la costruzione di nuove facciate medianti pareti prefabbricate in legno. Successivamente si crearono nove nuovi vani ascensore per la distribuzione vericale e la riqualificazione degli impianti.
Le nuove facciate in legno risultano essere una nuova pelle per l'edifcio stesso e regola gli apporti solari, garantisce un buon comfort invernale ed estivo. Infatti questa viene usufruita sia come cappotto termico, sia come nuova facciata moderna dell'edificio che attraverso i prorpi aggetti garantisce momenti d'ombra all'immobile stesso.

In generale l'intervento fu effettuato nell'arco di due anni quindi se confrontato con un qualsiasi progetto architettonico in italia di tali dimensioni, risulta essere realizzato in poco tempo. In particolare le fasi del progetto si possono distinguere in:

- Giugno 2012: Area 1 demolizione della prima parte dell'edificio, ovvero 30 alloggi;
- Settembre 2012: Fase 1 riqualificazione della prima parte dell'edifcio;
- Marzo 2013: Fase 2 riqualificazione della secondaparte dell'edificio realizzando alloggi tampone per la prima area;
- Settembre 2013: Fase 3 Riqualifiazione della terza parte dell'edificio realizzando alloggi tampone per l'area 2;
- Giugno 2014: Demolizione della parte centrale dell'edificio e realizzazione alloggi tampone della terza area;
- Luglio 2014: Fine lavori e consegna dell'edificio.



Fig. 113 Ortofoto progetto ante operam, immagine [18]

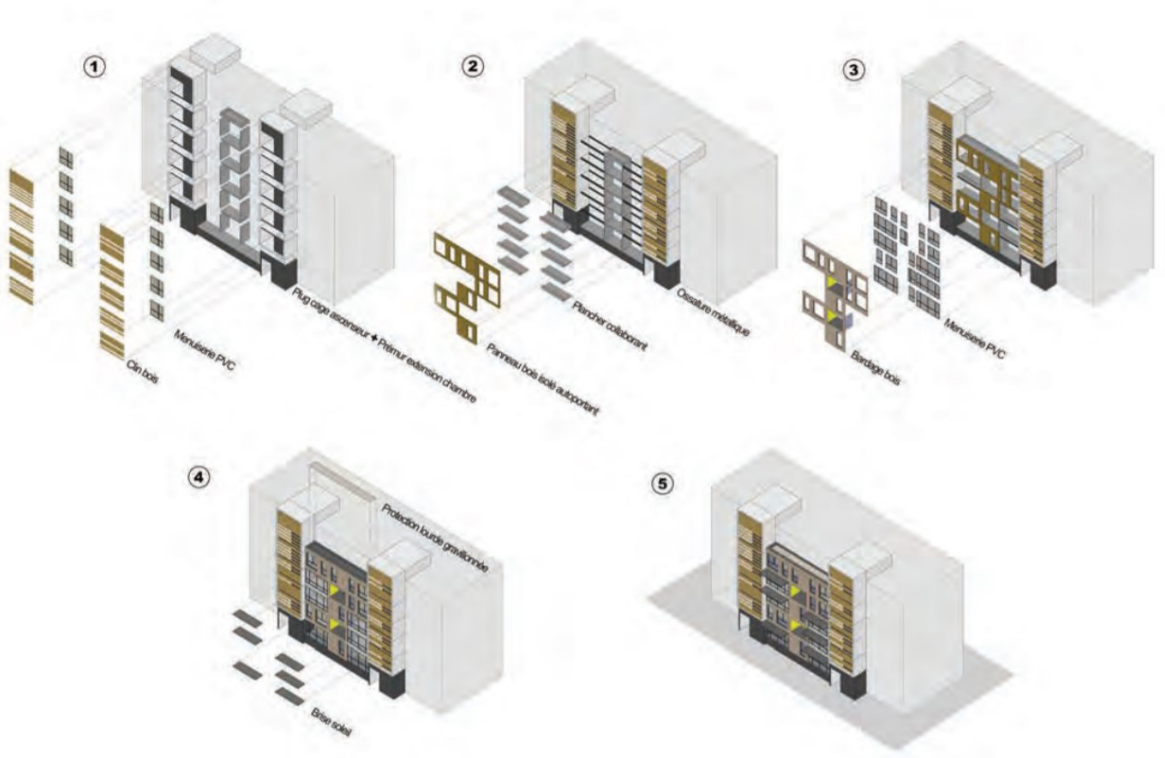


Fig. 114 Precedura industrializzata per la facciata, immagine [18]

1



Demolizioni delle due porzioni di edificio

2



Rimozione balconi e pulitura della superficie muraria

4



Posa in opera delle facciate attraverso la struttura prefabbricata

3



Posa in opera delle murature prefabbricate per le estensioni

5



Realizzazione del basamento dell'edificio

6



Opere di finitura come l'installazione di elementi schermanti

Fig. 115 , immagine [18]

Confrontando i due progetti ante e post operam occorre analizzare in termini numerici ed ambientali i cambiamenti effettuati. Infatti l'edificio primo risultava essere una lunga stecca con 10696mq di superficie e 15 vani scala per un totale di 168 alloggi. L'edifico post operam invece risulta essere composto da due parti per una superficie totale di 6687mq, 9 vani scala e 102 alloggi. Il consumo finale risulta essere sceso vertiginosamente, da 190 kWh/mq annuo sino a 62 kWh/mq annuo e le emissioni di gas serra da 55 kgCO_2/mq annuo sino a 13 kgCO_2/mq annuo.

Prendendo in considerazione i costi del progetto questi in parte sono stati finanziati da presetiti e sovvenzioni, in particolare il totale della spesa fu di 8.832.918 € suddiviso in 3.201.376 € attraverso prestito CDC-PRU, 1.020.000 € ANRU, 571.000 € Fond propres conventionnes, 632.000 € Ecoprestito, 612.000 € Sovvenzione Regionale, 2.242.556 € Degrevement ed infine la Sovvenzione FEDER per 553.986 €. Il Costo totale del progetto risulta essere 9.782.918 € ed il totale dei finanziamenti dati 8.832.918 €.

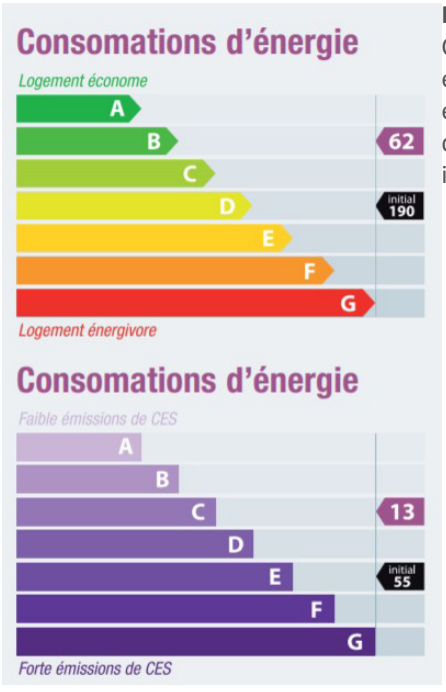


Fig. 116 Consumo di energie ed emissioni di CO_2, , immagine [18]



Fig. 117 Edificio ante operam , immagine [18]



Fig. 118 Edificio post operam , immagine [18]

5.3.7 TES Energy Facade

Durante il 2008-2010 il programma nazionale di ricerca WoodWisdomNet finanziato da Germania, Finlandia e Norvegia, realizzò un progetto di ricerca basato su sistemi in elgno prefabricato chiamato TES EnergyFacade. Tes è una tipologia di facciata utilizzabili per le riqualificazione edilizia del patrimonio edilizio europeo degli anni 50'-80'. L'obbiettivo infatti era di sviluppare una facciata basata sugli elementi del legno e che fosse prefabbricata. Tale involucro doveva essere adattato in qualunque edificio in europa e pensato per diminuire in maniera sostanziale la domanda energetica degli edifici e di conseguenza ridurre le emissioni di GHG. L'idea era quella di adottare una soluzione ecologica e sostenibile per provocare meno emissioni possibili durante la propria costruzione e fabbricazione.
Il sistema TES utilizza un metodo di costruzione off-site. Infatti l'assemblaggio della facciata in legno avviene fuori dal sito di costruzione così da migliorare la performance di quest'ultima. Attraverso infatti un rilievo dettagliato delle superfici da riqualificare (Fotogrammetria e scansione laser 3D) e utilizzando un workflow molto flessibile grazie alla pianificazione in ambiente BIM, gli elementi possono essere realizzati off-site. Una volta arrivati nel sito di progetto tramiti appositi trasporti, viene preparato il basamento per accogliere il nuovo involucro e con tempistiche ristrette vengono montati i nuovi elementi. Questo infatti risulta essere un punto a favore per gli abitanti della zona poichè il metodo è stato studiato accuratamente per

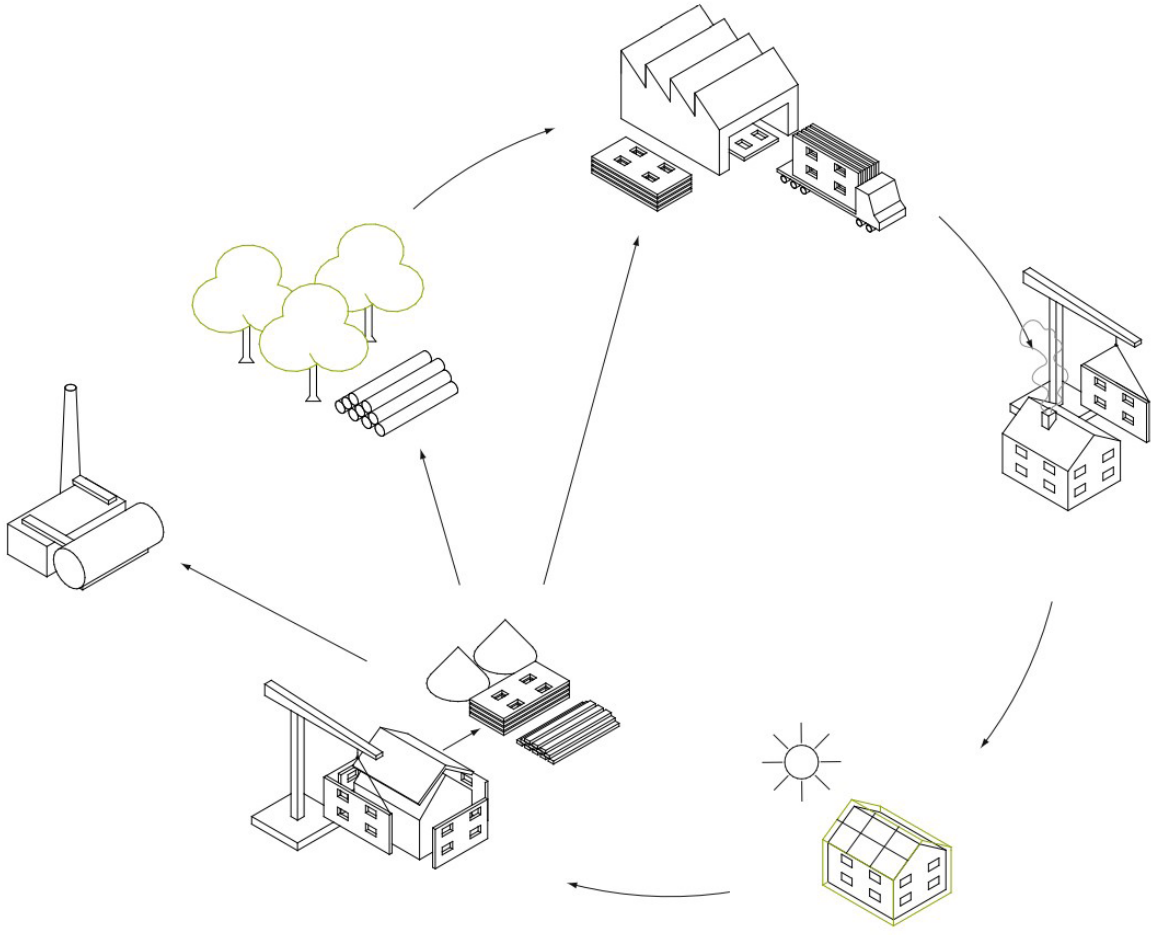


Fig. 119 Processo produttivo parete TES, rielaborazione immagine [59]

non essere invasivo e compromettere la vita quotidiana dell'utenza. Inoltre il sistema TES si basa su una visione ciclica della vita di un componente edilizio. Si utilizzano esclusivamente materiali naturali come il legno e attraverso una pianificazione e progettazione ben dettagliata si minimizzano i rischi di riparazione causa degradi degli elementi stessi, manutenzione che può portare a costi abbastanza onerosi. Inoltre i materiali utilizzati risultano essere a km0 e molto spesso provenineti da riciclo o essi stessi riciclabili.

La struttura TES è composta da pannelli autoportanti con tamponamenti di isolante realizzati con un'ampia gamma di materiali. Inoltre all'interno del pannello vengono già unite i serramenti in modo da facilitarne il trasporto e montaggio. Il retrofit attraverso componente TES può includere:

- Riqualificazione energetica di facciate e tetto;
- Rinnovo o miglioramento delle finestre;
- Ampliamenti degli spazi come balconi;
- Integrazione dei componenti attivi come solare termico e fotovoltaico.

La struttura di una parete TES si può suddividere in parti principali. Essa è costituita in primo luogo da un elemento portante, per esempio una struttura intelaiata in legno, un elmento di tamponamento isolante e un successivo rivestimento protettivo. C'è inoltre uno strato di adattamento che consente di ancorare la parete alla struttura originaria così da limitare le imperfezioni nella superfice muraria esistente. Tale sistema altamente performante consente di migliorare le condizioni di isolamento della facciata riducendo la trasmittanza, rinnovare gli infissi e prevenire perdite di energia grazie ai livelli di tenuta all'aria della nuova pelle edilizia.
A pagina successiva si riporta un esempio di realizzazione parete TES su facciata in laterizio.

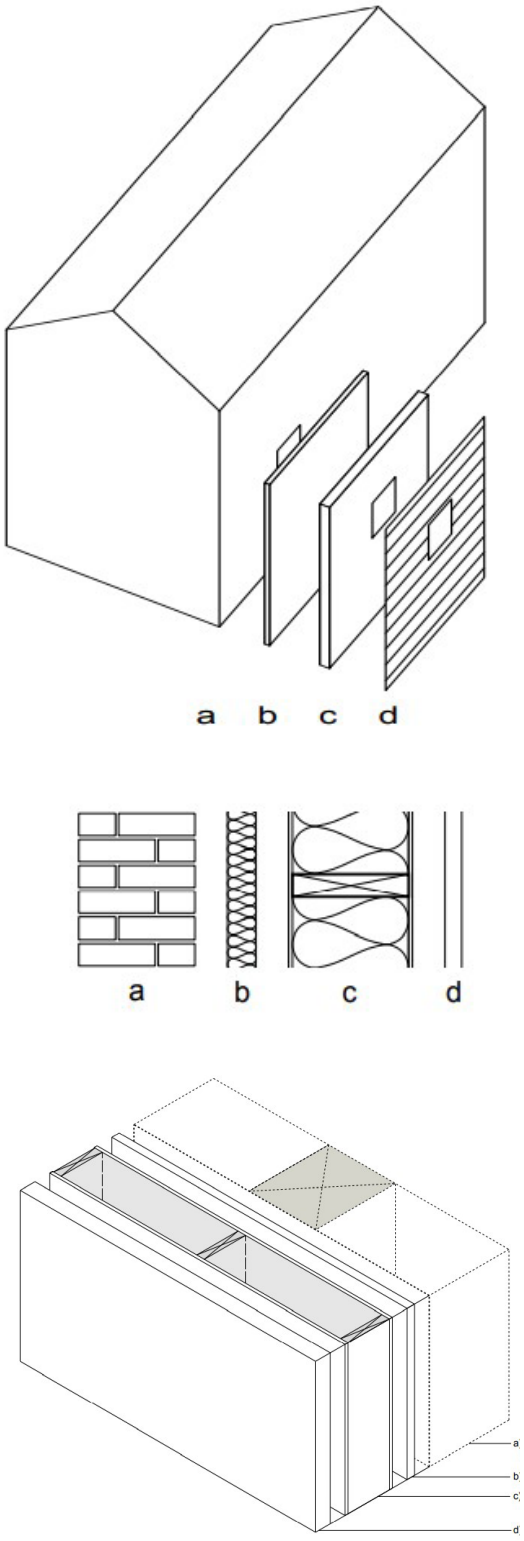


Fig. 120 Composizione della facciata, rielaborazione immagine [59]

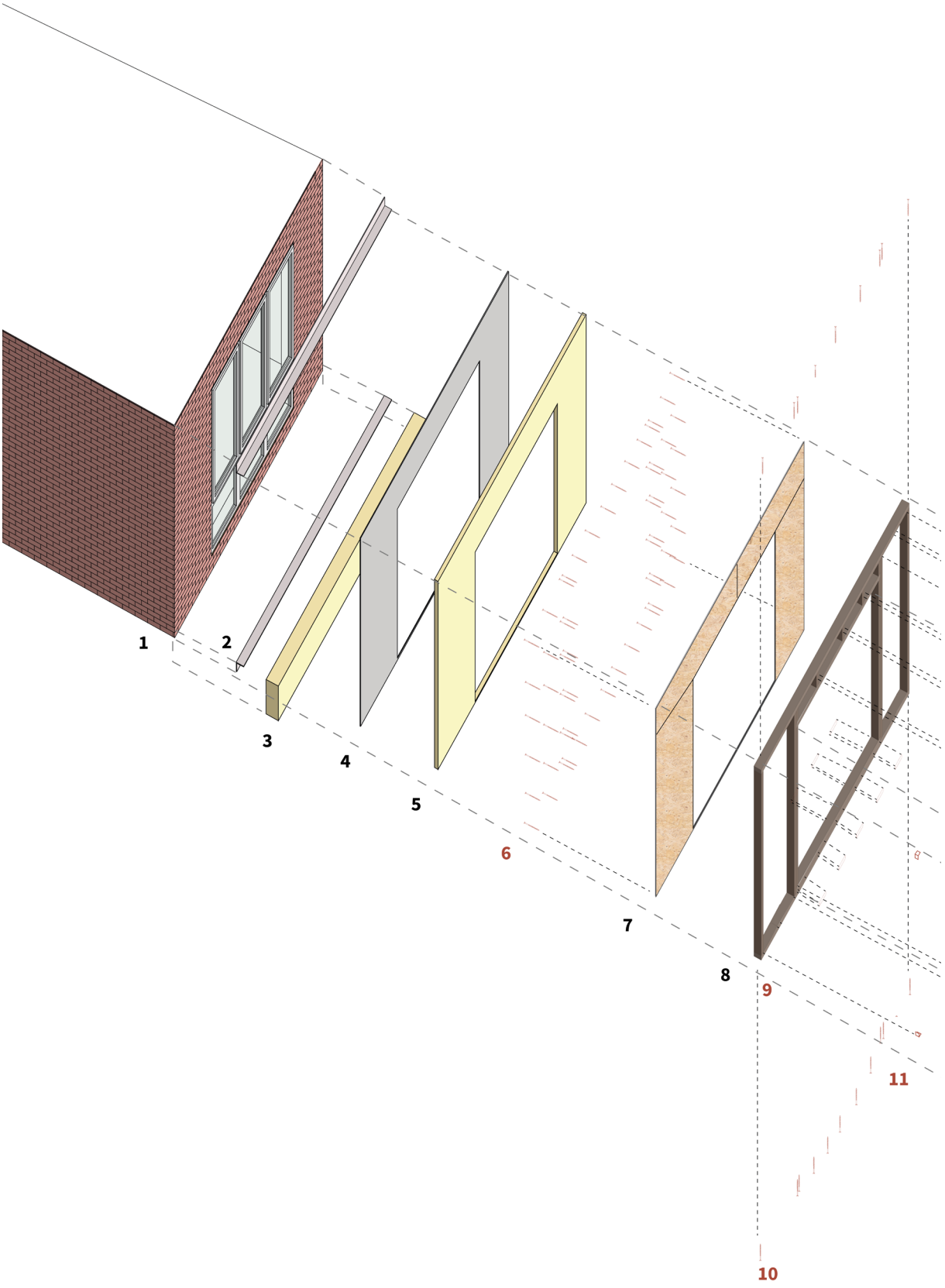
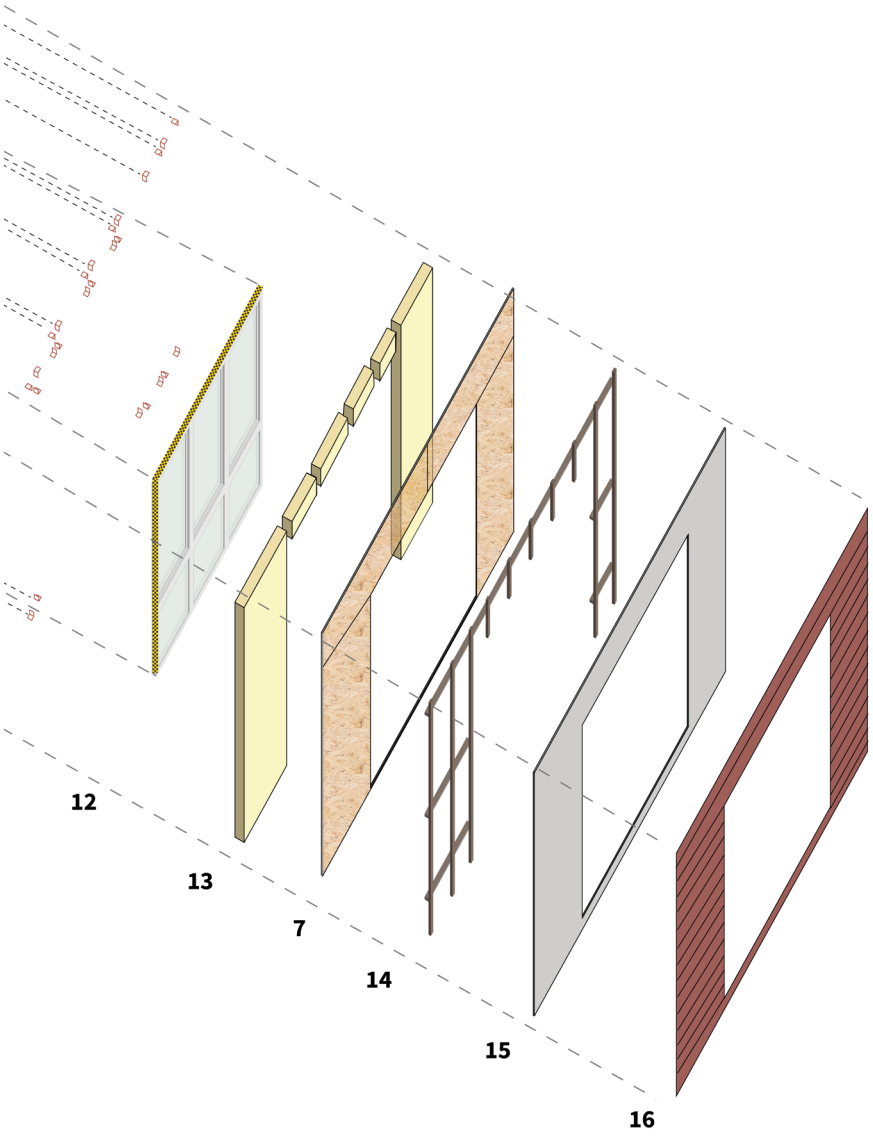


Fig. 121 Esempio composizione dell'involucro esterno, elaborazione personale Barbieri-Tatti

1. Struttura esistente in laterizio, vecchio serramento;
2. Profio "L" staffa di aggancio alla struttura portante;
3. Isolante;
4. Strato impermeabilizzante;
5. Strato di adattamento (isolante);
6. Viti per legno, connessioni strutturali;
7. Pannello orientato a 45 gradi di irrigidimento della struttura OSB;
8. Montanti e traversi in legno;
9. Piaster ideali per collegamento ai pannelli portanti in legno;
10. Viti per legno, connessioni strutturali;
11. Angolare di acciaio ideale per giunzioni struttuali;
12. Nuovo serramento e nastro sigillante con potere fonoisolante;
13. Isolante in lana di roccia;
14. Montanti e traversi in legno di abete;
15. Telo traspirante;
16. Rivestimento in legno per esterni.



Il caso studio che viene risuportato di seguito a riguardo dell'utilizzo dell'elemento TES è il progetto per la casa di studenti ad Oulu in Finlandia. La costruzione del 1970 risultava avere una superficie di 3568 m² . L'importanza dello studio Energy Facade è appunto quella di poter adattare la struttura della riqualificazione in qualsiasi tipologia edilizia. Infatti le applicazioni effettuate risultano spaziare da un centro tecnologico, una scuola, edilizia residenziale...
In questo caso studio la struttura originaria era in cemento con facciate di spessore 30cm. I timpani sono realizzati in calcestruzzo. L'edificio risulta essere sviluppato in altezza ed avere un fabbisogno di enrgia primaria di 130-140 kWh/m²anno che dopo l'azione di riqualificazione risultà essere 30 kWh/m²anno. Le simulazioni effettuate mostrarono anche che con pareti di trasmittanza enrgetica 0,24 W/m²K si poteva raggiungere un fabbisogno inferiore a 25 kWh/m²anno. Inoltre attraverso studi approfonditi si dimostrò come migliorando ulteriormente i componenti della parete prefabbricata TES si poteva raggiungere facilmente il risultato di casa passiva.



Fig. 122 Post operam, immagine [59]

1

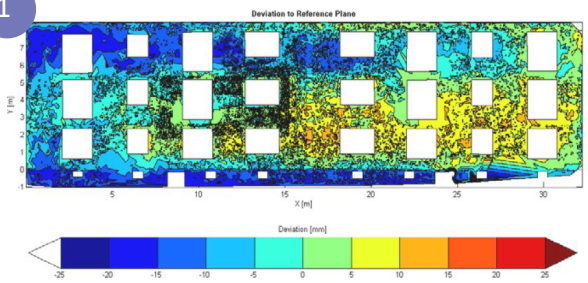


Fig. 123 Analisi delle difformità della facciata, immagine [59]

2



Fig. 124 Realizzazione basamento per il nuovo involucro, immagine [59]

4



Fig. 125 Realizzazione e trasporto della facciata, immagine [59]

3



Fig. 126 Posa in opera dello strato di adattamento, immagine [59]

5



Fig. 127 Montaggio della facciata, immagine [59]

5.3.8 Interventi a confronto

Vengono riassunte le strategie dei progetti precedentemente analizzati.
Per semplificarne la lettura è stato utilizzato un abaco in relazione alla simbologia utilizzata per ciascun intervento.
Di seguito la spiegazione:



RETROFIT EDIFICIO ESISTENTE



UTILIZZO DI UNA CERTIFICAZIONE MULTICRITERIA



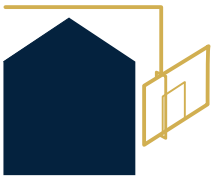
ADDIZZIONE ORIZZONTALE



UTILIZZO MATERIALI NATURALI | RICICLABILI | RICICLATI



ADDIZZIONE VERTICALE



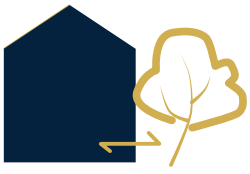
COSTRUZIONE OFF-SITE



UTILIZZO DI ENERGIE RINNOVABILI | INVOLUCRO ATTIVO



RIQUALIFICAZIONE SPAZI INTERNI



RAPPORTO CON IL CONTESTO

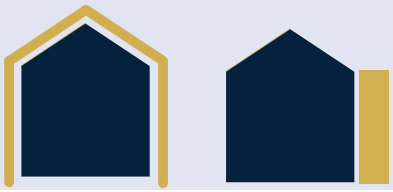
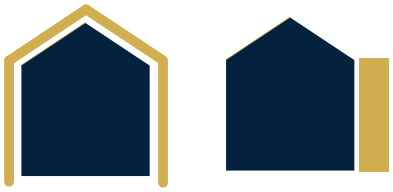
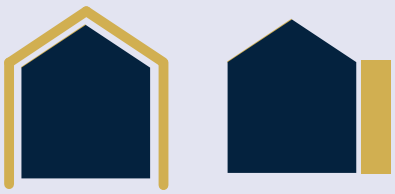
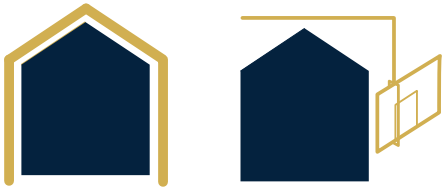
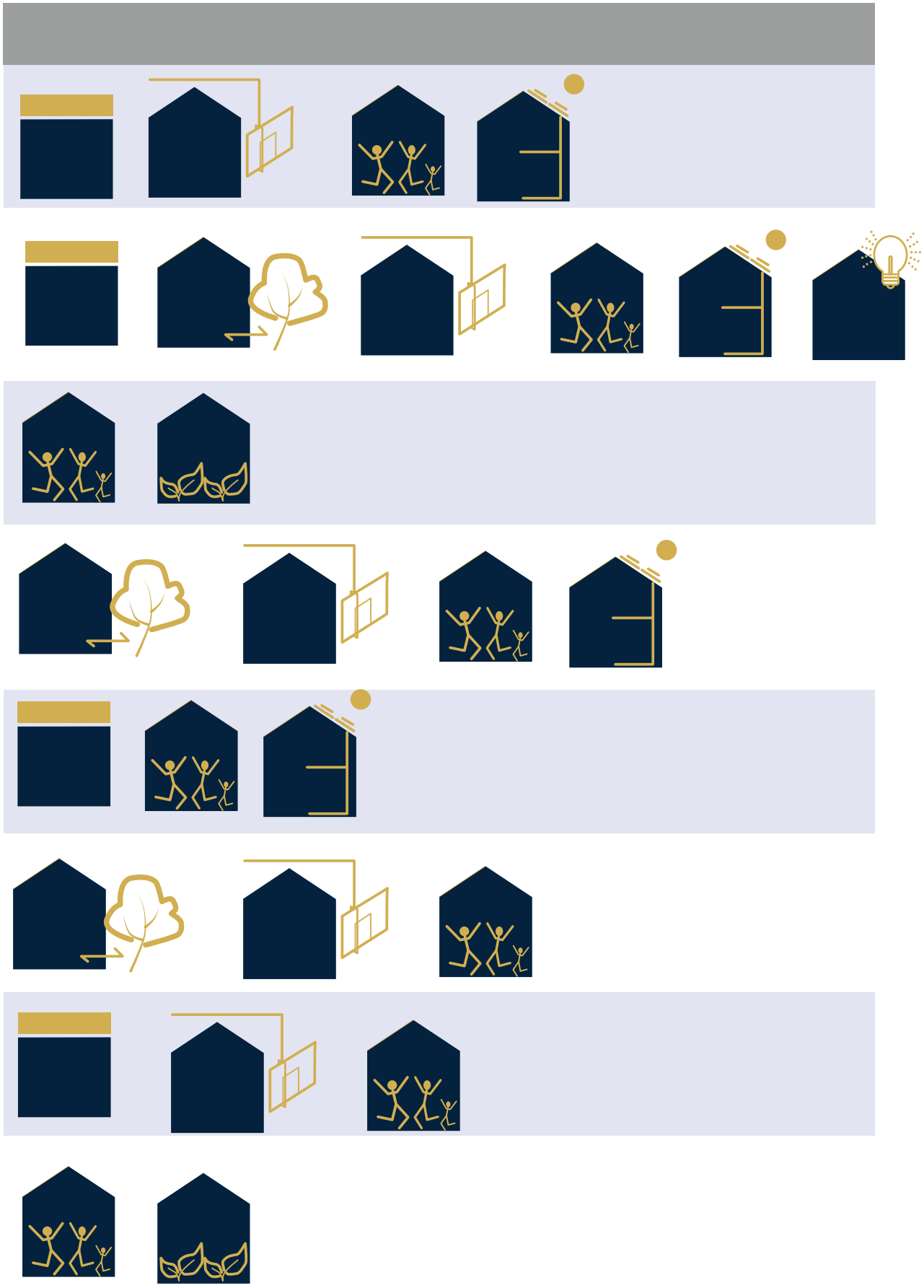
NOME	INTERVENTO	DESTINAZIONE D'USO	STRATEGIE
ANNEX 50	ZURIGO, SVIZZERA	RESIDENZIALE	
BUILDING OF TOMORROW	e80^3 GEBAEUDE, ZURIGO, SVIZZERA	EDILIZIA POPOLARE	
E2REBUILD	OULU, FINLANDIA	RESIDENZIALE	
ENERGIESPRONG	PARALLELWEG MELIK, OLANDA	RESIDENZIALE	
PALAZZINA A ZURIGO	ZURIGO, SVIZZERA	RESIDENZIALE	
PROGRAMMA REHA	TOUROUSE LES FONTANELLES, FRANCIA	EDILIZIA POPOLARE	
PROGRAMMA REHA	TOURCOING, EUCLIDE, FRANCIA	EDILIZIA POPOLARE	
TES ENERGY FACADE	OULU, FINLANDIA	STUDENTATO	

Fig. 128 Elaborazione personale Barbieri-Tatti



5.4 APPROCCI ITALIANI

Come già è stato affermato nei capitoli precendenti l'Europa, è costrituita da un numero molto elevato di edifici (sopratutto residenziali) che sono responsabili del 40% del consumo finale di energia. Il parco edilizio ha una grandissima quantità di immobili costruiti attraverso materiali e tecnologie inefficaci e gran parte di questi sarà ancora in uso nel 2050. Occorre quindi affermare e riflettere sull'importanza che deve avere l'azione di riqualificazione per raggiungre gli obbiettivi di efficienza energetica prefissati al 2030 e la decarbonizzazione al 2050. Ad oggi l'andamento previsto è tale da pronosticare quanto gli attuali interventi non saranno abbastanza per raggiungere l'efficienza energetica necessaria. La problematica non deriva dalle tecnologie utilizzate, poichè queste sono particolarmente efficaci, molto spesso la mancanza di strumenti finanziari adeguati comporta la non attuazione di numerossisimi progetti validi. Infatti non essere in possesso di strumenti finanaziari validi ai quali rivolgersi per intraprendere un progetto comporta l'interruzione di esso già prima che questo prenda luogo. In particolare nel 2019 l'Associazione Bancaria Italiana ABI ha promosso il "Tavolo Tecnico per favorire la riqualificazione degli immobili" all'interno della quale vi è particolare rilievo riguardo al cambiamento climatico e agli effetti che questo provocherà nel patrimonio edilizio ed urbanistico. Il Tavolo dovrebbe favorire l'aggiornamento delle normative e dei regolamenti fiscali andando a diffondere nel territorio italiano la cultura della riqualificazione energetica ed individuare quali strumenti finanaziari possano favorire tale riqualificazione. Più in dettaglio si riportano i temi principali che hanno l'attenzione del Tavolo:

- Realizzare un Fondo di garanzia pubblico per i finanaziamenti da riqualificazione;
- Stabilizzare le agevolazioni fiscali da sismabonus ed ecobonus;
- Uniformare a livello Italiano ed Europeo le informazioni che si trovano all'interno dell'Attestato di prestazione energetica;
- Prevedere un aumento immediato del valore di un immobile nel mercato a seguito degli interventi di riqualificazione energetica;
- Aumentare la consapevolezza sull'importanza di effettuare una riqualificazione energetica.

5.4.1 STRUMENTI FINANZIARI

Quindi il risultato positivo o negativo dell'impatto che la riqualificazione energetica ha all'interno del tessuto edilizio ha come base come e quale strumento finanziario si è utilizzato. A causa di questa problematica nel 2018 la Commissione Europea ha redatto la Direttiva sul rendimento nell'edilizia e sull'efficienza energetica, rispettivamente 2018/44 e 2018/2002. All'interno di entrambe si definiscono nuovi strumenti utili per agevolare i servizi finanziari esistenti con l'obbiettivo di incentivare maggiormente le azioni di riqualificazione energetica. Infatti solo la presenza di fondi finanziari affidabili o comunque soddisfacenti per i cittadini comporterà un aumento in termini quantitativi rilevante degli investimenti privati. E' opportuno quindi individuare quale siano gli strumenti finanziari presenti nel territorio italiano ad oggi. In primo luogo occorre suddividere quest'ultimi in tre categorie, si può infatti classificare come "strumenti tradizionali", "strumenti emergenti" e "strumenti nuovi e innovativi". Ovviamente la diffusione degli strumenti è inversamente proporzionale al livello di innovazione, per cui gli strumenti tradizionali saranno coloro che verranno classificati come ampiamente diffusi, a differenza di coloro che hanno un livello di innovazione molto elevato che però risultano essere ancora poco utilizzati.

Analizzando approfonditamente la prima casistica ovvero gli strumenti tradizionali, che si ricorda essere ampiamente diffusi, vi sono:

- Le sovvenzioni, che riescono a coprire completamente o solo in parte la ristrutturazione. La quantità di denaro sovvenzionato può variare in base alla caratteristiche sia dell'utena sia dell'intervento;
- Prestiti, che sono periodici e nella maggioranza dei casi viene dato dal governo ad una banca che a sua volta li attribuisce a seconda delle proprie preferenze;
- Detrazione fiscale, in cui i costi che devono essere effettuati possono essere tolti in maniera completa o in parte dal reddito soggetto a tassazione;
- Riduzione dell'IVA, dove determinati interventi sono agevolati offrendo aliquote IVA più basse.

Per quanto cocerne gli strumenti emergenti che ancora vengono utilizzati in maniera decisamente inferiore rispetto ai primi, risultano dividersi in:

- Obbligazioni verdi (Green bonds), che rappresentano finanziamenti specifici per quegli interventi che migliorano le condizioni ambientali;
- Contratto di rendimento energetico (EPC), in cui viene scelto un fornitore chiamato per ESCo che definisce e realizza interventi di efficientamento energetico per poi essere ripagato in base ai risparmi che vengono ottenuti;
- Fondo rotativo, in cui i risparmi di un progetto di riferimento vengo riutilizzati come fondi per la realizzazione di interventi successivi.

Invece parlando di strumenti ancora poco popolari ma altamente innovativi vi sono:

- Feed in tariff, dove vengono utilizzate nuove tecnologie per diminuire il consumo energetico;
- Prestiti con rimborso in bolletta, che rappresenta un meccanismo in cui il rimbor-

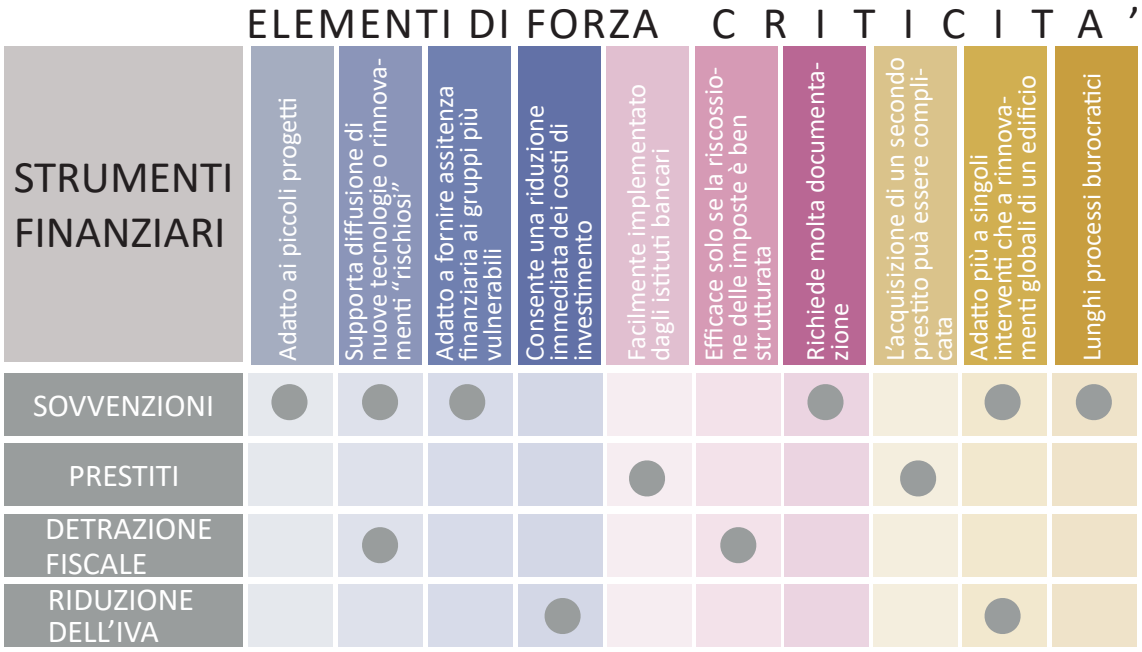


Fig. 129 Punti di forza e criticità degli strumenti finanaziari tradizionali, rielaborazione tabella [1]

so dei costi viene effettuato aggiungendo una clausola alla bolletta energetica;
- Crowdfunding energetico, rappresenta la richiesta di fondi ad altri investitori ricambiandoli con interessi;
- Mutui, per edifici residenziali e comericiali che devono sottostare a tereminati requisiti e standard e quindi che possono usufruire di mutui con interessi più bassi;
- Prestiti con rimborso tramite le imposte fiscali, in cui si utilizzano le obbligazioni date dalle amministrazioni locali. Questi che rappresentano dei prestiti vengono restituiti attraverso la valutazione annuale sull'imposta di proprietà;
- Assicurazione del risparmio energetico, rappresentano polizze che portano l'utente ad ottenere un risparmio energetico maggiore o uguale a quello previsto.

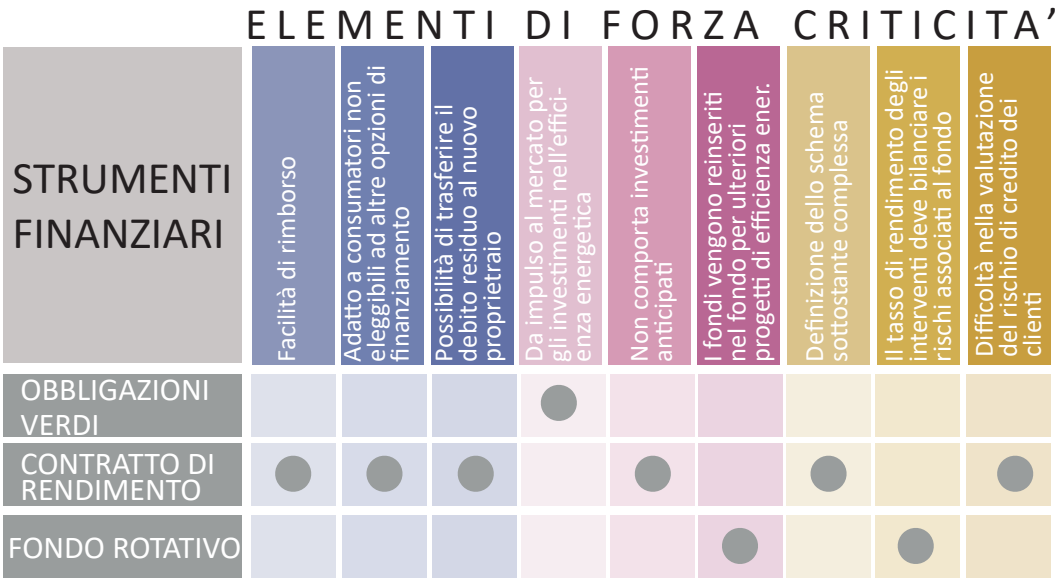


Fig. 130 Punti di forza e criticità degli strumenti finanaziari emergenti, rielaborazione tabella [1]

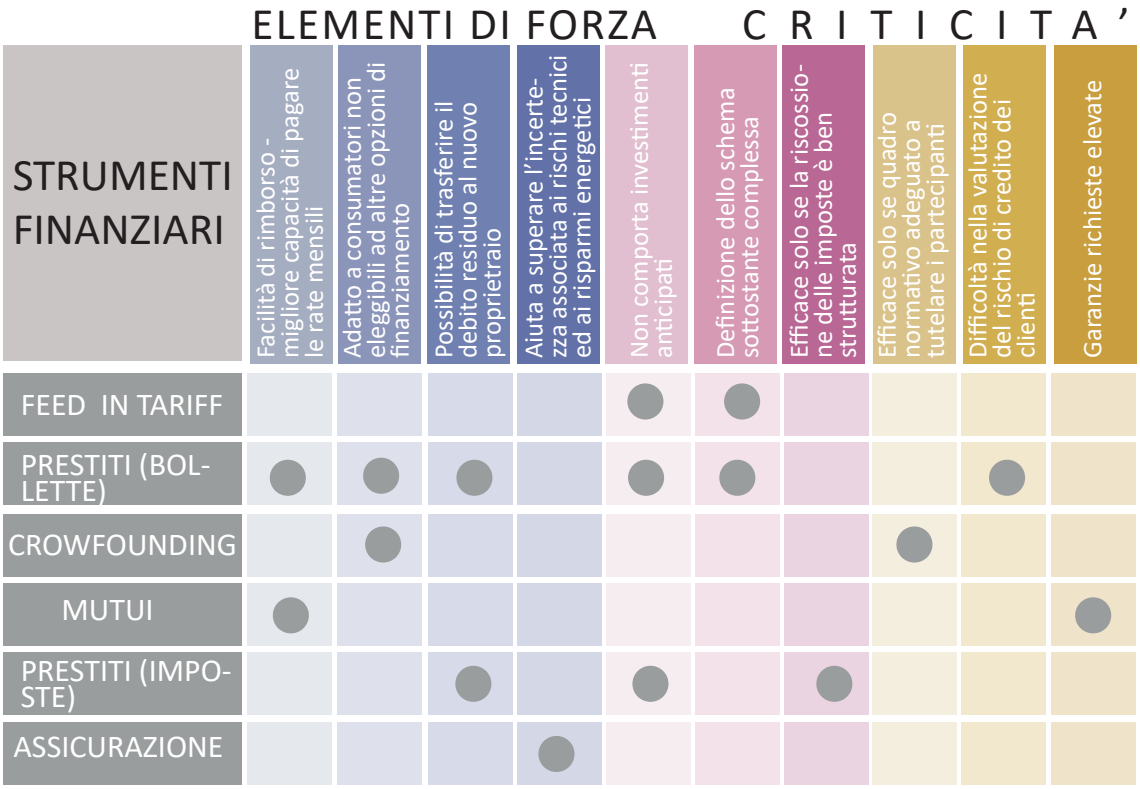


Fig. 131 Punti di forza e criticità degli strumenti finanaziari innovativi, Elaborazione ENA su dati JRC, tabella del Rapporto Annuale Efficienza Energetica 2020 ENEA

Oltre alla problematica degli strumenti finanziari che non concorrono a creare una riqualificazione generale degli immobili, le altre barriere risultano essere relative al valore dell'immboile all'interno del mercato immobiliare, che non rispecchia ancora ad oggi le sue prestazioni energetice. Tutto ciò quindi rende davvero molto ardua la realizzazione di progetti finalizzati ad una rigenerazione energetica urbana. Come detto già nei capitoli precedenti sarebbe effficace definire una standardizzazione di progetti finalizzati ad essere interventi pilota per agevolare l'inizio di una grande riforma. Si è stimato che saranno necessari 90 miliardi di euro l'anno di investimenti aggiuntivi per sostenere riqualificazioni tali da poter raggiungere gli obbiettivi imposti dall'Agenda 2030. Questo capitale attiverebbe un movimento di 250 miliardi di euro l'anno per finanziare una riqualificazione chiamata "seriale" ovvero veloce, standardizzata e sicura. La situazione Covid ha imposto una veloce cessazione degli interventi di riqualificazione energetica ma ad oggi si è in presenza di una lenta ripresa in cui il Governo oltre a fronteggiare la crisi in corso si è preso carico di promuovere nuove misure per rilanziare il patrimonio immobiliare nazionale. Proprio per questo per rafforzare ed incentivare la riqualificazione immobiliare il Piano Nazionale Integrato Energia e Clima (PNIEC) ha previsto di sensibilizzarne le detrazioni fiscali, uniformare ecobonus, sismabonus e bonus casa ed infine cercare di premiare i migliori interventi vedendo il rapproto costo-efficacia rispetto alla vita utile dell'immobile di intervento.

5.4.2 INTERVENTI DI RIGENERAZIONE DEL PATRIMONIO IMMOBILIARE

Come detto precedentemente PNIEC ha definito gli obbiettivi per diminuire il consumo di energia che al 2030 dovrà essere ridotta del 43% (energia primaria) e 39,7% (energia finale). E' stata individuata una traiettoria da seguire che ha come base i risparmi da conseguire descritti nella Direttiva EED 11 Dicembre 2018 in cui viene individuato una riduzione del consumo finale minimo che risulta essere pari allo 0,8% annuo rispetto al totale, calcolato dal 2021-2030. Una riduzione di tale percentuale in termini energetici risulta essere pari ad una riduzione di 9,3 Mtep al 2030. Se si somma il totale degli anni dal 2021-2030 si arriverà ad un risparimo di 51,54 Mtep.
In particolare se si considerano l'intere destinazioni d'uso presenti negli immobili le agevolazioni prodotte per raggiungere tale obbiettivo al 2030 risultano essere:

- Certificati Bianchi;
- Detrazioni fiscali per recuperare il patrimonio edilizio esistente;
- Conto Termico;
- Fondo Nazionale per l'Efficienza Energetica;
- Piano Impresa 4.0;
- Programma per la Riqualificazione Energetica degli edifici della Pubblica Amministrazione Centrale (PREPAC);
- Interventi di efficienza energetica promossi dal piano di coesione 2021-2027;
- Piano nazionale di Informazione e Formazione per l'efficienza energetica (PIF);
- Misure per la modalità sostenibile.

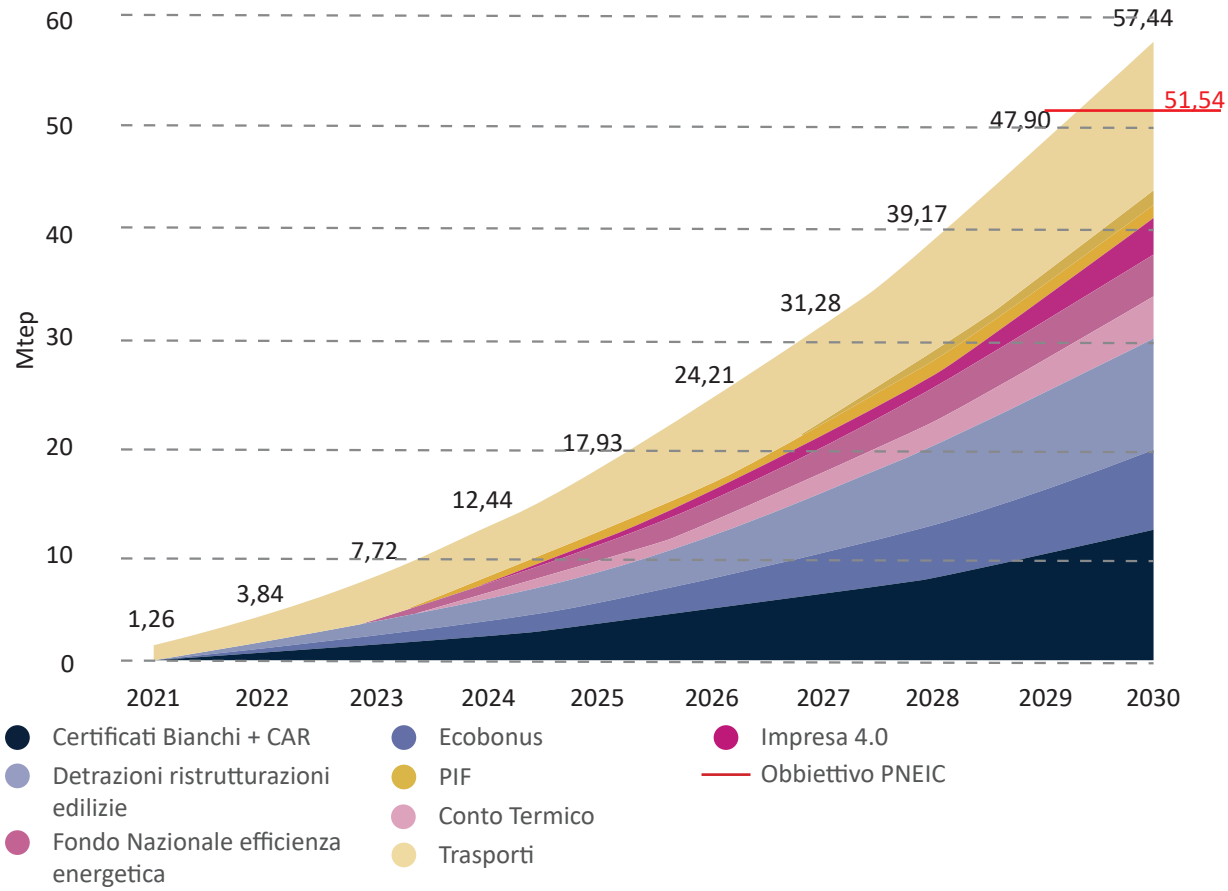


Fig. 132 Sitesi delle misure per raggiungere gli obbiettivi 2030, PNIEC, rielaborazione grafico [1]

Grazie all'analisi condotta da CRESME si può affermare quanto sia importante per azioni di ristrutturazione usufruire di incentivi fiscali poichè questi infatti risultano essere l'unico motore che aiuterebbe il rilancio del patrimonio immobiliare residenziale. Secondo tale sondaggio il motore del settore immobiliare non sono più le nuove costruzioni ma invece le ristrutturazioni ed infatti nel 2016 il valore della produzione pari a 139 miliardi totali per il 79% (110 miliardi) deriva da ristrutturazioni edilizie. Tra il 2007 e il 2016 vi è stata una crescita cospicua degli incentivi fiscali che risulta essere cresciuto dal 16% nel 2007 al 56,9% al 2016. Inoltre è fondamentale affermare che investimenti del genere producono anche innumerevoli posti di lavoro in più, tali da essere al 2016 419mila nuovi. E' fondamentale puntare il mercato edilizio sulla ristrutturazione anche dal punto di vista redditizio rispetto al valore complessivo che risulterebbe avere l'intero parco edilizio. Infatti secondo tale analisi CRESME il prezzo medio di un immobile ristrutturato sarebbe addirittura superiore a quello di un immobile nuovo. Infatti numericamente il prezzo medio di un abitazione nuova è di 280.000 €, di una non ristrutturata 233.000 € ed infine di una ristrutturata 300.000 €. Se infatti si ipotizzasse che al 2016 tutte le abitazione in vendita fossero state ristrutturate, il valore del patrimonio edilizio italiano sarebbe aumentato di 20 miliardi di euro.

E' doveroso quindi introdurre quali siano gli interventi intesi come agevolazioni fiscali che permettono una rigenerazione energetica del patrimonio immobiliare residenziale. Questo infatti, come si è già visto, è la porzione immobiliare maggiormente presente in termini quantitativi e quindi energeticamente più impattante. Occorre quindi analizzare, sviluppare e rafforzare prima di tutto quegli interventi che concorreranno per il miglioramento di tale fetta di mercato.
Per quanto concerne il tessuto edilizio residenziale, si andaranno ad analizzare meccanismi che incentivano la riqualificazione energetica come il Bonus Casa, Ecobonus, Superecobonus 110% (Superbonus110%), Bonus facciate, Conto termico.

5.4.2.1 BONUS CASA

Il Bonus Casa [38] è un'agevolazione fiscale definita dall'art. 16 bis del DPR 917/86 all'interno della quale vi è la possibilità di ristrutturare le proprie abitazioni detraendo una quantità delle spese effettuate dall'imposta sul reddito. La detrazione Irpef sarà pari al 50% fino al 31 Dicembre 2020 e coprirà quindi spese non superiori a 96.000 € ciascuna unità immobiliare. Mentre dal 1 Gennaio 2021 la detrazione scenderà al 36% con un tetto massimo di spesa di 48.000 €. Gli utenti che possono richiedere tale agevolazione da Bonus Casa devono essere persone fisiche, proprietari dell'immobile di riferimento, inquilini, familiari conviventi dell'utente possessore del bene. Inoltre i Condomini che non hanno un codice fiscale ne amministratore di condominio possono beneficiare del Bonus Casa per quanto concerne la manutenzione oridinaria e straordinaria, opere di restauro e ristrutturazione edilizia. Occore sottolineare che il Bonus Casa, appunto come si evince anche dal proprio nome, non ha valenza su immobili di cui la destinazione d'uso non sia residenziale. Inoltre tale agevolazione consente di intervenire nell'edificio aumentando l'efficienza energetica, in quanto gli interventi possibili riguardano l'isolamento dell'involucro opaco e sostituzione di quello trasparente e la sostituzione degli impinati tecnologici ed elettrodomestici (collegati ad un intervento di ristrutturazione edilizia).

Grazie al Report Detrazioni 2020 di Enea [38] sono pervenute le informazioni riguardanri tale agevolazione studiate sino all'anno 2019. Si può afferare che sono pervenute 360.000

richieste di accesso a tale incentivo nel 2019 con un totale di 600.000 interventi.
Si riporta una tabella raffigurante gli interventi e i relativi risparmi ottenuti attraverso tale agevolazione.

Interventi	n.	m^2	MW	MWh/a	MWh/a
Collettori solari	1.547	10.066		9.435	
Fotovoltaico	29.351				173.481
Infissi	144.306	585.634		91.638	
Parete verticale	10.333	727.878		39.140	
Solai	3.288	237.540		9.520	
Coperture	6.266	632.766		58.968	
Scaldacqua a pompa di calore	1.858		35	2.317	
Caldaie a condensazione	133.993		3.247	251.028	
Generatori di aria calda a condensazione	849		15	715	
Generatori a biomassa	20.270		249	65.569	
Pompe di calore	145.471		709	272.381	
Sistemi ibridi	450		13	3.467	
Building Automation	5.279			5.495	
Sistemi di contabilizzazione del calore	2.624			18.770	
Elettrodomestici	92.897			14.343	
Totale	598.722			842.786	173.481

Fig. 133 Rielaborazione tabelle ENEA, rielaborazione tabella[38]

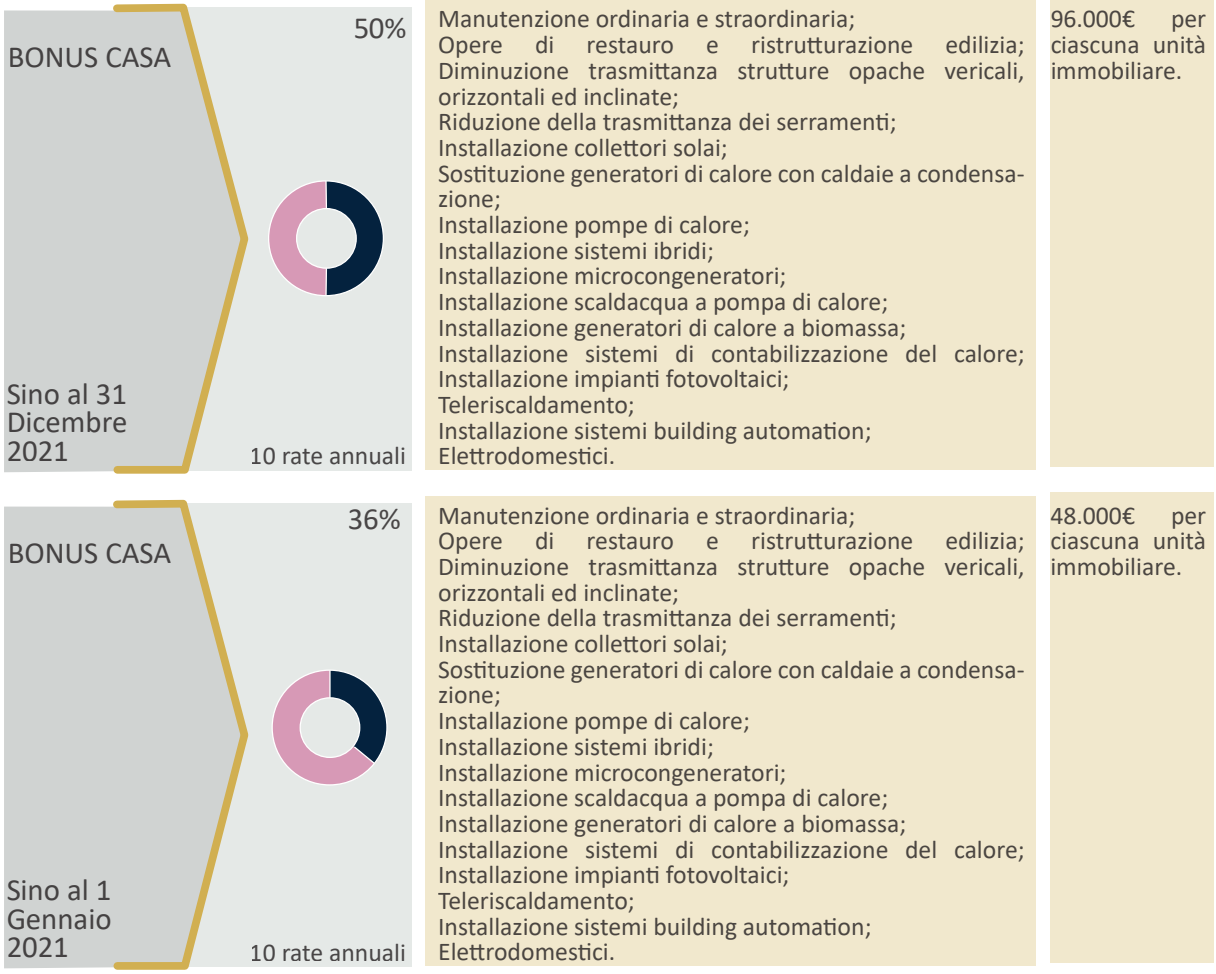


Fig. 134 Riassunto degli interventi e relatvi tetti massimi di spesa, elaborazione personale Barbieri-Tatti

5.4.2.2 ECO-BONUS

Il Bonus edilizio [38] è una detrazione ficale IRPEF che rappresenta misure adottate per interventi quali manutenzioni straordinarie e ordinarie, costruzioni, ristrutturazioni, eliminazione di barriere architettoniche e bonifica dell'amianto. Tali interventi sono definiti dall'Art. 16 nel testo Unico imposte sui redditi DPR 22.12.1986 n.917, all'interno del quale viene descritta la condizione base per applicare tale agevolazione ovvero quella di essere in presenza di immobili esistenti, solo per la realizzazione di autorimesse o posti auto si può affermare l'utilizzo di tale agevolazione per "nuove costruzioni". All'interno del Bonus edilizio occorre affermare che vengono comprese due macro interventi, ovvero quello legato all'efficientamento energetico chiamato "Eco-Bonus" [38] e tutti gli interventi inerenti alla riduzione del rischio sismico "Sisma-Bonus" [33].

L'Eco-Bonus rappresenta una serie di interventi utili per realizzare dei risparmi energetici. In particolare l'Eco-Bonus viene presentato come:

> "Interventi relativi alla realizzazione di opere finalizzate al conseguimento di risparmi energetici con particolare riguardo all'installazione di impianti basati sull'impiego delle fonti rinnovabili di energia.
> Questi interventi possono essere realizzati anche in assenza di opere edilizie propriamente dette, acquisendo idonea documentazione attestante il conseguimento

di risparmi energetici in applicazione della normativa vigente in materia."Immobili e bonus fiscali 2021, Consiglio Nazionale del Notariato.

Dunque tali interventi sono finalizzati all'efficientamento energetico di qualunque categoria catastale, quindi sia residenziali sia non residenziali, compresi anche i fabbricati rurali e il tessuto edilizio utile all'esercizio di impresa. Ovviamente la condizione base indispensabile per la detrazione risulta essere che l'edificio di riferimento sia "esistente", all'interno di questa categoria non sono presenti gli edifici in costruzione o da ristrutturare. I costi che saranno agevolati usufruendo di tale agevolazione fiscale comprendono sia quelli dell'intervento stesso e sia i costi inerenti ai professionisti chiamati in campo e la successiva acquisizione della certificazione energetica. Gli interventi che verranno aggevolati risultano esserlo in 10 rate annuali sino al 31 Dicembre 2021 e in termini monetari verranno sostenute il 65% delle spese totali. Si deve però approfondire quali siano le spese a cui si riferisce l'Eco-Bonus, gli interventi di efficientamento energetico risultano essere:

- Diminuire il fabbisogno di energia primaria. La detrazione massima prevista risulta essere di 100.000 €;
- Interventi sulle strutture opache verticali e orizzontali quali pavimenti e coperture con una detrazione massima ammissibile di 60.000 €;
- Installazione dei pannelli solari per ACS detrazione di 60.000 €
- Sostituzione impinati di climatizzazione attraverso una detrazione massima di 30.000 €;
- Microcogeneratori sostituiti a impianti esistenti, 100.000 €;
- Dispositivi multimediali per il controllo da remoto della sezioni impiantistica a cui non è previsto alcun limite di detrazione.

Vi sono poi anche ulteriori interventi i quali prevedono una detrazione pari al 50% del totale della spesa, sempre attraverso 10 rate annuali entro il 31 Dicembre 2021. Questi risultano essere:

- Sostituzione degli impianti di climatizzazione con detrazione pari a 30.000 €;
- Acquisto posa in opera di serramenti, 60.000 €;
- Acquisto e posa in opera di schermature solari detraibili del 60.000 €;
- Acquisto e posa in opera di impianti di climatizzazione, 30.000 €;
- Acquisto e posa in opera di tecnologie elettriche per ricarica dei veicoli 3.000 €.

Vi sono poi interventi mirati per gli spazi comuni dei condomini in cui si effettuano interventi per un'incidenza superiore al 25% della superficie totale, dove la detrazione totale sale in percentuale sino ad arrivare al 70-75% e sono calcolate per un massimo di spesa di 40.000 € ciascuna unità immobiliare. Inoltre se il condominio si trova a rischio sismico ovvero in zona denominata 1-2-3 e l'azione di riqualificazione è congiuta anche alla riduzione del rischio sismico allora l'agevolazione si innalza al 80-85% applicabile su somme inferiori a 136.000 € ciascuna unità immobiliare.

E' rilevante inoltre definire in che modo viene data tale agevolazione. Per tutti quegli immobili che hanno avuto accesso all'Eco-Bonus infatti possono optare per un contributo sotto forma di sconto o per cessione di credito d'imposta. Quest'ultima può essere effettuata a coloro che forniscono i beni o comunque i servizi essenziali per l'intervento, ad istituzione di credito e intermediari finanziari o ad altri soggetti.

Occorre infine analizzare quali siano i risultati conseguiti e grazie al "Rapporto Annuale Detrazioni Fiscali per l'efficienza energetica

e l'utilizzo delle fonti rinnovabili di energia negli edifici esistenti" del 2020 di ENEA [38] è stato possibile. Il rapporto analizza i dati del 2019 e per quanto concerne il meccanismo Eco-Bonus è stato chiarito come tra gli anni 2014-2019 sono stati realizzati 2,2 milioni di interventi, nel 2019 sono stati effettuati 295.002 interventi e tra il 2014-2018 1.775.603. L'intervento maggiormente popolare risulta essere la sostituzione dei serramenti che pesa il 49,2% sul totale, per poi passare all'istallazione delle schermature solari numericamente pari a 354.756 ovveroil 16,3%. I risparmi maggiormente conseguiti però risultano essere relativi alla coibentazione dell'involucro, sostituzione serramenti e climatizzazione invernale. Tra il 2014 e il 2019 vi è stato un risparmio pari a 7.100,5 GWh/anno più o meno suddiviso in maniera equa negli anni. Come si diceva precedentemente la coibentazione dell'involucro ha comportato un totale di 2.045,9 GWh/anno di risparmi ovvero il 28,8% che insieme al 36,0% dei serramenti e il 22,2% della climatizzazione invernale si pongono come interventi migliori da conseguire per ottenere un efficiente risparmio. Occorre però anche identificare quali sono le voci che rappresentano un rapporto costo efficacia espresso in €/kWh migliore. Per esempio la coibentazione dell'involucro comporterà un costo sostenuto di 8 centesi per ongi kWh di energia risparmiato in tuta la vita utile dell'intervento che risulta essere 30 anni. Anche i pannelli solari hanno un costo molto basso anche se con una vita utile di 15 anni, infatti questo intervento risulta avere un costo di 9 centesi per ogni kWh i energia risparmiata.

Interventi	n.	M€	GWh/anno	€/kWh
Condomini	1.082	149,1	42,7	0,12
Riqualificazione globale	20.292	1.684	499	0,11
Coibentazione involucro	139.295	4.812	2.045,90	0,08
Sostituzione serramenti	1.067.344	8.018	2.556,60	0,1
Schermature solari	354.584	707	93,5	0,25
Pannelli solari	54.584	356	255,9	0,09
Climatizzazione invernale	534.429	4.514	1.577,40	0,19
Building automation	8.843	71	29,50	0,24
Totale	2.170.625	20.310	7.100,50	

Epoca di costruzione	Investimenti		Risparmi	
	M€	%	GWh/a	%
Non specificato	56,9	2,5	17,4	2,2
< 1919	151,3	6,7	53,6	6,8
1919-1945	151	6,7	54,4	6,9
1946-1960	431,3	19,2	152,7	19,3
1961-1970	564,5	25,1	199,6	25,2
1971-1980	447,2	19,9	152,5	19,2
1981-1990	228	10,1	78,1	9,8
1991-2000	126,2	5,6	48,3	6
2001-2005	36,5	1,6	12	1,5
> 2006	54,2	2,4	24,6	3,1

Fig. 135 Interventi relativi all'ecobonus, rielaborazione tabella[38]

Nella tabella di sinistra vengono evidenziati interventi agevolati attraverso l'Eco-Bonus in termini di numero nella seconda colonna, costi di investimento al M€, risparmi nella terza colonna al GWh/anno ed infine nell'ultima colonna il beneficio costoefficacia espresso in €/kWh.

Tale agevolazione risulta ricandere all'interno di epoche di costruzioni ben specifiche. Il tessuto

edilizio italiano infatti è abbastanza datato e quindi non meraviglierà se le risorse finanziarie a disposizione saranno impiegate in determinate epoche. Per quanto concerne l'Eco-Bonus esso risulta essere impiegato il 25% rispetto al totale all'interno del tessuto edilizio costruito tra il 1961 e il 1970. Un'altra grande porzione di investimenti pari al 19% rispetto al totale è stata affidata sia ad immobili di epoca tra il 1971 e 1980 e sia tra il 1946-1960.
Quindi si può affermare che tra il 1946 e il 1980 vi siano stati più della metà degli investimenti poichè il patrimonio edilizio è caratterizzato per la maggior parte da edifici provenienti da quei determinati anni e con tecnologie e materiali utilizzati poco performanti dal punto di vista energetico.
Ovviamente i risparmi che si avranno saranno maggiori in immobili appartenenti ad epoche non recenti questo a causa delle scarse condizioni di qualità degli stessi.

ECOBONUS RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA GLOBALE Sino al 31 Dicembre 2021	65%  10 rate annuali	Diminuire il fabbisogno di energia primaria; Interventi sulle strutture opache verticali e orizzonali quali pavimenti e coperture; Installazione dei pannelli solari per ACS; Sostituzione impinati di climatizzazione; Microcogeneratori sostituiti a impianti esistenti; Dispositivi multimediali per il controllo da remoto della seioni impiantistica.	100.000 €; 60.000 €; 60.000 €; 30.000 €; 100.000 €; non è previsto alcun limite di detrazione.
ECOBONUS RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA IMPIANTO Sino al 31 Dicembre 2021	50%  10 rate annuali	Sostituzione degli impianti di climatizzazione; Acquisto posa in opera di serramenti; Acquisto e posa in opera di schermature solari; Acquisto e posa in opera di impianti di climatizzazione; Acquisto e posa in opera di tecnologie elettriche per ricarica dei veicoli.	30.000 €; 60.000 €; 60.000 €; 30.000 €; 3.000 €.
ECOBONUS PARTI COMUNI CONDOMINI Sino al 31 Dicembre 2021	70% 75%  10 rate annuali	Parti comuni di edifici con un'incidenza superiore al 25% dela totale superficie	40.000 € per unità immobiliare.
ECOBONUS + SISMABONUS PARTI COMUNI CONDOMINI Sino al 31 Dicembre 2021	80% 85%  10 rate annuali	Parti comuni di edifici con un'incidenza superiore al 25% dela totale superficie. Immobile in zona a rischio sismico dunque interventi sia di riqualificazione energetica sia di riduzione di rischio sismico	136000 € per unità immobiliare.

Fig. 136 Riassunto degli interventi e relatvi tetti massimi di spesa, elaborazione personale Barbieri-Tatti

5.4.2.3 SISMA-BONUS

La terza detrazione analizzata è il Sisma Bonus [33], agevolazione introdotta dal 1 Gennaio 2017 su tutti gli edifici ad uso abitativo ed anche su quelli utilizzati per attività produttiva. Gli immobili che possono usufruire di tale agevolazione devono rientrare nelle zone di pericolosità sismica 1-2 e 3. Le spese dal 1 Gennaio 2017 al 31 Dicembre 2021 vedono una detrazione pari al 50% su un massimo costo complessivo di 96.000 € per ciascuna unità immobiliare, ripartito in 5 quote annuali. Se gli interventi effettuati nell'immobile di riferimento facciano si che vi sia un passaggio da una classe di rischio superiore ad una inferiore la detrazione sarà del 70%, invece se ci sarà il passagio di due classi di rischio allora questa si innalzerà all'80% sempre ripartite in 5 rate annuali.
L'agevolazione può essere data a tutti i soggetti Irpef ed Ires a patto che questi siano in possesso dell'immobile di riferimento. In realtà i contribuenti Irpef che richiedono l'agevolazione possono anche essere, oltre che i detentori, titolari di un diritto reale di godimento, locatori, soci, imprenditori, familiari, coniuge o i conviventi. Inoltre possono fare domanda anche gli istituti autonomi per le case popolari e tutti gli enti che hanno le stesse finalità.

Gli interventi antisisimici possono essere effettuati in edifici condominiali e in questa casistica le detrazioni risultano essere del 75% con il passaggio di una classe antisismica e dell'80% con il passaggio di due classi, sempre con un importo non superiore a 96.000 € con 5 quote annuali. I beneficiari possono scegliere di cedere il credito a coloro che hanno effettuato gli interventi oppure a soggetti privati. Per esempio il condominio può decidere di cedere l'intero credito.

E' importante che l'intervento antisismico possa essere affiancato a quello di riqualificazione energetica (Ecobonus) su parti comuni di condomini. Dal 2018 si può quindi usufruire di una detrazione pari all'80% con il passaggio di una classe sismica e dell'85% con il passaggio di due classi sismiche. L'importo massimo totale delle spese su cui si applica il sismabonus+ecobonus risulta essere di 136.000 € di cui la detrazione sarà divisia in 10 quote annuali.

Infine per gli utenti richiedenti agevolazione che comprano un edifici proveniente da demolizione e successiva ricostruzione in una zona sismica denominata a rischio 1, vi saranno due tipologie di detrazione. La prima al 75% del prezzo di acquisto dell'unità immobiliare con il passaggio di una classe sismica e la seconda al 85% del prezzo della U.I. con il passaggio di due classi di rischio. Entrambe saranno ripartite in 5 rate annuali con un limite massimo di spesa di 96.000 €.

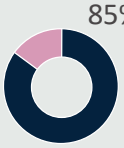
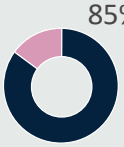
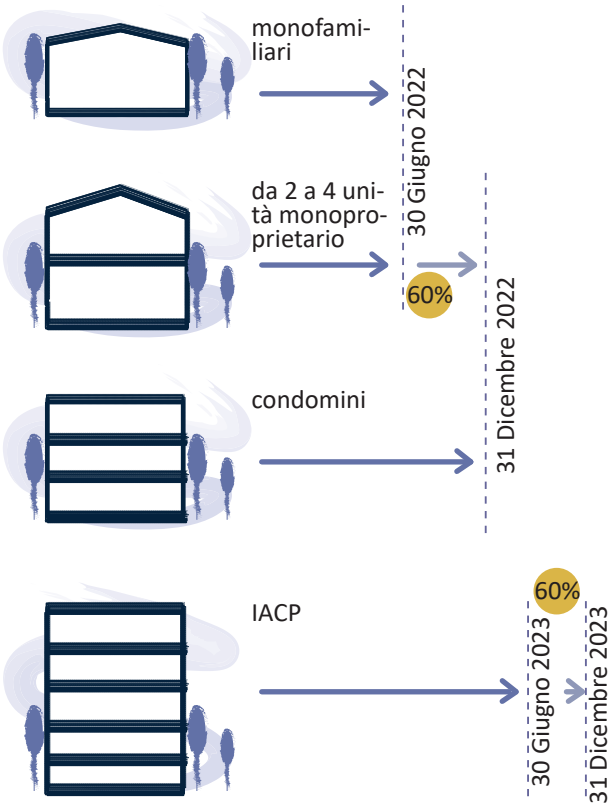
SISMABONUS Sino al 31 Dicembre 2021	50%  5 rate annuali	Interventi antisismici per edifici in zone di pericolosità sismica 1-2 e 3	96.000 € per unità immobiliare.
SISMABONUS Sino al 31 Dicembre 2021	70% 75%  5 rate annuali	Interventi antisismici per edifici in zone di pericolosità sismica 1-2 e 3. Passaggio da una classe di rischio superiore ad una classe di rischio inferiore Acquisto di un immobile demolito e poi ricostruito per ridurre il rischio sismico in zone di pericolosità sismica 1-2 e 3. Passaggio da una classe di rischio superiore ad una classe di rischio inferiore	96.000 € per unità immobiliare. 96.000 € per unità immobiliare.
SISMABONUS Sino al 31 Dicembre 2021	80% 85%  5 rate annuali	Interventi antisismici per edifici in zone di pericolosità sismica 1-2 e 3. Passaggio da una classe di rischio superiore a due classi di rischio inferiore. Acquisto di un immobile demolito e poi ricostruito per ridurre il rischio sismico in zone di pericolosità sismica 1-2 e 3. Passaggio da una classe di rischio superiore a due classi di rischio inferiore.	96.000 € per unità immobiliare. 96.000 € per unità immobiliare.
SISMABONUS Sino al 31 Dicembre 2021	75%  5 rate annuali	Acquisto di un immobile demolito e poi ricostruito per ridurre il rischio sismico in zone di pericolosità sismica 1-2 e 3. Passaggio da una classe di rischio superiore ad una classe di rischio inferiore	96.000 € per unità immobiliare.
SISMABONUS Sino al 31 Dicembre 2021	85%  5 rate annuali	Acquisto di un immobile demolito e poi ricostruito per ridurre il rischio sismico in zone di pericolosità sismica 1-2 e 3. Passaggio da una classe di rischio superiore a due classi di rischio inferiore.	96.000 € per unità immobiliare.
ECOBONUS + SISMABONUS PARTI COMUNI CONDOMINI Sino al 31 Dicembre 2021	80% 85%  10 rate annuali	Parti comuni di edifici con un'incidenza superiore al 25% dela totale superficie. Immobile in zona a rischio sismico dunque interventi sia di riqualificazione energetica sia di riduzione di rischio sismico	136.000 € per unità immobiliare.

Fig. 137 Riassunto degli interventi e relatvi tetti massimi di spesa, elaborazione personale Barbieri-Tatti

5.4.2.4 SUPECOBONUS 110% (SUPERBONUS 110%)

Il Superbonus110% [35] rappresenta un'agevolazione economica attraverso una detrazione al 100% per spese specifiche avvenute nell'arco di un determianto arco temporale.
Il Superbonus può essere usufruito dai condomini, case monofamiliari, da più unità monoproprietario, dagli IACP, dalle persone fisiche che hanno in possesso il bene immobiliare. Per pesone fisiche vengono considerate al di fuori di quelle aventi esercizio di attività quali imprese, anche se con il DL 77/2021 o anche chiamato decreto semplificazioni viene identificata una nuova categoria. Il comma 10-bis infatti afferma che i nuovi beneficiari del SUperbonus110% risultano essere le ONLUS ed in particolare gli immobili con caterie B1 (Collegi, convitti, educatori, ricoveri, orfanotrofi, ospizi, conventi e caserme), B2 (case di cura e ospedali senza fine di lucro).
Come si diceva precedentemente possono usufruire anche gli Istituti autonomi di case Popolari IACP o istituti con simili finalità ovvero coloro che possiedono immobili di proprietà propria o gestiti per conto di Comuni. Inoltre possono fare domanda per il Superbonus anche organizzazioni senza scopo di lucro che hanno una utilità sociale e società sportive dilettantistiche.
E' fondamentale che il beneficiario possa usufruire di tale agevolazione per un massimo di due immobili intestati a suo nome e che l'immobile sia conforme all'articolo 36 del DPR 380/01 alle prescrizioni urbanistico-edilizie e che quindi non abbia abusi edilizi.
L'arco temporale nel quale è possibile usufruire del Superbonus risulta essere dal 1° Luglio 2020 sino al 31° Dicembre 2021. L'aggiornamento del 21 Maggio articolo 3 DL 59/2021 ha però prorogato l'agevolazione sino al 2022. Per IACP ovvero istituti autonomi case popolari invece questa sarà prorogata al 31 dicembre 2023, solo se gli istitui abbiano effettuato almeno il 60% dei lavori. Per gli edifici unifamiliari invece la proroga al 30 Giugno 2022 deve ancora essere approvata. Di seguito si riporta uno schema utile per definire le tempistiche all'interno del quale si potrà svolgere tale agevolazione



Il Superbonus definisce delle azioni ben precise, atte alla riqualificazione energetica, impiantistica, ambientale, architettonica, strutturale e tecnologica degli edifici. Tale agevolazione prevede di usufuire dell'ecobonus e della possibilità di recuperare il patrimonio edilizio con azioni antisismiche utilizzando il Sismabonus.
Le azioni possibili presenti nel Superbonus 110% sono suddivise in interventi Trainanti e Trainati. I primi riguardano:

- Coibentazione dell'involucro verticale, orizzontale, inclinato, da realizzare con incidenza maggiore del 25% della superficie totale disperdente. Il materiale deve essere scelto usufruendo dei criteri ambientali minimi (CAM);
- Sostituzione degli impianti di climatizzazione invernale;

- Interventi antisisimici.

Gli interventi trainati vengono effettuati insieme ad almeno un intervento trainante:

- Di efficientamento energetico rientranti nell'ecobonus, esempio la sostituzione dei serramenti;
- Eliminazione di barriere architettoniche per pesone portatori di handicap e persone di età maggiore dei 65 anni;
- Istallazione di strutture per ricarica dei veicoli elettrici, come colonnine di ricarica;
- Istallazione impianti solari fotovoltaici;
- Istallazione di sistemi di accumulo.

La detrazione derivata dal Superbonus 110% è ripartita in 5 quote annnuali per coloro che hanno sostenuto l'efficientamento energetico entro il 31 dicembre 2021, invece in 4 quote annuali per le spese nel 2022. Inoltre L'articolo 121 del Decreto Rilancio prevede 4 differenti opzioni riguardo le detrazioni, infatti proprio di queste se ne può:

- Fare un utilizzo diretto;
- Si può avere uno sconto in fattura per un massimo del corrispettivo stesso. Questo avviene quando i fornitori anticipano i capitali e successivamente li recuperano tramite credi di imposta;
- Cessione del credito di imposta a favore di terzi;
- Trasformazione del capitale in credito d'imposta e da utilizzare con altri contributi.

Infine è importante soffermarsi sui principali controlli e documenti necessari per l'accesso al Superbonus. L'agenzia delle entrate verifica che la detrazione sia accessibile effettuando dei controlli sui documenti rilasciati per l'intervento. I controlli quindi, sono prevalentemente documentari, ovvero vengono osservate se le spese generali corrispondano ai massimali imposti dalla normativa.

Per i lavori avviati dopo il Decreto Asseverazioni (DM6/8/2020) sono campionati solo il 5% delle asseverazioni per un controllo, ed inoltre si prediligono i progetti che presentano un capitale particolarmente elevato e/o che presentano criticità.

Per quanto concerne l'accesso al Superbonus110%, i documenti da produrre sono la causa principale, secondo degli studi, della rinuncia da parte dei cittadini della richiesta dello stesso.

Per approfondire maggiormente vengono riportate le documentazioni necessarie suddivise in inizio lavori e fine lavori.

Per l'inzio lavori è necessario essere in possesso di:

- APE che definisce la conizioni energetiche dell'immobile;
- Relazione tecnica;
- Dichiariazione di proprietà dell'immobile;
- Dichiarazione di conformità urbanistica;
- Prospetti dell'edificio in dwg;
- Computi metrici;
- Dati dei serramenti sostituiti e delle chiusure oscuranti;
- Schede tecniche dei materiali e verifiche dei CAM;
- Fotografie prima dell'intervento;
- Schede degli impianti installati.

Per la fine lavori è neessario:

- Dichiarazione del lavoro;
- Computi metrici;
- Fotografie post intervento;
- APE dello stato finale di intervento;
- Scheda descrittiva dell'intervento;
- Agibilità;
- Congruenza dei costi massimi e la risposta dell'intervento ai requisiti;
- Visto di conformità.

All'interno del Superbonus110% tra i documenti da produrre risultano esserci le verifiche dei CAM ovvero dei Criteri Ambientali Minimi definiti dal decreto DM del 11 Ottobre 2017. In particolare viene applicato per quanto concerne l'isolamento termico di elementi verticali ed orizzontali dell'edificio. Secondo l'articolo 2.4.2.9 del CAM (isolti termici ed acustici) l'utilizzo di materiale isolante deve rispettare la quantità del contenuto riciclato. A seconda se il materiale sia a pannello, a spruzzo o insufflato e a materassini vi sono percentuali minime di contenuto riciclati che si devono rispettare. I CAM predono in considerazione la cellulosa, lana di vetro e di roccia, perlite espansa, fibre di poliestere, polistirene espanso ed estruso, poliuretano espanso, agglomerato di poliuretano e di gomma e isolante riflettente in alluminio. Per esempio la perlite espansa se opsa in opera sotto forma di pannello deve contenere almeno il 30% di parte proveninente da riciclo, se invece spruzzato o insufflato il 40% e se utilizzato sotto froma di materassini da 8 a 10%. Inoltre questi non devono essere prodotti utilizzando ritardanti di fiamma, agenti espandenti (con potenziale di riduzione dell'ozono > 0) e di catalizzatori al piombo.
L'utilizzo di una verifica rispetto ai CAM è di fondamentale importanza poichè l'isolamento termico è fondamentale per ridurre i consumi energetici nonchè i relativi impatti ambientali nell'intero ciclo di vita edilizio. Inoltre utilizzando i criteri ambientali minimi i prodotti saranno maggiormente controllati poichè la percentuale di materiale riciclato dovrà essere dimostrata mediante dichiarazione o certificazione. Nello specifico infatti il progettista o comunque il fornitore del materiale dovrà adoperare una dichiarazione ambientale di Prodotto di Tipo III (EPD) come la "EPDItaly", oppure anche una certificazione di prodotto come la "ReMade in Italy" redatta da un organismo di valutazione considerando il contenuto di ricicalto attraverso un bilancio di massa.

5.4.2.4.1 SINTESI DEI PROCESSI ED ATTORI COINVOLTI

In tutte le azioni di riqualificazione del patrimonio edilizio, ed in particolare usufruendo da agevolazioni Superbonus110% , l'importanza del coordinamento tra le varie figure professionali risulta essere di particolare importanza. Per il committente e/o proprietario dell'immobile è rilevante garantire un risultanto dei lavori eccellente e conforme alle normative vigenti così da non dover essere sopraggiunto da spese contingenti al momento di un eventuale controllo post-operam. E' quindi evidente come ci sia il bisogno di un coordinamento generale tra quelle figure che concorrono alla realizzazione di uno stesso immobile ma con finalità e modalità differenti.
Occorre quindi identificare quale siano e che relazione abbiano tra di loro tali persone:

- Committente dei lavori: E' colui che ha lo scopo di riqualificare l'immobile dovendo quindi constatare la propria redditività e poter detrarre il credito, cederlo o applicare uno sconto di fattura;
- Impresa di lavori: Sono coloro che realizzano i lavori e quindi si occupano della fase di costruzione acquistando i materiali necessari e pagando il personale interessato;
- Esco: Aquistano il credito di imposta;
- Banche: Offrono servizi di finanziamento;
- Professionisti tecnici e amministrativi: Progettano gli interventi e definiscono il raggiungimento dei requisiti imposti dalla normativa;
- Fornitori di materiale: cedono il materiale all'impresa

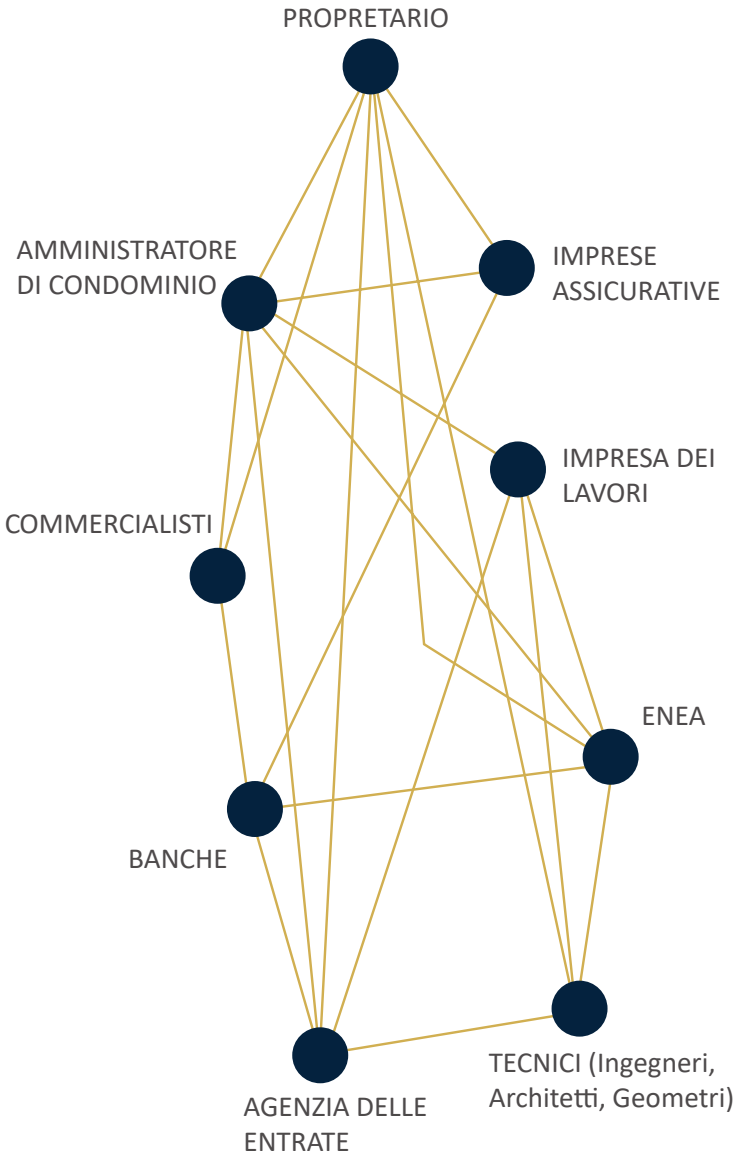
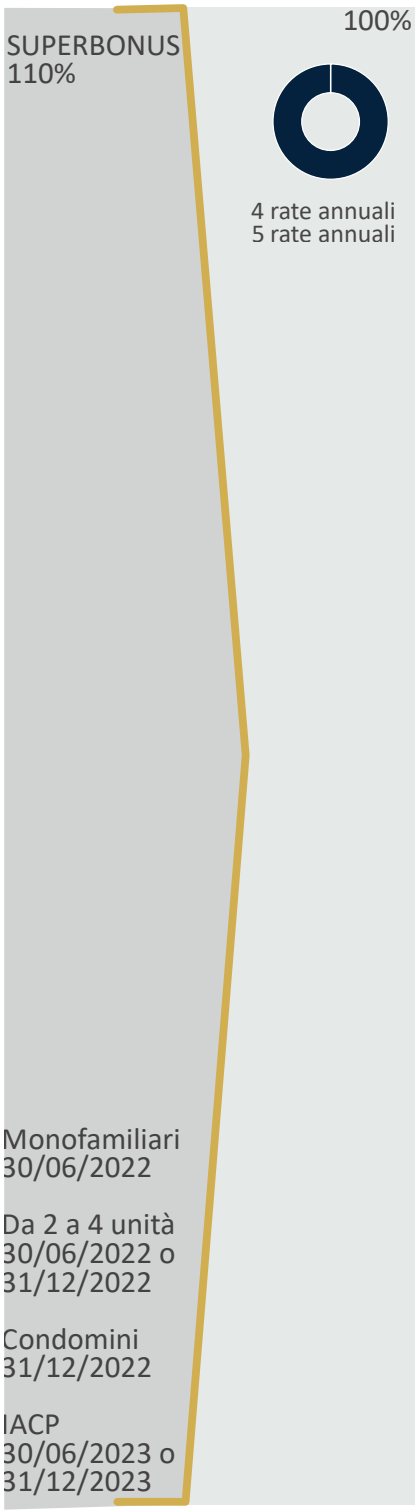


Fig. 138 Attori coinvolti, elaborazione personale Barbieri-Tatti

Gli obbiettivi del Superbonus 110% possono essere quindi richesti dal proprietario che può, come si è visto prima, essere una persona fisica o una voce unanime all'interno dei condomini decisa durante l'assemblea di condominio. Le modalità procedurali con cui si interviene definiscono in maniera completa la progettazione e verifica volte alla riqualificazione energetica degli edifici esistenti. Al momento iniziale viene incaricato il professionista nel redigere uno studio di prefattibilità tecnica, progettuale e fiscale. Attraverso l'acquisizione di documenti e facendo sopralluoghi con le specifiche verifiche il professionista dovrà constatare la prefattibilità del progetto in esame. In caso di esito positivo accorrerrà controllare se il manufatto edilizio sia conforme sia urbanisticamente sia in ambieo edilizio confrontando gli accessi ad atti in comune ed in catasto con il rilievo eseguito durante il sopralluogo. In caso di presenza di abusi si dovrà constatare se questi siano sanabili o meno poichè con risposta negativa concluderanno la possibilità di accesso all'agevolazione. Una volta definita l'idoneità dell'immobile si dovrà incaricare un tecnico superbonus110% per eseguire uno studio energetico dell'immobile effettuando un attestato di prestazione energetica convenzionale pre e post intervento definendo quindi gli interventi per migliorare energeticamente l'immobile e comprandoli. Da quindi un'analisi di prefattibilità si passerà ad un analisi di fattibilità, che se confermerà la verifica positiva dei requisiti confermerà il progetto. Successivamente attraverso la redazione di computi metrici (usufruendo dei prezzari regionali) si dovranno far combaciare i massimali di prezzo imposti dalla normativa del Superbonus con quelli del progetto stesso. Una volta conclusa la parte organizzativa e di studio dell'intervento si dovrà effettuare un asseverazione con certificato di attestato di prestazione energetica e relativo visto di conformità, per poi decidere se cedere il credito , detrarlo o applicare uno sconto di fattura.



Isolamento termico per superfici opache per una quantità maggiore di 25% della superficie lorda totale disperdente	50.000 € edifici unifamiliari o unità indipendenti 40.000 € per edifici da 2 a 8 unità immobiliari 30.000 € per edifici oltre ad 8 unità immobiliari
Sostituzione impianto di climatizzazione invernale centralizzato	20.000 € per edifici da 2 a 8 unità immobiliari 15.000 € per unità immobiliare, da più di 8 unità immobiliari
Sostituzione impianto di climatizzazione invernale autonomo	30.000 €
Interventi antisismici (Sismabonus)	96.000 €
Efficientamento energetico (Ecobonus)	Definiti per ciascun intrvento
Eliminazione barriere architettoniche	30.000 € per edifici residenziali unifamiliari eo UI interne ad edifici plurifamiliari 96.000 € per persone con handicap e/o di età superiore ai 65 anni
Fotovoltaico e solare termico	48.000 € 2.400 € ogni kW 1.600 € per ogni kW 1.000 € per ogni kW
Ricarica dei veicoli elettrici	2.000 € per edifici unifamiliari o per UI in edifici plurifamiliari indipendenti 1.500 € edifici plurifamiliari o condomini. Max 8 colonnine 1.200 € per edifici plurifamiliari o condomini. Oltre 8 colonn.

Fig. 139 Riassunto degli interventi e relatvi tetti massimi di spesa, elaborazione personale Barbieri-Tatti

5.4.2.5 BONUS FACCIATE

Il Bonus Facciate [36] è un'ulteriore agevolazione fiscale e più nello specifico una detrazione d'imposta Irpef o Ires. Consiste nell'agevolazione e sponsorizzazione di interventi dedicati al miglioramento delle facciate esterne di un immobile. In primo luogo occorre definire che non tutte le zone possono usufruire di tale agevolazione, poichè coloro cui possono giovarne devono rientrare nelle zone A e B. In particolare la zona A rappresenta porzioni urbane che hanno un carattere storico, artistico o comunque di pregio. La zona B invece rappresenta un luogo in cui l'edificato copre la superficie terrena in parte (maggiore 12,5%) o totalmente.
L'agevolazione sussite in una detrazione pari al 90% rispetto al totale delle spese sostenute entro il 2020 (successivamente estesa al 31 Dicembre 2021), ed è ripartita in 10 quote annuali. E' fondamentale che a differenza delle agevolazioni precedentemente viste, nel Bonus Facciate non è previsto alcun limite di spesa per intervento. Tale agevolazione è quindi utile per incentivare interventi riguardanti le facciate principali degli edifici, o comunque quelle porzioni di fabbricato che si affacciano in luoghi comuni come strade, tale agevolazione non è consentita nelle facciate interne degli edifici come per esempio quelle porzioni di edificio che affacciano nei cortili interni.
Il Bonus Facciate quindi spetta a tutte le tipologie di immobili e quindi a tutti i contribuenti residenziali e non residenziali che sono coloro che sostengno le spese relative all'immobile per eseguire i lavori. Quindi l'agevolazione può spettare sia a persone fisiche ma anche a società, enti pubblici, associazioni di professionisti e contribuenti. Certo è che chi usufruisce dell'agevolazione deve essere il proprietario del bene interessato o devono essere i familiari conviventi del possessore del bene.
occorre quindi definire quali interventi rientrino all'interno del Bonus Facciata e in particolare questi si suddividono in:

- Interventi per recuperare o restaurare la facciata, come pulitura, tinteggiatura, ornamenti anche sui balconi, sulle strutture opache che interessino il 10% dell'intonaco o che siano influenti termicamente;
- Miglioramento termico;
- Consolidamento, ripristino;
- Lavori alle grondaie, pluviali, parapetti, cornicioni, sistemazioni degli impianti.

In particolare interventi per migliorare termicamente la facciata quindi interventi di efficientamento energetico o che interessano oltre il 10% della superficie intonacata totale, devono rispettare i requisiti Minimi dati dal decreto del Ministro edllo Sviluppo econoico del 26 Giugno 2015. Devono inoltre sottostare ai limiti imposti di trasmittanza termica dal Ministro dello Sviluppo economico nel deceto aggiornato 26 Gennaio 2010 e 11 Marzo 2008. Inoltre per gli interventi di efficienza energetica deve essere prodotto un Attestato di Prestazione Energetica APE e un'asseverazione per certificare la congruità tra interventi e requisiti tecnici imposti.

L'agevolazione inoltre copre le spese inerenti all'acquisto dei materiali, alla progettazione e quindi la funzione dei professionisti a cui viene affidato lo studio, l'installazione dei ponteggi e il successivo smaltimento del materiale a fine cantiere.

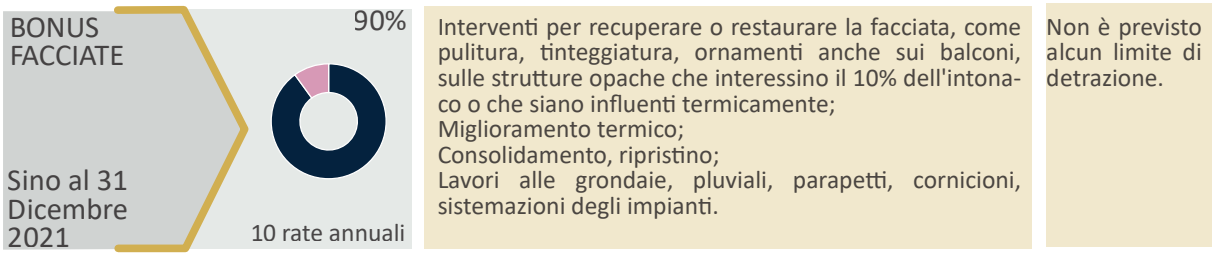


Fig. 140 Riassunto degli interventi e relatvi tetti massimi di spesa, elaborazione personale Barbieri-Tatti

5.4.2.6 CONTO TERMICO

Il Conto termico [47] [48] risulta essere un agevolazione per incentivare interventi di efficientamento energetico attraverso l'uso di fonti rinnovabili definito dal D.M 28/12/12. Il decreto del 31 Maggio 2016 tratta tale agevolazione come:

> "disciplina per l'incentivazione di interventi di piccole dimensioni per l'incremento dell'efficienza energetica e per la produzione di energia termica da fonti rinnovabili."

Occorre subito affermare che il Conto Termico non risulta essere come gli altri una detrazione fiscale, ovvero un risparmio risultante dalla dichiarazione dei redditi, esso è un contributo statale con determinati massimali di spesa incentivabili. Il conto termico risulta agire sia nella sfera pubblica sia in quella privata e nel primo caso
di soggetti pubblici questi sono le amministrazioni pubbliche, ovvero tutte le strutture di amministrazione statali quali scuole, edilizia pubblica, università, industrie, consorzi, associazioni. Oltre a queste vi sono anche gli ex istituti Autonomi di case popolari, le cooperative sociali e le cooperative di abitanti.
I soggetti privati invece sono persone fisiche proprietarie dell'immobile come condomini. Infatti una delle clausole per accedere all'agevolazione è la proprietà dell'immobile che deve essere del richiedente l'accesso, ed avere fisicamente la disponibilità dell'immobile. I soggetti ammessi possono effettuare un "accesso diretto" all'agevolazione o possono richiedere una "prenotazione". Nel primo caso si deve richiedere la detrazione entro massimo 60 giorni dopo la fine dei lavori.
Con richiesta di "accesso su prenotazione" invece, la sfera pubblica, deve presentare una diagnosi energetica, un contratto di prestazione energetica redatto con ESCo ed un attestato inerente all'assegnazione dei lavori.
Esco è l'acronimo di Energy Service Company e in entrambe le casistiche lo si può richiedere come soggetto responsabile che non sia il detentore dell'oggetto edilizio. Quest'ultimo quindi diventa esso stesso Soggetto Responsabile per l'intervento attraverso l'agevolazione del Conto Termico e nel caso del pubblico stipulerà un Energy Performance Contract e nel caso del privato un contratto di servizio energia.
A seconda se l'utente sia un ente pubblico o azienda e privati vi sono strategie di attuazione differenti che richiedono procedure ben distanti. Nell'ultima casistica, quindi quando il detentore del bene in oggetto risulta rientrare nella sfera privata, gli interventi incentivabili si riferiscono alla sezione impiantistica. Si riferiscono quindi alla sostituzione dell'impianto di climatizzazione

invernale con pompe di calore, stufe e caldaie a biomasse, sistemi ibridi a pompa di calore e scaldacqua elettrici. Vi è inoltre la possibilità di installazione di collettori solari termici.
I soggetti pubblici oltre ad avere agevolazioni per gli stessi interventi dei soggetti privati, concorrono agli interventi di isolamento termico delle superfici opache, alla sostituzione degli infissi e di installazione di schermature solari per migliorare il comfort interno ed abbattere possibili carichi solari estivi. Possono inoltre essere agevolati interventi per realizzare edifici ad energia quasi zero anche attraverso un aumento della volumetria degli edifici esistenti di massimo un 25%. Ed infine si prediligono impianti di illuminazione efficiente e sistemi tecnologici automatici elettrici ed anche termici.

L'erogazione degli incentivi del Conto Termico è stabilito in base a determinate clausole per ogni intervento. Generalmente però per importi fino ai 5.000 € vi sarà una sola erogazione e per costi superiori in differenti rate a seconda dell'intervento. Il primo capitale dovrà però essere erogato entro i 30 giorni con "accesso diretto" ed entro 60 giorni con "accesso su prenotazione". La durata degli incentivi quindi risulta differire per tipologia di intervento ma si riscontra essere pari a due o a cinque anni. Nello specifico interventi di:

- Enti pubblici avranno incentivi di durabilità pari a 5 anni;
- Per imprese e soggetti privati dai 2 ai 5 anni a seconda dell'intervento.

Vi sono però dei criteri che determinano l'ammissibilità degli interventi e i successivi incentivi. Per quanto concerne l'involucro opaco e quello trasparente a seconda della tipologia e della zona climatica vi è una trasmittanza termica soglia che non può essere sorpassata. Quest'ultima risulta essere inferiore rispetto a quella utilizzata dal Superbonus110% attraverso il D.M 26/06/2015.
Anche per l'istallazione del generatore di calore a seconda della sua efficienza vi sono rendimenti soglia che devono essere rispettati.

Per calcolare i relativi incentivi utili occorre riportare un esempio di calcolo riguardo l'involucro trasparente ed opaco. Per tali interventi infatti il calolo dell'incentivo totale risulta essere:

$$I_{tot} = \%_{spesa} \bullet C \bullet S_{int}$$

Quindi un rapporto tra la precentuale inventivata della spesa ammissibile (ovvero 40 e 65), il costo sostenuto per la tecnologia utilizzata e la superficie di intervento.
L'incentivo totale usufruibile attraverso il Conto Termico deve essere minore o uguale al valore massimo raggiungibile dall'incentivo totale. Quest'ultimo valore risulta fornire un risultato soglia pari a 400.000 € per la coibentazione, 75.000 € per sostituzione di serramenti in zone climatiche A, B e C. Per zone climatiche D, E ed F l'incentivo massimo è pari a 100.000 €.
Il generatore di calore si trova ad avere un incentivo dai 3.000 € ai 40.000 €.
30.000 € invece sono attribuibili alle schermature solari. Per quanto concerne la trasformazioni di edilizia esistente in edifici ad energia quasi zero, per czone climatiche A, B e C il massimo degli incentivi è di 1.500.000 € e 1.750.000 € per D, E ed F.
Per quanto concerne le tecnologie automatiche intelligenti la soglia limite è di 50.000 € e per l'illuminazione dai 30.000 ai 70.000 €.

Nello specifico però le quote incentivabili con il Conto Temico non risultano essere il 100% del capitale speso per un intervento. Vi sono infatti dei limiti all'interno dei quali è possibile

richiedere tale agevolazione. Per esempio per rendere un edificio esistente in un nzeb veniene indicato una quota pari a massimo il 65% del totale delle spese effettuate, per la coibentazione tra i 40 e i 50% e per quanto concerne la parte impiantistica massimo per il 65%.

Per quanto concerne invece i controlli e verifiche, queste si svolgono sia online attraverso la documentazione allegata e sia in situ tramite controlli molto spesso anche senza pravviso. La documentazione necessaria per tali controlli deve essere trattenuta dal soggetto richiedente l'agevolazione per cinque anni dal compimento dell'opera.

CONTO TERMICO - PUBBLICA AMMINISTRAZIONE (PA)  2-5 anni	40%	Isolamento termico di superfici opache; Sostituzione di infissi; Sostituzione di impianti di climatizzazione invernale con generatori di calore a condensazione; Installazione sistemi di schermature; Sostituzione di sistemi per l'illuminazione interna ed esterna; Istallazione sistemi di building automation.	400.000 €; 75.000 € o 100.000 €; 3.000 € o 40.000€; 5.000 € o 30.000 €; 30.000 € o 70.000 €; 50.000 €;
CONTO TERMICO - PUBBLICA AMMINISTRAZIONE (PA)  2-5 anni	65%	Trasformazioni edifici esistenti in edifici nZEB; Sostituzione di impianto di climatizzazione con impianti a pompa di calore fino a 2.000 kW; Sostituzione di impianti di climatizzazione con generatori a biomassa sino a 2.000 kW; Installazione di collettori solari sino a 2.500 mq; Sostituzione di scaldacqua elettrici con altri a pompa di calore; Sostituzione di impianti di climatizzazione con sistemi ibridi;	1.500.000 € o 1.750.000 €; in funzione dell'impianto.
CONTO TERMICO - IMPRESE E PRIVATI  2-5 anni	65%	Sostituzione di impianto di climatizzazione con impianti a pompa di calore fino a 2.000 kW; Sostituzione di impianti di climatizzazione con generatori a biomassa sino a 2.000 kW; Installazione di collettori solari sino a 2.500 mq; Sostituzione di scaldacqua elettrici con altri a pompa di calore; Sostituzione di impianti di climatizzazione con sistemi ibridi;	In funzione dell'impianto.
CONTO TERMICO  2-5 anni	100%	Diagnosi energetica + A.P.E.	ERP 5.000 € Ospedali e case di cura 18.000 € Altri edifici 13.000€

Fig. 141 Riassunto degli interventi e relatvi tetti massimi di spesa, elaborazione personale Barbieri-Tatti

5.4.2.7 RESOCONTO INCENTIVI E DETRAZIONI



	BONUS CASA	ECOBONUS*	SISMABONUS*	SUPERBONUS 110%	BONUS FACCIATE	CONTO TERMICO
DETRAZIONI FISCALI E INCENTIVI PER EFFICIENZA ENERGETICA	36% 50%	50% 65% 75% 85%	50% 75% 85%	100%	90%	40% 65% 100%
IMPORTO MASSIMO DETRAIBILE O DI SPESA	96.000€ 48.000 €	Diversificati per ciascun intervento	96.000€ 136.000 €	Diversificati per ciascun intervento	Nessun limite di spesa	Diversificati per ciascun intervento
MODALITA' EROGAZIONE	10 rate annuali	10 rate annuali	5 rate annuali 10 rate annuali	4 rate annuali 5 rate annuali	10 rate annuali	2 anni 5 anni
CATEGORIA IMMOBILE	Residenziale	Edifici esistenti di qualsiasi categoria catastale	Residenziale ed ad uso produttivo, all'interno di zone sismiche 1-2-3	Residenziale	Edifici esistenti di qualsiasi categoria catastale di zone A e B	Edifici esistenti di qualsiasi categoria catastale
BENEFICIARI	Contribuenti Irpef. Persone fisiche, proprietari, inquilini, familiari, conviventi	Contribuenti Irpef ed Ires, che siano sia residenti sia non residenti, proprietari del bene interessato. Oltre ai proprietari potrebbero essere anche titolari di diriritto, condomini, inquilini, familiari conviventi	Contribuenti Irpef ed Ires ovvero proprietari, locatori, soci, imprenditori, familiari, coniuge, conviventi, istituti autonomi per le case popolari o istituti con simili finalità	Contribuenti Irpef ed Ires Persone fisiche detentori del bene, istituti autonomi di case popolari o istituti con simili finalità.	Persone fisiche, società, enti pubblici, associazioni di professionisti e contribuenti. Proprietari del bene, familiari, conviventi	Amministrazioni statali, scuole, edilizia pubblica, università, industrie, consorzi, associazioni, istituti autonomi case popolari, coopertive sociali e cooperative di abitanti. Persone fisiche proprietarie dell'immobile
INTERVENTI	Manutenzione oridinaria e straordinaria, opere di restauro e ristrutturazione edilizia. Interventi di efficienza energetica riguardanti l'isolamento dell'involucro opaco e sostituzione di quello trasparente e la sostituzione degli impinati tecnologici ed elettrodomestici (collegati ad un intervento di ristrutturazione edilizia).	Diminuzione del fabbisogno di energia primaria. Interventi sulle strutture opache verticali e orizzonali. Installazione dei pannelli solari per ACS. Sostituzione impinati di climatizzazione. Microcogeneratori sostituiti a impianti esistenti. Dispositivi multimediali per il controllo da remoto della sezioni impiantistica. Sostituzione degli impianti di climatizzazione. Acquisto posa	Miglioramenti antisismici dell'edificio su parti strutturali che comportano anche la diminuzione di rischio di una classe o due classi. Operazioni di manutenzione ordinaria e straordinaria. Riqualificazione energetica su parti di edificio comuni in cui la coibentazione dell'involucro abbia una sperficie interessata-maggiore del 25% e la relativa diminuzione di classe di rischio	Interventi trainanti: Coibentazione dell'involucro verticale, orizzontale, inclinato, da realizzare con incidenza maggiore del 25% della superficie totale disperdente. Sostituzione degli impianti di climatizzazione invernale. Interventi antisisimici. Interventi trainati vengono effettuati insieme ad almeno un intervento trainante: Di efficientamen-	Interventi per recuperare o restaurare la facciata, come pulitura, tinteggiatura, ornamenti anche sui balconi, sulle strutture opache che interessino il 10% dell'intonaco o che siano influenti termicamente. Miglioramento termico. Consolidamento, ripristino. Lavori alle grondaie, pluviali, parapetti, cornicioni, sistemazioni degli impianti.	A seconda se l'utente sia un ente pubblico o azienda e privati vi sono interventi differenti. Privato: Sostituzione dell'impianto di climatizzazione invernale con pompe di calore, stufe e caldaie a biomasse, sistemi ibridi a pompa di calore e scaldacqua elettrici. Vi è inoltre la possibilità di installazione di collettori solari termici. I soggetti pubblici: oltre ad avere agevolazioni per

Fig. 142 Resoconto incentivi e detrazioni, elaborazione personale Barbieri-Tatti

	BONUS CASA	ECOBONUS*	SISMABONUS*	SUPERBONUS 110%	BONUS FACCIATE	CONTO TERMICO
		in opera di serramenti. Acquisto e posa in opera di schermature solari. Acquisto e posa in opera di impianti di climatizzazione. Acquisto e posa in opera di tecnologie elettriche per ricarica dei veicoli.		to energetico rientranti nell'ecobonus, esempio la sostituzione dei serramenti. Eliminazione di barriere architettoniche per pesone portatori di handicap e persone di età maggiore dei 65 anni. Istallazione di strutture per ricarica dei veicoli elettrici, come colonnine di ricarica. Istallazione impianti solari fotovoltaici. Istallazione di sistemi di accumulo.		gli stessi interventi dei soggetti privati, concorrono agli interventi di isolamento termico delle superfici opache, alla sostituzione degli infissi e di installazione di schermature solari. Possono inoltre essere agevolati interventi per realizzare edifici ad energia quasi zero anche attraverso un aumento della volumetria degli edifici esistenti di massimo un 25%. Ed infine si prediligono impianti di illuminazione efficiente e sistemi tecnologici automatici elettrici ed anche termici.
DOCUMENTI DA PRODURRE	Sono da conservare tutte le fatture e le ricevute fiscale inerenti ai lavori effettuati. E' importante conservare la domanda di accatastamento, ricevute di pagamento dell'IMU, Approvazione dei lavori,	Autodichiarazione sui bonus di cui si è usufruito negli ultimi 10 anno. Visura catastale. APE iniziale. Analisi preventiva e fattibilità. Relazione tecnica. Conformità urbanistica ed edilizia. Prospetti dwg. Computi metrici. Documenti inerenti alla trasmittanza e certificazione dei serramenti sostituiti. Documentazione fotografica interventi. Dati e certificati delle nuove chiusure oscuranti. Schede tecniche di ogni materiale acquistato ocn relativa dichiarazione di corretta posa in opera. Dopo l'attuazione di almeno il 30% dei lavori occorre presentare la comunicazione dei lavori,	Comunicazione di inizio lavori. Bonifico bancario o postale, Fattore o ricevute fiscali delle spese degli interventi. Autocertificazione in cui viene descritto che le spese non eccedano i massimali. Dichiarazione dell'amministratore di condominio attestazione adempimenti obblighi di legge e massimali di costo imposti. Asseverazione ed attestato di conformità degli interventi. Atto di cessione dell'immobile.	APE che definisce la conizioni energetiche dell'immobile. Relazione tecnica. Dichiariazione di proprietà dell'immobile. Dichiarazione di conformità urbanistica. Prospetti dell'edificio in dwg. Computi metrici. Dati dei serramenti sostituiti e delle chiusure oscuranti. Schede tecniche dei materiali e verifiche dei CAM. Fotografie prima dell'intervento. Schede degli impianti installati. Fotografie post intervento. APE dello stato finale di intervento. Scheda descrittiva dell'intervento. Agibilità. Congruenza dei costi massimi e la risposta dell'intervento ai requisiti. Visto di conformità.	Bonifico bancario o postale. Solo su interventi di efficienza energetica: dati di chi sostiene le spese. Tipo di intervento. Dati dell'edificio. Risparmio annuo di energia conseguito. Costo dell'intervento. Importo utilizzato per il calcolo della detrazione. Conservare: Fatture. Ricevuta del bonifico. Abilitazioni amministrative richieste o dichiarazione sostitutiva dell'atto di notorietà con indicazione della data di inizio lavori. Domanda di accatastamento, per immobili non censiti. Ricevute di pagamento dei tributi locali sugli immobili, se dovuti. Delibera assembleare di	I documenti comuni a tutti gli interventi sono la richiesta di cessione degli incentivi, delega, autorizzazione del proprietario, fattoure e documentazione che attestano i pagamenti effettuati per gli interventi. Documentazione per accesso diretto: Si devono allegare le asseverazioni del tecnico abilitato, le relazioni tecniche e illustrative dell'intervento e le documentazioni fotografiche. Se gli edifici saranno nZEB occorrerà effettuare un APE pre e post intervento. Attestati che descrivono il rispetto dei requisiti minimi. Si devono invece conservare docu-

Fig. 142 Resoconto incentivi e detrazioni, elaborazione personale Barbieri-Tatti

	BONUS CASA	ECOBONUS*	SISMABONUS*	SUPERBONUS 110%	BONUS FACCIATE	CONTO TERMICO
		computi metrici, fatture, documentazione fotografica, asseversazione, scheda descrittiva intervento, ricevuta del codice della domanda effettuata. A fine lavori occorre presentare: computi metrici, dichiarazione fine lavori, APE pos-operam, computi metrici, documentazione fotografica fine lavori, asseverazione, certificato di agibilità, relazione descrittiva intervento e ricevuta informatica del codice inerente alla domanda effettuata.			approvazione dell'esecuzione dei lavori e tabella millesimale, per gli interventi condominiali. Consenso ai lavori, per gli interventi fatti da chi detiene l'immobile. APE ed asseverazione.	menti come la diagnosi energetica, le stratigrafiem Ape post e pre intervento, shcede tecniche dei materiali utilizzati, certificati di manutenzione impianto,relazioni tecniche, certificato di collaudo dell'impianto e di quello illuminotecnico, verifica del livello di illuminamento, libretti degli impinati, dichiarazione di conformità degli impianti, certificati che attesti i livelli di emissione, fatture di acquisto delle buomasse per alimentare gli impianti, test report per i collettori solari. Per quanto concerne la richiesta di incentivi su prenotazione occorre allegare: Richiesta, contratto di rendimento energetico, delelga, diagnosi energetica, atto amministrativo, verbale di consegna dei lavori, avvio dei lavori, dichiarazione conclusione dei lavori, richiesta prenotazione incentivi, autocertificazione UNI CEI 11352.
CESSIONE CREDITO	NO	SI	NO SI nei condomini	SI	NO	SI
SCONTO DI FATTURA	NO	SI	SI	SI	SI	SI dal 2021
SCADENZE	31/12/2020 31/12/2021	31/12/2020 31/12/2021	31/12/2021	30/06/2022 31/12/2022 30/06/2023 31/12/2023	31/12/2021 31/12/2022	-
TRASMISSIONE DATI ENEA	Obbligatorio	Obbligatorio	Obbligatorio	Obbligatorio	Obbligatorio	NO Obbligatorio al GSE

Fig. 142 Resoconto incentivi e detrazioni, elaborazione personale Barbieri-Tatti

6

CAPITOLO

6.CASI STUDIO | DIFFERENTI METODOLOGIE DI RIQUALIFICAZIONE

In questo capitolo verranno trattati due casi studio di edifici residenziali Italiani appartenenti alla regione Piemonte. Questi sono stati redatti con il contibuto del centro di ricerca Environment Park. Il primo caso studio riguarda la riqualificazione di un condominio tramite Superbonus110% ed il secondo di un complesso di immobili di edilizia pubblica con l'applicazione del POR FESR 2014-2020 con diagnosi energetica e Protocollo Itaca per giungere alla definizione di un edificio nZEB per ottenere la certificazione di sostenibilità energetico-ambientale.

Occorre affermare quale sia stato il contributo dato affiancando il team di progetto dell'Environment Park settore "Green Building".
Nella prima casistica appartente al Super Ecobonus110% (Superbonus110%), l'aiuto dato all'azienda è stato inerente all'intero processo di studio escludendo il sopralluogo ed il rilievo. Lo studio degli interventi, stratigrafie, modello energetico, attestato di prestazione energetica e valutazione dei costi sono stati fatti affincando i professionisti del settore GB.
Nel secondo caso studio inerente al POR FESR invece il contributo è stato differente, in quanto la prima parte ovvero dal sopralluogo, creazione modello energetico e quindi alla diagnosi energetica è stata effettuata dall'azienda nel periodo precedente al tirocinio formativo e quindi alla stesura della tesi. Come verrà riproposto durante la spiegazione di tale caso studio si intende sottolineare come la prima parte ovvero la stesura della diagnosi energetica non si è fatta personalmente, ma si è usufruito del lavoro del centro Environment Park per redigere pensieri critici a riguardo.
Si è invece dato il contributo all'interno dell'analisi degli edifici attraverso il Protocollo Itaca, di cui non verranno riportati tutti i criteri analizzati ma soltanto alcuni emblematici dello studio ovvero:

- 1.6 Accessibilità al trasporto pubblico;
- A1.8 Mix funzionale dell'area;
- C.6.8 Effetto isola di calore;
- D3.2 Temperatura operativa;
- D4.1 Illuminazione naturale (FLD_m).

I software utilizzati per i casi studio riportati nelle pagine successive sono stati:

- Autocad per realizzare gli elaborati grafici;
- Edilclima per la realizzazione del modello energetico e relativo studio;
- Icaro 1.0 e PAN 7.0. per lo studio di alcuni criteri del protocollo ITACA;
- Mold Simulator 5 Pro utilizzato per lo studio dei ponti termici;
- Revit usufruito per realizzare il modello tridimensionale con relativo studio degli ombreggiamenti;
- Rhino con Grassoppher (Ladybug) per le analisi climatiche.

6.1 LA CONDIZIONE DEL PIEMONTE

Attaverso i casi studio la tesi analizza due differenti metodologie di approccio alla riqualificazione energetica di edifici in Regione Piemonte. Il primo attraverso l'uso del Super Ecobonus (Superbonus 110%) (Pag.205) e il secondo attraverso i fondi previsti dal POR/FESR 2014-2020 (Pag.278) con l'applicazione del "protocollo ITACA edifici residenziali Regione Piemonte" con la diagnosi energetica. Lo scopo finale è individuare le potenzialità e criticità degli interventi confrontandoli con quelli esistenti nel mercato europeo.
La presenza di una certa quantità di detrazioni e possibilità di finanziamento sicuramente è un'occasione per attivare quel meccanismo di riqualificazione di fondamentale importanza per la nazione italiana.
In primo luogo infatti si ritiene fondamentale soffermarsi sulla condizione di finanziamenti e possibilità presenti nel Piemonte ad oggi. Questo perchè come si è già visto nei capitoli precedenti il principale consumo energetico mondiale proviene anche dalle costruzioni civili e il valore tederà a salire molto rapidamente senza un intervento immediato. In Piemonte, attraverso il "Rapporto statistico sull'energia in Piemonte, Regione Piemonte, anno 2020" [68], si può essere a conoscenza che il 32% dell'energia è appunto consumata dal settore civile. In seguito il 27% di energia è attribuibile ai trasporti, un 23% al mondo industriale e il restante al Terziario e all'agricoltura e pesca.
All'interno del settore civile una grande quantità di energia proviene, 51%, dai combustibili fossili, solo il 17% proviene da fonti rinnovabili e un 20% da energia elettrica.
La regione Piemonte vede una grande potenzialità di rinnovo dato il suo parco edilizio appartenente in quantità maggiore agli anni 60.

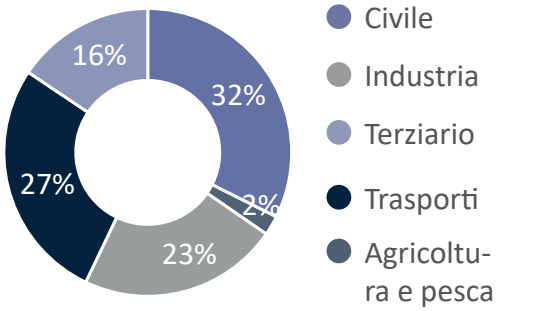


Fig. 143 Consumi finali per settore, rielaborazione grafico[68]

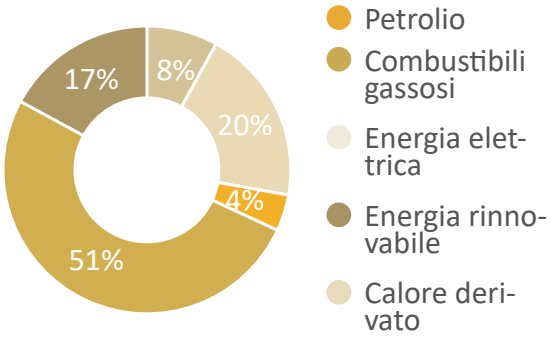


Fig. 144 Consumi civili, rielaborazione grafico[68]

Inoltre il totale di edifici presenti è di 1.079.246 di cui residenziali il 944.690. La regione infatti per incentivare interventi di riqualificazione in questa grande fetta di edifici residenziali ha adottato politiche di investimento attraverso delle detrazioni fiscali di cui il privato o il pubblico possono usufruire. La quantità di progetti di riqualificazione energetico-ambientale ad oggi effettuata però, non è ancora sufficiente per contrastare le problematiche descritte nei capitoli precedenti. Il patrimonio edilizio ormai appartiene ad un'epoca di costruzione che, attraverso le proprie tecnologie, non permette più di rispondere ai fabbisogni che ad oggi si presentano.

Occore però effettuare un passo indietro e rappresentare uno studio riguardo alla quantità e tipologia del patrimonio edilzio piemon-

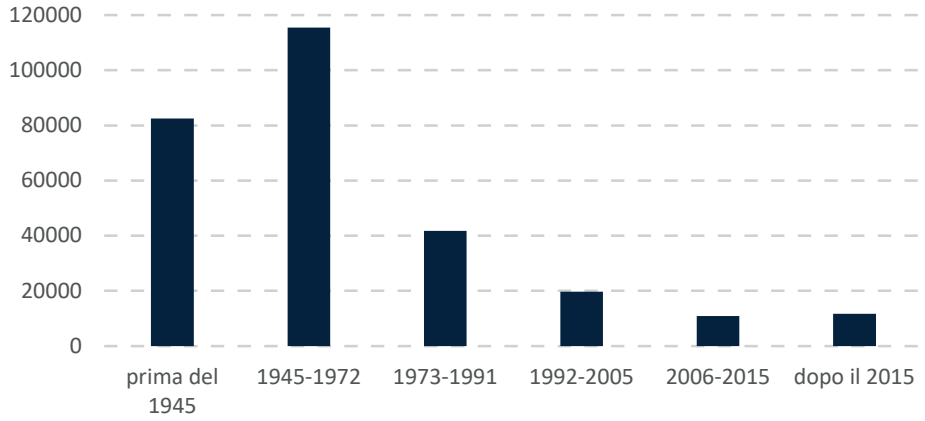


Fig. 145 Richieste di APE suddivise in anno di costruzione degli edifici, rielaborazione grafico[42]

tese. Si è consultata la banca dati del Sistema Informativo per la Prestazione Energetica degli Edifici (SIPEE), ENEA e SIAPE, attraverso i quali si è potuto tracciare il profilo energetico in relazione agli attestati di prestazione energetica e agli anni di costruzione degli immobili. E' fondamentale comprendere le tecniche edilizie con cui si suddivide il patrimonio approfondendo gli anni di costruzione dello stesso. Lo studio effettuato ha rilevato come nella Regione coloro che hanno fatto richiesta di attestato di prestazione energetica siano per la maggioranza edifici costruiti prima del 1945 e tra il 1945 e il 1972. I dati non si discostano particolarmente da quello che è la suddivisione del patrimonio edilizio italiano che si è visto nei capitoli precedenti. Dal grafico sopra riportato si vede infatti come l'edificato del dopoguerra ovvero 1945-1972 rappresenta il 41% rispetto al totale, seguito poi dall'edilizia precedente al 1945 per il 29%. Successivamente si trova una quantità rilevante tra il 1973-1991 uguale al 15% rispetto al totale e poi successivamente occorre osservare come le nuove costruzioni tendono a diminuire drasticamente sino ad arrivare a pesare il 4% dopo il 2015. Occorre poi approfondire quali siano le classi energetiche che si sono riscontrate attraverso l'APE all'interno della Regione. Come in realtà si era immaginato, essendo gli edifici costruiti con tecniche edilizie non performanti, vi è una grandissi-

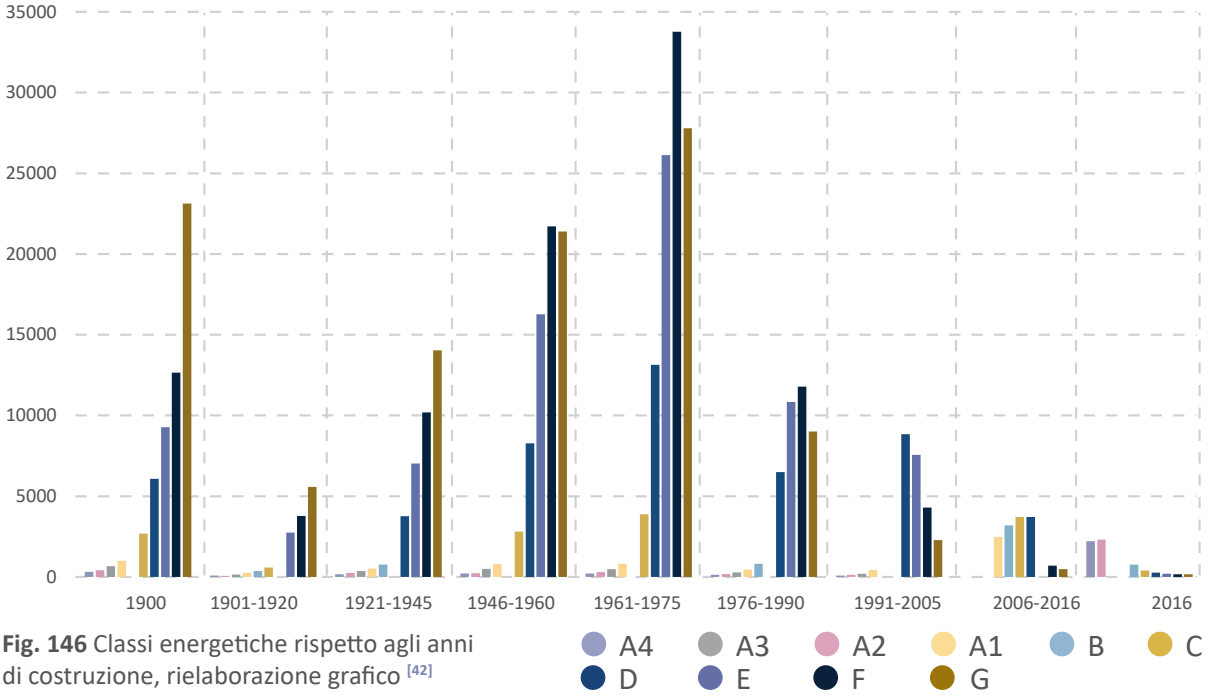


Fig. 146 Classi energetiche rispetto agli anni di costruzione, rielaborazione grafico [42]

ma presenza di classe energetica bassa ovvero F-E-G. Leggendo il grafico sottostante possiamo riflettere sulle differenze tra edifici costruiti tra il 1900 e il 2016. Inizialmente infatti si troveranno edifici per la maggior parte appartenti ad una classe energetica G (23131 manufatti edilizi). Sino al 1990 si può affermare che la situazione non cambi notevolmente e che rimangano le classi energetiche più sfarevoli le protagoniste del tessuto edilizio. La classe energetica G è la più frequente sino al 1960 quando questa si sposta ad essere la F. Le classi energetiche medie-alte, ovvero dall D alla A4 non sono minimamente confrontabili in termini numerici data la loro scarsa popolarità. Inolte si evince che gli edifici che hanno richiesto maggiormente una certificazione energetica risultino trovarsi nella quinta fascia ovvero costruiti tra il 1961 e il 1975 con prestazioni maggiormente appartenenti alla Classe E,F e G. Tra il 1991-2005 si vede una seria diminuzione di edifici in classe energetica bassa per incentrarsi in quella media con 8839 edifici appartenente ad una classe energetica D. Dal 2006 agli anni successivi al 2016 invece le classi energetiche alte saranno quelle ad essere maggiormente frequenti. Inoltre è importante affrontare il tema della motivazione del rilascio dell'attestato che per la maggioranza risultano appartenere ad un passaggio di proprietà (202.039 edifici). Un'altra grande fetta di edilizia richiede un APE per locazione, pari a 125.127 edifici. Vi sono poi altre motivazioni di cui si è servito per la redazione di un APE, tra cui il contributo POR FESR 2014-2020 per un totale di 13.177 edifici, ristrutturazione importante 13.674 , riqualificazione energetica 16.433 e per contratto di servizio energia 1.469 edifici. Attraverso lo studio SIAPE ed ENEA è stata effettuato una media dell'indice di prestazione energetica globale non rinnovabile $EP_{gl,nren}$ che è definito da un valore pari a 239,1 kWh/m²anno. Si ricorda che l'indice di prestazione energetica rappresenta il totale del consumo energetico da energia non rinnovabile di un immobile. Per quanto concerne l'indice di prestazione energetica provenineti da fonti rinnovabili $Ep_{gl,ren}$ è pari a 24,8kWh/m²anno e le emissioni di CO_2 medie 52,6 kg CO_2/m²anno.

Ciò che si è riportato nei paragrafi precedenti rappresenta la totale situazione Piemontese ovvero interessa tutte le destinazioni d'suo tra cui quella residenziale, gli uffici, ospedali, attività ricreative e di culto, commercio, attività sportive, scuole ed attività artigianali ed industriali.
Nella tesi si andarà ad analizzare la riqualificazione energetica riguardo la destinazione d'uso E1.1 appartenente ad un uso di immobili residenziali che tra l'altro è quello che è rappresentato dal numero maggiore di richiesta delle APE. Infatti secondo il sondaggio di SIAPE ed ENEA la richiesta di attestati di prestazione energetica si suddivide in residenziale per un totale di 247.697 edifici ovvero il 87,8 % del totale e non residenziale 34.291 pari al 12,2%.
Considerando esclusivamente edifici a de-

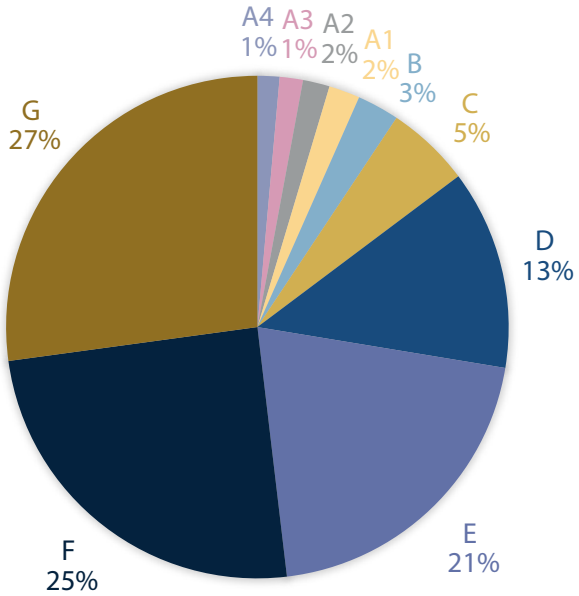


Fig. 147 Classe energetica edifici residenziali, rielaborazione grafico [42]

stinazione residenziale, complessivamente sono stati analizzati determinati dati che definiscono il profilo delle richieste di un attestato di prestazione energetica. La classe energetica bassa caratterizza la maggioranza del parco edilizio rapprestando il 73% del totale. La classe energetica alta è rappresentata da piccolissime porzioni rispetto al totale degli edifici e caraterizzano appunto solo il 6% rispetto al totale.

E’ quindi fondamentale operare politiche che consentano di agevolare la riqualificazione di edifici appartanenti a questo settore e tenendo in considerazione i dati del 2019 scritte nel "rapporto annuale di efficienza energetica 2020, analisi e risultati delle policy di efficenza energetica del nostro paese, ENEA" [1] le maggiori detrazioni utilizzate dai cittadini della regione Piemonte sono state quelle appartenenti all’Ecobonus, Conto Termico e Bonus Casa, come già affrontato nel capitolo precedente.

6.2 STRATEGIA DI LAVORO

Per entrambi i casi studio considerati si è definita una strategia lavorativa comune utile per il raggiungimento delle finalità proposte.

In primo luogo occorre anticipare come i due casi studio affrontino la stessa tematica inerente alla riqualificazione energetica di edifici a destinazione d'uso E1(1) "abitazioni adibite a residenza con carattere continuativo: quali abitazioni civili, rurali ", ma usufruendo di strumenti differenti. In partiolare verranno affrontati argomenti similari e si approfondiranno le strategie utilizzate facendo riferimento alla possibilità di usufruire di diverse agevolazioni. La finalità del lavoro sarà quella di capire quanto l'erogazioni di incentivi e la modalità con cui vengono applicati potrà giovare al progetto di riqualificazione energetica ambientale e quindi quali potenzialità ma anche criticità comporterà.

Per realizzare il modello di calcolo energetico si è utilizzato il Software Edilclima certificato Certificato di garanzia di conformità n. 73 alle UNI/TS 11300-1:2014, UNI/TS 11300-2:2014, UNI/TS 11300-3:2010, UNI/TS 11300-4:2016, UNI/TS 11300-5:2016, UNI/TS 11300-6:2016 e alla UNI EN 15193:2008, rilasciato dal C.T.I. (Comitato Termotecnico Italiano) il 15 marzo 2017.
Questo permette di definire il fabbisogno termico di riscaldamento e di raffrescamento annuo di un edificio. La funzione del software analizzata è stata per il calcolo dell'energia primaria.
Il modello energetico è stato impostato considerando diversi appartamenti come "zone termiche" con i diversi locali definiti in relazione alla destinazione d'uso (Soggiorno, cucina, bagno, camera) per consentire una corretta imputazione dei ricambi d'aria in funzione del tipo di ambiente. La strategia di lavoro però pone le sue radici in azioni precedenti a quelle dell'utilizzo del software. A pagina 230 si è cercato di schematizzare le varie fasi che compongono il processo lavorativo. Essendo due casi studio differenti è stato anche importate capire quali fossero le azioni comuni ad entrambi e dove invece ci fosse la doverosità di porre attenzione e diversificazione.
Nel primo punto dello schema si trova "analisi città e quartiere", è infatti utile effettuare uno studio su quelle che sono le caratteristiche della zona, le potenzialità del manufatto architettonico in relazione agli spazi esterni ma anche alle costruzioni limitrofe. Si è infatti realizzato una ricerca riguardo la classe energetica media degli edifici circostanti, la potenzialità rispetto alla presenza di trasporti pubblici, servizi commerciali, spazi verdi ect ect... Il metodo di analisi è obbligatorio, come nel secondo caso studio, con un sistema di certificazione energetico-ambientale come il protocollo Itaca. Occorre inoltre sviluppare delle analisi climatiche che consentono di capire già dal principio dove e in che condizioni esterne si trovi l'edificio di riferimento. Già così si è in possesso di prerequisiti utili per affrontare successivamente una riqualificazione. E' importante reperire tutti i dati riguardanti il contesto quali i gradi giorno, la radiazione solare incide e le caratteristiche costruttive.

Occorre quindi definire quali siano le finalità del lavoro ovvero in questa casistica se redigete un Attestato di prestazione enegetica (APE) oppure una diagnosi energetica. Capire i limiti all'interno dei quali spostarsi è fondamentale per calibrare il lavoro e organizzare le fasi precedenti al sopralluogo. Successivamente infatti vanno definiti dei questionari da far compilare agli utenti o professionisti al momento della raccolta dati nel sopralluogo che comprendono le caratteristiche dell'involucro trasparnti ed opachi, degli impianti meccanici sino alla mappatura della modalità d'uso dei singoli ambienti e delle proprie

temperature estive ed invernali. Il momento del sopralluogo è fondamentale poichè se fatto bene comporterà la realizzazione di un modello energetico affidabile. In questa fase infatti occorre rilevare l'edificio e la sua documentazione. Una volta finita in maniera esaustiva questa prima parte si deve passare alla caratterizzazione dell'involucro opaco trasparente e degli ombreggiamenti che caratterizzano le singole finestre. che modificano il parametro di trasmissione luminosa del serramento sottostante.

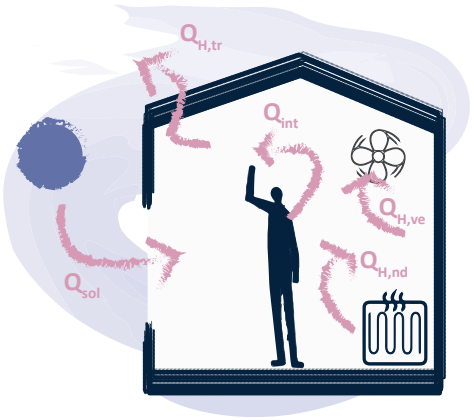


Fig. 151 Fabbisogno termico invernale, elaborazione personale Barbieri-Tatti

Successivamente si sono riscontrati i consumi energetici dell'edificio utilizzando appunto il modello energetico realizzato attraverso Edilclima. Occore in questo momento affermare come la procedura tra un APE e una diagnosi sia differente in quanto nell'attestato di prestazione energetica viene esclusivamente realizzato il modello seguendo la normativa attraverso dati di input standard. Nella diagnosi energetica invece occorre confrontare i consumi reali provenienti dallo studio delle bollette energetiche il modello energetico realizzato che ha usufruito di reali condizioni e non di standard da normativa. In riferimento all'analogia e differenze per l'analisi di diagnosi energetica o attestato di prestazione energetica verrà descritto in dettaglio a Pag 295 .Una delle finalità del software è quella di riportano i due fabbisogni di energia termica utile rispettivamente per il riscaldamento e per il raffrescamento dati dalla norma UNI/TS 11300-1 quindi calcolati per ogni mese.
Nello specifico nel caso del riscaldamento quindi ponendosi in condizioni invernali vi è la necessità di riscontrare un valore del fattore $Q_{H,nd}$ ovvero il fabbisogno di energia termica utile per il riscaldamento.

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

Dove
$Q_{H,ht}$= Rappresenta lo scambio di energia termica totale nel caso di riscaldamento [MJ]
$Q_{H,tr}$= Rappresenta lo scambio di energia termica per trasmissione nel caso di riscaldamento [MJ]
$Q_{H,ve}$= Rappresenta lo scambio di energia termica per ventilazione nel caso di riscaldamento [MJ]
Q_{gn} = Rappresenta gli apporti totale di energia termica [MJ]
Q_{int} = Rappresenta gli apporti totale di energia termica dovuti alle sorgenti interne [MJ]
$Q_{sol,w}$= Rappresenta gli apporti di energia termica dovuti alla radiazione solare incidente nei componenti trasparenti [MJ]
$\eta_{H,gn}$ = Fattore di utilizzazione degli appporti di energia termica [-]

Per quanto concerne il fabbisogno di energia utile per il raffrescamento $Q_{c,nd}$ questo deriva dalla formula:

$$Q_{c,nd} = Q_{gn} - \eta_{C,ls}\ Q_{C,ht} = (Q_{int} + Q_{sol,w}) - \eta_{c,ls} \cdot (Q_{C,tr} + Q_{C,ve})\ [MJ]$$

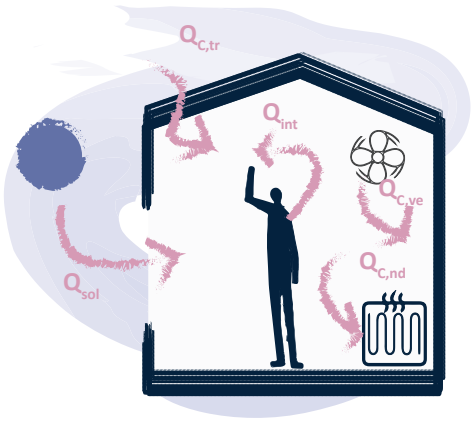


Fig. 152 Fabbisogno termico estivo, elaborazione personale Barbieri-Tatti

Dove

$Q_{C,ht}$= Rappresenta lo scambio di energia termica totale nel caso di raffrescamento [MJ]

$Q_{C,tr}$= Rappresenta lo scambio di energia termica per trasmissione nel caso di raffrescamento [MJ]

$Q_{C,ve}$= Rappresenta lo scambio di energia termica per ventilazione nel caso di raffrescamento [MJ]

Q_{gn} = Rappresenta gli apporti totale di energia termica [MJ]

Qint = Rappresenta gli apporti totale di energia termica dovuti alle sorgenti interne [MJ]

$Q_{sol,w}$= Rappresenta gli apporti di energia termica dovuti alla radiazione solare incidente nei componenti trasparenti [MJ]

$\eta_{C,ls}$ = Fattore di utilizzazione delle dispersioni di energia termica [-]

La prima componente che si riporta è quella derivata dallo scambio di energia termica dovuta alla trasmissione $Q_{H/C,tr}$

$$Q_{H/C,tr} = H_{tr,adj}\ (\Theta_{int,set,H/C} - \Theta_e)\ t + \{\sum F_{r,k}\ \Phi_{r,mn,k}\}\ t + \{\sum(1 - b_{tr,l})\ Fr,l\ \Phi_{r,mn,u,l}\}\ t - Q_{sol,op}\ [MJ]$$

Questo valore determina lo scambio termico per trasmissione che persiste tra l'ambiente preso in considerazione e ambienti con temperature differenti. Vengono considerati ambienti riscaldati con una temperatura diversa, ambienti non riscaldati ed esterno.

Per quanto riguarda gli apporti solari attraverso l'involucro trasparente, sono stati calcolati secondo la formula:

$$Q_{sol,op} = \{\sum \Phi_{sol,w,mn,k}\}\ t + \sum Q_{sol,w,j}\ [MJ]$$

Per determinare tale valore si deve essere a conoscenza di $g_{gl,n}$, calcolato attraverso la norma UNI EN 410 oppure attraverso valori standard che sono definiti dal tipo di vetro con cui è composto l'involucro trasparente. Per calcolare il valore $g_{gl,n}$ deve essere noto il fattore F_w ovvero il fattore di esposizione calcolato per tipologia di vetro, mese ed esposizione. Fondamentale è calcolare l'incidenza che la tramissione solare ha all'interno dell'ambiente se questa fosse schermata da possibili presenze di tende attraverso il valore di g_{gl+sh}. Inoltre ogni serramento è definitio sia dalle proprie caratteristiche dimensionali sia dagli ombreggiamenti che modificano la radiazione totale entrante. Gli ombreggiamenti vengono identificati dal fattore $F_{sh,ob}$ che racchiude l'ombreggiatura determinata dagli aggetti orizzontali, da quelli verticali e infine dalla presenza di ostacoli esterni.

Successivamente un ulteriore fattore che concorre a determinare il fabbisogno termico utile è risulta essere lo scambio di energia termica per ventilazione prendendo in considerazione la sola ventilazione sia naturale sia meccanica.

$$Q_{H/C,ve} = H_{ve,adj}\ (\Theta_{int,set,H/C} - \Theta_e) \cdot t\ [MJ]$$

In particolare, per la ventilazione naturale, si tiene in considerazione la portata di ventilazione di ricambi d'aria valutati in vol/h per consentire di mantere condizioni interne di comfort.

Si sono poi andati a definire gli apporti termici interni. Per categorie di edificio e relative destinazioni d'uso vi sono degli apporti termici sensibili Φ_{int}/A_f definiti in W/m^2

$Qint = \{\sum \Phi int,mn,k \}_{\bullet} t + \{\sum (1\text{-}btr,l) \bullet \Phi int\text{-},mn,k \}_{\bullet} t$ [MJ]

La volotà della lettura dei casi studio considerati è per determinare il consumo energetico degli stessi. Questo verrà trovato attraverso il fattore $EP_{gl,nren}$ ovvero l'indice di prestazione energetica globale non rinnovabile dell'edificio. Per quanto concerne la certificazione energetica APE questo valore definisce anche la "targa energetica" dell'edificio ovvero la classe energetica. Quest'ultimo argomento verrà affrontato nel caso studio 1 a pagina XX insieme anche alla verifica dei requisiti legislativi.
Una volta completato il modello energetico occore definire gli interventi da effettuare. L'azione di efficientamente infatti deve prevedere un intervento sull'involucro e/o sugli impianti meccanici e termici e/o sull'utilizzo delle fonti rinnovabili. Ovviamente devono essere definiti differenti scenari per redigere i relativi risparmi energetici previsti, i costi da effettuare e quindi scegliere il perfetto connubio tra questi fattori. Una volta definiti i reali interventi si dovrà modificare io modello energetico per confrontare i nuovi consumi energetici e la verifica dei requisiti legislativi con quelli ante-intervento.
Infine sarà fatta la valutazione economica considerando sempre le agevolazioni appartenenti a ciascun caso studio, i limiti di spesa che non devono essere oltrepassati e le verifiche che devono essere redatte.

Si rimanda allo schema della pag 230 per chiarire la metodologia di lavoro.

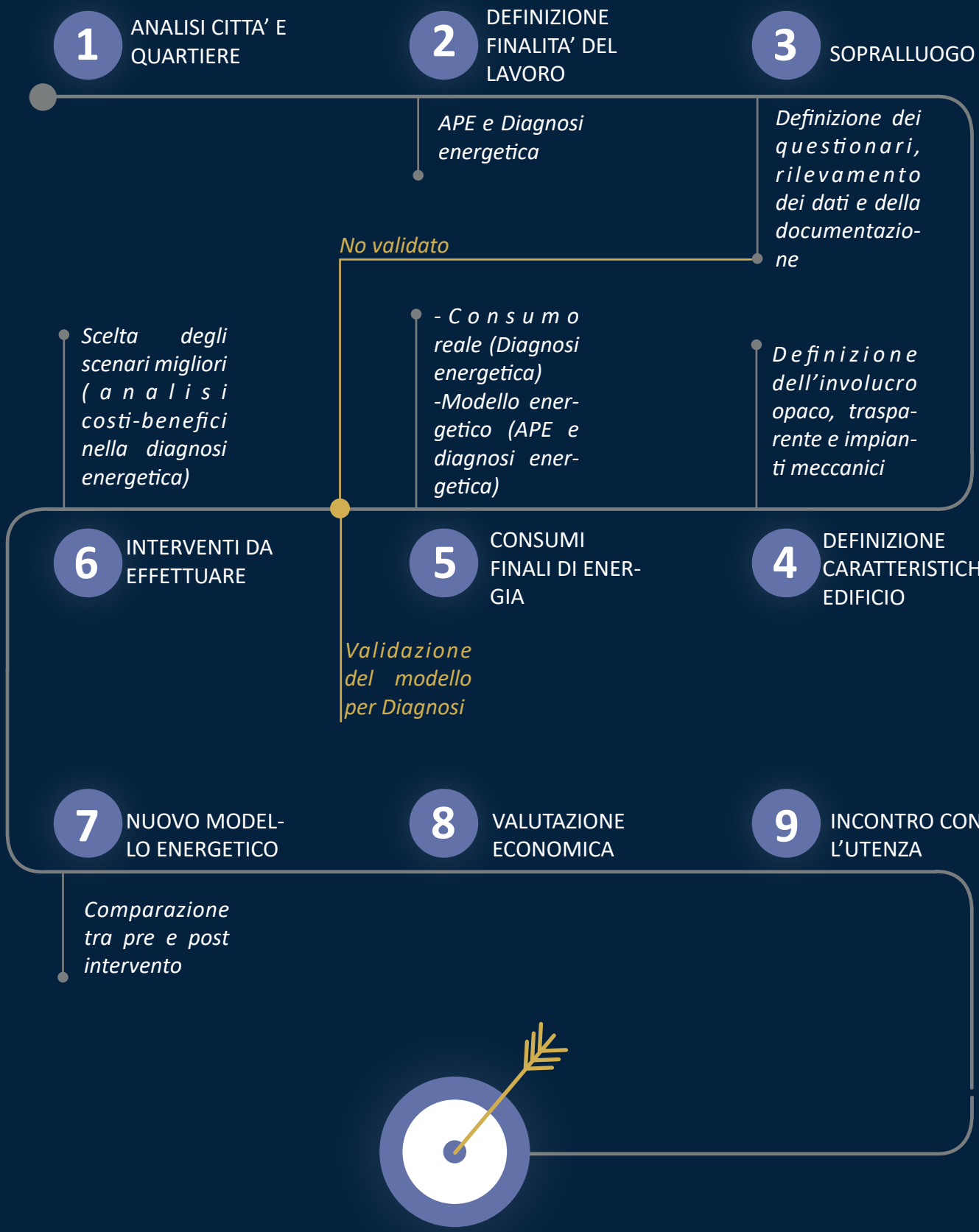


Fig. 153 Strategia di lavoro, elaborazione personale Barbieri - Tatti

6.3 CASO STUDIO 1 | Applicazione Super Econobonus110% (Superbonus 110 %)

6.3.1 LOCALIZZAZIONE E PRESENTAZIONE DELL'EDIFICIO

Il primo edificio oggetto di studio nella tesi è situato a Collegno in provincia di Torino. La costruzione dell'edificio residenziale è collocata in un quartiere prettamente residenziale all'interno del quale si collocano tutti i servizi di prima necessità. L'edificio si trova quindi in un quartiere molto servito e con attività adatte ad un range di popolazione dai più piccoli sino ai più anziani.

Collegno è un comune Italiano nella periferia di Torino di un area pari a 18,1 km² e una popolazione di 49.686 abitanti. La popolazione è per la maggioranza adulta tra i 40 e i 70 anni. Per 49.686 abitanti vi sono 5008 edifici di cui 4845 utilizzati. Gli edifici sono per la maggior parte residenziali 4186 diversificati per tipologia costruttiva, la prevalente risulta essere il cemento armato che costituisce 3919 edifici, mentre in laterizio sono presenti 260 edifici e solamente 7 in materiali come acciao e legno. Questa distinzione è importante per poter capire l'anno di costruzione del tessuto edilizio presente nella città. A Collegno il 22,5% degli edifici risulta essere stato costruito tra il 1961-1970, il 15,8% tra il 1919-1945, più della metà del patrimonio edilizio della città appartiene all'epoca dall'inizo del 900 sino agli anni 80. Una piccola parte infatti calcolata come il 14% è stata costruita dopo gli anni 2000.

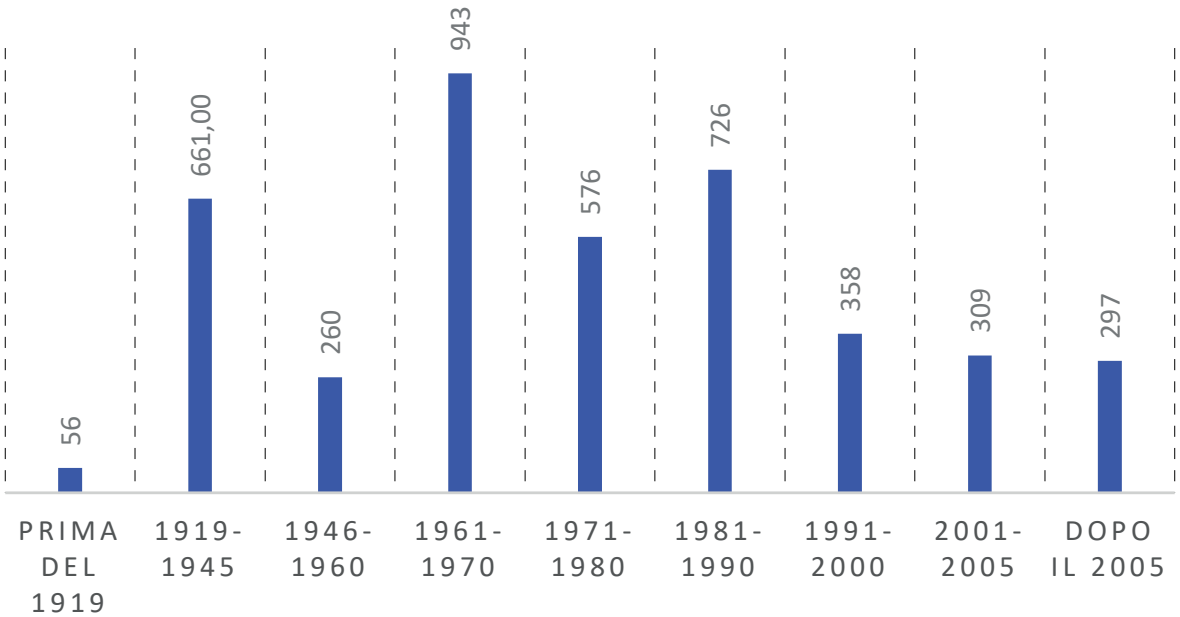


Fig. 155 Epoca tessuto edilizio, elaborazione personale Barbieri-Tatti su dati [34]

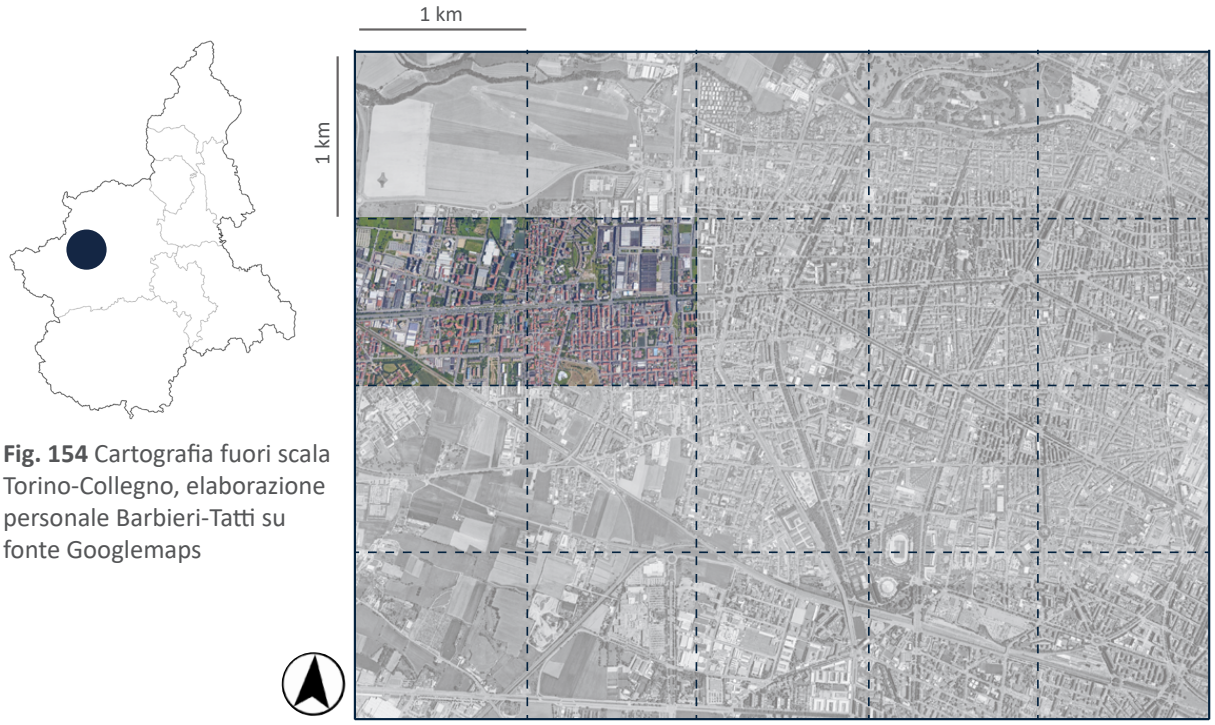


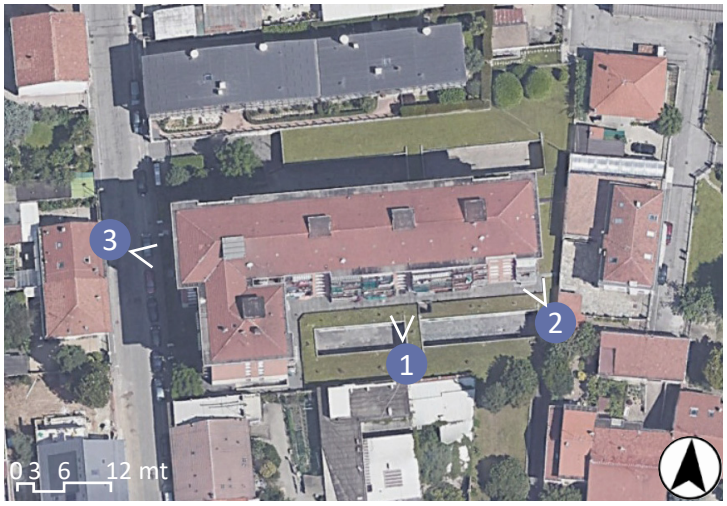
Fig. 154 Cartografia fuori scala Torino-Collegno, elaborazione personale Barbieri-Tatti su fonte Googlemaps

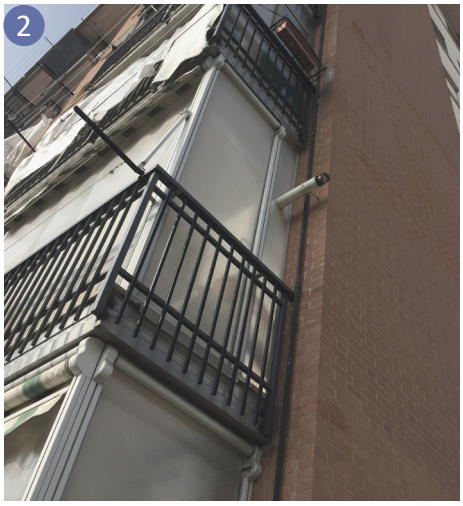


Fig. 154 Cartografia fuori scala Torino-Collegno, elaborazione personale Barbieri-Tatti su fonte Googlemaps



1 edificio	74 Appartamenti	7 piani fuori terra	
Anno= 1975	Volume = 19.558,12 m^3	Sup.utile = 8.315,46 m^2	S/V = 0,43 m^{-1}









Indagine fotografica realizzata dal centro Environment Park

Dalle indagini dei siti di vendita-affitto tra cui immobiliare.it, tecnocasa, idealista si è voluto studiare il quartiere attraverso l'offerta di mercato e più nello specifico dividendo l'offerta di mercato in base alla classe energetica degli edifici. Dagli studi effettuati è risultato come per quanto riguarda la vendita c'è una media di 29 appartamenti in classe energetica bassa (E, F, G). 28 appartamenti in classe energetica media (B, C, D) e una quantità di 7 appartamenti, di cui 6 in classe energetica alta.

Le analisi climatiche sono di fondamentale importanza per comprendere a pieno il sito su cui si va ad intervenire. Grazie a queste si possono definire da subito le sue criticità e potenzialità. Per esempio saranno importanti per definire il fabbisogno termico dell'edificio, capire quale superficie della costruzioni avrà una maggiore radiazione, se si avrà bisogno di schermature solari e quando si dovranno utilizzare, se si potrà usufruire di fonti rinnovabili come pannelli solari termici e fotovoltaici, se vi sarà la presenza di isole di calore ect ect. Studiare le condizioni al contorno consente di poter operare una progettazione/riqualificazione sostenibile, così da poter sfruttare a pieno gli apporti gratuiti quali il sole o il vento e progettare un intervento integrato con l'ambiente circostante.

Per quanto concerne l'edificio di riferimento, esso è databile alla metà degli anni Settanta e si compone di sette piani fuori terra riscaldati e un piano interrato non riscaldato dove vi sono i box auto e le cantine. L'edificio, come si nota dalle planimetrie, risulta avere una morfologia compatta e a differenza di quelli limitrofi è caratterizzato da un'altezza superiore poiché gli edifici circostanti sono di bassa o media densità, massimo 3 piani fuori terra. Gli appartamenti sono distribuiti in maniera tale da avere poche superfici disperdenti verso l'esterno o zone non riscaldate come il vano scala, ma grandi superfici confinanti con spazi riscaldati alla stessa temperatura, appunto altri appartamenti. Anche se l'edificio non sia di recente costruzione è per questo che risulterà appartenere ad una classe energetica D quindi media e non ad una bassa come invece ci si poteva immaginare.

Realizzare un intervento di riqualificazione energetica in un quartiere del genere è di particolare interesse dato la forte potenzialità della zona, limitrofa a Torino, che vede la presenza di numerosi comfort esterni all'abitazione ma edifici di bassa efficienza energetica. Lavorare in un caso studio come questo insieme ad esperti presenti all'interno dell'azienda di Environment Park di Torino ha permesso di poter entrare a 360 gradi nell'azione di retrofit sia energetico che architettonico. Il principio adottato è stato quello di dover migliorare le condizioni di comfort interno degli abitanti, sia invernale che estivo, ma allo stesso tempo di diminuire gli sprechi energetici a causa della poca performance dell'involucro edilizio e degli impianti annessi.

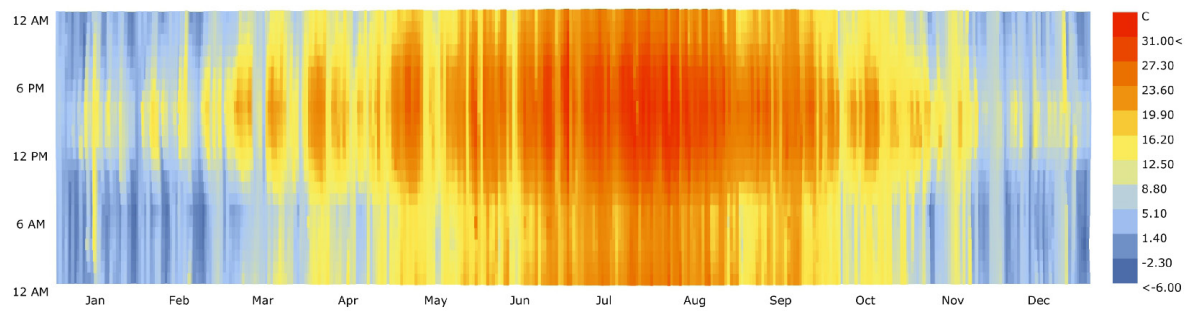


Fig. 156 Il grafico rappresenta la temperatura di bulbo secco, elaborazione personale Barbieri-Tatti

Il comune di Collegno rientra in zona climatica E con 2.646 gradi giorno secondo la norma UNI 10349:2016. Il grado-giorno (GG) rappresenta il fabbisogno energetico degli edifici per mantenere un comfort interno adeguato. Il GG è la sommatoria dei giorni durante l'arco dell'anno all'interno dei quali è necessario usufruire del riscaldamento per raggiungere la temperatura di 20°C, ovvero la condizione di comfort. Il grado giorno definisce le zone climatiche Italiane, suddividendo in 6 porzioni il territorio e la zona climatica E rappresenta un'uso del riscaldamento dal 15 ottobre al 15 aprile con un numero di ore medie giornaliere di 14.

Gli studi delle condizioni climatiche si sono eseguiti utilizzando il Software Rhino con il tool di Grassoppher Ladybug.
Dal grafico possiamo vedere la temperatura di bulbo secco ovvero la temperatura dell'aria esterna schermata da radiazioni e umidità.
Durante i mesi invernali da Novembre a Febbraio le temperature inferiori a 12,50°C definiscono l'intero arco della giornata. Abbiamo dei picchi di temperatura maggiormente alta durante il primo pomeriggio ovvvero dalle 12 P.M. sino alle 3 P.M. Durante il periodo primaverile e autunnale ovvero nei mesi di Marzo, Aprile,Maggio, Settempre e Ottobre le temperature si alzano raggiungendo i 23,60°C durante il pomeriggio. Soprattutto da Maggio a metà Settembre vediamo un'innalzarsi importante delle temperature con conseguente arrivo dell'estate nei mesi di Giugno, Luglio e Agosto dove le condizioni metereologiche sono caratterizzate da giornate assolate e relative temperature dai 27,30°C ai 31,00°C nell'intero arco della giornata. Solo durante le ore notturne le temperature tendono a scendere leggermente restanto uniformi tra i 23,60°C e i 27,30°C.

In seguito si è andati a studiare la radiazione diretta del sito di Collegno espressa in Wh/m^2. Dal sorgere al calare del sole vediamo che il flusso solare ha energia maggiore durante i periodi estivi, che può arrivare sino a 888 Wh/m^2 per poi passare ad un intensità minore nei periodi invernali ovvero dai 440 ai 704 Wh/m^2 . Questo concetto si comprende in maniera più approfondita nel diagramma solare. Per capire al meglio il diagramma occorre conoscere la sua costruzione." I semicerchi" da Est ad Ovest rappresentano il percorso solare dell'alba al tramonto diviso in 7 linee che rappresentano (dall'alto verso il basso) 21 Giugno, 21 Lug-Mag, 21 Ago-Apr, 21 Set-Mar, 21 Ott-Feb, 21 Nov-Gen, 21 Dicembre. Successivamente vediamo la presenza di linee dove viene visualizzato il posizionamento del sole, quelle rappresentano le ore da est ad ovest del percorso solare, ovvero partendo da Est (dove sorge il sole) vengono raffigurate le 5:00 AM per poi spostarci nell'ultima curva ad Ovest (dove il sole tramonterà) con le 19:00 PM. In questo specifico caso studio,

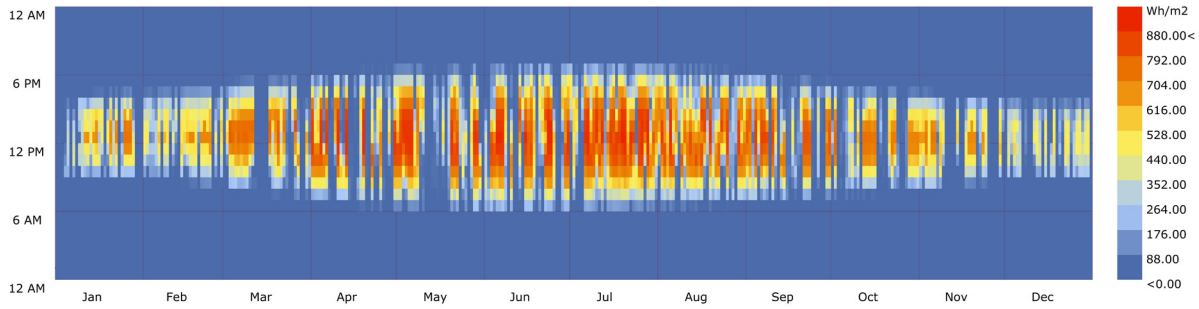


Fig. 157 Il grafico rappresenta la radiazione solare, elaborazione personale Barbieri-Tatti

trovandoci nella città di Collegno, la radiazione solare annuale è maggiore durante i mesi di Luglio e Maggio dove dalle 9:00 AM sino alle 17 – 18 PM vediamo la presenza di un'elevata quantità di energia da 704 ai 880 Wh/m². Le ultime due linee ovvero quelle di Dicembre Novembre e Gennaio vedono una debole presenza di sole ed infatti notiamo valori di radiazione diretta dai 0.00 Wh/m² sino ai 264 Wh/m², decisamenti più bassi dei mesi estivi.

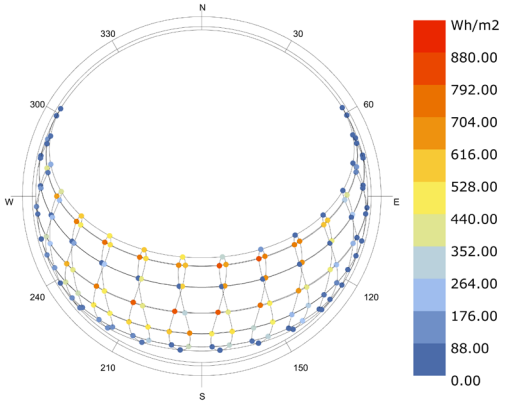


Fig. 158 Diagramma solare, elaborazione personale Barbieri-Tatti

In primo luogo occorre sottolineare come lo studio effettuato sia di fattibilità e non esecutivo. Prima di effettuare il sopralluogo è stato definito un questionario da far compilare agli utenti, utile per essere a conoscenza delle caratteristiche interne delle abitazioni e le volontà degli utenti. In un progetto di riqualificazione in Italia è molto importante rendere i condomini consapevoli dellle condizioni della proprio abitazione e informarli sulle possibilità di poter intervenire con un'azione di retrofit, ovvero i relativi risparmi in termini monetari che si potrebbero trarre dalla riqualificazione. Trattandosi di uno studio di fattibilità e dovendo analizzare un edificio di 74 appartamenti non vi era la possibilità di rilevare tutti i dati necessari allo studio in tutti gli appartamenti. Il questionario ha pertanto consentito di prendere i dati fondamentali riducendo le tempistiche di analisi in relazione alla finalità del lavoro, ovvero lo studio di fattibilità.
Successivamente si è indicato se vi fosse le presenza di un impianto per la climatizzazione estiva e se si in quante e quali stanze fosse presente. Si doveva indicare la provenienza della produzione dell'acqua calda ovvero se da caldaia a gas o da boiler elettrico.Infine il questionario vede la presenza di una sezione denominata "Stato serramenti", in cui il condomino deve indicare se le finestre, portefinesqqqtre e portoncini siano originari o siano stati sostituiti, con annesso identificazione di numero. Inoltre in caso di sostituzione è importante riportarne l'anno e se si ha la disponibilità allegarne la scheda tecnica. Per l'involucro trasparente i serramenti originari sono costituiti da un telaio in legno e un vetro singolo, questi hanno una trasmittanza termica molto elevata che sicuramente comporterà un aumento di fabbisogno energetico dell'intero appartamento.
Si è rilevato che i serramenti sostiuiti fossero o in pvc o in alluminio con un doppio vetro, raramente si sono allegate le schede tecniche, ma dove non era possibile avere la disponibilità di dati certi si è ipotizzata una trasmittanza termica adatta a quella tipologia di vetro e serramento. Vi è una voce finale rilevante, ovvero che indica la volontà di sostituzione o non sostituzione dei serramenti. In un intervento di riqualificazione energetica su un condominio di 74 appartamenti privati, il bonus prevede un tetto massimo di 650euro/m² per la sostituzione di infissi appartenenti ad una classe climatica D,E,F. In questo caso tutti gli appartamenti avevano un costo di sostituzione nettamente inferiore a quello massimo ma, si è pensato a causa della non sicurezza dei condomini , non tutti i detentori di serramenti originari hanno confermato la volontà di sostituirli. Si è riscontrato come 3 appartamenti con serramenti originari sono stati contrari alla loro sostituzione, 31 appartamenti non si sono espressi nella sostituzione

o non è stato possibile rilevare nessun dato all'interno. 37 appartamenti invece avevano già sostituito in anni precedenti i loro serramenti e, all'interno di questi, i proprietari che avevano investito recentemente si sono rifiutati e la restante parte invece ne ha accettato una sostituzione.
Si è effettuato un rilievo puntale dei dati nel sopralluogo nel 72% degli appartamenti. Questo fattore risulta essere molto elevato ed infatti a causa di questa grossa incertezza nel modello energetico saranno ipotizzati dei serramenti originari da sostituire. Dall'analisi dei questionari e dai sopralluoghi è emerso che il 37% degli appartamenti aveva ancora i serramenti originari, di cui il 4% da non sostituire e l'8% da sostituire. Di 23 appartamenti con serramenti sostituiti il 17% non voleva una nuova sostituzione, mentre il 14% si. Vi sono poi 12 appartamenti che vedono la presenza sia di serramenti originari sia già sostituiti, ogni appartamento ha previsto la sostituzione con l'intervento di riqualificazione energetica. Vi è poi una percentuale pari a 13% che ha preferito non esprimere il proprio giudizio, il 9% di loro aveva serramenti originari, mentre il 4% sostituiti.

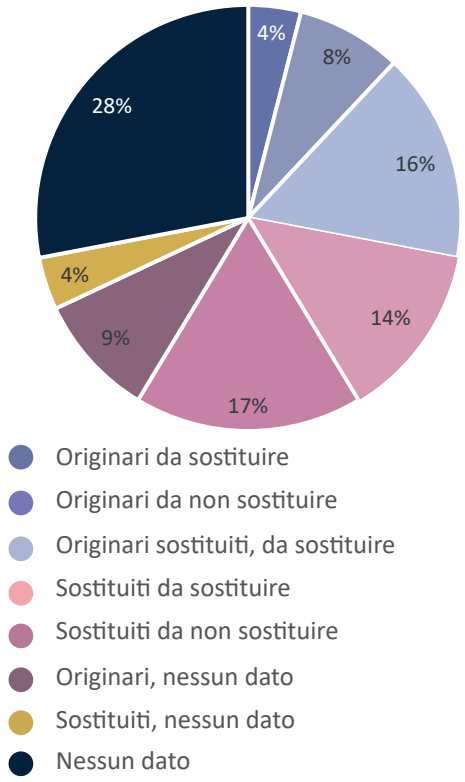


Fig. 160 Tipologia serramenti, elaborazione personale Barbieri-Tatti

SCALA	PIANO	N° APPARTAMENTO	IMPIANTI CLIMATIZZAZIONE ESTIVA		ACS	
NUMERAZIONE			SI/NO	N° STANZE	CALD.	BOILER

STATO SERRAMENTI								
FINESTRE		PORTE FINESTRE PORTONCINO		ANNO SOSTITUZ.	SCHEDE TECNICHE		VOLONTA' SOSTITUZ.	
originari	sostituiti	originari	sostituiti		si	no	no	si

Fig. 159 Questionario di riferimento seconda parte, elaborazione personale Barbieri-Tatti

Occorre approfondire una tematica che riveste particolare importanza, sopratutto a livello Italiano. In questo caso studio, come per tutti gli interventi che dovrebbero richiedere detrazioni attraverso Superbonus 110%, devono necessariamente accertarsi delle condizioni dell'immobile sulla questione abusi edilizi. Infatti il D.L 104/2020 affronta questa problematica affermando che il tecnico deve accertare la non presenza di abusi esclusivamente nelle parti comuni dell'immobile ovvero deve controllare lo "stato di leggittimità" dell'immobile esclusivamente nelle parti comuni. Certo è che il problema che sussiste in questo caso risulta la poca chiarezza da parte della normativa, in quanto non è ben chiaro se l'abusitivismo debba essere esclusivamente considerato nelle parti comuni sotto intervento, oppure se questo possa essere motivo di problematiche anche nelle parti comuni su cui non si andrà ad intervenire. E proprio in quest'ultimo caso non si sa bene come comportarsi. Sorge quindi spontanea una domanda riguardante i singoli condomini, questa riguarda abusi edilizi presenti all'interno delle singole unità immobiliari. Con l'articolo 119 del Decreto di Rilancio è stato affermato come esclusivamente le opere abusive visibili dall'esterno delle singole unità immobiliari possano essere oggetto di studio da parte dei tecnici. In altre parole gli abusi dei singoli appartamenti non visibili esternamente non sono da prendere in considerazione.

E' da affrontare inoltre la tematica della sanatoria, in quanto vi sono determinati abusi che non possono essere sanati, mentre altri potrebbero avere la possibilità di essere regolamentati attraverso un permesso di costruire in sanatoria o ottenere la sanatoria stessa. Nel primo caso quando vi sono interventi realizzati senza il permesso di costruire e nella seconda casistica l'intervento edilizio realizzato risulta essere differente da quello segnalato o assente.
Come si è già detto nelle pagine precedenti qualora si trovasse un abuso edilizio all'interno dell'immobile, questo bloccherà le detrazioni provenienti dal Superbonus 110%. Il DPR n.380/2001 afferma infatti che:

> "Fatte salve le sanzioni di cui al presente titolo, gli interventi abusivi realizzati in assenza di titolo o in contrasto con lo stesso, ovvero sulla base di un titolo successivamente annullato, non beneficiano delle agevolazioni fiscali previste dalle norme vigenti, né di contributi o altre provvidenze dello Stato o di enti pubblici. Il contrasto deve riguardare violazioni di altezza, distacchi, cubatura o superficie coperta che eccedano per singola unità immobiliare il due per cento delle misure prescritte, ovvero il mancato rispetto delle destinazioni e degli allineamenti indicati nel programma di fabbricazione, nel piano regolatore generale e nei piani particolareggiati di esecuzione.", DPR n.380/2001

Nel caso specifico del caso studio Collegno sono stati riscontrate diverse irregolarità tra le planimetrie provenineti dal catasto e le reali condizioni potute accertare durante il sopralluogo. Infatti il manufatto risulta risontrare in primo luogo numersoe difformità interne riguardanti i tramezzi, operazioni però su cui è possibile andare oltre, come si affermava precedentemente, poichè il Superbonus110% considera esclusivamente le parti comuni. In numerosissimi appartamenti però vi era la presenza di serre abitabili nei balconi che, affacciavano su strade o giardini comuni e per questo ben visibili dai concittadini. Come citato dal Decreto di Rilancio quindi proprio queste aggiunte intralciavano l'ottimento delle concessioni delle agevolazioni da Superbonus110%. Gli inquilini quindi si sono fatti carico ed adempito alla necessità di eliminare tali opere abusive.

La riqualificazione è stata quindi effettuata servendosi del Superbonus 110%. Effettuando un azione di retrofit si otterrebbe il miglioramento della classe energetica ovvero una riduzione della domanda di energia richiesta dall’edificio per mantenere condizio-

ni di comfort interno adeguate. Inoltre alle modifiche nel profilo energetico innalzerebbe il valore in termini monetari che l'edificio avrebbe nel mercato immobiliare.

E' fondamentale definire l'azione di riqualificazione energetico-ambientale non esclusivamente effettuando interventi possibili nel Super Ecobonus sottostando quindi ai requisiti richiesti dal sistema incentivante. Tutti gli interventi di riqualificazione energetica, sia che accedano al Superbonus o no, devono sottostare alla normativa edilizia in materia di risparmio energetico . Questa normativa si sovrappone solo in parte al Superbonus 110%, per cui per alcuni aspetti è più stringente la normativa edilizia, per altri il Decreto Rilancio e i relativi decreti attuativi da cui origina il Superbonus.
Può capitare, ad esempio, che per accedere al 110% sia sufficiente installare finestre con una trasmittanza inferiore a un certo limite, mentre per rispettare la normativa edilizia sia necessario anche installare dei frangisole. O viceversa, per rispettare la normativa edilizia potrebbe bastare un cappotto termico di spessore 8 cm, mentre per accedere al 110% lo spessore minimo è di 12 cm.
La normativa in tema di risparmio energetico evidenzia tre differenti rami di interventi inerenti alla % di incidenza di questi. In particolare:

- Se la superficie disperdente interessata è minore del 25% e si interviene sull'impianto termico o non, si sarà in presenza di una "riqualificazione energetica";
- Se la superficie disperdente interessata è tra il 25 e il 50% e si interviene nell'impianto termico o non, questa sarà chiamata "ristrutturazione di II livello";
- Se invece la superficie disperdente interessata è maggiore del 50% allora la denominazione sarà "ristrutturazione di I livello" se si interviene nell'impinato termico centralizzato e "ristrutturazione di II livello se invece non si interviene sull'impianto termico.

Inoltre vi sono differenti approcci scegliendo strategie diverse, ovvero per esempio se si è in presenza di una ristrutturazione di I livello secondo normativa è obbligatorio l'istallazione del fotovoltaico, cosa invece facoltativa in una ristrutturazione di II livello.
Comunque i principali riferimenti normativi riguardanti la verifica dei riquisiti risultano essere:

- D.L. 34/2020 c.d. Decreto Rilancio (art. 119 e art. 121);
- Circolare Agenzia delle Entrate 8 agosto 2020, n. 24/E;
- Provvedimento Agenzia delle Entrate 8 agosto 2020, n. 283847;
- Decreto Requisiti tecnici - Decreto Ministero dello Sviluppo economico 6 agosto 2020 G.U. n.246;
- Decreto Asseverazioni - Decreto Ministero dello Sviluppo economico 6 agosto 2020 G.U. n. 246;
- D.L. n. 63/2013 art. 14 (c.d. Ecobonus) e art. 16 (c.d. Sismabonus);
- D.M. 329 del 6 agosto 2020;
- D.Lgs. 192/2005;
- "Decreto requisiti minimi", D.I. 26/06/2015;
- D.P.R. 380/2001.

L'intervento di efficientamento energetico previsto dallo scenario di Collegno si configura come una "Ristrutturazione importante (di primo livello) superiore al 50% della superficie disperdente con rifacimento dell'impianto termico". Si è provveduto pertanto in fase preliminare alle verifiche di legge di cui al D. Interm. 26.06.15 e al DGR. 04.08.09 n.46-11968.
Si rimanda ad una fase successiva (e più approfondita) dello studio in oggetto la realizzazione di una corretta analisi da parte di un professionista abilitato che dopo una valutazione della conformità urbanistica dell'unità immobiliare potrà avere un chiaro quadro della situazione dell'edificio e valutare la

possibilità da parte del cliente di fruire delle nuove agevolazioni fiscali del 110% (c.d. Superbonus) previste dal D.L. n. 34/2020 (c.d. Decreto Rilancio), convertito con modificazioni dalla legge 17 luglio 2020, n. 77. Si rimanda alla fase di progettazione esecutiva la risoluzione dei dettagli costruttivi delle opere edili quali nodi strutturali e dettagli costruttivi utili all'efficientamento energetico dell'edificio e la reale volontà di sostituzione dei serramenti. L'analisi è stata condotta sulla base dei dati ricevuti dai condomini ed ipotizzati allo stato originario per gli alloggi dei quali non sono stati trasmessi dati.
In fase di progettazione esecutiva si dovrà, inoltre, verificare che le soluzioni impiantistiche adottate siano conformi ai requisiti imposti dalla normativa regionale e nazionale vigente in materia di riqualificazione energetica.

Il DM requisiti minimi [75] afferma come per edifici di nuova costruzione, demolizione e costruzione, ampliamento e sopraelevazione e ristrutturazione importante di primo livello vi siano determinati paramentri da rispettari espressi in kWh/m^2 che risutano essere:

H'_T [W/m^{2}K]	Coefficiente medio globale di scambio termico per trasmissione per unità di superficie disperdente
$A_{sol,est}/A_{sup\ utile}$ [-]	Area solare equivalente estiva per unità di superficie utile
$EP_{H,nd}$ [kWh/m^2]	Indice di prestazione termica utile per riscaldamento
η_H [-]	Efficienza media stagionale dell'impianto di climatizzazione invernale
EP_H [kWh/m^2]	Indice di prestazione energetica per la climatizzazione invernale. Si esprime in energia primaria totale (indice "tot")
$EP_{W,nd}$ [kWh/m^2]	Indice di prestazione termica utile per la produzione di acqua calda sanitaria
η_W [-]	Efficienza media stagionale dell'impianto di produzione dell'acqua calda sanitaria
EP_W [kWh/m^2]	Indice di prestazione energetica per la produzione dell'acqua calda sanitaria. Si esprime in (indice "nren") o totale (indice "tot")
EP_V [kWh/m^2]	Indice di prestazione energetica per la ventilazione. Si esprime in (indice "nren") o totale (indice "tot")
$EP_{C,nd}$ [kWh/m^2]	Indice di prestazione termica utile per il raffrescamento
η_C [-]	Efficienza media stagionale dell'impianto di climatizzazione estiva (compreso l'eventuale controllo dell'umidità)
EP_C [kWh/m^2]	Indice di prestazione energetica per la climatizzazione estiva (compreso l'eventuale controllo dell'umidità). Si esprime in (indice "nren") o totale (indice "tot")
EP_L [kWh/m^2]	Indice di prestazione energetica per l'illuminazione artificiale. Questo indice non si calcola per la categoria E.1, fatta eccezione per collegi, conventi, case di pena, caserme nonché per la categoria E.1(3). Si esprime in energia primaria non rinnovabile (indice "nren") o totale (indice "tot")
EP_T [kWh/m^2]	Indice di prestazione energetica del servizio per il trasporto di persone e cose (impianti ascensori, marciapiedi e scale mobili). Questo indice non si calcola per la categoria E.1, fatta eccezione per collegi, conventi, case di pena, caserme nonché per la categoria E.1(3)
$EP_{gl} = EP_H + EP_W + EP_V + EP_C + EP_L + EP_T$ [kWh/m^2]	Indice di prestazione energetica globale dell'edificio. Si esprime in energia primaria non rinnovabile (indice "nren") o totale (indice "tot")

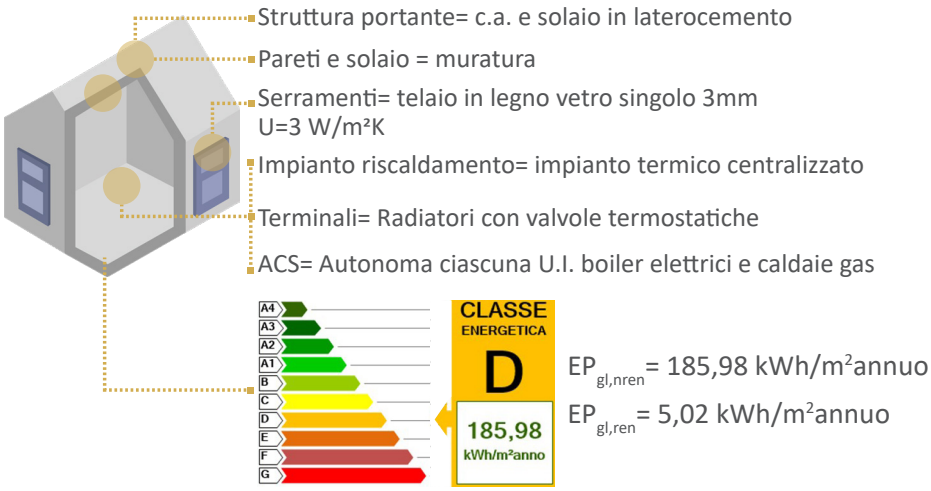
Fig. 161 Tabella efficienze, parametri e indici di prestazione energetica, elaborazione personale Barbieri-Tatti su dati [75]

Sempre in relazione all'edificio di riferimento vi sono ulteriori paramentri che si devono rispettare. Occorre definire quali siano i valori soglia stabiliti a livello nazionale divisi in zona climatica.
Riportiamo una tabella all'interno della quale verranno mostrate le trasmittanze soglia delle strutture opache verticali, orizzontali, di copertura, controterra e trasparenti.
Si precisa che in tutto l'involucro sono state verificate tutte le trasmittanze che risultano avere un valore minore rispetto al valore soglia.

Strutture opache verticali, verso esterno, ambienti non climatizzati o contro terra	
Zona climatica	U [W/m^{2}K] 2019/2021
A e B	0,43
C	0,34
D	0,29
E	0,26
F	0,24
Strutture opache orizzontali o inclinate di copertura, verso esterno e ambienti non climatizzati	
Zona climatica	U [W/m^{2}K] 2019/2021
A e B	0,35
C	0,33
D	0,26
E	0,22
F	0,2
Strutture opache orizzontali di pavimento, verso esterno, ambienti non climatizzati o contro terra	
Zona climatica	U [W/m^{2}K] 2019/2021
A e B	0,44
C	0,38
D	0,29
E	0,26
F	0,24
orizzontali di separazione tra unità immobiliari	
Zona climatica	U [W/m^{2}K] 2019/2021
Tutte	0,8
Strutture trasparenti e cassonetti, verso esterno e ambienti non climatizzati	
Zona climatica	U [W/m^{2}K] 2019/2021
A e B	3
C	2,20
D	1,8
E	1,40
F	1,1

Fig. 162 Tabella valore massimo trasmittanza termica , elaborazione personale Barbieri-Tatti su dati [75]

6.3.2 CARATTERIZZAZIONE DELL'INVOLUCRO STATO DI FATTO E DI PROGETTO

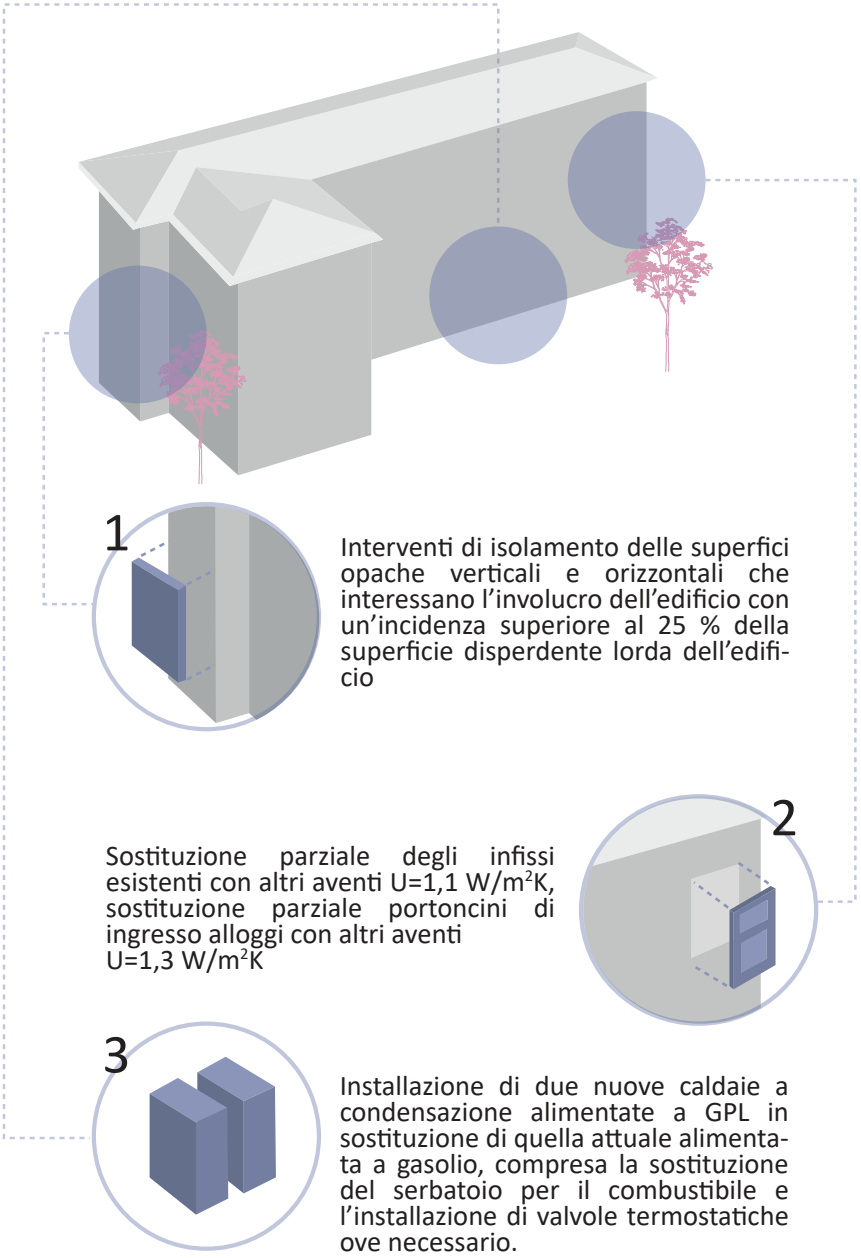


Per migliorare le prestazioni e caratteristiche dell'edificio preso in esame si sono definite azioni ben precise, ovvero interventi che prendessero in considerazione sia il volere dell'utenza sia le possibilità di riqualificazione che l'edificio avesse. In particolare le strategie si dividono in:

- Coibentare le pareti perimentrali dell'edificio attraverso un cappotto termico e in alcuni casi anche attraverso l'operazione di insufflaggio | intervento trainante;
- Coibentare i solai disperdenti verso l'esterno, verso cantine, i balconi e verso vano scala| intervento trainante;
- Maggiorare la coibentazione del solaio disperdente verso sottotetto | intervento trainante;
- Sostituire l'impianto di climatizzazione invernale centralizzato | intervento trainante;
- Sostituire gli infissi originari e coibentare i cassonetti | intervento trainato;

In Italia, facendo un intervento in un condominio con alloggi di proprietà privata, è difficile sviluppare un azione di retrofit che sia concorde con tutti e che in termini ambientali, economici ed energetici sia valida. In questo caso infatti la volontà è stata quella di definire tutte le azioni minime che conferissero l'edificio in classe energetica alta. Ci sono però delle criticità da fare emergere, quali la scelta di non ipotizzare l'utilizzo di fonti energetiche rinnovabili ovvero pannelli solari termici o fotovoltaici, e nenche l'utilizzo di materiali completamente naturali per le azioni di coibentazione. Queste peculiarità concorrono alla creazione di ambiguità nell'intervento di Ecobonus poiché non vi è un'effettiva regolamentazione riguardo all'obbligo di utilizzare certi materiali naturali oppure altri ed inoltre non è realmente calcolato il beneficio che l'azione di riqualificazione potrebbe conferire all'ambiente circostante. Questo argomento sarà trattato nello specifico a pag. 373.





Interventi di isolamento delle superfici opache verticali e orizzontali che interessano l'involucro dell'edificio con un'incidenza superiore al 25 % della superficie disperdente lorda dell'edificio

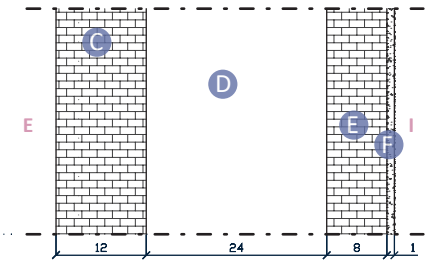
Sostituzione parziale degli infissi esistenti con altri aventi U=1,1 W/m^{2}K, sostituzione parziale portoncini di ingresso alloggi con altri aventi U=1,3 W/m^{2}K

Installazione di due nuove caldaie a condensazione alimentate a GPL in sostituzione di quella attuale alimentata a gasolio, compresa la sostituzione del serbatoio per il combustibile e l'installazione di valvole termostatiche ove necessario.

Le stratigrafie di seguito riportate sono rappresentate dall'esterno verso l'interno. Si precisa che la restituzione grafica è a cura delle sottoscritte Barbieri-Tatti.

M1 | MURATURA PERIMETRALE NORD

Sp= 45cm U= 1,194 W/m²K



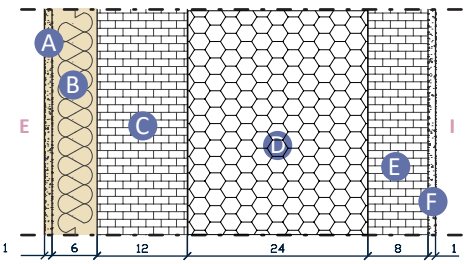
C Muratura in laterizio
λ=0,47 W/mK Sp=12 cm

D Intercapedine non ventilata
λ=1,33 W/mK Sp=24 cm

E Muratura in laterizio
λ=0,36 W/mK Sp=8 cm

F Intonaco in cemento e sabbia
λ=1,00 W/mK Sp=1 cm

Sp= 52cm U= 0,105 W/m²K



A Intonaco plastico per cappotto
λ=0,3 W/mK Sp=1 cm

B Coibente in poliuretano
λ=0,028 W/mK Sp=6 cm

C Muratura in laterizio
λ=0,47 W/mK Sp=12 cm

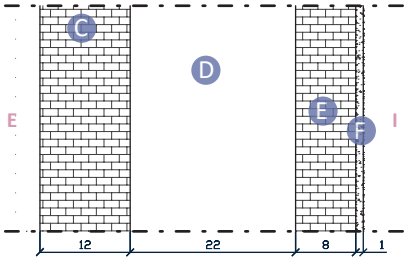
D Coibente in fibra di cellulosa (insufflaggio)
λ=0,036 W/mK Sp=24 cm

E Muratura in laterizio
λ=0,36 W/mK Sp=8 cm

F Intonaco in cemento e sabbia
λ=1,00 W/mK Sp=1 cm

M2| MURATURA PERIMETRALE SUD-EST-OVEST

Sp= 43cm U= 1,194 W/m²K



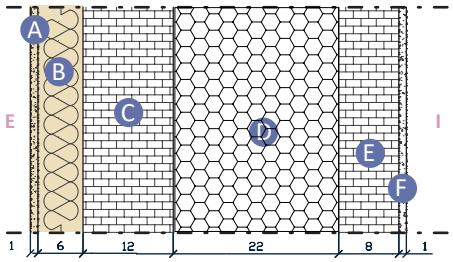
C Muratura in laterizio
λ=0,47 W/mK Sp=12 cm

D Intercapedine non ventilata
λ=1,33 W/mK Sp=22 cm

E Muratura in laterizio
λ=0,36 W/mK Sp=8 cm

F Intonaco in cemento e sabbia
λ=1,00 W/mK Sp=1 cm

Sp= 50cm U= 0,112 W/m²K



A Intonaco plastico per cappotto
λ=0,3 W/mK Sp=1 cm

B Coibente in poliuretano
λ=0,028 W/mK Sp=6 cm

C Muratura in laterizio
λ=0,47 W/mK Sp=12 cm

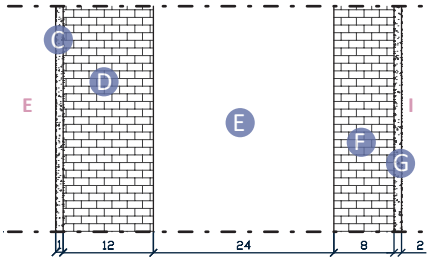
D Coibente in fibra di cellulosa (insufflaggio)
λ=0,036 W/mK Sp=22 cm

E Muratura in laterizio
λ=0,36 W/mK Sp=8 cm

F Intonaco in cemento e sabbia
λ=1,00 W/mK Sp=1 cm

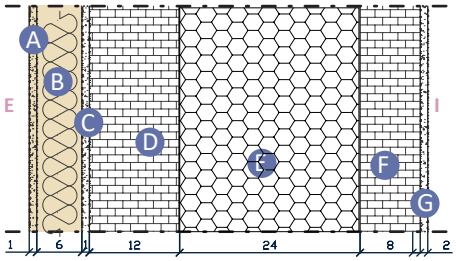
M3 | MURATURA PERIMETRALE NORD INTONACO

Sp= 47cm U= 1,180 W/m²K



- C Intonaco in cemento e sabbia λ=1,00 W/mK Sp=1 cm
- D Muratura in laterizio λ=0,47 W/mK SP=12 cm
- E Intercapedine non ventilata λ=1,33 W/mK Sp=24 cm
- F Muratura in laterizio λ=0,36 W/mK Sp=8 cm
- G Intonaco in cemento e sabbia λ=1,00 W/mK Sp=2 cm

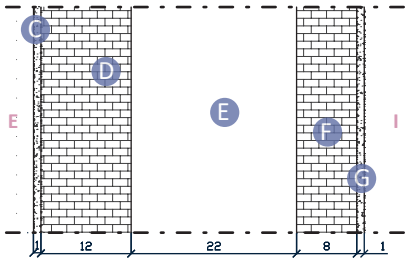
Sp= 54cm U= 0,105 W/m²K



- A Intonaco plastico per cappotto λ=0,3 W/mK Sp=1cm
- B Coibente in poliuretano λ=0,028 W/mK Sp=6cm
- C Intonaco in cemento e sabbia λ=1,00 W/mK Sp=1cm
- D Muratura in laterizio λ=0,47 W/mK Sp=12cm
- E Coibente in fibra di cellulosa (insufflaggio) λ=0,036 W/mK Sp=24cm
- F Muratura in laterizio λ=0,36 W/mK Sp=8cm
- G Intonaco in cemento e sabbia λ=1,00 W/mK Sp=2cm

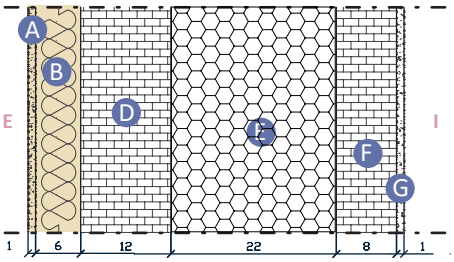
M4 | MURATURA PERIMETRALE SUD-EST-OVEST

Sp= 44cm U= 1,180 W/m²K



- D Intonaco in cemento e sabbia λ=1,00 W/mK Sp=1cm
- E Muratura in laterizio λ=0,47 W/mK Sp=12cm
- F Intercapedine non ventilata λ=1,33 W/mK Sp=22cm
- G Muratura in laterizio λ=0,36 W/mK Sp=8cm
- H Intonaco in cemento e sabbia λ=1,00 W/mK Sp=1cm

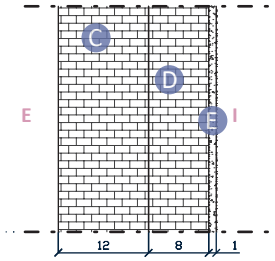
Sp= 51cm U= 0,112 W/m²K



- A Intonaco plastico per cappotto λ=0,3 W/mK Sp=1cm
- B Coibente in poliuretano λ=0,028 W/mK Sp=6cm
- D Muratura in laterizio λ=0,47 W/mK Sp=12cm
- E Coibente in fibra di cellulosa (insufflaggio) λ=0,036 W/mK Sp=22cm
- F Muratura in laterizio λ=0,36 W/mK Sp=8cm
- G Intonaco in cemento e sabbia λ=1,00 W/mK Sp=1cm

M5 | MURATURA SOTTOFINESTRA

Sp= 21 cm U= 1,452 W/m²K

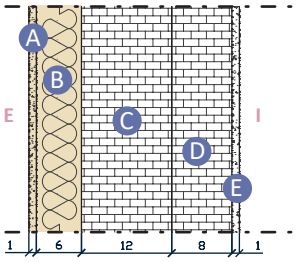


C Muratura in laterizio
λ=0,47 W/mK Sp=12cm

D Muratura in laterizio
λ=0,36 W/mK Sp=8cm

E Intonaco in cemento e sabbia
λ=1,00 W/mK Sp=1cm

Sp= 28cm U= 0,350 W/m²K



A Intonaco plastico per cappotto
λ=0,3 W/mK Sp=1cm

B Coibente in poliuretano
λ=0,028 W/mK Sp=6cm

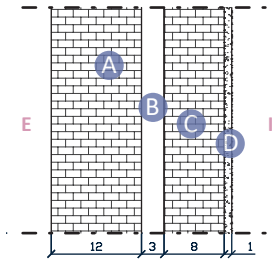
C Muratura in laterizio
λ=0,47 W/mK Sp=12cm

D Muratura in laterizio
λ=0,36 W/mK Sp=8cm

E Intonaco in cemento e sabbia
λ=1,00 W/mK Sp=1cm

M6 | MURATURA SOTTOFINESTRA NORD

Sp= 24 cm U= 1,194 W/m²K



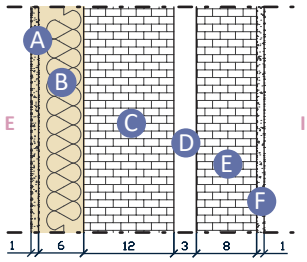
A Muratura in laterizio
λ=0,47 W/mK Sp=12cm

B Intercapedine d'aria non ventilata
λ=0,166 W/mK Sp=3cm

C Muratura in laterizio
λ=0,36 W/mK Sp=8cm

D Intonaco in cemento e sabbia
λ=1,00 W/mK Sp=1cm

Sp= 31cm U= 0,329 W/m²K



A Intonaco plastico per cappotto
λ=0,3 W/mK Sp=1cm

B Coibente in poliuretano
λ=0,028 W/mK Sp=6cm

C Muratura in laterizio
λ=0,47 W/mK Sp=12cm

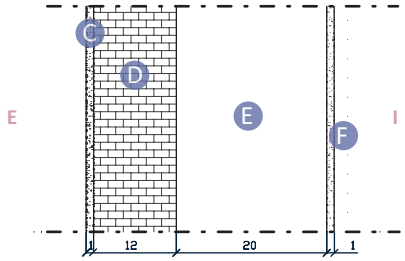
D Intercapedine d'aria non ventilata
λ=0,166 W/mK Sp=3cm

E Muratura in laterizio
λ=0,36 W/mK Sp=8cm

F Intonaco in cemento e sabbia
λ=1,00 W/mK Sp=1cm

M7 | CASSONETTO CON PANNELLO IN LEGNO

Sp= 34 cm **U= 1,449 W/m²K**



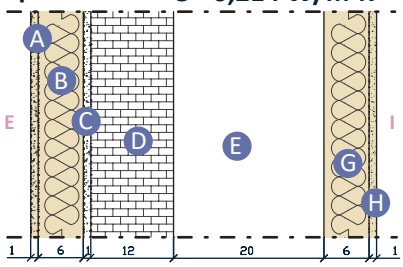
C Intonaco in cemento e sabbia
λ=1,00 W/mK Sp=1cm

D Muratura in laterizio
λ=0,47 W/mK Sp=12cm

E Intercapedine d'aria debolmente ventilata
λ= - W/mK Sp=20cm

F Pannello di fibra di legno
λ=0,18 W/mK Sp=1cm

Sp= 48cm **U= 0,214 W/m²K**



A Intonaco plastico per cappotto
λ=0,3 W/mK Sp=1cm

B Coibente in poliuretano
λ=0,028 W/mK Sp=6cm

C Intonaco in cemento e sabbia
λ=1,00 W/mK Sp=1cm

D Muratura in laterizio
λ=0,47 W/mK Sp=12cm

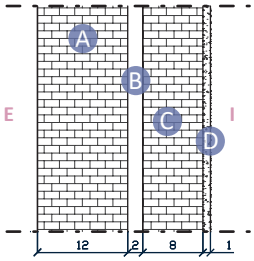
E Intercapedine d'aria debolmente ventilata
λ= - W/mK Sp=20cm

G Pannello in lana di vetro
λ=0,03 W/mK Sp=6cm

H Pannello di fibra di legno
λ=0,18 W/mK Sp=1cm

M8-M12 | MURATURA VERSO VANO SCALA

Sp= 23cm **U= 1,078 W/m²K**



A Muratura in laterizio
λ=0,36 W/mK Sp=12cm

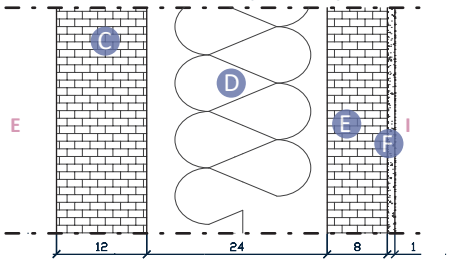
B Intercapedine d'aria non ventilata
λ=0,114 W/mK Sp=2cm

C Muratura in laterizio
λ=0,36 W/mK Sp=8cm

D Intonaco in cemento e sabbia
λ=1,00 W/mK Sp=1cm

M9 | MURATURA PERIMENTRALE NORD

Sp= 45cm **U= 0,133 W/m²K**



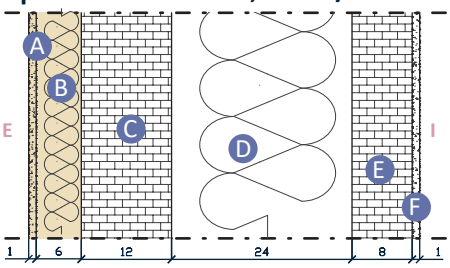
C Muratura in laterizio
λ=0,47 W/mK Sp=12cm

D Pannello in lana di roccia
λ=0,035 W/mK Sp=24cm

E Muratura in laterizio
λ=0,36 W/mK Sp=8cm

F Intonaco in cemento e sabbia
λ=1,00 W/mK Sp=1cm

Sp= 52cm **U= 0,103 W/m²K**



A Intonaco plastico per cappotto
λ=0,3 W/mK Sp=1cm

B Coibente in poliuretano
λ=0,028 W/mK Sp=6cm

C Muratura in laterizio
λ=0,47 W/mK Sp=12cm

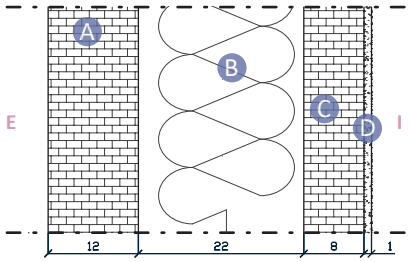
D Pannello in lana di roccia
λ=0,035 W/mK Sp=24cm

E Muratura in laterizio
λ=0,36 W/mK Sp=8cm

F Intonaco in cemento e sabbia
λ=1,00 W/mK Sp=1cm

M10| MURATURA PERIMENTRALE SUD-EST-OVEST

Sp= 43cm **U= 0,144 W/m²K**



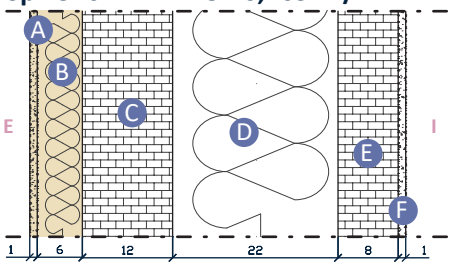
A Muratura in laterizio
λ=0,47 W/mK Sp=12cm

B Pannello in lana di roccia
λ=0,035 W/mK Sp=22cm

C Muratura in laterizio
λ=0,36 W/mK Sp=8cm

D Intonaco in cemento e sabbia
λ=1,00 W/mK Sp=1cm

Sp= 52cm **U= 0,109 W/m²K**



A Intonaco plastico per cappotto
λ=0,3 W/mK Sp=1cm

B Coibente in poliuretano
λ=0,028 W/mK Sp=6cm

C Muratura in laterizio
λ=0,47 W/mK Sp=12cm

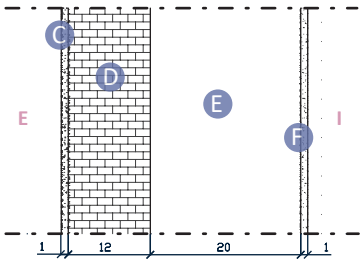
D Pannello in lana di roccia
λ=0,035 W/mK Sp=22cm

E Muratura in laterizio
λ=0,36 W/mK Sp=8cm

F Intonaco in cemento e sabbia
λ=1,00 W/mK Sp=1cm

M11 | CASSONETTO CON PANNELLO IN METALLO

Sp=34 cm U= 1,648 W/m²K



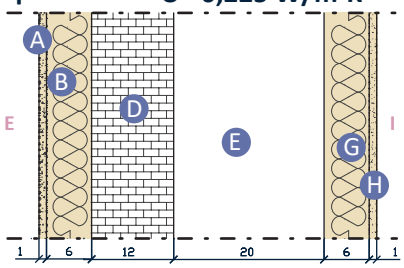
C Intonaco in cemento e sabbia
λ=1,0 W/mK Sp=1cm

D Muratura in laterizio
λ=0,36 W/mK Sp=12cm

E Intercapedine d'aria debolmente ventilata
λ= - W/mK Sp=20cm

F Acciaio
λ=52,0 W/mK Sp=1cm

Sp= 48cm U= 0,225 W/m²K



A Intonaco in cemento e sabbia
λ=1,0 W/mK Sp=1cm

B Coibente in poliuretano
λ=0,028 W/mK Sp=6cm

C Muratura in laterizio
λ=0,36 W/mK Sp=12cm

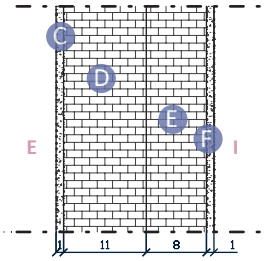
D Intercapedine d'aria debolmente ventilata
λ= - W/mK Sp=20cm

E Pannello in lana di vetro
λ=0,03 W/mK Sp=6cm

F Acciaio
λ=52,0 W/mK Sp=1cm

M13| MURATURA SOTTOFINESTRA

Sp=21 cm U= 1,547 W/m²K



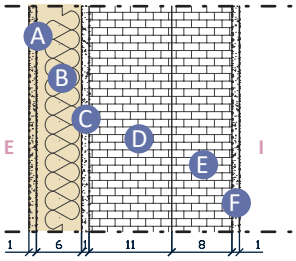
C Intonaco in cemento e sabbia
λ=1,00 W/mK Sp=1cm

D Muratura in laterizio
λ=0,47 W/mK Sp=11cm

E Muratura in laterizio
λ=0,36 W/mK Sp=8cm

F Intonaco in cemento e sabbia
λ=1,00 W/mK Sp=1cm

Sp= 28cm U= 0,351 W/m²K



A Intonaco plastico per cappotto
λ=0,3 W/mK Sp=1cm

B Coibente in poliuretano
λ=0,028 W/mK Sp=6cm

C Intonaco in cemento e sabbia
λ=1,00 W/mK Sp=1cm

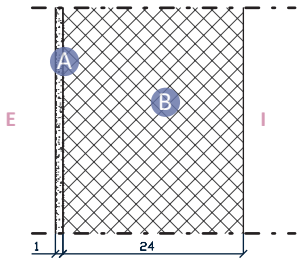
D Muratura in laterizio
λ=0,47 W/mK Sp=11cm

E Muratura in laterizio
λ=0,36 W/mK Sp=8cm

F Intonaco in cemento e sabbia
λ=1,00 W/mK Sp=1cm

M14| MURATURA VANO ASCENSORE_STATO DI FATTO

Sp= 25cm U= 2,671 W/m²K

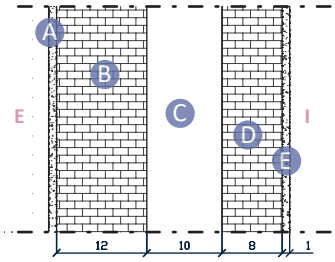


A Intonaco in cemento e sabbia
λ=1,00 W/mK Sp=1cm

B C.l.s. armato
λ=2,3 W/mK Sp=24cm

M15-M16| MURATURA PIANO TERRA PIETRA

Sp=32 cm U= 1,080 W/m²K



A Marmo
λ=3,0 W/mK Sp=1cm

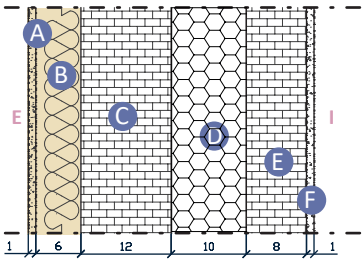
B Muratura in laterizio
λ=0,47 W/mK Sp=12cm

C Intercapedine non ventilata
λ=0,55 W/mK Sp=10cm

D Muratura in laterizio
λ=0,36 W/mK Sp=8cm

E Intonaco in cemento e sabbia
λ=1,00 W/mK Sp=1cm

Sp= 39cm U= 0,176 W/m²K



A Intonaco plastico per cappotto
λ=0,3 W/mK Sp=1cm

B Coibente in poliuretano
λ=0,028 W/mK Sp=6cm

C Muratura in laterizio
λ=0,47 W/mK Sp=12cm

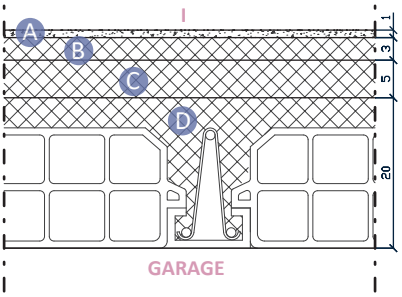
D Coibente in fibra di cellulosa (insufflaggio)
λ=0,036 W/mK Sp=10cm

E Muratura in laterizio
λ=0,36 W/mK Sp=8cm

F Intonaco in cemento e sabbia
λ=1,00 W/mK Sp=1cm

P1 | SOLAIO VERSO GARAGE

Sp= 29cm **U= 1,375 W/m²K**



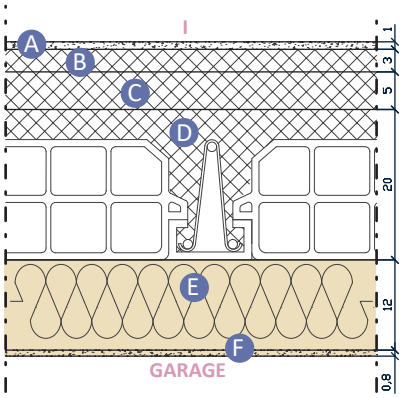
A Piastrelle in ceramica
λ=1,3 W/mK Sp=1cm

B Sottofondo in cemento magro
λ=0,7 W/mK Sp=3cm

C Massetto in c.l.s. con rete
λ=1,49 W/mK Sp=5cm

D Soletta in laterizio
λ=0,66 W/mK Sp=20cm

Sp= 42cm **U= 0,186 W/m²K**



A Piastrelle in ceramica
λ=1,3 W/mK Sp=1cm

B Sottofondo in cemento magro
λ=0,7 W/mK Sp=3cm

C Massetto in c.l.s. con rete
λ=1,49 W/mK Sp=5cm

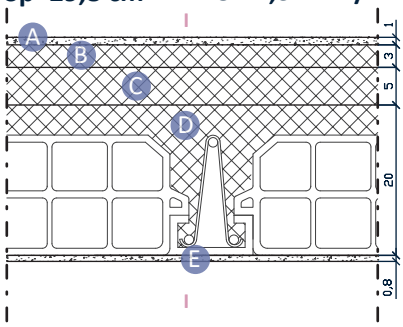
D Soletta in laterizio
λ=0,66 W/mK Sp=20cm

E Coibente in poliuretano
λ=0,026 W/mK Sp=12cm

F Intonaco plastico per cappotto
λ=0,30 W/mK Sp=0,8cm

P2 | SOLAIO INTERPIANO_STATO DI FATTO

Sp=29,8 cm **U= 1,374 W/m²K**



A Piastrelle in ceramica
λ=1,3 W/mK Sp=1cm

B Sottofondo in cemento magro
λ=0,9 W/mK Sp=3cm

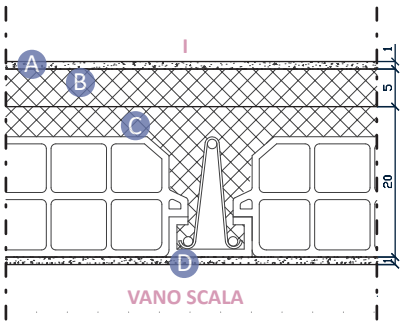
C Massetto in c.l.s. con rete
λ=1,49 W/mK Sp=5cm

D Soletta in laterizio
λ=0,66 W/mK Sp=20cm

E Intonaco in cemento e sabbia
λ=1,00 W/mK Sp=0,8cm

P3| SOLAIO VERSO VANO SCALA

Sp= 27cm **U= 1,440 W/m²K**



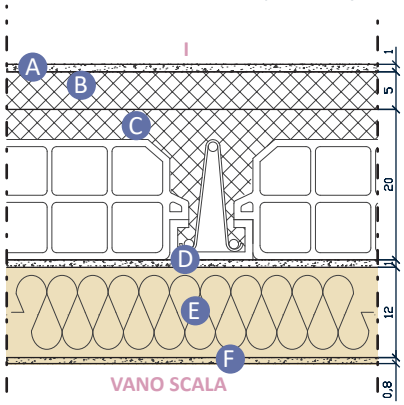
A Piastrelle in ceramica
λ=1,3 W/mK Sp=1cm

B Massetto in c.l.s. con rete
λ=1,49 W/mK Sp=5cm

C Soletta in laterizio
λ=0,66 W/mK Sp=20cm

D Intonaco in cemento e sabbia
λ=1,00 W/mK λ=1cm

Sp= 39,8cm **U= 0,187 W/m²K**



A Piastrelle in ceramica
λ=1,3 W/mK Sp=1cm

B Massetto in c.l.s. con rete
λ=1,49 W/mK Sp=5cm

C Soletta in laterizio
λ=0,66 W/mK Sp=20cm

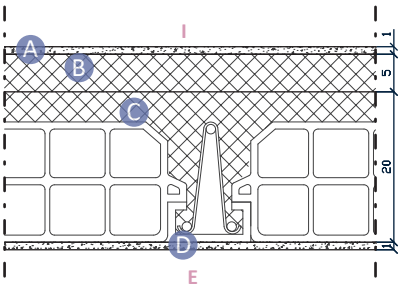
D Intonaco plastico per cappotto
λ=0,30 W/mK Sp=1cm

E Coibente in poliuretano
λ=0,026 W/mK Sp=12cm

F Intonaco plastico per cappotto
λ=0,30 W/mK Sp=0,8cm

P4| SOLAIO VERSO ESTERNO

Sp= 27 cm **U= 1,772 W/m²K**



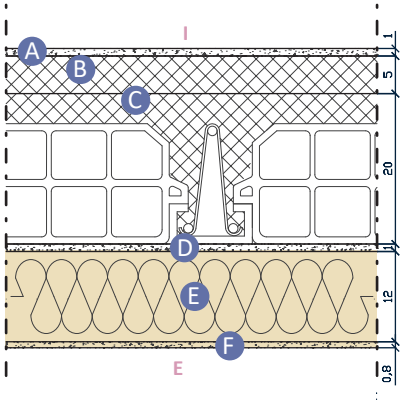
A Piastrelle in ceramica
λ=1,3 W/mK Sp=1cm

B Massetto in c.l.s. con rete
λ=1,49 W/mK Sp=5cm

C Soletta in laterizio
λ=0,66 W/mK Sp=20cm

D Intonaco in cemento e sabbia
λ=1,00 W/mK Sp=1cm

Sp= 40cm **U= 0,191 W/m²K**



A Piastrelle in ceramica
λ=1,3 W/mK Sp=1cm

B Massetto in c.l.s. con rete
λ=1,49 W/mK Sp=5cm

C Soletta in laterizio
λ=0,66 W/mK Sp=20cm

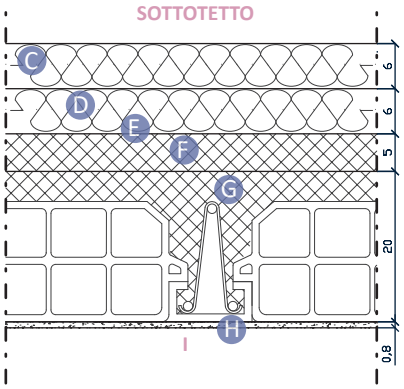
D Intonaco plastico per cappotto
λ=0,30 W/mK Sp=1cm

E Coibente in poliuretano
λ=0,026 W/mK Sp=12cm

F Intonaco plastico per cappotto
λ=0,30 W/mK Sp=0,8cm

S1| SOFFITTO VERSO SOTTOTETTO

Sp=37,8 cm **U= 0,282 W/m²K**



C Pannello in fibra di vetro
λ=0,04 W/mK Sp=6cm

D Pannello in fibra di vetro
λ=0,04 W/mK Sp=6cm

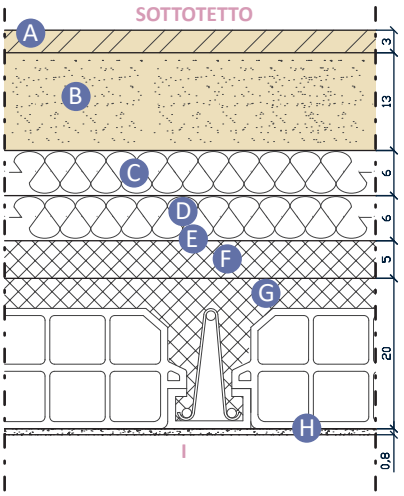
E Barriera vapore in fogli di polietilene
λ=0,33 W/mK Sp=5cm

F Massetto in c.l.s. con rete
λ=1,49 W/mK Sp=20cm

G Soletta in laterizio
λ=0,66 W/mK Sp=0,8cm

H Intonaco in cemento e sabbia
λ=1,00 W/mK

Sp= 53,8cm **U= 0,135 W/m²K**



A Legno di abete
λ=0,12 W/mK Sp=3cm

B Coibente in fibra di cellulosa (insufflagggio)
λ=0,036 W/mK Sp=13cm

C Pannello in fibra di vetro
λ=0,04 W/mK Sp=6cm

D Pannello in fibra di vetro
λ=0,04 W/mK Sp=6cm

E Barriera vapore in fogli di polietilene
λ=0,33 W/mK

F Massetto in c.l.s. con rete
λ=1,49 W/mK Sp=5cm

G Soletta in laterizio
λ=0,66 W/mK Sp=20cm

H Intonaco in cemento e sabbia
λ=1,00 W/mK Sp=0,8cm

Comparando le stratigrafie pre e post operam si riscontrano nel grafico dei miglioramenti riguardo le trasmittanze. Prendendo per esempio la parete M1 verso esterno questa da U= 1,151 W/m^{2}K è scesa ad U= 0,105 W/m^{2}K. Gli unici parametri di cui non si vede un sostanziale miglioramento sono quelli di M8, M12, M14 e P2. Le strutture verticali sono denominate dalla lettera “M” sono murature verso vano scala o vano ascensore. In questo’ultimo caso la volontà è stata quella di non intervenire con miglioramenti prestazionali poiché complessivamente si è notato che questo valore non impattasse in maniera considerevole sull’intero edificio. Il P2 è collegato alla descrizione “pavimento interpiano”, anche in questo caso essendo in presenza di una struttura orizzontale che divide ambienti differenti ma entrambi appartenenti ad abitazione e quindi riscaldati o raffreddati alla stessa temperatura, quindi con ridotte dispersioni di energia attraverso gli eventuali ponti termici, si è scelto di non interventire attraverso una coibentazione.

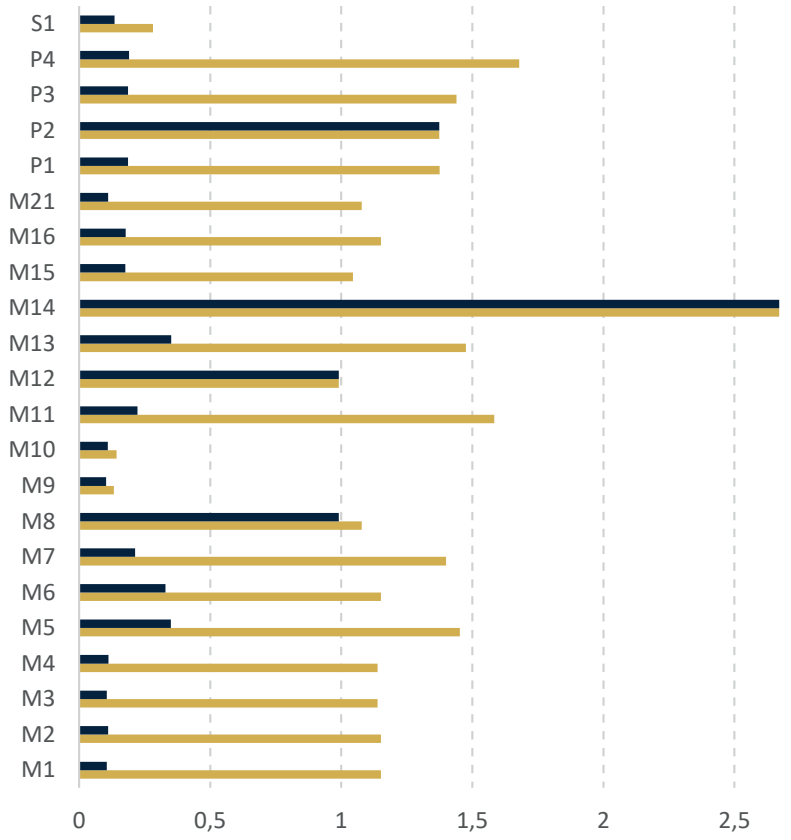
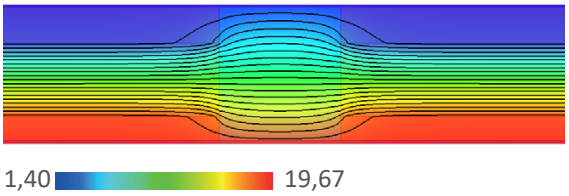


Fig. 163 Comparazione involcro opaco

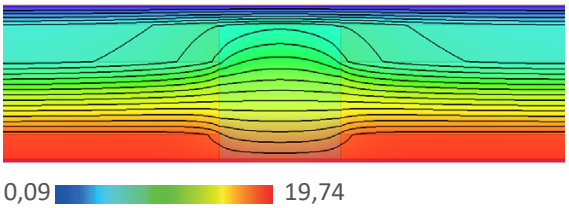
Successivamente si è passati alla verifica dell'involucro trasparente. Si è ricreata la geometria all'interno del software e si sono suddivise le superfici trasparenti a seconda dell'appartamento dove si trovavano e alle caratteristiche prestazionali. Ricreare la geometria è fondamentale per definire la trasmittanza termica della finestra che deriva dalle caratteristiche del vetro e del serramento.
Per quanto concerne i serramenti esistenti, questi sono costituiti da vetri singoli e telai in legno originari. I serramenti sostituiti di recente invece presentano un vetro doppio o triplo e telai in alluminio o pvc. Le trasmittanze maggiormente presenti nell'edificio risultano essere pari a U= 3 W/m^{2}K per i serramenti originari e U=1,1 W/m^{2}K per quelli sostituiti.
L'intervento di miglioramento dell'involucro trasparente prevede la parziale sostituzione degli infissi con altri aventi trasmittanza U=1,1 W/m^{2}K e la coibentazione del cassonetto con lana di vetro da 4 cm. L'argomento serramenti si è trattato a pag*** e concorde con le risposte dei questionari si è cercato di mantere sia le esigenze dell'utenza sia di trovare una condizione minima in cui le prestazioni dell'edificio fossero adeguate per mantenere il comfort interno. In alcuni casi infatti serramenti con una trasmittanza molto alta, superiore a U= 3 W/m^{2}K non sono stati sostituiti.

Per quanto concerne il calcolo dei ponti termici si sono andati a determinare attraverso il programma Mold simulator. Riportiamo di seguito degli esempi riscontrati durante lo studio sia dell'edificio esistente e sia di quello di progetto. In ogni casistica si è andati ad azzerare un'ipotetica presenza di muffa e condensa, ed infine si sono confermate le scelte di intervento dell'involucro. Effettuando una cappottattura e /o utilizzando la tecnica dell'insufflaggio si è potuto diminuire in manirea sostanziale il valore del fattore Ψ.

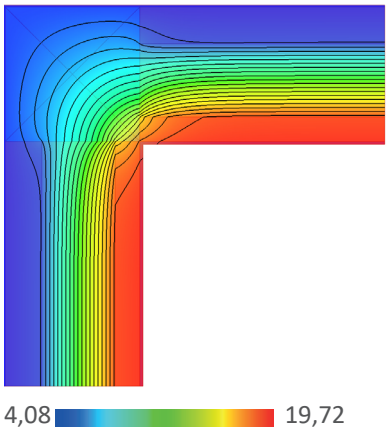
In primo luogo si riporta l'intersezione tra un pilastro ed il muro perimentrale in pianta.
Tale composizione conferisce un
Ψ= 0,025 W/mk
L2D = 0,39 W/mk



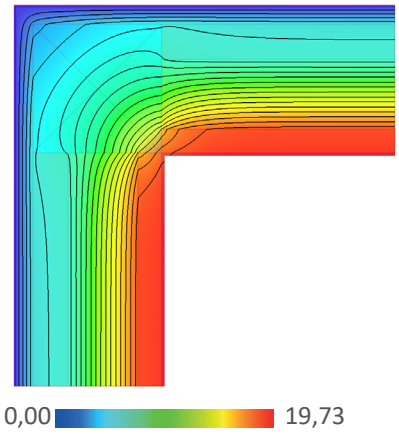
Effettuando un cappotto nella parete esterna di 6 cm il ponte termico risulta dare un valore
Ψ= 0,018 W/mk
L2D = 0,27 W/mk



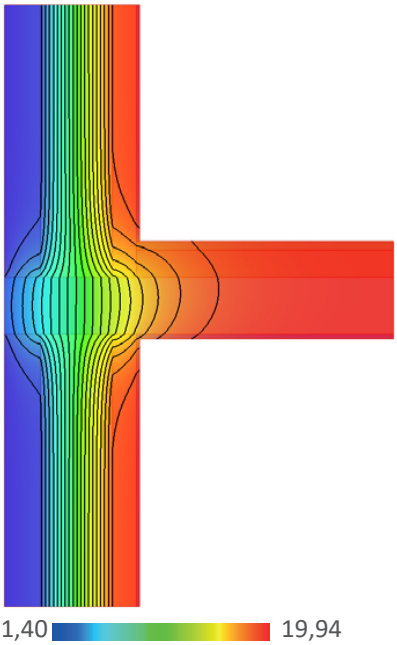
Nel progetto il ponte termico derivante dalla composizione parete ad angolo e pilastro si presenta come nell'immagine sottostante.
Ψ= 0,11 W/mK
L2D = 0,33 W/mK



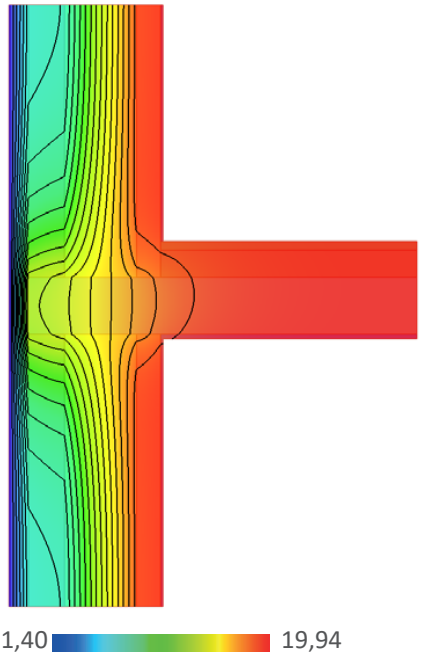
Effettuando una coibentazione da 6 cm l'analisi risulta mostrarci dati differenti.
Ψ= 0,08 W/mK
L2D = 0,25 W/mK



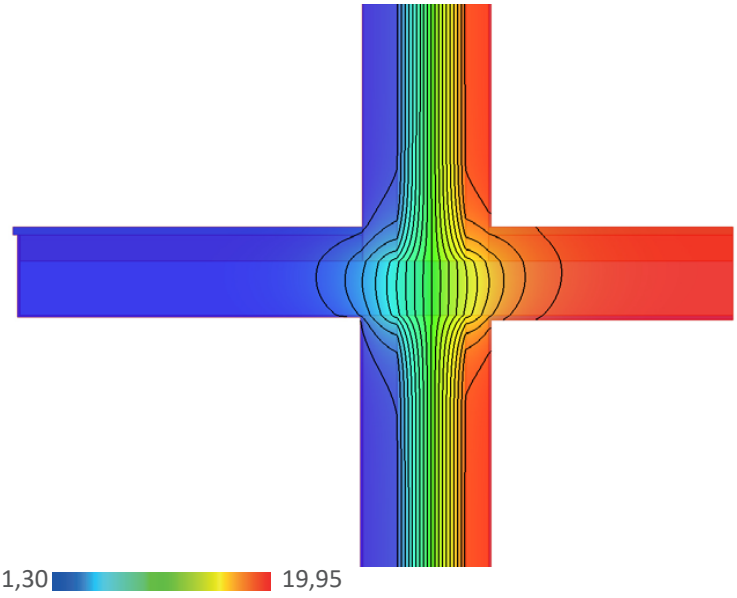
Successivamente viene mostrato in sezione il ponte termico della parete perimetrale-solaio interpiano.
Ψ= 0,46 W/mK
L2D = 0,73 W/mK



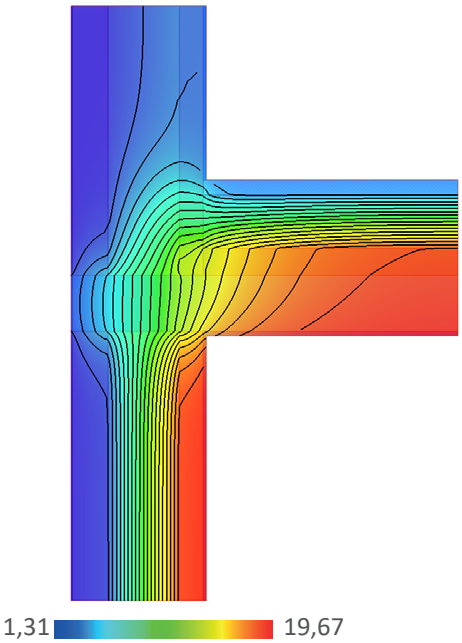
Il progetto non prevede modifiche per quanto concerne il solaio interpiano, cosa contraria invece per coibentazione della parete verticale.
Ψ= 0,14 W/mK
L2D = 0,37 W/mK



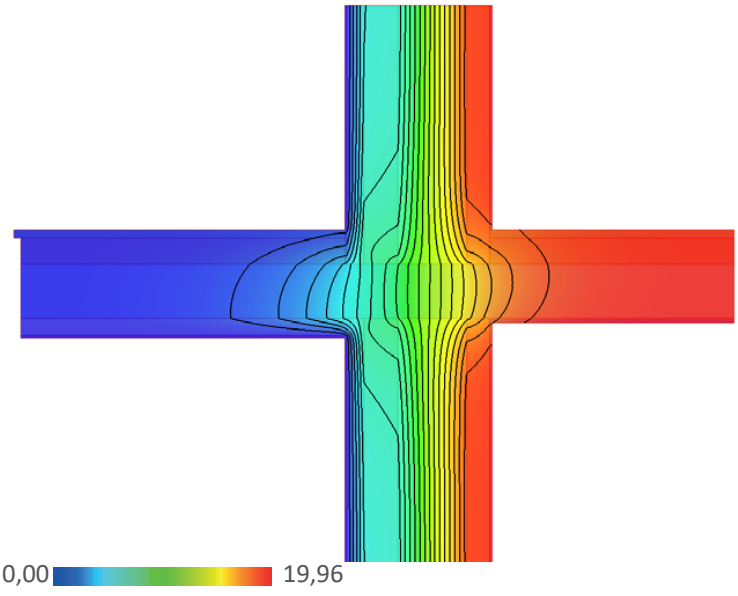
Il successivo ponte termico è definito dalla composizione balcone-parete-solaio. Nell'edificio esistente questo viene caratterizzato da
Ψ= 0,43 W/mK
L2D= 0,70 W/mK



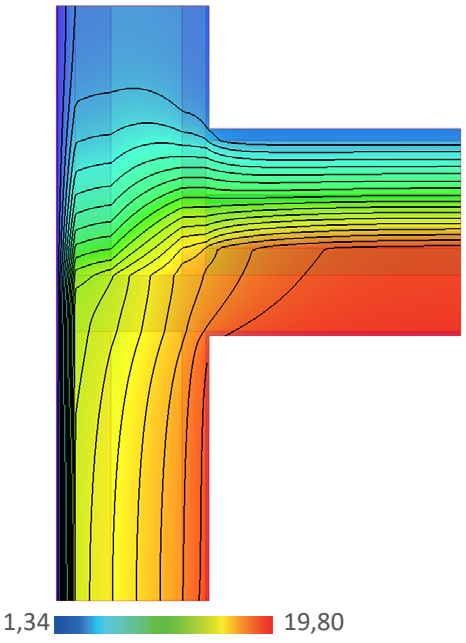
Per quanto concerne il sottotetto esso vedeva la presenza di una coibentazione esistente che poi sarà successivamente implementata.
Ψ= 0,37 W/mK



Attraverso gli interventi di efficientamento energetico si sono definiti i valori sotto riportati
Ψ= 0,32 W/mK
L2D= 0,54 W/mK



Attraverso l'azione di retrofit viene abbattuto notevolmente il valore di Ψ.
Ψ= -0,054 W/mK



6.3.3 FABBISOGNO DI ENERGIA TERMICA | NORMA UNI/TS 11300

Mese	$Q_{H,tr}$ [kWh]	$Q_{H,r}$ [kWh]	$Q_{H,ve}$ [kWh]	$Q_{H,ht}$ [kWh]	$Q_{sol,k,w}$ [kWh]	Q_{int} [kWh]	Q_{gn} [kWh]	$Q_{H,nd}$ [kWh]
Ottobre	34779	3129	5678	43586	9791	11000	20791	23375
Novembre	94269	5592	14361	114222	11263	19412	30675	83650
Dicembre	129400	6682	19456	155538	11505	20059	31564	124013
Gennaio	139484	7247	20995	167726	12662	20059	32721	135040
Febbraio	111051	6778	17077	134906	15302	18118	33419	101574
Marzo	81605	7182	13191	101977	20271	20059	40330	62214
Aprile	28540	4095	4900	37536	10814	9706	20520	17861
Totali	**619128**	**40705**	**95658**	**755491**	**91608**	**118413**	**210021**	**547727**

Fig. 164 Fabbisogno energia invernale, elaborazione personale Barbieri-Tatti

Quindi impostati i dati di input nel programma si è andati a calcolare il fabbisogno di energia termica utile della stagione invernale ovvero energia usufruibile per il riscaldamento considerando l'immobile in zona climatica E. Il Software edilclima calcola i fattori Q_{Hnd} e Q_{cnd} per ogni mese in cui verrà acceso il riscaldamento e per ogni appartamento.
Il valore complessivo risulta essere:
$Q_{H,nd} = (Q_{H,tr}+Q_{H,ve})- \eta_{Hgn} \cdot (Q_{int} + Q_{sol,w}) = 547727$ [MJ]

Durante il periodo invernale vediamo la presenza di tre coefficienti si considereranno come apporti pari a:

- Q_{int} = 118413 kWh
- $Q_{sol,w}$ = 91608 kWh
- $Q_{H,nd}$ = 547727 kWh

Le dispersioni invece corrispondono a :

- $Q_{H,ve}$ = 95658 kWh
- $Q_{H,tr}$ = 619128 kWh

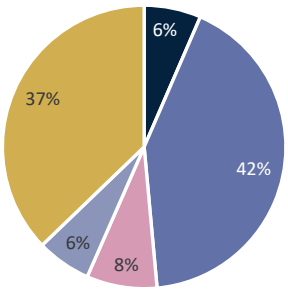


Fig. 165 Fabbisogno energia, elaborazione personale Barbieri-Tatti

A determinare il fabbisogno di energia utile complessivo $Q_{H,nd}$ ha una funzione rilevante lo scambio di energia per tramissione(per il 42%), questo a causa della poca performance dell'involucro, sia opaco sia trasparente, che definisce l'edificio stesso. Gli apporti derivati dalla radiazione solare incidente nei componenti vetrati sono minimi a causa della zona climatica in cui ci troviamo.
Nella pagina successiva si è andati a grafici-zzare la condizione invernale espressa in mensilità. Ad ogni mese corrispondono sia apporti sia dispersioni. Si può intuire come il fabbisogno di riscaldamento vada Ottobre sino ad Aprile con un'importante dispersione di flussi di energia per trasmissione.

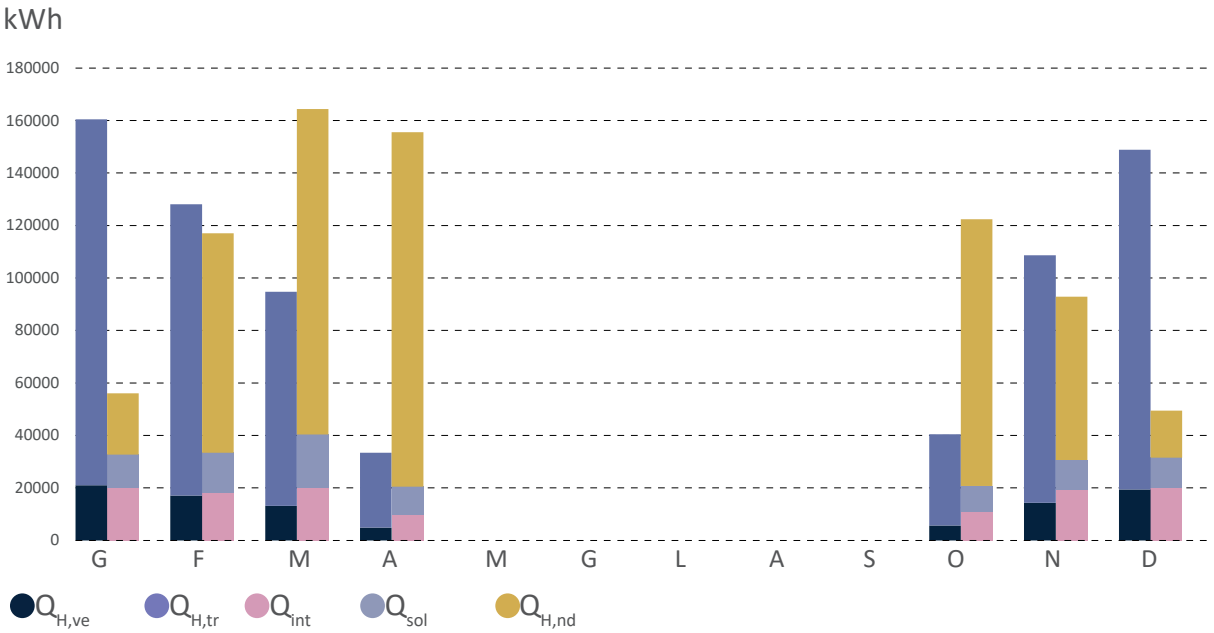


Fig. 166 Fabbisogno energia invernale, elaborazione personale Barbieri-Tatti

Per il fabbisogno di energia termica estiva per raffrescamento Q_{cnd} si sono calcoalti i differenti fattori per poi definire:

$Q_{c,nd} = (Q_{int} + Q_{sol,we}) - \eta_{c,ls} \cdot (Q_{C,tr} + Q_{C,ve}) = 69697$ [MJ]

Mese	$Q_{C,tr}$ [kWh]	$Q_{C,r}$ [kWh]	$Q_{C,ve}$ [kWh]	$Q_{C,ht}$ $[kWh]_t$	$Q_{sol,k,w}$ [kWh]	Q_{int} [kWh]	Q_{gn} [kWh]	$Q_{C,nd}$ [kWh]
Aprile	20930	2944	3719	27593	6993	5300	12293	5
Maggio	42890	8392	8048	59331	23908	17979	41887	908
Giugno	16945	9763	4468	31176	28058	19412	47470	17263
Luglio	5469	11437	2968	19874	29983	20059	50042	30229
Agosto	14891	8261	4067	27219	26513	20059	46572	19933
Settembre	35221	6598	6577	48396	20308	16797	37105	1355
Ottobre	19217	2073	3274	24564	5387	4849	10236	3
Totali	**155563**	**49468**	**33122**	**238154**	**141151**	**104455**	**245605**	**69697**

Fig. XX. Fabbisogno energia estiva, elaborazione personale Barbieri-Tatti

Apporti:

- Q_{int} = 104455 kWh
- $Q_{sol,w}$ = 141151 kWh
- $Q_{c,nd}$ = 69697 kWh

Le dispersioni invece corrispondono a :

- $Q_{C,ve}$ = 33122 kWh
- $Q_{C,tr}$ = 155563 kWh

In primo luogo possiamo notare come di fondamentale importanza sono gli apporti di energia termica dovuti alla radiazione solare, pari al 28% e le dispersioni di trasmissione pari al 31%. Il perido di fabbisogno di riscaldamento era all'interno dei mesi da Ottobre

ad Aprile, nel caso del fabbisogno di raffrescamento questo è definto dal mese di Aprile ad Ottobre. Si presuppone quindi che nei mesi comuni, ovvero di Aprile ed Ottobre, ci sia la presenza di entrambi i fabbisogni data la non uniformità del clima all'interno dell'intera mensilità.

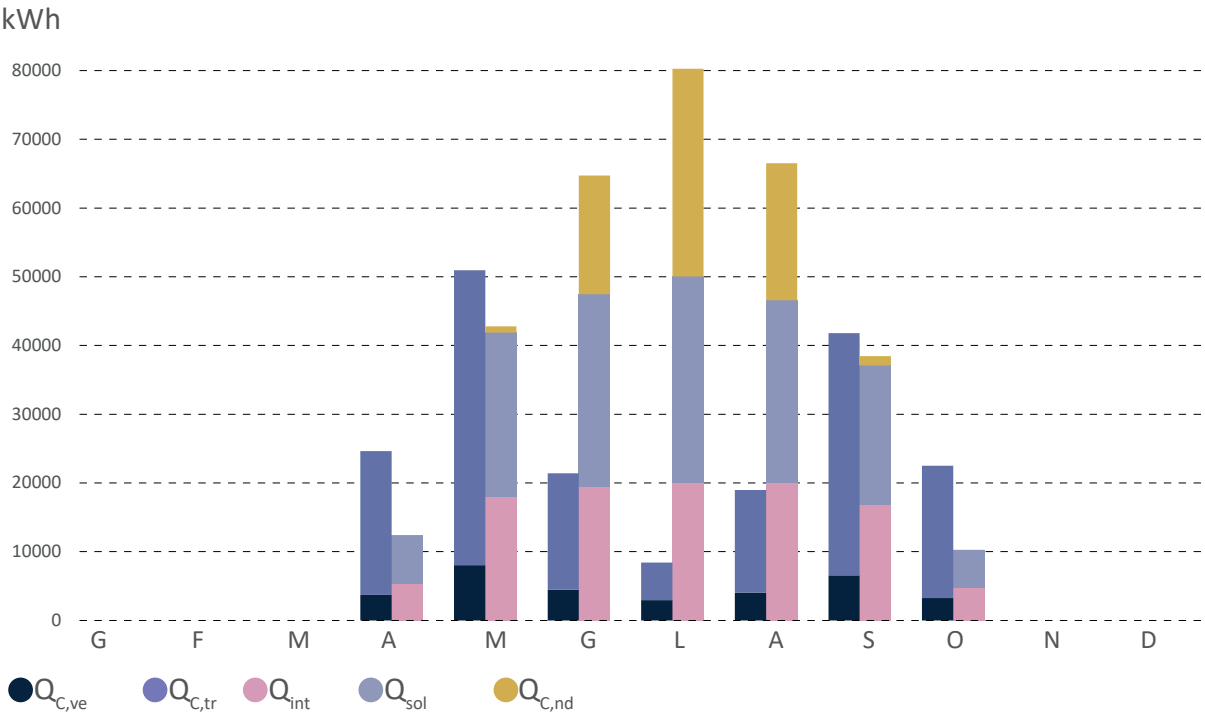


Fig. 167 Fabbisogno energia estiva, elaborazione personale Barbieri-Tatti

Infine considernado le dispersioni dei componenti opachi, trasparenti e dei ponti termici raggruppati per orientamento, Il 45% delle dispersioni avviene nella facciata Nord a causa della presenza di maggiori aperture e dell'involucro opaco meno performante. Anche a Sud vediamo una rilevante quantità pari al 28%. Queste due esposizioni rappresentano l'83% delle dispersioni per trasmissione totali a causa della geometria dell'edificio, questo infatti è caratterizzato da due grandi prospetti rilevanti a Nord e a Sud. Spostandoci invece nei lati corti, le perdite per trasmissione ad est equivalgono al 13% mentre quelle ad ovesto del 14%.

Mese	$Q_{H,tr}$ [kWh]	$Q_{H,r}$ [kWh]	$Q_{H,ve}$ [kWh]	$Q_{H,ht}$ $[kWh]_t$	$Q_{sol,k,w}$ [kWh]	Q_{int} [kWh]	Q_{gn} [kWh]	$Q_{H,nd}$ [kWh]
Ottobre	14253	720	5678	20651	9029	11000	20029	3073
Novembre	36778	1288	14361	52426	10445	19412	29857	22842
Dicembre	50020	1538	19456	71015	10707	20059	30766	40308
Gennaio	53960	1668	20995	76623	11765	20059	31824	44844
Febbraio	43612	1561	17077	62250	14141	18118	32259	30176
Marzo	33206	1654	13191	48050	18626	20059	38685	11635
Aprile	12132	943	4900	17975	9883	9706	19588	1708
Totali	**243961**	**9372**	**95658**	**348991**	**84598**	**118413**	**203011**	**154586**

Fig. 168 Fabbisogno energia invernale, elaborazione personale Barbieri-Tatti

Successivamente si è andati a determinare i fabbisogni termici dopo aver effettuato gli interventi di riqualificazione. Nel periodo invernale quindi quando è necessario un fabbisogno di riscaldamento il valore conseguito risulta essere pari a :

$Q_{H,nd} = (Q_{H,tr}+Q_{H,ve})- \eta_{Hgn} \bullet (Q_{int} + Q_{sol,w}) =$ 154586 [kWh]

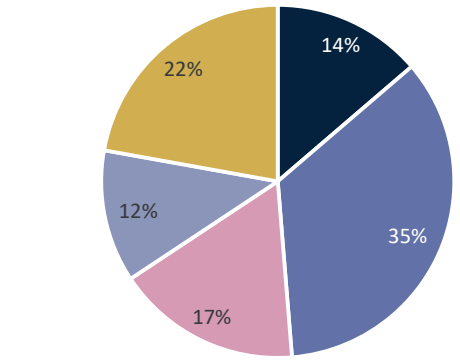


Fig. 169 Fabbisogno energia invernale, elaborazione personale Barbieri-Tatti

Apporti:
- Q_{int}
- $Q_{sol,w}$
- $Q_{H,nd}$

Dispersioni:
- $Q_{H,ve}$
- $Q_{H,tr}$

Il fabbisogno di energia è caratterizzato da un 35% di perdite dovute alle trasmissioni dei componenti trasparenti ed opachi $Q_{H,tr}$. La successiva perdita è del 14% e rappresenta la componente di ventilazione $Q_{H,ve}$. Quindi le dispersioni rappresentano il 49% del fabbisogno. Gli apporti invece corrispondono per il 17% interni Q_{int}, 12% dovuti dalla radiazione del sole attraverso i componenti vetrati $Q_{sol,w}$ e quelli derivati dalla richiesta di fabbisogno complessiva pari al 22% $Q_{H,nd}$. Gli apporti complessivi corrispondono al 51%.

Il periodo di rischiesta di riscaldamento è definito nei mesi da Gennaio ad Aprile e da Ottobre sino a Dicembre compresi.

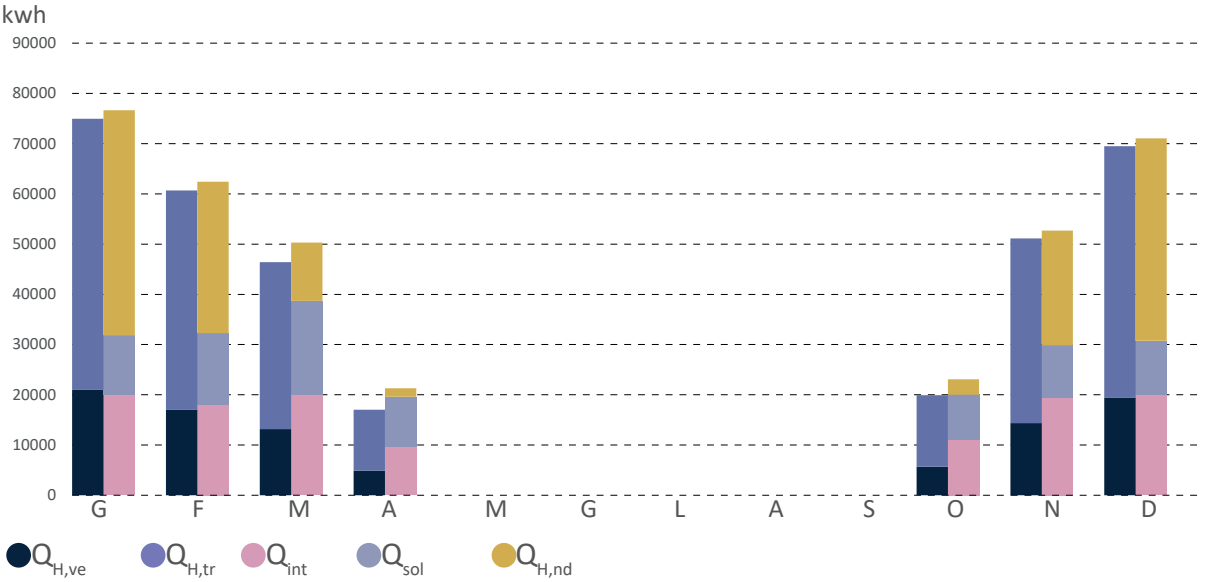


Fig. 170 Fabbisogno energia invernale, elaborazione personale Barbieri-Tatti

Per quanto concerne il fabbisogno di energia termica estiva calcolato doopo l'azione di retrofit Q_{cnd} , questo è definito come:

$$Q_{c,nd} = (Q_{int} + Q_{sol,we}) - \eta_{c,ls} \cdot (Q_{C,tr} + Q_{C,ve}) = 83716 \text{ [MJ]}$$

La richiesta di raffrescamento per mantenere una temperatura adeguata per il comfort interno avviene dai mesi di Marzo a Ottobre. A Marzo solo in 2 giorni avverrà l'accensione dell'impianto, poiché in tutto il mese prevale una dipendenza da impianto di riscaldamento.

Mese	$Q_{C,tr}$ [kWh]	$Q_{C,r}$ [kWh]	$Q_{C,ve}$ [kWh]	$Q_{C,ht}$ [kWh]	$Q_{sol,k,w}$ [kWh]	Q_{int} [kWh]	Q_{gn} [kWh]	$Q_{C,nd}$ [kWh]
Marzo	458	25	183	666	182	232	413	0
Aprile	18880	1227	7595	27701	7692	10736	18427	58
Maggio	22270	2084	9124	33477	17523	20059	37582	5841
Giugno	10026	2248	4468	16742	19527	19412	38939	22199
Luglio	5996	2633	2968	11597	20193	20059	40252	28655
Agosto	9059	1902	4067	15028	16559	20059	36618	21590
Settembre	18711	1693	7659	28063	12795	19412	32207	5349
Ottobre	14869	791	5909	21569	4416	8815	13231	24
Totali	**100267**	**12602**	**41973**	**154842**	**98885**	**118783**	**217668**	**83716**

Fig. 171 Fabbisogno energia estiva, elaborazione personale Barbieri-Tatti

In questa condizione vediamo come gli apporti derivanti dalla radiazione solare, apporti interni, fabbisogno rischiesto di raffrescamento siano rispettivamente 22%, 27% e 19%, e quindi corrispondano al 68%. Mentre gli apporti definiscono solo il 32%, con 23% redivato dalle dispersioni per trasmissione e il 9% da ventilazione.

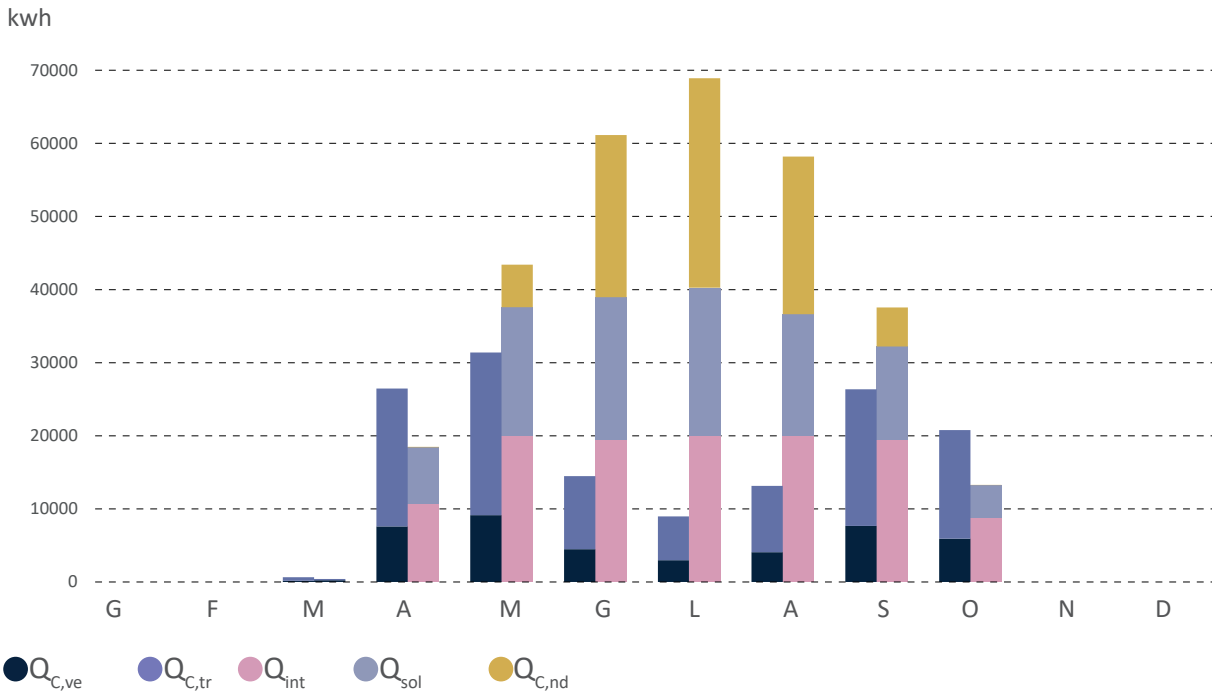


Fig. 172 Fabbisogno energia estiva, elaborazione personale Barbieri-Tatti

Comparando l'intervento con l'esistente nel caso invernale, vediamo una diminuzione del fabbisogno termico complessivo ovvero del fattore $Q_{H,nd}$. Questo infatti da un valore di 547727 kWh scende vertiginosamento a 154586 kWh. Tutti i fattori che compongono il fabbisogno dell'edificio decrescono, tranne le dispersioni per ventilazioni e gli apporti interni che rimangiono invariati.
Rispettivamente il grafico a torta della pagina successiva, la parte interna rappresenta le condizioni esistenti e quella esterna del progetto di riqualificazione. Come si esponeva nelle righe precedenti il fabbisogno di energia da riscaldamento $Q_{H,nd}$ da una componente molto importante del 37% scende al 22%. Le dispersioni totali nell'edifico esistente erano date dalla somma di $Q_{H,tr}$ ovvero il 42% e le perdite dovute alla ventilazione $Q_{H,ve}$ del 7%, per un totale di 49% di dispersioni. Con l'intervento di retrofit invece i valori risultano pesare un $Q_{H,tr}$ del 35% e $Q_{H,ve}$ del 14%, le dispersioni complessive risultano essere sempre pari al 49%. Per quanto concerne gli apporti interni l'immobile si trova ad avere un valore derivato dagli apporti solari $Q_{sol,k,w}$ di 91608 kWh pari al 6%, mentre gli apporti interni Q_{int} di 118413. Sommando questi con l'apporto derivante alla richiesta di fabbisogno dell'edificio si avranno degli apporti tali da pesare il 51%.
Gli interventi proposti invece modificano il peso dei singoli apporti, ma complessivamente il valore risulta essere sempre pari al 51%.

	$Q_{H,tr}$ [kWh]	$Q_{H,r}$ [kWh]	$Q_{H,ve}$ [kWh]	$Q_{H,ht}$ $[kWh]_t$	$Q_{sol,k,w}$ [kWh]	Q_{int} [kWh]	Q_{gn} [kWh]	$Q_{H,nd}$ [kWh]
ESISTENTE	619128	40705	95658	755491	91608	118413	210021	547727
INTERVENTO	243961	9372	95658	348991	84598	118413	203011	154586

Fig. 173 Fabbisogno energia invernale, comparazione, elaborazione personale Barbieri-Tatti

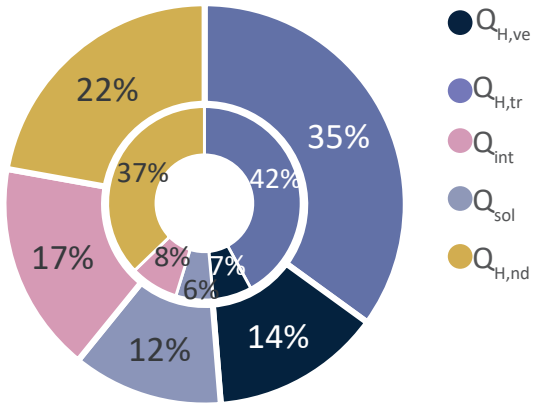


Fig. 174 Fabbisogno energia invernale, comparazione, elaborazione personale Barbieri-Tatti

Nel caso estivo invece complessivamente il fabbisogno di energia è aumentato a causa dei fattori di dispersione $Q_{C,ve}$ per ventilazione e degli apporti interni Q_{int}. Inoltre la stagione di accensione dell'impianto di raffrescamento si modifica. Nell'edificio esistente questa è considerata dal 15 aprile al 14 ottobre, mentre nell'edficio di progetto dal 20 marzo al 15 ottobre. Complessivamente il fabbisogno termico estivo risulta essere pari a $Q_{C,nd}$ = 69697 kWh ad oggi e $Q_{C,nd}$ = 83716 kWh nell'azione di retrofit. E' abbastanza nella norma che con un intervento di cappotto termico il fabbisogno di inverno sia diminuito notevolmente mentre quello in estate aumentato. Solo con l'ultizzo di schermature quest'ultimo fattore potrebbe diminuire anche se in zone climatiche come la E, ovvero con GG>2100 è preferibile realizzare una coibentazione rispetto ad aumentare notevolmente la performance delle schermature poiché in caso contrario avremo un aumento rilevante del fabbisogno invernale rispetto a quello estivo.

Andando poi nello specifico dei vari componenti si possono analizzare gli apporti e le dispersioni dividendoli nel caso dell'edificio esistente e quello soggetti ad inteventi. Nella casistica si definiscono le perdite per trasmissione $Q_{C,tr}$ pari a 155563 kWh che pesano il 31% sul totale e che insieme a quelle di ventilazione $Q_{C,ve}$ compongono un peso pari a 37%. Gli apporti vengono individuati da quelli derivati dal sole ovvero $Q_{sol,k,w}$ 141151 kWh con un 28% e dagli apporti interni aventi un peso del 21%. Infine come ultimo apporto si ha la richiesta, da parte dell'edificio, di energia per mantere le condizioni di comfort. Quest'utlimo valore pari al 14% unito agli altri apporti costruisce un peso pari al 63%. Per quanto concerne l'azione di retrofit le dispersioni corrispondono al 32% mentre gli apporti al 68%, quindi complessivamente si può affermare che gli apporti hanno avuto un leggero miglioramento. Se si va nello specifico e si analizzano i vari dati avremo che le perdite per trasmissione sono diminuite dell'8% andando ad avere un valore pari a $Q_{C,tr}$=100267 kWh. Quelle per ventilazione $Q_{C,ve}$ sono aumentate del 3%, mentre gli apporti sono tutti aumentati, tranne quelli derivati dal sole che $Q_{sol,k,w}$ hanno visto una diminuzione.

	$Q_{C,tr}$ [kWh]	$Q_{C,r}$ [kWh]	$Q_{C,ve}$ [kWh]	$Q_{C,ht}$ $[kWh]_t$	$Q_{sol,k,w}$ [kWh]	Q_{int} [kWh]	Q_{gn} [kWh]	$Q_{C,nd}$ [kWh]
ESISTENTE	155563	49468	33122	238154	141151	104455	245605	69697
PROGETTO	100267	12602	41973	154842	98885	118783	217668	83716

Fig. 175 Fabbisogno energi estivo, comparazione, elaborazione personale Barbieri-Tatti

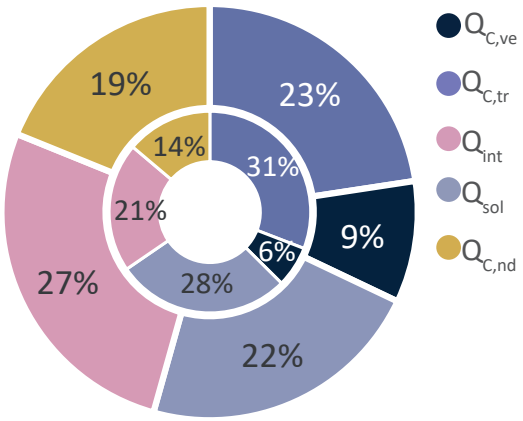


Fig. 176 Fabbisogno energia estivo, comparazione, elaborazione personale Barbieri-Tatti

6.3.4 VERIFICA REQUISITI LEGISLATIVI

Una volta completato il modello energetico attraverso il software edilclima, si è approfondito lo studio dell'edificio di Collegno attraverso il riassunto delle verifiche di legge secondo D.Interm. 16/06/2015 [75] per azione di riqualificazione energetica.

Per prima verifica si è definita quella termoigronometrica degli elementi opachi che risulta dare un esito negativo. Si riporta un riassunto della verifica termoigronometrica effettuata per l'edificio (a sinistra) e nelle condizioni di progetto (a destra):

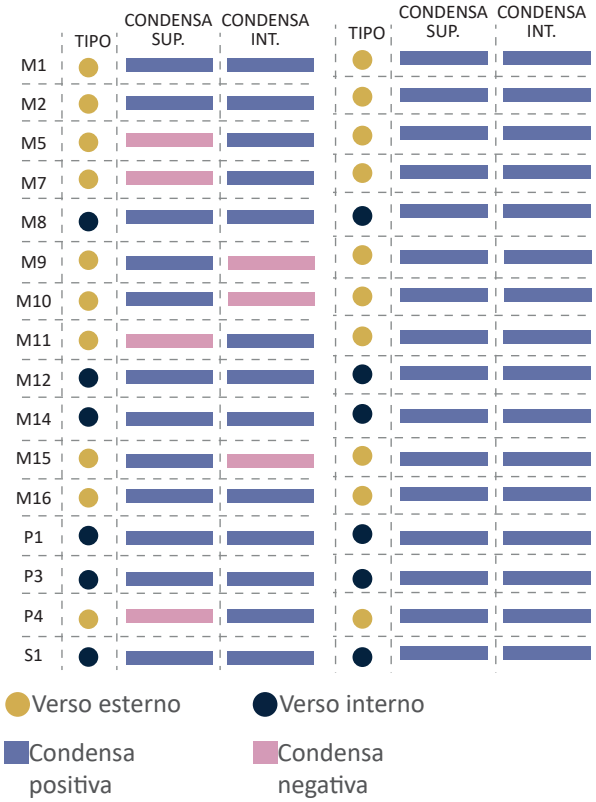


Fig. 177 Verifica condensa, comparazione, elaborazione personale Barbieri-Tatti

La normativa prevede di effettuare la comparazione tra l'edificio del caso studio e un edificio simile per dimensioni e componenti (sagoma, volume, superficie utile, elementi costruttivi…) ma complessivamente con un livello di performance minime richieste. Questo avviene per poter avere dei valori di riferimento adeguati per stabilire il soddisfacimento o non di determinati requisiti che si vedranno successivamente. L'approccio quindi prevede dei valori standard di prestazioni, i quali ci si deve assicurare siano uguali o maggiori rispetto ai valori delle prestazioni dell'edificio di progetto.

Uno dei requisiti minimo di prestazione energetica da rispettare risulta essere H'_T ovvero il coefficiente medio globale di scambio termico per trasmissione per unità di superficie disperdente misurato in (W/m^2K).
Per determinare il valore di H'_T è obbligatorio stabilire il rapporto di forma S/V, e relazionarlo ai gradi giorno ovvero alla zona climatica di riferimento, in questo caso E.

- La superficie disperdente totale risulta essere S= 8315,46 m^2
- Il volume riscaldato V= 19558,12 m^3

$$S/V = \frac{8315{,}46\ m^2}{19558{,}12\ m^3} = 0{,}43\ m^{-1}$$

Incrociando S/V con la zona climatica si definisce un valore massimo di H'_T pari a 0,55 W/m^2K

Quindi calcolando il valore di:

$$H'_{t,pre} = \frac{H_{tr,adj}}{\sum_k A_k} = \frac{10195{,}9\ W/k}{8315{,}46\ m^2} = 1{,}22\ W/m^2k$$

$$H'_{t,post} = \frac{H_{tr,adj}}{\sum_k A_k} = \frac{3841{,}3\ W/k}{8315{,}46\ m^2} = 0{,}49\ W/m^2k$$

Il valore è 0,49 W/m^2K < 0,55 W/m^2K quindi la verifica del coefficiente globale di scambio termico è rispettata.

Nell'azione di retrofit invece la verifica risulta essere positiva a causa delle operazioni di coibentazione dell'involucro che diminuiscono le perdite per trasmissione degli elementi opachi e trasparenti.
Di seguito si riporta la tabella in cui a seconda della zona climativa e il rapporto S/V vi sia un indice di coefficiente globale di scambio termico da rispettare.

RAPPORTO DI FORMA (S/V)	Zona climatica				
	A e B	C	D	E	F
S/V > 0,7	0,58	0,55	0,53	0,50	0,48
0,7 > S/V > 0,4	0,63	0,60	0,58	0,55	0,53
0,4 > S/V	0,80	0,80	0,80	0,75	0,70

Fig. 178 Tabella valore massimo ammissibile H'_T , rielaborazione tabella [75]

Anche l'area solare equivalente estiva ($A_{sol,est}$) per unità di superficie ($A_{sup\ utile}$) risulta dare un riscontro negativo. L'edificio appartiene alla categoria E.1 e secondo la normativa deve rispettare un valore di area solare equivalente per unità di superficie ≤ 0,030

$$\frac{A_{sol,est}}{A_{sup,utile}} = 0{,}045 > 0{,}030$$

Data la geometria del manufatto architettonico anche nel progetto di retrofit l'area solare equivalente non risulta soddisfatta. Vi è però un ambiguità, poichè ponendo l'attenzione nel complesso il parametro risulta dare risposta postiva. Si deve però conoscere la condizione di ogni appartamento per determinarne il soddisfacimento, ed infatti vi è la presenza di determinati alloggi che non soddisfano il requisito. Nello specifico l'appartamento situato nella scala 11 al piano 6 n°12 si riscontra un valore $A_{sol,eq}$= 0,035. Complessivamente l'area solare equivalente risulta essere:

$$\frac{A_{sol,est}}{A_{sup,utile}} = 0{,}0149 > 0{,}030$$

Di seguito si riporta la tabella rappresentante il valore massimo ammissibile.

Categoria di edificio	
Categoria E.1 fatta eccezione per collegi, conventi, case di pena, caserme nonché per la categoria E.1(3)	≤ 0,030
Tutti gli altri edifici	≤ 0,040

Fig. 179. Tabella valore massimo ammissibile $A_{sol,est}/A_{sup,utile}$, rielaborazione tabella [75]

L'indice di prestazione termica utile per il riscaldamento $EP_{H,nd}$ risulta dare esito negativo e derivare dal rapporto tra il fabbisogno di energia termica per il riscaldamento e la superficie utile di pavimento:

$$EP_{H,nd} = \frac{\sum Q_{H,nd}}{\sum A_f} = \frac{547.727\ kWh}{4.924{,}83\ m^2} = 112{,}22\ kWh/m^2$$

$112{,}22\ kWh/m^2 > 35{,}28\ kWh/m^2$

Nel progetto invece:

$$EP_{H,nd} = \frac{\sum Q_{H,nd}}{\sum A_f} = \frac{154.586\ kWh}{4.924{,}83\ m^2}$$

$31{,}39\ kWh/m^2 < 35{,}79\ kWh/m^2$

Per quanto concerne l'indice di prestazione termica utile per il raffrescamento $EP_{C,nd}$ è l'unica verifica di legge che risulta essere positiva e derivare dal rapporto tra il fabbisogno di energia termica per il raffrescamento e la superficie utile di pavimento:

$$EP_{C,nd} = \frac{\sum Q_{C,nd}}{\sum A_f} = \frac{69.697\ kWh}{4.924{,}83\ m^2} = 14{,}15\ kWh/m^2$$

$14{,}15\ kWh/m^2 < 21{,}11\ kWh/m^2$

Anche nel progetto risulta dare esito positivo:

$$EP_{C,nd} = \frac{\sum Q_{C,nd}}{\sum A_f} = \frac{83.716\ kWh}{4.924,83\ m^2} = 17,00\ kWh/m^2$$

$17,00\ kWh/m^2 < 19,99\ kWh/m^2$

L'ultimo fattore analizzato è l'indice di prestazione energetica globale dell'edificio EP_{gl}
$EP_{gl} = EP_H + EP_W + EP_V + EP_C + EP_L + EP_T = 191,00\ kWh/m^2 > 115,78\ kWh/m^2$. Tale valore risulta essere modificato attraverso l'azione di retrofit, delinenado un valore pari a $84,36\ kWh/m^2$

Nello specifico
- EP_H = indice di prestazione energetica per climatizzazione invernale,
- EP_W =indice di prestazione energetica per la produzione di acqua calda sanitaria,
- EP_V =indice di prestazione enerfetica per ventilazione,
- EP_C =indice di prestazione energetica per climatizzazione estiva,
- EP_L = indice di prestazione energetica per illuminazione artificiale,
- EP_T =indice di prestazione energetica riguardo il trasporto di persone e cose.

Sempre in relazione all'edificio di riferimento vi sono ulteriori paramentri, questa volta relativi all'involcro edilizio che si devono rispettare. Già nelle pagine precedenti è stato affermato e posta l'attenzione sull'importanza della trasmittanza termica dell'involucro dell'edificio e di quanto questa incida sulle dispersioni dello stesso. Occorre definire quali siano i valori soglia stabiliti a livello nazionale divisi in zona climatica.
Riportiamo una tabella all'interno della quale verranno mostrate le trasmittanze soglia delle strutture opache verticali, orizzontali, di copertura, controterra e trasparenti.
Si precisa che in tutto l'involucro sono state verificate tutte le trasmittanze che risultano avere un valore minore rispetto al valore soglia.

6.3.5 ATTESTATO DI PRESTAZIONE ENERGETICA | APE

Usufruendo del software edilclima è stato redatto l'attestato di prestazione energetica A.P.E. [73] (precedentemente chiamato A.C.E.), che rappresenta un documento all'interno del quale è descritta la prestazione energetica di un edificio ovvero la quantità di energia che è necessaria per soddisfare le condizioni di comfort interno, quali riscaldamento, raffrescamento, ventilazione. L'APE è stata redatta attraverso il decreto del 2013 63/2013 che poi successivamente è stato aggiornato attraverso diverse normative.
All'interno della documentazione vi è sintetizzata la prestazione energetica attraverso differenti scale energetiche, le quali vengono regolamentate dal Decreto Legislativo 192/2005 e risultano essere A4, A3, A2, A1, B, C, D, E, F, G. Ciascuna delle classi viene definita da un valore in Kilowatt per ora in 1m² di prestazione energetica globale da fonti non rinnovabili $Ep_{gl,nren}$. Se si parla di una classe energetica bassa si farà riferimento alle consonanti E-F-G, media B-C-D ed invece un edificio con ottime prestazioni sarà caratterizzato da una classe A4-A3-A2-A1.
Oltre a definire la classe energetica dell'edificio l'APE, che è definita da un formato standard nel territorio italiano, caratterizza anche:

- La prestazione energetica globale con i relativi indici di prestazione da fonti non rinnovabili $EP_{gl,nren}$ e da fonti rinnovabili $EP_{gl,ren}$;
- La qualità energetica del fabbricato;
- I requisiti minimi di efficienza energetica;
- La quantità di emissioni di CO_2;
- Le possibilità di miglioramento dal punto di vista energetico e quindi il relativo salto di classe.



L'attestato di prestazione energetica deve essere redatto da un professionista ovvero un certificatore energetico che il più delle volte risulta essere un geometra, ingegnere o architetto che dovranno ovviamente essere un tecnico abilitato alla progettazione di edifici ed impianti. Inoltre attraverso la legge 90/2013 è chiaramente definito quando sia obbligatorio redigere tale attestato. In particolare, dall'aggiornamento ad Aprile 2021, può essere fatta nei casi di compravendita, di donazione, di affitto di interi manufatti o singole unità immobiliari, per enti pubblici e per i contratti di gestione degli impianti. Per definire l'indice di prestazione energetica in annunci di vendita o affitto di edifici è ovviamente obbligatorio redigere un APE. Anche ultimati i lavori in edifici di nuova costruzione o ristrutturazione importante è oppurtuno usufruire di tale certificazione. Infine le agevolazioni finanziarie come Superbonus ed Ecobonus devono necessariamente presentare un attestato di prestazione energetica. Proprio per il Superbonus 110% è stata redatta una certificazione chiamata "convenzionale" diversa dalla solita chiamata "standard". Infatti l'APE convenzionale serve unicamente operazioni di riqualificazione energetica attraverso il Superbonus110%. Inoltre è redatta per l'intero

edificio e non in singoli appartamenti come nel caso di APE standard. All'interno del Superbonus, come si spiegherà nelle pagine successive, occorre effettuare strategie che permettano il salto energetico di due classi energetiche ed infatti in questo caso l'APE convenzionale deve necessariamente rapportare l'intervento ante e post operam.
Occorre ricordare come dal 2015 l'Attestato di prestazione energetica classifica un edificio all'interno di una classe secondo il relativo "edificio di riferimento". Quest'ultimo serve per determinare il valore dell'energia primaria che l'edificio oggetto di studio deve rispettare e con cui deve confrontarsi. I limiti infatti vengono modellati attraverso l'edificio di riferimento, cosa che prima del 2015 avveniva esclusivamente attraverso una definizione dei gradi giorno (GG) del comune dove si trovava l'immobile e il relativo rapporto S/V.

In generale per redigere un attestato di prestazione energetica APE è necessario definire un programma di sopralluogo molto dettagliato dove rilevare caratteristiche come la qualità degli infissi, l'efficienza energetica degli impianti, le tecnologie dell'involucro opaco... Tutto quello che sarà necessario in secondo luogo per poter descrivere l'immobile sotto il profilo energetico ed infine assegnargli una classe energetica.

A pagina successiva si è riportato L'APE post operam di Collegno, esempio di attestato di prestazione energetica con cui classificare un immobile in Regione Piemonte.

REGIONE PIEMONTE

ATTESTATO DI PRESTAZIONE ENERGETICA DEGLI EDIFICI

CODICE IDENTIFICATIVO: VALIDO FINO AL: 22/03/2031

APE 2015

DATI GENERALI

Destinazione d'uso

- [X] Residenziale
- [ ] Non residenziale

Classificazione [illegible]/93: *E.1 (1)*

Oggetto dell'attestato

- [X] Intero edificio
- [ ] Unità immobiliare
- [ ] Gruppo di unità immobiliari

Numero di unità immobiliari di cui è composto l'edificio: *74*

- [ ] Nuova costruzione
- [ ] Passaggio di proprietà
- [ ] Locazione
- [ ] Ristrutturazione importante
- [ ] Riqualificazione energetica
- [ ] Altro: _____

Dati identificativi

FOTO EDIFICIO

Regione : *PIEMONTE*
Comune : *Collegno*
Indirizzo :
Piano :
Interno :
Coordinate GIS : *0,000000 N - 0,000000 E*

Zona climatica : *E*
Anno di costruzione : *2021*
Superficie utile riscaldata (m²) : *4924,83*
Superficie utile raffrescata (m²) : *4924,83*
Volume lordo riscaldato (m³) : *19558,12*
Volume lordo raffrescato (m³) : *19558,12*

Comune catastale	*C860*								Sezione		Foglio				Particella			
Subalterni	da		a			da		a			da		a			da		a		
Al[illegible]i																				

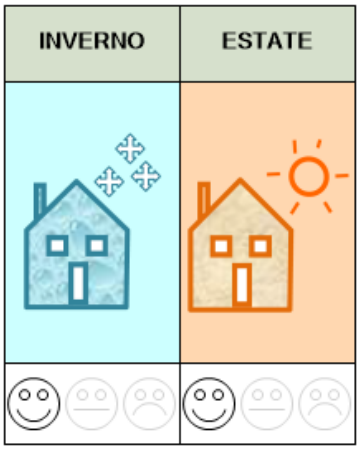
Servizi energetici presenti

- [X] Climatizzazione invernale
- [X] Climatizzazione estiva
- [ ] Ventilazione meccanica
- [X] Prod. acqua calda sanitaria
- [ ] Illuminazione
- [ ] Trasporto di persone o cose

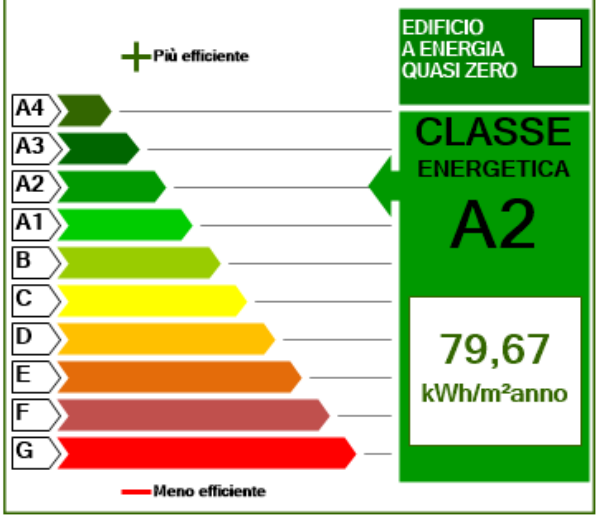
PRESTAZIONE ENERGETICA GLOBALE E DEL FABBRICATO

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

Prestazione energetica del fabbricato



Prestazione energetica globale



Riferimenti

Gli immobili simili avrebbero in media la seguente classificazione:

Se nuovi: B (106,57)

Se esistenti: -

REGIONE PIEMONTE

ATTESTATO DI PRESTAZIONE ENERGETICA DEGLI EDIFICI

CODICE IDENTIFICATIVO: VALIDO FINO AL: 22/03/2031

APE 2015

PRESTAZIONE ENERGETICA DEGLI IMPIANTI E CONSUMI STIMATI

La sezione riporta l'indice di prestazione energetica rinnovabile e non rinnovabile, nonché una stima dell'energia consumata annualmente dall'immobile secondo un uso standard.

Prestazioni energetiche degli impianti e stima dei consumi di energia

	FONTI ENERGETICHE UTILIZZATE	Quantità annua consumata in uso standard (specificare unità di misura)	Indici di prestazione energetica globali ed emissioni
x	Energia elettrica da rete	49139 kWh	Indice della prestazione energetica non rinnovabile EPgl,nren kWh/m² anno 79,67
x	Gas naturale	28412 m³	
	GPL		
	Carbone		
	Gasolio		
	Olio combustibile		Indice della prestazione energetica rinnovabile EPgl,ren kWh/m² anno 4,69
	Biomasse solide		
	Biomasse liquide		
	Biomasse gassose		
	Solare fotovoltaico		
	Solare termico		Emissioni di CO_2 kg/m² anno 17
	Eolico		
	Teleriscaldamento		
	Teleraffrescamento		
	Altro		

RACCOMANDAZIONI

La sezione riporta gli interventi raccomandati e la stima dei risultati conseguibili, con il singolo intervento o con la realizzazione dell'insieme di essi, esprimendo una valutazione di massima del potenziale di miglioramento dell'edificio o immobile oggetto dell'attestato di prestazione energetica.

RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA E RISTRUTTURAZIONE IMPORTANTE

INTERVENTI RACCOMANDATI E RISULTATI CONSEGUIBILI

Codice	TIPO DI INTERVENTO RACCOMANDATO	Comporta una Ristrutturazione importante	Tempo di ritorno dell'investimento anni	Classe Energetica raggiungibile con l'intervento ($EP_{gl,nren}$ kWh/m² anno)	CLASSE ENERGETICA raggiungibile se si realizzano tutti gli interventi raccomandati
R EN 1		no	0,00	A4 0,00	A4 0,00 kWh/m² anno
R EN					
R EN					
R EN					
R EN					
R EN					

REGIONE PIEMONTE

ATTESTATO DI PRESTAZIONE ENERGETICA DEGLI EDIFICI

CODICE IDENTIFICATIVO: VALIDO FINO AL: 22/03/2031

APE 2015

ALTRI DATI ENERGETICI GENERALI

Energia esportata	*0,00* kWh/anno	**Vettore energetico:** *Energia elettrica*

ALTRI DATI DI DETTAGLIO DEL FABBRICATO

V – Volume riscaldato	*19558,12*	m^3
S – Superficie disperdente	*8317,76*	m^2
Rapporto S/V	*0,43*	
$EP_{H,nd}$	*31,39*	kWh/m^2 anno
$A_{sol,est}/A_{sup\ utile}$	*0,0149*	-
Y_{IE}	*0,0075*	W/m^2K

DATI DI DETTAGLIO DEGLI IMPIANTI

Servizio energetico	Tipo di impianto	Anno di installazione	Codice catasto regionale impianti termici	Vettore energetico utilizzato	Potenza Nominale kW	Efficienza media stagionale		EPren	EPnren
Climatizzazione invernale	*Caldaia a condensazione*	*2021*		*Gas naturale*	*148,03*	*82,0*	η_H	*0,09*	*38,17*
	Caldaia a condensazione	*2021*		*Gas naturale*	*148,03*				
Climatizzazione estiva	*HP elettrica aria-aria*	*2021*		*Energia elettrica da rete*	*0,00*	*521,0*	η_C	*0,63*	*2,63*
	HP elettrica aria-acqua	*2021*		*Energia elettrica da rete*	*5,10*				
	HP elettrica aria-aria	*2021*		*Energia elettrica da rete*	*0,00*				
	HP elettrica aria-aria	*2021*		*Energia elettrica da rete*	*0,00*				
	HP elettrica aria-acqua	*2021*		*Energia elettrica da rete*	*5,10*				
	HP elettrica aria-aria	*2021*		*Energia elettrica da rete*	*0,00*				
	HP elettrica aria-aria	*2021*		*Energia elettrica da rete*	*0,00*				
	HP elettrica aria-acqua	*2021*		*Energia elettrica da rete*	*5,00*				
	HP elettrica aria-acqua	*2021*		*Energia elettrica da rete*	*5,10*				
	HP elettrica aria-aria	*2021*		*Energia elettrica da rete*	*0,00*				
	HP elettrica aria-aria	*2021*		*Energia elettrica da rete*	*0,00*				
	HP elettrica aria-aria	*2021*		*Energia elettrica da rete*	*0,00*				
	HP elettrica aria-aria	*2021*		*Energia elettrica da rete*	*0,00*				
	HP elettrica aria-aria	*2021*		*Energia elettrica da rete*	*0,00*				
	HP elettrica aria-aria	*2021*		*Energia elettrica da rete*	*0,00*				

	HP elettrica aria-aria	2021		Energia elettrica da rete	0,00			
	HP elettrica aria-aria	2021		Energia elettrica da rete	0,00			
	HP elettrica aria-aria	2021		Energia elettrica da rete	0,00			
	HP elettrica aria-acqua	2021		Energia elettrica da rete	5,10			
	HP elettrica aria-aria	2021		Energia elettrica da rete	0,00			
	HP elettrica aria-aria	2021		Energia elettrica da rete	0,00			
	HP elettrica aria-acqua	2021		Energia elettrica da rete	5,10			
	HP elettrica aria-aria	2021		Energia elettrica da rete	0,00			
	HP elettrica aria-acqua	2021		Energia elettrica da rete	5,00			
	HP elettrica aria-acqua	2021		Energia elettrica da rete	5,10			
	HP elettrica aria-aria	2021		Energia elettrica da rete	0,00			
	HP elettrica aria-acqua	2021		Energia elettrica da rete	5,00			
	HP elettrica aria-aria	2021		Energia elettrica da rete	0,00			
	HP elettrica aria-aria	2021		Energia elettrica da rete	0,00			
	HP elettrica aria-aria	2021		Energia elettrica da rete	0,00			
	HP elettrica aria-aria	2021		Energia elettrica da rete	0,00			
	HP elettrica aria-aria	2021		Energia elettrica da rete	0,00			
	HP elettrica aria-aria	2021		Energia elettrica da rete	0,00			
	HP elettrica aria-aria	2021		Energia elettrica da rete	0,00			
	HP elettrica aria-aria	2021		Energia elettrica da rete	0,00			
	HP elettrica aria-aria	2021		Energia elettrica da rete	0,00			
	HP elettrica aria-aria	2021		Energia elettrica da rete	0,00			
	HP elettrica aria-acqua	2021		Energia elettrica da rete	5,00			
	HP elettrica aria-aria	2021		Energia elettrica da rete	0,00			
	HP elettrica aria-aria	2021		Energia elettrica da rete	0,00			
	HP elettrica aria-acqua	2021		Energia elettrica da rete	5,10			
	HP elettrica aria-aria	2021		Energia elettrica da rete	0,00			
	HP elettrica aria-acqua	2021		Energia elettrica da rete	5,00			
	HP elettrica aria-aria	2021		Energia elettrica da rete	0,00			
	HP elettrica aria-aria	2021		Energia elettrica da rete	0,00			
	HP elettrica aria-aria	2021		Energia elettrica da rete	0,00			
	HP elettrica aria-acqua	2021		Energia elettrica da rete	5,10			

	HP elettrica aria-aria	*2021*		*Energia elettrica da rete*	*0,00*				
	HP elettrica aria-aria	*2021*		*Energia elettrica da rete*	*0,00*				
	HP elettrica aria-aria	*2021*		*Energia elettrica da rete*	*0,00*				
	HP elettrica aria-aria	*2021*		*Energia elettrica da rete*	*0,00*				
	HP elettrica aria-acqua	*2021*		*Energia elettrica da rete*	*5,00*				
	HP elettrica aria-acqua	*2021*		*Energia elettrica da rete*	*5,00*				
	HP elettrica aria-aria	*2021*		*Energia elettrica da rete*	*0,00*				
	HP elettrica aria-acqua	*2021*		*Energia elettrica da rete*	*5,00*				
	HP elettrica aria-acqua	*2021*		*Energia elettrica da rete*	*5,10*				
	HP elettrica aria-aria	*2021*		*Energia elettrica da rete*	*0,00*				
	HP elettrica aria-aria	*2021*		*Energia elettrica da rete*	*0,00*				
	HP elettrica aria-aria	*2021*		*Energia elettrica da rete*	*0,00*				
	HP elettrica aria-aria	*2021*		*Energia elettrica da rete*	*0,00*				
	HP elettrica aria-aria	*2021*		*Energia elettrica da rete*	*0,00*				
	HP elettrica aria-acqua	*2021*		*Energia elettrica da rete*	*5,00*				
	HP elettrica aria-aria	*2021*		*Energia elettrica da rete*	*0,00*				
	HP elettrica aria-aria	*2021*		*Energia elettrica da rete*	*0,00*				
	HP elettrica aria-aria	*2021*		*Energia elettrica da rete*	*0,00*				
	HP elettrica aria-aria	*2021*		*Energia elettrica da rete*	*0,00*				
	HP elettrica aria-aria	*2021*		*Energia elettrica da rete*	*0,00*				
	HP elettrica aria-aria	*2021*		*Energia elettrica da rete*	*0,00*				
	HP elettrica aria-aria	*2021*		*Energia elettrica da rete*	*0,00*				
	HP elettrica aria-aria	*2021*		*Energia elettrica da rete*	*0,00*				
	HP elettrica aria-aria	*2021*		*Energia elettrica da rete*	*0,00*				
	HP elettrica aria-aria	*2021*		*Energia elettrica da rete*	*0,00*				
	HP elettrica aria-aria	*2021*		*Energia elettrica da rete*	*0,00*				
Prod. acqua calda sanitaria	*Caldaia standard*	*2021*		*Gas naturale*	*23,88*	*43,6*	η_W	*3,97*	*38,87*
	Caldaia standard	*2021*		*Gas naturale*	*23,88*				
	Caldaia standard	*2021*		*Gas naturale*	*23,88*				
	boiler elettrico	*2021*		*Energia elettrica da rete*	*0,86*				
	Caldaia standard	*2021*		*Gas naturale*	*23,88*				

	boiler elettrico	2021		Energia elettrica da rete	0,86			
	Caldaia standard	2021		Gas naturale	23,88			
	Caldaia standard	2021		Gas naturale	23,88			
	Caldaia standard	2021		Gas naturale	23,88			
	Caldaia standard	2021		Gas naturale	23,88			
	boiler elettrico	2021		Energia elettrica da rete	1,33			
	Caldaia standard	2021		Gas naturale	23,88			
	Caldaia standard	2021		Gas naturale	23,88			
	boiler elettrico	2021		Energia elettrica da rete	0,66			
	Caldaia standard	2021		Gas naturale	23,88			
	Caldaia standard	2021		Gas naturale	23,88			
	Caldaia standard	2021		Gas naturale	23,88			
	boiler elettrico	2021		Energia elettrica da rete	1,12			
	Caldaia standard	2021		Gas naturale	23,88			
	boiler elettrico	2021		Energia elettrica da rete	1,12			
	boiler elettrico	2021		Energia elettrica da rete	1,64			
	Caldaia standard	2021		Gas naturale	23,88			
	Caldaia standard	2021		Gas naturale	23,88			
	boiler elettrico	2021		Energia elettrica da rete	1,12			
	Caldaia standard	2021		Gas naturale	23,88			
	boiler elettrico	2021		Energia elettrica da rete	1,12			
	Caldaia standard	2021		Gas naturale	23,88			
	Caldaia standard	2021		Gas naturale	23,88			
	Caldaia standard	2021		Gas naturale	23,88			
	Caldaia standard	2021		Gas naturale	23,88			
	Caldaia standard	2021		Gas naturale	23,88			
	boiler elettrico	2021		Energia elettrica da rete	1,15			
	Caldaia standard	2021		Gas naturale	23,88			
	boiler elettrico	2021		Energia elettrica da rete	1,15			
	boiler elettrico	2021		Energia elettrica da rete	1,40			
	boiler elettrico	2021		Energia elettrica da rete	1,15			
	boiler elettrico	2021		Energia elettrica da rete	1,40			

	Caldaia standard	*2021*		*Gas naturale*	*23,88*
	Caldaia standard	*2021*		*Gas naturale*	*23,88*
	Caldaia standard	*2021*		*Gas naturale*	*23,88*
	Caldaia standard	*2021*		*Gas naturale*	*23,88*
	Caldaia standard	*2021*		*Gas naturale*	*23,88*
	Caldaia standard	*2021*		*Gas naturale*	*23,88*
	boiler elettrico	*2021*		*Energia elettrica da rete*	*1,18*
	Caldaia standard	*2021*		*Gas naturale*	*23,88*
	Caldaia standard	*2021*		*Gas naturale*	*23,88*
	Caldaia standard	*2021*		*Gas naturale*	*23,88*
	Caldaia standard	*2021*		*Gas naturale*	*23,88*
	boiler elettrico	*2021*		*Energia elettrica da rete*	*1,39*
	Caldaia standard	*2021*		*Gas naturale*	*23,88*
	boiler elettrico	*2021*		*Energia elettrica da rete*	*1,39*
	Caldaia standard	*2021*		*Gas naturale*	*23,88*
	Caldaia standard	*2021*		*Gas naturale*	*23,88*
	Caldaia standard	*2021*		*Gas naturale*	*23,88*
	Caldaia standard	*2021*		*Gas naturale*	*23,88*
	Caldaia standard	*2021*		*Gas naturale*	*23,88*
	Caldaia standard	*2021*		*Gas naturale*	*23,88*
	boiler elettrico	*2021*		*Energia elettrica da rete*	*1,20*
	Caldaia standard	*2021*		*Gas naturale*	*23,88*
	Caldaia standard	*2021*		*Gas naturale*	*23,88*
	boiler elettrico	*2021*		*Energia elettrica da rete*	*1,38*
	boiler elettrico	*2021*		*Energia elettrica da rete*	*0,81*
	Caldaia standard	*2021*		*Gas naturale*	*23,88*
	boiler elettrico	*2021*		*Energia elettrica da rete*	*1,38*
	boiler elettrico	*2021*		*Energia elettrica da rete*	*0,81*
	Caldaia standard	*2021*		*Gas naturale*	*23,88*
	Caldaia standard	*2021*		*Gas naturale*	*23,88*
	boiler elettrico	*2021*		*Energia elettrica da rete*	*0,81*
	Caldaia standard	*2021*		*Gas naturale*	*23,88*

	Caldaia standard	*2021*		*Gas naturale*	*23,88*				
	boiler elettrico	*2021*		*Energia elettrica da rete*	*0,81*				
	Caldaia standard	*2021*		*Gas naturale*	*23,88*				
	boiler elettrico	*2021*		*Energia elettrica da rete*	*1,38*				
	Caldaia standard	*2021*		*Gas naturale*	*23,88*				
	Caldaia standard	*2021*		*Gas naturale*	*23,88*				
Impianti combinati									
Produzione da fonti rinnovabili									
Ventilazione meccanica									
Illuminazione									
Trasporto di persone o cose									

REGIONE PIEMONTE

ATTESTATO DI PRESTAZIONE ENERGETICA DEGLI EDIFICI

CODICE IDENTIFICATIVO: VALIDO FINO AL: 22/03/2031

APE 2015

INFORMAZIONI SUL MIGLIORAMENTO DELLA PRESTAZIONE ENERGETICA

La sezione riporta informazioni sulle opportunità, anche in termini di strumenti di sostegno nazionali o locali, legate all'esecuzione di diagnosi energetiche e interventi di riqualificazione energetica, comprese le ristrutturazioni importanti.

SOGGETTO CERTIFICATORE

☐ Ente/Organismo pubblico	☒ Tecnico abilitato	☐ Organismo/Società

Nome e Cognome / Denominazione	
Indirizzo	- - ()
E-mail	
Telefono	
Titolo	
Ordine/iscrizione	di /
Dichiarazione di indipendenza	*Il sottoscritto certificatore, consapevole delle responsabilità assunte ai sensi degli artt.359 e 481 del Codice Penale, DICHIARA di aver svolto con indipendenza ed imparzialità di giudizio l'attività di Soggetto Certificatore del sistema edificio impianto oggetto del presente attestato e l'assenza di conflitto di interessi ai sensi dell'art.3 del D.P.R. 16 aprile 2013, n. 75.*
Informazioni aggiuntive	

SOPRALLUOGHI E DATI DI INGRESSO

E' stato eseguito almeno un sopralluogo/rilievo sull'edificio obbligatorio per la redazione del presente APE?	*si*

SOFTWARE UTILIZZATO

Il software utilizzato risponde ai requisiti di rispondenza e garanzia di scostamento massimo dei risultati conseguiti rispetto ai valori ottenuti per mezzo dello strumento di riferimento nazionale?	*si*
Ai fini della redazione del presente attestato è stato utilizzato un software che impieghi un metodo di calcolo semplificato?	*no*

Il presente attestato è reso, dal sottoscritto, in forma di dichiarazione sostitutiva di atto notorio ai sensi dell'articolo 47 del D.P.R. 445/2000 e dell'articolo 15, comma 1 del D.Lgs 192/2005 così come modificato dall'articolo 12 del D.L 63/2013.

Data di emissione _____ Firma e timbro del tecnico o firma digitale _____

REGIONE PIEMONTE

ATTESTATO DI PRESTAZIONE ENERGETICA DEGLI EDIFICI

CODICE IDENTIFICATIVO: VALIDO FINO AL: 22/03/2031

APE 2015

LEGENDA E NOTE PER LA COMPILAZIONE

Il presente documento attesta la **prestazione** e la **classe energetica** dell'edificio o dell'unità immobiliare, ovvero la quantità di energia necessaria ad assicurare il comfort attraverso i diversi servizi erogati dai sistemi tecnici presenti, in condizioni convenzionali d'uso. Al fine di individuare le potenzialità di miglioramento della prestazione energetica, l'attestato riporta informazioni specifiche sulle prestazioni energetiche del fabbricato e degli impianti. Viene altresì indicata la classe energetica più elevata raggiungibile in caso di realizzazione delle misure migliorative consigliate, così come descritte nella sezione "**raccomandazioni"** (pag.2).

PRIMA PAGINA

Informazioni generali: tra le informazioni generali è riportata la motivazione alla base della redazione dell'APE. Nell'ambito del periodo di validità, ciò non preclude l'uso dell'APE stesso per i fini di legge, anche se differenti da quelli ivi indicati.
Prestazione energetica globale (EPgl,nren) : fabbisogno annuale di energia primaria non rinnovabile relativa a tutti i servizi erogati dai sistemi tecnici presenti, in base al quale è identificata la classe di prestazione dell'edificio in una scala da A4 (edificio più efficiente) a G (edificio meno efficiente).
Prestazione energetica del fabbricato: indice qualitativo del fabbisogno di energia necessario per il soddisfacimento del confort interno, indipendente dalla tipologia e dal rendimento degli impianti presenti. Tale indice da un'indicazione di come l'edificio, d'estate e d'inverno, isola termicamente gli ambienti interni rispetto all'ambiente esterno. La scala di valutazione qualitativa utilizzata osserva il seguente criterio:

QUALITA' ALTA	QUALITA' MEDIA	QUALITA' BASSA

I valori di soglia per la definizione del livello di qualità, suddivisi per tipo di indicatore, sono riportati nelle Linee guida per l'attestazione energetica degli edifici di cui al decreto previsto dall'articolo 6, comma 12 del d.lgs. 192/2005.
Edificio a energia quasi zero: edificio ad altissima prestazione energetica, calcolata conformemente alle disposizioni del decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192 e del decreto ministeriale sui requisiti minimi previsto dall'articolo 4, comma 1 del d.lgs. 192/2005. Il fabbisogno energetico molto basso o quasi nullo è coperto in misura significativa da energia da fonti rinnovabili, prodotta all'interno del confine del sistema (in situ). Una spunta sull'apposito spazio adiacente alla scala di classificazione indica l'appartenenza dell'edificio oggetto dell'APE a questa categoria.
Riferimenti: raffronto con l'indice di prestazione globale non rinnovabile di un edificio simile ma dotato dei requisiti minimi degli edifici nuovi, nonché con la media degli indici di prestazione degli edifici esistenti simili, ovvero contraddistinti da stessa tipologia d'uso, tipologia costruttiva, zona climatica, dimensioni ed esposizione di quello oggetto dell'attestato.

SECONDA PAGINA

Prestazioni energetiche degli impianti e consumi stimati: la sezione riporta l'indice di prestazione energetica rinnovabile e non rinnovabile dell'immobile oggetto di attestazione. Tali indici informano sulla percentuale di energia rinnovabile utilizzata dall'immobile rispetto al totale. La sezione riporta infine una stima del quantitativo di energia consumata annualmente dall'immobile secondo un uso standard, suddivisi per tipologia di fonte energetica utilizzata.
Raccomandazioni: di seguito si riporta la tabella che classifica le tipologie di intervento raccomandate per la riqualificazione energetica e la ristrutturazione importante.

RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA E RISTRUTTURAZIONE IMPORTANTE EDIFICIO/UNITA' IMMOBILIARE - Tabella dei Codici

Codice	TIPO DI INTERVENTO
R_{EN1}	FABBRICATO - INVOLUCRO OPACO
R_{EN2}	FABBRICATO - INVOLUCRO TRASPARENTE
R_{EN3}	IMPIANTO CLIMATIZZAZIONE - INVERNO
R_{EN4}	IMPIANTO CLIMATIZZAZIONE - ESTATE
R_{EN5}	ALTRI IMPIANTI
R_{EN6}	FONTI RINNOVABILI

TERZA PAGINA

La terza pagina riporta la quantità di energia prodotta in situ ed esportata annualmente, nonché la sua tipologia.
Riporta infine, suddivise in due sezioni relative rispettivamente al fabbricato e agli impianti, i dati di maggior dettaglio alla base del calcolo.

Per quanto concerne l'edificio di riferimento di Collegno la prestazione energetica globale del fabbricato, correlato da servizi energetici quali climatizzazione invernale ed estiva e produzione di acqua calda sanitaria, risulta essere CLASSE ENERGETICA D con un'indice di prestazione energetica non rinnovabile $EP_{gl,nren}$ = 185,98 kWh/m²annuo.
L'indice di prestazione energetica rinnovabile $EP_{gl,ren}$ = 5,02 kWh/m²annuo
e le emissioni di CO_2 = 38 kg/m²anno.

L'edificio quindi risulta trovarsi in una classe energetica media (B,C,D) e con interventi di ristrutturazione non importanti potrebbe raggiungere una classe energetica alta pari a A1.

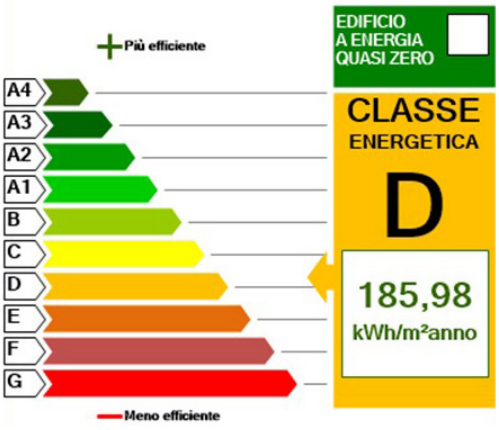


Fig. 180 Classe energetica, elaborazione personale Barbieri-Tatti

Il software Edilclima definisce inoltre la prestazione energetica del fabbricato attraverso due icone rispettiva,ente invernali ed estive. In questo caso si identifica un indice di prestazione senza tenere in considerazione il rendimento dell'impianto. Si rappresenta solo la risposta dell'edificio di inverno e di estate per quanto concerne l'isolamento dei componenti che determinano chiusure tra ambiente interno ed esterno. Vengono raffigurate degli "Smile" per determinare la qualità nelle due stagioni. In questo caso studio



Fig. XX. Prestazioni energetiche

in entrambe le stagioni l'edificio risulta appartenere alla categoria "qualità bassa e quindi si vede costretto nel miglioramento delle condizioni di involucro quali elementi opachi e trasparenti.

Dopo gli interventi effettuati la classe energetica che risulta caratterizzare l'immobile è A2 ovvero di fascia alta con
$EP_{gl,nren}$ di 79,67 kWh/m²anno.
L'indice della prestazione energetica da fonti rinnovabili risulta essere con $EP_{gl,ren}$ di 4,69 kWh/m²anno e il totale delle emissioni di CO_2 di 17 kg/m²anno.

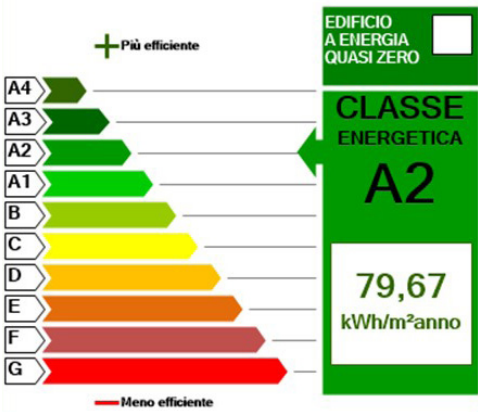
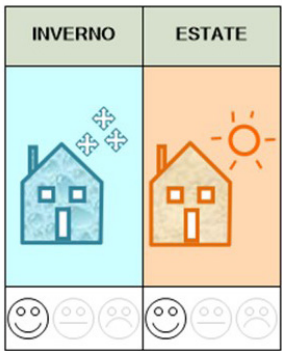


Fig. 181 Classe energetica, elaborazione personale Barbieri-Tatti

Infine per quanto riguarda la prestazione energetica del fabbricato dopo gli interventi risulta essere di qualità alta. Quindi a causa della coibentazione e cambio di serramenti si è potuta ottenere tale qualità.



6.3.6 VALUTAZIONE DEI COSTI DELL'INTERVENTO

Infine si è redatto il computo metrico per determinare se il costo dei singoli interventi trainati e/o trainanti fosse coperto totalmente dagli inecentivi del Superbonus 110%.
Secondo l'articolo 13 del DM 06/08/2020 [37] il computo metrico deve essere redatto attraverso i prezzari regionali o in alternativa usufruendo dei prezzari DEI. Il documento da produrre deve contenere il totale dei prezzi ovvero il 100% del lavoro che sarà oggetto di eventuali agevolazioni finanziari. Le spese quindi devono essere complete di:

- Definizione dei costi sostenuti per la riqualificazione delle parti comuni e di quelle private
- Le spese sostenute per la documentazione necessaria al conseguimento della detrazione;
- Le spese sostenute dai professionisti.

Un aspetto sul quale occorre soffermarci riguarda gli eventuali interventi di efficientamento energetico attraverso l'inserimento di colonnine di ricarica dei veicoli elettrici e di realizzazione di impianti fotovoltaici. Sono infatti proprio queste le due azioni a cui il Decreto Interministeriale del 6 agosto 2020 ha deciso di rendere facolativo l'inserimento all'interno del computo metrico, lasciando quindi agli esperti la possibilità di sceglere il prezzo in base a quello offerto dal mercato.

Per quanto concerne il caso studio, in primo luogo si sono definite le macroaree di intervento per determinare successivamente se i massimali fossero concorsi con i costi sostenuti.
Si è definito il costo della coibentazione to-

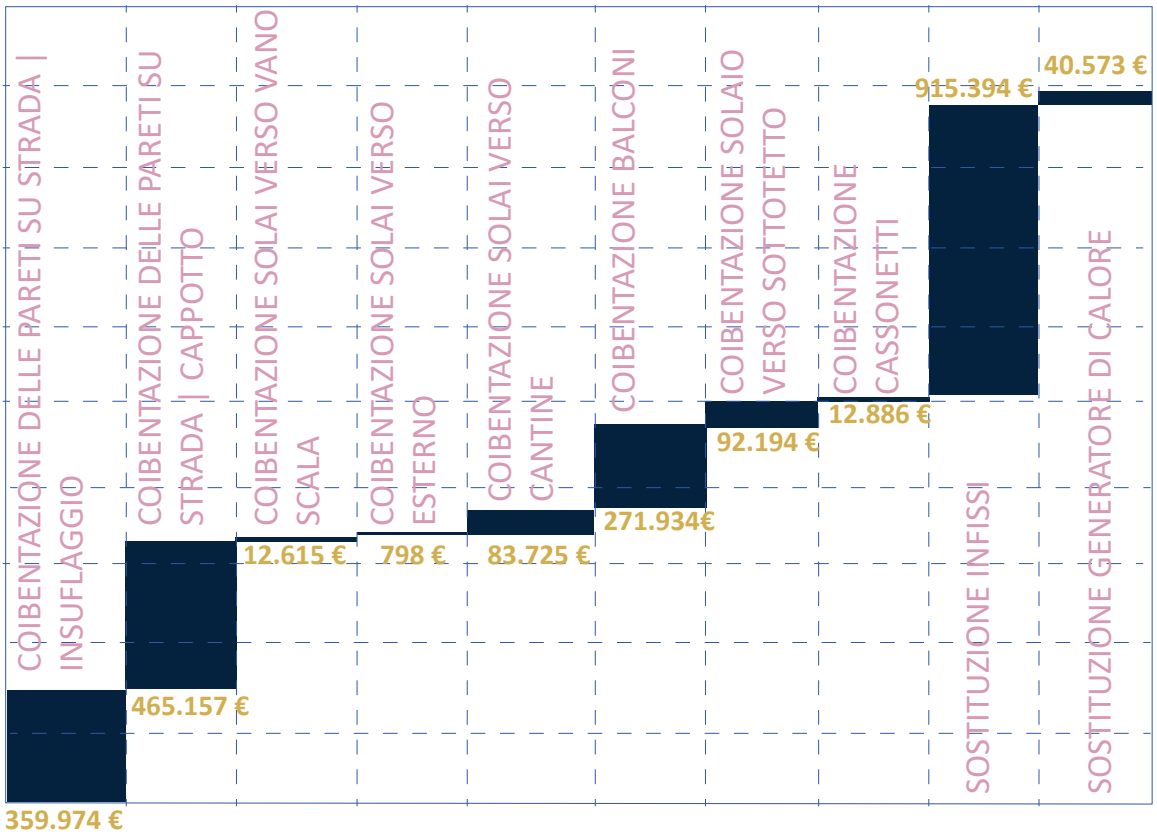


Fig. 183 Computo metrico complessivo, elaborazione personale Barbieri-Tatti

tale dell'edificio ovvero il primo intervento trainante. Questo ha un importo complessivo pari a 1.299.283 €, l'edificio essendo composto da 74 unità immobiliari vede un importo massimo detraibile di 2.220.000 €, ovvero 30.000 € per unità immobiliare. L'azione di coibentazione tiene in considerazione le lavorazioni inerti al cappotto delle pareti confinanti verso l'esterno, alla coibentazione dei solai verso cantine, verso vani scala, verso sottotetto, verso esterno, dei balconi.
Per quanto concerne la sostituzione dell'impianto di climatizzazione con una caldaia a condensazione, questo ha un importo pari a 40.573 € del tutto coperto dagli incentivi del Superbonus 110%. L'unico intervento trainato risulta essere la sostituzione degli infissi per un totale di 51 appartamenti, considerando 54.545 € per U.I. (2.781.795 €) , si ha una spesa totale di 915.394 €.
La spesa totale dell'intervento di retrofit per migliorare l'edificio e modificarne la classe energetica da D ad A2, con IVA 22% e spese tecniche 10%, è di 2.255.250 €.

6.4 CASO STUDIO 2 | Riqualificazione con obiettivo nZEB e protocollo Itaca

6.4.1 POR FESR 2014-2020

Il secondo caso studio tratta la riqualificazione energetico-ambientale di un complesso di edifici di edilizia pubblica. La strategia di incentivazione proviene dal "programma operativo alla strategia dell'Unione per una crescita intelligente, sostenibile ed inclusiva al raggiungimento della coesione economica, sociale e territoriale". Si prendono in considerazione i requisti descritti nel "Targhet Europa 2020" e nel "Programma Nazionale di Riforma" e L'italia in particolare ha analizzato delle strategie utili per il raggiungimento di tali finalità espresse dalle linee guida dell'Unione Europea. Le sfide più urgenti da sottolineare risultano essere:

- L'innovazione delle imprese risulta trovarsi in un ambiente ancora troppo sfavorevole;
- Le risorse naturali provenineti da fonti rinnovabili non sono sfruttate in maniera efficacie e vi sono delle criticità nella rete infrastrutturale;
- Il mercato del lavoro risulta essere saturo così da non permettere un livello di occupazione alto nei giovani;
- La pubblica amministrazione risulta essere debole e non in grado di attuare la propria responsabilità amministrativa.

Prendendo in considerazione il piano di sviluppo energetico il Programma di strategia Energetica Nazionale prevede il raggiungimento dei Targhet Europa 2020 attraverso una massiccia riduzione dei gas serra, un risparmio pari al 24% per l'Italia attraverso azioni di efficientamento energetico, e un cambio di economia così da dipendere delle risorse rinnovabili per il 20% .
Per quanto concerne la regione Piemonte l'azione di retrofit è incentivata dalla proposta POR FESR 2014-2020 [76] che il Piemonte ha utilizzato per il raggiungimento di determinati requisiti economici, sociali, territoriali, sostenibili ed inclusivi definiti dall'Unione Europea. Vi è un approccio legato alla sostenibilità ambientale, infatti la regione ha optato per utilizzare determinati interventi per migliorare l'efficienza energetica, creare poli di innovazione, valorizzare il territorio che ha un forte impatto culturale e turistico. La regione vive in un contesto energetico, come si è trattato già a pag. 222, che negli anni ha puntato molto sulla riduzione della domanda energetica e si è imposta obbiettivi di ecosostenibilità. Questo è avvenuto nel polo urbano più importante della regione ovvero Torino che tende a schiacciare le altre città e ad attirare verso di se tutte le attrazioni rilevanti.
Attraverso il POR FESR la regione potrà intervenire nei 7 Capoluoghi di provincia, tranne Torino, ovvero: Alessandria, Asti, Biella, Cuneo, Novara, Verbania e Vercelli. Questo comporterà lo sviluppo di tali città promovendo la filiera energetica dei consumi e diversificando le risorse rinnovabili così da individuare maggiori interventi di riqualificazione energetico-ambientale negli edifici valorizzando così il patrimonio edilizio e culturale.

Nello specifico il PORS FESR ha definito 7 assi da sviluppare:

- ASSE 1 Ricerca, Sviluppo Tecnologico e Innovazione (OT1)
- ASSE 2 Agenda digitale (OT2)
- ASSE 3 Competitività dei sistemi produttivi (OT3)
- ASSE 4 Energia sostenibile e qualità della vita (OT4)
- ASSE 5 Tutela dell'ambiente e valorizzazione delle risorse culturali e ambientali (OT6)
- ASSE 6 Sviluppo Urbano Sostenibile (OT 2/4/6)

- ASSE 7 Assitenza tecnica.

In particolare la tesi andrà ad analizzare l'asse 4 sezione c che riassume gli interventi per definire una transizione verso un'economia a basse emissioni di carbonio. In specifico la sezione c tratta di:

> "Stotenere l'efficienza energetica, la gestione intelligente dell'energia e l'uso dell'energia rinnovabile nelle infrastrutture pubbliche, compresi gli edifici pubblici, e nel settore dell'edilizia abitativa", POR Piemonte FESR [76]

6.4.1.1 OBBIETTIVO 4c.1 DEL BANDO

L'obbiettivo 4c.1 del POR FESR è definito dalla Strategia Energetica Nazionale e dal Piano d'Azione italiano per l'Efficienza Energetica 2014 che prevedono il raggiungimento entro il 2020 degli obbiettivi quali, superare i limiti imposti dal Pacchetto Clima-Energia 2020, maggiore utilizzo di fonti rinnovabili, maggiore crescita degli investimenti nel settore green e ridurre le emissioni energetiche. Per far ciò la regione Piemonte ha deciso di realizzare una serie di interventi strategici che concorrono al migliormaneto delle condizioni energetico-ambientale degli edifici pubblici (anche residenziali). Proprio il settore residenziale pubblico risulta essere molto energivoro, come si è visto nel capitolo 1, e questo comporterebbe una riduzione dell'impatto energetico sostanziale e un risparmio in termini monetari significativo.
I risultati di tale interventi dovranno essere misurati in consumi di energia elettrica per unità di lavoro con un valore pari a 4GWh al 2011 e 3GWh nel 2013.

Per quanto concerne gli interventi, per i soggetti beneficiari, devono essere effettuati in edifici pilota ovvero i quali che date le proprie caratteristiche e visibilità potranno essere un esempio per successivi interventi.

Si ha inoltre l'obbiettivo di effettuare un azione di retrofit per far si che le emissioni di questi edifici pilota possano essere pari a zero, così da calssificarli come nZEB [65] ovvero edifici ad energia zero. Gli interventi nello specifico sono rivolti a costruzioni con classe energetica bassa e che sono alimentati da impianti a fonti fossili. Le azioni potranno essere:

- Coibentazione delle superfici opache;
- Sostituzioni infissi;
- Istallazioni elementi schermanti;
- Efficientamento o sostituzioni impianti;
- Migliorazione dell'illuminazione interna;
- Efficientamento o sostituzione dei sistemi per la produzioni di ACS;
- Istallazione di impianti alimentati da fonti rinnovabili.

Gli edifici che potranno accedere a questi tipi di interventi devono ovviametne trovarsi all'interno della Regione Piemonte in quei 7 capoluoghi prima identificati, devono avere un impianto di climatizzazione, essere analizzati attraverso Protocollo ITACA [78] [79] (Istituto per la trasparenza degli appalti e la compatibilità ambientale), essere a conoscenza dei livelli di sicurezza dell'edificio prima e dopo l'intervento ed infine avere un rapporto

$$\Delta(EP_{gl,nren}) \times A_{sup\ utile} \geq 0{,}40\ kWh/\ €.$$

Per richiedere finanziamenti tramite il POR FESR è d'obbligo l'analisi dell'edificio attraverso il Protocollo ITACA. Questo permette di leggere l'edificio non solo dal punto di vista della richiesta energetica, ma tiene in considerazione anche l'ambiente circostante, i materiali a bassa emissione, il comfort percepito dall'uomo.. tutti criteri che se con risultato positivo concorrono a valutare in maniera oggettiva la sostenibilità ambientale ed energetica dell'edificio.

L'incentivo per ogni intervento risulta essere di 10.000.000 € che se non verrà del tutto utilizzato potrà essere impiegato per nuovi interventi di riqualificazione. Di questo incentivo lo stato concorre a comprirne il 90% e pertanto la restante si potrà cofinanziare per il 10% attraverso il Conto Termico o altre agevolazione concesse da un ente differente dalla Regione Piemonte. Si può richiedere un anticipazione del 30% del contributo spettante ad ogni intervento.

Infine i controlli avvengono in ambito documentale ovvero tenendo in considerazione delle rendicontazioni, ma possono esserci anche controlli in cantiere ed infatti colui che è responsabile dell'intervento di efficientamento dovrebbe essere in grado di produrre i documenti richiesti dai controlli anche senza preavviso.

6.4.1.1.1 nZEB

Per entrare nell'ambito dell'agevolazione POR FESR occorre soffermarsi al'interno della spiegazione del concetto nZEB ovvero "Nearly Zero Energy Building" [65]. Essa si trova nella Direttiva Europea 2010/31/UE ovvero EPBD e a livello italiano nel D.Lgs. 63/2013. Un edificio ad energia quasi zero viene definito come:

> "Un edificio ad altissima prestazione energetica in cui il fabbisogno energetico molto basso o quasi nullo è coperto in misura significativa da energia da fonti rinnovabili, prodotta in situ", EPBD

Lo scopo principale è ridurre il fabbisogno energetico dell'edificio e quindi i consumi di quest'ultimo. Questo è fondamentale per essere concordi alle finalità decise con la COP21, argomento affrontato a pag. 42, riguardo la decarbonizzazione del patrimonio edilizio entro il 2050. Le caratteristiche che devono rispettare edifici nZEB sono riportate nel Decreto Ministeriale 26 Giugno 2015 [75] del Ministero dello Sviluppo Economico riguardo i "Requisiti minimi degli edifici". Questo prevede che un edificio di nuova costruzione o riqualificato può essere chiamato nZEB se rispetti positivamente i requisiti imposti dal decreto, e allo stesso tempo gli obblighi di dipendere da fonti rinnovabili determinati dal Decreto Legislativo 28/2011. I requisiti da rispettare nel decreto ministeriale e legislativo sono:

- Coefficiente medio globale di scambio termico per trasmissione $H'_t < H'_{t,\ riferimento}$;
- Area solare equivalente $A_{sol,est} / A_{sup,utile} \leq A_{sol,est,\ rif.} / A_{sup,utile,\ rif.}$;
- Efficienze dell'impianto $\eta_H > \eta_{H,rif.}$ $\eta_C > \eta_{C,rif.}$ $\eta_W > \eta_{W,rif.}$;
- Indice di prestazione termica di riscaldamento e raffrescamento $EP_{H,nd} < EP_{H,nd,rif.}$ $EP_{C,nd} < EP_{C,nd,rif.}$ $EP_{gl,tot} < EP_{gl,tot,rif.}$;
- Trasmittanze termiche delle superfici opache e trasparenti;
- Percentuale minima di ACS coperta da fonti rinnovabili 50%;
- Potenza elettrica degli impianti alimentata da fonti rinnovabili 1/50 dell'impronta dell'edificio.

In altre parole un edificio ad energia quasi zero è caratterizzato da un involucro molto performante con elmenti opachi isolati in maniera ottimale per evitare dispersioni di calore e riscaldamento. Inoltre deve massimizzare l'utilizzo di apporti e minimizzare le dispersioni, ovvero minimizzare i consumi di riscaldamento e raffrescamento, produzione di acs, energia elettrica e ventilazione. Il fabbisogno complessivo dell'edificio deve essere coperto da fonti rinnovabili così da creare una costruzione ad altissima efficienza energetico-ambientale.

Dall'inizio del 2021, tutti i nuovi edifici costruiti all'interno dell'UE devono essere edifici a energia quasi zero (nZEB), secondo l'articolo 9 della direttiva UE 2010/31/UE sul rendimento energetico nell'edilizia (EPBD). La direttiva stabilisce inoltre che tutti i nuovi edifici occupati e di proprietà delle autorità pubbliche costruiti dopo il 31 dicembre 2018 devono essere nZEB.
Questo briefing politico svolto dall' EPBD, fornisce una panoramica dello stato di attuazione dell'articolo 9 negli Stati membri dell'UE. Fornisce approfondimenti su come gli standard nZEB negli Stati membri sono allineati con i requisiti dell'EPBD.

METODOLOGIA APPLICATA PER LO SVOLGIMENTO DELL'ANALISI:
la prima parte dell'analisi consiste in un controllo di conformità in tutti gli Stati membri per verificare se determinate disposizioni dell'articolo 9 della direttiva sono state rispettate o meno. La seconda parte considera il livello di ambizione degli standard nZEB degli Stati membri.

La raccolta di informazioni per rispondere a queste domande si è basata in gran parte sulla ricerca online, compresi i piani nZEB nazionali degli Stati membri, siti web dei governi degli Stati membri e pubblicazioni o fonti della Commissione europea. Va notato che la qualità e la chiarezza delle informazioni pubblicate dagli Stati membri, in particolare sui siti web ufficiali, differiscono notevolmente all'interno dell'UE. Alcuni Stati membri hanno pubblicato documenti lunghi e complicati dai quali era difficile estrarre i risultati principali, mentre altri non erano espliciti o chiari sulle date di attuazione o su altre disposizioni chiave. Di conseguenza, sono stati presi contatti con esperti nazionali e con esperti BPIE residenti negli Stati membri per verificare l'analisi e colmare le lacune informative. A causa della complessità e della variabilità nei modi in cui gli standard nZEB sono specificati dagli Stati membri, le informazioni contenute in questo briefing dovrebbero essere viste come una sintesi di alto livello. Per tutti i dettagli, fare riferimento alla legislazione nazionale pertinente o al piano di attuazione nZEB).

LISTA DI CONTROLLO CONFORMITÀ:
Ogni Stato membro (o regione, nel caso del Belgio) viene valutato se le seguenti disposizioni di base dei requisiti EPBD nZEB sono state soddisfatte:

La legislazione era in vigore in tempo per richiedere che tutti i nuovi edifici di proprietà pubblica e occupati fossero nZEB dal 1° gennaio 2019?
La legislazione era in vigore in tempo per richiedere che tutti i nuovi edifici fossero nZEB dal 1° gennaio 2021?
La definizione nZEB include un indicatore numerico del consumo di energia primaria?
I requisiti per le energie rinnovabili sono chiaramente specificati?
I risultati sono riassunti nella Figura 184.
Si può notare che solo 8 Stati membri hanno rispettato tutti e quattro questi requisiti: Croazia, Danimarca, Francia, Irlanda, Lituania, Paesi Bassi, Romania e Slovenia. Il resto non è riuscito ad affrontare adeguatamente almeno una delle disposizioni.

Dal 1° gennaio 2021, tutti i nuovi edifici in tutta l'UE, sia residenziali che non residenziali, di proprietà pubblica o privata, devono essere costruiti secondo lo standard nazionale nZEB. Questo requisito è stato soddisfatto in tutti i paesi tranne:

- Bulgaria: l'ordinanza 7 (2004) è in attesa di modifiche da parte del ministero dello Sviluppo regionale.
- Grecia: L'obbligo e la data di entrata in vigore del 1° gennaio 2021 sono stati intro-

STATO MEMBRO	Legislazione nZEB per edifici pubblici (Gennaio 2019)	Legislazione nZEB per tutti gli edifici (Gennaio 2021)	Indicazione energia primaria (kWh/m^2 annuo)	Requisiti specifici per l'energia rinnovabile
Austria	V	V	X	V
Brussels	V	V	V	X
Bulgaria	X	X	V	V
Croazia	V	V	V	V
Cipro	V	V	V	X
Repubblica C.	V	V	V	X
Danimarca	V	V	V	V
Estona	V	V	V	X
Finlandia	V	V	V	X
Francia	V	V	V	V
Germania	X	V	X	V
Grecia	X	X	V	V
Ungaria	X	X	V	V
Irlanda	V	V	V	V
Italia	V	V	X	V
Lituania	V	V	V	V
Lussemburgo	V	V	X	X
Malta	V	V	V	X
Olanda	V	V	V	V
Polonia	V	V	V	X
Portogallo	V	V	X	V
Romania	V	V	V	V
Slovenia	V	V	V	V
Spagna	X	V	V	V
Svezia	V	V	V	X

Fig. 184 Requisiti dei paesi Europei riguardo agli standard nZEB, rielaborazione tabella [65]

dotti nella normativa nel febbraio 2013, ma una modifica apportata nel maggio 2020 lo ha posticipato al 1° giugno 2021.

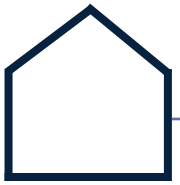
Gli Stati membri che introducono il requisito prima della scadenza del 2021 includono:
2016: Danimarca, 2017: Svezia, 2018: Finlandia, 2019: Estonia, 2020: Cechia, Spagna, Croazia

LIVELLI DI AMBIZIONE:
Tutti gli Stati membri hanno ora definito i propri requisiti nZEB, compresi quelli che devono ancora essere formalmente introdotti. Per determinare quanto siano ambiziosi questi requisiti, si sono presi in considerazione due parametri principali:

- La prestazione energetica dell'edificio, espressa in energia primaria consumata;
- La quota di fabbisogno energetico fornita da fonti rinnovabili prodotta in loco o nelle vicinanze.

FABBISOGNO DI ENERGIA PRIMARIA:
La clausola 3 dell'articolo 9 della direttiva EPBD richiede agli Stati membri di definire i propri requisiti nZEB nei loro piani nazionali, compreso un indicatore numerico del consumo di energia primaria espresso in kWh/m^2 per anno. Questi possono essere variati per diverse tipologie edilizie all'interno di un paese in base alla zona climatica, al sistema di riscaldamento, alla geometria dell'edificio e ad altri fattori. Di conseguenza, molti Stati membri hanno definito un intervallo di valori per un determinato tipo di edificio.

Oltre alle variazioni climatiche all'interno di un paese, la Commissione europea ha preso in considerazione le zone climatiche dell'UE. Nel 2016, riguardo le raccomandazioni nZEB, la Commissione europea ha pubblicato le sue soglie di riferimento per l'energia primaria in tutta l'UE, differenziate in base a quattro zone climatiche principali: mediterranea, oceanica, continentale e nordica. Questi valori di riferimento raccomandati sono riassunti di seguito nella figura.
Per facilitare l'analisi comparativa e gli allineamenti con le linee guida pubblicate dalla Commissione Europea, questo schema incorpora questi parametri e fornisce valori per case unifamiliari.
Si prevede che i paesi con climi più miti avranno sia il fabbisogno netto di energia primaria più basso (colonna B sopra) sia la quota più alta di energie rinnovabili (colonna E). Tuttavia, quando si considera il fabbisogno di energia primaria dell'edificio indipendentemente dal fatto che sia alimentato da fonti rinnovabili o meno (es. Colonna D), l'intervallo tra le 4 zone climatiche è molto più ristretto:



A	B	C	D	E
	Energia primaria	Energia fornita da fonti energetiche rinnovabili	soglia di energia primaria compresa quella fornita da fonti rinnovabili	rinnovabili come % dell'energia primaria totale (basata sul punto medio)
	kWh/m²/a	kWh/m²/a	kWh/m²/a	
ABITAZIONE MOFOFAMILIARE				
Mediterraneo	0-15	50	50-65	87%
Oceanico	15-30	35	50-65	61%
Continentale	20-40	30	50-70	50%
Nordico	40-65	25	65-90	32%

Fig. 185 Requisiti dei paesi Europei riguardo agli standard nZEB, rielaborazione tabella [65]

- Per le case unifamiliari, l'intervallo è 50-90 kWh/m²/a

È importante notare che diversi Stati membri e una regione belga non specificano kWh/m²/a valori o intervalli per le prestazioni energetiche per i nuovi edifici come parte dei loro requisiti nZEB. Al contrario, si basano su livelli minimi di prestazioni o intervalli di prestazioni ottenibili calcolati rispetto agli edifici di riferimento e considerando la tipologia dell'edificio, i valori U, la geometria, la regione climatica e una serie di altri fattori. Questo approccio è utilizzato in particolare in: Austria, Fiandre (Belgio), Germania, Italia, Lussemburgo e Portogallo. Date queste variazioni, questi Stati membri e le Fiandre sono esclusi dai confronti mostrati nella figura a pagina precedente.

STANDARD nZEB PER CASE UNIFAMILIARI:
21 Stati membri e 2 regioni belghe (regione di Bruxelles-Capitale e Vallonia) hanno pubblicato valori o un intervallo di valori specificando il fabbisogno di energia primaria per le case unifamiliari.
Di questi:

- 13 rientrano nell'intervallo di riferimento della Commissione di 50-90 kWh/m²/a;
- 3 sono inferiori (cioè più esigenti) rispetto al benchmark: Danimarca, Croazia, Irlanda;
- 7 sono più alti (cioè meno impegnativi) del benchmark: Bulgaria, Lettonia, Cipro, Ungheria, Cechia, Finlandia, Romania;

Nella figura 186 si può notare che esiste una grande discrepanza nei requisiti di prestazione energetica tra gli Stati membri. Il valore per la Romania è 157 kWh/m²/a (basato sul punto medio dell'intervallo), che è quasi sei volte quello della Danimarca (27 kWh/m²/un).

FABBISOGNO DI ENERGIA RINNOVABILE:
Il modo in cui vengono affrontate le esigenze di energia rinnovabile varia notevolmente. Solo una manciata di Stati membri fornisce valori minimi nella legislazione in modo paragonabile ai parametri di riferimento della Commissione europea. Questi sono espressi come quota minima di contributo di energia

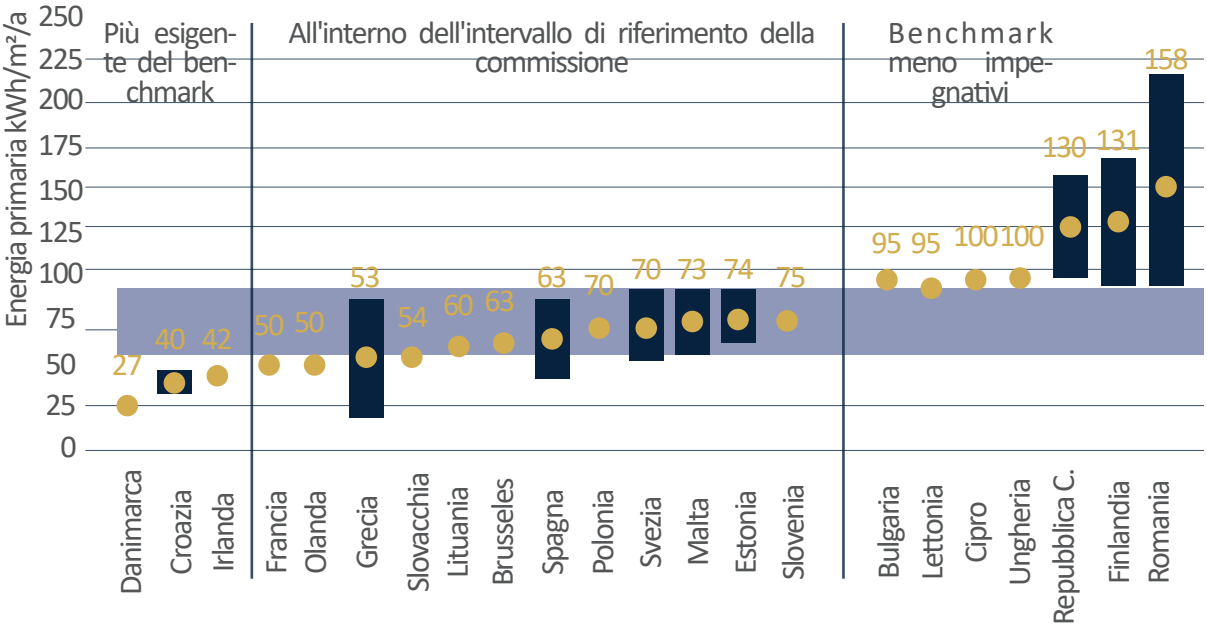


Fig. 186 Valori medi annui per case unifamiliari nZEB, rielaborazione tabella [65]

rinnovabile alla domanda totale di energia primaria, che vanno dal 32% per la zona climatica nordica all'87% per le case unifamiliari nella zona climatica mediterranea. Questi Stati membri includono:

- Irlanda: 20%
- Paesi Bassi: 40% per residenze
- Francia: 20% per alloggi plurifamiliari e 30% per alloggi unifamiliari
- Lituania: 50%
- Portogallo: 50% solo residenziale
- Bulgaria: 55%
- Ungheria: 25%
- Croazia: 30%

In tutti i casi, ad eccezione di Lituania e Bulgaria, questi valori sono inferiori ai valori di riferimento della Commissione europea per la regione climatica pertinente. Altri Stati membri avevano diversi modi in cui sono stati specificati i requisiti di energia rinnovabile:

- L'Austria offre una serie di opzioni per soddisfare i requisiti delle energie rinnovabili, come il fabbisogno di riscaldamento e acqua calda soddisfatto per l'80% da fonti rinnovabili o il 20% di elettricità proveniente dal solare fotovoltaico.
- La Danimarca ha specificato un livello massimo di 25kWh/m2/un'energia rinnovabile può essere inclusa nel calcolo del quadro energetico.
- I requisiti tedeschi si basano su diverse opzioni, tra cui: 15% per solare termico o solare fotovoltaico e 50% per geotermia, calore di scarto o biomassa.
- Il Portogallo fissa un contributo minimo di energia rinnovabile solo per gli edifici residenziali (50% del consumo totale di energia primaria), mentre per quelli non residenziali non è definito alcun limite minimo.
- Alcuni paesi (Grecia, Italia, Slovenia, Spagna) hanno specificato solo quote minime di acqua calda sanitaria da fornire con energia rinnovabile.
- La Svezia ha affermato che l'alto contenuto di fonti a basse emissioni di carbonio nel suo mix energetico ha evitato la necessità di specificare un requisito per le energie rinnovabili nel suo standard nZEB.

Gli altri Stati membri non hanno specificato un valore numerico o hanno sostenuto che gli standard nZEB sono sufficientemente esigenti da richiedere effettivamente un contributo significativo da fonti rinnovabili.

Sulla base delle informazioni presentate in questo briefing, esiste un ampio grado di disparità tra gli Stati membri in termini di attuazione delle disposizioni dell'articolo 9 nZEB dell'EPBD. Sono presenti differenze, in particolare per quanto riguarda:

- La disponibilità e la chiarezza delle informazioni relative ai requisiti nZEB sui siti Web del governo. Cronologia di attuazione dei requisiti dell'articolo 9, con alcuni Stati membri in ritardo mentre altri hanno introdotto i requisiti prima delle scadenze;
- Definizioni e metriche utilizzate nella determinazione degli nZEB nazionali;
- Metodologie di calcolo e livelli di prestazione energetica che i nuovi edifici devono raggiungere per raggiungere lo stato nZEB;
- La misura in cui il fabbisogno di energia residua deve essere coperto da energie rinnovabili.

Queste differenze sono considerazioni importanti per i responsabili politici dell'UE in quanto guardano a una revisione dell'EPBD e dato il potenziale per gli nZEB di contribuire al più ampio obiettivo dell'UE di un parco immobiliare altamente efficiente dal punto di vista energetico e decarbonizzato entro il 2050. È anche interessante notare che gli

standard nZEB in alcuni Stati membri sono stati calcolati alcuni anni fa, anche se sono diventati legge per tutti gli edifici solo all'inizio di quest'anno. Ciò significa che non si basano sugli ultimi dati sui costi, il che è particolarmente importante viste le significative riduzioni dei costi delle energie rinnovabili. Inoltre, gli standard non riflettono l'impegno dell'UE nel 2020 per raggiungere la neutralità climatica entro il 2050. Considerando il ciclo di vita degli edifici, le nuove costruzioni non dovrebbero subire un'importante ristrutturazione da qui al 2050.

Sebbene gli edifici costruiti tra il 2021 e il 2050 non costituiranno la maggior parte del patrimonio edilizio complessivo entro la metà del secolo, gli standard per le nuove costruzioni stabiliscono anche il tono per decarbonizzare lo stock esistente come possono e dovrebbero diventare un punto di riferimento anche per il rinnovamento. Ciò è particolarmente rilevante in quanto la revisione EPBD considera l'introduzione di una definizione o standard per "rinnovamento profondo".

Va inoltre tenuto presente che lo standard nZEB viene utilizzato come punto di riferimento nei criteri di screening tecnico della tassonomia per i nuovi edifici. Per tutte queste ragioni, è fondamentale che l'implementazione della definizione nZEB a livello nazionale sia fatta in modo completo e ambizioso.

A livello Italiano tra le misure adottate per incentivare la costruzione o riqualificazione di edifici nzeb occorre delineare come il Conto Termico sia l'unico strumento studiato in maniera tale da permettere tale azione. Vi sono anche altre detrazioni utili per promuovere edifici nZEB ma aventi un minor impatto rispetto al Conto Termico. Tra le misure non specifiche per edifici nZEB ma che ne hanno favorito la costruzione o riqualificazione vi sono le detrazioni fiscali del 65%, le misure per gli edifici scolastici, la riduzione degli oneri di costruzione e le azioni locali delle Agenzie Territoriali per la Casa.
Nel territorio nazionale solo 5 regioni hanno sviluppato bandi con agevolazioni di finanziamento per la creazione di edifici nzeb, ovvero Lombardia, Piemonte, Veneto, Umbria ed Emilia Romagna. Il POR FESR, attraverso il quarto obbiettivo è l'unico bando i cui fondi hanno permesso una promozione efficace di tali edifici sia ad uso pubblico sia ad uso privato. Come visto in precendenza infatti, proprio nella regione piemontese all'interno del bando vi è una sezione destinata alla realizzazione di prestazioni energetiche tali da qualificare l'edificio come nZEB.
Dai dati aggiornati il 30 Giugno 2018 attraverso gli attestati di prestazione energetica e i Catasti Regionali si può affermare con certezza la realizzazione nel triennio che va dal 2016 al 2018, di 8 edificio nZEB in Abruzzo, 26 nelle Marche, 62 in Piemonte, 256 in Veneto e 504 in Lombaria. La percentuale delle realizzazioni di edifici nZEB è cresciuta sopratutto nell'annata del 2018, anche se nelle regioni dove non vi sono restrizioni e standard per edifici nZEB la percentuale di tali edifici risulta essere ancora molto poco rilevante. Per quanto concerne le tipologie di edificio di interesse, le costruzioni residenziali sono in tendente crescita poichè le politiche di incentivazioni sono state abbastanza ferree. Tutte le 5 regioni prima citate infatti vedono una differenza sostanziale, prendendo in considerazione

uno stesso anno la realizzazioni di edifici nZEB residenziale risulta essere maggiore del doppio rispetto a quella di costruzioni non residenziali. Lo stesso studio può essere redatto per azioni su edifici ristrutturati o di nuova costruzione. Quest'ultimi infatti risultano riscontrare valori molto meno elevati rispetto alle ristrutturazioni.
Anche se vi sono stati sicuramente dei miglioramenti riguardanti gli incentivi da attribuire per raggiungere obbiettivi di edifici ad energia zero, la percentuale totale di tale edifici rispetto al complessivo patrimonio edilizio italiano al 30 Giugno 2018 risulta dare un valore pari allo 0,03%. Questa è una percentuale molto bassa che non riscontra i principi ambiziosi che si dovrebbero sostenere per una completa decarbonizzazione del patrimonio edilizio al 2050.

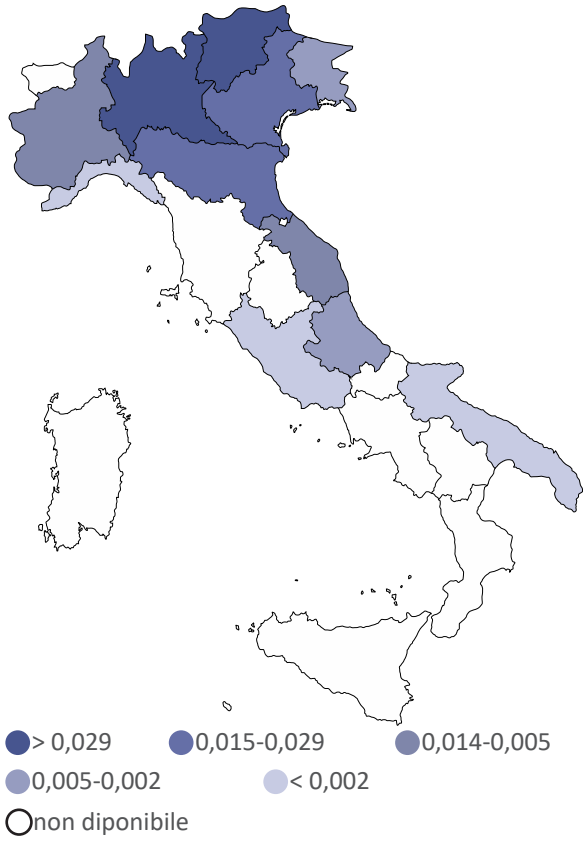


Fig. 187 Percentuale edifici nzeb sul totale del patrimonio edilizio, elaborazione personale Barbieri-Tatti su dati [65]

6.4.2 CASO STUDIO 2

6.4.2.1 DIAGNOSI ENERGETICA E APE

Sostanziale differenza dal caso studio precedete, ovvero del Super Ecobonus, risulta l'uso dello strumento di diagnosi energetica [70] [71] [72], che nel caso di Collegno aveva usufruito invece dell'Attestato di prestazione energetica. Lo studio degli edifici di Novara attraverso una diagnosi energetica era richiesto come documento base per l'approvazione del POR FESR 2014-2020.
Si intende sottolineare che all'interno della tesi la stesura della diagnosi energetica non si è fatta personalmente, si è infatti recepito il lavoro condotto dal settore Green Building del centro Environment Park. La diagnosi è stata condotta secondo le normative di seguito riportate e firmata da EGE (Esperto di Gestione dell'Energia)

La diagnosi energetica è definita come:

> "una procedura sistematica finalizzata a ottenere un'adeguata conoscenza del profilo di consumo energetico di un edificio o gruppo di edifici, di una attività o impianto industriale o commerciale o di servizi pubblici o privati, a individuare e quantificare le opportunità di risparmio energetico sotto il profilo costi-benefici e a riferire in merito ai risultati"[70]

Ad oggi un audit energetico (ovvero una diagnosi energetica) è caratterizzata dalle seguenti normative:

- UNI CEI EN 16247-1 del 2012 che definisce i Requisiti generali e la metodologia per una diagnosi;
- UNI CEI EN 16247-2 del 2012 che caratterizza l'applicazione della diagnosi negli edifici;
- UNI CEI EN 16247-5 del 2012 trattante le competenze che deve avere il Referente della Diagnosi energetica;
- UNI/TS 11300 per quanto concerne le prestazioni energetiche;
- D.LGS. 155/2008 che stabilisce oltre ad altri approfondimenti anche gli obbiettivi di una diagnosi energetica;
- Direttiva 2012/27/UE ovvero la Direttiva Europea sull'Efficienza Energetica;
- UNI/TR 11438 riguardante i requisiti generali del servizio di diagnosi energetica.

Una diagnosi energetica viene chiamata "tailored rating" ovvero studiata attraverso la norma UNI 11300:2 secondo il vero utilizzo dell'immobile. Vengono quindi assunti dati come le dimensioni dell'edificio e le reali occupazioni ed utilizzo dello stesso. Questo comporterà una lettura energetica completa e veritiera, che permetterà di prendere in considerazione la gestione dell'edificio, come per esempio l'intermittenza dell'impianto, la temperatura interna, l'utilizzo delle schermature solari, le modalità di accensione e spegnimento dell'impianto di illuminazione, l'utilizzo di elettrodomestici, ed ancora tutto quello che concorre ad individuare e quantificare il consumo energetico dell'edificio.

Come si è visto nei paragrafi precedenti le dispersioni energetiche di un edificio provengono da numerose problematiche e la norma UNI CEI EN 16247-2 viene in aiuto definendo sei cause principali. Gli audit energetici possono essere effettuati per una porzione dell'edificio o possono invece includere l'interno edificio, in entrambe le casistiche i dati di consumo hanno come causa le condizioni climatiche dei locali interni, le caratteristiche dell'involucro edilizio e degli impianti, le attività e i processi dell'edificio e il comportamento degli utenti. E' importante capire come studiare il consumo di un manufatto edilizio debba necessariamente affidarsi ad un'innumerevole quantità di dati che è necessario raccogliere durante il processo di studio.

Occorre quindi definire in maniera approfondita tutte le fasi che concorrono durante un'operazione di audit energetico. Per semplicità si sono delineati momenti ben specifici ognuno dei quali risulta essere ugualmente importante. Nelle pagine successive si è riportato uno schema semplificato diviso per azioni e sottoargomenti.
In principio troviamo il contratto preliminare (1) all'interno del quale vengono delineati i confini della diagnosi energetica. Occore infatti stabilire l'obbiettivo principale che può essere una riduzione dei consumi energetici, dell'impatto ambientale od ancora di adempimenti ad obblighi di legge.
Successivamente vi è l'incontro di avvio (2), all'interno del quale vengono stabiliti le modalità e le procedure della diagnosi descrivendo quali porzioni dell'edificio potranno essere accessibili e quindi visionabili. E' di fondamentale importanza capire come l'utenza sarà coinvolta in tale indagine e il cronoprogramma dei sopralluoghi da effettuare.
Segue poi la raccolta della documentazione necessaria (3) anche con misurazioni in campo. Nello specifico si è definita una lista dei documenti necessari nello schema a pagina successiva, ma in generale occorre trovare documenti tecnici sia dell'impianto sia dell'edificio e quindi dati inerenti alle geometrie, caratteristiche dell'involucro e degli impianti, le condizioni interne ed esterne. Si deve inoltre effettuare una rilevazione fotografica e se possibile essere in possesso di certificazioni energetiche dell'edificio. E' fondamentale individuare i vettori energetici per poterne definire i consumi reali e l'energia prodotta. Dopo aver individuato i fattori che influenzano i consumi è necessario fermarsi ed interrogarsi sull'integrità della raccolta dei dati. Se il rilevamento risulta non essere completo si dovrà tornare al punto numero tre ed individuare di quali lacune non si ha documentazione. Una volta soddisfatti della raccolta dati si dovranno svolgere parallelamente due analisi. La prima risulta essere quella sui consumi reali dell'immobile, effettuata attraverso una lettura delle bollette energetiche che si saranno raccolte nel punto terzo (4). Si deve trovare un consumo di riferimento che diventerà una baseline da cui partire per ipotizzare interventi di miglioramento. Occorre studiare dati all'interno di un arco temporale di tre anni e su base mensile così da valutare i consumi reali e quindi una media di essi che consente di individuare un consumo di riferimento. Per fare ciò si devono censire tutti gli impianti e dettagliarne i consui energetici. Si dovrà inoltre realizzare un modello energetico per la definizione la prestazione energetica operativa (5). In questo caso verrà utilizzato come nel primo caso studio di Collegno il software di calcolo Edilclima, lavorando però all'interno di una sfera reale e non standard così da calcolare l'indice di prestazione enegetica operativo per ogni vettore energetico o servizio energetico. Successivamente si dovranno confrontare le due strategie per decidere se gli indici risultino confrontabili o meno. In caso di risposta negativa occorre riposizionare il nostro lavoro al punto terzo ovvero occorre effettuare una raccolta maggiormente dettagliata e/o esaustiva della documentazione tecnica. In caso di risposta positiva invece il modello sarà validato. La normativa prevede uno scostamento tra valori dei consumi del modello di riferimento e quelli reali del +\- 5%. Lo scostamento dei consumi viene valutato attraverso la seguente formula:

$$0{,}05 \leq \frac{C_o - C_e}{C_e} \leq 0{,}05$$

Dove C_e rappresenta i consumi reali C_o i consumi da modello.
Il confornto potrà avere uno scostamento massimo del +\- 10% secondo la normativa, ma nel caso in esame è stato considerato un scostamento di +\- 5%.
In caso di risposta positiva si potrà passare all'individuazione delle azioni di efficienta-

mento energetico possibili (6) dove si andaranno ad identificare i risparmi energetici previsti per ogni intervento e complessivi. Solitamente gli interventi vengono effettuati nella sfera dell'involucro edilizio, sugli impianti meccanici ed elettrici e sull'utilizzo di fonti rinnovabili alternative. E' di fondamentale importanza assecondare gli interventi con una valutazione economica (7) che tenga in considerazione dei migliori interventi in termini di costi-benefici e della vita utile dell'edificio. I ritorni degli interventi di riqualificazione dovranno sempre essere maggiori rispetto alla vita utile dell'edificio. Occorre inoltre lavorare prendendo in considerazione casistiche di agevolazioni o meno poichè potrebbero cambiare in maniera rilevante il rapporto tra costi-benefici degli interventi. Infine l'ultima azione da effettuare risulta essere l'incontro finale (8) dove il professionista realizza il rapporto di diagnosi energetica con relativi risultati.

La diagnosi energetica, come definito secondo l'Art.8 del D.Lgs. 102/2014 è obbligatoria per grandi imprese ed imprese energivore da effettuare ogni quattro anni. Inoltre i soggetti che generalemente possono effettuare una diagnosi si differenziano in:

- Società di servizi energetici (ESCo);
- Esperti in gestione dell'energia (EGE);
- Energy auditor (EA);
- ISPRA.

Se la diagnosi è effettuata da auditor interno all'impresa, ENEA controllera tutte le diagnosi pervenute da quest'ultimo soggetto, mentre per le altre saranno controllate solo il 3% del totale.
Inoltre lo stesso decreto legislativo riporta nell'allegato II i criteri minimi per le diagnosi energetiche italiane ed in particolare definisce come i dati alla base di tali diagnosi devono assolutamente essere aggiornati, misurati e tracciabili. Una raccolti i dati si deve tener presente che i consumi energetici di un edificio devono comprendere anche il trasporto. Un ulteriore criterio minimo riguarda la possibilità di basare la diagnosi sul costo del ciclo di vita LCCA per poter considerare i risparmi a lungo termine.

Nel caso studio di Novara è stata effettuata una diagnosi energetica elaborando dei dati reperiti e rilevati per le costruzioni in oggetto per realizzare un modello di simulazione energetica reale ed attendibile. In occasione dei sopralluoghi le attività di reperimento e verifica dei dati sono state eseguete accuratamente attraverso l'utilizzo di strumenti non invasivi per quanto concerne l'involucro termico. Il sopralluogo è stato fondamentale ed è stato eseguito con l'obbiettivo di indagare il sistema edificio impianto, accedendo sia alla cetrale termica (caldaia a gasolio, pompe di distribuzione, apparecchiature) sia nei locali non riscaldati e riscaldati dell'edificio al fine di rilevarne le caratteristiche dimensionali, stratigrafie e utilizzo dei locali.

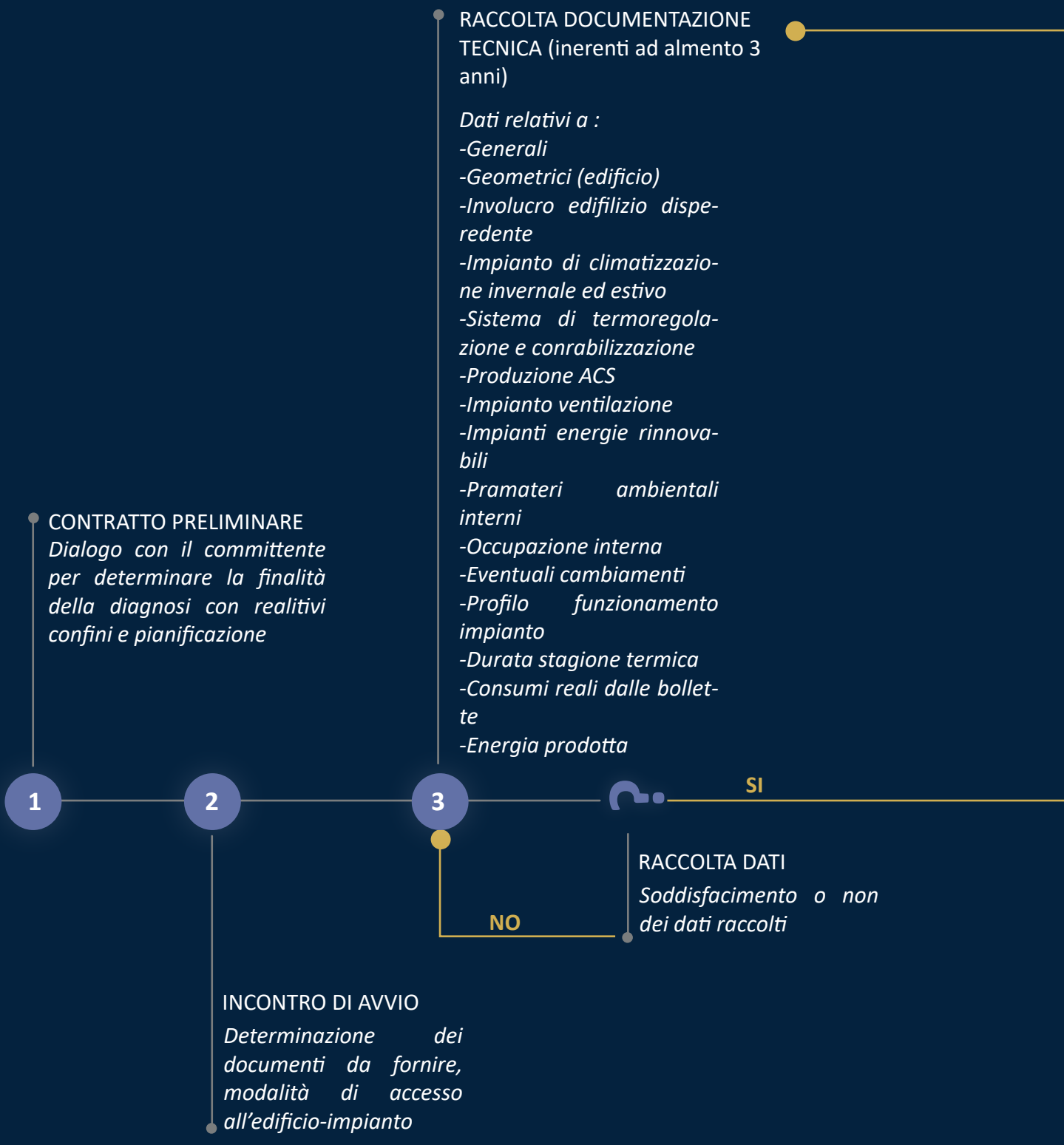


Fig. 188 Roadmap diagnosi energetica, elaborazione personale Barbieri-Tatti su dati [70] [71] [72]

NO

INCONTRO FINALE

Presentazione del rapporto finale di diagnosi energetica e relativi risultati

MODELLO DI SIMULAZIONE ENERGETICA (mensile o orario)

Inserire i dati climatici reali. Definire i confini del fabbricato ovvero delineare le zone termiche.
Definire i servizi energetici presenti e quindi gli impianti.
Estrapolazione dei risultati dei fabbisogni di energia.
Il Software pemette inoltre di stabilire la prestazione energetica operativa

AZIONI DI EFFICIENTAMENTO

Gli interventi vengono effettuati su:
-Involucro
-Impianti meccanici ed elettrici
-Utilizzo delle fonti rinnovabili.

Definire i risparmi energetici previsti

5

SI

6

7

8

4

VALIDAZIONE DEL MODELLO

Confronto tra i dati inerenti ai consumi reali e del modello defindendo un margine pari a +/- 10%

VALUTAZIONE ECONOMICA

Definire differenti scenari e scegliere il migliore in base ai costi-benefici. Tenere in considerazione che il tempo di ritorno < vita utile edificio. Definire le priorità degli interventi

ANALISI DEI CONSUMI REALI

Calcolo del consumo di riferimento da utilizzare come baseline per gli interventi. Analizzare dati mensili su un arco di 3 anni e definire una media. Il consumo è calcolato per ogni vettore energetico.
Definire il costo della spesa energetica date le bollette prese in esame.
Il calcolo permettte di stabilire la prestazione energetica effettiva

Occorre a questo punto effettuare un'analisi sulle uguaglianze e differenze che concorrono alla definizione della certificazione energetica (effettuata per il caso studio di Collegno) e della diagnosi energetica (appunto del caso studio di questo capitolo ovvero Novara). Entrambe infatti hanno attività di lavoro in comune ma con scopi differenti. La certificazione energetica infatti è un processo estremamente differente che comprende delle informazioni che sono alla base di una diagnosi energetica.
Per quanto concerne la certificazione energetica con attestato di prestazione energetica, questa si basa su una valutazione di asset rating ovvero valuta l'edificio in maniera standar, utilizzando le geometrie dell'edificio reale con però dei dati di input standard. Quest'ultimi risultano essere i dati standard di utilizzo dell'edificio che quindi non comporteranno uno studio reale dei fabbisogni energetici dello stesso. La certificazione energetica attraverso APE è quindi un approccio teorico che però si adopera per descrivere le condizioni energetiche base di un immobile, che ovviamente non saranno mai quelle reali. Un attestato di Prestazione Energetica (APE) calcola quindi il consumo di energia in relazione alle caratteristiche dell'involucro e al rendimento dell'impianto, per conferire una classe energetica all'edificio.
Come si è visto precedentemente invece, la diagnosi energetica è un'azione molto più approfondita che ragiona in base al reale utilizzo dell'edificio e non a condizioni standard. Quest'ultima infatti risulta maggiormente dettagliata e quindi più utile per determinare il consumo energetico di un immobile e il relativo risparmio.
Inoltre per esempio una differenza rilevante è anche il consumo di energia elettrica che appunto nella certificazione non viene valutato, cosa che invece è fondamentale per la diagnosi energetica.

Quindi la diagnosi energetica è uno studio molto più approfondito rispetto ad una semplice certificazione, ed inoltre vengono attentamente valutati i costi-benefici che potranno esserci effettuando determinate strategie di riqualificazione. Il tempo di ritorno di una azione è fondamentale per determinarne la sua fattibilità. Questo infatti non dovrebbe mai essere maggiore della vita utile dell'edificio, e sicuramente dovrebbe essere in linea con gli investimenti effettuati.
Nella direttiva del 2006 la certificazione era equivalente ad una diagnosi, cosa che ad oggi con la Direttiva del 2018 non è più così a causa delle differenze che si sono mostrate nelle righe soprastanti.

Si riporta la tabella in figura 189 relativa alle differenze ed uguaglianze tra una certificazione e una diagnosi così da esplicitarle nel migliore dei modi.

	ATTESTATO DI PRESTAZIONE ENERGETICA (APE)	DIAGNOSI ENERGETICA
Calcolo Stazionario	✓	✓
Calcolo Dinamico	✗	✓
Dati climatici esterni	Definiti da norma 10349	Definiti dalla stazione metereologica più vicina con condizioni simili
Temperatura interna	Definiti da norma 11300	Calcolata la reale temperatura
Dati occupazionali	Calcolati in W/m² da norma UNI/TS 11300	Definite le reali condizioni di occupazione
Utilizzo dei locali	Tutti i locali utilizzati e con impianto acceso	Definito il reale utilizzo
Accensione dell'impianto	Funzionamento continuo (senza attenuazione o spegnimento)	Reale accensione e spegnimento.
Calcolo dei consumi di riscaldamento	Standard da norma UNI/TS 11300	Reali
Calcolo dei consumi di raffrescamento	Standard da norma UNI/TS 11300	Reali
Calcolo dei consumi elettrici	✗	Reali
Confronto con i consumi reali da bollette	✗	✓
Calcolo degli interventi migliorativi	✓	✓
Stima del risparmio ottenibile	✗	✓

Fig. 189 Uguaglianze e differenze, elaborazione personale Barbieri-Tatti su dati [70] [71] [72] [73]

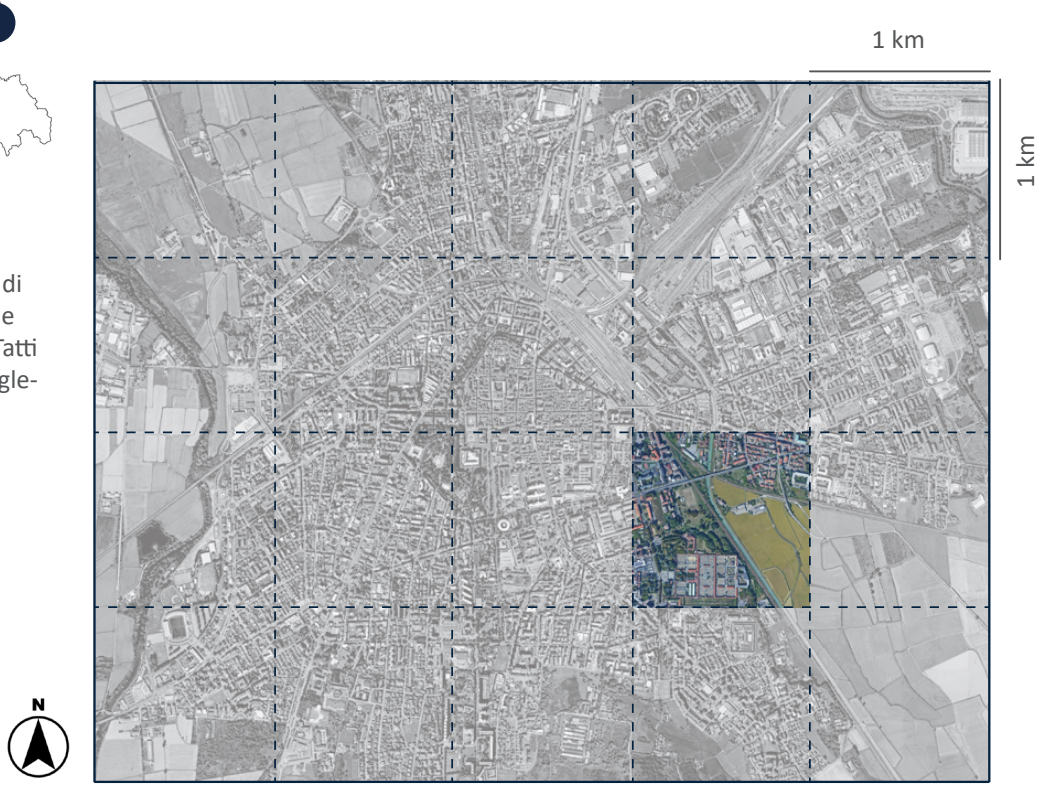
6.4.2.2 LOCALICCAZIONE E PRESENTAZIONE DELL'EDIFICIO

Il secondo caso studio è localizzato a Novara ed anche questa come la precedente città del caso studio 1 si trova in Piemonte, quindi in zona climatica E.
Novara è un capoluogo della stessa provincia e fra le città più importanti del territorio del Piemonte. All'interno della tesi si andrà ad analizzare la riqualificazione di tre edifici appartenenti ad un complesso di case di edilizia pubblica. Il quartiere interessato risulta essere residenziale dove sono presenti numerosi servizi, una struttura militare inutilizzata e numerosissime fermate dei trasporti pubblici. L'isolato di interesse si trova in una posizione strategica, nel suo perimetro vi è una delle strade principali di Novara e un grande polo scolastico di istituti di secondo grando. Il complesso inoltre si trova a pochi minuti dal "Parco dei Caduti" e dal museo storico Novarese.
E' stato realizzata un indagine fotografica all'interno di Googlemaps per comprendere i manufatti edilizi di interesse. Come detto nelle pagine precedenti, in questo caso studio non si è supportata l'azienda mediante il sopralluogo. Grazie ad una prima lettura fotografica si può da subito concepire il degrado permanente del luogo.

Per quanto concerne lo studio climatico non ci aspettiamo grandi differenze rispetto al primo caso studio anche se entrambe le località hanno latitudine differente.
Nella figura 191 è rappresentato il grafico della temperatura di bulbo secco stabilisce dei picchi estivi pari a 32°C maggiormente estesi nel mese di Luglio. Da Giugno ad Agosto la temperatura risulta non scendere mai sotto i 23 gradi nell'intero arco della giornata. Nei mesi invernali invece ci sono momenti in cui la temperatura scende sotto lo zero, sopratutto a fine Novembre ed inizi Dicembre. Altre giornate invernali invece vedono un



Fig. 190 Cartografia di Novara, elaborazione personale Barbieri-Tatti con cartografia Google-maps





3 edifici	Totale: 40 Appartamenti	Media: 4 piani fuori terra
Anno= 1957	Volume = 11.701,15 m^3	Sup.utile = 2.938,73 m^2
S/V B= 0,53 m^{-1}	S/V FG= 0,54 m^{-1}	S/V HI= 0,53 m^{-1}

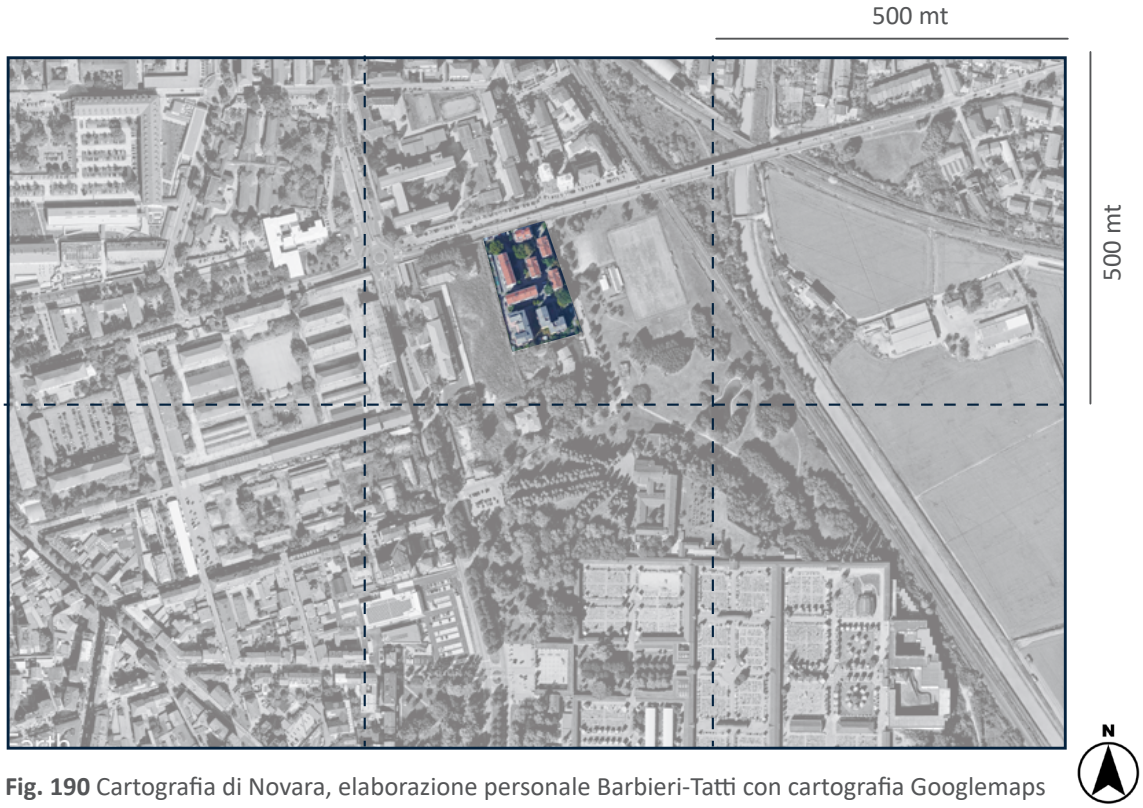


Fig. 190 Cartografia di Novara, elaborazione personale Barbieri-Tatti con cartografia Googlemaps



















Immagini estrapolate da Googlemaps

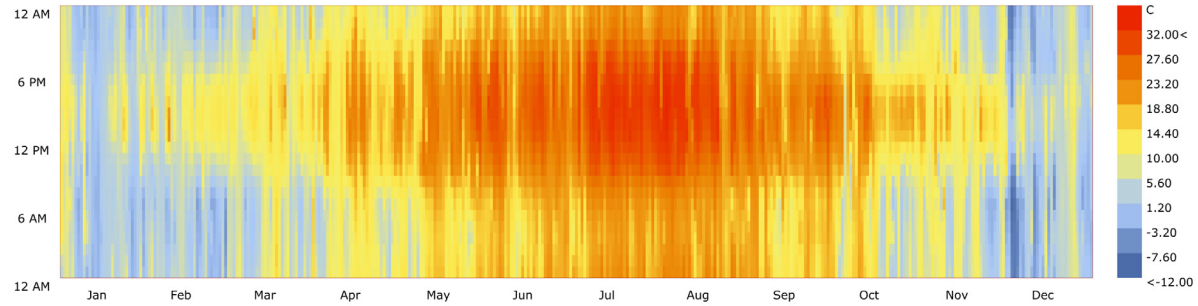


Fig. 191 Temperatura di bulbo secco, elaborazione personale Barbieri-Tatti

aumento di energia con un raggiungimento anche dei 10 gradi. Generalmente da Marzo si inizieranno ad avere momenti con 14 gradi sino a Novembre dove piano piano le temperature inizieranno ad essere più basse.
Nel grafico 192 invece si nota la radiazione diretta nel sito di Novara. In questo caso si può affermare come vi siano sia picchi pari a 880 Wh/m² sia momenti in cui la radiazione risulterà essere assenti o poco energica. Più nello specifico vediamo (dall'alto verso il basso) come il primo "semicerchio" rappresentante il 21 Giugno abbia il pomeriggio dalle 13:00 pm sino alle 18 pm con una radiazione tra i 616 e i 704 Wh/m². Successivamente il 21 Luglio, come concordi dal grafico della temperatura di bulbo secco, è il mese più caldo e con radiazione solare che dalle 10:00 am risulta essere pari a 704 Wh/m² per poi toccare valori di 880 Wh/m². I mesi più freddi ovvero Novembre, Dicembre e Gennaio hanno infatti una radiazione nulla (sopratutto a Dicembre)

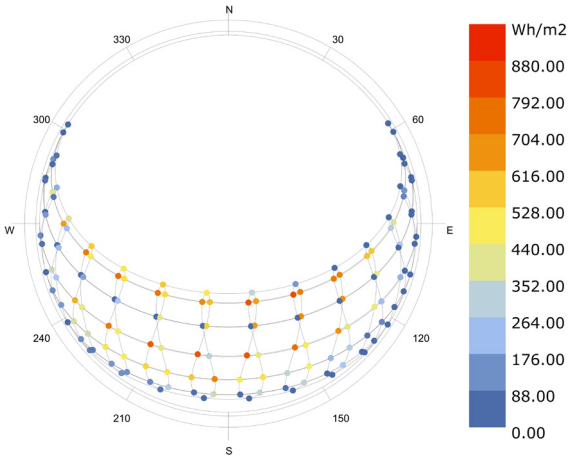


Fig. 192 Radiazione solare, elaborazione personale Barbieri-Tatti

o sempre inferiore ai 264 Wh/m². Il quarto e quinto semicerchio rappresentano rispettivamente Agosto-Aprile e Settembre-Marzo. Questi ultimi tre sono mesi di transizione dove le giornate risultano avere radizione solare costante tra i 528 e i 704 Wh/m². Agosto invece insieme a Luglio è evidentemente il più assolato avente giornate totalmente coperte da 880 Wh/m².

Novara è un capoluogo che vede la presenza di 101.619 abitanti e 11.674 edifici, di cui 11.310 utilizzati. Per quanto concerne gli edifici residenziali questi rappersentano un numero pari a 8.083 e si distinguono per data di costruzione.
Il 20% del tessuto edilizio residenziale fu costruito tra il 1946 e il 1960 e il 21% negli anni successivi tra il 1961 e il 1970. Questa infatti è la causa della presenza di un maggior numero di edifici costruiti usufruendo di materiali come il cemento armato. Entrambe le casistiche rappresentano quasi la metà degli edifici ovvero il 41,88%. C'è poi una minoranza appartenente alla prima del 1919 che corrisponde al 5,35% del totale residenziale per poi aumentare ad 1148 come numero di costruzioni tra il 1919 e il 1945. Più ci si avvicina all'anno corrente e minore saranno gli edifici in costruzione. Si passa infatti da 15,43% nel 1971-1980 ad un 1,22% da dopo il 2005. Proprio a causa di questi fattori sul totale del patrimonio edilizio

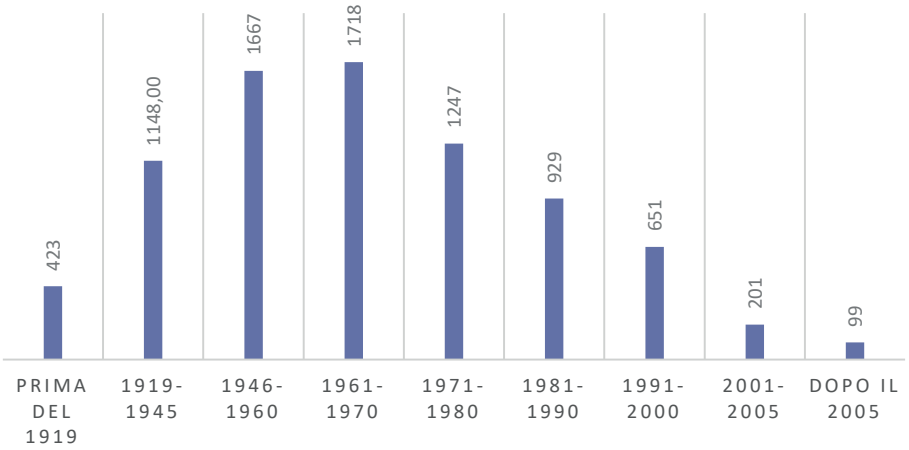


Fig. 193 Epoca del tessuto edilizio, elaborazione personale Barbieri-Tatti su dati [33]

residenziale solo una quantità pari a 1.489 è costruita utilizzando materiali innnovativi come legno e acciaio, mentre 3.718 sono costruiti in muratura portante. Infine si ha una quantità corrispondente al 11,49% di edifici costruiti tra il 1981 e il 1990, per poi decrescere tra il 1991-2000 con una quantità pari a 651 e infine dal 2001-2005 trovarsi con solo il 2,49% del patrimonio edilizio totale residenziale.

Per quanto concerne le condizioni energetiche degli edifici si sono fatte delle ricerche nei siti di immobiliare.it e di idealista dividendo sia le costruzioni da affittare sia da vendere a seconda della classe energetica. Lo studio è stato efettuato sia all'interno del quartiere a cui fanno riferimento gli edifici e sia per l'intera cittadina.

In primo luogo effettuando l'analisi nell'intera città di Novara si nota come le costruzioni in vendita abbiamo una rilevante bassa classe energetica. Il totale degli immobili in vendita corrisponde a 952 dove 543 hanno bassa classe energetica, quindi pari a E-F-G, 300 appartengono ad una media classe (B-C-D) e solo una rimantente parte di 109 edifici appartiene alle categorie A. Il 57 % sul totale non riuscirà quindi ad avere internamente un confort adeguato senza emettere e disperdere gradi quantità di energia.

Soffermandosi nella sezione affitti la situazione non migliora in quanto in un totale di 199 immobili in affitto il 68% risulta essere in classe energetica bassa. Una minima quantità pari a 4 immobili è in fascia alta mentre 60 appartengono alla media classe energetica.

Andando nello specifico del quartiere si ha un totale di 90 immobili in vendita e 74 in affitto. In entrambi i casi il maggior numero di costruzioni rientra in classe energetica bassa, rispettivamente 51 e 60 immobili. Nel caso delle vendite si avrà un 32% in classe media e 11% in alta. Mentre negli affitti un 16% in media e un 3% in alta.

Per quanto concerne il complesso di edifici di interesse, costruito nel 1957, si trova in una zona senza costruzioni in aderenza e con edifici limitrofi a bassa densità. Il costruito quindi risulta essere posizionato in maniera molto visibile e questo è anche uno delle ragioni per cui lo si è scelto come “intervento pilota”. Nello specifico l’isolato è composto da otto edifici con tutte le rispettave facciate disperdenti verso l’esterno. Gli edifici che si andranno ad analizzare in questa tesi risultano essere denominati “B” ed “FG”, successivamente l’azione di retrofit dovrà essere esempio ed applicata all’edificio “HI” e in secondo luogo a quelli limitrofi. Tutti gli 8 edifici risultano avere un’altezza dai 6 agli 8 piani fuori terra e quindi, trovandosi abbastanza vicini, in determinati momenti della giornata si troveranno ad essere ombreggiati. Le costruzioni B ed FG sono state costruite con lo stesso orienta-

Il caso studio di Novara prevede una riqualificazione di tre edifici pilota con destinazione d'uso residenziale pubblica. Nella tesi verranno mostrate due palazzine chiamate "B", "HI" ed "FG" entrambe a pianta rettangolare ma di dimensioni differenti. L'edificio B è caratterizzato da due alloggi ogni piano, mentre l'FG ed HI sono composti da 4 appartamenti. Tutti e tre sono costituiti da quattro piani abitabili, un primo piano fuori terra adibito a cantine e centrale termica ed un sottotetto non riscaldato. La struttura portante risulta essere a travi e pilastri. Per quanto concerne l'impianto, gli edifici ospitano una centrale termica con due caldaie a condensazione con potenza temica al focolare pari a 50 kW cadauna. Tali caldaie servono gli edifici sia alla climatizzazione invernale sia alla produzione di ACS. Ogni abitazione ha un modulo autonomo satellitare attraverso cui gestire il fluido di riferimento. Inoltre ciascun alloggio vede la presenza di radiatori senza valvole termostatiche di regolazione.

Come già spiegato nel sottocapitolo precedente, è stata effettuata una diagnosi energetica elaborando dei dati reperiti e rilevati per le costruzioni in oggetto per realizzare un modello di simulazione energetica reale ed attendibile. In occasione dei sopralluoghi le attività di reperimento e verifica dei dati sono state eseguete accuratamente attraverso l'utilizzo di strumenti non invasivi per quanto concerne l'involucro termico. Il sopralluogo è stato fondamentale ed è stato eseguito con l'obbiettivo di indagare il sistema edificio impianto, accedendo sia alla cetrale termica (caldaia a gaoslio, pompe di distribuzione, apparecchiature) sia nei locali non riscaldati e riscaldati dell'edificio al fine di rilevarne le caratteristiche dimensionali, stratigrafie e utilizzo dei locali. La norma UNI CEI EN 16247-2 fornisce un'aiuto per quanto concerne il momento del sopralluogo. Essa infatti definisce una serie di informazioni utili per redigere la diagnosi enfatizzando quali dati più importanti sono necessari da recuperare e quali parti di edificio visitare, per far si che la raccolta dei dati possa essere un momento in cui tutte le informazioni utili per la diangosi energetica siano catalogate.

In primo luogo attraverso il sopralluogo sono state delineate le caratteristiche dell'involucro edilizio e della sezione impiantistica. Successivamente sono stati effettuati gli interventi necessari per aumentare sia la prestazione energetica del fabbricato sia le condizioni di comfort interne. A differenza del caso di Collegno, a Novara si usufruisce di pannelli fotovoltaici per modificare l'approviggionamento di energia da fonti non rinnovabili a fonti rinnovabili. Infine per determinare il "grado di sostenibilità degli edifici" viene effettuata un'analisi dettagliata dei fabbricati e del contesto attraverso il protocollo ITACA.

CARATTERISTICHE DELL'EDIFICIO			
Comune			
Indirizzo			
Destinazione d'uso			
Anno dicostruzione			
INVOLUCRO EDILIZIO			
Tipologie edilizie		caratteristiche	spessore
	pareti perimetrali		
	copertura		
	solaio su cantina		
	solaio su sottotetto		
	solaio su terreno		
	infissi		
Definizione della struttura portante		caratteristiche	spessore
	muratura portante		
	struttura mista c.a. + muratura		
	altro		
Individuare estensione ambienti non riscaldati rispetto alla superficie dell'edificio		caratteristiche	spessore
	cantina garage		
	sottotetto		
	vano scala		
Tipologia costruttiva delle pareti permetrali esterne		caratteristiche	spessore
	muratura di mattoni pieni intonacati sulle due facce		
	muratura di mattoni semipieni o tufo		
	parete a cassavuota con mattoni forati		
	pannello prefabbricato in cls		
	muratura in pietrame intonacata		
Tipologia costruttiva della copertura dell'edificio		caratteristiche	spessore
	tetto in legno		
	tetto a falda in laterizio		
	soletto piana in laterocemento		
	altro		
Tipologia costruttiva delle pareti verso vano scale		caratteristiche	spessore
	muratura di mattoni pieni intonacati sulle due facce		
	muratura di mattoni semipieni o tufo		
	parete a cassavuota con mattoni forati		
	parete in calcestruzzo intonacata		
Tipologia di solaio verso cantina o verso garage		caratteristiche	spessore
	soletta in laterocemento su cantina		
	solaio predalles		
	altro		
Tipologia di soalio confinante con sottotetto		caratteristiche	spessore

	soletta in laterocemento su cantina		
	solaio prefabbricato in calcestruzzo tipo predalles		
	altro		
Tipologia pavimento su terreno o su esterno		caratteristiche	spessore
	basamento in calcestruzzo su terreno		
	soletta in laterocemento su vespaio o pilotis		
	altro		
Involucro trasparente			
Tipologie di serramenti presenti nell'edificio			
Tipologie di vetro presente negli infissi		caratteristiche	spessore
	vetro singolo		
	vetro doppio		
Tipologia di telaio presente negli infissi		caratteristiche	spessore
	telaio in legno		
	telaio in metallo		
	telaio inlegno+metallo		
	telaio in PVC		
	alluminio a taglio termico		
Tipologia di cassonetto presente		caratteristiche	spessore
	alluminio		
	legno		
	non presente		
	isolato		
	non isolato		
IMPIANTISTICA			
Riscaldamento			
Tipologie di impianto di riscaldamento presenti nell'edificio		n.unità servite	n.pompe
	centralizzato		
	autonomo		
	non presente		
Tipo di impianto di generazione		marca/tipo	potenza
	caldaia		
	caldaia elettrica		
	termo stufa		
	stufa elettrica		
	pompa di calore a gas		
	pompa di calore elettrica		
	teleriscaldametno		
Data di installazione		anno	
Luogo di istallazione del generatore			
	esterno		
	interno		
Se l'impianto di riscaldamento è una caldaia elettrica individuare la tipologia			
	diretta		

	ad accumulo		
Se l'impianto di riscaldametno è una termo-stufa individuarne la tipologia			
	a legna		
	a pellets		
Se l'impianto è costituito da una pompa di calore elettrica individuarne la tipologia			
	acqua-acqua		
	aria-acqua		
	aria-aria		
Terminali di erogazione			
	termoconvettori		
	radiatori		
	ventilconvettori		
	pannelli radianti		
Sistema di distribuzione delle colonne montanti			
	a vista		
	nascoste		
Sistemi di regolazione			
	termostato a caldaia		
	sonda esterna		
	valvole termostatiche		
	valvole termostatiche + sonda esterna		
	termostato di zona		
	termostato di zone + sonda esterna		
Individuare l'anno di realizzazione dell'impianto di distribuzione dell'edificio			
	prima del 1961		
	1961-1976		
	1977-1993		
	dopo il 1993		
Individuare la modalità di distribuzione del calore			
	distribuzione orizzontale		
	mondanti di distribuzione		
Individuare la presenza delle pompe di distribuzione		numero	potenza
Acqua calda sanitaria			
Tipo di impianto per la produzione dell'acqua calda sanitaria		marca	potenza
	caldaia centralizzata		
	boiler a gas con fiamma permanente		
	boiler a gas con scintilla di accumulo		
	boiler elettrico ad accumulo		
	solare termico		
Tipo di combustibile della caldaia		marca	potenza
	metano		
	gasolio		
	carbone		
	GPL		
	legna		

	biomasse		
	rifiuti solidi urbani		
	altro		
Tipo di combustibile del Boiler		marca	potenza
	metano		
	gasolio		
	GPL		
	elettrico		
Eventuale presenza di pannelli solari-termici			
Tipo di collettore			
	non vetrato		
	vetrato		
	ad evacuazione		
Inclinazione dei collettori			
orientamento dei collettori			
Superficie dei collettori			
Raffrescamento			
Verificare la presenza di possibili apparecchiature utilizzare per il raffrescamento		n.moduli	potenza
Impianto elettrico			
L'energia elettrica fornita all'edificio è alimentata:			
	completamente dalle rete di distribuzione		
	in parte da un impianto fotovoltaico installamento dell'edificio		
Se la produzione di energia elettrica è alimentata da pannelli fotovoltaici indicarne il tipo di pannello			
	silicio monocristallino		
	silicio policristallino		
	silicio amorfo		
Indicare la potenza dell'impianto			
Illuminazione			
numero di corpi			
numero di moduli			
potenza			
ore di utilizzo settimanali			
n.settimane di utilizzo			
altre applicazioni			

CHECKLIST DELLE PARTI DI EDIFICIO DA VISITARE		
Voce principale	**Parti di edificio da visitare**	**Check**
Involuro edilizio		
	pareti perimetrali	
	copertura	
	solaio su cantina	
	solaio su sottotetto	
	solaio su terreno	
	infissi	
Sistema di riscaldamento		
	centrale termica	
	pompe ed apparecchiature di distribuzione	
	altro	
Acqua calda sanitaria		
	locale impianti centralizzati	
	connessione dell'impianto alle zone dell'edificio	
	apparecchiature di distribuzione	
Impianti di ventilazione e raffrescamento		
	luogo in cui sono situtate le aparecchiature impiantistiche	
	spazi climatizzati dell'impianto	
Impianti di illuminazione		
	quadri elettrici principali	
	spazi non comuni da visistare a campione	
	spazi comuni illuminati	
	eventuali aree esterne servite dall'impianto di illuminazione	
Elettrodomestici		
	censimento delle apparecchiature installate negli spazi	
Apparecchiature da ufficio		
	censimento delle apparecchiature installate negli spazi	
Eventuali altre apparecchiature		
	censimento delle apparecchiature installate negli spazi	
Sistemi di trasporto interno		
	ascensori	
	scale mobili	
	montacarichi	
Distribuzione dell'energia elettrica		
	quadri elettrici principali	
	potenze di distribuzione per ogni zona dell'edificio	
Eventuale presenza di altri impianti		
	Altri impianti presenti nell'edificio	

mento principale Nord-Sud che risulta essere un punto a favore nei mesi estivi e sfavorevole in quelli invernali. Le facciate principali si trovano ad Ovest ed Est, mentre quelle con una superficie minore a Nord e Sud. Si può affermare che la struttura degli stessi sia denominata a “stecca” con asse maggiore Nord Sud. La palazzina HI invece risulta avere un impianto ad "L" che comporterà problemi di ombreggiamenti nelle proprie facciate.

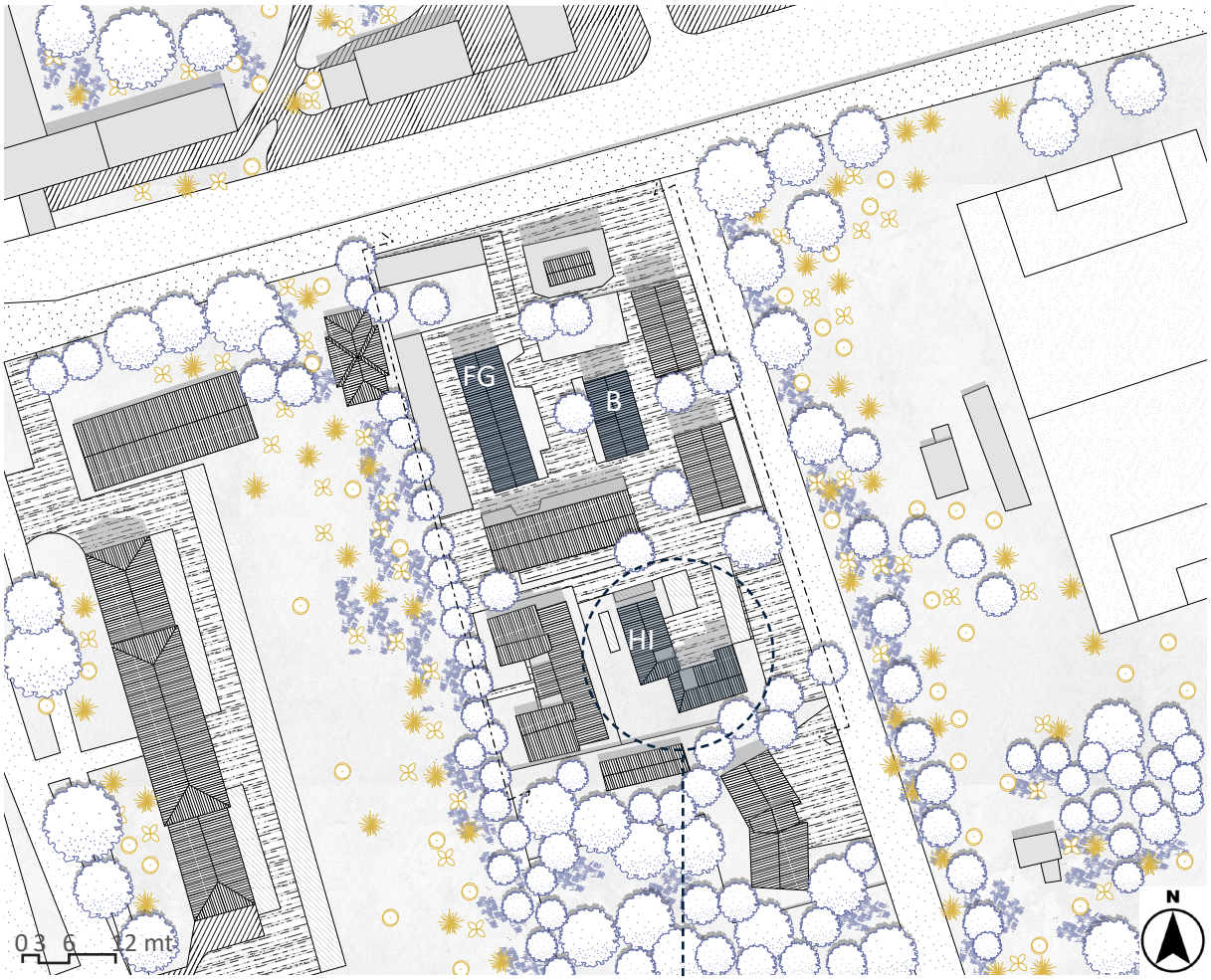
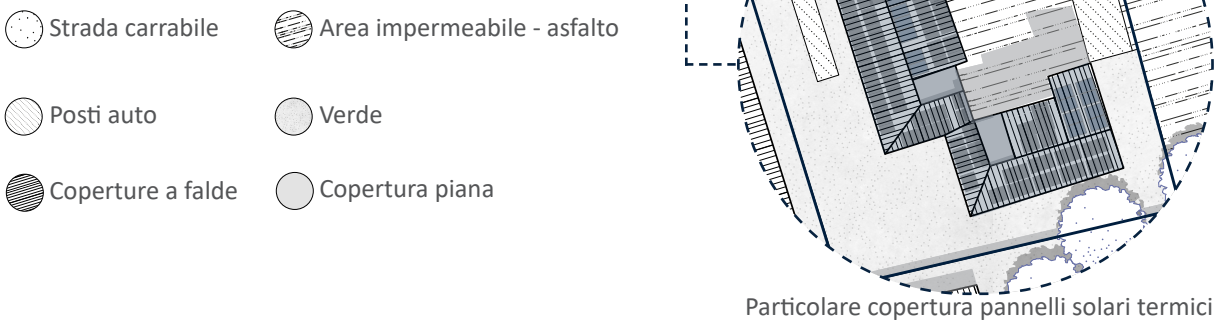


Fig. 194 Planimetria generale dell’area fuori scala, elaborazione personale Barbieri-Tatti



Particolare copertura pannelli solari termici e fotovoltaici

6.4.2.3 CARATTERIZZAZIONE DELL'INVOLUCRO, STATO DI FATTO E DI PROGETTO

Entrambi i tre edifici ad oggi presentano una funzione residenziale che sarà mantenuta anche dopo il progetto di riqualificazione. Come citato già nelle pagine precedenti lo studio degli edifici FG, B ed HI soddisfa il requisito di efficientamento energetico e ripetibilità come da volontà del POR FESR. Si applicheranno quindi soluzioni tecnologiche similari tra i fabbricati che ad oggi si trovano in stato di degrado.
Il caso studio a Novara risulta avere una conformazione tecnologica e costruttiva simile a quella di Collegno (primo caso studio). Questo a causa della vicinanza dell'anno di costruzione che in questa casistica risulta essere il 1957.
Gli edifici B, HI ed FG sono infatti costituiti da pilastri portanti in calcestruzzo armato, pareti opache verticali in muratura e solai in laterocemento. Le stratigrafie opache verticali sono costituiti da laterizio di diverso spessore a seconda del posizionamento interno o esterno. Vi sono Inoltre la copertura del tetto è in legno e risulta non essere coibentata. I serramenti sono costituiti da legno a vetri singoli di 3mm.

Il modello di simulazione deve essere in grado di riprodurre in modo quanto più fedele possibile le reali condizioni operative dell'edificio negli anni per cui si dispone dei consumi, così da rendere significativo il confronto tra questi ultimi ed i fabbisogni calcolati.
La valutazione è effettuata sulla base dei dati reali raccolti: condizioni effettive di utilizzo, dati relativi all'edificio ed all'impianto reale come costruito, modalità di occupazione e di utilizzo dell'edificio e dell'impianto (dati storici e dati rilevati).
Si è seguita la UNI 16212 che descrive la procedura top-down per il calcolo dei risparmi energetici derivanti da interventi di efficienza energetica. Attraverso il modello creato si determina il consumo teorico di energia primaria per il riscaldamento e l'acqua calda sanitaria. Il passaggio successivo consiste in un processo bottom-up volto a validare il modello attraverso una procedura inversa che, a partire dal confronto tra consumi reali e teorici, verifichi la correttezza dei dati di input e permetta eventuali ulteriori verifiche tali da rendere i due consumi congruenti.
Qualora gli scostamenti siano al di sotto del 10% per tutte le annate esaminate, si può concludere che il modello simula correttamente il comportamento dell'edificio e quindi da ritenere validato ai fini delle analisi successive. I dati climatici utilizzati per la costruzione del modello reale sono i dati meteo riportanti le temperature medie mensili stagionali rilevate dalle stazione ARPA situata in prossimità dell'edificio

	2015 - 2016	2016 - 2017	2017 - 2018	MEDIA
Ott	113	118	79	103
Nov	327	349	353	343
Dic	472	497	545	505
Gen	499	559	447	501
Feb	384	385	458	409
Mar	325	328	390	318
Apr	79	77	59	71
Tot	2198	2223	2331	2251

Fig. 195 Gradi giorno Stazione Arpa Novara, elaborazione personale Barbieri-Tatti su dati [42]

All'interno del modello energetico si interviene inoltre con la "correzione" delle temperature interne reali di ciascuna delle zone individuate e nell'accensione e/o spegnimento delle zone riscaldate come effettivamente utilizzate nei periodi analizzati coerenti con i consumi. Le temperature reali interne vengono impostate sul modello al fine di evitare di eseguire il calcolo standard dell'edificio che

come da UNI/TS 11300 verrebbe realizzato con una temperatura standard da norma di 20°C.

La riqualificazione energetica prevede l'adozione dei CAM Criteri Ambientali Minimi e le detrazioni necessarie si trovano all'interno del POR FESR e del Conto Termico. Le strategie adottate riguardano interventi principali per migliorare le condizioni di comfort interno ed energetiche degli edifici. Data l'attuale funzione in abitazioni popolari si è scelto di non intervenire in maniera pesante all'interno degli alloggi per non creare situazioni difficili per i condomini.
Proprio per questo l'azione di riqualificiazione energetico-ambientale si basa su strategie e soluzioni da considerare come un insieme di operazione in grado di ottimizzare il sistema edificio-impianto in cui i risultati consentiranno di ridurre le dispersioni termiche per trasmissione dell'involucro, migliorare l'efficienza globale dell'impianto per la climatizzazione invernale e l'inserimento di impinati per la produzione di energie rinnovabili.

Al fine di valutare la prestazione energetica del sistema edificio-impianti è stato necessario predisporre un modello energetico (termico ed elettrico) redatto ai sensi della normativa regionale e nazionale vigente per il calcolo della prestazione energetica degli edifici. I dati relativi alla modalità di utilizzo e alla potenza delle singole lampade installate sono state rilevati in fase di sopralluogo.
Come già detto nel a pag. 230, dopo l'approviggionamento dei materiali è necessario calcolare l'indice di prestazione energetica effettivo e l'indice di prestazione energetica operativo. Successivamente il modello di calcolo utilizzato deve essere validato tramite confronto con la baseline energetica, secondo la presente scala di congruità:

$$\frac{|\ EE_{teorico} - EE_{baseline}\ |}{EE_{teorico}} \times 100 \leq 10\%$$

Ovvero attraverso una relazione tra il fabbisogno teorico dell'edificio e il consumo reale proveniente dallo studio delle bollette dell'impianto dell'edificio, che deve necessariamente avere una congruità minore del 10%. I dati reali inseriti nel software utilizzato per eseguire la diagnosi energetica contribuiscono alla definizione di un calcolo dei consumi di combustibile che si avvicinano ai valori di consumo reale riportati nelle letture di gas metano fornite dall'Ente. Confrontando i risultati di calcolo del software con quelli reali di consumo delle bollette energetiche per almeno tre stagioni termiche, si devono ottenere dei risultati che non siano discordanti di più di in 10%. Nel caso in cui l'esito di tale verifica risulti positivo si considera "validato" il modello energetico costruito seguendo la metodologia ed i passaggi già precedentemente descritti. Il calcolo dei consumi è stato effettuato inserendo il dato medio delle temperature esterne delle 3 stagioni termiche analizzate utilizzando la stazione Arpa limitrofa al lotto in cui è situato l'edificio.
A pagina successiva si sono riportate tre differenti tabelle in relazioni ai tre differenti edifici. Attraverso la relazione descritta precedente tra i consumi reali destagionalizzati e quelli trovati attraverso il modello energetico tutti gli edifici di riferimenti riscontrano un valore che si stabilisce sotto la soglia rappresentata dal "10%".
La costruzioni B per esempio vede un consumo reale destagionalizzato pari a 13.451 Nm³ ed un consumo da modello energetico leggermente più alto con un valore pari a 14.625 Nm³. Lo scostamento che è presente tra queste due grandezze risulta essere di 8,7% e quindi rappresenta quello che viene indicato come un ottimo riscontro tra consumi reali e quelli calcolati tramite approviggionamento di materiali come misurazioni in campo. Anche per l'edificio FG il risultato riscontrato è ottimo con una congruità pari al 9,4% tra un consumo reale destagionalizzato di 18.545 Nm³ e un consumo da modello energetico di

20.392 Nm³.

STAGIONE TERMINCA	Consumi reali (Sm³)	Consumi reali destagionalizzati (Nm³)	Consumo modello energetico(Nm³)
2015-2016	13.775	14.595	14.625
2016-2017	11.958	13.545	
2017-2018	13.206	13.213	
MEDIA	12.973	13.451	
CONGRUITA' 8,7%			

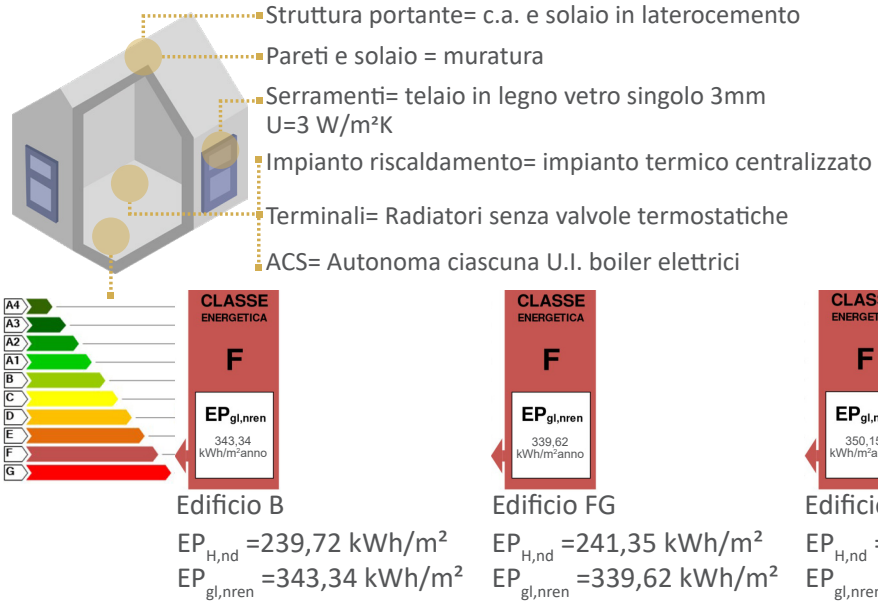
Fig. 196 Validazione del modello termico edificio B, elaborazione personale Barbieri-Tatti

STAGIONE TERMINCA	Consumi reali (Sm³)	Consumi reali destagionalizzati (Nm³)	Consumo modello energetico(Nm³)
2015-2016	15.803	16.768	20.392
2016-2017	15.883	19.881	
2017-2018	19.348	19.348	
MEDIA	18.001	18.646	
CONGRUITA' 9,4%			

Fig. 197 Validazione del modello termico edificio FG, elaborazione personale Barbieri-Tatti

STAGIONE TERMINCA	Consumi reali (Sm³)	Consumi reali destagionalizzati (Nm³)	Consumo modello energetico(Nm³)
2015-2016	18.704	19.788	22.565
2016-2017	18.976	20.572	
2017-2018	20.478	21.302	
MEDIA	19.386	20.554	
CONGRUITA' 9,2%			

Fig. 198 Validazione del modello termico edificio HI, elaborazione personale Barbieri-Tatti



Edificio B
$EP_{H,nd}$ =239,72 kWh/m²
$EP_{gl,nren}$ =343,34 kWh/m²

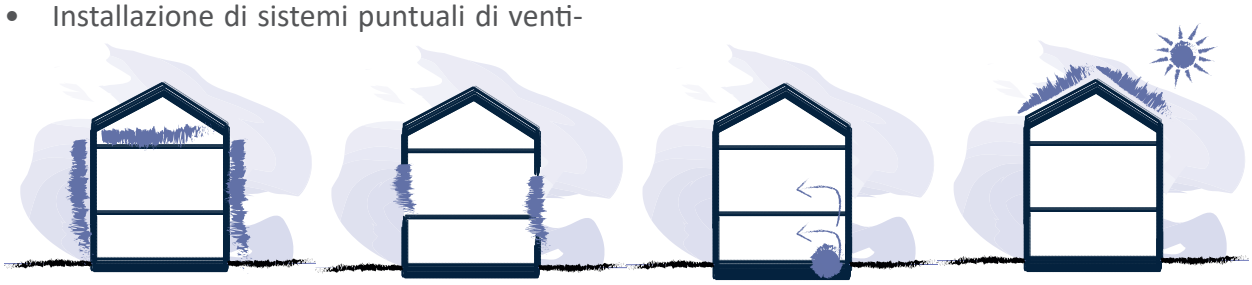
Edificio FG
$EP_{H,nd}$ =241,35 kWh/m²
$EP_{gl,nren}$ =339,62 kWh/m²

Edificio HI
$EP_{H,nd}$ =250,22 kWh/m²
$EP_{gl,nren}$ =350,15 kWh/m²

Per quanto concerne gli interveneti, tutti sono stati previsti avendo come obbiettivo il raggiungimento di un edificio nZEB e consistono in:

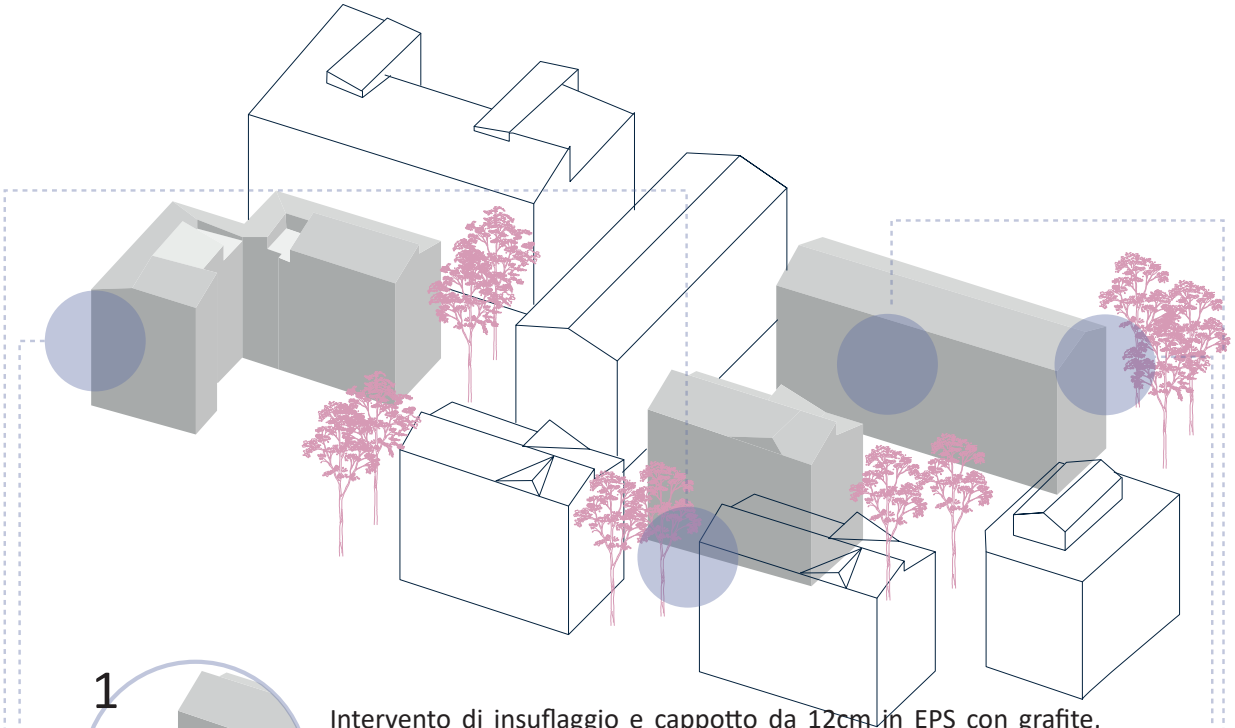
- Riqualificazione delle facciate e dell'involucro attraverso un cappotto esterno e coibentazione del sottotetto e manto di copertura. La coibentazione avverrà attraverso l'insufflaggio di materiale coibente all'interno della camera d'aria che presentano un importante spessore di 22 cm. Questa scelta non risolve però il problema dei ponti termici determinati dalle discontinuità costruttive (tra travi di bordo dei solai interpiano, dei balconi, dall'attacco delle finestre nelle murature, dai pilastri ecc) per questa ragione si è scelto di coibentare anche dall'esterno con l'aggiunta di un cappotto termico;

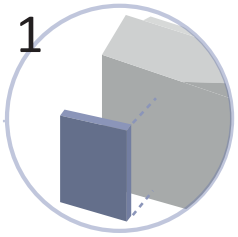
- Sostituzione dei serramenti esistenti in legno con alluminio a taglio termico e doppi vetri aventi un U=1,3 W/m²K
- Installazione di sistemi puntuali di ventilazione meccanica controllata con recupero di calore, integrata nei serramenti. Il cassonetto sarà isolato dall'esterno con cappotto termico riducendo il ponte termico e contestualmente sarà sostituito il pannello di chiusura con uno nuovo e coibentato. Tali lavori miglioreranno la tenuta all'aria del componente;
- Installazione di una pompa di calore ad alta temperatura per la produzione acqua calda sanitaria e climatizzazione invernale;
- Sostituzione degli attuali generatori di calore con caldaia a condensazione ad alta efficienza, ad integrazione della PdC;
- Installazione di sistemi di termoregolazione evoluti in ciascuna unità abitativa;
- Rifacimento della rete di distribuzione interna alla Centrale Termica;
- Sostituzione degli attuali circolatori a velocità fissa con pompe di circolazione a velocità variabile;
- Sostituzione degli attuali terminali di emissione con radiatori in alluminio;



- Installazione di impianto solare termico a tubi sottovuoto in copertura;
- Installazione di impianto fotovoltaico da 6 kW in copertura;
- Efficientamento impianto di illuminazione aree comuni.

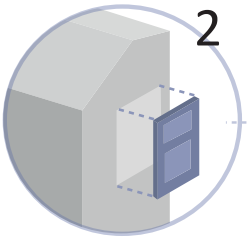
A pagina successiva vengono riportati gli interventi previsti riguardanti il miglioramento dell'involucro opaco per il raggiungimento dell'obiettivo nZEB. La resistituzione grafica delle stratigrafie è a cura delle sottoscritte Barbieri-Tatti.

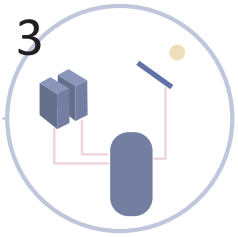




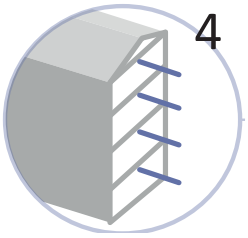
Intervento di insuflaggio e cappotto da 12cm in EPS con grafite, coibentare la muratura del vano scala attraverso l'insufflaggio di materiale isolante, coibentare il solaio verso cantine, il soffitto verso sottotetto con spessori variabili di coibente ad alta resistenza a compressione

Sostituzione parziale degli infissi esistenti con altri aventi U=1,1 W/m^{2}K, sostituzione parziale portoncini di ingresso alloggi con altri aventi U=1,3 W/m^{2}K. 'installazione di sistemi puntuali di ventilazione meccanica controllata con recupero di calore con un sistema incociato di immissione ed espulsione dell'aria installato nel cassonetto





Installazione pompa di calore aria-acqua per la climatizzazione invernale e la produzione di ACS. Installazione impianto fotovoltaico e solare termico e bollitore. Installazione una caldaia a condensazione per ACS in caso di basse temperature. Installazione sistemi di termoregolazione in ciascun ambiente dell'U.I. Sostituzione terminali di emissione con radiatori in alluminio

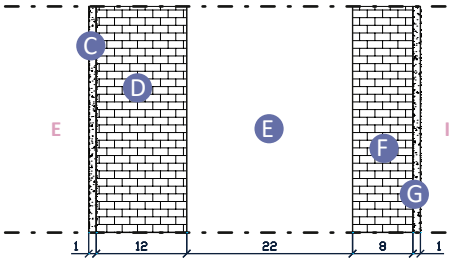


Installazione lampade LED in tutti gli spazi comuni dell'edificio

Le stratigrafie di seguito riportate, degli edifici B ed FG, sono rappresentate dall'esterno verso l'interno

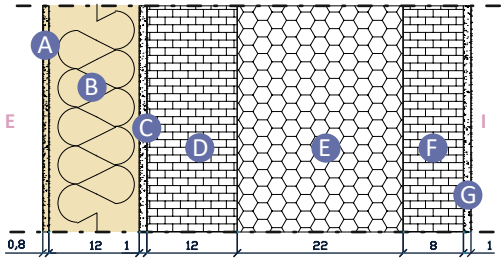
M1 | MURATURA ESTERNA

Sp :45cm **U= 1,03 W/m²K**



- C Intonaco in cemento e sabbia λ=1,00 W/mK Sp=1,0 cm
- D Muratura in laterizio λ=0,03 W/mK Sp=12 cm
- E Intercapedine non ventilata λ=1,22 W/mK Sp=22 cm
- F Muratura in laterizio λ=0,36 W/mK Sp=8,0 cm
- G Intonaco in cemento e sabbia λ=1,00 W/mK Sp=1,5 cm

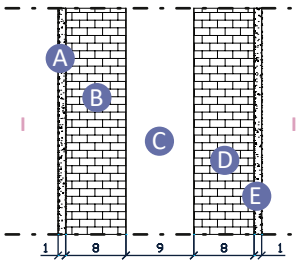
Sp :57,8cm **U= 0,098 W/m²K**



- A Intonaco plastico per cappotto λ=3,00 W/mK Sp=0,8 cm
- B EPS grigio con grafite λ=0,03 W/mK Sp=12 cm
- C Intonaco in cemento e sabbia λ=1,00 W/mK Sp=1,0 cm
- D Muratura in laterizio λ=0,03 W/mK Sp=12 cm
- E Coibente in fibra di cellulosa λ=0,03 W/mK Sp=22 cm
- F Muratura in laterizio λ=0,36 W/mK Sp=8,0 cm
- G Intonaco in cemento e sabbia λ=1,00 W/mK Sp=1,5 cm

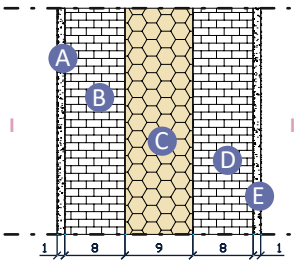
M2 | MURATURA VERSO VANO SCALA

Sp :28cm **U= 1,09 W/m²K**



- A Intonaco in cemento e sabbia λ=1,00 W/mK Sp=1,5 cm
- B Muratura in laterizio λ=0,03 W/mK Sp=12 cm
- C Intercapedine non ventilata λ=1,22 W/mK Sp=9,0 cm
- D Muratura in laterizio λ=0,36 W/mK Sp=8,0 cm
- E Intonaco in cemento e sabbia λ=1,00 W/mK Sp=1,5 cm

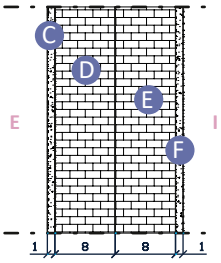
Sp :32cm **U= 0,32 W/m²K**



- A Intonaco in cemento e sabbia λ=1,00 W/mK Sp=1,5 cm
- B Muratura in laterizio λ=0,03 W/mK Sp=12 cm
- C Intercapedine non ventilata λ=0,03 W/mK Sp=9,0 cm
- D Muratura in laterizio λ=0,36 W/mK Sp=8,0 cm
- E Intonaco in cemento e sabbia λ=1,00 W/mK Sp=1,5 cm

M3 | MURATURA SOTTOFINESTRA

Sp :18cm U= 1,48 W/m²K



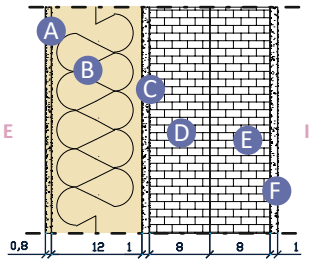
C Intonaco in cemento e sabbia
λ=1,00 W/mK Sp=1,5 cm

D Muratura in laterizio
λ=0,36 W/mK Sp=8,0 cm

E Muratura in laterizio
λ=0,36 W/mK Sp=8,0 cm

F Intonaco in cemento e sabbia
λ=1,00 W/mK Sp=1,5 cm

Sp :33cm U= 0,23 W/m²K



A Intonaco per cappotto
λ=0,30 W/mK Sp=0,8 cm

B EPS grigio con grafite
λ=0,03 W/mK Sp=12 cm

C Intonaco in cemento e sabbia
λ=1,00 W/mK Sp=1,5 cm

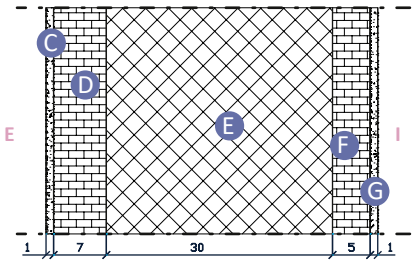
D Muratura in laterizio
λ=0,36 W/mK Sp=8,0 cm

E Muratura in laterizio
λ=0,36 W/mK Sp=8,0 cm

F Intonaco in cemento e sabbia
λ=1,00 W/mK Sp=1,5 cm

M4 | MURATURA ESTERNA SU PILASTRO

Sp :45cm U= 1,44 W/m²K



C Intonaco in cemento e sabbia
λ=1,00 W/mK Sp=1,5 cm

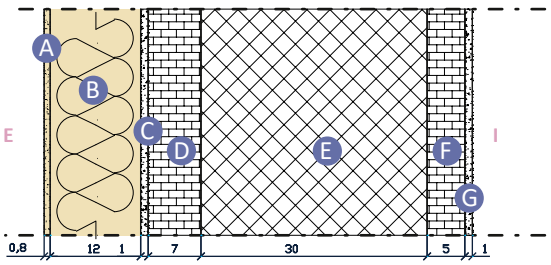
D Muratura in laterizio
λ=0,36 W/mK Sp=7,0 cm

E C.l.s. armato
λ=2,30 W/mK Sp=30 cm

F Muratura in laterizio
λ=0,36 W/mK Sp=5,0 cm

G Intonaco in cemento e sabbia
λ=1,00 W/mK Sp=1,5 cm

Sp :57,8cm U= 0,23 W/m²K



A Intonaco per cappotto
λ=0,30 W/mK Sp=0,8 cm

B EPS grigio con grafite
λ=0,03 W/mK Sp=12 cm

C Intonaco in cemento e sabbia
λ=1,00 W/mK Sp=1,5 cm

D Muratura in laterizio
λ=0,36 W/mK Sp=7,0 cm

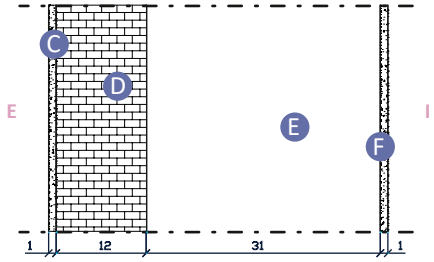
E C.l.s. armato
λ=2,30 W/mK Sp=30 cm

F Muratura in laterizio
λ=0,36 W/mK Sp=5,0 cm

G Intonaco in cemento e sabbia
λ=1,00 W/mK Sp=1,5 cm

M5 | CASSONETTO

Sp :45,5cm U= 2,6 W/m²K



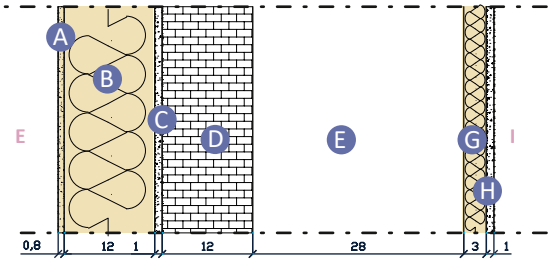
C Intonaco in cemento e sabbia
λ=1,00 W/mK Sp=1,5 cm

D Muratura in laterizio
λ=0,41 W/mK Sp=12 cm

E Intercapedine debolmente ventilata
λ= - W/mK Sp=31 cm

F Legno di abete flusso perpend. alle fibre
λ=1,00 W/mK Sp=1,0 cm

Sp :59,3cm U= 0,21 W/m²K



A Intonaco per cappotto
λ=0,30 W/mK Sp=0,8 cm

B EPS grigio con grafite
λ=0,03 W/mK Sp=12 cm

C Intonaco in cemento e sabbia
λ=1,00 W/mK Sp=1,5 cm

D Muratura in laterizio
λ=0,41 W/mK Sp=12 cm

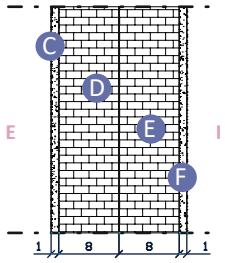
E Poliestere espanso
λ=0,04 W/mK Sp=28 cm

G Intercapedine debolmente ventilata
λ= - W/mK Sp=3,0 cm

H Legno di abete flusso perpend. alle fibre
λ=1,00 W/mK Sp=1,0 cm

M6 | MURATURA ESTERNA

Sp :19cm U= 1,48 W/m²K



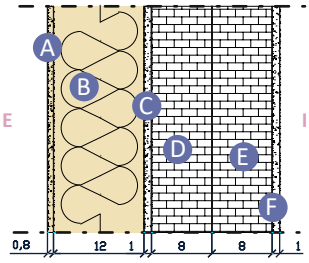
C Intonaco in cemento e sabbia
λ=1,00 W/mK Sp=1,5 cm

D Muratura in laterizio
λ=0,36 W/mK Sp=8,0 cm

E Muratura in laterizio
λ=0,36 W/mK Sp=8,0 cm

F Intonaco in cemento e sabbia
λ=1,00 W/mK Sp=1,5 cm

Sp :31,8cm U= 0,23 W/m²K



A Intonaco per cappotto
λ=0,30 W/mK Sp=0,8 cm

B EPS grigio con grafite
λ=0,03 W/mK Sp=12 cm

C Intonaco in cemento e sabbia
λ=1,00 W/mK Sp=1,5 cm

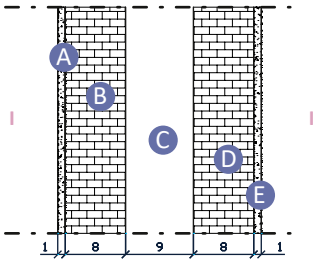
D Muratura in laterizio
λ=0,36 W/mK Sp=8,0 cm

E Muratura in laterizio
λ=0,36 W/mK Sp=8,0 cm

F Intonaco in cemento e sabbia
λ=1,00 W/mK Sp=1,5 cm

M7 | MURATURA VANO SCALA

Sp :20cm U= 1,09 W/m²K



A Intonaco in cemento e sabbia
λ=1,00 W/mK Sp=1,5 cm

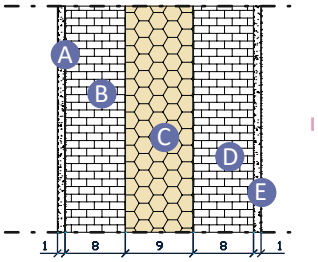
B Muratura in laterizio
λ=0,36 W/mK Sp=8,0 cm

C Intercapedine non ventilata
λ= - W/mK Sp=9,0 cm

D Muratura in laterizio
λ=0,36 W/mK Sp=8,0 cm

E Intonaco in cemento e sabbia
λ=1,00 W/mK Sp=1,5 cm

Sp :20cm U= 0,32 W/m²K



A Intonaco in cemento e sabbia
λ=1,00 W/mK Sp=1,5 cm

B Muratura in laterizio
λ=0,36 W/mK Sp=8,0 cm

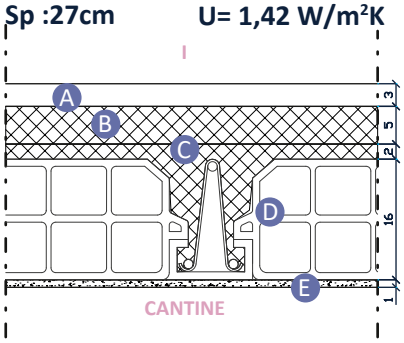
C Coibente in fibra di cellulosa
λ=0,03 W/mK Sp=9,0 cm

D Muratura in laterizio
λ=0,36 W/mK Sp=8,0 cm

E Intonaco in cemento e sabbia
λ=1,00 W/mK Sp=1,5 cm

P1 | PAVIMENTO VERSO CANTINE

Sp :27cm U= 1,42 W/m²K



A Piastrelle in ceramica
λ=1,30 W/mK Sp=3,0 cm

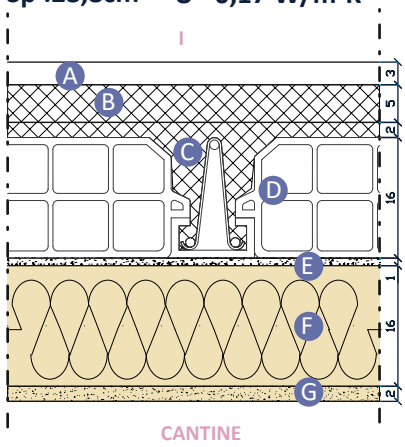
B Sottofondo in cemento magro
λ=0,90 W/mK Sp=5,0 cm

C Massetto riapratore in cls con rete
λ=1,49 W/mK Sp=2,0 cm

D Soletta in laterizio
λ=0,61 W/mK Sp=16 cm

E Intonaco in cemento e sabbia
λ=1,00 W/mK Sp=1,0 cm

Sp :28,8cm U= 0,17 W/m²K



A Piastrelle in ceramica
λ=1,30 W/mK Sp=3,0 cm

B Sottofondo in cemento magro
λ=0,90 W/mK Sp=5,0 cm

C Massetto riapratore in cls con rete
λ=1,49 W/mK Sp=2,0 cm

D Soletta in laterizio
λ=0,61 W/mK Sp=16 cm

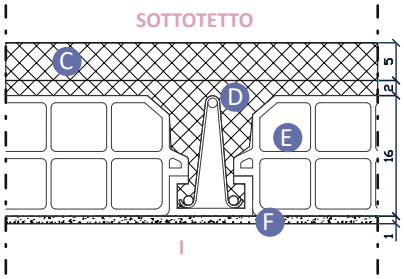
E Intonaco in cemento e sabbia
λ=1,00 W/mK Sp=1,0 cm

F Polistirene espanso sintetizzato
λ=0,03 W/mK Sp=16 cm

G Cartongesso in lastre
λ=0,21 W/mK Sp=2,0 cm

S3 | SOFFITTO VERSO SOTTOTETTO

Sp :24,0cm U= 1,85 W/m²K



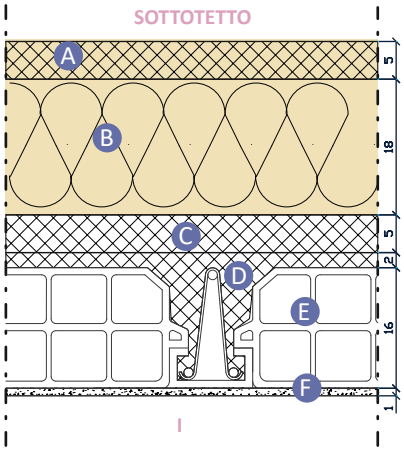
C Sottofondo di cemento magro
λ=0,90 W/mK Sp=5,0 cm

D Massetto riapratore in cls con rete
λ=1,49 W/mK Sp=2,0 cm

E Soletta in laterizio
λ=0,61 W/mK Sp=16 cm

F Intonaco in cemento e sabbia
λ=1,00 W/mK Sp=1,0 cm

Sp :26,3cm U= 0,17 W/m²K



A Massetto riparatore in cls con rete
λ=1,49 W/mK Sp=5,0 cm

B Polistirene XPS
λ=0,03 W/mK Sp=18 cm

C Sottofondo di cemento magro
λ=0,90 W/mK Sp=5,0 cm

D Massetto riapratore in cls con rete
λ=1,49 W/mK Sp=2,0 cm

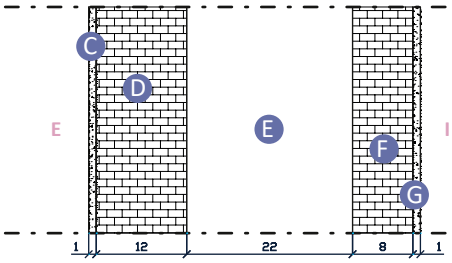
E Soletta in laterizio
λ=0,61 W/mK Sp=16 cm

F Intonaco in cemento e sabbia
λ=1,00 W/mK Sp=1,0 cm

Le stratigrafie di seguito riportate, edificio HI, sono rappresentate dall'esterno verso l'interno

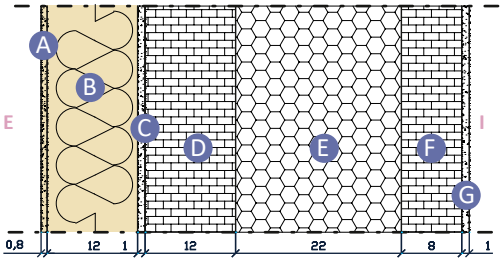
M1 | MURATURA ESTERNA

Sp :45cm **U= 1,03 W/m²K**



- C Intonaco in cemento e sabbia λ=1,00 W/mK Sp=1,0 cm
- D Muratura in laterizio λ=0,03 W/mK Sp=12 cm
- E Intercapedine non ventilata λ=1,22 W/mK Sp=22 cm
- F Muratura in laterizio λ=0,36 W/mK Sp=8,0 cm
- G Intonaco in cemento e sabbia λ=1,00 W/mK Sp=1,5 cm

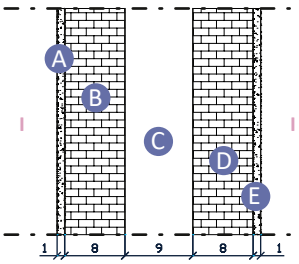
Sp :57,8cm **U= 0,085 W/m²K**



- A Intonaco plastico per cappotto λ=3,00 W/mK Sp=0,8 cm
- B EPS grigio con grafite λ=0,03 W/mK Sp=12 cm
- C Intonaco in cemento e sabbia λ=1,00 W/mK Sp=1,0 cm
- D Muratura in laterizio λ=0,03 W/mK Sp=12 cm
- E Coibente in fibra di cellulosa λ=0,03 W/mK Sp=22 cm
- F Muratura in laterizio λ=0,36 W/mK Sp=8,0 cm
- G Intonaco in cemento e sabbia λ=1,00 W/mK Sp=1,5 cm

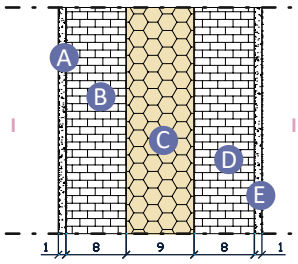
M2 | MURATURA VERSO VANO SCALA

Sp :28cm **U= 1,09 W/m²K**



- A Intonaco in cemento e sabbia λ=1,00 W/mK Sp=1,5 cm
- B Muratura in laterizio λ=0,03 W/mK Sp=12 cm
- C Intercapedine non ventilata λ=1,22 W/mK Sp=9,0 cm
- D Muratura in laterizio λ=0,36 W/mK Sp=8,0 cm
- E Intonaco in cemento e sabbia λ=1,00 W/mK Sp=1,5 cm

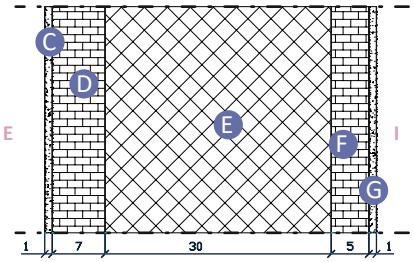
Sp :32cm **U= 0,27 W/m²K**



- A Intonaco in cemento e sabbia λ=1,00 W/mK Sp=1,5 cm
- B Muratura in laterizio λ=0,03 W/mK Sp=12 cm
- C Intercapedine non ventilata λ=0,03 W/mK Sp=9,0 cm
- D Muratura in laterizio λ=0,36 W/mK Sp=8,0 cm
- E Intonaco in cemento e sabbia λ=1,00 W/mK Sp=1,5 cm

M3 | MURATURA ESTERNA SU PILASTRO

Sp :45cm **U= 1,44 W/m²K**



C Intonaco in cemento e sabbia
λ=1,00 W/mK Sp=1,5 cm

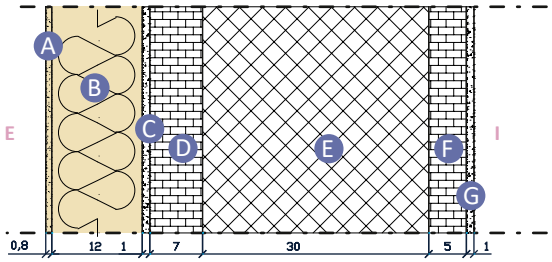
D Muratura in laterizio
λ=0,36 W/mK Sp=7,0 cm

E C.l.s. armato
λ=2,30 W/mK Sp=30 cm

F Muratura in laterizio
λ=0,36 W/mK Sp=5,0 cm

G Intonaco in cemento e sabbia
λ=1,00 W/mK Sp=1,5 cm

Sp :57,8cm **U= 0,22 W/m²K**



A Intonaco per cappotto
λ=0,30 W/mK Sp=0,8 cm

B EPS grigio con grafite
λ=0,03 W/mK Sp=12 cm

C Intonaco in cemento e sabbia
λ=1,00 W/mK Sp=1,5 cm

D Muratura in laterizio
λ=0,36 W/mK Sp=7,0 cm

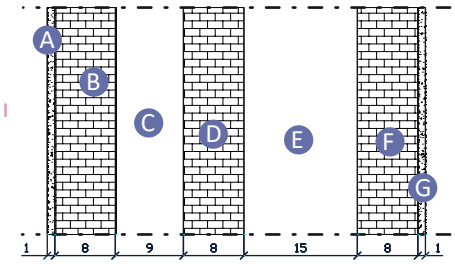
E C.l.s. armato
λ=2,30 W/mK Sp=30 cm

F Muratura in laterizio
λ=0,36 W/mK Sp=5,0 cm

G Intonaco in cemento e sabbia
λ=1,00 W/mK Sp=1,5 cm

M4 | MURATURA VERSO VANO SCALA (cavedio)

Sp :51,0cm **U= 1,30 W/m²K**



A Intonaco in cemento e sabbia
λ=1,00 W/mK Sp=1,5 cm

B Muratura in laterizio
λ=0,36 W/mK Sp=8,0 cm

C Intercapedine non ventilata
λ=0,83 W/mK Sp=15 cm

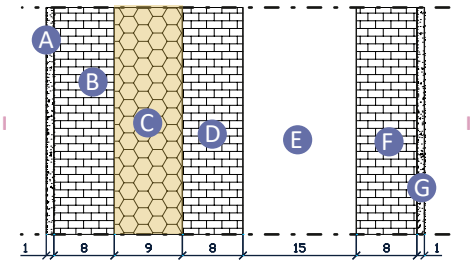
D Muratura in laterizio
λ=0,36 W/mK Sp=8,0 cm

E Intercapedine non ventilata
λ=0,83 W/mK Sp=15 cm

F Muratura in laterizio
λ=0,36 W/mK Sp=8,0 cm

G Intonaco in cemento e sabbia
λ=1,00 W/mK Sp=1,5 cm

Sp :51cm **U= 0,248 W/m²K**



A Intonaco in cemento e sabbia
λ=1,00 W/mK Sp=1,5 cm

B Muratura in laterizio
λ=0,36 W/mK Sp=8,0 cm

C Coibente Isofor in resina
λ=0,03 W/mK Sp=9,0 cm

D Muratura in laterizio
λ=0,36 W/mK Sp=8,0 cm

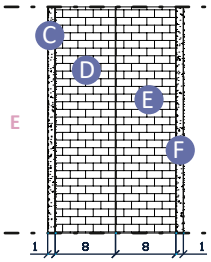
E Intercapedine non ventilata
λ=0,83 W/mK Sp=15 cm

F Muratura in laterizio
λ=0,36 W/mK Sp=8,0 cm

G Intonaco in cemento e sabbia
λ=1,00 W/mK Sp=1,5 cm

M5 | MURATURA SOTTOFINESTRA

Sp :18cm U= 1,48 W/m²K



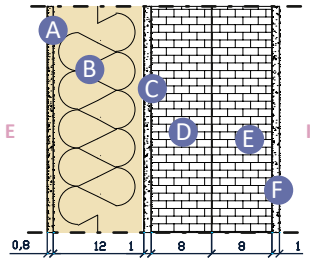
C Intonaco in cemento e sabbia
λ=1,00 W/mK Sp=1,5 cm

D Muratura in laterizio
λ=0,36 W/mK Sp=8,0 cm

E Muratura in laterizio
λ=0,36 W/mK Sp=8,0 cm

F Intonaco in cemento e sabbia
λ=1,00 W/mK Sp=1,5 cm

Sp :33cm U= 0,22 W/m²K



A Intonaco per cappotto
λ=0,30 W/mK Sp=0,8 cm

B EPS grigio con grafite
λ=0,03 W/mK Sp=12 cm

C Intonaco in cemento e sabbia
λ=1,00 W/mK Sp=1,5 cm

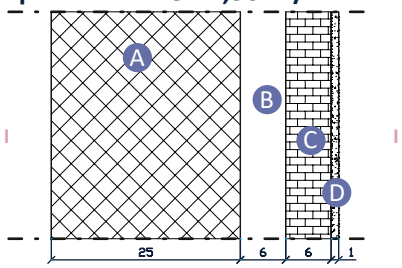
D Muratura in laterizio
λ=0,36 W/mK Sp=8,0 cm

E Muratura in laterizio
λ=0,36 W/mK Sp=8,0 cm

F Intonaco in cemento e sabbia
λ=1,00 W/mK Sp=1,5 cm

M6 | MURATURA VERSO VANO ASCENSORE

Sp :38cm U= 1,50 W/m²K



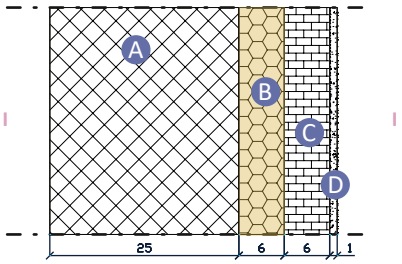
A Cls armato (2% acciaio)
λ=2,50W/mK Sp=25 cm

B Intercapedine non ventilata
λ=0,83 W/mK Sp=6,0 cm

C Muratura in laterizio
λ=0,36 W/mK Sp=6,0 cm

D Intonaco in cemento e sabbia
λ=1,00 W/mK Sp=1,5 cm

Sp :38cm U= 0,408 W/m²K



A Cls armato (2% acciaio)
λ=2,50W/mK Sp=25 cm

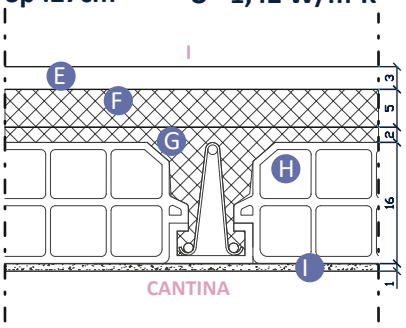
B Neopor NeoB 031
λ=0,031 W/mK Sp=6,0 cm

C Muratura in laterizio
λ=0,36 W/mK Sp=6,0 cm

D Intonaco in cemento e sabbia
λ=1,00 W/mK Sp=1,5 cm

P1 | PAVIMENTO VERSO CANTINA

Sp :27cm **U= 1,42 W/m²K**



E Piastrelle in ceramica
λ=1,30 W/mK Sp=3,0 cm

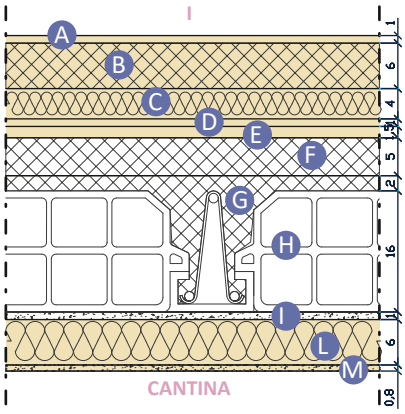
F Sottofondo di cemento magro
λ=0,90 W/mK Sp=5,0 cm

G Massetto riparatore in cls con rete
λ=1,49 W/mK Sp=2,0 cm

H Soletta in laterizio
λ=0,61 W/mK Sp=16 cm

I Intonaco in cemento e sabbia
λ=1,00 W/mK Sp=1,0 cm

Sp :44,3cm **U= 0,24 W/m²K**



A Piastrelle in ceramica
λ=1,30 W/mK Sp=1,0 cm

B Massetto riparatore in cls con rete
λ=1,49 W/mK Sp=6,0 cm

C Poliestere espanso
λ=0,03 W/mK Sp=4,0 cm

D Massetto acustico
λ=0,09 W/mK Sp=1,0 cm

E Cls per passaggio impianti
λ=0,90 W/mK Sp=1,5 cm

F Sottofondo di cemento magro
λ=0,90 W/mK Sp=5,0 cm

G Massetto riparatore in cls con rete
λ=1,49 W/mK Sp=2,0 cm

H Soletta in laterizio
λ=0,61 W/mK Sp=16 cm

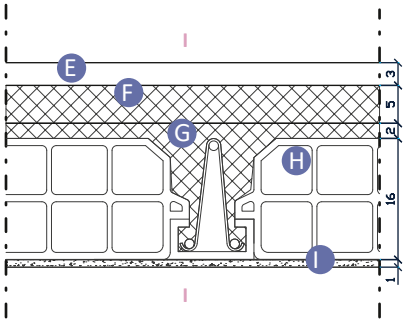
I Intonaco in cemento e sabbia
λ=1,00 W/mK Sp=1,0 cm

L Poliestere espanso sinterizzato
λ=0,03 W/mK Sp=6,0 cm

M Intonaco plastico per cappotto
λ=0,30 W/mK Sp=0,8 cm

P2 | PAVIMENTO INTERPIANO

Sp :27cm **U= 1,86 W/m²K**



E Piastrelle in ceramica
λ=1,30 W/mK Sp=3,0 cm

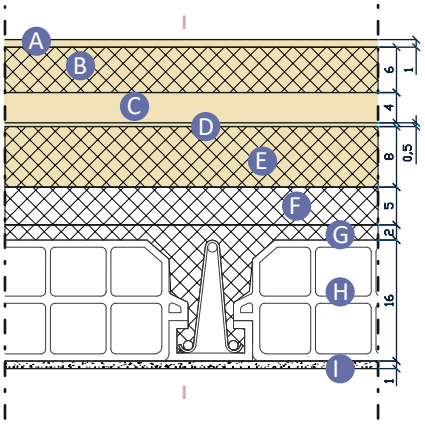
F Sottofondo di cemento magro
λ=0,90 W/mK Sp=5,0 cm

G Massetto riparatore in cls con rete
λ=1,49 W/mK Sp=2,0 cm

H Soletta in laterizio
λ=0,61 W/mK Sp=16 cm

I Intonaco in cemento e sabbia
λ=1,00 W/mK Sp=1,0 cm

Sp :42cm **U= 0,474 W/m²K**



A Piastrelle in ceramica
λ=1,30 W/mK Sp=1,0 cm

B Caldana attivata per pannelli
λ=1,00 W/mK Sp=6,0 cm

C Variplus 65 coibente per sistema radiante a pavimento
λ=0,03 W/mK Sp=4,0 cm

D Materassino acustico
λ=0,09 W/mK Sp=5,0 cm

E CLS passaggio impianti
λ=0,90 W/mK Sp=8,0 cm

F Massetto riparatore in cls con rete
λ=1,49 W/mK Sp=5,0 cm

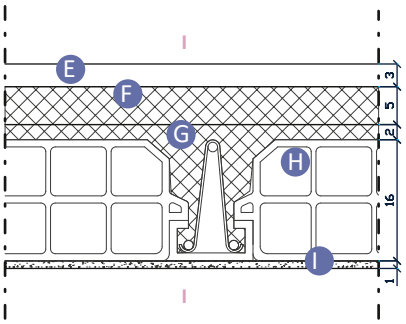
G Massetto riparatore in cls con rete
λ=1,49 W/mK Sp=2,0 cm

H Soletta in laterizio
λ=0,61 W/mK Sp=16 cm

I Intonaco in cemento e sabbia
λ=1,00 W/mK Sp=1,0 cm

S1 | SOFFITTO INTERPIANO

Sp :27cm **U= 1,86 W/m²K**



E Piastrelle in ceramica
λ=1,30 W/mK Sp=3,0 cm

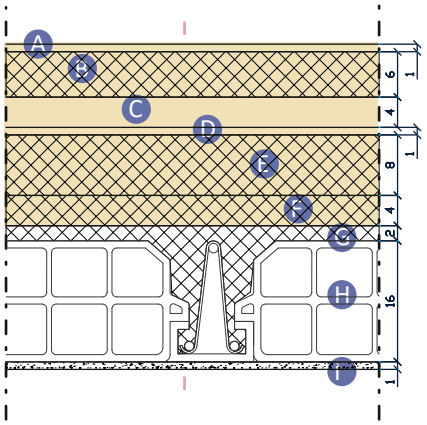
F Sottofondo di cemento magro
λ=0,90 W/mK Sp=5,0 cm

G Massetto riparatore in cls con rete
λ=1,49 W/mK Sp=2,0 cm

H Soletta in laterizio
λ=0,61 W/mK Sp=16 cm

I Intonaco in cemento e sabbia
λ=1,00 W/mK Sp=1,0 cm

Sp :43cm **U= 0,523 W/m²K**



A Piastrelle in ceramica
λ=1,30 W/mK Sp=1,0 cm

B Caldana attivata per pannelli
λ=1,00 W/mK Sp=6,0 cm

C Variplus 65 coibente per sistema radiante a pavimento
λ=0,03 W/mK Sp=4,0 cm

D Materassino acustico
λ=0,09 W/mK Sp=1,0 cm

E CLS passaggio impianti
λ=0,90 W/mK Sp=8,0 cm

F Massetto riparatore in cls con rete
λ=1,49 W/mK Sp=4,0 cm

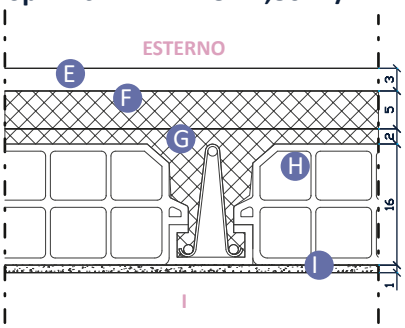
G Massetto riparatore in cls con rete
λ=1,49 W/mK Sp=2,0 cm

H Soletta in laterizio
λ=0,61 W/mK Sp=16 cm

I Intonaco in cemento e sabbia
λ=1,00 W/mK Sp=1,0 cm

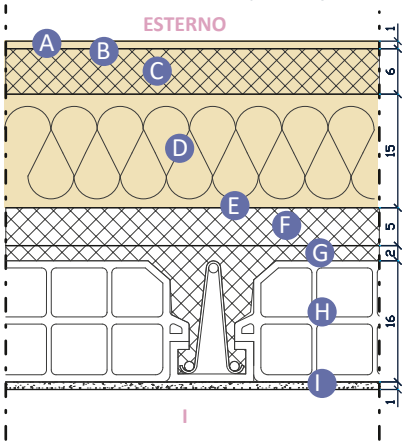
S2 | SOFFITTO VERSO ESTERNO

Sp :27cm **U= 1,86 W/m²K**



- E Piastrelle in ceramica
  λ=1,30 W/mK Sp=3,0 cm
- F Sottofondo di cemento magro
  λ=0,90 W/mK Sp=5,0 cm
- G Massetto riparatore in cls con rete
  λ=1,49 W/mK Sp=2,0 cm
- H Soletta in laterizio
  λ=0,61 W/mK Sp=16 cm
- I Intonaco in cemento e sabbia
  λ=1,00 W/mK Sp=1,0 cm

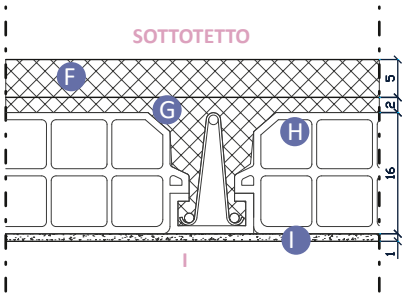
Sp :46cm **U= 0,19 W/m²K**



- A Piastrelle in ceramica
  λ=1,30 W/mK Sp=3,0 cm
- B Impermeabilizzante
  λ=0,16 W/mK Sp=0,02 cm
- C Massetto riapratore in cls con rete
  λ=1,49 W/mK Sp=6,0 cm
- D Poliestere espanso
  λ=0,03 W/mK Sp=15 cm
- E Barriera al vapore
  λ=1,49 W/mK Sp=5,0 cm
- F Sottofondo di cemento magro
  λ=0,90 W/mK Sp=5,0 cm
- G Massetto riparatore in cls con rete
  λ=1,49 W/mK Sp=2,0 cm
- H Soletta in laterizio
  λ=0,61 W/mK Sp=16 cm
- I Intonaco in cemento e sabbia
  λ=1,00 W/mK Sp=1,0 cm

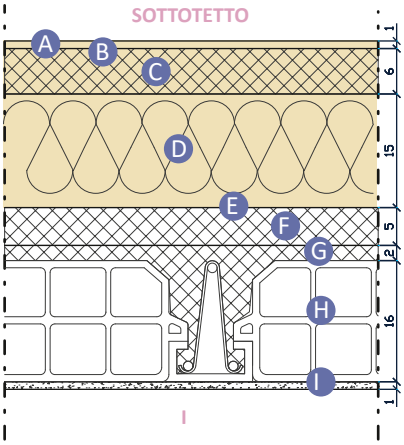
S3 | SOFFITTO VERSO SOTTOTETTO

Sp :24cm **U= 1,84 W/m²K**



- F Sottofondo di cemento magro
  λ=0,90 W/mK Sp=5,0 cm
- G Massetto riparatore in cls con rete
  λ=1,49 W/mK Sp=2,0 cm
- H Soletta in laterizio
  λ=0,61 W/mK Sp=16 cm
- I Intonaco in cemento e sabbia
  λ=1,00 W/mK Sp=1,0 cm

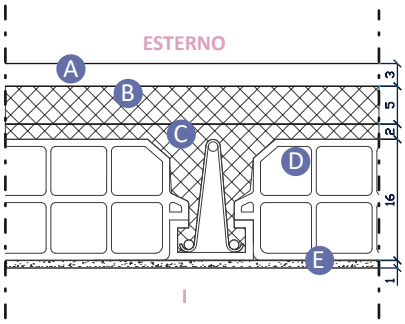
Sp :43cm **U= 0,19 W/m²K**



- A Piastrelle in ceramica
  λ=1,30 W/mK Sp=3,0 cm
- B Impermeabilizzante
  λ=0,16 W/mK Sp=0,02 cm
- C Massetto riapratore in cls con rete
  λ=1,49 W/mK Sp=6,0 cm
- D Poliestere espanso
  λ=0,03 W/mK Sp=15 cm
- E Barriera al vapore
  λ=1,49 W/mK Sp=5,0 cm
- F Sottofondo di cemento magro
  λ=0,90 W/mK Sp=5,0 cm
- G Massetto riparatore in cls con rete
  λ=1,49 W/mK Sp=2,0 cm
- H Soletta in laterizio
  λ=0,61 W/mK Sp=16 cm
- I Intonaco in cemento e sabbia
  λ=1,00 W/mK Sp=1,0 cm

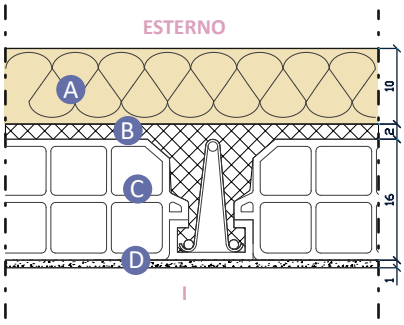
S4 | COPERTURA DEL SOTTOTETTO NON RISCALDATO

Sp :27cm U= 1,86 W/m²K



- A Piastrelle in ceramica
  λ=1,30 W/mK Sp=3,0 cm
- B Sottofondo di cemento magro
  λ=0,90 W/mK Sp=5,0 cm
- C Massetto riparatore in cls con rete
  λ=1,49 W/mK Sp=2,0 cm
- D Soletta in laterizio
  λ=0,61 W/mK Sp=16 cm
- E Intonaco in cemento e sabbia
  λ=1,00 W/mK Sp=1,0 cm

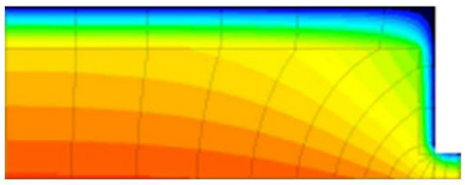
Sp :28cm U= 0,184 W/m²K



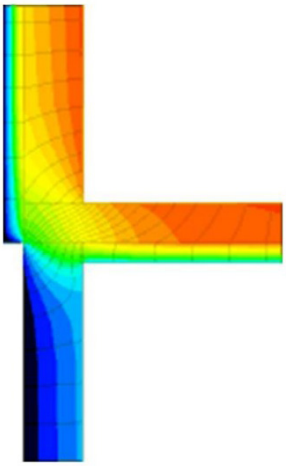
- A Poliuretano espanso tra lamiere
  λ=0,02 W/mK Sp=10 cm
- B Massetto riparatore in cls con rete
  λ=1,49 W/mK Sp=2,0 cm
- C Soletta in laterizio
  λ=0,61 W/mK Sp=16 cm
- D Intonaco in cemento e sabbia
  λ=1,00 W/mK Sp=1,0 cm

Di seguito si riportano le caratteristiche termiche dei ponti termici.

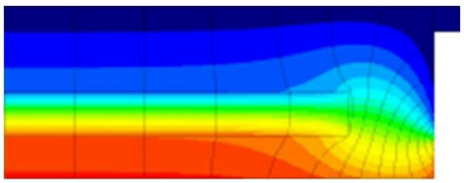
Giunto parete con isolamento esterno continuo e telaio posto a filo interno
U= 0,139 W/mk



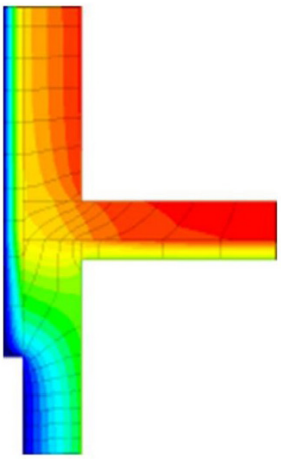
Giunto parete con isolamento esterno e solaio rialzato con isolamento all'intradosso su ambiente non riscaldato
U= 0,384 W/mk



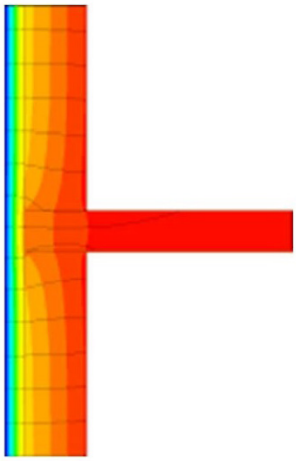
Giunto parete con isolamento in intercapedine interroto e telaio posto a filo esterno
U= 0,311 W/mk



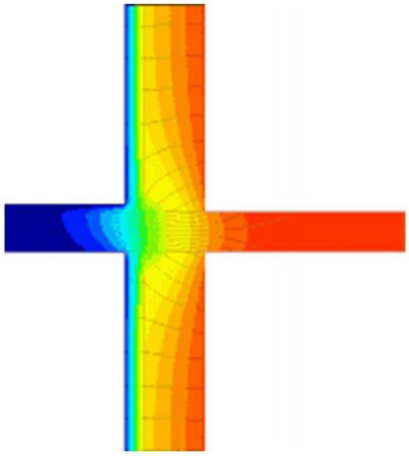
Giunto parete con isolamento esterno continuo e solaio rialzato con isolamento all'interadosso su ambiente non riscaldato
U= 0,004 W/mk



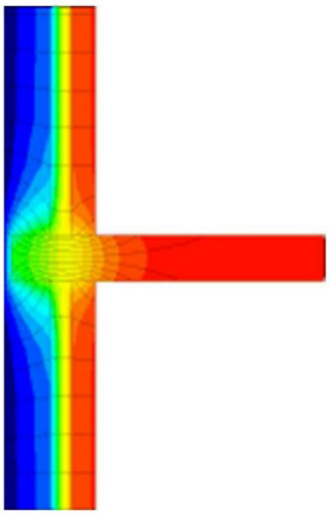
Giunto parete con isolamento esterno continuo e solaio interpiano
U= 0,001 W/mk



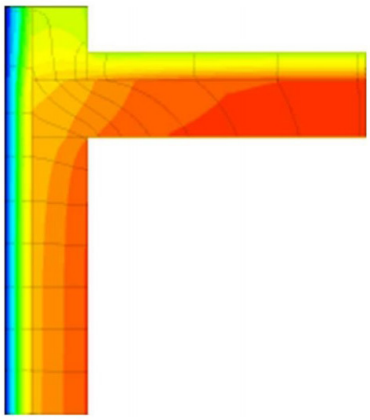
Giunto parete con isolamento esterno e balcone
U= 0,150 W/mk



Giunto parete con isolamento in intercapedine e solaio interpiano
U= 0,172 W/mk



Giunto parete sporgente con isolamento esterno e copertura isolata esternamente verso ambiente non climatizzato
U= 0,027 W/mk



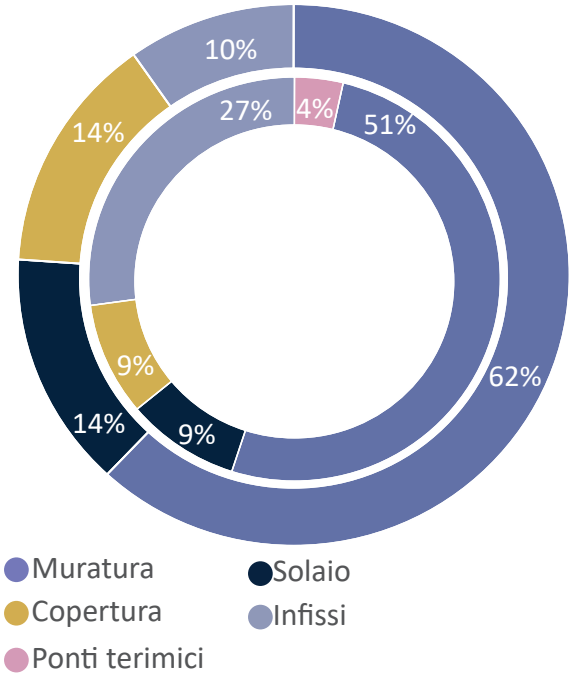


Fig. 200 Incidenza delle superfici e relative dispersioni, elaborazione personale Barbieri-Tatti

E' importante effettuare uno studio riguardo alle componenti e alle dispersioni che sono presenti per maggior numero nell'involucro. L'obbiettivo infatti risulta quello di individuare dove si trovano i deficit energetici dei vari componenti per migliorarli e raggiungere l'obbiettivo di nZEB. Attraverso tali grafici è stato consentito l'intervento di coibentazione termica per ridurre considerevolmente le dispersioni e di conseguenza ridurre la potenza degli impianti di riscaldamento e raffrescamento.

Il grafico posizionato internamente raffigura le ripartizioni delle dispersioni suddivise in base ai componenti edilizi. Non deve sorprendere che le murature compongano la metà delle dispersioni con un 51%, poichè l'incidenza che questo componente ha rispetto all'intero edificio risulta essere del 62% (raffigurato dal grafico esterno). Gli infissi anche se rappresentano solo il 10% in termini di quantità sono al secondo posto per quanto concerne le dispersioni con un 27% sul totale. Seguono poi i pavimenti e le coperture e per ultimo una piccola quantità di dispersioni preveninete dai ponti termici.

Attraverso la coibentazione dell'involucro con un cappotto da 12 cm in EPS con grafite e un insufflaggio all'interno delle intercapedini si è diminuito il valore della trasmittanza termica delle superfici opache diminuendono così i ponti termici e le dispersioni. Come è mostrato nel grafico sottostante il miglioramento è radicale. Sia per quanto concerne le pareti esterne, verso il vano scala, i solai interpiano, verso cantine e verso il sottotetto , in tutti si può notare un miglioramento dell'isolamento termico maggiore del 90%. La trasmittanza media delle pareti esistenti risulta essere tra l'1 e i 2,5 W/m²K e usufruendo di materiali specifici e interventi mirati, queste possono diminuire sino a valori pari allo 0,1 W/m²K.

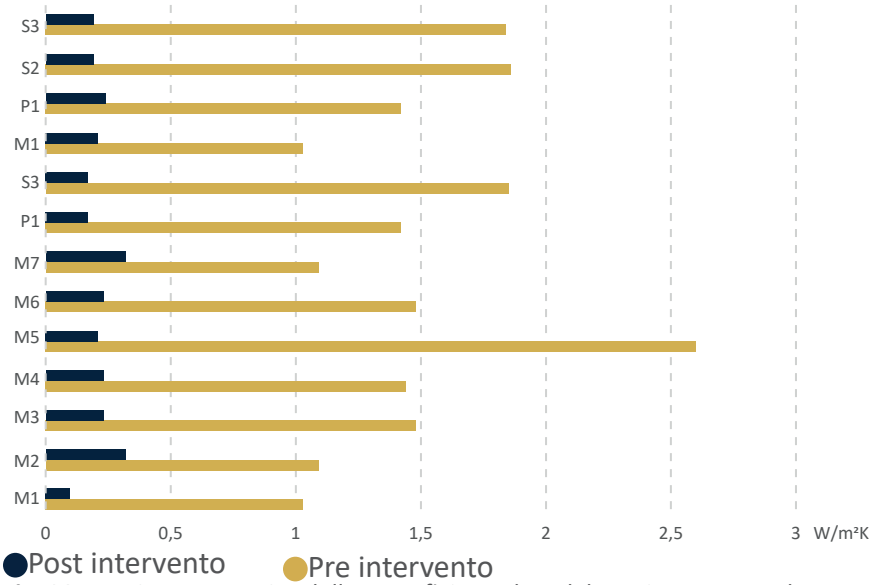


Fig. 201 Trasittanza termica delle superfici opache, elaborazione personale Barbieri-Tatti

6.4.2.4 FABBISOGNO DI ENERGIA TERMICA | UNI/TS 11300 e UNI CEI EN 16247

I dati reali inseriti nel software utilizzato per eseguire la diagnosi energetica contribuiscono alla definizione di un calcolo dei consumi di combustibile che si avvicinano ai valori di consumo reale riportati nelle letture di gas metano fornite dall'Ente. Confrontando i risultati di calcolo del software con quelli reali di consumo delle bollette energetiche per almeno tre stagioni termiche, si devono ottenere dei risultati che non siano discordanti di più di in 10%. Nel caso in cui l'esito di tale verifica risulti positivo si considera "validato" il modello energetico costruito seguendo la metodologia ed i passaggi già precedentemente descritti.

Attraverso Edilclima si sono calcolati i due indici di prestazione energetica per la climatizzazione invernale ed estiva. Anche in questo caso il DM 16/06/2015 prevede di studiare l'edificio in esame comparandolo ad una costruzione ideale uguale al nostro caso studio in termini di sagoma, volume, dispersioni, elementi costruttivi, ma avente un livello minimo di performance richieste. Questo poichè sarà possibile definire valori limite al di sotto dei quali non sarà auspicabile proseguire con l'intervento di riqualificazione, o in altre parole valori limite da rispettare.
Per quanto concerne l'edificio B , come si vede dai disegni tecnici, esso risulta essere una costruzione compatta con quattro balconi caratterizzanti le rientranze rispetto al filo di facciata. Il manufatto ha un volume riscaldato di 2.663,33 m³ ed una superficie utile di 663,96 m². Attraverso lo studio effettuato si può affermare che l'indice di prestazione energetica per la climatizzazione invernale ante operam è pari a
$EP_{H,nd}$ =239,72 kWh/m²
e successivamente post operam di
$EP_{H,nd}$ =60,14 kWh/m²
Riducendosi quindi del 77,3%. Si ricorda che questo valore determina la prestazione termica dell'edificio ovvero l'energia consumata in termini di riscaldamento per metro quadro di superficie.
Per quanto concerne la classe energetica, l'indice di prestazione energetica globale da fonti non rinnovabili risulta attribuire l'edificio in classe energetica F.
$EP_{gl,nren}$ =343,34 kWh/m²
Dopo il progetto di riqualificazione tale valore risulta un aumento di 5 classi energetiche passando da F ad A con
$EP_{gl,nren}$ =30,14 kWh/m²

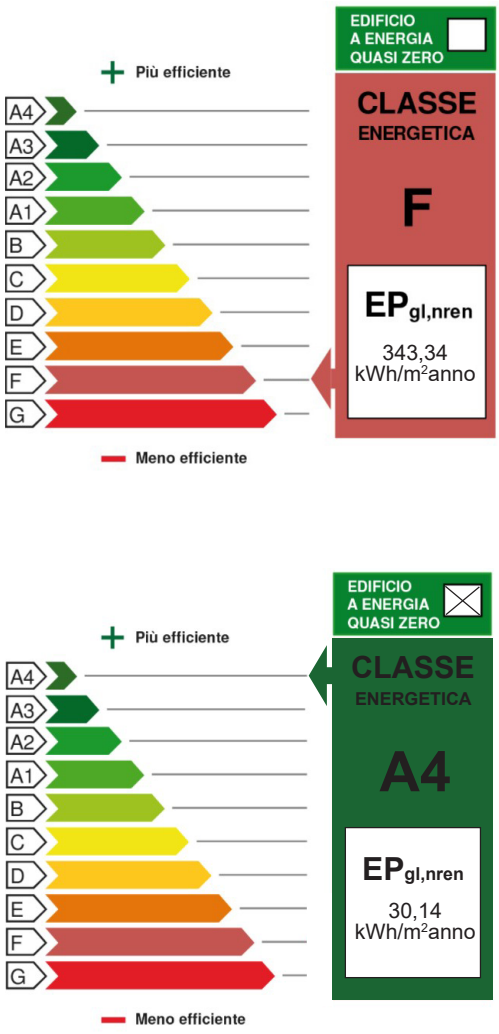


Fig. 202 Attestato di prestazione energetica, elaborazione personale Barbieri-Tatti

Riducendo quindi tale indice prestazionale del 91,2% , definendo un risparmio annuo di energia primaria globale non rinnovabile di 207,95 MWh e evitando una emissione annua di CO_2 di 41,17 tCO_2eq.

L'edificio FG è costruito con la stessa tecnologia edilizia del B ma risulta avere una superficie decisamente maggiore pari a 1.036,64 m^2 e una volumetria lorda riscaldata di 4.026,10 m^3. L'edificio è definito da due vani scala che servono 4 alloggi in totale. La geometria risulta essere abbastanza omogenea con balconi e arretramenti rispetto al filo di fabbrica. Come per l'edifio B anche l'FG è definito da 5 piani fuori terra, di cui 4 abitabili ed il piano terra adibito a centrale temica e cantine.
Dal punto di vista energetico l'indice di prestazione energetica per climatizzazione invernale, comparando ante e post operam, vede una riduzione del 74,8%. L'edificio ad oggi possiede una
$EP_{H,nd}$ =241,35 kWh/m^2
e attraverso le strategie di riqualificazione questo decresce decisamente sino ad
$EP_{H,nd}$ =60,70 kWh/m^2
Anche in questa casistica la classe energetica risulta passare da F ad A con un indice di prestazione energetica non rinnovabile che risulta cambiare da
$EP_{gl,nren}$ =339,62 kWh/m^2
ad un valore post operam pari a
$EP_{gl,nren}$ =33,93 kWh/m^2
L'efficacia della riqualificazione è tale da ridurre l'indice del 90% e risparmiare un totale annuo di energia primaria non rinnovabile di 316,89 MWh ed infine evitare le emissioni di CO_2 di 62,74 tCO_2eq.

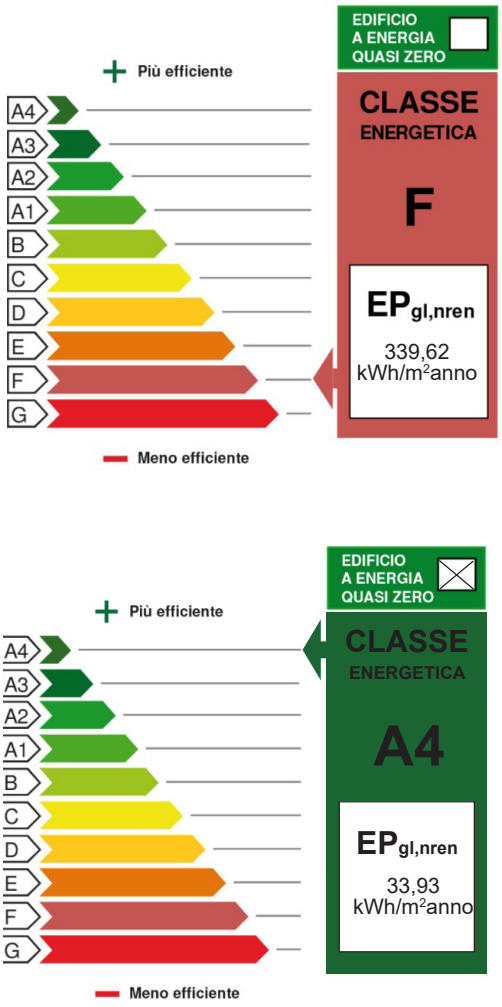


Fig. 203 Attestato di prestazione energetica, elaborazione personale Barbieri-Tatti

L'attestato di prestazione energetica dell'edificio HI risulta mostrare una situazione abbastanza simile agli edifici precedenti. Esso infatti anche essendo di geometria ed esposizione differente risulta appartenere ad una classe energetica ante operam pari ad F. Considerando il volume totale riscaldato l'immobile HI è simile ad FG con 4.992,62 m³ ed una superficie disperdente di 2698,65 m².
L'indice di prestazione energetica per climatizzazione invernale ante operam risulta essere di
$EP_{H,nd}$ =250,22 kWh/m²
riducendosi dell'84% grazie agli interventi scelti e identificandosi nel valore di
$EP_{H,nd}$ =21,13 kWh/m².
L'edificio post operam infatti risulta essere ad energia quasi zero ed appartenere ad una classe energetica A4.
L'indice di prestazione energetica non rinnovabile invece ha un valore pari a
$EP_{gl,nren}$ =350,15 kWh/m²
ad un valore post operam pari a
$EP_{gl,nren}$ =10,98 kWh/m²

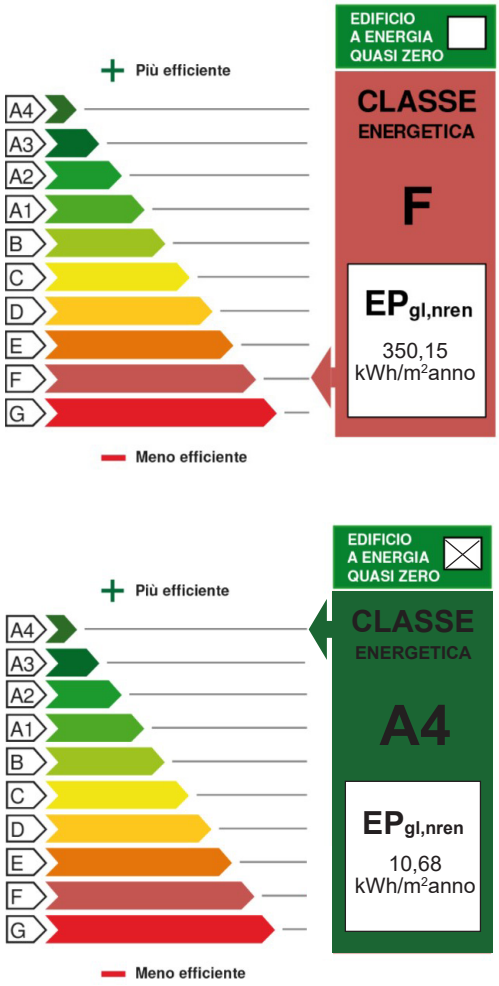


Fig. 204 Attestato di prestazione energetica, elaborazione personale Barbieri-Tatti

6.4.2.5 ANALISI CON PROTOCOLLO ITACA

Il protoccolo di valutazione ITACA (Istituto per l'innovazione e trasparenza degli appalti e la compatibilità ambientale) risulta essere un sistema di valutazione ad analisi multi-criteriali che viene utilizzato per valutare la sostenibilità ambientale di un edificio considerando, non solo l'edificio stesso, ma anche l'ambiente circostante. L'istituto per l'innovazione e trasparenza degli appalti e la compatibilità ambientale definisce il protocollo come:

> "uno strumento di valutazione del livello di sostenibilità energetica e ambientale degli edifici. Tra i più diffusi sistemi di valutazione, il Protocollo permette di verificare le prestazioni di un edificio in riferimento non solo ai consumi e all'efficienza energetica, ma prendendo anche in considerazione il suo impatto sull'ambiente e sulla salute dell'uomo.."[44]

Quindi il protocollo ITACA (verificato poi da iiSBE) è uno strumento attraverso il quale calcolare le prestazioni energetiche di un edificio per determinare non solo li consumo e l'efficienza dello stesso, ma deterinandone l'impatto ambientale e sulla salute dell'uomo. Tale sistema multicriterio è stato studiato e realizzato da iiSBE (International initiative for Sustainable Build Environment Italia), da ITACA e da ITC_CNR che nel 2002 hanno adottato come base lo strumento SBTool. Il protocollo è stato poi approvato il 15 Gennaio 2004 dalla Conferenza delle Regioni e delle Province autonome. Il quadro generale con i principi metodologici e procedurali viene definito nella UNI/PdR 13:2015 [80] nella sezione 0 e nella sezione 1 riguardante gli edifici residenziali.

ITACA si basa su differenti aspetti, tra cui:

- Definire di criteri ovvero temi ambientali che misurino le prestazioni ambientali;
- Definire una prestazione di riferimento, anche chiamata benchmark utile per confrontare la prestazione dell'edficio ed attribuire il relativo punteggio;
- Attribuire maggiore o minore importanza ai criteri con la relativa pesatura;
- Attribuire il punteggio finale attraverso un articolazione di tre differenti fasi, ovvero caratterizzazione - normalizzazione - aggregazione.

Il procollo ha un'ordinazione gerarchica al suo interno e si basa su tre livelli rappresentatati da Aree, Categorie, Criteri. Le aree vengono rappresentate da cinque macro categorie al cui interno vi sono:

- A Qualità del suolo
- B Consumo di risorse
- C Carichi ambientali
- D Qualità ambiente indoor
- E Qualità del servizio

Le aree tematiche si suddividono a loro volta in Categorie per approfondire in maniera più specifica un argomento che poi sarà valutato all'interno dei Criteri. Ogni area può alloggiare una o più categorie e i criteri vengono utilizzati per determinare la performance dell'edificio che può essere quantitativa (con grandezze fisiche che vengono determinate come indicatori) o qualitativa (comparazione tra differenti scenari di uno stesso indicatore). Per un'esplicazione maggiormente chiara il Protocollo è defito in ordine alfabetico per le aree tematiche e numerico per le categorie e criteri. Ovvero per esempio l'area tematica A risulta essere la "Qualità del suolo", con all'interno la categoria chiamata A1 "Selezione del sito" e con criterio A1.5 "Riutilizzo del territorio". E' importante sottolineare come vi è la possibilità di non avere una consecutività numerica, poichè i codici delle categorie o criteri sono assegnati mediaante la master-list dell'SBTool internazione.
Inoltre all'interno di questa categorizzazione suddivisa in 3 parti vi sono anche differenti voci utili per individuare la prestzione dell'e-

dificio. Queste sono:

- Esprimere l'obiettivo che si intende affrontare;
- Quantificare in ogni criterio l'indice di prestazione;
- Identificare una unità di misura;
- Definire un punteggio che varia da -1 a +5, questo a causa dell'approccio oggettivo a cui fa riferimento il protocollo;
- Effettuare una verifica per caratterizzare il valore dell'indicatore;
- Pesare il criterio in base all'importanza rispetto al quadro generale

Si riporta lo schema generale del protocollo ITACA Regione Piemonte Edifici - Standard tecnico edilizia residenziale ed i relativi pesi.

Nuove Costruzioni	Ristrutturazioni		
		Qualità della localizzazione	
		Area A. Qualità del sito	
		A1 Selezione del sito	
X	-	A1.5	Riutilizzo del territorio
X	X	A1.6	Accessibilità al trasporto pubblico
X	X	A1.8	Mix funzionale dell'area
X	X	A1.10	Adiacenza ad infrastrutture
		Qualità dell'edificio	
		Area A. Qualità del sito	
		A3 Progettazione dell'area	
X	X	A3.3	Aree esterne di uso comune attrezzate
X	X	A3.4	Supporto all'uso di biciclette
		Area B. Consumo di risorse	
		B1 Energia primaria richiesta durante il ciclo di vita dell'edificio	
X	X	B1.2	Energia primaria globale non rinnovabile
X	X	B1.3	Energia primaria totale
		B3 Energia da fonti rinnovabili	
X	X	B3.2	Energia rinnovabile per usi termici
X	X	B3.3	Energia prodotta nel sito per usi elettrici
		B4 Materiali eco-compatibili	
X	X	B4.6	Materiali riciclati/recuperati
X	X	B4.7	Materiali da fonti rinnovabili
X	X	B4.11	Materiali certificati
		B5 Acqua Potabile	
X	X	B5.1	Acqua potabile per usi irrigazione
X	X	B5.2	Acqua potabile per usi indoor
		B6 Prestazioni dell'involucro	
X	X	B6.1	Energia termica utile per il riscaldamento
X	X	B6.2	Energia termica utile per il raffrescamento
		Area C. Carichi ambientali	
		C1 Emissioni di CO_2 equivalente	
X	X	C1.2	Emissioni previste in fase operativa
		C4 Acque reflue	
X	X	C4.3	Permeabilità del suolo
		C6 Impatto sull'ambiente circostante	
X	X	C6.8	Effetto isola di calore

		Area C. Carichi ambientali	
		C1 Emissioni di CO2 equivalente	
X	X	C1.2	Emissioni previste in fase operativa
		C4 Acque reflue	
X	X	C4.3	Permeabilità del suolo
		C6 Impatto sull'ambiente circostante	
X	X	C6.8	Effetto isola di calore
		Area D. Qualità ambientale indoor	
		D2 Ventilazione	
X	X	D2.5	Ventilazione e qualità dell'aria
		D3 Benessere termoigrometrico	
X	X	D3.2	Temperatura operativa nel periodo estivo
		D4 Benessere visivo	
X	X	D4.1	Illuminazione naturale
		D5 Benessere acustico	
X	-	D5.6	Qualità acustica dell'edificio
		D6 Inquinamento elettromagnetico	
X	X	D6.1	Campi magnetici
		Area E. Qualità del servizio	
		E3 Controllabilità degli impianti	
X	X	E3.5	BACS
X	X	E3.6	Impianti domotici
		E6 Mantenimento delle prestazioni in fase operativa	
X	X	E6.5	Disponibilità della documentazione tecnica degli edifici

Fig. 205 Aree tematiche protocollo ITACA, rielaborazione tabella [78]

		PESI	
		nella categoria	nel tool completo
Qualità della localizzazione			10%
Area A. Qualità del sito			100%
A1 Selezione del sito			100%
A1.5	Riutilizzo del territorio	45%	5%
A1.6	Accessibilità al trasporto pubblico	30%	3%
A1.8	Mix funzionale dell'area	10%	1%
A1.10	Adiacenza ad infrastrutture	15%	2%
Qualità dell'edificio			90%
Area A. Qualità del sito			5%
A3 Progettazione dell'area			100%
A3.3	Aree esterne di uso comune attrezzate	33%	2%
A3.4	Supporto all'uso di biciclette	67%	3%
Area B. Consumo di risorse			45%
B1 Energia primaria richiesta durante il ciclo di vita dell'edificio			29%
B1.2	Energia primaria globale non rinnovabile	50%	6%
B1.3	Energia primaria totale	50%	6%
B3 Energia da fonti rinnovabili			12%
B3.2	Energia rinnovabile per usi termici	50%	2%
B3.3	Energia prodotta nel sito per usi elettrici	50%	2%
B4 Materiali eco-compatibili			24%
B4.6	Materiali riciclati/recuperati	53%	5%
B4.7	Materiali da fonti rinnovabili	24%	2%
B4.11	Materiali certificati	24%	2%
B5 Acqua Potabile			18%
B5.1	Acqua potabile per usi irrigazione	50%	4%
B5.2	Acqua potabile per usi indoor	50%	4%
B6 Prestazioni dell'involucro			18%
B6.1	Energia termica utile per il riscaldamento	50%	4%
B6.2	Energia termica utile per il raffrescamento	50%	4%
Area C. Carichi ambientali			20%
C1 Emissioni di CO2 equivalente			33%
C1.2	Emissioni previste in fase operativa	100%	6%
C4 Acque reflue			42%
C4.3	Permeabilità del suolo	100%	8%
C6 Impatto sull'ambiente circostante			25%
C6.8	Effetto isola di calore	100%	5%
Area D. Qualità ambientale indoor			20%
D2 Ventilazione			20%
D2.5	Ventilazione e qualità dell'aria	100%	4%
D3 Benessere termoigrometrico			25%
D3.2	Temperatura operativa nel periodo estivo	100%	5%
D4 Benessere visivo			20%
D4.1	Illuminazione naturale	100%	4%
D5 Benessere acustico			25%
D5.6	Qualità acustica dell'edificio	100%	5%
D6 Inquinamento elettromagnetico			10%
D6.1	Campi magnetici	100%	2%
Area E. Qualità del servizio			10%
E3 Controllabilità degli impianti			38%
E3.5	BACS	75%	3%
E3.6	Impianti domotici	25%	1%
E6 Mantenimento delle prestazioni in fase operativa			63%
E6.5	Disponibilità della documentazione tecnica degli edifici	100%	6%

Fig. 206 Peso dei criteri, rielaborazione tabella [78]

Nel caso studio di riferimento di Novara il Protocollo Itaca serviva a supporto per la realizzazione di una riqualificazione con obbiettivo nZEB. Nel caso specifico la tesi vuole soffermarsi non alla descrizione generale di tale protocollo, ma intende evidenziare come il progettista si muova per incentivare tale studio. E' importante ragionare sul contesto territoriale e sociale in cui si andrà a lavorare. Nel caso specifico, parlando di edilizia residenziale pubblica, e di una riqualificazione, si deve puntare sul soddisfacimento di quei requisiti adeguati, quelli che anche senza lo spreco di innumerevoli quantità di denaro possano dare una risposta immediata al risparmio energetico.
Vi sono in primo luogo due porzioni di protocollo che occorre evidenziare, il primo riguarda la qualità del sito e il secondo quella dell'edifcio. Viene da se che studiare il sito di riferimento, in un progetto di riqualificazione è uno studio inerente alla struttura esistente e quindi anche se di particolare importanza non sarà quello in cui il professionista potrà interagire per migliorarlo. Volendo fare un esempio pratico, si può riportare il criterio A1.6 ovvero Accessibilità al trasporto pubblico della categoria A1 Selezione del sito appartenente all'area tematica A qualità del sito ed alla sfera Qualità della localizzazione. In primo luogo si deve affrontare una riflessione riguardo alla destinazione d'uso di riferimento ovvero residenziale pubblica. Si potrebbe affermare quindi che in tale complesso edilizio, avendo fatto i sopralluoghi e constatato le condizioni di vita degli utenti, una minoranza possiede mezzi di trasporto autonomi e che la maggioranza usufruisce del trasporto pubblico. Proprio la sponsorizzazione di quest'utlimo inoltre è di fondamentale importanza per ridurre le emissioni di gas serra che saranno maggiori se ogni cittadino decidesse di usufruire di un mezzo proprio. Dopo questa prefazione risulta come sia davvero rilevante l'importanza di un adeguato accesso al trasporto pubblico e quindi di un punteggio positivo a tale criterio. Occorre però sapere che lo stato di fatto in cui si va a lavorare non è di nuova costruzione ma di riqualificazione, quindi si lavora all'interno di un tessuto edilizio già impostato con le proprie caratteristiche e diramazioni che possiamo studiare, ipotizzare cambiamenti, ma non modificare in prima persona. L'analisi attraverso il Protocollo Itaca infatti viene effettuata al "tempo zero" inteso come momento in cui si effettua l'analisi, prendendo in considerazione tutto ciò che a quel momento è realmente realizzato e gli interventi che si vogliono apportare attraverso la diagnosi energetica.
Se quindi il complesso di edifici presi in esame si trovi in una posizione strategica che permetta di raggiungere nel minor tempo possibile numerose fermate di trasporto pubblico, allora occorre soffermarsi in maniera approfondita su tale crtierio, ma in risposta negativa non si possono effettuare miglioramenti sostanziali.
Per quanto concerne invece la qualità dell'edificio anche in questo caso vi sono criteri da valutare con attenzione, per esempio nell'area A qualità del sito vi è "A3.4 Supporto all'uso di biciclette" o anche nell'area E qualità del servizioe il criterio "E3.6 Impianti domotici". Nel caso appunto di abitazioni popolari risulterebbe non necessario e di poca importanza approfondire in maniera dettagliata il criterio degli impianti in quanto non risulterebbe il criterio maggiormente rilevante su cui andare a lavorare. Inoltre gli impianti domotici risultano avere un peso pari all'1% rispetto al peso nel tool completo. Lo stesso vale per il supporto all'uso di biciclette, trovandosi in un quartiere con difficoltà sociali occorrerebbe ipotizzare un piano di manutenzione per il supporto delle biciclette o comunque sistemi anti violazione per le biciclette, andando quindi ad innnalzare il costo che occorrerebbe per attuare tale criterio. Considerando poi il peso che il criterio ha sul totale del 3% probablemente si dovranno

approfondire criteri di maggiore rilevanza. Si riporta quindi lo schema del Protocollo Itaca già visto nelle pagine precedenti, utile per identificare su quali criteri sia maggiormente efficace lavorare che si evidenzieranno in giallo. Si vuole far presente come questo non significhi che tutti gli altri criteri saranno esclusi dallo studio, ma che probabilmente daranno risposte in termini numerici negative o non eccessivamente positive o che comunque saranno punti dove l'azione di riqualificazione attraverso diagnosi energetica non interverrà in maniera sostanziale. O ancora criteri su cui non conviene intervenire con somme di denaro rilevanti in quanto daranno risposte negative.

A pagina successiva la figura 207 si mostrerà uno schema per individuare i diversi criteri che nel caso specifico di Novara sono stati studiati in modalità di progetto o verificati e basta.
Nei criteri caratterizzati dalla possibilità di progettazione se ne è quindi mostrato il livello di progettualità.

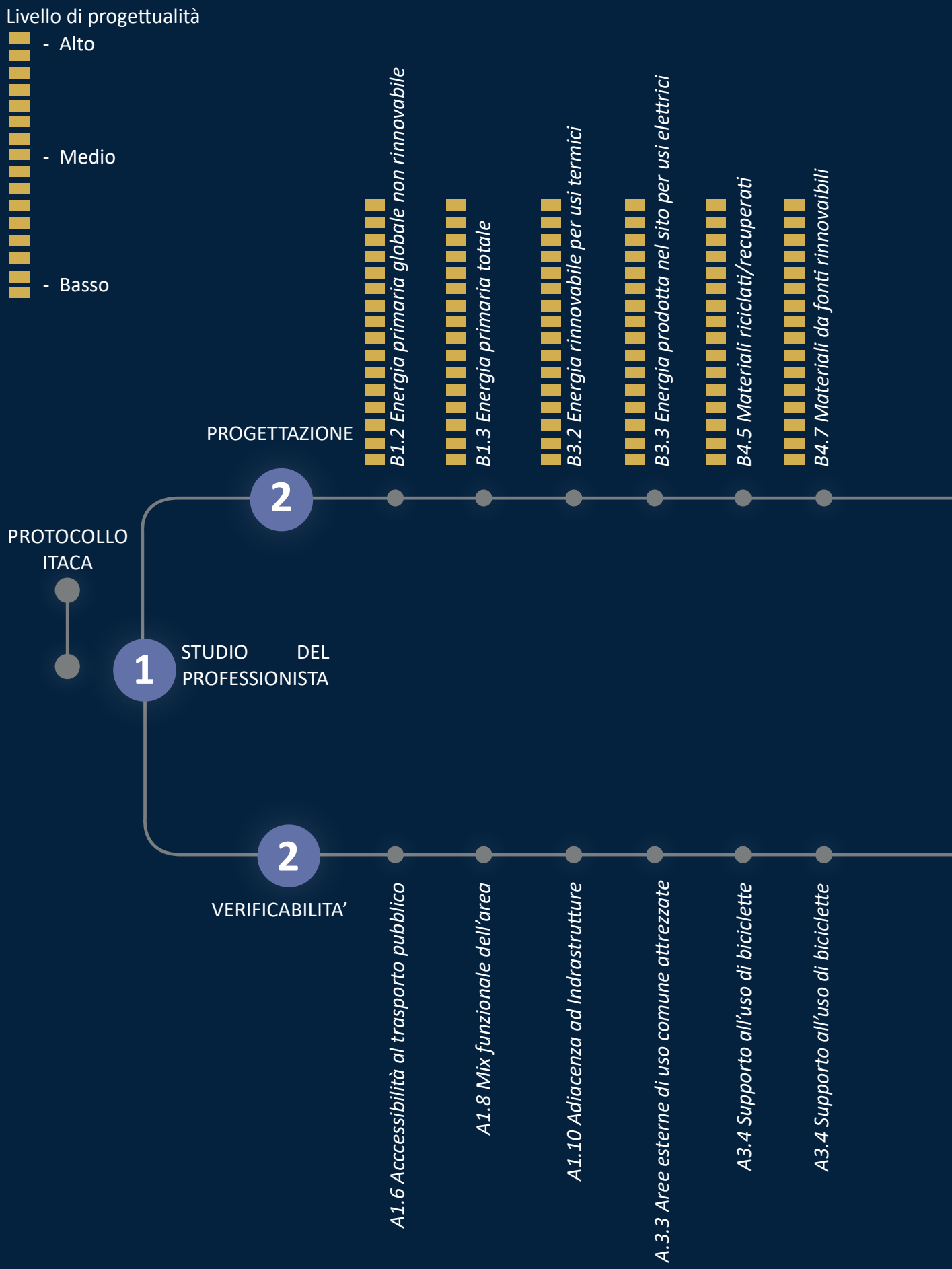


Fig. 207 Livello di progettualità dei criteri secondo il caso studio, elaborazion personale Barbieri-Tatti

B5.2 Acqua potabile per usi indoor

C4.3 Permeabilità del suolo

B4.11 Materiali certificati

B6.1 Energia termica utile per il riscaldamento

B6.2 Energia termica utile per il raffrescamento

C1.2 Emissioni previste in fase operativa

C6.8 Effetto isola di calore

D2.5 Ventilazione e qualità dell'aria

D3.2 Temperatura operativa nel periodo estivo

D4.1 Illuminazione naturale

E3.5 BACS

E6.5 Disponibilità della documentazione tecnica degli uffici

Si sono riportati cinque esempi di criteri presi in considerazione per l'analisi dei tre edifici di riferimento. Nella tesi quindi si mostreranno:

- A1.6 Accessibilità al trasporto pubblico
- A1.8 Mix funzionale dell'area
- C.6.8 Effetto isola di calore
- D3.2 Temperatura operativa
- D4.1 Illuminazione naturale (FLD_m)

Essi verranno studiati attraverso un punto di vista critico sulle potenzialità che hanno e l'importanza con cui possano cambiare le condizioni di benessere, comfort e prestazioni energetiche degli edifici in relazione alla destinazione d'uso residenziale pubblica.
Il punteggio finale è diversificato per ogni edificio e viene identificato sommando i punteggi che si riferiscono alla qualità dell'edificio e alla qualità della localizzazione. Tanto il comfort interno ed esterno sarà adeguato tanto il punteggio sarà alto, per esempio tanto la zona sarà servita da trasporto pubblico tanto sarà migliore la risposta del protocollo ITACA. L'azione di retrofit incentivata dalla proposta POR FESR 2014-2020 definisce un punteggio da rispettare pari a ≥ 1.

I primi due criteri che si andranno ad analizzare si trovano nell'area tematica A "Qualità del sito"nella Categoria A1 Selezione del sito, Criterio A1.6 Accessibilità al trasporto pubblico e A1.8 Mix funzionale dell'area. Come si spiegava nelle righe precedenti lo studio di questi criteri risulta essere esclusivamente un'analisi di ciò che è già presente nell'area di progetto senza avere l'opportunità di apportare modifiche. Per quanto concerne il primo criterio A1.6 "Accessibilità al trasporto pubblico" la finalità è rappresentata dall'incentivazione dell'uso dei traporti pubblici a scapito di quello privato. Si prendono in considerazione tutte le tipologie di trasporto ovvero bus, tram, metropolitane e treni. In primo luogo si deve definire la distanza tra l'entrata principale dell'edifcio e la prima fermata funzionale del trasporto pubblico preso come riferimento. L'analisi dovrà essere effettuata per ogni edificio. La distanza calcolata deve essere il percorso ipotetico che l'utente svolgerebbe camminando per raggiungere la fermata in esame. Si deve quindi determinare la frequenza di passaggio della stessa linea di trasporto pubblico, per poi calcolare per ogni tipologia di trasporto pubblico (treno, bus o tram) l'indice di accessibilità IA.
Nel caso studio di riferimento sono stati selezionati solo due linee di bus in quanto a Novara non è presente una linea metro e la stazione del treno più vicina risultava essere oltre i 1000m di distanza radiale e quindi non è stata presa in considerazione. La distanza radiale consiste nella distanza dall'ingresso dell'edificio sino alla prima fermata utile entro i 500 m per bus e tram, 800 m per metro e 1000 m per treno.
Quindi per ogni trasporto pubblico si deve definire w_t ovvero il tempo di percorrenza a piedi dall'uscita dell'edificio al punto di passaggio del trasporto:
ovvero il rapporto tra la lunghezza della camminata e la velocità che è semplificabile in 80 m/min.

$$W_t = \frac{d_n\ [min]}{v\ [m/min]} = [min]$$

Successivamente si deve calcolare il tempo di attesa per ogni mezzo identificato. Questo è dato dal numero di passaggi del mezzo pubblico (n) e il fattore di affidibilità R_f:

$$S_{wt} = 0{,}5 \cdot \frac{60 \cdot 4}{n} + R_f = [min]$$

In secondo luogo si identifica A_t ovvero il tempo totale di accesso ai mezzi pubblici:

$$A_t = W_t + S_{wt} = [min]$$

La frequenza dell'accesso al servizio:

$$FI = \frac{30}{A_t} = [-]$$

Ed infine viene calcolato l'indice di accessibilità per ciascun trasporto ovvero per ciascuna categoria bus, tram, treno

$IA_i = FI_{i,max} + 0,5 \bullet \sum[(FI_i) - FI_{i,max}] = [-]$

Per il calcolo finale dell'indicatore di accessibilità si sommato i vari indicatori di ogni catogoria ovvero $IA_{tram} + IA_{bus} + IA_{treno}$

Il risultato dato dal punteggio numerico viene definito in base alla scala di prestazione, ovvero vi sono quattro macrovoci che caratterizzano il luogo in cui si realizza l'analisi. Esse infatti suddividono la città in capoluogo di regione, capoluogo di provincia, centro urbano con popolazione inferiore a 5000 abitanti e centro urbano con popolazione maggiore di 5000 abitanti. Novara risulta essere un capoluogo di provincia e quindi per l'edificio B il valore dell'indicatore di prestazione risulta essere 1,8 quindi l'edificio si trova in una posizione che risulta avere un valore sufficiente nella scala di prestazione, e quindi un punteggio complessivo finale pari a 0,2.
Nell'edificio FG il singolo punteggio del criterio è di 2,1 e quindi complessivamente risulta essere di 0,3. Anche l'HI si avvicina alla costruzione FG, con un indicatore di prestazione di 2,2 e un punteggio complessivo di 0,3.
Il criterio appena analizzato risulta restituire un quadro non negativo ma sufficiente in lunea con la scarsa disponibilità di fermate del trasporto pubblico nella zona.

FERMATA 031
BUS C

BUS C
DISTANZA : 351m
TEMPO : 4,39 min



Fig. 208 Accessibilità al trasporto pubblico, edificio B, elaborazione personale Barbieri-Tatti su cartografia Googlemaps

FERMATA 031
BUS C

BUS C
DISTANZA : 384m
TEMPO : 4,80 min



Fig. 209 Accessibilità al trasporto pubblico, edificio FG, elaborazione personale Barbieri-Tatti su cartografia Googlemaps

FERMATA 031
BUS C

BUS C
DISTANZA : 434m
TEMPO : 5,43 min

FERMATA 033
BUS C - BUS 1

BUS 1
DISTANZA : 655m
TEMPO : 8,19 min

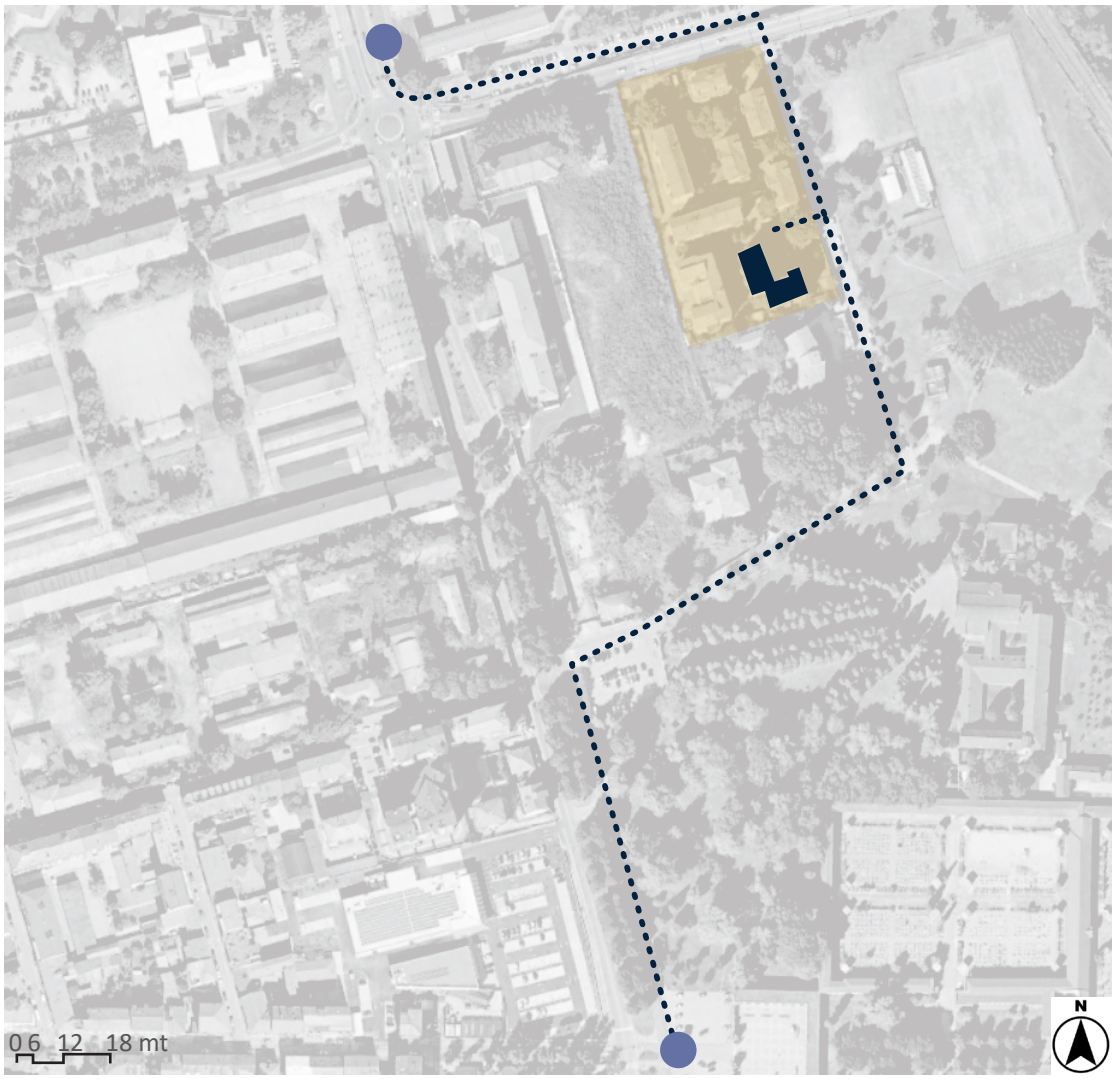


Fig. 210 Accessibilità al trasporto pubblico, edificio HI, elaborazione personale Barbieri-Tatti su cartografia Googlemaps

Il criterio A1.8 chiamato “Mix funzionale dell’area” viene studiato per definire la quantità e diversità di funzioni pubbliche limitrofe all’edificio. Vengono selezionate tre categorie appartenenti a Commercio, Servizi e Sport/Cultura e ne vengono definite cinque in base alla distanza che intercorre tra il punto di accesso dell’edificio ovvero del caso studio e il punto di accesso del servizio. Infine si calcola la distanza media complessiva con la furmula:

$$d_{media} = \frac{\sum d_i\,[m]}{5} = [m]$$

Per gli edificio B, FG ed HI sono stati presi in considerazione un Supermercato, Bar, Gastronomia, Parco pubblico e il Museo Storico. Le distanza medie di ogni servizio risultano non essere troppo lontane, ed infatti per quanto concerne l’edificio B si ha un indicatore di prestrazione buono che conferisce un punteggio complessivo di 2,1. Anche per l’edificio FG l’indice risulta essere buono con un punteggio pari a 2,0. L'HI risulta essere in linea con gli altri edifici essendo definito da un punteggio di 2,2.
Anche in questa casistica il complesso edilizio non si trova nel centro della città e quindi vi è la presenza di pochi servizi di prima necessità che comunque consentono un buon mix funzionale dell'area.

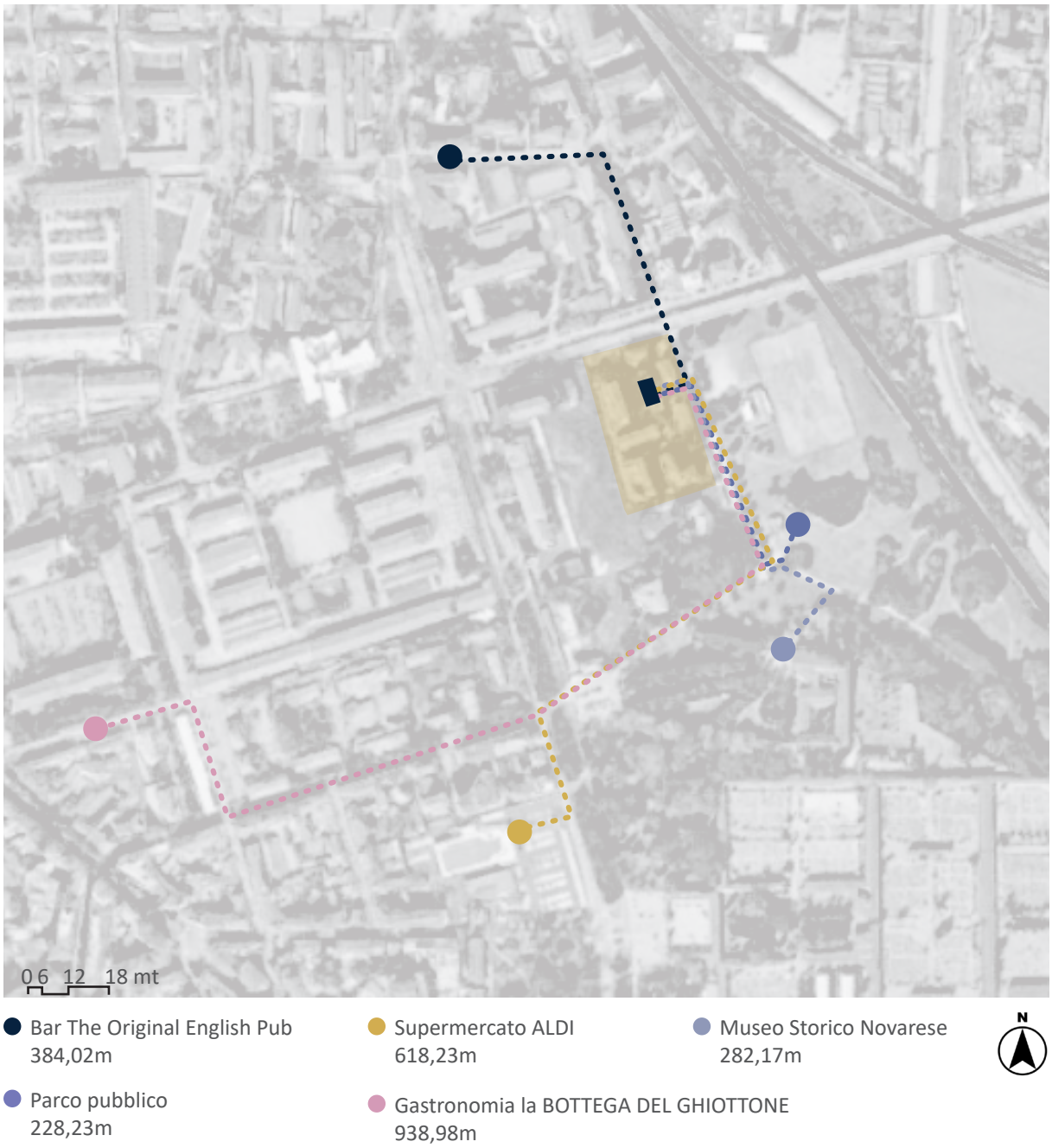


Fig. 211 Mix funzionale dell'area, edificio B, elaborazione personale Barbieri-Tatti su cartografia Google-maps

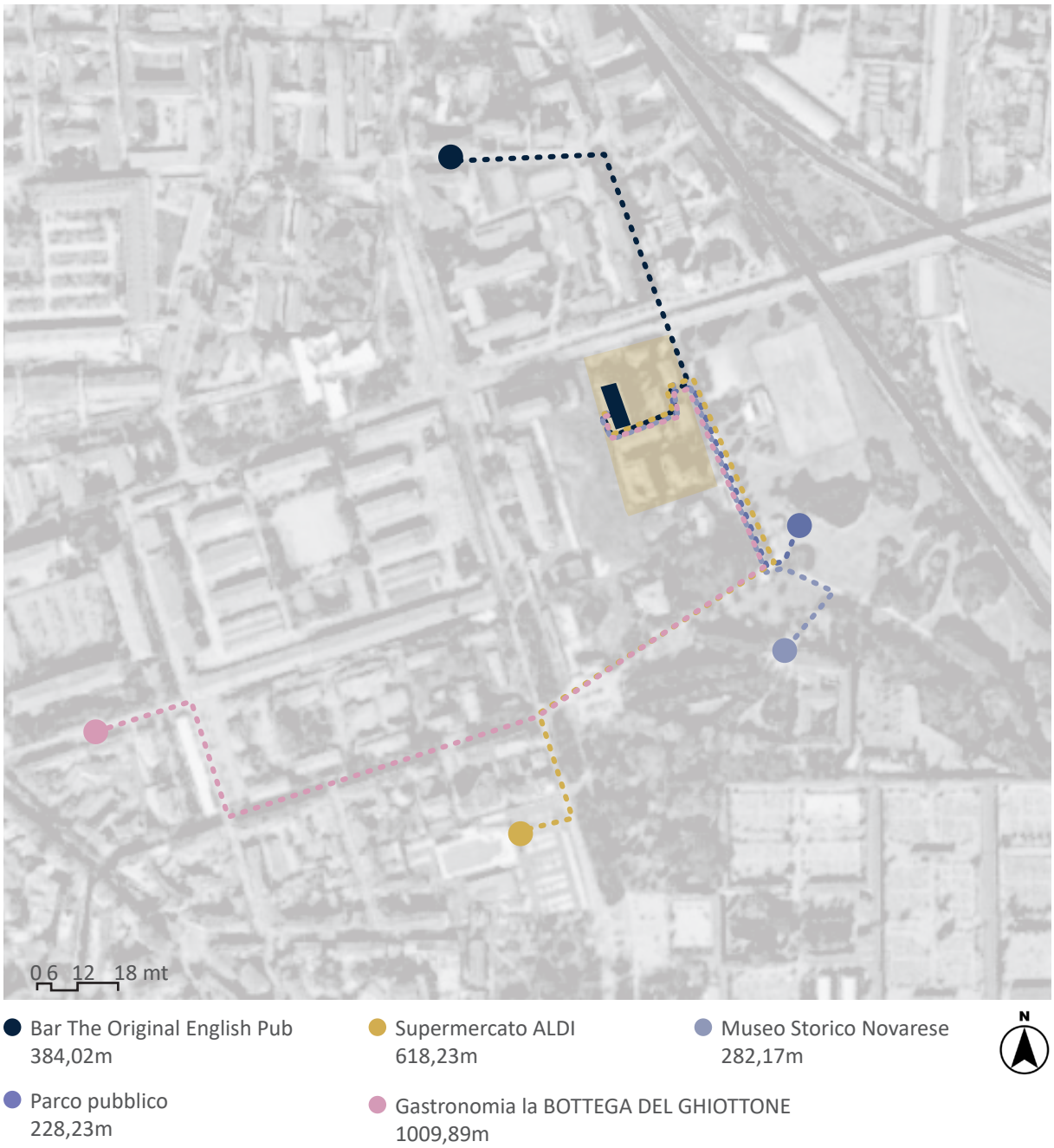


Fig. 212 Mix funzionale dell'area, edificio FG, elaborazione personale Barbieri-Tatti su cartografia Googlemaps

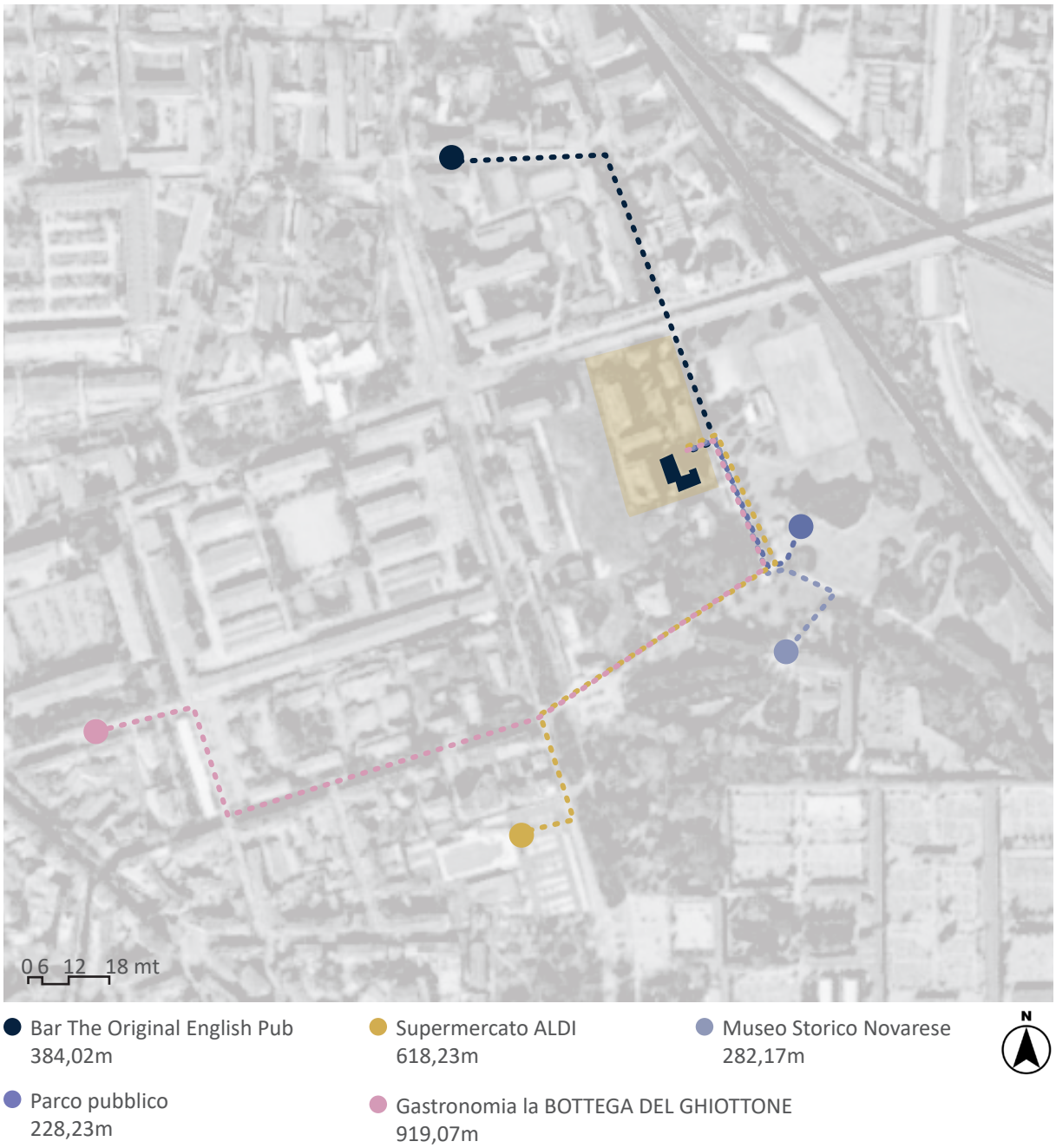


Fig. 213 Mix funzionale dell'area, edificio HI, elaborazione personale Barbieri-Tatti su cartografia Google-maps

Il successivo criterio denominato "Criterio C.6.8 Effetto isola di calore" appartiene alla categoria Impatto sull'ambiente circostante presente nell'area Carichi ambientali. Tale criterio è di interesse per contrastare l'eccesso di riscaldamento delle superfici permeabili e non, per garantire un corretto comfort esterno durante il periodo estivo. Questo è un criterio di particolare importanza dove il professionista può agire molto facilmente e creare un ambiente esterno migliore senza l'utilizzo di eccessivo denaro. L'isola di calore è uno dei principi da constrastare per far incentivare il non aumento della temperatura media globale. Proprio con questo fenomeno il microclima delle città risulta divenire maggiormente arido rispetto alle zone rurali circostanti che possono differire anche di 5 gradi centigradi. In poche parole attraverso la denominazione "isola di calore" si definisce una delle tante cause del riscaldamento urbano con conseguente percezione di un disagio eccessivo nel mese estivo, maggiori consumi da parte degli impinati meccanici per raffrescare e climatizzare. Tale fenomeno avviene quindi maggiormente nelle città ovvero nei poli urbani maggiormente antropizzati che vedono la presenza di superfici asfaltate o cementate, cioè materiali non permeabili. Questi materiali concorrono all'assorbimento del calore, non sono traspiranti ne permettono l'evaporazione del terreno con conseguente innalzamento della temperatura e modificazione del ciclo idrologico. Attraverso lo studio di tale criterio quindi il progettista può attuare soluzioni tali per cui si possa modificare il microclima dell'area di interesse. Attraverso lo studio degli ombreggiamenti presenti al 21 Giugno durante le 12:00, si sono calcolare le aree sia ombreggiate sia colpite dalla radiazione e si definisce l'indice di riflessione solare RSI per ciascun materiale. In Italia il Decreto 11 Gennaio 2017 definisce nella sezione "Riduzione dell'impatto sul microclima e dell'inquinamento atmosferico" dei limiti per quanto concerne il fattore RSI che per superfici esterne devono essere almeno pari a 29. Per le coperture non verdi SRI ≥ 29 e a seconda della pendenza della falda minore di 15° SRI ≥ 76. Quindi in conclusione maggiore sarà il valore dell'indice di riflessione e minore sarà l'innalzamento della temperatura sulla superficie interessata. Un intervento efficace per combattere l'effetto isola di calore infatti risulta essere quello di intervenire mediante la realizzazione di superfici adibite a verde che oltre a migliorare le condizioni climatiche sviluppano anche spazi interessanti per la socialità che in questi complessi edilizi sono fondamentali. Inoltre luoghi "verdi" aumentano l'assorbimento di inquinamento, riducono le polveri sottili e ripristinano un normale ciclo idrologico attraverso la evaporizzazione essendo superfici traspiranti. Oltre a spazi adibiti a verde una buona soluzione risulta essere una corretta scelta della pavimentazione come pavimentazione drenanti o comunque tutte quelle che riescono a mantenere una bassa temperatura con un elevato SRI.

Infine l'indicatore di prestazione è definito dalla formula:

$$\frac{S_{\text{ridotto effetto isola di calore}}}{S_{\text{totale}}} \cdot 100$$

Ovvero un rapporto tra le superfici ombreggiate e non della zona di interesse.
Come si può notare dalla planimetria complessiva dell'area a pag** la maggioranza delle superfici risultano essere non permeabili ovvero realizzate attraverso l'uso di asfalto. Una parte comprende suolo adibito a verde, sopratutto aiuole divisorie e piccoli giardini, mentre la restante superficie appartiene ai parcheggi, anch'essi realizzati usando asfalto nera. Le coperture essendo a falda e non avendo geometrie complesse non si ombreggiano a vicenda, creando così ampie superfici che si possono riscaldare molto velocemente durante i periodi estivi.
Si riporta una assonometria di esempio per il

calcolo degli ombreggiamenti. Tale calcolo è stato effettuato attraverso il Software Revit.

In particolare la superficie a ridotto effetto isola di calore viene definita pari alla superficie totale nelle aree esterne permeabili (verde), delle aree non permebili piane e delle aree semipermeabili (SRI inferiore a 76). Il fattore SRI della copertura degli edifici B ed FG è stato considerato 36 (tegole di colore marrone scuro) ed avendo un inclinazione del 16% (SRI>29) la superficie totale è stata considerata come sup. a ridotto effetto isola di calore. Per quanto concerne l'edificio HI la copertura è stata considerata a ridotto effetto isola di calore con presenza di pannelli solari e fotovoltaici (16%) e piana. Questo perchè nella prima casistica SRI risulta essere 33 (colore marrone scuro della lamiera) e nella seconda 35 (grigio chiaro).

A pagina successiva viene mostrata la planimetria generale in dettaglio.

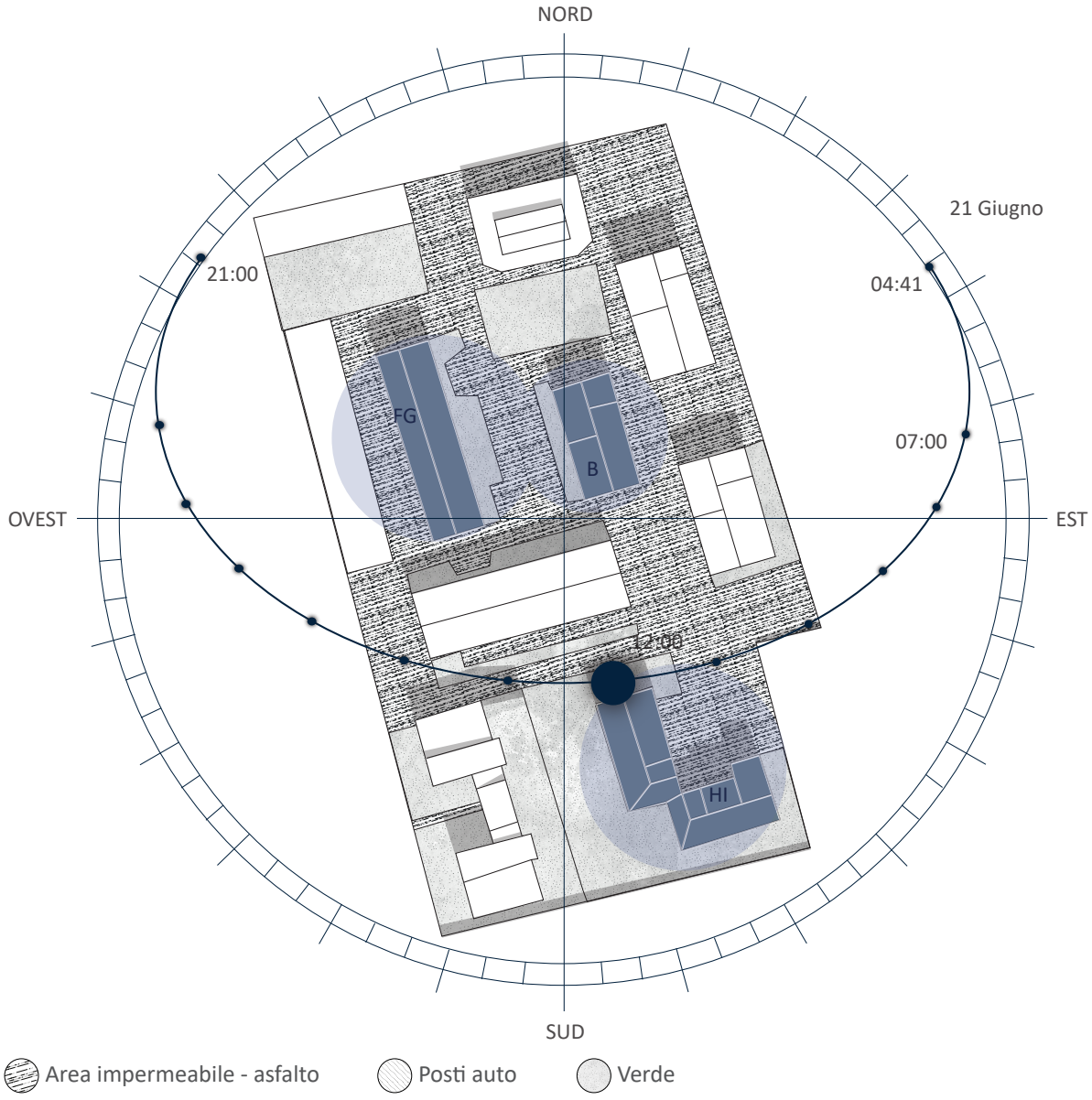


Fig. 214 Planimetria generale con percorso solare, elaborazione personale Barbieri-Tatti

EDIFICIO B	Totale (m²)	Ombr. (m²)	SRI	Sup. ridotto effetto isola di calore (m²)
AREA VERDE	353	3,34	-	353
COPERTURA A FALDE (α=16%)	302	0	36	302
AREA ASFALTO	514	87,7	1	87,7
TOTALE	1170			743

Fig. 215 Tabella valori superfici ombreggiate, edificio B, elaborazione personale Barbieri-Tatti

EDIFICIO FG	Totale (m²)	Ombr. (m²)	SRI	Sup. ridotto effetto isola di calore (m²)
AREA VERDE	501	0	-	501
COPERTURA A FALDE (α=16%)	374	0	36	374
AREA ASFALTO	771	96	1	96
TOTALE	1648			972

Fig. 216 Tabella valori superfici ombreggiate, edificio FG, elaborazione personale Barbieri-Tatti

EDIFICIO HI	Totale (m²)	Ombr. (m²)	SRI	Sup. ridotto effetto isola di calore (m²)
AREA VERDE	386	37,4	-	386
COPERTURA A FALDE lamiera(α=16%)	111	0,39	4	0,39
COPERTURA A FALDE fotovoltaico e solare termico(α=16%)	256	0,39	33	256
COPERTURA PIANA	36	5,04	35	5,04
AREA ASFALTO	493	111	1	111
AREA POSTI AUTO SEMI-PERMEABILE	50	25,3	1	25,3
TOTALE	1332			784

Fig. 217 Tabella valori superfici ombreggiate, edificio FG, elaborazione personale Barbieri-Tatti

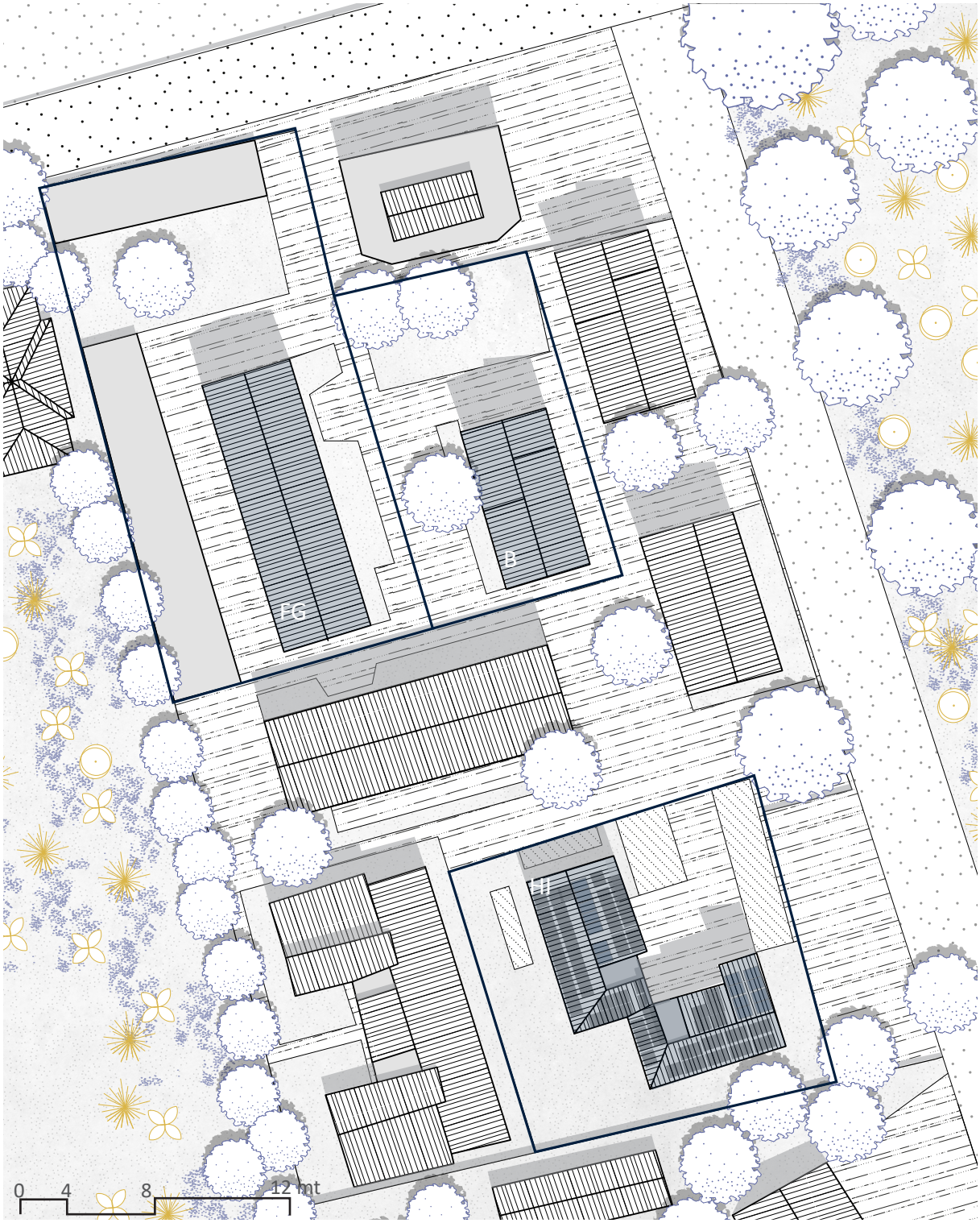


Fig. 218 Planimetria complesso di edifici con rispettivi ombreggiamenti, elaborazione personale Barbieri-Tatti

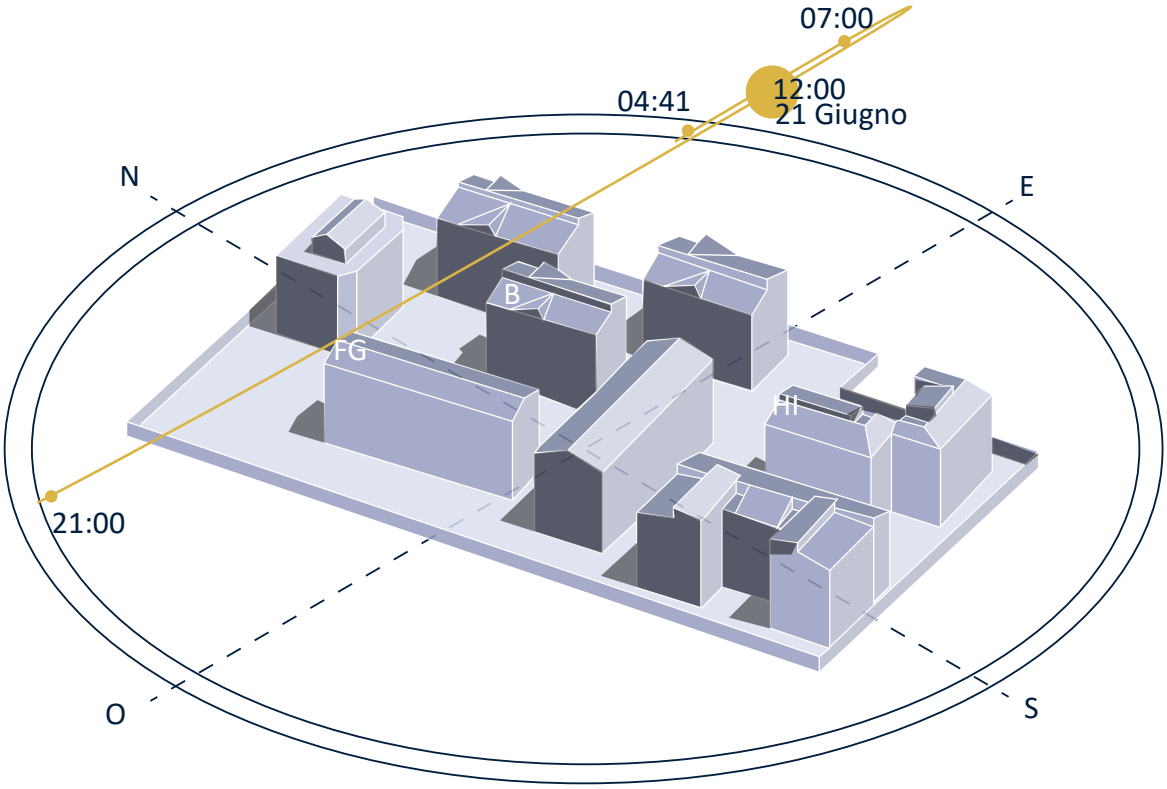


Fig. 219 Studio solare, elaborazione personale Barbieri-Tatti

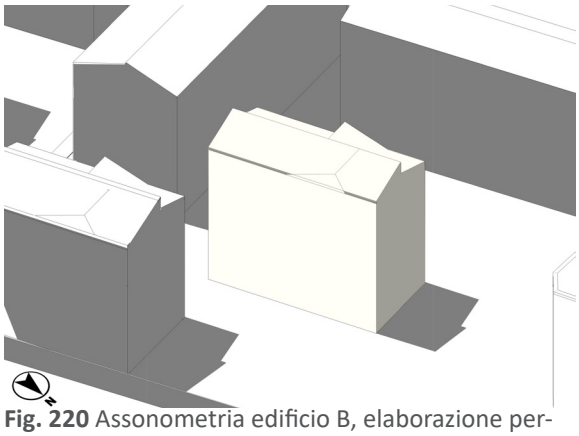


Fig. 220 Assonometria edificio B, elaborazione personale Barbieri-Tatti

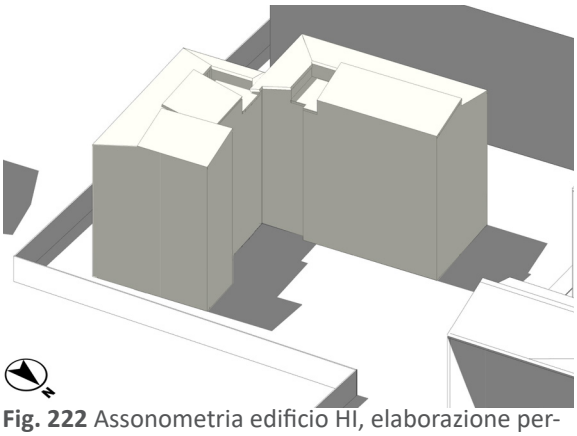


Fig. 222 Assonometria edificio HI, elaborazione personale Barbieri-Tatti

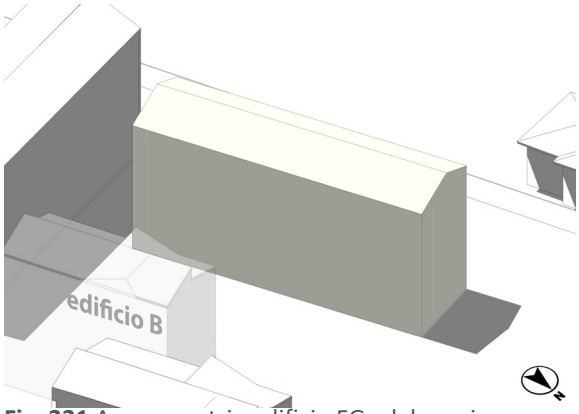


Fig. 221 Assonometria edificio FG, elaborazione personale Barbieri-Tatti

L'indice di prestazione considerato per l'edificio B è di 25,7 ed appartiene ad un livello sufficiente-buono e ad un rispettivo punteggio di 1,3. L'edificio FG anch'esso si posizione nello stesso range con un indice di prestazione di 20,8 ed un punteggio complessivo 1,0. La costruzione HI invece risulta avere un valore di indicatore di prestazione di 44,4 e un punteggio tra buono ed ottimo di 2,9.

Il penultimo criterio riportato risulta essere il D4.1 "Illuminazione naturale" appartenente alla categoria D4 "Benessere visivo" e all'area di valutazione D "Qualità ambiente indoor". La finalità di tale requisito consiste nel calcolare il fattore medio di luce diurna (FLD_m) ovvero il rapporto tra l'illuminamento interno (in una superficie orizzontale) ed esterno in condizioni di cielo coperto e considerando la volta celeste senza ostruzioni. FLD_m è un paramentro fondamentale che stabilisce le condizioni di comfort interne derivate dall'illuminazione naturale ed è definito dalla normativa italiana Decreto Min.Sanità 5/7/75, dal Decreto Min. 18/12/75 e dalla Circ. Min. Lavori Pubblici 22/11/74.
La formula per il calcolo di tale fattore è definita dalla norma UNI 10840 e risulta essere:

$$FLD_m = \frac{\varepsilon_i \bullet \tau_i \bullet A_i \bullet \Psi_i}{S \bullet (1-\rho_m)} = [\%]$$

Operativamente si è proceduto con la suddivisione degli appartamenti in ambienti e per ogni superficie vetrata sono stati considerati parametri come:

- Area componenti vetrato;
- Caratteristiche del locale considerato;
- Coefficiente di trasmissione del vetro;
- Fattore finestra;
- Arretramento finestra rispetto al filo di facciata;
- Ostruzioni esterne.

In primo luogo, considerando i singoli locali, si sono calcolate le superfici dell'ambiente e i relativi fattori di riflessione luminosa definiti dalla norma UNI EN 15193. Quest'ultimi vengono identificati attravero il colore e il rivestimento del materiale che costituisce le superfici. La relazione tra riflessione luminosa e la superficie viene applicata per determinare il fattore ρ_m ovvero il fattore di riflessione medio, presente nel denominatore dell'equazione per il calcolo del fattore medio di luce diurna.

$$\rho_m = \frac{S_i \bullet \rho_i}{S_i} = [-]$$

Successivamente si è definita la geometria del componente trasparente. E' importante definire la relazione tra serramento ed ambiente, poichè il calcolo dovrà essere fatto in corrispondenza di quante aperture saranno presenti per ogni ambiente.
Uno dei paramentri affrontati risulta essere quello del fattore finestra ε rappresentante la porzione di volta celeste visibile dal baricentro della della superficie trasparente considerata. Vi sono dei valori già prestabiliti definiti a seconda dell'esposizione della finestra, per esempio per serramenti orizzontali, chiamati anche lucernari, il fattore ε corrisponde a 1,0. Per finestre verticali senza ostruzioni esterne ε=0,5 ed infine con ostruzioni ε assume un valore maggiore di 0,5. Quest'ultimo può essere identificato anche tramite la norma UNI 10840 attraverso il seguente grafico:

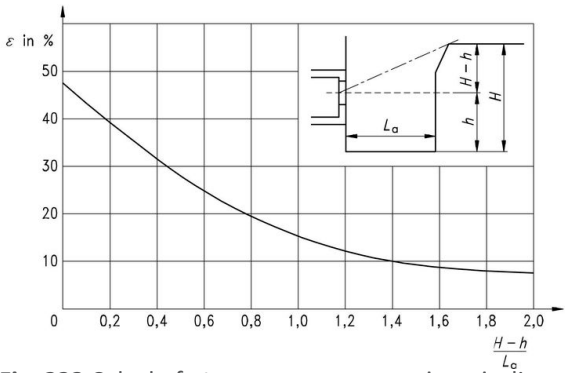


Fig. 223 Calcolo fattore ε per serramenti verticali con ostruzioni esterne, immagine [81]

In alternativa a tale grafico si possono calcolare le ostruzioni esterne, aggetti verticali ed orizzontali.

Un secondo fattore di fondamentale importanza risulta essere Ψ ovvero definito come fattore di riduzione di ε dovuto dall'arretramento della finestra rispetto al filo di facciata. Tale paramentro è definito dalla norma UNI 10840 e risulta essere calcolato attraverso il grafico sotto riportato.

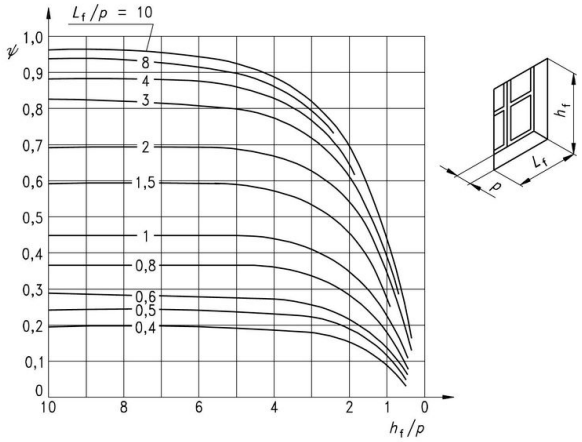


Fig. 224 Calcolo fattore Ψ, immagine [81]

Il calcolo del fattore medio di luce diurna viene effettuato per ogni ambiente ed infine, effettuando una media, viene considerato il fattore dell'intero edificio. In entrambi i casi studio vediamo, trovandosi in un complesso di edifici, che la presenza di ostruzioni esterne definisce in maniera sostanziale gli ombreggiamenti delle superfici trasparenti. Questi infatti limitano l'illuminamento naturale entrante attraverso l'involucro trasparente. Inoltre molti serramenti si trovano ad essere molto arretrati rispetto al filo di fabbrica a causa della prenza di numerosi terrazzi incassati. A causa di questi fattori non ci deve sorprendere la risposta negativa che i casi studio hanno rispetto al criterio di riferimento. L'edificio B infatti risulta possedere un indicatore prestazionale pari a 1,9 ed un punteggio complessivo di -1. Anche l'edificio FG risulta avere un punteggio di -1 a causa del proprio indicatore prestazionale pari a 1,60.
Secondo la normativa infatti i valori di riferimento per il calcolo del fattore di luce diurna si differenziano in base alla destinazione d'uso dell'immobile. Nel caso studio riportato si è in presenza di un complesso di edfici residenziali, ed il valore di $FLD_m \geq 2\%$. In questo caso l'indicatore prestazionale corrisponde al valore del fattore medio di luce diurna e risulta essere quindi per l'edificio B FLD_m = 1,9% e per l'edificio FG FLD_m = 1,6%. Come definito nelle righe precedenti i casi studio considerati risultano dare una risposta negativa al criterio preso in esame.

Per una spiegazione approfondita di come operativamente dovrebbe essere effettuato lo studio di tale criterio si riporta un esempio di calcolo del fattore FLD_m di un locale esemplificativo studiato. Ovviamente tale locale viene riportato come fax simile operativo, poichè l'analisi dovrà essere effettuata in tutti i locali principali di tutti gli edifici di tutti i piani. Questo perchè l'illuminazione naturale entrante nei locali non può essere indifferente per tutti, non si può trovare uno spazio tipo simile per geometria poichè le condizioni esterne quali esposizione, altezza del locale, ombreggimenti... cambierebbero il comfort interno inerente all'illuminazione naturale e quinidi il fattore FLD_m.
Si riporta quindi l'esempio della palazzina FG ed in particolare lo studio effettuato nella cucina dell'interno 3 al secondo piano. In primo luogo si è effettuata una misurazione del vano in esame esplicitando le dimensione che successivamente saranno rilevanti per il calcolo del fattore medio di luce diurna. A pagina successiva queste si vedranno in dettaglio.

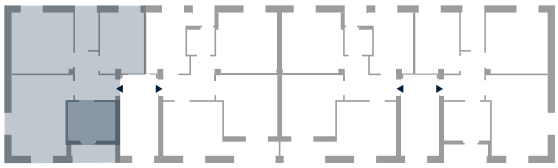


Fig. 225 Locale Cucina piano due edificio FG interno 3, disegno fuori scala elaborazione personale Barbieri-Tatti

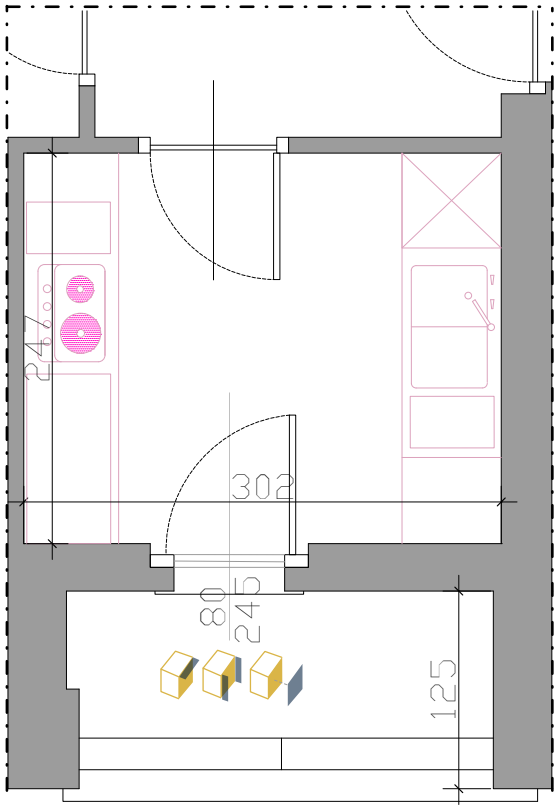


Fig. 226 Locale Cucina, disegno fuori scala elaborazione personale Barbieri-Tatti



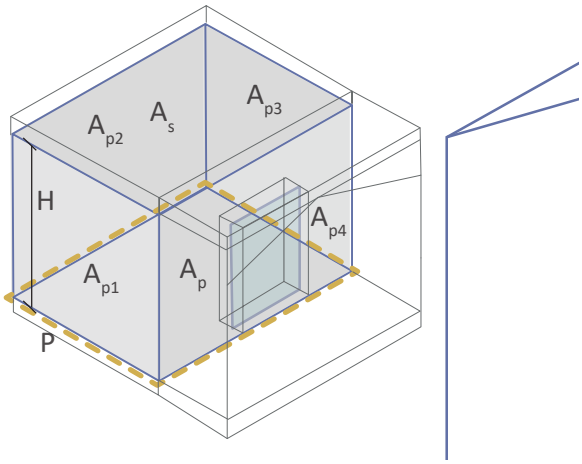


Fig. 227 Calcolo F_{ldm}, rielaborazione immagine [81]

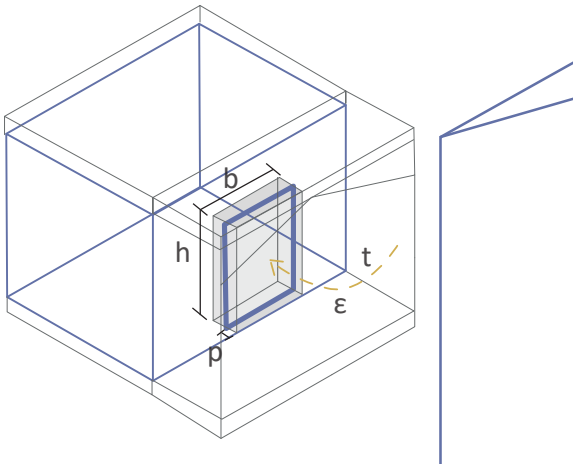


Fig. 228 Calcolo F_{ldm}, rielaborazione immagine [81]

A_p = Superficie utile di pavimento 7,46 m^2
A_s = Area del soffitto 7,46 m^2
P = Perimetro 10,98 m
H = Altezza media 3,00 m
$A_{p1} + A_{p2} + A_{p3} + A_{p4}$ = Area pareti 32,9 m^2
$A_{totale\ superfici}$ = 47,9 m^2

Per il calcolo del coefficiente di riflessione medio si è rispettivamente trovato il coefficiente di riflessione del colore di ogni superficie. Data l'impossibilità di agire nelle superfici vetrate, per migliorare la qualità interna ed il comfort visivo si è scelto di tinteggiare l'intera stanza di colori molto tenui, assimilabili al bianco. In questa maniera il valore del coefficiente di riflessione ρ_m per tale colore risulterà essere 0,7 e l'equazione finale:

$$\rho_m = \frac{S_i \bullet \rho_i}{S_i} = 0{,}70\ [-]$$

b = Larghezza del componente finestrato 0,80 m
h = Altezza del componente finestrato 2,45 m
p = Distanza finestra - bordo parete 0,22 m
τ = Coefficiente di trasmissione luminosa 0,7
L/p = Valore sulle curve del grafico 3,6
H/p = Valore sulle ascisse del grafico 11,1

Attraverso tali parametri si deve calcolare il fattore di riduzione ψ dal grafico nell'asse delle ordinate, che risulta essere pari a 0,85.

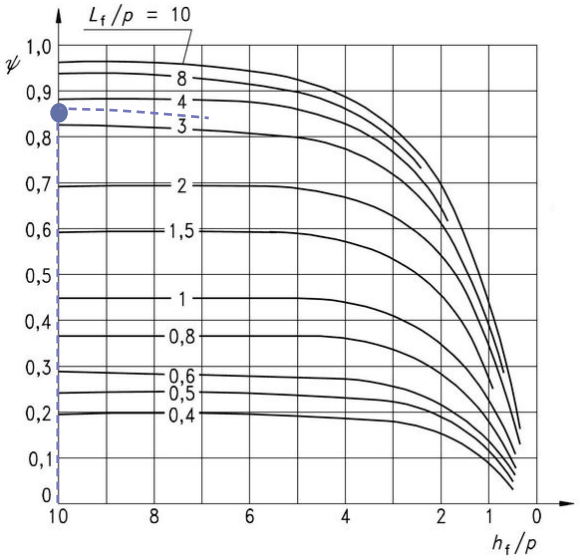


Fig. 229 Calcolo F_{ldm}, immagine [81]

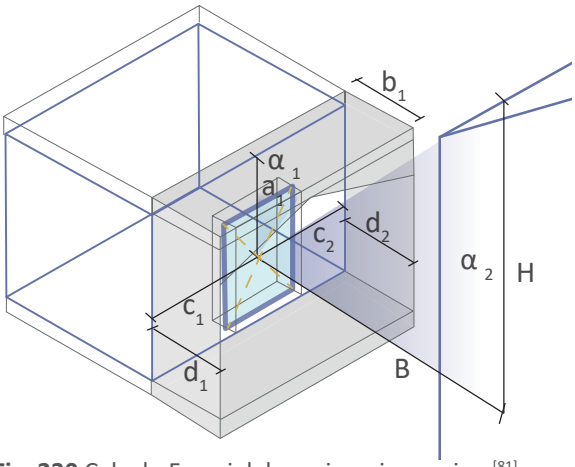


Fig. 230 Calcolo F_{ldm}, rielaborazione immagine [81]

Successivamente occorre definire gli ombreggiamenti dovuti dagli aggetti orizzontali, verticali e dagli ostacoli esterni.
a = Aggetto orizzontale, profondità 1,33 m
b_2 = Aggetto orizzontale, distanza dal baricentro della finestra 1,55 m
c_1 = Aggetto verticale, distanza dal baricentro della finestra 1,67 m
d_1 = Aggetto verticale, profondità 1,33 m
c_2 = Aggetto verticale, distanza dal baricentro della finestra 1,67 m
d_2 = Aggetto verticale, profondità 1,33 m
B = Ostruzione esterna, distanza in pianta 17,4 m
H = Ostruzione esterna, distanza dal baricentro della finestra 11,28 m
α_1 = Aggetto orizzontale, 0,71 rad ovvero 41°
α_2 = Ostruzione esterna, 0,57 rad ovvero 33°

Occore in primo luogo calcolare il fattore di finestra ε dato dalle seguenti formule:

$$\varepsilon_{\alpha 1} = \frac{1 - \text{sen}\,(90° - \alpha_1)}{2}$$

$$\varepsilon_{\alpha 2} = \frac{1 - \text{sen}\,(\alpha_2)}{2}$$

$$\varepsilon_{\alpha 1+2} = \frac{1 - \text{sen}\,(\alpha_2) + 1 - \text{sen}\,(90° - \alpha_2)}{2}$$

Il valore del fattore ε risulta essere quindi pari a 0,11.

Quindi per calcolare il fattore medio di luce diuran occorrerà utilizzare la formula precedentemente descritta:

$$FLD_m = \frac{\varepsilon_i \bullet \tau_i \bullet A_i \bullet \Psi_i}{S \bullet (1-\rho_m)} = [\%]$$

Avendo quindi esplicitato tutti i fattori presenti all'interno di tale formula si può affermare che il Fattore Medio di Luce Diurna per il locale Cucina dell'interno 3, secondo piano, palazzina FG risulta essere 0,65%. Il 2% di valore minimo imposto da normativa risulta essere calcolato per l'intera palazzina, ma già per l'appartamento 3 il valore risulta essere 1,77% quindi inferiore rispetto allo standard. Se prendiamo l'esempio della cucina appena mostrato possiamo notare come in primo luogo l'esposizione della stanza stessa non è ottimale essendo ad Est. Il secondo motivo per cui tale percentuale sia molto bassa risulta attribuirsi agli ombreggimenti, come si vede in figura 230 si nota che la superficie muraria sia incassata rispetto al balcone ed inoltre abbiamo un edificio proprio parallelo alla superficie vetrata e quindi il passaggio di luce naturale risulta essere molto ostacolato.

Successivamente si è studiato il criterio D3.2 inerente al calcolo della temperatura operativa nel periodo estivo. Risulta fondamentale lo studio di tale criterio poiché l'attenzione riguardante il risparmio energetico molto spesso viene studiato facendo riferimento maggiormente al periodo invernale, quindi effettuando interventi come coibentazione dell'edificio attraverso materiali isolanti e serramenti maggiormente performanti incentrando l'attenzione riguardo il parametro di trasmittanza termica. La problematica del cambiamento climatico, discussa approfonditamente al capitolo 2, ha confermato la mutazione dell'andamento delle temperature esterne in termini di +1,5°C. La collocazione geografica dell'Italia ha costantemente proposto climi abbastanza differenti, con estati caldi e inverni miti nel meridione e inverni maggiormente rigidi ed estati miti nel settentrione. Negli ultimi anni però si è stati in presenza di uno sconvolgimento di tale principio ed infatti all'interno dell'intera penisola si vedono estati estremamente calde, soprattutto in città, in cui le temperature si innalzano anche sopra i 40°C. E' quindi importante studiare le performance dell'edificio e le condizioni interne anche nel periodo estivo, così da identificare le prestazioni dell'immobile in entrambe le stagioni termiche invernale ed estiva. Uno dei parametri per identificare la qualità dell'ambiente indoor risulta appunto essere la temperatura operativa che deve essere calcolata se all'interno della zona termica presa in esame vi sia l'assenza di un impianto meccanico di raffrescamento. Questo perché tale temperatura deve identificare un livello soddisfacente di comfort termico estivo prendendo in esame le sole prestazioni dell'involucro, gli apporti interni dovuti dagli occupanti, apparecchiature, accessori luminari e le portate d'aria date dalla ventilazione naturale.
Il calcolo della temperatura operativa (operante) estiva viene effettuato secondo la norma UNI 10375:2011-Metodo di calcolo della temperatura interna estiva degli ambienti, che identifica tale parametro come:

> "La temperatura uniforme di un ambiente nel quale un occupante scambierebbe per irraggiamento e convezione la stessa potenza termica scambiata nell'ambiente in esame termicamente non uniforme", UNI 10375:2011.

Quindi la temperatura operativa ($T_{op,i,t}$) è uno dei parametri che identifica il benessere termico in quanto per il suo calcolo si considerano due fattori importanti ovvero la temperatura interna (T_a) reale e la temperatura media radiante (T_{mr}).

$$T_{op,i,t} = \frac{T_{mr} \bullet T_a}{2} = [°C]$$

La temperatura media radiate risulta essere la temperatura di un ambiente termicamente uniforme in cui viene scambiata una certa potenza termia radiante che coincide con quella che si scambierebbe con l'uomo e quella che si scambierebbe con l'ambiente reale.

Occorre ricordare che i quattro parametri che influenzano le condizioni di benessere interno sono la temperatura dell'aria interna (influenza scambi termici convettivi), la temperatura media radiante (influenza scambi termici radiativi) , la velocità dell'aria (influenza scambi termici convettivi) e l'umidità relativa dell'aria (influenza scambio evaporativo del corpo). Quindi i due parametri di temperatura dell'aria interna e temperatura media radiante possono essere raccolti nel parametro temperatura operante.

Operativamente si sono tenuti in considerazione i tre edifici, B FG ed Hi, ed è stato utilizzato il Software della ANIT ICARO 1.0 per il calcolo della T_a e T_{mr}. L'analisi è stata effettuata negli ambienti principali di vita quotidiana di un edifici residenziale, quindi ambienti destinati alla permanenza delle persone ovvero soggiorno, cucina e camere, sono stati esclusi

eventuali disimpegni, bagni e ripostigli. Per il calcolo si sono individuati tre tipologia di piano, piano primo o rialzato (con solaio disperdente verso cantina o centrale termica non riscaldate), piano tipo, ultimo piano (con soffitto disperdente verso sottotetto non riscaldato). E' stato possibile ipotizzare solo "piani seriali" ovvero piani in cui all'interno fosse stato possibile individuare serie di appartamenti uguali per orientamento, dimensioni e componenti impiantistici. In ogni palazzina si è quindi in presenza di massimo due piani seriali corrispondenti per la maggioranza al secondo e terzo piano o al primo e secondo piano.

In primo luogo per definire tali parametri occorre identificare all'interno del programma il periodo di analisi che risulta essere il giorno più caldo della stagione termica estiva che inizia dal 21 Giugno e finisce il 23 Settembre. Si sono quindi definite le temperature medie di ogni giorno secondo i dati climatici di progetto del periodo estivo definiti secondo la località, dalla norma UNI/TR 10349-2, e si è identificato il 23 Giugno come giornata maggiormente calda all'interno della stagione termica, con una temperatura media di 26,06°C.
L'edificio è stato quindi suddiviso in "zone termiche" corrispondenti ai differenti locali di un appartamenti per poi imputare le dimensioni del locale, i ponti termici, l'involucro trasparente e i relativi ombreggiamenti, involucro opaco (calcolato attraverso il software ANIT PAN 1.0), partizioni interne, apporti interni e portate d'aria. Si riporta un esempio del Soggiorno della palazzina B interno 4 al primo secondo per definire in maniera approfondita le fasi e modalità di calcolo di tale criterio. Si ricorda che il calcolo è stato fatto esclu-

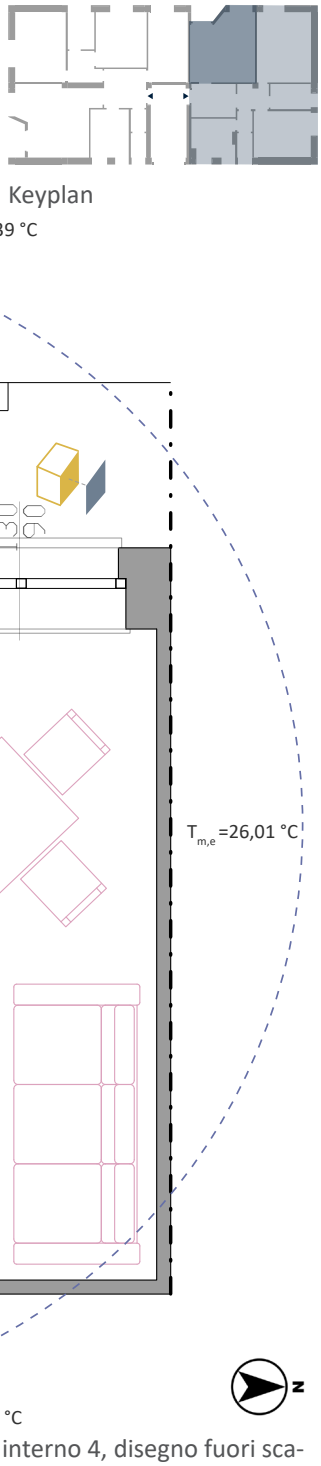


Fig. 231 Locale Soggiorno piano due edificio B interno 4, disegno fuori scala, elaborazione personale Barbieri-Tatti

sivamente considerando il giorno più caldo dell'anno ovvero il 23 Giugno.

Per quanto concerne gli apporti interni derivati dalle persone e apparecchiature di ogni genere, essi sono definiti come fattori che concorrono all'innalzamento della temperatura interna attraverso i propri scambi di calore con il luogo in cui si trovano. Il valore in W/m^2 che caratterizza la categoria di edifici E1.1 ovvero abitazioni è stato approssimato ad un 6 W/m^2 che moltiplicato per la superficie netta di ogni zona termica ha definito il valore in W costante che caratterizza Q_{int} richiesto dal programma. Nel caso dell'edificio B il soggiorno dell'interno 4 risulta essere determinato da una superficie utile di pavimento di 18,58 m^2, se si considerano gli apporti interni come $6W/m^2$ il dato di input del programma risulterà 111,48 W.

Per quanto concerne le portate d'aria dovute alla ventilazione naturale ovvero quella ventilazione presente quando vengono aperte le finestre, la norma UNI 10375 suggerisce alcuni valori utili in base alla tipologia di ventilazione presente. Se la ventilazione risulta essere trasversale (cross ventilation), ovvero se all'interno dell'ambiente considerato vi è la presenza di più finestre poste in lati opposti così da innescare un flusso d'aria costante, il valore dei ricambi d'aria risulterebbe essere negli orari di apertura 7,5 vol/h e nelle ore di chiusura 0,5 vol/h.

Nel caso studio preso in esame i singoli locali identificati come zone termiche differenti sono stati studiati secondo una condizione di ventilazione non trasversale anche se l'appartamento complessivo risultava avere caratteristiche tali da poter creare cross ventilation ma, non conoscendo la modalità di apertura delle finestre e soprattutto quella delle porte interne, non si poteva essere certi della corretta circolazione dell'aria. Si è quindi scelto di posizionarsi in una condizione peggiorativa ovvero quella appunto in cui i ricambi d'aria delle ore di apertura delle finestre risultavano essere 2,5 vol/h e di chiusura 0,3 vol/h. Secondo la norma infatti, trovandosi nella stagione estiva, gli orari di apertura e chiusura delle finestre si differenziano in base alla temperatura esterna ed in generale dalle 7:00 di mattina sino alle 20:00 di sera le finestre dovrebbero rimanere chiuse, mentre dalle 20:00 di sera sino alle 7:00 di mattina aperte. All'interno del programma si sono quindi creati due profili differenti di ventilazione, specificando una portata d'aria di default corrispondente alla media delle portate d'aria notturne e giornaliere prendendo in considerazione le rispettive ore di chiusura e apertura. Nell'esempio riportato il soggiorno risulta avere un volume netto di 55,74 m^3 e per quanto concerne la chiusura delle finestre nell'arco della giornata pari a 13 h, usando un valore di ricambi d'aria pari a

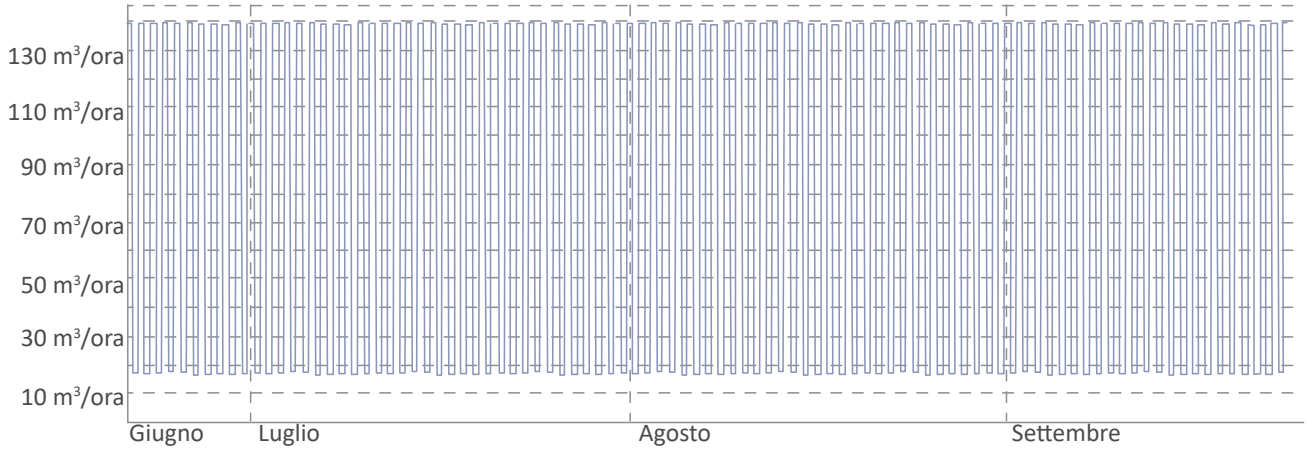


Fig. 232 Portate d'aria nella stagione termica estiva, elaborazione personale Barbieri-Tatti

0,3 h^{-1}, il profilo riportato nel programma risulta essere 16,72 m^3/h. Mentre prendendo in considerazione il momento notturno con 2,5 vol/h come valore di ricambi orari di ventilazione naturale per 11 h, la portata d'aria è definita da 139,35 m^3/h. Infine considerando il valore di 1,31 vol/h come valore medio di ricambio d'aria allora la portata d'aria media è stata caratterizzata dal valore pari a 72,93 m^3/h.
Una volta quindi esplicitati i dati inerenti ai singoli locali o anche chiamate zone termiche si sono estrapolati i valori della temperatura dell'aria interna e della temperatura media radiante così da poter calcolare l'andamento della temperatura operativa nell'arco dell'intera giornata del 23 Giugno. Una volta esplicitata la media dei valori inerenti alla temperatura di ogni mese oraria e quindi trovando un unico valore che corrispondesse alla media delle temperature operative di ogni ora è stato fondamentale definire il valore dello scarto di temperatura ΔT_i in valore assoluto secondo la normativa UNI EN 15251.

$$|\Delta T_i| = T_{op,m} - (0{,}33 \bullet T_{est,m}) + 18{,}8 = [°C]$$

Nel caso del soggiorno la media della temperatura operativa è risultata essere 27,43 °C con un relativo scarto di temperatura di 0,22 °C. Quest'ultimo valore è determinante per definire le categorie di comfort normalizzate dalla UNI EN 15251 che si suddividono in:

- Categoria I con uno scarto di temperatura ≤ 2°C e rispettivo indice di categoria Z_i pari a 5
- Categoria II in cui lo scarto di temperatura deve essere ≤ 3 °C ed indice $Z_i = 3$
- Categoria III con scarto di temperatura ≤ 4°C e $Z_i = 0$
- Non classificato quando invece lo scarto è > 4 °C e il relativo indice assegnato di -1.

Considerando che nel caso del soggiorno lo scarto risultava essere di 0,22 °C è stato assegnato l'indice di categoria massimo 5 ed infatti il locale corrisponde alla categoria di comfort I.

mese	giorno	ora	Temperatura dell'aria interna [°C]	Temperatura media radiante [°C]	Temperatura operativa [°C]
6	23	1	25,99	26,50	26,25
6	23	2	25,91	26,44	26,17
6	23	3	25,86	26,38	26,12
6	23	4	25,81	26,33	26,07
6	23	5	25,88	26,32	26,10
6	23	6	26,00	26,32	26,16
6	23	7	26,22	26,37	26,29
6	23	8	26,57	26,47	26,52
6	23	9	26,75	26,58	26,66
6	23	10	26,90	26,69	26,80
6	23	11	27,05	26,81	26,93
6	23	12	27,17	26,91	27,04
6	23	13	27,29	27,02	27,15
6	23	14	27,41	27,13	27,27
6	23	15	27,52	27,23	27,37
6	23	16	27,50	27,24	27,37
6	23	17	27,41	27,21	27,31
6	23	18	27,33	27,19	27,26
6	23	19	27,29	27,18	27,24
6	23	20	26,89	27,11	27,00
6	23	21	26,62	27,02	26,82
6	23	22	26,55	26,96	26,75
6	23	23	26,43	26,89	26,66
6	23	24	26,32	26,82	26,57

Fig. 233 Andamento temperature il 23 Giugno, elaborazione personale Barbieri-Tatti

Ovviamente tale ragionamento è stato esteso a tutte le zone termiche dell'edificio poiché successivamente all'interno del protocollo ITACA occorre effettuare il calcolo del valore Z_m ovvero una media pesata in relazione agli indici di categoria di ogni locale rapportati alle rispettive superfici. Questo passaggio è necessario poiché confrontando il valore Z_m complessivo dell'edificio con i benchmark di scala di prestazione è possibile attribuire un punteggio alla palazzina.
Nel caso studio di Novara entrambe le palazzine B ed FG vengono caratterizzate da un valore Z_m massimo pari a 5 che comporterà l'attribuzione di un punteggio massimo nella scala di rappresentazione, mentre l'edificio HI risulta avere un punteggio leggermente inferiore pari a $Z_m = 3$. Questa lieve diminuzione si può attribuire sicuramente alla di-

versissima geometria delle stesse e relativa esposizione. Infatti gli immobili B ed FG con morfologia "a stecca" risultano avere facciate maggiormente esposte ad Ovest ed Est, mentre l'edificio HI con morfologia "ad L" risulta avere una prima stecca con facciate maggiormente esposte a Nord e Sud ed una seconda invece ad Est ed Ovest. Inoltre all'interno di quest'ultima palazzina si ha la presenza di locali molto finestrati, per esempio le cucine hanno una superficie totale dell'involucro trasparente che risulta essere leggermente superiore alla metà della superficie dell'involucro opaco, è naturale che nella stagione estiva questo non giova a mantenere constante la temperatura interna e neanche largamente distaccata alla temperatura esterna.

Si riportano due grafici inerenti al Soggiorno dell'edificio B interno 4. Il primo rappresenta l'andamento delle temperatura nell'intera stagione termica estiva, ovvero dal 21 Giugno sino al 23 Settembre. Come si può notare dal grafico soprastante la temperatura operante risulta rimanere abbastanza costante rispetto alle innumerevoli variazioni che invece subisce la temperatura esterna. Un involucro performante (sia trasparente sia opaco) infatti consente di gestire al meglio tali variazioni così da mantenere uno scambio termico non elevato e quindi un comfort interno adeguato. Nel secondo grafico viene invece rappresentato l'andamento delle temperature nel giorno più caldo dell'anno cioè il 23 Giugno. Vengono mostrate le due temperature, esterna ed operante che risulta avere

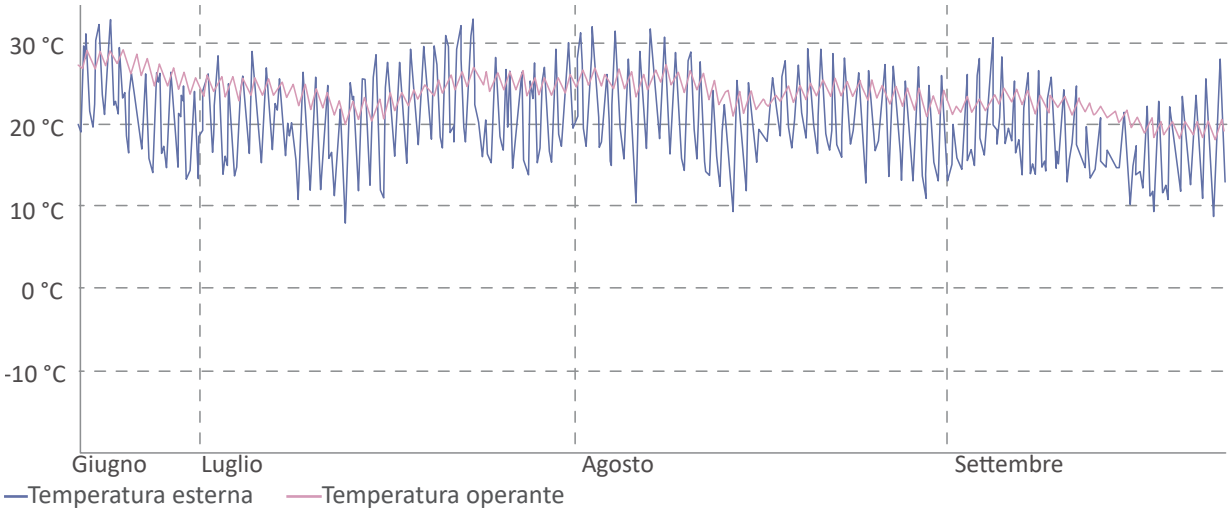


Fig. 234 Profilo temperature nella stagione termica estiva, elaborazione personale Barbieri-Tatti

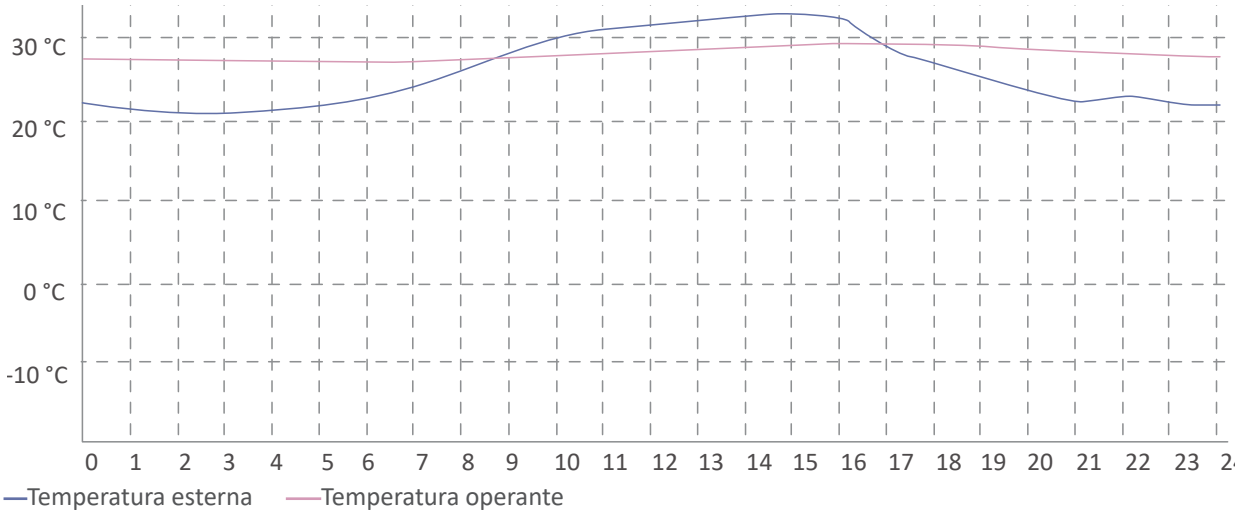


Fig. 235 Profilo temperature nel giorno più caldo 23 Giugno, elaborazione personale Barbieri-Tatti

profili abbastanza differenti. Infatti il 23 Giugno le temperature notturne scendono sino ad un minimo di 21 gradi per poi risalire con un picco nelle ore centrali della giornata, dalle 11:00 alle 15:00, di 33 °C. La temperatura operante invece risulta rimanere per lo più costante con un leggero aumento verso le 13:00 quando da 27 gradi aumenta solo sino a 28 °C. La costanza del profilo come avevamo detto nelle righe precedenti è da attribuire alle prestazioni dell'involucro opaco e trasparente, infatti oltre al parametro della trasmittanza termica è importante considerare quello dello sfasamento termico inteso come il tempo che intercorre affinchè vi sia la stessa temperatura superficiale interna di quella superficiale esterna. Uno sfasamento ottimale dovrebbe essere di 12h ed infatti dal grafico vediamo come anche nelle ore notturne la temperatura non scende vertiginosamente come quella esterna. Infatti il calore accumulato durante il giorno dall'involucro sarà espulso in parte internamente durante la notte, momento nel quale questo dovrà essere smaltito dai ricambi d'aria che avranno un valore necessariamente maggiore rispetto al giorno, causa apertura delle finestre.

Il criterio D3.2 "Temperatura operativa nel periodo estivo" all'interno della categoria benessere termoigronometrico e area di valutazione qualità dell'ambiente indoor, risulta essere di particolare importanza, uno di quei criteri che può essere assolto in maniera ottimale se in principio attraverso la riqualificazione energetica si sono fatte scelte tali da migliorare il comfort interno delle abitazioni. Infatti è fondamentale che lo studio dell'involucro, dei ponti termici, dei passaggi di classe energetici… sia concorde con la misurazione delle condizioni reali interne e di come queste possano influenzare l'uomo. Lo studio di questo criterio quindi non implica aggiunte sia in termini di costi sia in termini di opere edilizie nell'immobile ma è esclusivamente un misurazione che traduce la qualità dell'operazione di miglioramento energetico. E' inoltre un criterio abbastanza fondamentale all'interno del protocollo ITACA, in quanto pesa il 4% nel tool completo, peso che complessivamente è sopra la media rispetto agli altri criteri. Nell'area di valutazione D Qualità ambientale indoor invece la categoria D3 Benessere termoigronometrico ha un peso del 25% che insieme alla D5 Benessere acustico costituiscono le categorie maggiormente impattanti di tale area di valutazione.

Il punteggio complessivo totale che entrambi gli edifici devono assumere per dare una risposta concorde con le direttive del POR FESR risulta essere maggiore o uguale ad 1. Nella prima casistica, la costruzione "B" è definita da un punteggio finale di 2,1. Esso è la media pesata di due punteggi ben specifici, il primo dato dalla qualità della localizzazione dell'edificio pari a 2,0 e il secondo punteggio dalla qualità dell'edificio di 2,1. All'interno del punteggio qualità della localizzazione vi è l'area di valutazione selezione del sito. Se invece teniamo in considerazione la qualità dell'edificio si avranno come aree di valutazione qualità del sito, consumo di risorse, carichi ambientali, qualità ambiente indoor e qualità del servizio.

Per quanto concerne l'edificio "FG" il punteggio finale risulta essere pari a 2,0 concorde con la media statistica tra la qualità della localizzazione 2,0 punti ed il punteggio della qualità dell'edificio pari a 2,0. Per quanto concerne l'edificio "HI" ha il valore del punteggio paria 2,2. Di seguito è mostrata una tabella relativa ai criteri e gli indicatori che conferiscono il punteggio.

	EDIFICIO B		EDIFICIO FG		EDIFICIO HI	
CRITERIO	Indicatore di prestazione	Punteggio	Indicatore di prestazione	Punteggio	Indicatore di prestazione	Punteggio
A.1.5 Riutilizzo del territorio	-	-	-	-	-	-
A.1.6 Accessibilità al trasporto pubblico	1,8	0,2	1,7	0,1	2,1	0,3
A.1.8 Mix funzionale dell'area	412	2,9	489	2,1	395	3
A.1.10 Adiacenza ad infrastrutture	0	5	0	5	0	5
A.3.3 Aree esterne di uso comune attrezzate	-	-1	-	-1	-	-1
A.3.4 Supporto all'uso di biciclette	0	-1	0	-1	0	-1
B.1.2 Energia primaria globale non rinnovabile	20,9	5	26,1	5	10,1	5
B.1.3 Energia primaria totale	51,6	4	55,7	3,7	39,6	5
B.3.2 Energia rinnovabile per usi termici	62,7	5	56,4	3,2	74,3	5
B.3.3 Energia elettrica prodotta nel sito per usi elettrici	127,6	1,4	133,6	1,7	457,5	5
B.4.11 Materiali certificati	0	0	0	0	0	0
B.4.12 Materiali eco-compatibili	0	0	0	0	0	0
B.5.1 Acqua potabile per usi irrigazione	0	0	0	0	0	0
B.5.2 Acqua potabile per usi indoor	0	0	0	0	8,7	0,9
B.6.1 Energia termica utile per il riscaldamento	70,3	4,5	73,2	4	44,4	5
B.6.2 Energia termica utile per il raffrescamento	84	2,4	72,9	4,1	99,8	0
C.1.2 Emissioni previste in fase operativa	23,8	5	28,6	5	10,3	5
C.4.3 Permeabilità del suolo	43,1	2,2	43,4	2,2	45,8	2,3
C.6.8 Effetto isola di calore	63,6	3,2	59	3	67,2	3,4

D.2.5 Ventilazione e qualità aria	-	0	-	0	-	3
D.3.2 Temperatura operativa nel periodo estivo	5	5	4,9	4,9	2,8	2,8
D.4.1 Illuminazione naturale	1,9	-1	1,6	-1	1,5	-1
D.5.6 Qualità acustica dell'edificio	-	-	-	-	-	-
D.6.1 Campi magnetici	-	-1	-	-1	-	-1
E.3.5 B.A.C.S.	0	0	0	0	0	0
E3.6 Impianti domotici	0	0	0	0	0	0
E.6.5 Disponibilità della documentazione tecnica degli edifici	-	3	-	3	-	3

6.4.2.7 VALUTAZIONE DEI COSTI DELL'INTERVENTO

L'agevolazione da POR FESR attribuisce una dotazione di 10 milioni di euro per i beneficiari pari al 90% dei costi totali inerenti ad ogni singolo progetto di riqualificazione. La restante percentuale, come già trattato nelle pagine precedenti, verrà se possibile coperta rischiedendo agevolazione da Conto Termico.
Il punto fondamentale che rappresenta il limite che devono soddisfare i due casi studio consiste nel presentare un rapporto tra il risparmio di energia primaria non rinnovabile $EP_{gl,nren}$ e l'agevolazione economica avuta maggiore di 0,40 kWh/Euro.
Nello specifico si andranno ad evidenziare i costi sostenuti dal progetto post operam sia dell'edificio B sia di quello FG ed HI, per poi analizzare complessivamente l'intervento e le proprie ricadute.

Il grafico successivo raffigura i costi effettivi utili per il progetto di retrofit con realizzazione edificio nZEB. Si nota come la lina A di azione comprendente interventi riguardanti la riduzione della domanda di energia comporta un totale di 363.510,09 € escluse le spese tecniche. In tale linea possiamo notare come l'intervento maggiormente oneroso risulta essere quello della coibentazione degli elementi opachi. Successivamente si ha la sostituzione degli elementi trasparenti e la sostituzione dei sistemi per produrre acqua calda sanitaria. Di poca rilevanza sono i sistemi per le schermature solari che rappresentano solo 4.100,45 €. Un ulteriore intervento rilevante risulta essere l'efficientamento dei sistemi di impianto di climatizzazione e ventilazione per 34.102,95 €, per poi avere 11.916,36 € utili per i sistemi di monitoraggio, controllo e regolamentazione. La linea B, inerente ai sistemi per la produzione di energia da fonti rinnovabili, è riassunta da un costo abbastanza oneroso pari a 66.423,03 € per l'istallazione di solare termico, pompe di calore e fotovoltaico con successivo sistema di monitoraggio avente un costo di 11.837,43 €. Il totale del costo escluse le spese tecniche risulta essere 86.065,80 €. Vi sono poi le spese per la certificazione del protocollo ITACA di 4.000 € , la diagnosi energetica 3.000 € e la progettazione e direzione lavori di 37.060,18 €.

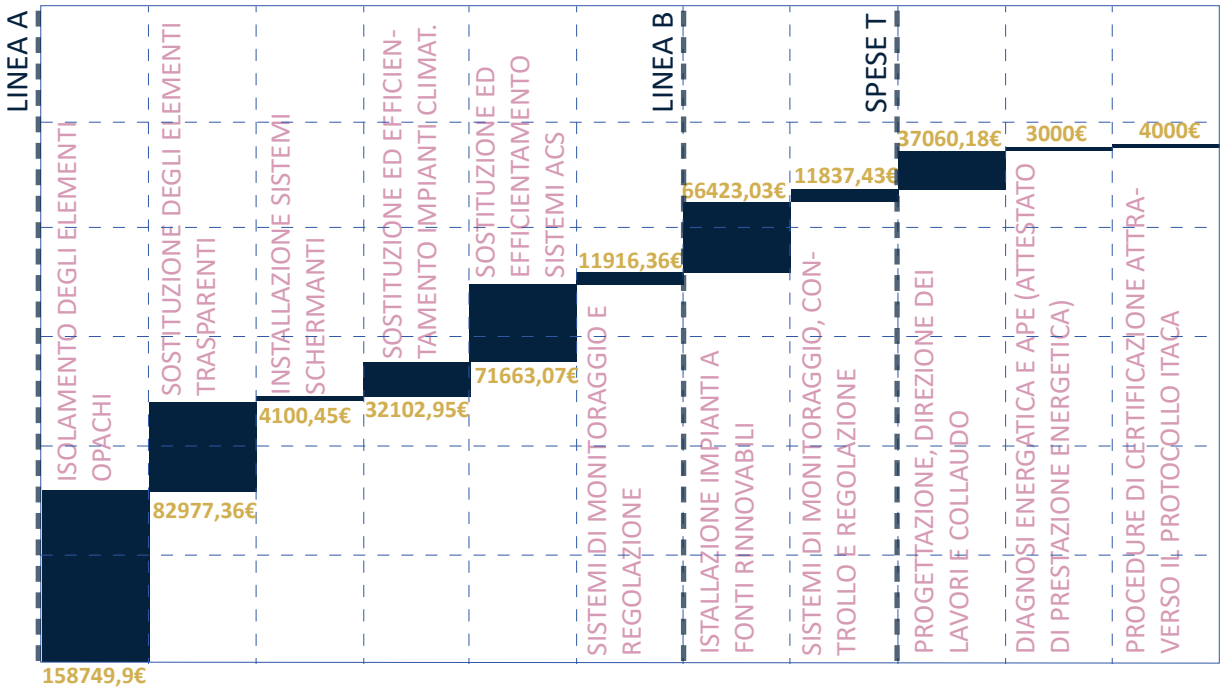


Fig. 236 Computo metrico edificio B, elaborazione personale Barbieri-Tatti

I costi ammissibili dell'edificio B risultano essere della linea A 399.764,93 € e della linea B 86.065,80 €. Si può quindi affermare come i costi reali siano minori rispetto alla somma totale ammissibile, rispettivamente linea A 363.510,09 € e B 78.260,46 €.

L'edificio FG invece differisce rispetto al precedente a causa delle dimensioni maggiori. Gli interventi risultano essere ovviemente gli stessi, andando però a coprire una superficie decisamente maggiore. Per quanto concerne la linea A essa risulta costare 727.020,18 € con spese tecniche escluse. All'interno di quest'utlima risultano di grande rilevanza tre voci inerenti all'isolamento degli elementi opachi con 317.499,80 €, la sostituzione degli infissi pari a 165.954,71 € ed infine l'efficentamento dei sistemi per la produzione di acqua calda sanitaria pari a 143.326,72 €. Anche in questo caso il costo minore è da attribuire all'installazione dei sistemi scheramti , i quali hanno un costo di 8.200,91 €.
Per quanto concerne la linea B, escluse le spese tecniche ha un costo di 156.520,92 €. Essa risulta essere divisia in un 132.846,06 € per l'installazione di impianti a fonti rinnovabili e la restante parte di 23.674,86 € per i rispettivi sistemi di monitoraggio, controllo e regolazione. Rimangono poi le spese inerenti alla procedura per la certificazione del protocollo ITACA di 8.000 €, la diagnosi energetica e rispettivo attestato di prestazione energetica pari a 6.000 € ed infine la progettazione, direzione lavori e collaudo di 74.120,34 €.
Anche per l'edificio FG i costi ammissibili sono maggiori rispetto ai costi reali rispettivamente per la linea A 799.529 € > 727.020,18 € e per la linea B 172.131,60 € > 156.520,92 €.

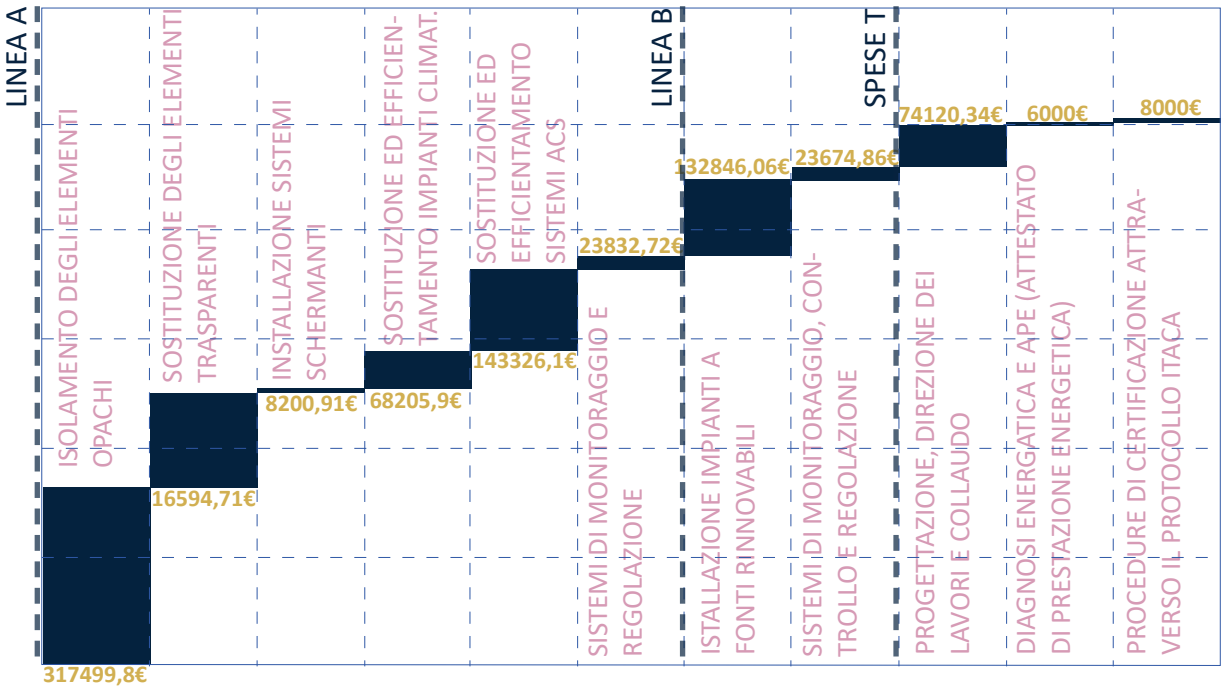


Fig. 237 Computo metrico edificio FG, elaborazione personale Barbieri-Tatti

L'edificio HI invece risulta avere spese maggiormente onerose rispetto agli altri due. Sicuramente la volumetria è maggiore e gli interventi quindi sono in termini di m² differenti. La linea di azione A (inerente ad interventi di riduzione della domanda di energia dell'edificio; revisione degli impianti a fonti fossili, con incremento dell'efficienza, anche mediante l'impiego di mix tecnologici e loro asservimento ai sistemi di telegestione e controllo) vede come maggior costo oneroso l'isolamento degli elementi opachi per un totale di 445.466 €. Per quantità in seconda posizione si trova la sostituzione ed efficientamento degli impianti di climatizzazione e ventilazione con 201.152 €. A differenza dei edifici visti precedentemente si aggiungono due interventi quali sostituzione di sistemi di illuminazione interna di 12.288 € e spese inerenti alla cartellonistica 369,26 €. La Linea B (Installazione di sistemi di produzione di energia da fonte rinnovabile da destinare all'autoconsumo) è composta da installazione a fonti rinnovabili e sistemi di monitoraggio e controllo rispettivamente di 91.974 € e 10.312 €. Le spese tecniche invece risulta essere le stesse computate anche nell'edificio B ed FG quali progettazione, direzione dei lavori e collaudo 59.214 €, realizzazione della diagnosi ed APE 5.000 € e certificazione ITACA 3.000 €.

I costi ammissibili dell'intervento HI risultano anche in questo caso essere maggiori rispetto ai costi reali. Infatti per la linea A sono 1.034.218,82 € con costi reali pari a 972.946,05 €, e per la linea B costi ammissibili di 108.728,14 € e reali di 102.286,49 €.

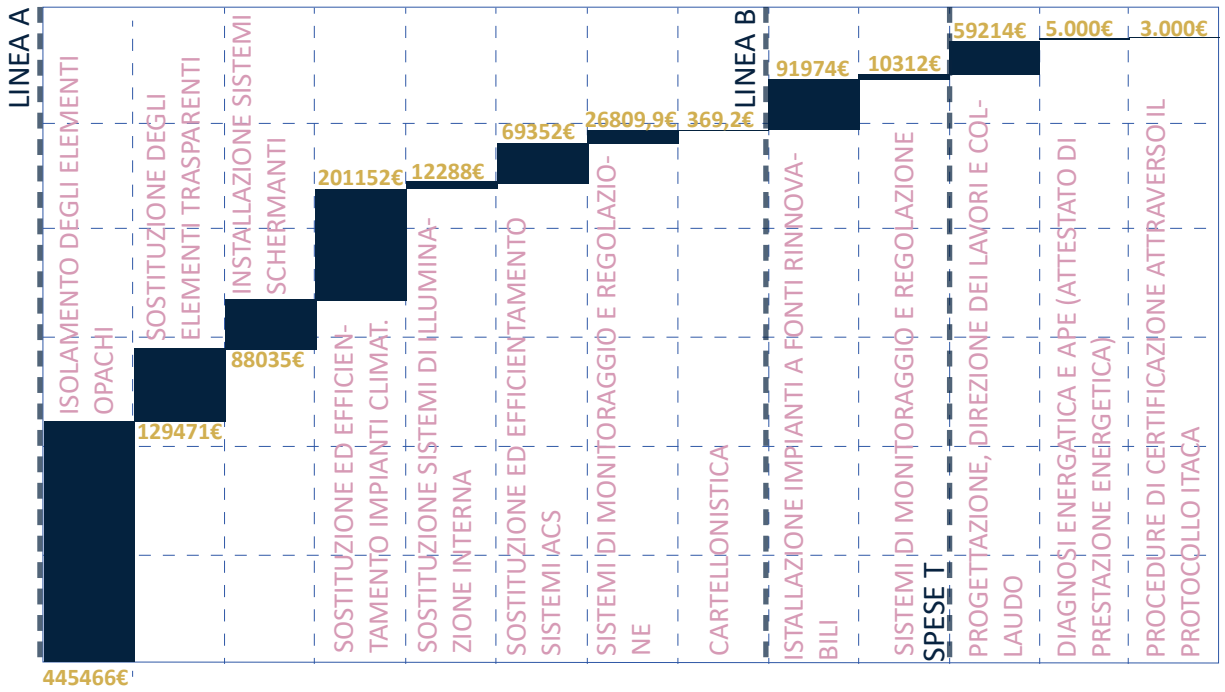


Fig. 238 Computo metrico edificio HI, elaborazione personale Barbieri-Tatti

Si riporta il riepilogo del totale di spesa complessiva unendo i costi degli immobili B, FG ed HI. Complessivamente i costi della linea A sono di 2.046.978,79 €, quelli della linea B 353.565,4 € e le spese tecniche 199.594 €. Il costo ammissibile quindi risulta dare un riscontro totale di 2.600.439,13 €, di cui il 90% detraibile attraverso il POR FESR 2.340.395,22 €. La restante parte, ovvero il 10%, invece è attribuibile ad una spesa coperta dal conto termico ovvero 260.043,91 € o comunque a carico del beneficiario.
Il progetto complessivamente ha un indice di prestazione energetica da fonti non rinnovabili $EP_{gl,nren}$ ante operam di 370,46 kWh/m^2 che poi è stato diminuito al 32,45 kWh/m^2 post operam attraverso il progetto di riqualificazione energetico-ambientale. La riduzione annua di energia globale da fonte non rinnovabile risulta dare un riscontro positivo di 995,19 MWh.

Uno degli indici da rispettare nel POR FESR 19-20 è il rapporto tra la riduzione annua di energia primaria globale non rinnovabile ed il costo dell'agevolazione complessiva, il tutto espresso in kWh/€. Questo fattore infatti definisce l'efficacia dell'intervento di riqualificazione energetico-ambientale e deve necessariamente essere > di 0,40 kWh/€.
Quindi:

$$\frac{\text{totale agevolazione (€)}}{\text{riduzione annua di energia primaria (MWh)}}$$

Ovvero il rapporto tra:

$$\frac{2.340.395{,}22\ (€)}{995{,}19\ (MWh)}$$

Il risultato di tale formula attribuisce un valore al progetto di 0,43 kWh/€ ovvvero > 0,40 Wh/€, concorde quindi con il limite imposto.

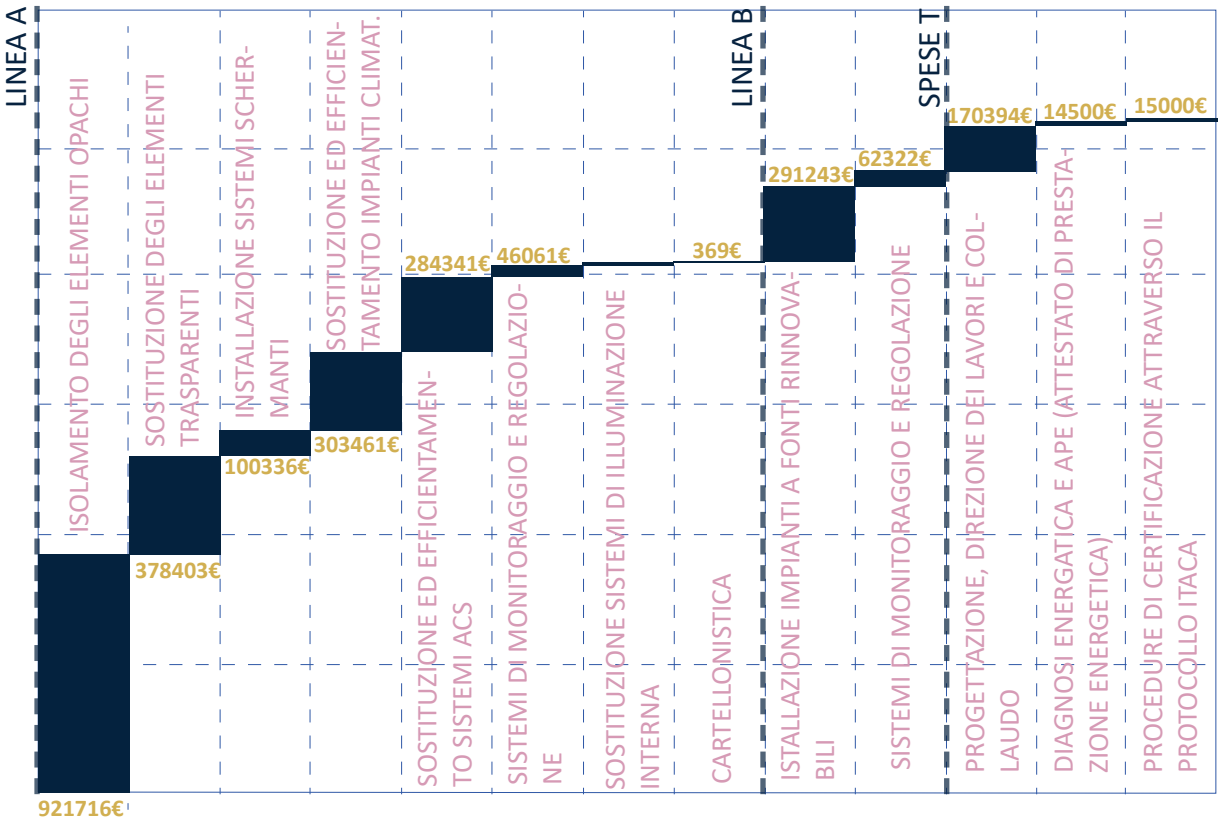


Fig. 239 Computo metrico complessivo, elaborazione personale Barbieri-Tatti

7

CAPITOLO

7. CONSIDERAZIONI E CONCLUSIONI

Gli obbiettivi del lavoro svoltosi all'interno della tesi trattano la creazione di una panoramica europea riguardo all'importanza dell'azione di riqualificazione energetico-ambientale. Si è quindi parlato della Renovation Wave attraverso la LTRS e approfondito le politiche attuatrici. Nel capitolo delle conclusioni occorre capire le criticità e potenzialità degli approcci europei e come l'Italia si possa collocare nel panorama. Inoltre è stato fondamentale il contributo che hanno dato i casi studio Italiani riportati al capitolo 6 poichè attraverso l'applicazione pratica degli stessi si è potuto concepire se le rispettive strategie adottate risultino dare un riscontro positivo o negativo. Inoltre questi trattano di politiche che l'Italia ha utilizzato per raggiungere determinati standard al 2030, 2050 e quindi strettamente confrontabili con azioni prese da altri paesi appartenenti all'Unione Europea.

7.1 CASI STUDIO ITALIANI

In conclusione in entrambi i casi studio, come si è già visto nelle pagine precedenti, occorre effettuare uno studio approfondito riguardo all'immobile oggetto di riferimento per identificarne le carenze e i possibili interventi da effettuare. Il patrimonio edilizio italiano è di età non recente e quindi costituito da un elevata numerosità di edifici con carattersitiche tecniche ed energetiche insufficienti, un'elevata quantità di riqualificazioni deve essere di primo interesse. Nel secondo caso studio di Novara si sono trattate costruzioni di edilizia pubblica poi trasformate in edifici nZEB. Probabilmente stanziare fondi per trasformare pochi edifici con classe energetica bassa a edifici con zero emissioni potrebbe non essere la scelta giusta da conseguire. Ovviamente realizzare riqualificiazioni energetico-ambientali portano un edificio da bassissime prestazioni energetiche a un nZEB è un'azione molto virtuosa che favorisce una decarbonizzazione dell'immobile, come da finalità al 2050. In Italia si potrebbe però preferire la riqualificazione attraverso interventi che possano valorizzare le condizioni di vita e le emissioni degli edifici senza però arrivare alla realizzazione di pochi edifici nZEB. Questo perchè come visto nel capitolo 5 a pagina 105, il tasso di riqualificazione energetica in Italia è ancora troppo basso per raggiungere gli obbiettivi al 2030 e 2050. Infatti si ricorda come per una corretta azione di LTRS sia fondamentale agire su ristrutturazioni profonde ma l'Italia risulta effettuare l'8% di ristrutturazioni "sotto soglia" e solo lo 0,3% di ristrutturazioni profonde. Si dovrebbe quindi puntare a riqualificare una maggiore quantità di edifici con minori, ma sempre adeguate, prestazioni date dai nuovi interventi di riqualificazione. Così facendo l'ondata di rigenerazione del patrimonio edilizio potrebbe essere maggiormente impattante, ponendo l'attenzione sempre su ristrutturazioni profonde.

All'interno del Superbonus110% questo viene effettuato attraverso un Attestato di prestazione energetica mentre nel POR FESR usufruendo di diagnosi energetica. Nel Superbonus 110% non vengono valutati in maniera approfondita i consumi cioè il profilo energetico dell'edificio di riferimento. Per esempio non viene fatta un analisi sul consumo dell'energia, non viene considerata in termini orari l'uso che l'utenza fa dell'impianto di riscaldamento e raffrescamento (si rimanda al capitolo 6 schema a pagina 295).

Si realizza quindi uno studio su una condizione energetica ipotetica del manufatto di riferimento, certamente non reale e veritiera. Inoltre è fondamentale basare le azioni di riqualificazione energetica sulle ricadute che essse hanno nella vita utile dell'edificio. In altre parole per ogni intervento si dovrebbero effettuare analisi di costo-efficacia e conoscere la vera redditività del progetto nel corso del lungo periodo. Attraverso il Superbonus110% viene certamente effettuata un'analisi dei costi ma in relazione ai massimali imposti dal decreto e quindi cercando di non superare il costo massimo prestabilito.
L'argomento più rilavente e maggiormente debole del Superbonus 110% riguarda gli interventi possibili e il non controllo di questi, ma sopratutto non si conoscono a partià di costi iniziali, ovvero di detrazioni richieste, i tempi di ritorno del progetto di riqualificazione. Sarebbe quindi doveroso introdurre da normativa la necessità di effettuare una diagnosi energetica totale senza però identificare un obbiettivo assoluto di riqualificazione ma proponendo ed incentivando interventi vantaggiosi in termini di costi/benefici. Il risparmio quindi non dovrebbe essere solo in termini economici ma sopratutto in termini energetici e sostenibili che non potranno essere raggiunti attraverso lassi di tempi brevi, ma che consentiranno all'immobile oggetto di studio di poter essere riqualificato attraverso un approccio energetico-ambientale concorde con i principi del Green Deal.
Come visto dal secondo caso studio del bando POR FESR, il protocollo Itaca è stato uno strumento di particolare importanza per poter analizzare i benefici di un progetto non in termini economici, ma dal punto di vista dell'accessibilità, vivibilità in contesti socialmente deboli, fruibilità della zona, condizioni di comfort interne, studi che si allontanano di gran lunga dalla redazione di un APE nel Superbonus110%. E' quindi sostanziale essere a conoscenza di tutte le possibilità che possano migliorare l'edificio dal punto di vista ambientale, energetico, sociale, vivibile.

Il bando POR FESR 2014-2020 è utile per essere un punto di partenza per una generale riqualificazione energetica. Porre un limite di realizzazione dell'opera dato da 0,40 kWh/€, calcolato come:

$$\frac{\text{totale agevolazione (€)}}{\text{riduzione annua di energia primaria (MWh)}}$$

concorre al monitoraggio e controllo di opere giustamente progettate. Nel Superbonus110% le uniche verifiche sono invece i controlli che l'agenzia delle entrate potrebbe effettuare nella documentazione.
Il Superbonus infatti considera esclusivamente APE pre e post intervento ed il salto di due classi energetiche, non tiene in considerazione di un fattore di risparmio al metro quadro. Inoltre, come visto nel capitolo 1, è fondamentale conoscere il tessuto edilizio per realizzare interventi conformi. Il patrimonio edilizio residenziale Italiano è composto per il 65-70% da case indipendenti e solo per il 30-35% da appartamenti all'interno di condomini. Effettuare un intervento con il Superbonus 110% nei grandi condomini risulta essere più faticoso a causa della notevole documentazione, ma sicuramente a livello di detrazioni massime è più accessibile rispetto ad un retrofit su unità immobiliari autonome e a più piani. Ovvero è difficile non sforare i massimali dei costi imposti dalla normativa in unità immobiliari grandi e con notevoli superfici disperdenti. Quindi perchè non aumentare i massimali imposti dal Superbonus110% così da poter agevolare interventi su abitazioni mono e pluri familiari? Quest'ultimi rappresentano appunto la maggior quantità, in termini numerici, di abitazioni nel patrimonio italiano.
Inoltre i massimali imposti dai prezzari (che tra l'altro sono differenti per ogni regione),

non sono stati rivisti e quindi all'interno del mercato viziato come quello italiano, si possono scegliere massimali di costo maggiormente onerosi all'interno dei prezzari. Dovrà quindi essere doveroso effettuare un controllo dei costi attraverso i massimali degli stessi e unificando un prezzario comune a tutte le regioni. Per quanto concerne l'aspetto tempistiche, un esempio di particolare rilevanza è il primo caso studio di Collegno. Questo essendo un condominio con 74 appartamenti di proprietari differenti, non si è potuto passare da uno studio preliminare alla realizzazione dell'opera stessa poichè le tempistiche date dal Superbonus110% risultano essere troppo strette. Infatti dopo sei mesi di lavoro il progetto risulta essere ancora alla fase di rilievo di dettaglio poichè una concentrazione così elevata di proprietari, ovviamente concorre difficilmente alla decisione di un singolo obbiettivo. Le tempistiche sono quindi molto ristrette per quanto riguarda la presentazione dei documenti dell'intervento e risulta impegnativo nei grandi condomini che vedono la presenza di molte unità immobiliari di proprietà differente. A questa problematica lo stato ha risposto in maniera adeguata ed esaustiva prorogano il Superbonus110% al 2023, anche se sarebbe sicuramente più facile poter avere la completa disponibilità di tempo una volta iniziato l'intervento.
Avendo citato la proroga che lo stato ha indetto per il Superbonus110% è fondamentale descrivere un altra problematica che accompagna questa agevolazione. Vi è una difficoltà di accettazione da parte dei cittadini della normativa. Quest'ultima infatti è poco chiara e la documentazione è eccessiva. Il Superbonus è una detrazione che ha avuto sicuramente grande successo, ma vi sono ancora delle minoranze che sono restie a presentare una domanda per questa agevolazione ed inoltre il totale delle domande e il totale delle effettive realizzazioni differiscono di una quantità molto elevata. Oltre alle incomprensioni del carico documentale da produrre, quello che frena i cittadini nella richiesta di accesso al Superbonus è sicuramente la complessità delle normative in quanto vi è la presenza di una variegata possibilità di approcci che rendono confusionario scegliere quale sia il migliore per l'edificio di riferimento. Nello specifico si riporta la normativa di riferimento che da un anno ad oggi ha accompagnato, modificato, incrementato il Superbonus:

- Decreto Rilancio 19 Maggio 2020 (Introduzione Superbonus);
- Decreto Requisiti tecnici 6 Agosto 2020;
- Decreto Asseverazioni 6 Agosto 2020;
- DM 329 6 Agosto 2020 (Sismabonus);
- Decreto 14 Agosto 2020 (Aggiunte);
- Circolare 24 e 30;
- Legge di Bilancio 2021 (Proroga ed estensione);
- Decreto Legge 59/2021 (Aggiornamento proroga).

Già ad una prima lettura spicca subito la notevole mole di legislazioni a riguardo che da un lato aiutano la detrazione del Superbonus semplificandola, ma risulta essere solamente una nuova implementazione difficile da comprendere. Si stima che il 70% dei lavoratori attribuisca alla comprensione delle norme una valutazione "impegnativa", il 25% "molto difficile" e solo il 5% "facile" [45]. Una possibile soluzione potrebbe essere di realizzare un Testo Unico normativo che aiuterebbe i professionisti nel porprio lavoro.

Parlando invece dei possibili interventi realizzabili con il Superbonus110%, la prima lacuna che si vuole mettere in evidenza riguarda i materiali di isolamento termico che secondo la normativa devono rispettare i Criteri ambientali minimi (CAM) definiti dal decreto DM del 11 Ottobre 2017. L'articolo 2.4.2.9 del DM riporta la tabella riguardante i requisiti che gli isolanti termici ed acustivi devono

avere in termini di percentuale di materiali riciclato. In questo caso però non vengono specificate le prestazioni che i materiali devono avere. All'interno della nota di ENEA riguardo l'utilizzo dei materiali isolanti viene specificato in primo luogo il requisito dei CAM e delle trasmittanze minime secondo la fascia climatica, in secondo luogo vengono ricordate la normativa per il calcolo della λ e le marcature a cui ciascun matriale risulta essere sottoposto.

Il problema principale che si è riscontrato riguarda la quantità di materiale utilizzato poichè se vi è un controllo del lambda degli isolanti, non è presente nella quantità da utilizzare in termini di spessore. Infatti all'intero del computo metrico viene descritto la quantità di materiale utilizzato ma, in caso di controlli, comunque viene esclusivamente guardato se il costo complessivo di ogni intervento sia corretto in base alle detrazioni possibili.

Inoltre si può redegire una critica riguardante la veridicità degli interventi stessi. Il Superbonus 110% infatti è previsto in ambito residenziale, e il proprietario dell'immobile è proprio colui a cui spettano le detrazioni e colui che insieme ad un tecnico specializzato decide gli interventi da effettuare. Non tutte le azioni di retrofit sono necessarie per una migliore effcienza energetico-ambientale, basti considerare la numerosità degli interventi possibili che sono anche spesso tutti effettuati in un unico immobile. Quindi in altre parole fare più interventi (non del tutto necessari), farà aumentare il valore economico dell'immobile attraverso una quantità di detrazioni che da parte dello Stato saranno date al possessore dell'immobile, ma che potrebbero essere evitate e conferite ad un ulteriore progetto di riqualificazione. Come fare quindi a controllare la veridicità degli interventi effettuando solo quelli strettamente necessari che facciano migliorare energeticamente il proprio immobile? Ovviamente i tecnici e il personale specializzato dovrebbero essere coloro che in primo luogo guidino l'utenza verso una scelta corretta degli interventi, ma, in Italia non sempre il lavoro viene svolto in questo modo.

Non è poi del tutto chiaro la distinzione tra progettista preliminare ed esecutivo, colui che inizialmente viene chiamato a redigere il progetto preliminare sarà anche quello che definirà il computo metrico e la congruità dei costi. Non essendoci un grande controllo, come si diceva precedetemente solo il 5% delle richieste di Superbonus sarà oggetto di controlli sia cartacei che in sito, non è del tutto sicura questa strategia.

Quindi il Superbonus 110% così come è stato definito dalle normative è un'azione di riqualificazione di una specifica gamma di edifici italiani, sicuramente non destinata ad edilizia storica ed antica.

> «Siamo convinti che i Superbonus 110% possano generare effetti espansivi significativi nella filiera dell'edilizia. Al momento però constatiamo una certa incoerenza delle norme che regolano i nuovi incentivi e criteri di accesso troppo restrittivi »[1]

Si riporta un sondaggio pubblicato nella pagina di Edilportale [45] inerente al pensiero dei professionisti riguardo il Superbonus110%. A tale studio hanno partecipato gran parte di architetti, geometri e ingegneri, coloro che da un anno hanno avuto numerose richieste di riqualificazione tramite questa agevolazione. Il Superbonus come si diceva nelle righe precedenti è una grande strategia e opportunità di lavoro ed infatti vi sono state numerose domande a riguardo. Si stima che il 31% degli intervistatari, sul totale del lavoro, abbia ricevuto più dell'80% domande per il Superbonus. Di queste richieste però meno del 25% si è trasformato o si sta trasformando in un cantiere vero e proprio.

Questa problematica si può spiegare attraverso il lungo percorso ad ostacoli definito dalla nascita e successiva crescita del Superbonus stesso. Nella fase iniziale, ovvero nella pri-

mavera del 2020 vi è stato un iniziale enorme vuoto normativo, sia i professionisti sia i committenti non erano supportati da norme tali da poter ipotizzare il successivo passo di cantierizzazione. Inoltre il tema della "conformità edilizia" fu il più critico da affrontare e risolvere. Successivamente a causa delle condizioni da pandemia COVID è stato quasi impossibile effettuare assemblee generali tra condomini, il che ha portato un netto rallentamento nella fase di prefattibilità. Quando poi si è potuto operare in maniera diretta non vi era più la disponibilità di attrezzature e i professionisti erano saturi dal punto di vista lavorativo tante fossero le domande inerti al Superbonus. Infine ad oggi l'incertezza sulle proroghe di tale agevolazione sono molte e non consentono una sicurezza per i cittadini che intendono rihiedere una detrazione da Superbonus110%. Si riporta il grafico delle principali problematiche riscontrate da parte dei professionisti.

In secondo luogo si riportano le problematiche avute dai richiedenti dell'agevolazione Superbonus110%.

In generale il Superbonus110%, sempre secondo i professionisti risulta per il 40% essere una grande opportunità, per un'altro 40% un auto però in modo parziale e per il 20% affermano che sia un grande sbaglio normativo da non ripetere.

Nel sondaggio si è inoltre richiesto cosa si pensasse riguardo alla proroga fino al 2023 che dovrà essere ancora approvata. La maggioranza si è trovata d'accordo con questa iniziativa ma vi sono comunque pareri contrastanti.

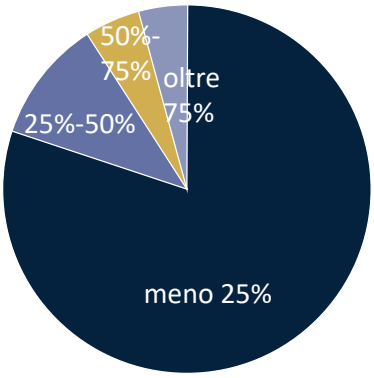


Fig. 240 Richieste divenute cantiere, rielaborazione grafico [45]

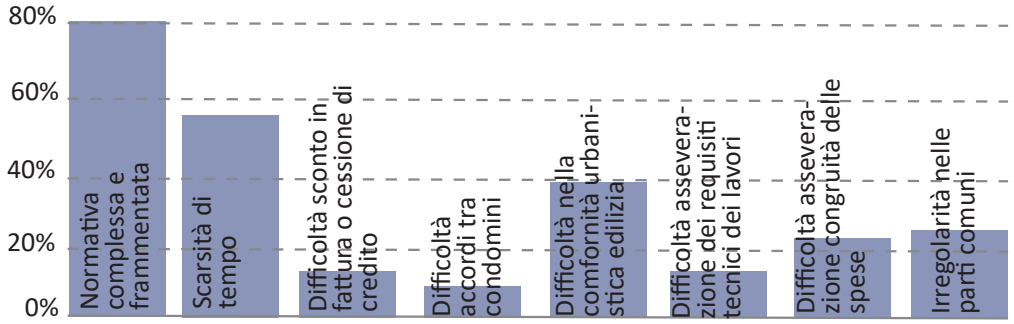


Fig. 241 Problematiche riscontrate dai professionisti, rielaborazione grafico [45]

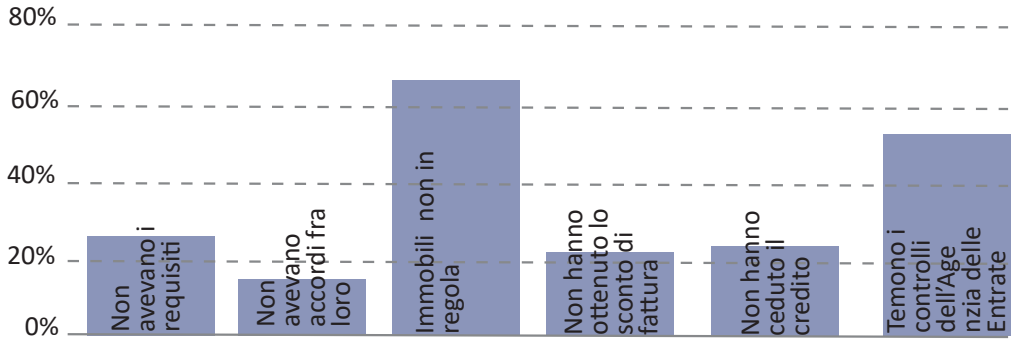


Fig. 242 Problematiche riscontrate dai professionisti riguardo alle richieste dell'agevolazione, rielaborazione grafico [45]

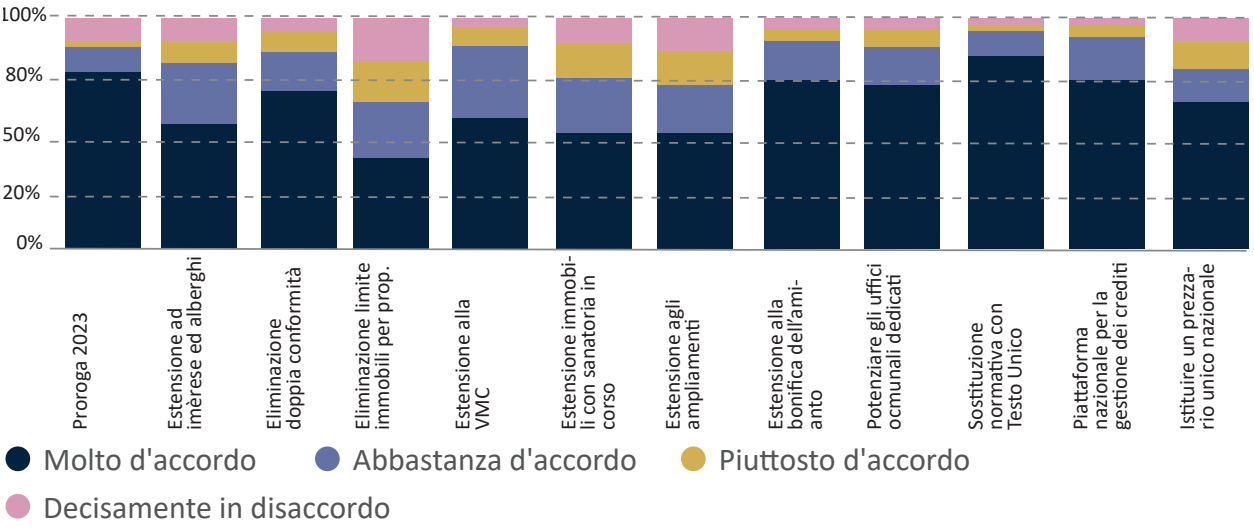


Fig. 243 Proroga al 2023, considerazioni, rielaborazione grafico [45]

Secondo le statistiche Super Ecobonus110%, aggiornate al 30 Settembre 2021 di ENEA [83] attraverso dati Instat, i dati relativi all'andamento degli interventi da Superbonus 110% si differenziano in maniera sostanziale in base alla tipologia di edificio. L'indagine evidenzia come tale agevolazione, sopratutto negli ultimi mesi, sia stata di fondamentale importanza per migliorare le condizioni energetiche del patrimonio edilizio italiano esistente. Occorre però ragionare riguardo gli obbiettivi che l'Unione Europea ha introdotto al 2030 ed al 2050. A livello Italiano infatti il Super Ecobonus 110% ha avuto un impatto per il 36% di cui per il 12% sostanzialmente positivo. Ma prendendo in considerazione un contesto maggiormente ampio l'Italia è ancora lontana al raggiungimento degli obbiettivi.

> "La tenuta del mercato immobiliare anche rispetto alla dimensione dell'efficienza energetica è un dato molto positivo se si considera che il 2020 è stato un anno particolare, segnato da consistenti arretramenti di molti indicatori economici e di benessere sociale causati alla pandemia. Se però guardiamo agli obiettivi per l'efficienza energetica al 2030 e, ancor di più, alla prospettiva della decarbonizzazione del parco immobiliare al 2050, il dato è largamente insoddisfacente." [83]

A causa del calo di compravendite e delle ristrutturazioni immobiliari, dovuto anche dalla pandemia SARS-CoV, ad oggi si contano notevoli immobili ancora di classe energetica G che quindi allontanano dal raggiungere delle finalità imposte dall'Unione Europea. Infatti l'obbiettivo dell'Europa di decarbonizzare il parco edilizio al 2050 sembra molto lontano. Riguardo il Superbonus110%, anche con le semplificazioni adottate nell'ultimo decreto, comunque risultano rimanere ancora delle incomprensioni. I cantieri sono molto lenti poichè c'è una rilevante mancanza di materie prime (esempio ponteggi) che risultano anche vedere un aumento dei prezzi delle stesse. Questo infatti ha anche notevoli ripercussioni negative riguardo alle nuove tecnologie da poter utilizzare.

A livello Italiano ci sono state al 30 Settembre 2021 [83] un totale di 46.195 asseverazioni (l'asseverazione è la certificazione che assicura il rispetto dei requisiti tecnici per gli interventi realizzati) con 7.495.428.322,63 € stanziati , di cui 5.114.321.404,08 € sono stati ammessi a detrazione completando il 68% dei lavori rispetto al totale. Considerando che, come si è visto nel capitolo 1, il totale degli edifici Italiani è di 14.452.680 si può affermare come il Superbonus 100% abbia intaccato il sistema immobiliare solo per lo 0,3%. In particolare le maggiori detrazioni sono state effettuate per edifici monofamiliari 23.654 per poi passare ad unità immobiliari indipendenti di piccole dimensioni 16.135 ed infine i condomini 6.406. I maggiori investimenti richiesti in termini economici sono stati effettuati da appartamenti all'interno di condomini. Considerando però che, secondo analisi Istat, in Italia sono presenti un milione e duecentomila condomini, quindi il Superbonus100% ha lavorato su solo lo 0,5% rispetto al totale portando a compimento il 60% dei lavori.

E' comunque doveroso dire che, dall'8 Febbraio 2021 sino al 1 luglio 2021, gli interventi del Super Ecobonus110% sono aumentati del 72% a livello Italiano.

Se si prendono in considerazione in maniera separata le Regioni, si vedrà come il numero delle asseverazioni maggiori è stato eseguito in Lombardia per poi passare a Lazio e alla Toscana. Il Piemonte si trova solo al Nono posto. Se però vengono messi in relazione il totale degli edifici residenziali con il totale delle asseverazioni eseguite si vedrà che i risultati cambieranno. Infatti il Lazio ed il Veneto sono sempre i primi nella classifica, la Lombardia si trova al quinto posto ed il Piemonte al decimo posto.

Proprio in Piemonte sono state fatte 2.957 asseverazioni di cui 462 per condomini (lavori completati al 60%) 1.783 per edifici monofamiliari e 712 per unità immobiliari indipen-

denti (lavori completati al 70%). In termini monetari però il 43% degi investimenti è stato fatto per condomini

Per quanto conerne il POR FESR 2014-2020 invece, il rapporto di monitoraggio del 2019 [67] definisce il quadro di benefici raggiunti.
Ovviamente la maggioranza delle candidature avviene dalla provincia di Torino, appunto per il 65%. Segue poi Cuneo per il 13% sino ad arrivare a percentuali minori, come per Novara 3% o addiritutura Verbania al 2%.
Per quanto concerne l'Asse IV, riguardate le misure per agevolare il risparmio di energia e usufruire di fonti energetiche alternative, ha riscosso abbastanza successo con un investimento totale di 196,7M di euro. Per quanto concerne la totale riduzione dei consumi nei comuni con abitanti maggiori di 5.000 vi sono state 64 domande di cui 40 accettate. Rispetto al totale delle politiche adottate dal POR FESR, l'asse IV conta il 16% dei beneficiari coninvolti rispetto al totale. In generale tale asse ha conseguito complessivamente una buona riduzione di emissioni di anidride carbonica e una buona produzione di energia da fonti rinnovabili.
Ad oggi si riscontrano ovviamente anche delle criticità riguardanti la modalità di organizzazione. Risulta infatti chiaro come tale strumento finanziario privilegi gli enti di piccole dimensioni a scapito delle grandi imprese a causa dell'incapacità da parte degli uffici in termini organizzativi. Inoltre il POR FESR 2014/2020 come detto precedentemente è un'agevolazione cumulabile ovvero, per esempio nel caso degli interventi inerenti ell'edilizia pubblica, può essere utilizzato insieme ad altre agevolazioni come quella del Conto Termico. Vi è quindi un meccanismo gestionale abbastanza complesso che prevede un stretto rapporto con il GSE ovvero il Gestore Servizi Energetici.

Attraverso la mappa della Regione Piemonte vengono individuati i principali comuni a cui

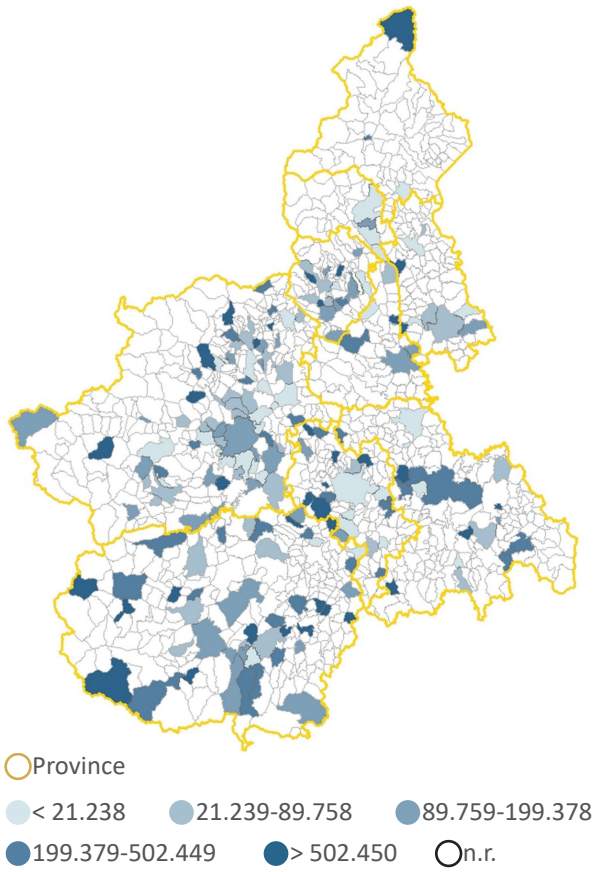


Fig. 244 Mappa finanziamenti concessi ai comuni, rielaborazione immagine [67]

è stata data la disponibilità dell'agevolazione inerente all'asse IV. La quota maggiormente rilevante si distingue nei comuni di Alessandria, Vercelli e Cuneo.

Nella tesi è stata analizzata la riduzione dei consumi energetici riguardanti edilizia pubblica pubblicato il DDn.47 13/02/208, DD n.98 12/03/2018 il cui bando è stato aperto il 6/05/2019 ed è tutt'ora in vigore. In questa specifica casistica al 2019 le domande finanziate risultavano essere quattro con un investimento concesso di 4.801.770 euro. Nel rapporto del 15 Novembre 2020 [67] il totale delle domande presentate risulta va essere 7 con una richiesta di agevolazione di 8,227 mln/euro. Tale sezione dell'Asse IV risulta essere di fondamentale importanza

poichè agisce all'interno di quella porzione di edilizia con consumi molto alti, povertà energetica, e condizioni lontani dal comfort abitativo. Le tipologie all'interno di tale agevolazione sono concordi con l'obbiettivo di un'Europa maggiormente consapevole degli sprechi, un'Europa "più verde" basata sulla decarbonizzazione del patrimonio edilizio.

Si riportano i risparmi ottenuti attraverso tale agevolazione degli edifici a cui si è consentito l'accersso a tale domanda. Si nota come ci sia un fondamentale risparmio di energia proveniente da fonti non rinnovabili $EP_{gl,nren}$ ed inoltre le successive emissioni di CO_2 sono anch'esse contrastate di 689 tonnellate all'anno.
Si deve però affermare una parte rilevante dell'azione di retrofit energetico attraverso la realizzazione di nZEB. Quest'ultima risulta essere rilevante in termini di costi e dare risultati non performanti rispetto ad altre riqualificazioni. Realizzare edifici ad energia zero vuol dire puntare ad un futuro maggiormente sostenibile con però tempi di ritorno molto più lunghi ed investimenti maggiormente onerosi rispetto ad altre iniziative di riqualificazione.

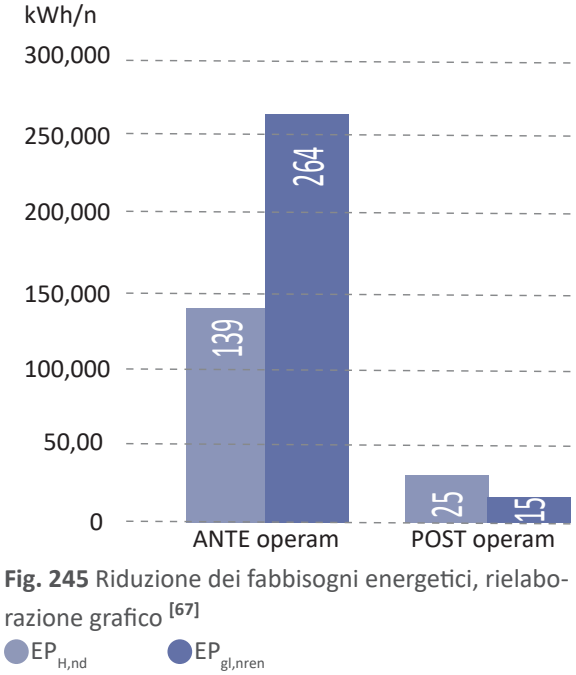


Fig. 245 Riduzione dei fabbisogni energetici, rielaborazione grafico [67]

Il POR FESR 2014-2020 inoltre è agevolato per il 10% dal Conto termico e quindi si è riternuto esplicativo e rilevante riportare i dati significativi Italiani riguardanti la monitorazione dei dati relativi agli incentivi concessi. Tali dati sono stati rilasciati dal GSE ovvero Gestione Servizi Energetici [84] [85].

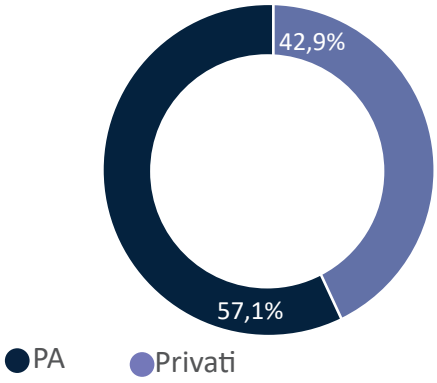


Fig. 246 Incentivi impiegati, rielaborazione grafico [46]

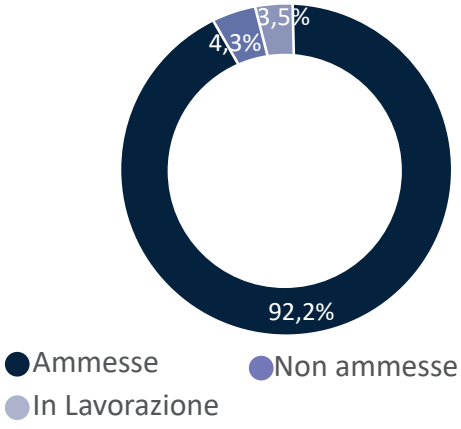


Fig. 247 Richieste effettuate, rielaborazione grafico [46]

In primo luogo si sono studiati il totale delle richieste pervenute e dei relativi incentivi impiegati. Il totale di quest'ultimi risulta essere pari a 272 mln di euro differenziati in 117 per le pubbliche amministrazioni e 155 per i soggetti privati e imprese.

A differenza del Superbonus110% all'interno del quale risultano non amesse innumerevoli richieste, nel caso del Conto Termico il 92,2% di quest'ultime risultano essere amesse.

Differenziando poi gli interventi effettuati in base alla sfera di appartenza ovvero Pubbliche amministrazioni o privati, si nota l'innumerevole richiesta di interventi legati alla sostituzioni di pompe di calore e di generatori a biomasse. Nello specifico nel caso di interventi legati alla sfera pubblica, 8.821 interventi riguardano appunto le pompe di calore. Un ulteriore intervento prevalente è la realizzazione di attestati di prestazione energetica per un totale di 3.075 interventi. La realizzazioni di edifici nzeb risulta dare un piccolo riscontro di soli 401 interventi e considerando i minimi interventi realizzati, vi sono i sistemi di building automation pari ad un numero di 187. Abbastanza rilevanti risultano essere gli interventi legati all'illuminazione che contano 871 interventi, quelli inerenti alla coibentazione dell'involucro 1.590 e alle chiusure trasparenti 1.629.

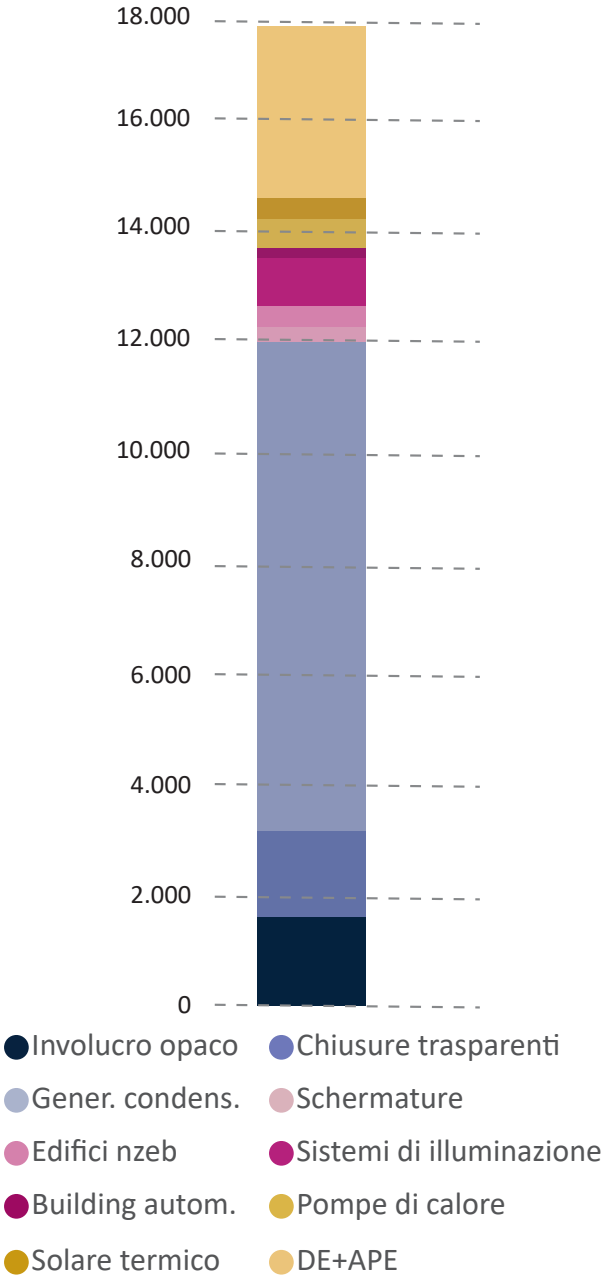


Fig. 248 Interventi per PA, rielaborazione grafico [46]

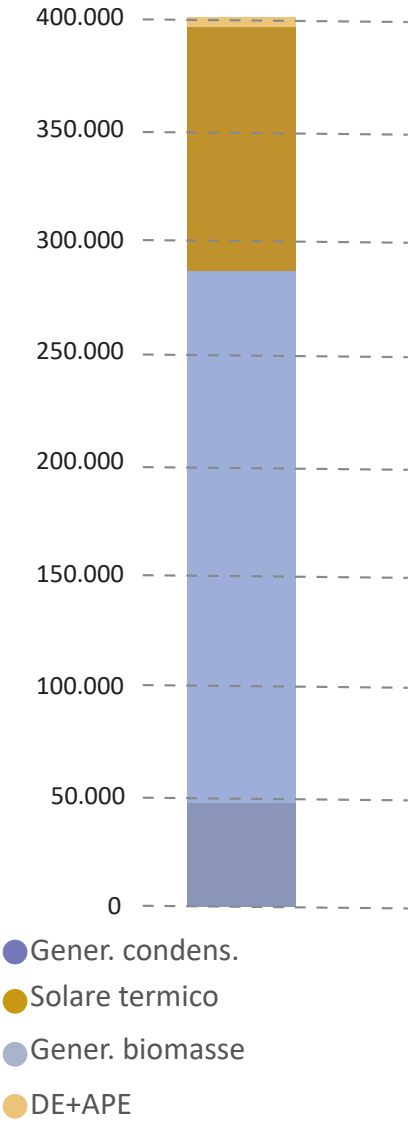


Fig. 249 Interventi per privati, rielaborazione grafico [46]

Per quanto concerne gli interventi dei privati risultano essere rilevanti quattro sezioni legate per un maggior numero, a 236.844, ai generatori a biomasse. Il solare termico risulta essere 110.742 ed i generatori a condensazione 49.280.

Nel grafico sottostante si riportano infine gli interventi effettuati in termini di costi e il totale degli incentivi presenti da attribuire ai possibili ulteriori interventi di riqualificazione energetica. Le due linee orizzontali rappresentano la disponibilità residua rispettivamene in blu scuro della sfera privata e in celeste quella pubblica. Si nota come la possibilità di incentivazione nella sfera privata e pubblica abbia una possibilità superiore in maniera molto elevata rispetto agli effettivi incentivi impiegati.

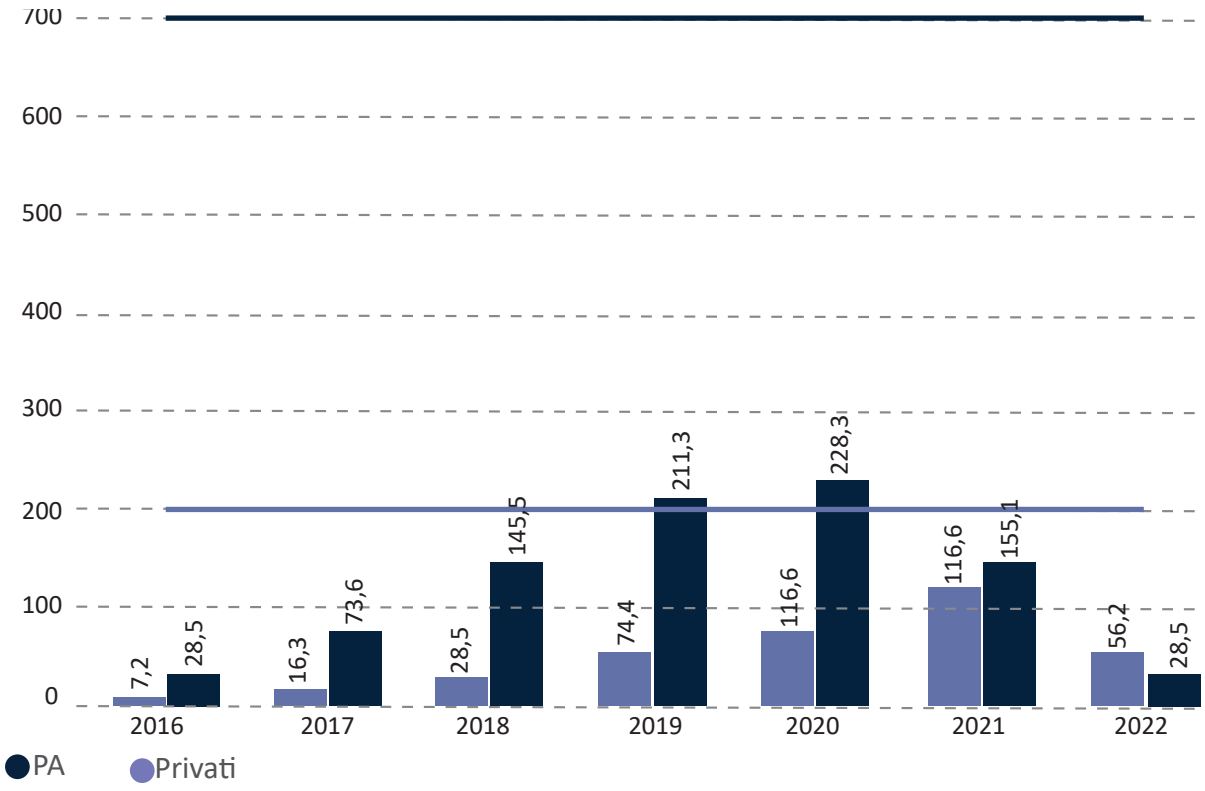


Fig. 250 Incentivi impegnati annualmente e disponibilità residua in euro, rielaborazione grafico [46]

Infine è interessante venire a conoscenza del costo a metro quadro dei singoli interventi ovvero dei due casi studio Italiani. Infatti per quanto concerne Collegno e quindi agevolazione tramite Super Econobonus 110% (Superbonus110%), la spesa totale con IVA al 22% e spese tecniche al 10% risulta essere di 2.225.250 € e superficie climatizzata di 4.924,83 m². Il costo/m² dell'intervento è di 451,84 €/m². Il Caso studio di Novara attraverso il POR FESR invece risulta dare un risconotro abbastanza differente. Per realizzare interventi su tre edificio con obbiettivo nZEB la spesa totale ammonta a 2.600.439,13 € con una superficie totale di 2.928,62 m² e quindi un costo al metro quadro di 887,94 €/m².

Occorre però confrontare i due casi studio attraverso il risparmio energetico rimodulando il costo degli interventi. Per quanto concerne il primo caso studio infatti il fabbisogno di energia non rinnovabile ante e post intervento risultava essere ($EP_{gl,nren}$) rispettivamente di 185,98 kWh/m^{2}annuo e di 5,02 kWh/m^{2}annuo. Il risparmio energetico conseguito quindi risulta essere di 884,01 MWh.

Per quanto concerne il caso studio di Novara invece il fabbisogno complessivo dei tre edifici ante e post operam risultava dare valori di $EP_{gl,nren,pre}$= 370,46 kWh/m^{2}annuo e $EP_{gl,nren,post}$= 32,45 kWh/m^{2}annuo con un risparmio energetico totale pari a 922,92 MWh.

7.2 POLITICHE EUROPEE

Per raggiungere gli obbiettivi dell'Agenda 2030 e la neutralità climatica entro il 2050 la tesi si incentra riguardo l'importanza della ristrutturazione e quindi riqualificazione energetica del tessuto edilizio esistente. Come si è visto precedentemente il settore residenziale è particolarmente energivoro e le varie Nazioni, con differenti metodologie, hanno imposto azioni atte a mitigare tale perdite di energia.
L'intera Unione Europea da anni lavora su questo tema che però ha preso molta importanza grazie alla Renovation wave attraverso il Green Deal.
In generale le misure politiche che dovrebbero essere prese a livello dell'Unione Europea consistono nel rafforzare la legislazione esistente con misure maggiormente vincolanti poichè la tabella di marcia per una ristrutturazione importante deve avvenire prima del 2050. Infatti gli Stati membri dell'Unione Europea dovrebbero preparare piani dettagliati che comprendano misure a lungo termine per una ristrutturazione profonda che comprenda misure finanziarie e formative. Le misure poi prese dai differenti Stati dovrebbero essere constantemente valutate e migliorate, ed eventualmente se si accorgesse di non riuscire a raggiungere gli obbiettivi al 2050, occorerebbe rafforzare quegli interventi che possano rendere gli edifici nZEB.
Inoltre si dovrebbero scegliere strategie di finanziamento ambiziose che considerino l'intero ciclo di vita dell'immobile e che prediligano ristrutturazioni profonde. Ovviamente si richiederanno significativi investimenti iniziali per dare impulso ad un'ondata di riqualificazione che comporteranno diminuzioni sostanziali di standard energetici degli edifici.
Gli Stati Membri potrebbero incentivare i sistemi di finanziamento innovativi che potrebbero stimolare un aumento di investitori privati.

A livello Nazionale occorre una migliore attuazione degli schemi di certificazione energetica e audit degli edifici in quanto sono strumenti con i quali gli edifici possono innalzare il proprio valore e conseguentemente il mercato immobiliare potrebbe essere stimolato verso investimenti sempre maggiormente green.
Inoltre le società ESCO possono facilitare maggiormente i programmi di riqualifiazione e quindi si dovrebbero incoragiarre tali società ad essere da tramite tra utente e società.
Si dovrebbero incentivare le riqualificazione di quegli edifici appartenenti ad una soglia energetica troppo alta, per esempio nel Regno Unito "l'Energy Bill 2011" ha reso illegale l'affitto da parte di privati di immobili appartenenti a classi energetica F e G, così da incentivare una riqualificazione di gran parte del patrimonio immobiliare che appartiene a tali classi energetiche.
In generale però occorre essere a conoscenza delle caratteristiche del parco edilizio esistente, come riportato nelle pagine precedenti nel sondaggio BPIE, questo risulta essere determinante per redigere una lettura energetica degli immobili. Ci sono però ancora troppe lacune ed infatti tutti gli Stati Membri dovrebbero dare un contributo significativo al monitoraggio, comunicando i dati e cogliendo l'opportunità per ristrutturare attraverso soluzioni interessanti.
Se si vogliono guardare dati reali in merito agli incentivi e interventi effettuati sino ad oggi occorre prendere in considerazione differenti Nazioni poichè attraverso programmi distanti concorrono al raggiungimento dello stesso obbiettivo.

In Francia per esempio l'osservatorio francese ha redatto un sondaggio in cui spicca

che il settore dell'edilizia è responsabile di un quarto delle emissioni complessive di gas serra. Questo dato è tanto sconcertante quanto lo è maggiormente il basso tasso di ristrutturazione termiche avvenuto nel 2020. Sono solo 18.500 le unità immobiliari sottoposte ad un retrofit energetico nel 2020, dato davvero troppo basso che ha allarmato i dirigenti Francesi che hanno stanziato ben 7 miliardi di euro sino al 2022. Nella Nazione per raggiungere gli obbiettivi di neutralità climatica al 2050 occorerebbe riqualificare 500.000 edifici all'anno, dato ben superiore ai soli 18.500 eseguiti nel 2020. In Francia le agevolazioni ovvero i finanziamenti per azioni di retrofit vengono rilasciate sopratutto a famiglie a basso reddito.

Anche in Germania la situazione risulta essere abbastanza critica, che nel 2010 ha stanziato ben 500 miliardi di euro per la riqualificazione del tessuto edilizio esistente, che però a quanto pare abbia fallito in quanto i risparmi di anidride carbonica ottenuti sono stati abbastanza bassi. Infatti nel settore edile i risparmi ottenuti di CO_2 risultano essere solo del 3% ed invece per raggiungere la neutralità climatica al 2050 occorerebbe una diminuzione dell'80% di CO_2. In Germania, a differenza della Francia, gli incentivi non vengono rilasciati in base al reddito, ma sopratutto in base all'impatto degli interventi adottati in un progetto di retrofit energetico.

In Italia, grazie alla agevolazioni date dai vari bonus che giovano al risparmio energetico, risulta avere addottato misure abbastanza vincenti. Il PNIEC ha fissato un rispario di 0,33 Mtep/annuo di energia finale nel settore residenziale che deve essere conseguito tra il 2021 e il 2030, così da abbassare le emissioni di CO_2 da 44,2 Mton nel 2020 a 32,7 Mton nel 2030 ovvero risparmiando oltre il 40% rispetto la 1990.
Come si è già detto l'importanza nell'azione di riqualificazione energetica è anche ambientale poichè riduce in maniera sostanziale la richiesta di estrazione delle materie prime che risulta essere una fase molto onerosa in termini di impatti ambientale e quindi di emissione. Nel capitolo 4 si è trattata la fase di progettazione e quanto fosse importante trattare una riqualificazione ipotizzando un periodo di tempo "dalla culla alla culla" utilizzando materiali sostenibili e tecnologie di assemblaggio avanzate. Nei casi studio italiani, e in generale nelle politiche adottate dalla Nazione si rietiene che l'aspetto sostenibile non sia del tutto al centro del dibattito. Questo perchè riportando i casi di Collegno e Novara importante è definire i requisiti minimi dei materiali ovvero usufruire di elementi riciclati, riciclabili, elementi attivi come fotovoltaici e solare termici. Ma prima di questo ci si dovrebbe sofermare sulle modalità di azione che scandiscono una riqualificazione energetico-ambientale. Infatti il processo di gestione dell'organismo edilizio al momento della demolizione dello stesso non è ben chiaro, poichè le scelte adottate in fase di progettazione non prendono in considerazione l'ottimizzazione degli sprechi. In altre parole l'Unione Europea ha stilato una lista di azioni utili per una corretta gestione dell'ediificio dal design all'organizzazione dei rifiuti. In Italia per esempio nelle diverse agevolazioni che nel corso della tesi si sono viste non vi è una normativa utile per stabilire azioni di retrofit tramite elementi prefabbricati, costruiti offsite, separabili, che rendono una gestione sostenibile dell'immobile una volta demolito. Dai progetti europei di riqualificazione che si sono riportati nel capitolo 5 seguono maggiormente questi approcci, quasi tutti i casi studi Europei lavorano attraverso una pianificazione quasi industrializzata che è eccellente. Per esempio la politica di Energiesprong è effettuare una industrializzazione del processo edilizio per realizzare una pro-

gettazione integrata. Questo potrebbe essere un esempio da trarre in considerazione nel mercato italiano. Infatti ad oggi occorrerebbe migliorare e velocizzare le fasi lavorative per impiegare una tempistica minore e riuscire a riqualificare un maggior numero di edifici. Utilizzare software BIM inoltre permetterebbe una visione a 360 gradi del progetto e processo edilizio ed energetico che potrà aiutare il professionista nell'organizzazione e gestione dell'immobile oggetto dell'intervento.
Inoltre come visto sia nei progetti di REHA sia in quello di Energiesprong, una lavorazione offsite potrebbe essere una soluzione innovativa e con numerosi vantaggi da poter incentivare per la trasizione energetica italiana. Infatti adottare una politica di montaggio in sito ma costruzione in cantiere migliora inanzitutto le condizioni lavorative degli impiegati e quindi successivamente anche l'attenzione e precisione che essi portano alla costruzione. Inoltre realizzare per esempio intere pareti o addirittura elementi tridimensionali in azienda o in cantiere comporterebbe tempi di realizzazione maggiormente brevi e soprattutto un invasività nel sito di progetto molto meno impattante, così da non arrecare fastidi ai residenti della zona e dell'immobile stesso.
E' ovviamente sostanziale il differente approccio italiano da quello degli altri interventi Europei, si può affermare che sia meno intraprendente ma non meno performante sotto determinati aspetti. Si deve considerare sempre che non si possono redigere progetti ed interventi univoci perchè i contesti culturali, legislativi, finanziari ed urbanistici sono ovvimente differenti.
Inoltre è importante utilizzare una visione non solo energetica ma anche ambientale in quanto molto spesso viene a volte tralasciata. Grazie al caso studio di Novara si è capito come utilizzare un protocollo multicriterio come appunto lo è Itaca sia fondamentale per valutare dal punto di vista sostenibile un edificio. Come questo anche l'approccio "Building of tomorrow" dell'edificio a Zurigo (pagina 154) sostiene i cambainti verso un futuro sostenibile basandosi su uno schema di valutazione, in quel caso chiamato TQB (Total quality building).
Ovviamente la possibilità di concretizzazione nella Penisola un progetto con gli stessi "ingredienti" delle altre nazioni è ovvimanete molto complesso ma non impossibile da realizzare per migliorare gli attuali interventi di retrofit energetico.
In Italia vi è ancora un ampia gamma di scietticismo a causa dell'ineguatezza degli

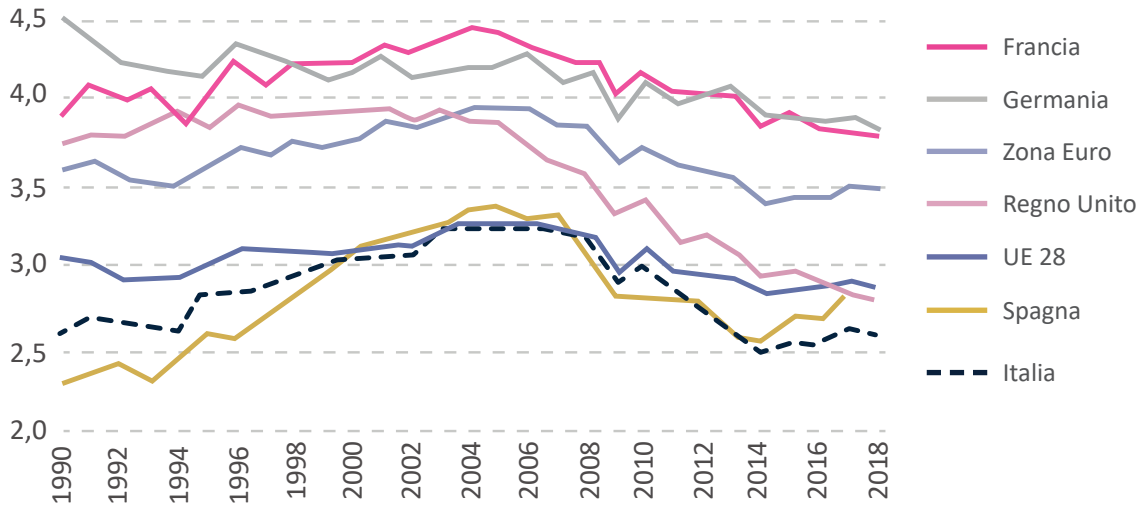


Fig. 251 Domanda di energia primaria per abitante, rielaborazione grafico [1]

strumenti e processi della filiera già esistenti. E' inoltre importante constatare che l'offerta di tecnologie integrate in grado di garantire tempi, costi e prestazioni adeguate stenta a trovare una domanda poichè questa risulta essere bloccata dalle condizioni economiche. Inoltre il territorio italiano e gli abitanti stessi sono molto legati all'edilizia tradizionale che è differente dai processi standardizzati ed industrializzati per esempio di Energiesprong o delle facciate TES. Inoltre gli utenti in termini di finanziamenti non prendono in considerazione un investimento in termini energetici ma preferiscono incentivi come quelli esistenti da Bonuscasa. L'italia però risulta essere davvero molto potente dal punto di vista manufatturiero ed infatti può certamente puntare verso un'ibridazione di industria e manifuttura, sulla qualità degli ingredienti e sulle soluzioni personalizzate.

Tutto questo però si può definire come buona pratica per raggiungere le finalità al 2030 e al 2050? Certamente dall'Accordo di Parigi (Dicembre 2015, COP21) le Nazioni hanno fatto grandi passi in avanti, hanno impiegato politiche davvero molto ambiziose sia nel settore pubblico sia nel settore privato. Tutto questo però non basta e durante la COP26 [83] riunitasi a Glasgow dal 31 Ottobre al 12 Novembre 2021, la situazione è ancora insufficiente tanto da richiedere obbiettivi maggiormente ambiziosi. Durante tale incontro infatti si è affermato del tutto chiaramente che se anche le Nazioni non inizino a percorrere la giusta via verso una decarbonizzazione al 2050, entro il 2100 l'innalzamento dei gradi sarà pari a 2,7°C rispetto ai livelli preindustriali, si ricorda che l'obbiettivo prestabilito nell'Accordo di Parigi fu di massimo 2°C. La COP26 infatti è fondamentale per azionare politiche atte a dimezzare almeno del 50% l'emissione di anidride carbonica entro il 2030.

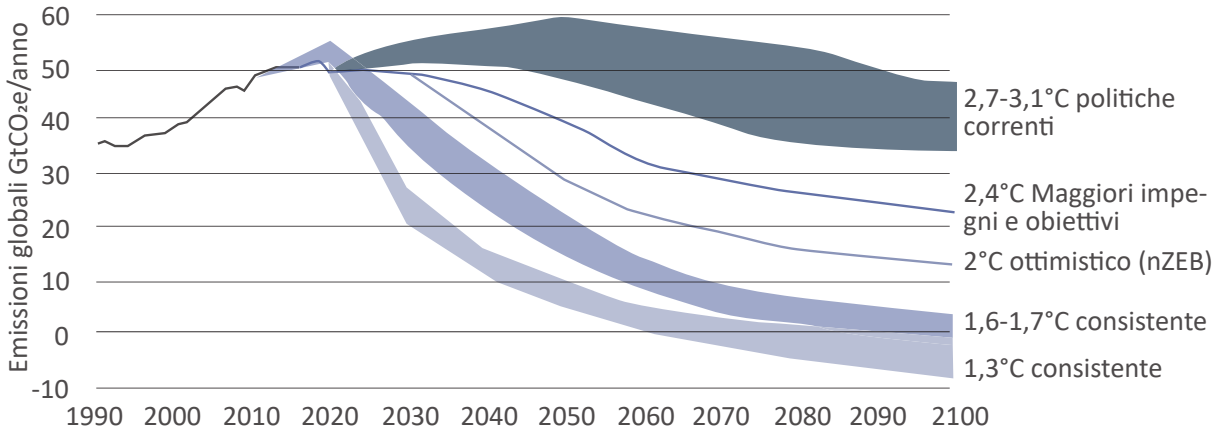


Fig. 252 Emissioni globali di anidride carbonica, rielaborazione grafico [84]

7.3 POSSIBILI SCENARI ITALIANI

Occorre però approfondire anche la questione dei nuovi scenari che potrà attraversare l'Italia nel futuro. Un futuro che risulta essere sempre più presente in quanto la scadenza dei bonus fiscali è ormai vicina. Dall'esperienza avuta si può affermare come il primo motore incentivante opere di riqualificazione energetico-ambietale è senza ombra di dubbio il finanziamento. Sia in Italia sia in Europa infatti poter sfruttare determinate agevolazioni ha numericamente aumentato i retrofit civili. E' fondamentale però capire che l'utente va educato, egli deve essere in grado di distinguere tra la possibilità di usufruire di incentivi dal perchè è necessario che egli ne usufruisca. Affermare infatti di poter effettuare interventi "gratis", come è avvenuto nel Superbonus110% non ha reso l'utente consapevole della carente condizione in cui si trova il patrimonio edilizio immobiliare e del perchè è necessario effettuare miglioramenti. Si dovrebbe quindi creare una rete di informazioni, sportelli, programmi di sostegno per sensibilizzare ed informare gli utenti riguardo alle azioni di riqualificazione. Questa operazione è gia stata fatta in nazioni come il Belgio, la Croazia, la Francia e molte altre, si potrebbe quindi imparare da azioni già effettuate per creare una roadmap italiana efficace.

L'utilizzo di bonus, potrebbe essere una strategia vincente a patto che essa sia studiata in modo approfondito. In primo luogo sarebbe fondamentale centralizzare gli strumenti che si andranno ad utilizzare così da poter creare una strategia comune e produrre elementi comparabili. Successivamente, dai due casi studi italiani studiati, si è capito come l'utilizzo di una diagnosi energetica sia fondamentale e primo punto di partenza per redigere azioni di retrofit. Ipotizzando quindi uno scenario di prolungazione del Superbonus110%, è fondamentale come la diagnosi dovrebbe essere lo strumento principale. Oltre a questo, occorrerebbe anche pensare non soltanto al singolo edificio poichè i singoli interventi si rispecchiano poi nelle città stesse e quindi, ipotizzando di voler raggiungere la decarbonizzazione al 2050, sicuramente lo scenario dovrebbe partire dalla città, quartiere e poi incentrarsi nell'edificio. Ecco che per questi elementi, i protocolli di certificazione ambientali sono gli unici che potrebbero aiutare. Un esempio è appunto il protoccollo Itaca, ma si può anche citare altri come il leed, well. Facendo un esempio, effettuare una riqualificazione energetica di un edificio è fondamentale, come però anche sponsorizzare una mobilità sostenibile per raggiungerlo riducendo così le emissioni di anidride carbonica. Gli stessi protocolli inoltre, ci danno alcuni imput per pensare a come andare a riqualificare, ragionare anche sulla tipologia di materiali utilizzati e sopratutto degli impatti che quest'ultimi avranno al momento della loro dismissione. Dismissione che appunto potrebbe essere vista come riciclo e riuso degli stessi. La strategia di interventi infatti sovrebbe guardare al ciclo di vita dei materiali utilizzati attraverso un analisi costi benefici e un piano di manutenzione con successivo piano di riciclo. Come già presente in alcuni Nazioni europee potrebbe essere utile creare una piattaforma nel web dove ci sia la possibilità di scambiare informazioni riguardo agli elementi e materiali che in quel momento rientrano nel mercato provenienti da dismissione di immobili.

Menzionando il monitoraggio, sarebbe fondamentale effettuare una strategia tale da poter valutare le emissioni e l'utilizzo di energia che l'edificio ha nel tempo. Questo perchè non basta il semplice calcolo allo stato "zero", come avviene nel Superbonus110%, ma per prevenire mal funzionamenti è necessario realizzare una strategia sin dalla fase iniziale.

Attraverso tutti questi ingredienti si garantirebbe uno scenario sicuro, che possa valutare ogni alternativa senza darla per scontata, che garantirebbe un mercato sicuro e che trasformerebbe le città italiane.

"Il nostro modello sarà diverso per due motivi la qualità e la competitività della manifattura italiana, la seconda in Europa, e la bellezza. Vogliamo infatti che i processi di rigenerazione siano capaci di migliorare la vita delle persone apportando anche la bellezza e qualità architettonica nelle nostre città", Thomas Miorin, Re+Built [48]

8

ALLEGATI

8.1 CASO STUDIO 1 | Applicazione Super Ecobonus 110% (Superbonus 110%)

Si riportano i disegni tecnici utili per lo studio, tutti sono stati redatti a cura di Barbieri e Tatti.



Fig. 253 Keyplan

Strada carrabile principale
Area impermeabile asfaltata
Coperture a falde
Area permeabile verde
Coperture piane

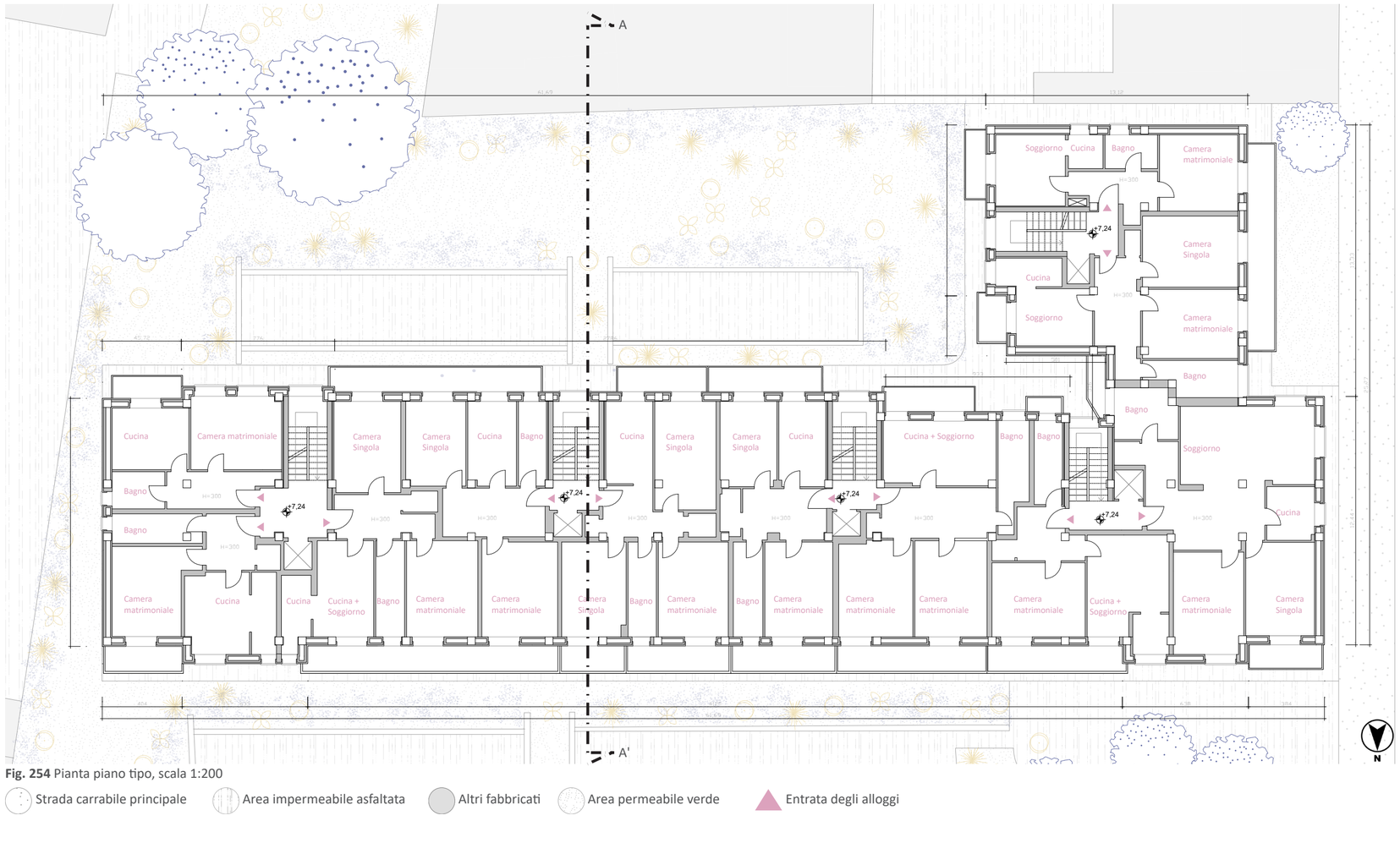


Fig. 254 Pianta piano tipo, scala 1:200

Strada carrabile principale
Area impermeabile asfaltata
Altri fabbricati
Area permeabile verde
Entrata degli alloggi



Fig. 255 Prospetto Nord, scala 1:200



Fig. 256 Prospetto Sud, scala 1:200



Fig. 257 Prospetto Ovest, scala 1:200



Fig. 258 Sezione A.A', scala 1:200

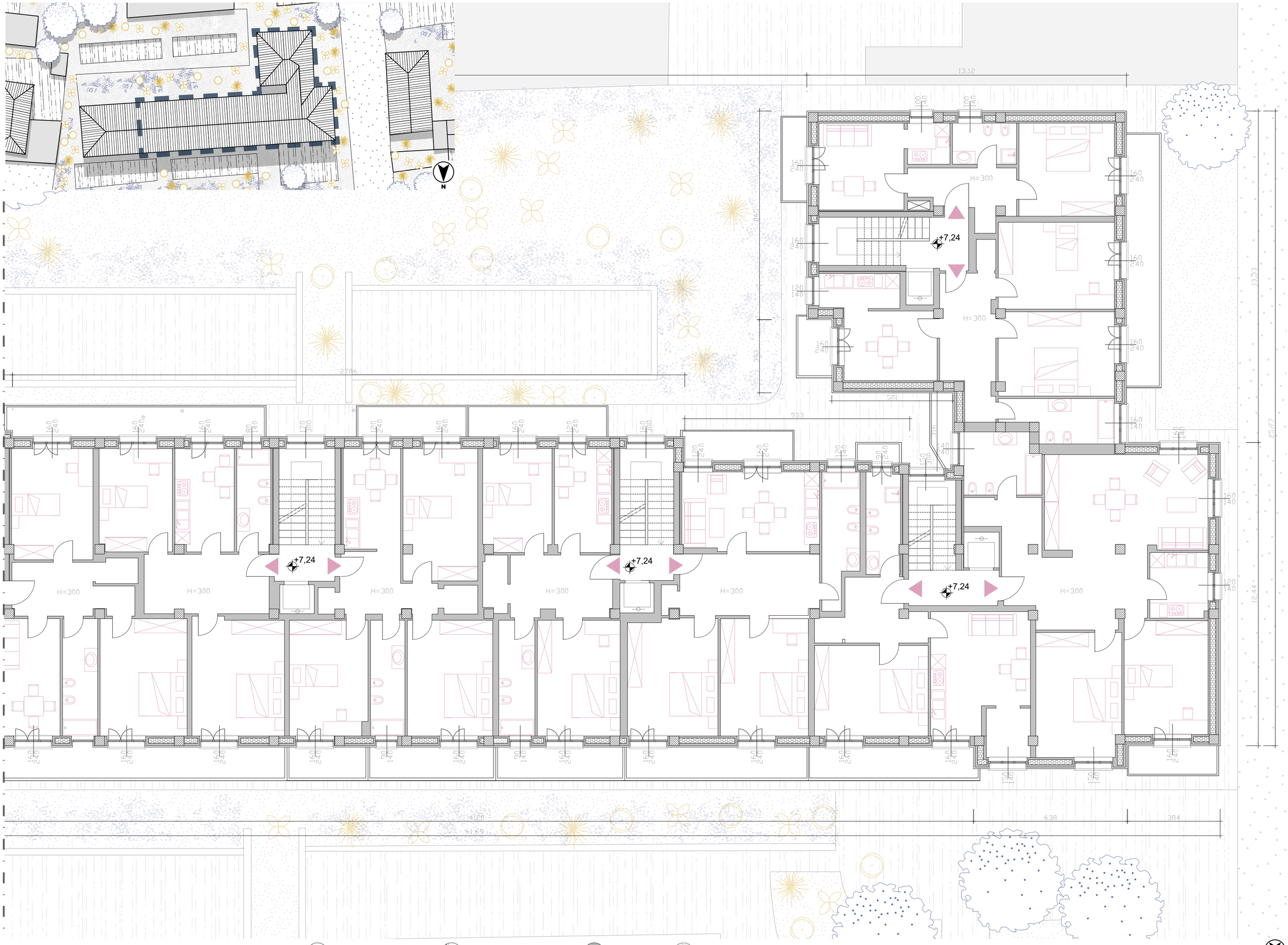
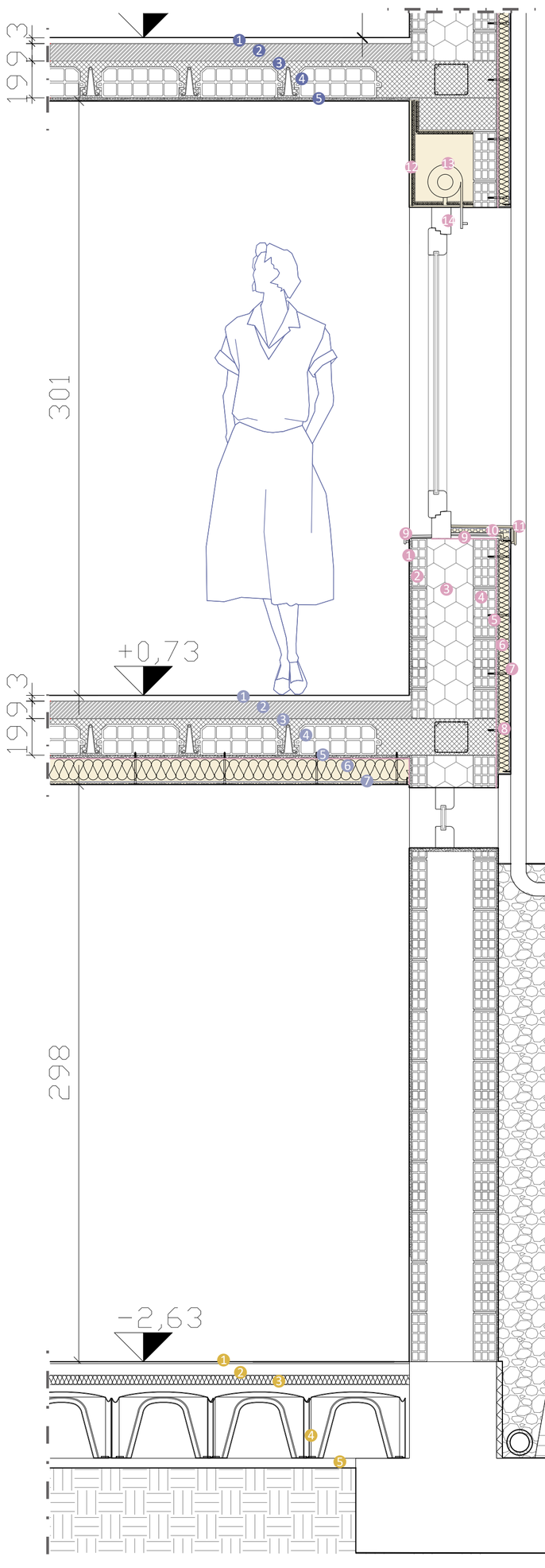


Fig. 259 Stralcio di pianta del piano tipo, scala 1:100



CHIUSURA OPACA VERTICALE **U= 0,105 W/m²K**

1	Intonaco in cemento e sabbia	Sp: 1cm	λ=1,00 W/mK
2	Muratura in laterizio	Sp: 8cm	λ=0,36 W/mK
3	Coibente in fibra di cellulosa (insufflaggio)	Sp: 24cm	λ=0,036 W/mK
4	Muratura in laterizio	Sp: 12cm	λ=0,47 W/mK
5	Intonaco in cemento e sabbia	Sp: 1cm	λ=1,00 W/mK
6	Coibente in poliuretano	Sp: 12cm	λ=0,028 W/mK
7	Intonaco plastico per cappotto	Sp: 1cm	λ=0,3 W/mK
8	Tassello termico per cappotto		
9	Davanzale esistente	Sp: 2cm	
10	Pannello in poliestere espanso sintetizzato	Sp: 3cm	λ=0,03 W/mK
11	Nuovo copri-davanzale	Sp: 2cm	
12	Pannello in poliestere espanso sintetizzato	Sp: 2cm	λ=0,03 W/mK
13	Nuovo avvolgibile in PVC		
14	Nuovo serramento in PVC con doppio vetro		

PARTIZIONE ORIZZONTALE

1	Piastrelle in ceramica	Sp: 3cm	λ=1,3 W/mK
2	Massetto in c.l.s. con rete	Sp: 9cm	λ=1,49 W/mK
3	Soletta in laterizio	Sp: 19cm	λ=0,66 W/mK
4	Pignatta	16 x 40 x25 cm	
5	Intonaco in cemento e sabbia	Sp: 1cm	λ=1,00 W/mK

PARTIZIONE ORIZZONTALE CANTINE **U= 0,187 W/m²K**

1	Piastrelle in ceramica	Sp: 3cm	λ=1,3 W/mK
2	Massetto in c.l.s. con rete	Sp: 9cm	λ=1,49 W/mK
3	Soletta in laterizio	Sp: 19cm	λ=0,66 W/mK
4	Pignatta	16 x 40 x25 cm	
5	Intonaco in cemento e sabbia	Sp: 1cm	λ=1,00 W/mK
6	Coibente in poliuretano	Sp: 10cm	λ=0,028 W/mK
7	Intonaco plastico per cappotto	Sp: 1cm	λ=0,3 W/mK

CHIUSURA ORIZZONTALE CONTROTERRA

1	Pavimento esistente cantine	Sp: 1cm	λ=0,13 W/mK
2	Calcestruzzo	Sp: 6cm	λ=1,60 W/mK
3	Lana di roccia	Sp: 5cm	λ=0,03 W/mK
4	Igloo	50 x 50 x 50 cm	
5	Magrone	Sp: 5cm	λ=1,60 W/mK

Membrana traspirante e impermeabilizzante resistente ai raggi UV
Membrana in polietilene impermeabilizzante ad alta densità

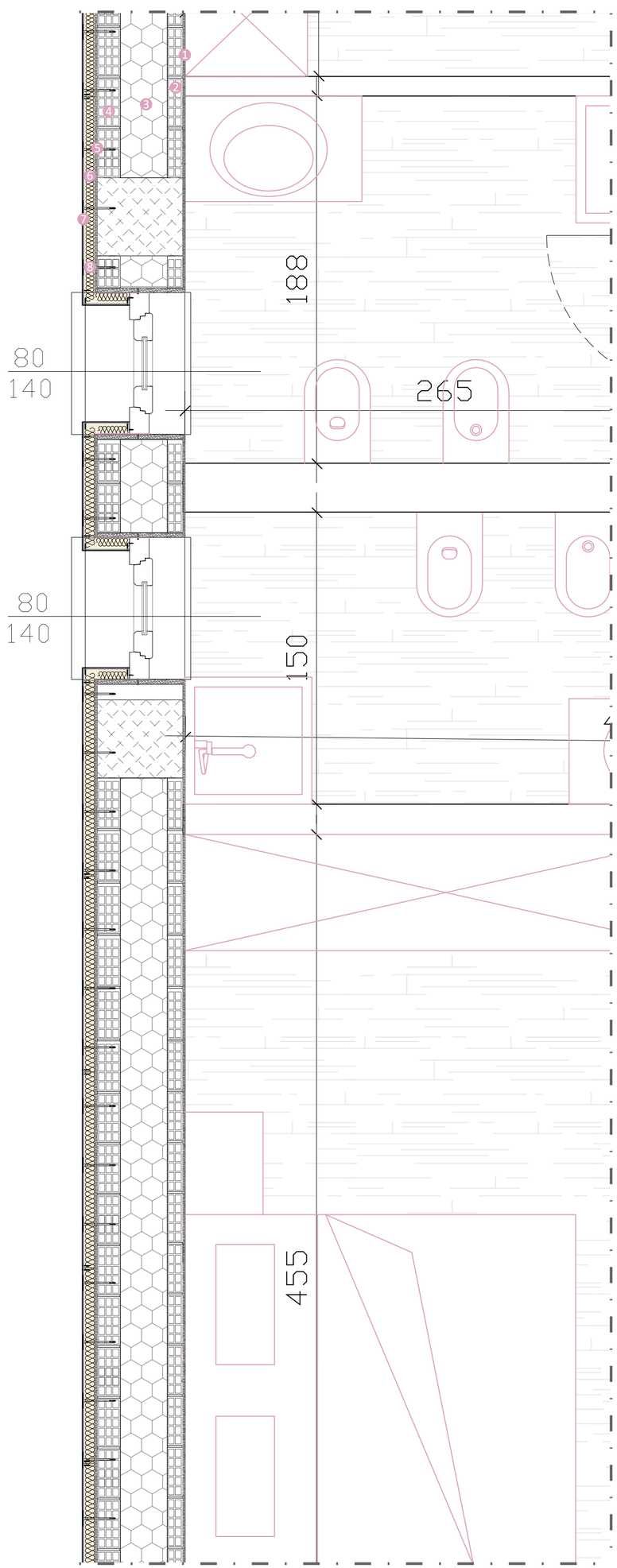


Fig. 260 Sezione e pianta rappresentativa edificio, scala 1:20

8.2 CASO STUDIO 2 | Riqualificazione con obbiettivo nZEB e protocollo ITACA

Si riportano i disegni tecnici utili per lo studio, tutti sono stati redatti a cura di Barbieri e Tatti.

EDIFICIO B

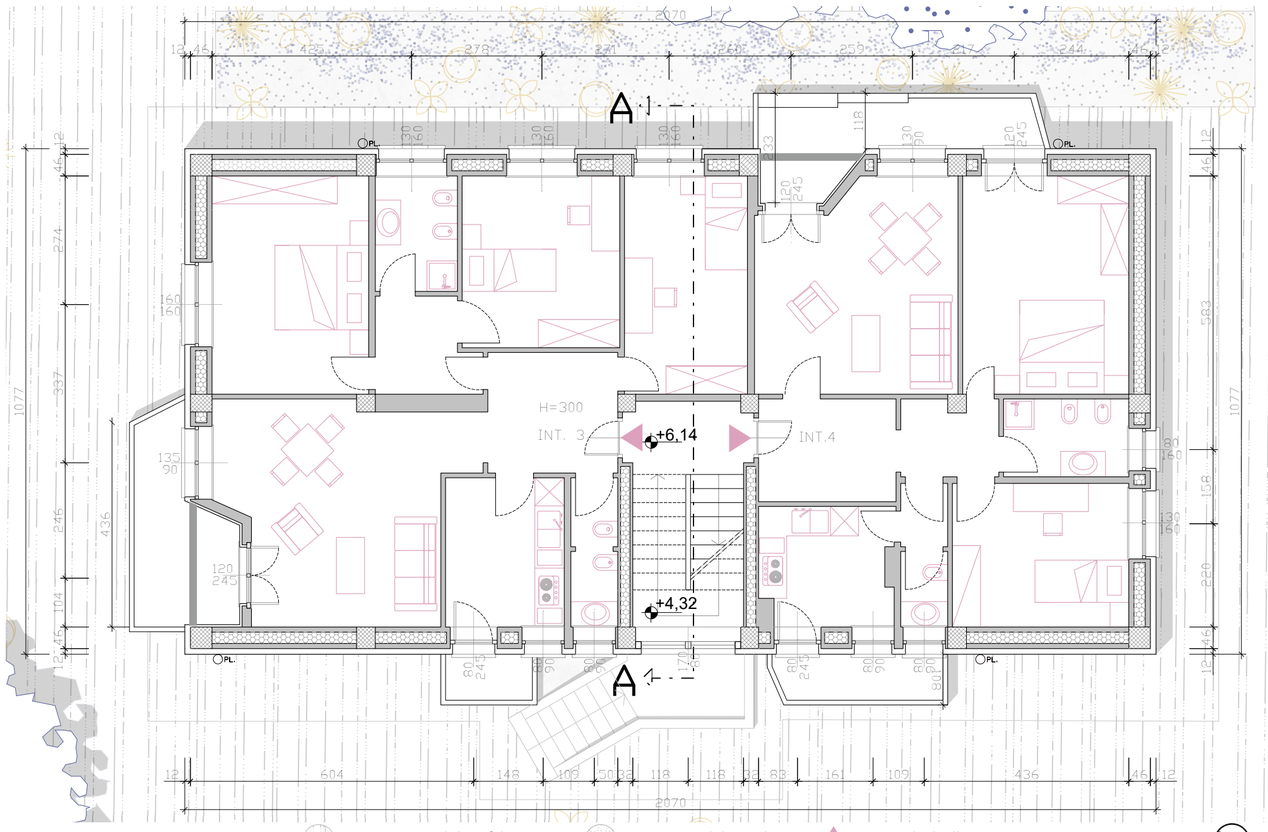


Fig. 261 Pianta piano tipo, scala 1:100

Area impermeabile asfaltata

Area permeabile verde

Entrata degli alloggi

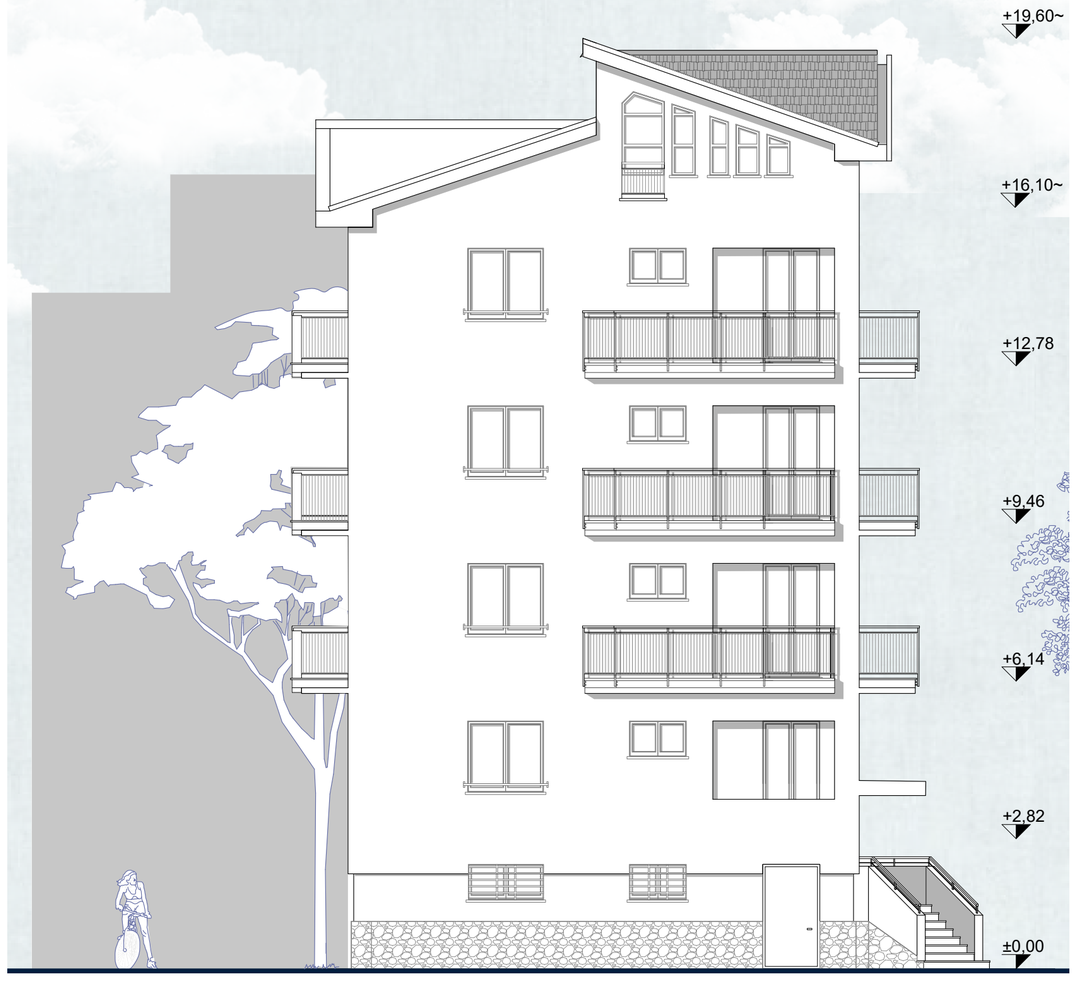


Fig. 262 Prospetto Sud, scala 1:100



Fig. 263 Prospetto Est, scala 1:100



Fig. 264 Prospetto Ovest, scala 1:100

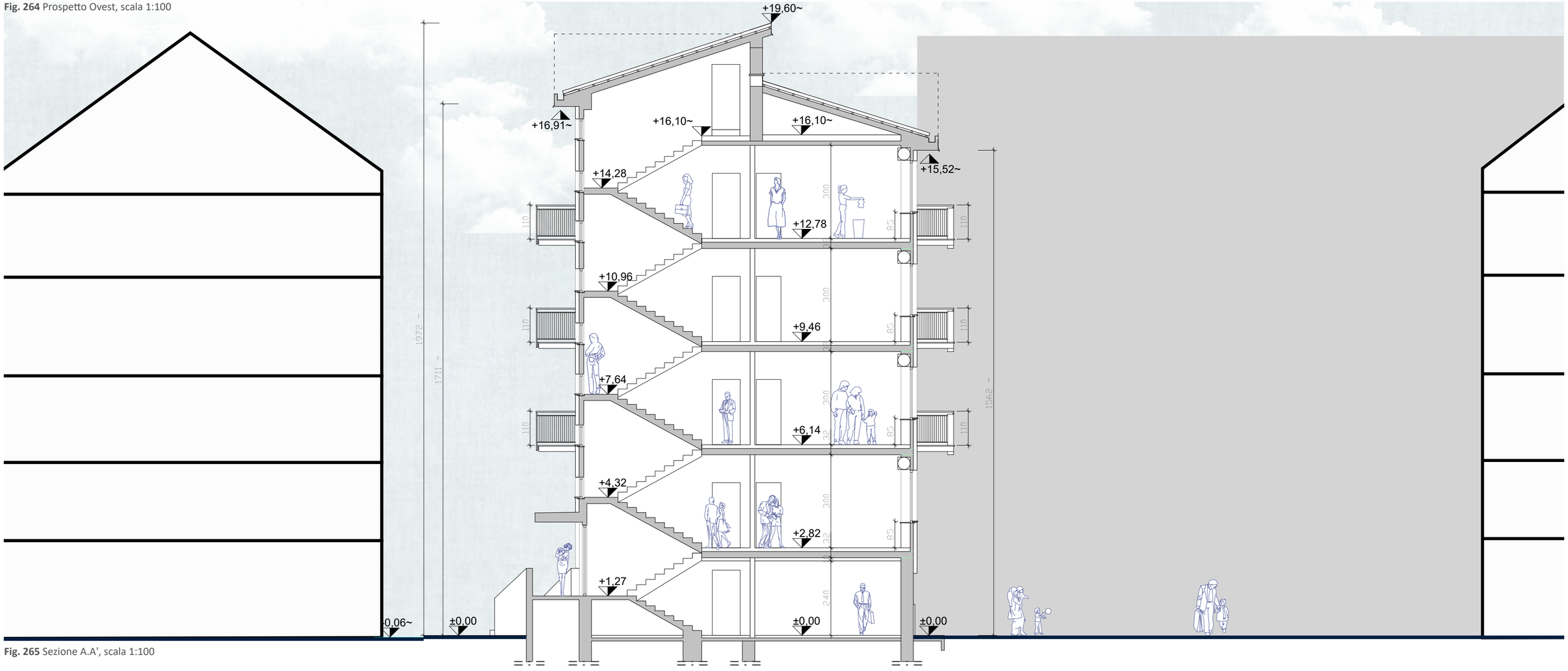


Fig. 265 Sezione A.A', scala 1:100

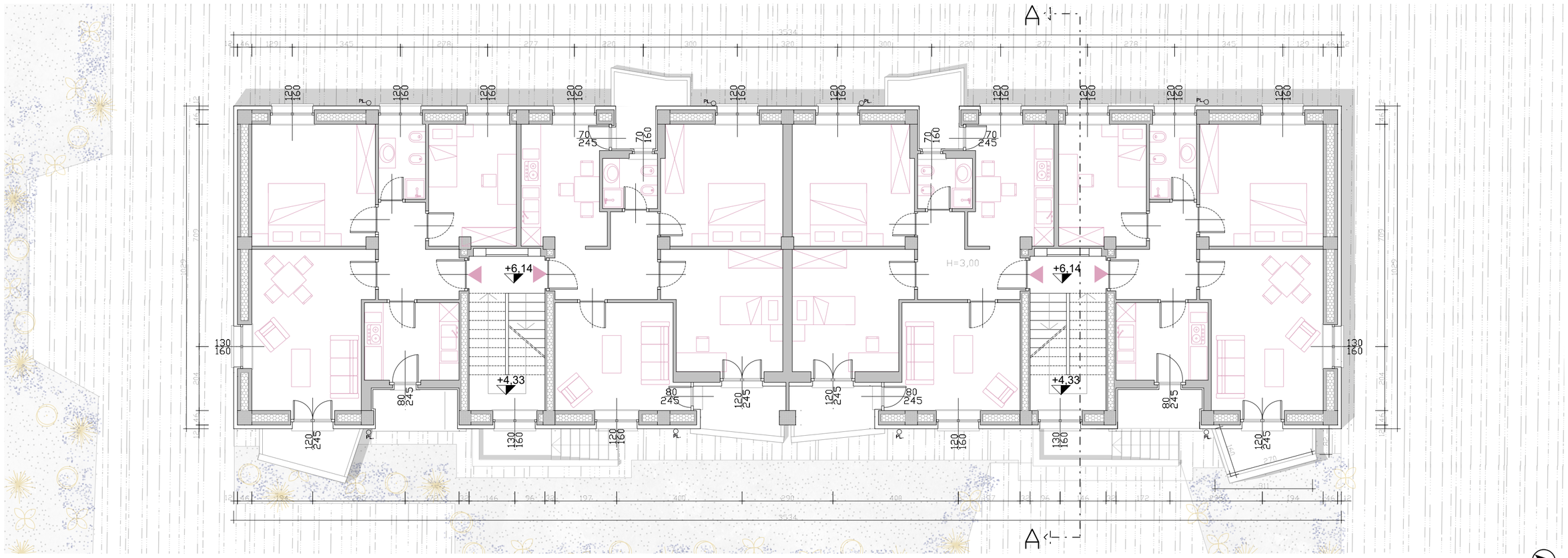


Fig. 266 Pianta piano tipo, scala 1:100



Fig. 267 Prospetto Est, scala 1:100



Fig. 268 Prospetto Ovest, scala 1:100

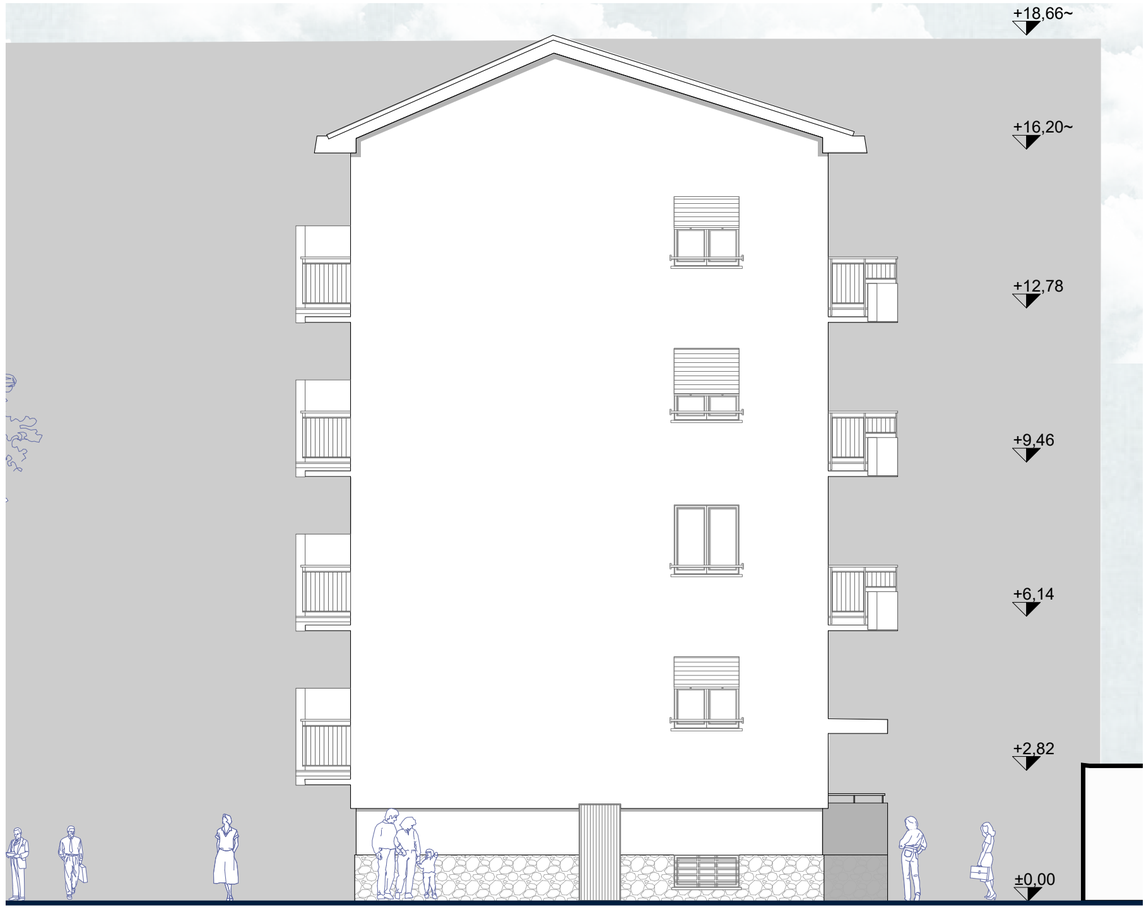


Fig. 269 Prospetto Sud, scala 1:100

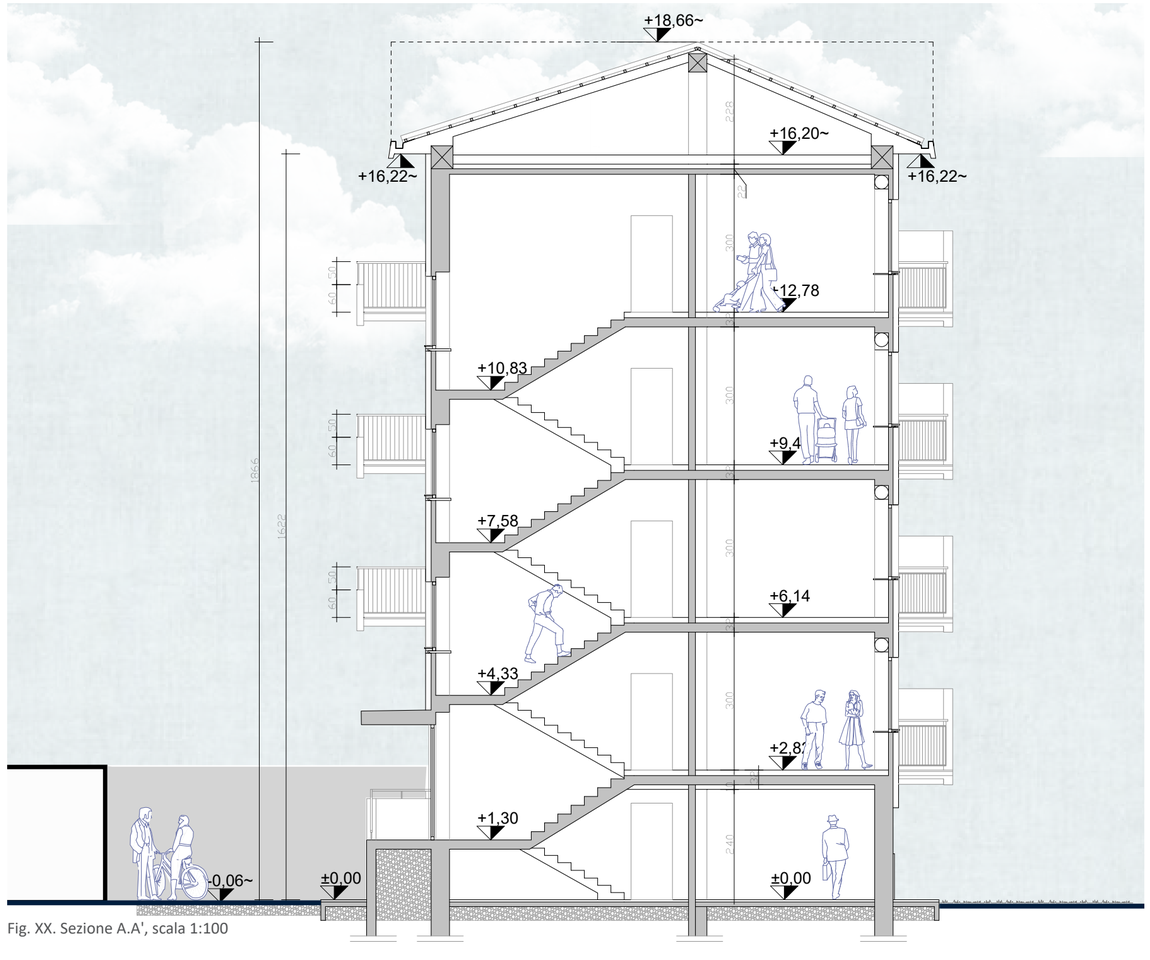


Fig. XX. Sezione A.A', scala 1:100

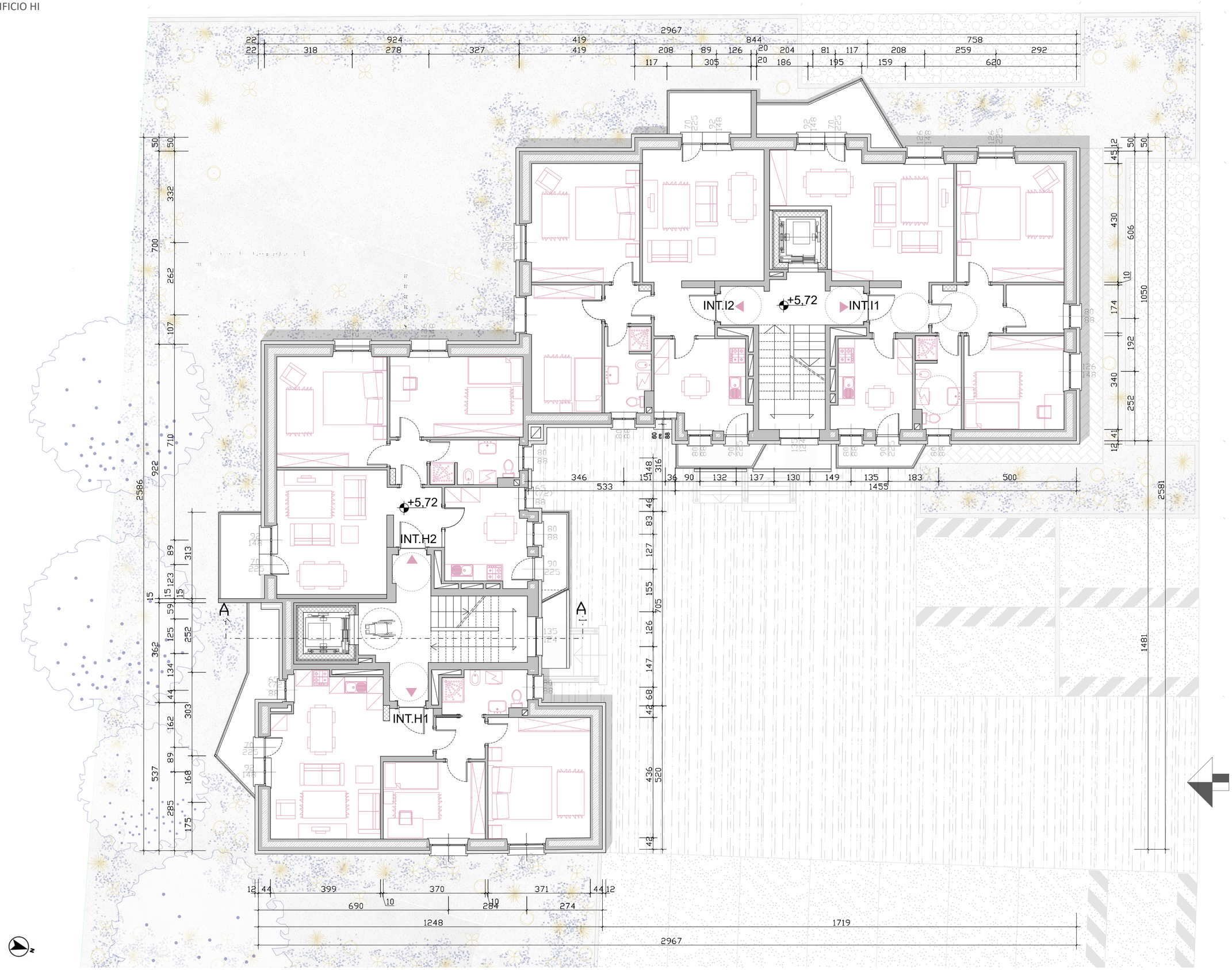


Fig. 270 Pianta piano tipo, scala 1:100

Area impermeabile asfaltata

Area permeabile verde

Entrata degli alloggi



Fig. 271 Prospetto Ovest, scala 1:100

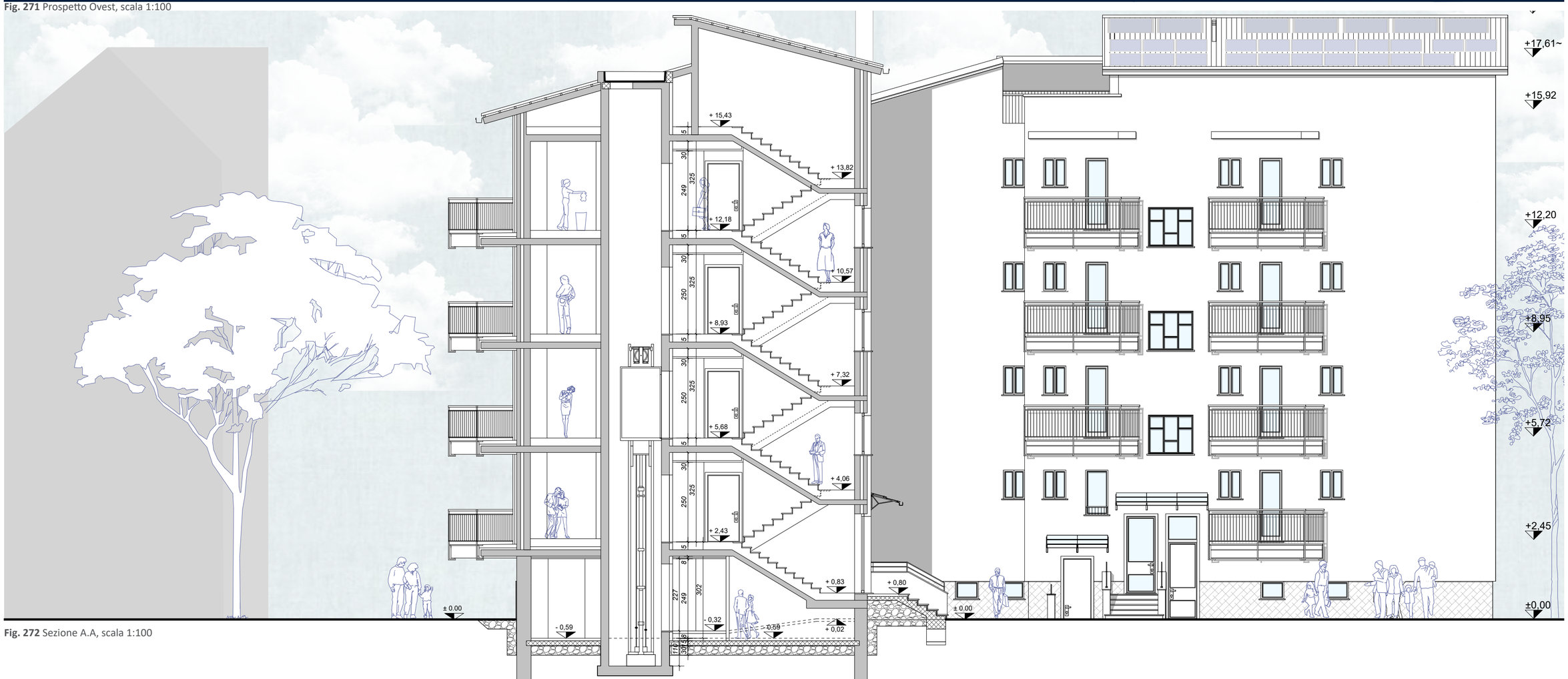


Fig. 272 Sezione A.A, scala 1:100

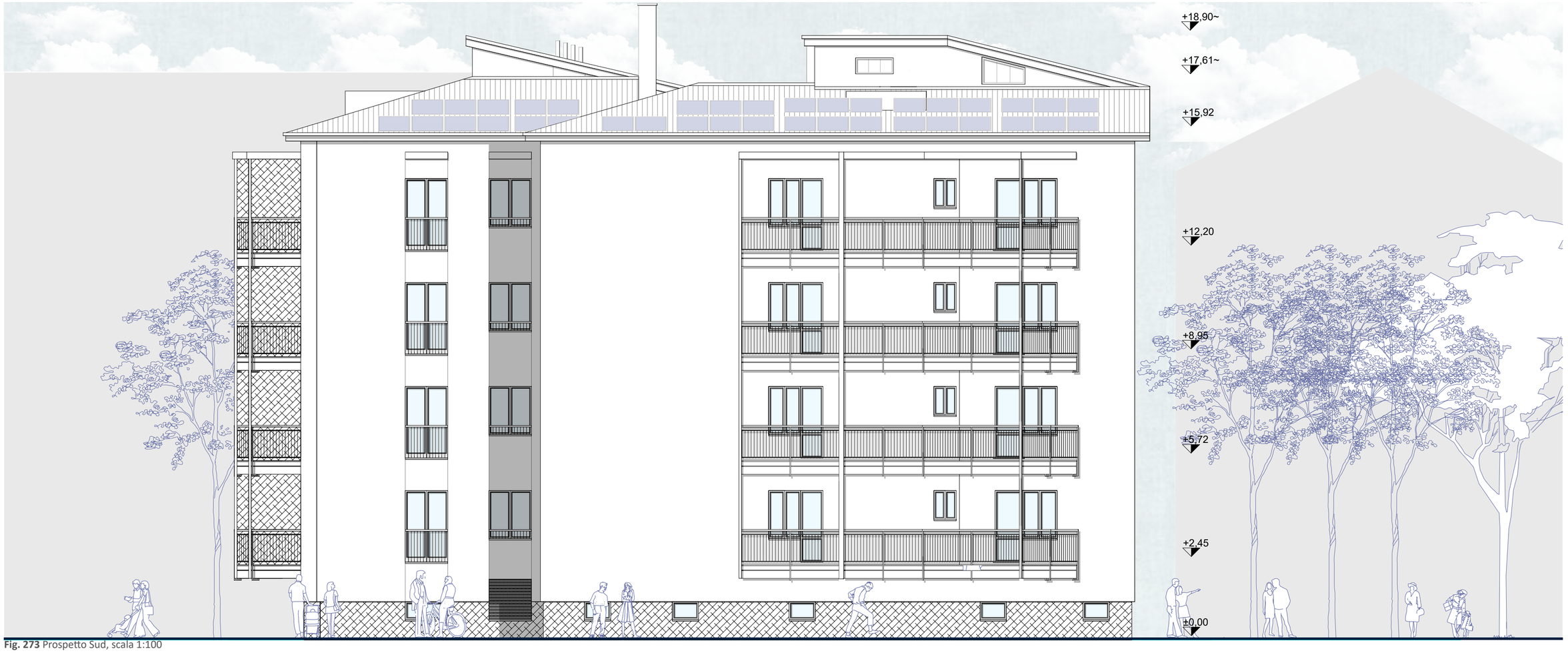


Fig. 273 Prospetto Sud, scala 1:100



Fig. 274 Prospetto Nord, scala 1:100

CHIUSURA OPACA VERTICALE **U= 0,105 W/m²K**

1	Intonaco in cemento e sabbia	Sp: 1cm	λ=1,00 W/mK
2	Muratura in laterizio	Sp: 8cm	λ=0,36 W/mK
3	Coibente in fibra di cellulosa (insufflaggio)	Sp: 24cm	λ=0,036 W/mK
4	Muratura in laterizio	Sp: 12cm	λ=0,47 W/mK
5	Intonaco in cemento e sabbia	Sp: 1cm	λ=1,00 W/mK
6	Coibente in poliuretano	Sp: 12cm	λ=0,028 W/mK
7	Intonaco plastico per cappotto	Sp: 1cm	λ=0,3 W/mK
8	Tassello termico per cappotto		
9	Davanzale esistente	Sp: 2cm	
10	Pannello in poliestere espanso sintetizzato	Sp: 3cm	λ=0,03 W/mK
11	Nuovo copri-davanzale	Sp: 2cm	
12	Pannello in poliestere espanso sintetizzato	Sp: 2cm	λ=0,03 W/mK
13	Nuovo avvolgibile in PVC		
14	Nuovo serramento in PVC con doppio vetro		

PARTIZIONE ORIZZONTALE

1	Piastrelle in ceramica	Sp: 3cm	λ=1,3 W/mK
2	Massetto in c.l.s. con rete	Sp: 9cm	λ=1,49 W/mK
3	Soletta in laterizio	Sp: 19cm	λ=0,66 W/mK
4	Pignatta	16 x 40 x25 cm	
5	Intonaco in cemento e sabbia	Sp: 1cm	λ=1,00 W/mK

BALCONE

1	Piastrelle in ceramica	Sp: 3cm	λ=1,3 W/mK
2	Massetto in c.l.s. con rete	Sp: 9cm	λ=1,49 W/mK
3	Soletta in laterizio	Sp: 19cm	λ=0,66 W/mK
4	Intonaco in cemento e sabbia	Sp: 1cm	λ=1,00 W/mK
5	Coibente in poliuretano	Sp: 12cm	λ=0,028 W/mK
6	Intonaco plastico per cappotto	Sp: 8mm	λ=0,3 W/mK

PARTIZIONE ORIZZONTALE CANTINE **U= 0,187 W/m²K**

1	Piastrelle in ceramica	Sp: 3cm	λ=1,3 W/mK
2	Massetto in c.l.s. con rete	Sp: 9cm	λ=1,49 W/mK
3	Soletta in laterizio	Sp: 19cm	λ=0,66 W/mK
4	Pignatta	16 x 40 x25 cm	
5	Intonaco in cemento e sabbia	Sp: 1cm	λ=1,00 W/mK
6	Coibente in poliuretano	Sp: 10cm	λ=0,028 W/mK
7	Intonaco plastico per cappotto	Sp: 1cm	λ=0,3 W/mK

CHIUSURA ORIZZONTALE CONTROTERRA

1	Pavimento esistente cantine	Sp: 1cm	λ=0,13 W/mK
2	Calcestruzzo	Sp: 6cm	λ=1,60 W/mK
3	Lana di roccia	Sp: 5cm	λ=0,03 W/mK
4	Igloo	50 x 50 x 50 cm	
5	Magrone	Sp: 5cm	λ=1,60 W/mK

Membrana traspirante e impermeabilizzante resistente ai raggi UV

Membrana in polietilene impermeabilizzante ad alta densità

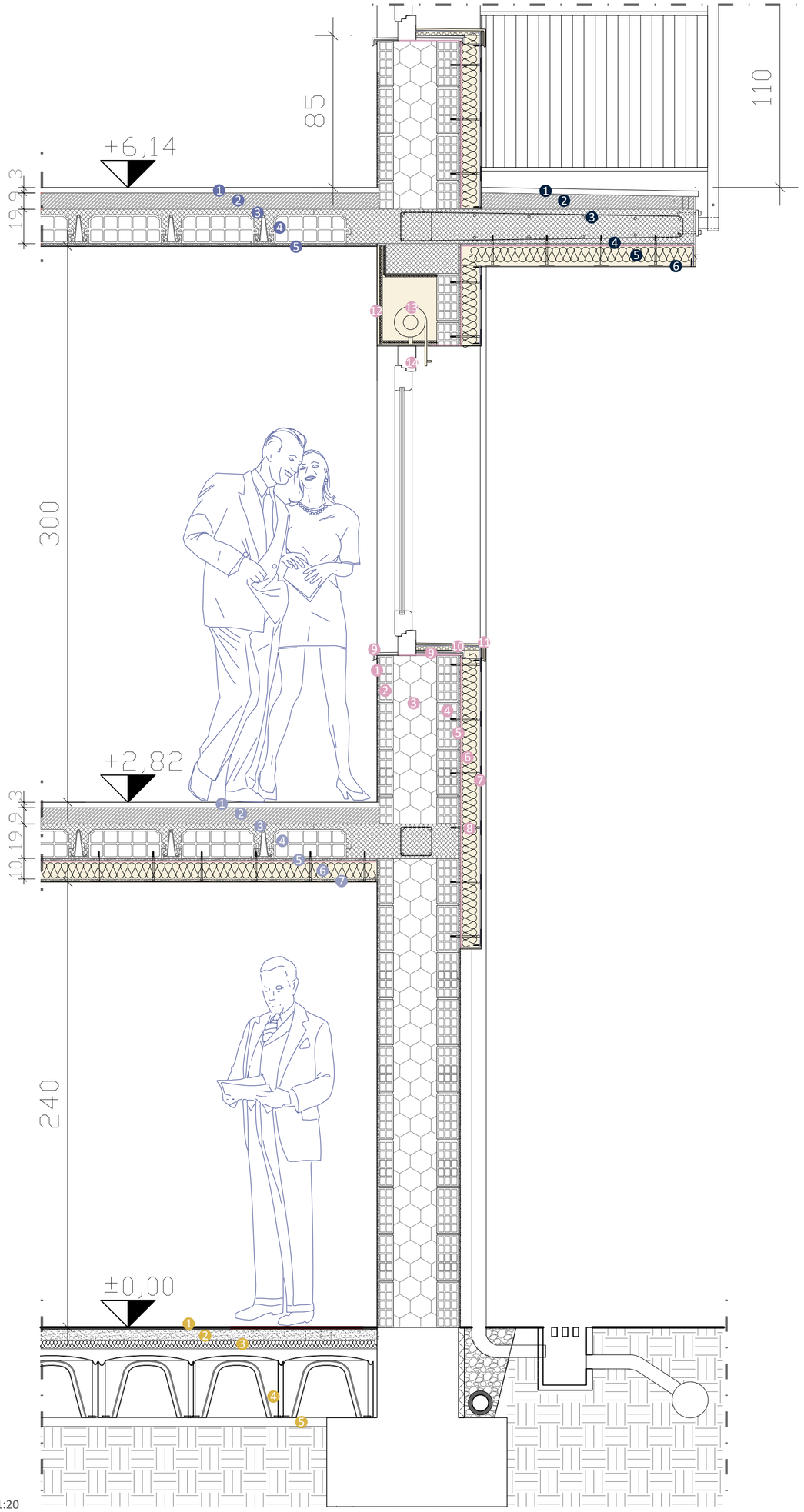


Fig. 275 Sezione rappresentativa edificio B, FG ed HI, scala 1:20

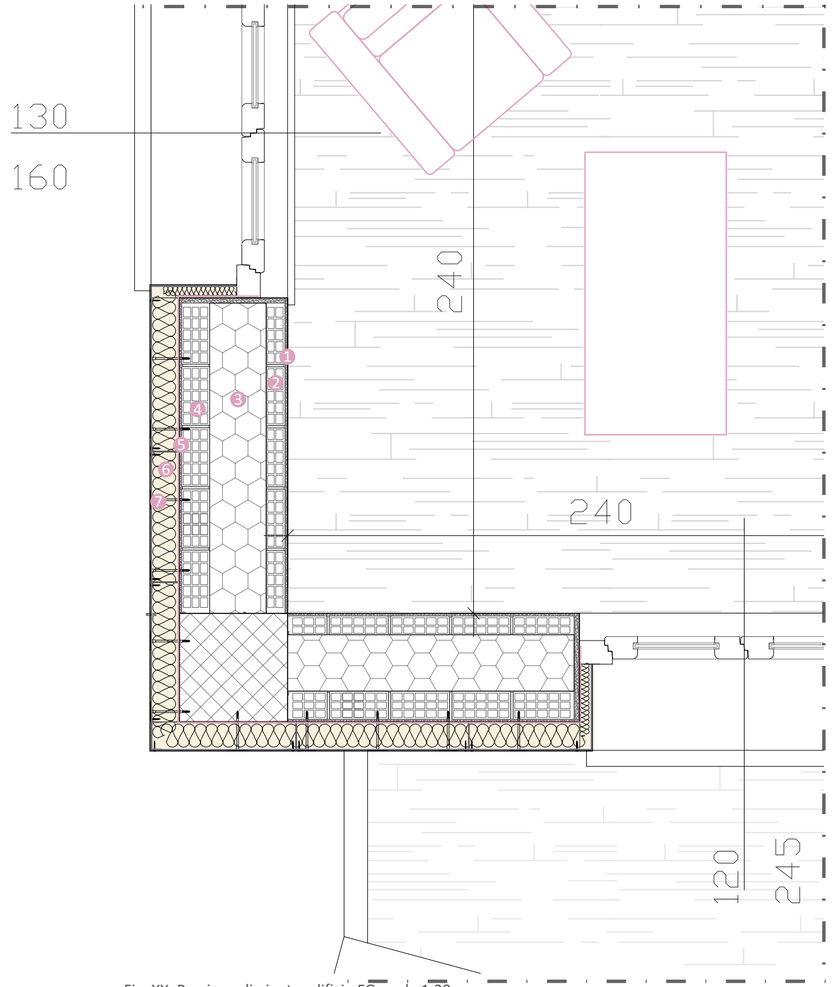
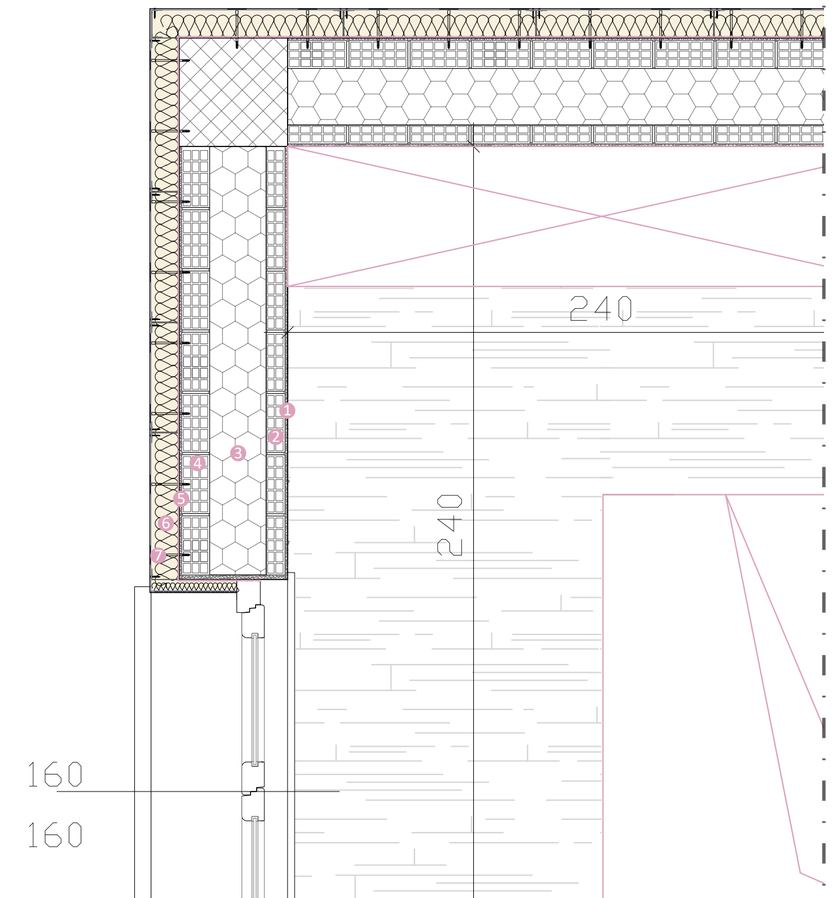


Fig. XX. Porzione di pianta edificio FG, scala 1:20

Fig. XX. Porzione di pianta edificio B, scala 1:20



BIBLIOGRAFIA E SITOGRAFIA

BIBLIOGRAFIA E SITOGRAFIA RAGIONATA

1. EDILIZIA RESIDENZIALE PUBBLICA E PRIVATA

[1] Agenzia Nazionale Efficienza Energetica (ENEA), *Rapporto annuale efficienza energetica, Analisi e risultati*, Ottobre 2020, https://www.efficienzaenergetica.enea.it/pubblicazioni/raee-rapporto-annuale-sull-efficienza-energetica/rapporto-annuale-sull-efficienza-energetica-2021.html

[2] Agenzia Nazionale Efficienza Energetica (ENEA), *Rapporto Annuale 2020, Certificazione energetica degli edifici*, Settembre 2020, www.efficienzaenergetica.enea.it

[3] Boriani A., Cariani W., Romani E., *Guida pratica alla ristrutturazione e riqualificazione energetica degli edifici per Amministratori di Condominio*, Agenzia Nazionale Efficienza Energetica ENEA , Febbraio 2020, https://bmitalia.net/wp-content/uploads/2020/02/Guida-alla-ristrutturazione-e-riqualificazione-energetica-degli-edifici.pdf

[4] Buildings Performance Institute Europe (BPIE), *Europe's Buildings under the microscope, a country-by-country review of the energy performance of buildings*, Ottobre 2011, https://bpie.eu/wp-content/uploads/2015/10/HR_EU_B_under_microscope_study.pdf

SITI:

[1] https://www.infodata.ilsole24ore.com/2021/02/07/ , consultato il 10/04/2021

[2] https://ourworldindata.org/ghg-emissions-by-sector , consultato il 10/04/2021

[3] https://rinaprime.rina.org/it/news/2019/05/07/patrimonio-edilizio-italiano#:~:text=Il%20capitale%20edilizio%20e%20quello,hanno%20pi%C3%B9%20di%2050%20anni., consultato il 10/04/2021

[4] http://www.portale4e.it/pa_guide_dettaglio.aspx?ID=1, consultato il 10/04/2021

[5] https://www.enea.it/it, consultato il 01/05/2021

[6] https://www.bpie.eu/, consultato il 02/06/2021

[7] https://www.ipcc.ch/, consultato il 02/06/2021

2. CAUSE E CONSEGUENZE DEL CAMBIAMENTO CLIMATICO

[1] Agenzia Nazionale Efficienza Energetica (ENEA), *Rapporto annuale efficienza energetica, Analisi e risultati*, Ottobre 2020, https://www.efficienzaenergetica.enea.it/pubblicazioni/raee-rapporto-annuale-sull-efficienza-energetica/rapporto-annuale-sull-efficienza-energetica-2021.html

[5] Carraro C, Mazzai A., *Il clima che cambia – Non solo un problema ambientale*, Il Mulino, 2015, pag. 25

[6] Fong W., Sotos M., Soust M., Schultz S., Marques A., Deng-Beck C., , *Global Protocolo for Community-Scale Greenhouse Gas Emission Inventories*, Greenhouse Gas protocol, 2020, https://ghgprotocol.org/greenhouse-gas-protocol-accounting-reporting-standard-cities

[7] Green Building Council Italia (GBC), *Un ambiente costruito sostenibile per l'Italia del futuro: le proposte di GBC Italia*, Marzo 2020, https://www.gbcitalia.org/

[8] Intergovernmental panel on climate change (IPCC), *Global Warming of 1,5°C*, Ottobre 2018, https://www.ipcc.ch/

[9] Sachs J., Schmidt-Traub G., Kroll C., Lafortune G., Fuller G., Woelm, *The Sustainable Development Goals and COVID-19. Sustainable Development Report 2020*, Cambridge University Press, Giugno 2020, pp. 266-267, https://sdgindex.org/reports/sustainable-development-report-2020/

[10] Staniaszek D., *The Road to Climate-neutrality, are national long-term renovation strategies fit for 2050?*, Buildings Performance Institute Europe (BPIE), Marzo 2021, www.bpie.eu

NORMATIVE E DIRETTIVE:

[11] Commissione Europea, *Decisione del Consiglio riguardante l'approvazione, a nome della Comunità europea, del protocollo di Kyoto allegato alla convenzione quadro delle Nazioni Unite sui cambiamenti climatici e l'adempimento congiunto dei relativi impegni*, 25 Aprile 2002, Bruxelles

[12] Organizzazione delle Nazioni Unite, *Risoluzione adottata dall'Assemblea Generale il 25 Settembre 2015, Trasformare il nostro mondo: l'Agenda 2030 per lo Sviluppo Sostenibile*, 21 Ottobre 2015, Bruxelles

SITI:

[8] https://asvis.it/l-agenda-2030-dell-onu-per-lo-sviluppo-

sostenibile/, consultato il 10/04/2021

[9] https://ghgprotocol.org/greenhouse-gas-protocol-accounting-reporting-standard-cities, consultato il 17/04/2021

[10] https://dashboards.sdgindex.org/, consultata il 20/05/2021

3. LA RIQUALIFICAZIONE DEL PATRIMONIO EDILIZIO RESIDENZIALE

[1] Agenzia Nazionale Efficienza Energetica (ENEA), *Rapporto annuale efficienza energetica, Analisi e risultati*, Ottobre 2020, https://www.efficienzaenergetica.enea.it/pubblicazioni/raee-rapporto-annuale-sull-efficienza-energetica/rapporto-annuale-sull-efficienza-energetica-2021.html

[13] Ferrante A., Cattani E., Bartolini N., Semprini G., *La riqualificazione energetica e architettonica del patrimonio edilizio recente. Il caso dei quartieri di edilizia residenziale pubblica*, IN_BO. Ricerche E Progetti Per Il Territorio, La Città E l'architettura, 2012, https://doi.org/10.6092/issn.2036-1602/3489

[7] Green Building Council Italia (GBC), *Un ambiente costruito sostenibile per l'Italia del futuro: le proposte di GBC Italia*, Marzo 2020, https://www.gbcitalia.org/

[14] Masera G., *Residenze e risparmio energetico, tecnologie applicative e linee guida progettuali per la costruzione di abitazioni sostenibili*, il sole 24ore, Giugno 2004, pp.147-162

[15] Thoth Z., Volt J., *Whole -life Carbon: Challenges and solutions for highly efficient and climate-neutral buildings*, Buildings Performance Institute Europe (BPIE), Maggio 2021, www.bpie.eu

[16] Università Commerciale Luigi Bocconi, IEFE Istituto di Economia e Politica dell'Energia e dell'Ambiente, GEO green Economy observatory, a cura di: Croci E., Grasso D., Molteni T., Camaldo S., Lucchitta B., *Promuovere l'edfficienza energetica negli edifici, guida pratica per gli amministratori comunali*, 2017, http://www.a21italy.it/wp-content/uploads/2016/10/IEFE_Guida-pratica-efficienza-energetica.pdf

[17] Vitali A., Kockat J., Fabbri M., *Long-Term Renovation Strategies: How the building sector can contribute to climate neutrality in the EU*, Buildings Performance Institute Europe (BPIE), Gennaio 2020, https://www.bpie.eu/wp-content/uploads/2020/01/EUCalc_PB_no3_Buildings.pdf

NORMATIVE E DIRETTIVE:

[18] Commissione Europea, *Comunicazione della Commissione al Parlamento Europeo, al Consiglio, al Comitato Economico e Sociale Europeo e al Comitato delle Regioni: Il Green Deal Europeo*, 11 Dicembre 2019, Bruxelles

[19] Commissione Europea, *Comunicazione della Commissione al Parlamento Europeo, al Consiglio, al Comitato Economico e Sociale Europeo e al Comitato delle Regioni. Un'ondata di ristrutturazioni per l'Europa: inverdire gli edifici, creare posti di lavoro e migliorare la vita*, 11 Dicembre 2020, Bruxelles

[20] Commissione Europea, *Direttiva 2010/31/UE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 19 Maggio 2010 sulla prestazione energetica nell'edilizia*, 19 Maggio 2010, Bruxelles

[21] Commissione Europea, *Direttiva 2012/27/UE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 25 Ottobre 2012 sull'efficienza energetica, che modifica le direttive 2009/125/CE e 2010/30/UE e abroga le direttive 2004/8/CE e 2006/32/CE*, 25 Ottobre 2012, Bruxelles

SITI:

[11] https://siape.enea.it/analisi-territoriali, consultato il 01/07/2021

[12] https://euractiv.it/section/energia/news/ristrutturazioni-e-riqualificazione-energetica-francia-germania-e-italia-a-confronto/, consultato il 18/08/2021

4. L'ECONOMIA CIRCOLARE PER PROMUOVERE LA RIQUALIFICAZIONE

[1] Agenzia Nazionale Efficienza Energetica (ENEA), *Rapporto annuale efficienza energetica, Analisi e risultati*, Ottobre 2020, https://www.efficienzaenergetica.enea.it/pubblicazioni/raee-rapporto-annuale-sull-efficienza-energetica/rapporto-annuale-sull-efficienza-energetica-2021.html

[22] Callegari G.,*Vertical extension as a strategy for the resilient city*, in Ambrosini G., Callegari G., *Roofscape Design, Regenerating the City Upon the City*, 7 Settembre 2021, pp.50-72

[23] Cresme, Symbola, *GreenItaly 2020, un'economia a misura d'uomo per affrontare il futuro*, 29 Ottobre 2020, https://www.symbola.

net/ricerca/greenitaly-2020/

[24] Cresme, Symbola, *Una nuova edilizia contro la crisi, il pirmo ciclo dell'ambiente costruito: innovazione, risparmio, sicurezza, qualità*, 2017, https://www.symbola.net/ricerca/una-nuova-edilizia-contro-la-crisi-il-primo-ciclo-dellambiente-costruito-innovazione-risparmio-sicurezza-qualita/

[25] European Environment Agency, *Construction and Demolition Waste: challenges and opportunities in a circulary economy*, Gennaio 2020, https://www.eea.europa.eu/publications/construction-and-demolition-waste-challenges

[26] European Environment Agency, *The decarbonisation benefits of sectoral circular economy actions*, 28 Ottobre 2020, https://de.ramboll.com/-/media/files/rm/rapporter/methodology-and-analysis-of-decarbonization-benefits-of-sectoral-circular-economy-actions-17032020-f.pdf?la=de

[27] Foster G., *Circular economy strategies for adaptive reuse of cultural heritage buildings to reduce environmental impacts*, 19 Ottobre 2019, https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0921344919304136?via%3Dihub

[8] Intergovernmental panel on climate change (IPCC), *Global Warming of 1,5°C*, Ottobre 2018, https://www.ipcc.ch/

[28] Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA), *Rapporto Rifiuti Urbani* , 2018, pp.1-10, https://www.isprambiente.gov.it/files2019/pubblicazioni/rapporti/Rapporto%20Rifiuti%20Urbani_Dati%20di%20Sintesi_n%20314_2019_DEF.pdf

[29] Italian Circular Economy Stakeholder Platform (ICESP), *Gruppo di Lavoro 5 "Città e Territorio Circolari". La transizione verso le città circolari. Approfondimenti tematici: rifiuto umido, rifiuto da costruzione e demolizione, plastiche e simili* , Volume 3, 2020, pp.39-63, https://www.icesp.it/sites/default/files/DocsGdL/ICESP%20Rassegna%20GdL5_Volume%203%20-%20La%20transizione%20verso%20le%20citt%C3%A0%20circolari.%20Approfondimenti%20tematici_rifiuto%20umido%2C%20rifiuti%20da%20costruzione%20e%20demolizione%2C%20plastiche%20e%20simili.pdf

[30] Legambiente, *Innovazione e sostenibilità nel settore edilizio "Costruire il futuro" . Quarto rapporto dell'Osservatorio Congiunto*, 2015, https://www.legambiente.it/sites/default/files/docs/rappor-

to_oise_2015.pdf

[14] Masera G., *Residenze e risparmio energetico, tecnologie applicative e linee guida progettuali per la costruzione di abitazioni sostenibili*, il sole 24ore, Giugno 2004, pp.147-162

[31] Material Economics, *The Circular Economy, a pawerful force for climate mitigation*, https://materialeconomics.com/publications/the-circular-economy-a-powerful-force-for-climate-mitigation-1

[15] Thoth Z., Volt J., *Whole -life Carbon: Challenges and solutions for highly efficient and climate-neutral buildings*, Buildings Performance Institute Europe (BPIE), Maggio 2021, www.bpie.eu

NORMATIVE E DIRETTIVE:

[32] Commissione Europea, *Protocollo UE per la gestione dei rifiuti da costruzione e demolizione*, Bruxelles, Settembre 2016

SITI:

[13] https://www.rebuildingnetwork.it/focus/riqualificazione-immobiliare/, consultato il 17/04/2021

[14] https://www.nationalgeographic.it/, 10/06/2021

[15] http://www.cresme.it/, consultato il 15/06/2021

5. GLI APPORCCI EUROPEI ED ITALIANI

[33] Agenzia delle Entrate, *Sisma Bonus, le detrazioni per gli interventi antisisimici*, Luglio 2019, https://www.agenziaentrate.gov.it/portale/documents/20143/233439/Sisma+bonus+le+detrazioni+per+gli+interventi+antisismici_Guida_Sisma_Bonus.pdf/ee-5ec719-05ae-0584-897e-f60d34060498

[34] Agenzia delle Entrate, *Superbonus 110%, Detrazioni per interventi di efficientamento energetico, sisma bonus, fotovoltaico, colonnine di ricarica di veicoli elettrici, eliminazione delle barriere architettoniche*, febbraio 2021, https://www.agenziaentrate.gov.it/portale/superbonus-110%25

[35] Agenzia Nazionale Efficienza Energetica (ENEA), *110% Superbonus, I nuovi strumenti per la riqualificazione energetica*, Dicembre 2020, https://www.efficienzaenergetica.enea.it/detrazioni-fiscali/superbonus.html

[36] Agenzia Nazionale Efficienza Energetica (ENEA), *Bonus Facciate*, febbraio 2020, https://www.agenziaentrate.gov.it/portale/documents/20143/233439/Guida_Bonus_Facciate.pdf/129df34a-b8b7-5499-a8fb-55d2a32a0b12

[37] Agenzia Nazionale Efficienza Energetica ENEA, *Computo metrico, Nota di chiarimento*, febbraio 2021, https://www.efficienzaenergetica.enea.it/detrazioni-fiscali/superbonus/approfondimenti.html

[38] Agenzia Nazionale Efficienza Energetica (ENEA), *Rapporto annuale detrazioni fiscali, l'efficienza energetica e l'utilizzo delle fonti rinnovabili negli edifici esistenti* , Ottobre 2020, www.efficienzaenergetica.enea.it

[39] Agenzia Nazionale Efficienza Energetica (ENEA), *Superbonus110% Il futuro a casa tua*, Febbraio 2021, https://www.efficienzaenergetica.enea.it/pubblicazioni/superbonus-110-il-futuro-a-casa-tua.html

[4] Buildings Performance Institute Europe (BPIE), *Europe's Buildings under the microscope, a country-by-country review of the energy performance of buildings*, Ottobre 2011, https://bpie.eu/wp-content/uploads/2015/10/HR_EU_B_under_microscope_study.pdf

[40] Buildings Performance Institute Europe (BPIE), *The Road to Climate-Neutrality, Are national long-term renovation strategies fit for 2050?*, Marzo 2021, https://www.bpie.eu/wp-content/uploads/2021/03/BPIE_LTRS-_10-1.pdf

[41] Consiglio Nazione del Notariato, *EImmobili e Bonus Fiscali 2021, guida pratica alle agevolazioni fiscali per interventi di rigenerazione del patrimonio immobiliare*, Giugno 2021, https://www.consiglionotarilemilano.it/news-notariato/immobili-e-bonus-fiscali-2021-guida-pratica-alle-agevolazioni-fiscali-per-interventi-di-rigenerazione-del-patrimonio-immobiliare/

[42] CRESME, *Il recupero e la riqualificiazione energetica del patrimonio edilizio: una stima dell'impatto delle misure di incentivazione*, seconda edizione, n.32/1, 10 Dicembre 2019

[43] CRESME, *Il recupero e la riqualificiazione energetica del patrimonio edilizio: una stima dell'impatto delle misure di incentivazione*, n32/2, 26 Novembre 2020

[44] Denmark Cerntre for energy efficiency, *Long-term renovation strategy*, 18 Settembre 2020 https://ec.europa.eu/energy/topics/energy-strategy/national-energy-climate-plans_en

[45] Department of Communications, Climate Action & Environment, *Ireland's Long-Term Renovation Strategy*, 2020 https://ec.europa.eu/energy/topics/energy-strategy/national-energy-climate-plans_en

[46] Federal Government, *Long-Term Renovation Strategy of the Federal Government*, 2020 https://ec.europa.eu/energy/topics/energy-strategy/national-energy-climate-plans_en

[47] Gestore Servizi Energetici (GSE), *Incentivazione della produzione di energia termica da impianti a fonti rinnovabili ed interventi di efficienza energetica di piccole dimensioni, Regole applicative del D.M. 16 febbraio 2016*, 2016, https://www.gse.it/

[48] Gestore Servizi Energetici (GSE), *La Mappa del Conto Termico, guida pratica all'uso del Conto Termico per la pubblica amministrazione*, 2020, https://www.gse.it/

[49] Institute of construction engineering, *Energy conservation and thermal protection, long-term renovation strategy*, Aprile 2020, https://ec.europa.eu/energy/topics/energy-strategy/national-energy-climate-plans_en

[50] Intelligent Energy Europe (IEE), *A System for Quality Assurance when Retrofitting Existing Buildings to Energy Efficient Building (SQUARE)*, 2010, http://www.iee-square.eu/InformationPublications/Reports/SQUARE_QASystem_EN.pdf

[51] Ministero della Transazione Ecologica, *Strategia per la riqualificiazione energetica del parco immobiliare nazionale*, Marzo 2021 https://ec.europa.eu/energy/topics/energy-strategy/national-energy-climate-plans_en

[52] Ministry of Finland, *Long-Term Renovation Strategy 2020-2050*, 10 Marzo 2020 https://ec.europa.eu/energy/topics/energy-strategy/national-energy-climate-plans_en

[53] Ministry of Infrasctructure, *Long-Term Strategy of France for mobilising investment in the renovation of the national stock of residential and commercial buildings, both public and provate*, 2020 https://ec.europa.eu/energy/topics/energy-strategy/national-energy-climate-plans_en

[54] Ministry of Infrasctructure, *Sweden's Third National Strategy for Energy Efficient Renovation*, 2021 https://ec.europa.eu/energy/topics/energy-strategy/national-energy-climate-plans_en

[55] Ministry of Physical Planning, Construction and State Assets, *Long-Term Strategy for National building stock renovation by 2050*, Dicembre 2020 https://ec.europa.eu/energy/topics/energy-strategy/national-energy-climate-plans_en

[56] Ministry of Transport mobility and the urban Agenda, *2020 Update of the long-term strategy for energy renovation in the building sector in Spain*, Giugno 2020 https://ec.europa.eu/energy/topics/energy-strategy/national-energy-climate-plans_en

[57] Netherlands Enterprise Agency, *Long-Term Renovation Strategy*, 6 Marzo 2020 https://ec.europa.eu/energy/topics/energy-strategy/national-energy-climate-plans_en

[58] Wallonie service public, *Walloon Long-Term building renovation strategy*, Novembre 2020, https://ec.europa.eu/energy/topics/energy-strategy/national-energy-climate-plans_en

[59] Woodwisdom Net, *TES EnergyFacase - prefabricated timber based building system for improving the energy efficiency of the building envelope*, Novembre 2010, https://mediatum.ub.tum.de/doc/1355420/287313.pdf

[60] ZEBRA2020, *La strategia 2020 verso gli edifici a energia quasi zero, riflettori puntati sull'aumento di edifici a energia (nZEB) quasi zero in Europa*, 2008, https://www.zebra2020.eu/website/wp-content/uploads/2014/08/IT_Zebra2020-Brochure-15cm-2.pdf

[61] 4RinEU, *Renovate DEEP and Renovate FAST*, Ottobre 2016, https://4rineu.eu/2021/06/25/renovate-deep-and-renovate-fast/

TESI:

[62] Giammetta S., *La riqualificazione energetica del patrimonio edilizio europeo: politiche, strategie e processi di innovazione tecnologica*, Torino, Settembre 2016

SITI:

[17] http://www.urbanisme-puca.gouv.fr/toulouse-31-les-fontanelles-patrimoine-a1350.html , consultato il 18/08/2021

[18] e: http://www.urbanisme-puca.gouv.fr/tourcoing-59-euclide-vilogia-a1349.html

[19] https://www.sto.nl/nl/referenties/referenties-detail_79616.html, consultato il 18/08/2021

[20] https://www.db-bauzeitung.de/bauen-im-bestand/

mehrfamilienhaus-zuerich-kaempfen-fuer-architektur/#slider-intro-7, consultato il 18/08/2021

[21] https://www.kaempfen.com/projekte/umbauten/apartmenthaus-zuerich-schwamendingen-2017, consultato il 18/08/2021

[22] https://www.nussmueller.at/en/focus/energie-nachhaltigkeit/, consultato il 11/09/2021

[23] https://nachhaltigwirtschaften.at/en/hdz/projects/e80-3-buildings-sub-project-5-monitoring-and-dissemination.php, consultato il 11/09/2021

[24] https://www.aee-intec.at/e803-building-sp4-demonstration-project-p155,consultato il 11/09/2021

[25] http://episcope.eu/welcome/, consultato il 24/09/2021

[26] http://www.polito.it/episcope/tabula/, consultato il 24/09/2021

[27] http://www.iee-square.eu/default.asp, consultato il 27/09/2021

[28] https://zebra2020.eu/, consultato il 27/09/2021

[29] https://cordis.europa.eu/projects/en, consultato il 27/09/2021

[30] https://economiacircolare.com/, consultato il 01/10/2021

[31] https://www.iea-ebc.org/projects/project?AnnexID=50, consultato il 15/10/2021

[32] https://www.oneplanetnetwork.org/sites/default/files/e2rebuild_demonstratoroulu

VIDEO:
[1] https://www.youtube.com/watch?v=qAcX8mgMCeU

6. DIFFERENTI METODOLOGIE DI RIQUALIFICAZIONE | I CASI STUDIO

[1] Agenzia Nazionale Efficienza Energetica (ENEA), *Rapporto annuale efficienza energetica, Analisi e risultati*, Ottobre 2020, https://

www.efficienzaenergetica.enea.it/pubblicazioni/raee-rapporto-annuale-sull-efficienza-energetica/rapporto-annuale-sull-efficienza-energetica-2021.html

[63] Assopetroli Assoenergia, *Pillole di efficienza energetica N.7, La diagnosi energetica*, 11 Ottobre 2018, https://www.slideshare.net/LetiziaPasqualini1/pillola-n7-la-diagnosi-energetica

[64] Bonapersona S., Caon S., Trossero E., *POR FESR 2014-2020 Obbiettivo Tematico IV Sostenere la transizione verso un'economia a basse emissioni di carbonio in tutti i settori, Risultati energetico – ambientali conseguiti attravero i bandi POR FESR 2014-2020 dedicati agli Enti Pubblici*, 15 Novembre 2020, https://www.regione.piemonte.it/web/temi/sviluppo/struttura-por-fesr-2014-2020

[65] Buildings Performance Institute Europe (BPIE), *Nearly Zero: a review of EU member state implementation of new build requirements*, Giugno 2021, https://www.bpie.eu/wp-content/uploads/2021/06/Nearly-zero_EU-Member-State-Review-062021_Final.pdf.pdf

[66] Costanzo E., Basili R., Hugony F., Misceo M., Pallottelli R., Zanghirella F., Labia N., *Osservatorio degli edifici a energia quasi zero (nZEB) in Italia 2016-2018*, Agenzia Nazionale Efficienza Energetica ENEA, 2019, www.efficienzaenergetica.enea.it

[67] Istituto di Ricerche Economico Sociali del Piemonte, *POR FESR 2014-2020, Rapporto di monitoraggio valutativo*, Novembre 2019, https://www.regione.piemonte.it/web/sites/default/files/media/documenti/2020-03/monitoraggio_valutativo_fesr_gen20.pdf

[68] Regione Piemonte, *Rapporto Statistico Sull'Energia in Piemonte, anno 2020*, 2021, https://www.regione.piemonte.it/web/sites/default/files/media/documenti/2021-04/re_piemonte2rev31032021.pdf

NORMATIVE E DIRETTIVE:

[69] Associazione Nazionale Isolamento Termico e Acustico (ANIT), *Criteri ambientali minimi per l'affidamento di servizi di progettazione e lavori per la nuova costruzione, ristrutturazione e manutenzione di edifici pubblici*, 11 Ottobre 2017

[70] BS EN 16247-1:2012, *Energy audits, Part 1: General requirements*, 31 Luglio 2012

[71] BS EN 16247-2:2014, *Energy audits, Part 2: Buildings*, 31 Luglio 2014

[72] BS EN 16247-5:2015, *Energy audits, Part 5: Competence of energy auditors*, 31 Maggio 2015

[73] Direttiva 2012/21/UE Parlamento Europeo e del Consiglio sull'efficienza energetica, *Linee guida Nazioni per l'attestazione della prestazione energetica degli edifci*, allegato I, articolo 3, 25 Ottobre 2012

[74] Ministro dello sviluppo Economico, *Decreto interministeriale, Criteri di ammissibilità degli interventi*, allegato I, 16 febbraio 2016

[75] Ministro dello sviluppo Economico, *Decreto interministeriale, 26 Giugno 2015 Applicazione delle metodologie di calcolo delle prestazioni energetiche e definizione delle prescrizioni e dei requisiti minimi degli edifici*, 26 Giugno 2015

[76] Regione Piemonte, *POR FESR 2014-2020, Asse IV Energia Sostenibile e qualità della vita, Analisi dati ambientali ed energetici e valutazione di efficacia degli interventi*, 2014

[77] Regione Piemonte, *Disciplinare per interventi di riduzione dei consumi energetici nel settore dell'edilizia abitativa sociale gestita dalle Agenzie Territoriali per la Casa (ATC)*, Febbraio 2018

[78] Regione Piemonte, *Approvazione e aggiornamento del sistema di valutazione della sostenibilità degli edifici denominato "Protocollo ITACA -Regione Piemonte - Edifici*, 16 Novembre 2018

[79] UNI/PdR 13.0:2015, *Sostenibilità ambientale nelle costruzioni – Strumenti operativi per la valutazione della sostenibilità. Inquadramento generale e principi metodologici*, 30 Gennaio 2015

[80] UNI/PdR 13.1:2015, *Sostenibilità ambientale nelle costruzioni – Strumenti operativi per la valutazione della sostenibilità. Edifici residenziali*, 30 Gennaio 2015

TESI:

[81] Maragno F., *Analisi del comportamento termico estivo per la produzione industriale di sistemi prefabbricati per l'edilizia residenziale*, Pisa, Luglio 2013, pg. 75

[82] Martina M., *La verifica delle condizioni di illuminamento in ambienti confinanti: approcci semplificati vs.approcci avanzati*, Torino, Settembre 2019, pp. 104-105

SITI:
[33] https://www.tuttitalia.it/, consultato il 21/04/2021

[34] http://italia.indettaglio.it/, consultato il 21/04/2021

[35] https://www.comune.collegno.gov.it/flex/cm/pages/ServeBLOB.php/L/IT/IDPagina/138, consultato il 22/04/2021

[36] https://www.regione.piemonte.it/web/, consultato il 01/05/2021
[37] https://www.lavoripubblici.it/news/Superbonus-110-una-detrazione-fiscale-da-migliorare-25176, consultato il 03/05/2021

[38] https://www.gazzettaufficiale.it/eli/id/2020/10/05/20A05394/sg, consultato il 03/05/2021

[39] https://www.remadeinitaly.it/ecobonus-100-cam-obbligatori-remade-in-italy-la-certificazione-materiali-isolanti-con-contenuto-di-riciclato/#:~:text=Il%20Decreto%20Rilancio%20(Dl.,prodotti%20certificati%20ReMade%20in%20Italy., consultato il 03/05/2021

[40] https://www.lavoripubblici.it/news/Superbonus-110-una-detrazione-fiscale-da-migliorare-25176, consultato il 03/05/2021

[41] https://www.remadeinitaly.it/ecobonus-100-cam-obbligatori-remade-in-italy-la-certificazione-materiali-isolanti-con-contenuto-di-riciclato/#:~:text=Il%20Decreto%20Rilancio%20(Dl.,prodotti%20certificati%20ReMade%20in%20Italy., consultato il 03/05/2021

[42] https://servizi.regione.piemonte.it/catalogo/sistema-informativo-per-prestazione-energetica-degli-edifici-sipee, consultato il 10/09/2021

[43] http://www.arpa.piemonte.it/, consultato il 10/09/2021

[44] https://www.itaca.org/nuovosito/index.asp, consultato il 15/10/2021

7. CONSIDERAZIONI E CONCLUSIONI

[1] Agenzia Nazionale Efficienza Energetica (ENEA), *Rapporto annuale efficienza energetica, Analisi e risultati*, Ottobre 2020, https://www.efficienzaenergetica.enea.it/pubblicazioni/raee-rapporto-annuale-sull-efficienza-energetica/rapporto-annuale-sull-efficienza-e-

nergetica-2021.html

[83] Agenzia Nazionale Efficienza Energetica (ENEA), *Report Super Ecobonus 110%*, 30 Settembre 2021, https://webapi.ingenio-web.it/immagini/file/byname?name=dati-superbonus-al-30-settembre-2021.pdf

[84] Boehm S., Lebling K., Levin K., Fekete H., Jaeger J., Nilsson A., Wilson R., Geiges A., Schumer C., *State of Climate Action 2021, Systems Transformations Required to Limit Global Warming to 1.5°C,* Ottobre 2021, https://files.wri.org/d8/s3fs-public/2021-10/state_climate_action_2021.pdf?VersionId=7_yAkMO7ZmP156drPZ8LSQ8JM21F_Z1c

[85] Gestore Servizi Energetici (GSE), *Incentivazione della produzione di energia termica da impianti a fonti rinnovabili ed interventi di efficienza energetica di piccole dimensioni, Regole applicative del D.M. 16 febbraio 2016*, 2016, https://www.gse.it/

[86] Gestore Servizi Energetici (GSE), *La Mappa del Conto Termico, guida pratica all'uso del Conto Termico per la pubblica amministrazione*, 2020, https://www.gse.it/

[87] Imprese edili, *Bonus edilizia, il Superbonus110% dalle origini ad oggi: una disciplina in itinere*, 8 Ottobre 2021, https://www.flipbookpdf.net/web/files/uploads/f16a7e301a1bc7bd112a8eb4dc9e98876c15b0ea202110.pdf

[67] Istituto di Ricerche Economico Sociali del Piemonte, *POR FESR 2014-2020, Rapporto di monitoraggio valutativo*, Novembre 2019, https://www.regione.piemonte.it/web/sites/default/files/media/documenti/2020-03/monitoraggio_valutativo_fesr_gen20.pdf

SITI:

[45] https://www.edilportale.com/news/superbonus_110, consultato il 10/09/2021

[46] https://www.gse.it/, consultato il 15/09/2021

[47] https://ukcop26.org/cop26-goals/, consultato il 06/11/2021

[48] https://www.rebuilditalia.it/it/MS/relab/chi-siamo/miorin-thomas-relab/, consultato il 07/11/2021

[49] https://greenreport.it/news/energia/nonostante-il-superbonus-110-nel-2020-in-italia-non-e-cresciuta-la-qualita-energeti-

ca-degli-immobili/#prettyPhoto, consultato il 08/11/2021