

ALMA MATER STUDIORUM - UNIVERSITA' DI BOLOGNA  
CAMPUS DI CESENA  
DIPARTIMENTO DI ARCHITETTURA

CORSO DI LAUREA MAGISTRALE A CICLO UNICO IN ARCHITETTURA

**Modulare e sostenibile.**

**Riqualificazione e retrofit energetico di un isolato residenziale ACER a  
Bologna, quartiere Bolognina**

Tesi in  
Architettura Sostenibile

Relatore  
Ernesto Antonini

Presentata da  
Syria Dellasantina  
Michela Falcone

Correlatori  
Jacopo Gaspari  
Kristian Fabbri

Anno Accademico 2021-2022



La tesi è stata sviluppata all'interno del Laboratorio di Laurea in Architettura Sostenibile.  
I Capitoli 1, 2, 3 sono l'esito della prima fase di indagine collettiva eseguita insieme ai colleghi Luca Patacconi, Mattia Stefanini, Giorgia Mengucci e Gianmarco Abbruciati.

# INDICE

<b>ABSTRACT</b>	<b>1</b>
<b>1. EDIFICI RESIDENZIALI PUBBLICI IN ITALIA ED A BOLOGNA</b>	<b>3</b>
1.1 Condizione abitativa in Italia	3
1.2 Edifici Residenziali Pubblici in Italia	3
1.3 ACER a Bologna	5
<b>2. LO SVILUPPO DEL RIONE BOLOGNINA</b>	<b>7</b>
2.1 Dalla nascita della ferrovia Bolognese al PRG del 1889	7
2.2 Il ruolo dell'Istituto Case Popolari (ICP) nello sviluppo del quartiere	10
2.2.1__ <i>Primo periodo di attività (1906-1914): Amministrazione liberale</i>	
2.2.2__ <i>Secondo periodo di attività (1914-1923): Amministrazione socialista</i>	
2.2.3__ <i>Terzo periodo di attività (1923-1932): Amministrazione fascista</i>	
2.2.4__ <i>Quarto periodo di attività (1932-1935): Amministrazione fascista, nuovo Podestà</i>	
2.3 Il dopoguerra: dal "piano di ricostruzione" all'INA-Casa	20
2.4 Nuovo PRG: 1958	21
2.5 PEEP del 1963	21
2.6 Interventi manutentivi	22
<b>3. IL CONTESTO</b>	<b>23</b>
3.1 Introduzione al quartiere Bolognina	23
3.2 Progetti in atto	25
3.3 Mobilità	28
3.4 Sistema del verde	30
3.5 Popolazione	31
3.6 Analisi climatica	35
3.7 Analisi Microclimatica	39
<b>4. IL COMPARTO DI INTERVENTO</b>	<b>43</b>
4.1 Consistenza architettonica dell'insula	43

4.2 Cambiamenti nel corso del tempo.....	44
4.3 Consistenza architettonica della corte e dell'edificato.....	47
4.4 Analisi degli edifici.....	54
4.4.1__ <i>Composizione degli alloggi</i>	
4.4.2__ <i>Struttura ed involucro degli edifici</i>	
4.4.3__ <i>Tipologia degli infissi</i>	
<b>5. LE STRATEGIE PROGETTUALI.....</b>	<b>59</b>
<b>6. IL PROGETTO DI RIQUALIFICAZIONE DELLA CORTE.....</b>	<b>61</b>
6.1 Definizione del progetto.....	61
6.2 Analisi microclimatica del progetto .....	64
<b>7. LA RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA DEGLI EDIFIC.....</b>	<b>66</b>
7.1 Lo scenario Europeo ed Italiano.....	66
7.2 Le premesse di progetto.....	68
7.3 I casi studio.....	69
7.4 L'approccio.....	71
7.5 Lo studio delle geometrie di facciata.....	74
7.6 Il montaggio.....	75
7.7 L'applicazione nel caso studio.....	77
7.8 Studio dei ponti termici.....	80
7.9 L'uso del colore.....	83
7.10 Prospetti.....	85
7.10.1__ <i>Prospetti dell'edificio a sud dell'insula lato strada</i>	
7.10.2__ <i>Prospetti dell'edificio a sud dell'insula lato corte</i>	
7.10.3__ <i>Prospetti dell'edificio a nord dell'insula lato strada</i>	
7.10.4__ <i>Prospetti dell'edificio a nord dell'insula lato corte</i>	
<b>8. VALUTAZIONE DELLA PRESTAZIONE ENERGETICA E RISCHIO POVERTA' ENERGETICA</b>	<b>89</b>
8.1 I primi germi in materia ambientale.....	89
8.2 Gli interventi proposti e la loro efficacia.....	90

8.3 La povertà energetica.....	102
<b>BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>105</b>
<b>SITOGRAFIA.....</b>	<b>106</b>
<b>ALLEGATI.....</b>	<b>112</b>

## ABSTRACT

L'obiettivo della tesi **Modulare e sostenibile** è la riqualificazione energetica di tre edifici di proprietà dell'Azienda Case Emilia Romagna di Bologna (ACER-Bologna), situati nel quartiere Bolognina. Detto quartiere è posto in una zona strategica per la sua vicinanza alla stazione, al centro storico e al nuovo polo di espansione "Navile". Quest'ultimo è caratterizzato dalla riqualificazione dell'area ex-Mercato Ortofrutticolo e dalla presenza della nuova sede degli Uffici Comunali.

A livello sociale, il quartiere registra una grande percentuale di popolazione straniera e un livello di reddito delle famiglie più basso rispetto alle medie del comune di Bologna: ciò espone molti abitanti al rischio di povertà energetica, accentuata dall'aumento dei costi per l'energia e dalla costante crescita dell'inflazione.

Avvalendosi delle agevolazioni previste per la riqualificazione energetica, il Comune e l'ACER hanno avviato un importante programma di interventi, che investe diversi comparti del quartiere Bolognina: quartiere ove i consumi energetici sono molto elevati ed ove è presente una grande fetta del parco di edilizia sociale della città.

La tesi si concentra su uno dei complessi di edilizia sociale della Bolognina, con l'obiettivo di progettare la riqualificazione energetica dell'involucro, attraverso l'applicazione di elementi modulari industrializzati di facciata, in grado di assicurare: l'economicità dell'intervento, la riduzione dei tempi di esecuzione e il minor impatto possibile del cantiere sull'edificio e sulle persone che lo abitano. I lavori verranno svolti senza che gli abitanti debbano lasciare gli alloggi.

Per progettare la soluzione modulare proposta è stato condotto un accurato studio preliminare dei tre edifici oggetto di intervento, che ha rilevato ritmiche di facciata caratterizzate da una alternanza abbastanza regolare fra pieni e vuoti, permettendo così di identificare una modularità geometrica su cui è stata poi impostata la progettazione dei pannelli di rivestimento prefabbricati da applicare in facciata.

Le soluzioni di isolamento termico di facciate tramite l'applicazione di sistemi modulari prefabbricati si stanno sviluppando sempre più in Europa, spingendone la diffusione su larga scala. Questo in quanto si sono evidenziati: la diminuzione fino al 30% dei costi globali, una notevole riduzione dei tempi di intervento ed ottimi risultati in termini di miglioramento della tenuta termica degli involucri edilizi.

Nel caso dell'edilizia sociale, ridurre il fabbisogno energetico degli edifici, produce non solo benefici ambientali, ma anche sociali, in quanto abbatte la spesa che le famiglie devono

sopportare per assicurare le condizioni di comfort negli alloggi e limita i rischi di povertà energetica soprattutto delle famiglie a più basso reddito.

Oltre all'intervento sugli involucri verticali, il progetto ha sviluppato una proposta di riqualificazione della corte interna su cui essi affacciano. La corte presenta interessanti potenzialità, grazie al parcheggio interrato recentemente realizzato da ACER sotto di essa, che ha liberato l'area dalla sosta selvaggia delle auto dei residenti e l'ha dotata di estese superfici a verde. Tuttavia, la fruizione di questo spazio da parte degli abitanti è scarsa, a causa della totale assenza di dotazioni, che il progetto ha previsto invece di inserire, per offrire adeguati spazi di socializzazione e migliorare, nel contempo, il microclima dell'area.

# **1. EDIFICI RESIDENZIALI PUBBLICI IN ITALIA ED A BOLOGNA**

## **1.1 Condizione abitativa in Italia**

In Italia, attualmente, oltre il 75% delle abitazioni sono di proprietà privata delle famiglie che le abitano. Questa situazione costituisce al tempo stesso causa ed effetto della scarsa offerta di alloggi concessi in affitto.

Negli ultimi anni però, a causa dei vari cambiamenti sociali, culturali, lavorativi e non ultimi economici delle famiglie, si sta assistendo ad un'inversione di tendenza. Le domande di affitto stanno salendo mentre diminuiscono gli acquisti in proprietà.

Senza contare poi che molti giovani, data la precarietà del lavoro, che li porta a spostarsi di frequente, preferiscono scegliere come soluzione una casa in affitto.

Comunque, gli abitanti di ogni tipo di alloggio devono, oggi, purtroppo fare i conti con una crisi economico-finanziaria che ha inciso sempre più sul reddito a disposizione delle famiglie. I costi di gestione delle abitazioni sono cresciuti a dismisura dopo la pandemia e gli effetti della guerra in Ucraina, non ultimi i prezzi dell'energia.

La domanda energetica del patrimonio edilizio italiano è attualmente molto alta a causa della vetustà degli edifici, quindi il costo eccessivo della materia prima sta creando gravi problemi economici nelle famiglie italiane. Di conseguenza, sempre più persone vanno alla ricerca di un alloggio popolare.

## **1.2 Edifici Residenziali Pubblici in Italia**

Oggi in Italia gli alloggi ERP<sup>1</sup> rappresentano soltanto il 4% (circa 938.821) del patrimonio abitativo complessivo nazionale (Rapporto Norisma/Federcasta, maggio 2020) ossia un valore più basso rispetto alla media Europea (circa 6%) e molto più basso rispetto alcuni paesi europei come, per esempio, la Francia (circa 16,8 %)<sup>2</sup>.

Inoltre, il sistema di edilizia popolare, al giorno d'oggi, è vincolato a causa degli scarsi finanziamenti e della mancanza di una strategia di gestione dall'alto.

Le aziende ERP si occupano della fascia di persone in condizioni di grave povertà ma, l'accesso agli alloggi sociali ERP, è estremamente limitato sia per il bassissimo numero di

---

<sup>1</sup> Edifici Residenziali Pubblici

<sup>2</sup> Norisma/Federcasta(2020), "Dimensione del disagio abitativo pre e post emergenza covid\_19 numeri e riflessioni per una politica di settore".

alloggi disponibili, che non riesce a soddisfare la domanda abitativa, sia perché gli occupanti tendono a rimanervi per tutta la vita precludendo l'accesso alle generazioni più giovani. Il patrimonio edilizio degli ERP presenta inoltre alcune problematiche: spesso non è in buono stato di conservazione ed i costi di gestione e utilizzo ricadono nelle tasche degli abitanti già in condizioni economiche precarie. Fondamentale risulta dunque una riqualificazione energetica di questi edifici ma la questione a volte non è così semplice perché può capitare, fra le altre cose, che all'interno degli stessi si possono trovare alloggi di proprietà privata che rendono difficoltoso attuare delle ristrutturazioni.



*Fig. 1: Vista dell'alto di Bolognina. Foto di Marco Zanta.*

[Fonte:<https://www.abitare.it/it/habitat/urban-design/2017/01/15/riqualificazione-urbana-bologna-bolognina/>]

### 1.3 ACER a Bologna

L'edilizia residenziale pubblica a Bologna è gestita dall'Azienda Case Emilia-Romagna (ACER) che dispone di un parco di circa 12.000 abitazioni, sulle oltre 200.000<sup>3</sup> di edilizia privata.

Uno stock abitativo molto ridotto, considerando che a Bologna le domande valide ancora pendenti in graduatoria per l'assegnazione di un alloggio sociale sono di 4.696 coinvolgendo in totale 14.062 persone e che annualmente ne vengono soddisfatte circa 200.

La fascia di età compresa fra i 25 e i 65 anni rappresenta il 92,83% dei richiedenti. I richiedenti di età superiore ai 65 anni sono il 6,17%. Risulta in crescita la domanda abitativa da parte della popolazione adulta in età lavorativa, mentre la popolazione anziana risulta diminuita.<sup>4</sup> Inoltre, il 50% delle domande attuali è presentato da famiglie straniere.

I canoni di locazione degli alloggi ERP si basano sul reddito delle famiglie e sul calcolo dell'ISEE: il valore medio ISEE delle famiglie attualmente richiedenti si aggira fra €10.000 e €16.000. Queste famiglie spesso si trovano in situazioni economiche molto gravi sia a livello di povertà energetica che di povertà assoluta.

Una presenza preponderante di edifici ACER si trova a Bolognina, un rione del quartiere Navile situato a nord della stazione con circa 1.060 alloggi ERP.

Nel corso degli anni quest'area ha visto molte criticità dovute alla forte densità abitativa. Il rione affronta una duplice realtà: da un lato quella di essere una zona molto ricercata a causa della vicinanza con la stazione e con il centro storico nonché quella di essere una zona in espansione grazie alla costruzione del nuovo Comune e del complesso residenziale nella zona dell'ex mercato; dall'altro è il quartiere più multietnico di Bologna e le differenze sociali, a cui si associano spesso anche quelle economiche, non sono sempre un punto di forza in quanto portano ad eventi di microcriminalità. La sicurezza di questo quartiere risulta essere inoltre abbastanza carente.

La caratteristica che accomuna il patrimonio residenziale pubblico a Bologna è quello di essere stato costruito per il 44% prima del 1962 e per il 52% tra il 1962 e il 1999<sup>5</sup>; questo fa sì che il parco immobiliare sia datato, degradato e altamente energivoro.

---

<sup>3</sup> Dipartimento di sociologia e diritto dell'Economia dell'Università di Bologna (2016), "Bologna La domanda di casa una lettura delle graduatorie comunali", Bologna.

<sup>4</sup> Dipartimento di sociologia e diritto dell'Economia dell'Università di Bologna (2016), "Bologna La domanda di casa una lettura delle graduatorie comunali", Bologna.

<sup>5</sup> Comune di Bologna; sostenibilità e Bologna (2021), "Piano Urbanistico Generale", Bologna.

Per questo motivo, con il fine di riqualificare la zona, l'amministrazione comunale e l'ACER, grazie ad un investimento di 23,8 milioni di euro provenienti dal PNRR sfruttando il Superbonus 110%, prevedono di costruire 630 nuovi appartamenti per ospitare circa 1300 persone e di realizzare altri interventi per le corti di via Albani e Zampieri con l'obiettivo di una riqualificazione energetica del patrimonio ERP.

Portare gli edifici esistenti ad uno standard energetico idoneo alle attuali normative permetterebbe una significativa riduzione del fabbisogno energetico ed un risparmio notevole a favore delle classi economiche meno abbienti.



*Fig. 2: Alcuni edifici del rione Bolognina [Fonte: foto di Marco Zanta]*

## 2. LO SVILUPPO DEL RIONE BOLOGNINA

### 2.1 Dalla nascita della ferrovia bolognese al Piano Regolatore del 1889

La nascita della zona della Bolognina, rione del quartiere Navile, si può ricondurre alla costruzione della ferrovia conclusasi nel 1859, ossia in un periodo caratterizzato da forti cambiamenti sociali, economici e politici e da un “fervore di iniziative e progetti in campo edilizio ed urbanistico”<sup>6</sup>.

A seguito dell’Unità d’Italia (1861) la città vide un’intensificazione dei flussi migratori con l’intensificarsi del fenomeno dell’inurbamento<sup>7</sup>. Ciò portò alla necessità di potenziare le infrastrutture di trasporto per poter affrontare un traffico sempre più intenso affinché venisse risolto il problema del congestionamento stradale.

Per fare fronte alla crescita dell’inurbamento con un ritmo di 1200 persone l’anno, fu essenziale realizzare un Piano Regolatore che venne approvato dal Consiglio Comunale nel 1886 ma che venne adottato solo nel 1889<sup>8</sup>.

Il Piano Regolatore fu il primo strumento urbanistico mai adottato dal Comune di Bologna. Confermato durante il fascismo, rimase in vigore fino al 1955<sup>9</sup>. Esso prevedeva sia un intervento sulla città esistente mediante la costruzione di nuove strade e l’ampliamento delle strade principali esistenti per migliorare la viabilità e per collegare il centro con i nuovi quartieri, sia un piano di ampliamento.

Inoltre, per fronteggiare la crescente domanda di alloggi, il Piano prevedeva la demolizione della cinta muraria e lo sviluppo di nuovi quartieri esterni alle mura sui lati nord, est ed ovest, organizzati su maglie ortogonali rettangolari. Infine, il Piano Regolatore prevedeva un’attuazione dello stesso in 40 anni (1889-1929).

---

<sup>6</sup> Giardini M., Roversi G., Ramazza S., Ceccarelli F., Persiani M., Tarozzi E. (1996), “Per Bologna novant’anni di attività dell’Istituto Autonomo Case Popolari”, in Roversi G. (Ed.), “Le radici ideali. La scena urbana fra ‘800 e ‘900”, Istituto Autonomo per le Case Popolari di Bologna, Bologna, p. 17

<sup>7</sup> Fonte: Del Panta L., Scalone F., Sviluppo demografico, urbanizzazione e flussi migratori in Provincia di Bologna tra XIX e XX secolo, disponibile in:

[https://www.cittametropolitana.bo.it/statistica/Engine/RAServeFile.php/f/017delpanta\\_scalone.pdf](https://www.cittametropolitana.bo.it/statistica/Engine/RAServeFile.php/f/017delpanta_scalone.pdf)

<sup>8</sup> Fonte: Nono centenario del Comune di Bologna, “1889 Il nuovo piano regolatore” disponibile in: <http://nonocentenario.comune.bologna.it/1889-il-nuovo-piano-regolatoreil-nuovo-piano-regolatore/>

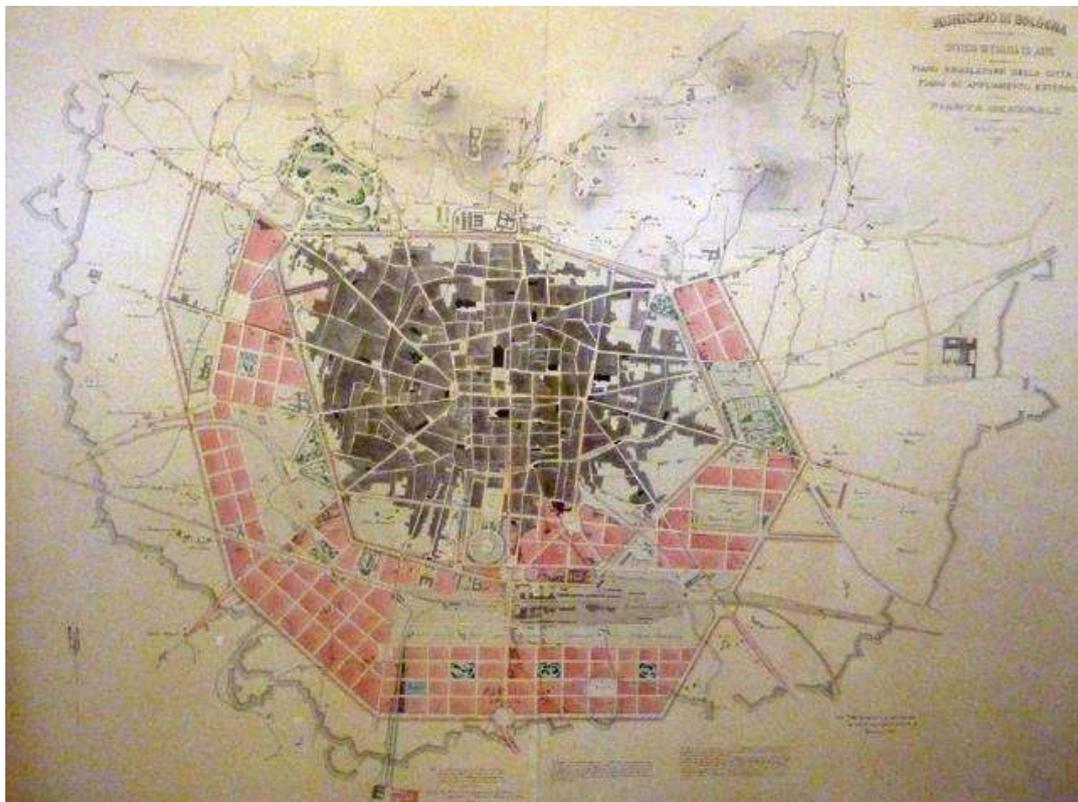
<sup>9</sup> Fonte: Bologna.online (2021), “Il Piano Regolatore e di ampliamento” disponibile in:

[https://www.bibliotecasalaborsa.it/bolognaonline/cronologia-di-bologna/1889/il\\_piano\\_regolatore\\_e\\_di\\_ampliamento](https://www.bibliotecasalaborsa.it/bolognaonline/cronologia-di-bologna/1889/il_piano_regolatore_e_di_ampliamento)

Il rione Bolognina, confinando con la stazione ferroviaria, venne individuato nel Piano Regolatore come “una delle zone suburbane destinate a futuri insediamenti produttivi e residenziali di tipo popolare”<sup>10</sup>.

In realtà dal 1889 al 1905 l’edificazione dei suoli procedette con ritmi molto lenti e “non tutti i provvedimenti previsti furono effettuati, realizzando soprattutto le opere dalle quali si poteva trarre il massimo profitto, e intere aree furono lasciate all’iniziativa privata”<sup>11</sup>.

Questo piano però portò ad una serie di conseguenze negative per la città: l’espansione si concentrò principalmente a nord della città rendendo la ferrovia priva di spazi per un futuro ampliamento; “l’area collinare restò priva di vincoli precisi; infine, lo sviluppo della struttura radiocentrica avrebbe comportato uno stravolgimento qualitativo, congestionando la rete viaria.”<sup>12</sup>

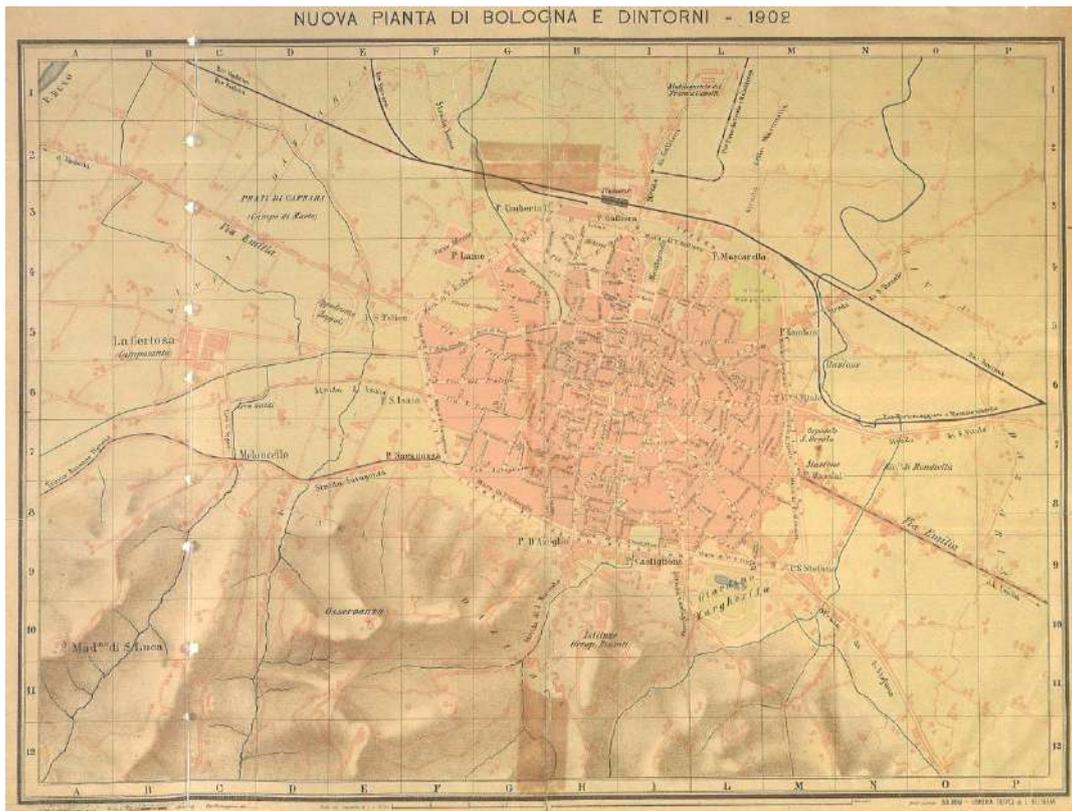


*Fig. 1: Pianta generale del piano di ampliamento e del piano regolatore del 1889 della città*  
[Fonte:[https://www.bibliotecasalaborsa.it/bolognaonline/cronologia-di-bologna/1889/il\\_piano\\_regolatore\\_e\\_di\\_ampliamento](https://www.bibliotecasalaborsa.it/bolognaonline/cronologia-di-bologna/1889/il_piano_regolatore_e_di_ampliamento)]

<sup>10</sup> Arioti E., Bezzi G., Coppini M.C., D’Attorre P.P., Gurioli C., Ramazza S., Ravaioli R., Ricchi R. (1983), “Passaggi di proprietà e frazionamento della proprietà fondiaria nel territorio dell’Arcoveggio. Il catasto rustico Pio-Gregoriano dal 1835 al 1915”, in Ricchi R. (Ed.), “Bologna città e territorio tra 800 e 900”, Franco Angeli Editore, Milano, p.163-195

<sup>11</sup> Storia e memoria di Bologna, “Piano regolatore di Bologna 1889 | 1955” disponibile in: <https://www.storiaememoriadibologna.it/piano-regolatore-di-bologna-935-evento>

<sup>12</sup> Storia e memoria di Bologna, “Piano regolatore di Bologna 1889 | 1955” disponibile in: <https://www.storiaememoriadibologna.it/piano-regolatore-di-bologna-935-evento>



*Fig. 2: Nuova pianta di Bologna e dintorni del 1902. La pianta non registra ancora i primi interventi urbanistico-edilizi in attuazione del piano dell'89. [Fonte: R. Scannavini, R. Palmieri, M. Marchesini, (1988), La nascita della città post-unitaria 1889-1939: La formazione della prima periferia storica di Bologna, Nuova Alfa Editoriale, Bologna, p.365]*

## 2.2 Il ruolo dell'Istituto Case Popolari (ICP) nello sviluppo del quartiere

A cavallo fra l'800 ed il 900 uno dei problemi più gravi per la città era la domanda abitativa che era sempre più pressante a causa sia dell'incremento della popolazione registrato a Bologna dal 1908 al 1918, sia degli intervenuti sfratti nel centro storico necessari per poter realizzare gli sventramenti previsti dal "Piano di risanamento della città"<sup>13</sup>.

Un Istituto che fu molto attivo in questi anni per risolvere il problema degli alloggi fu l'Istituto Case popolari di Bologna (ICP). La sua fondazione si può ricondurre al 1906, grazie ad una decisione del Consiglio comunale adottata tre anni dopo l'entrata in vigore della legge Luzzatti (1903)<sup>14</sup>. L'ICP venne finanziato dalla Cassa di Risparmio locale, che fornì un cospicuo sostegno all'attività dell'Istituto, consentendogli di essere per circa 20 anni, il maggiore costruttore di case economiche e popolari della città.

Fu in questo periodo che la Bolognina si delineò come un nuovo quartiere periferico, in quanto furono effettuati interventi inerenti alle infrastrutture di trasporto (ferrovia e tramvie), fu realizzato un reticolo stradale parzialmente nuovo e cominciarono ad operare sia l'Istituto Case Popolari che alcune Cooperative per l'edilizia popolare.

Fino a quel momento solo la Cooperativa per la costruzione ed il risanamento delle case per Operai di Bologna aveva avviato un importante programma di costruzioni di alloggi popolari ed aveva acquisito dal Comune di Bologna una vasta area nella zona centrale del piano di ampliamento.

Un periodo di inattività della Cooperativa delle case per Operai fu fra gli elementi che spinsero alla costruzione dell'ICP, Ente destinato a realizzare quartieri popolari per le famiglie operaie residenti nel centro cittadino, che sarebbe stato presto sventrato con gli interventi previsti dal piano regolatore del 1989. L'Istituto presentava dei vantaggi rispetto alle Cooperative in quanto era facilmente controllabile dall'Amministrazione locale, avendo un Consiglio di Amministrazione eletto dal Consiglio Comunale e un Presidente nominato dal Sindaco.

---

<sup>13</sup> Ariotti E., Bezzi G., Coppini M.C., D'Attorre P.P., Gurioli C., Ramazza S., Ravaioli R., Ricchi R. (1983), "Le realizzazioni dello IACP dal 1906 al 1940", in Ramazza S. (Ed.), "Bologna città e territorio tra 800 e 900", Franco Angeli Editore, Milano, p.163-195

<sup>14</sup> Prevede la possibilità di costituire enti comunali e provinciali per realizzare edilizia pubblica finalizzata all'assegnazione di case ai meno abbienti (i futuri IACP, appunto); Fonte: Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana, "LEGGE 31 maggio 1903, n.254" disponibile in: [https://www.gazzettaufficiale.it/atto/serie\\_generale/caricaDettaglioAtto/originario?atto.dataPubblicazioneGazzetta=1903-07-08&atto.codiceRedazionale=003U0254](https://www.gazzettaufficiale.it/atto/serie_generale/caricaDettaglioAtto/originario?atto.dataPubblicazioneGazzetta=1903-07-08&atto.codiceRedazionale=003U0254)

### *2.2.1 Primo periodo di attività (1906-1914): Amministrazione liberale*

Nel suo primo periodo di attività (1906-1914) l'Istituto realizzò alloggi nella zona a nord della Stazione ferroviaria ossia nella zona di espansione già prevista dal PRG del 1889, la Bolognina. In realtà i canoni di affitto praticati dall'Istituto non erano inferiori a quelli di mercato, ma comunque la richiesta di alloggi era molto alta in quanto si preferiva un alloggio nuovo e salubre rispetto a quelli antichi e malsani del centro storico.

Le caratteristiche delle costruzioni popolari erano in linea con la tipologia tipica delle residenze borghesi bolognesi ma si presentavano "declassati nei servizi, nei prospetti esterni, nella disposizione degli ambienti e nella collocazione urbana"<sup>15</sup>, ed erano previste sempre in zone non ancora urbanizzate.

Le tipologie di alloggi realizzati furono quattro e ad ognuna corrispondeva un canone di affitto diverso a seconda delle categorie sociali destinate a risiederci.

I tipi maggiormente adottati fino al 1914 furono quelli dell'ing. Barigazzi e quello dell'ing. Corinti, che presentavano caratteristiche simili: "l'ingresso dell'alloggio dava direttamente in cucina, dalla quale si accedeva in tutte le altre stanze; il locale per i servizi igienici era molto ristretto"<sup>16</sup>.

I fabbricati costruiti creavano "agglomerati chiusi con cortili interni e con servizi comuni tipo lavanderia negli scantinati"<sup>17</sup> ed erano allineati alle strade previste dal Piano Regolatore del 1889.

---

<sup>15</sup> Arioti E., Bezzi G., Coppini M.C., D'Attorre P.P., Gurioli C., Ramazza S., Ravaioli R., Ricchi R. (1983), "Le realizzazioni dello IACP dal 1906 al 1940", in Ramazza S. (Ed.), "Bologna città e territorio tra 800 e 900", Franco Angeli Editore, Milano, p.163-195

<sup>16</sup> Arioti E., Bezzi G., Coppini M.C., D'Attorre P.P., Gurioli C., Ramazza S., Ravaioli R., Ricchi R. (1983), "Le realizzazioni dello IACP dal 1906 al 1940", in Ramazza S. (Ed.), "Bologna città e territorio tra 800 e 900", Franco Angeli Editore, Milano, p.163-195

<sup>17</sup> Arioti E., Bezzi G., Coppini M.C., D'Attorre P.P., Gurioli C., Ramazza S., Ravaioli R., Ricchi R. (1983), "Le realizzazioni dello IACP dal 1906 al 1940", in Ramazza S. (Ed.), "Bologna città e territorio tra 800 e 900", Franco Angeli Editore, Milano, p.163-195

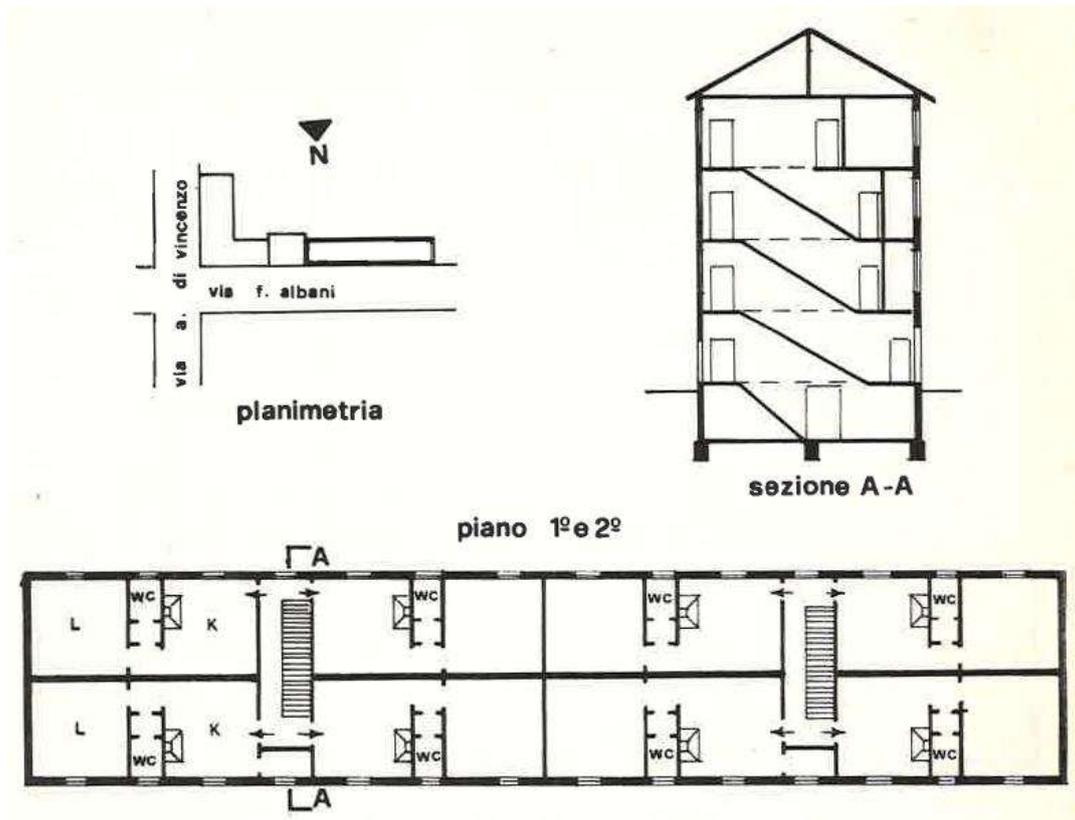


Fig. 3: "Bologna, 1911. Quartiere Bolognina. Fabbricato a quattro piani con 31 appartamenti realizzato su progetto dell'ing Barigazzi." [Fonte: Ariotti E., Bezzi G., Coppini M.C., D'Atorre P.P., Gurioli C., Ramazza S., Ravaioli R., Ricchi R. (1983), "Le realizzazioni dello IACP dal 1906 al 1940", in Ramazza S. (Ed.), "Bologna città e territorio tra 800 e 900", Franco Angeli Editore, Milano, p167]

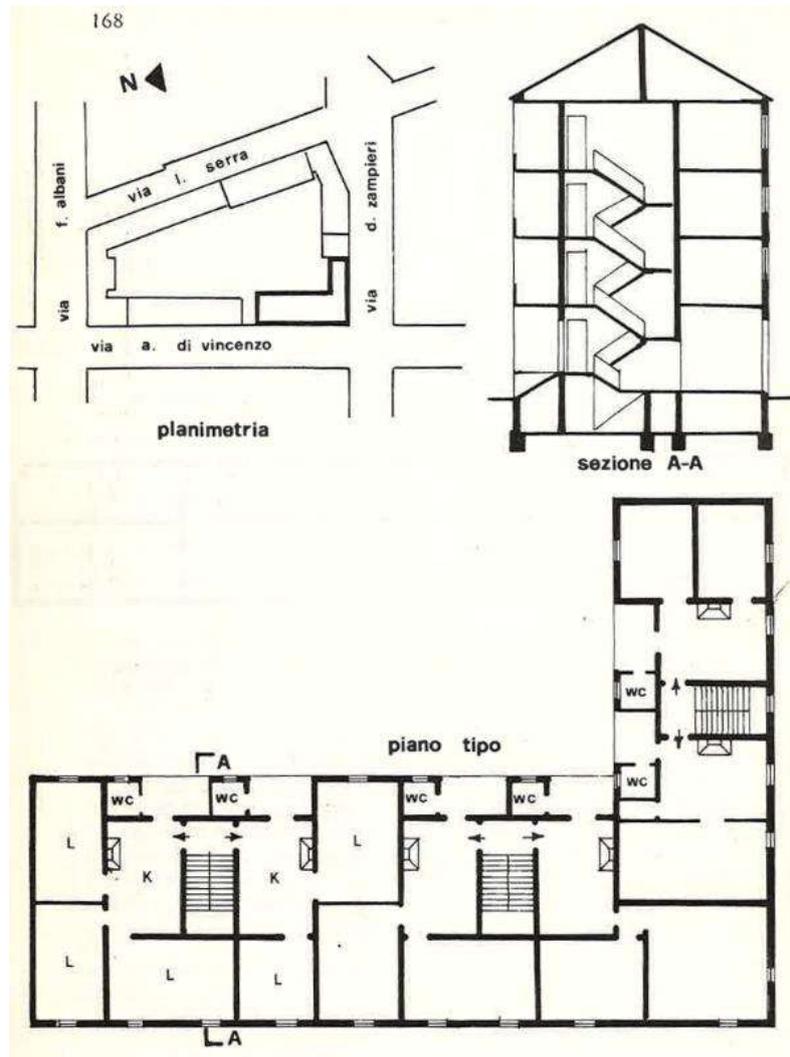


Fig. 4: "Bologna, Quartiere Bolognina, Fabbricato di quattro piani con 24 appartamenti realizzato su progetto dell'ing Corinti." [Fonte: Arioti E., Bezzi G., Coppini M.C., D'Atorre P.P., Gurioli C., Ramazza S., Ravaioli R., Ricchi R. (1983), "Le realizzazioni dello IACP dal 1906 al 1940", in Ramazza S. (Ed.), "Bologna città e territorio tra 800 e 900", Franco Angeli Editore, Milano, p168]

### *2.2.2 Secondo periodo di attività (1914-1923): Amministrazione socialista*

Nel 1914 vi fu il passaggio dell'Amministrazione da liberale a socialista, ma ciò non comportò cambiamenti nella linea d'azione della politica urbanistica del Comune incentrata sia sugli sventramenti nel centro cittadino che sul simultaneo intervento dell'ICP con la costruzione di nuovi alloggi in aree esterne.

Il numero delle abitazioni costruite però non compensava il numero degli alloggi demoliti; fu per questo che l'ICP non riuscì mai a risolvere il problema della casa per la popolazione di recente immigrazione e per il sottoproletariato.

L'Istituto vide un periodo di inattività corrispondente alla Prima guerra mondiale ma continuò comunque a cercare fondi per "assicurare, a guerra finita, la ripresa dell'attività costruttiva"<sup>18</sup> che avvenne nel 1919 con nuovi alloggi per operai nel quartiere Libia.

La Bolognina si delineò più chiaramente con le costruzioni del 1920-1922 composte da una tipologia di "agglomerato chiuso a quadrilatero con ampio cortile interno dal quale si accede ad ogni singolo vano scala"<sup>19</sup>. Gli alloggi riprendono la tipologia dell'ing. Barigazzi con la variante dell'aggiunta, in alcuni alloggi, di un terrazzino collegato alla cucina.

### *2.2.3 Terzo periodo di attività (1923-1932): Amministrazione fascista*

Nei 20 anni successivi, la domanda abitativa non accennava a scendere anzi andava ad aggravarsi sempre più a causa dell'inurbamento dovuto alla crescente immigrazione ed all'aumentare del numero di sfratti.

Dal 1922, a causa dell'imminente passaggio dell'amministrazione da socialista a fascista (1923) e della difficoltà di concessione dei contributi da parte dello Stato, ci fu un periodo di inattività dell'Istituto.

Fu solamente un anno dopo (1923) che la situazione si sbloccò e vennero concessi dalla Cassa di Risparmio ed altre banche i mutui, negati solamente un anno prima all'amministrazione socialista, che però furono disponibili solamente nel 1926.

---

<sup>18</sup> Giardini M., Roversi G., Ramazza S., Ceccarelli F., Persiani M., Tarozzi E. (1996), "Per Bologna novant'anni di attività dell'Istituto Autonomo Case Popolari", in Ramazza S. (Ed.), "Francesco Zanardi, Sindaco socialista e Presidente dell'Istituto. Il periodo bellico e la ripresa dell'edilizia: 1914 – 1923", Istituto Autonomo per le Case Popolari di Bologna, Bologna, p. 61-70

<sup>19</sup> Ariotti E., Bezzi G., Coppini M.C., D'Attorre P.P., Gurioli C., Ramazza S., Ravaioli R., Ricchi R. (1983), "Le realizzazioni dello IACP dal 1906 al 1940", in Ramazza S. (Ed.), "Bologna città e territorio tra 800 e 900", Franco Angeli Editore, Milano, p.163-195

Dal 1925 al 1927 ci fu un periodo di intensa attività di costruzione anche grazie al Comune, che concesse un proprio contributo per la realizzazione di 5 fabbricati che avrebbero dovuto essere destinati a famiglie senza-tetto ed agli inquilini degli alloggi in centro storico oggetto di demolizione. L'Istituto, capeggiato da Arpinati, un esponente fascista, rivendicò il diritto di assegnare gli alloggi in maniera autonoma così come sancito dallo Statuto dell'Istituto. Ciò favorì i nuovi iscritti al partito fascista e all'organizzazione degli ex combattenti, causando un peggioramento della situazione delle famiglie senza casa.

Dalla fondazione dell'Istituto fino al 1926 le modifiche nella costruzione di alloggi riguardavano solo la tipologia dei corpi di fabbrica, che passano dalla forma chiusa attorno ad un cortile interno, alla forma a schiera. Inoltre, dopo il 1924 il numero dei piani aumentò da quattro a cinque.

Fino al 1926 l'ICP costruì alloggi con uno standard modesto, così da poter essere accessibili anche dai meno abbienti, mentre dal 1926 e per tutto il periodo in cui Arpinati (1932-33) fu Podestà di Bologna, l'Istituto costruì solo abitazioni assegnate con la formula dell'affitto e conseguente patto di futura vendita agli assegnatari, privilegiando così le classi con un reddito fisso come i dipendenti della Pubblica Amministrazione.

Inoltre, venne attribuita all'istituto l'esclusiva dell'edilizia pubblica, andando così ad aggravare la già preoccupante situazione di estrema carenza di alloggi popolari.

Alcune case a riscatto furono realizzate anche nei rioni Bolognina e Libia, riproducendo la tipologia di alloggio costruita fino al 1924. Una caratteristica qualitativa degli alloggi a riscatto successivi al 1928 fu la dimensione dei servizi igienici, ampliati a circa 6,3 m<sup>2</sup>, quindi assai superiori a quelli da appena 3 m<sup>2</sup> degli alloggi realizzati nella Bolognina negli anni precedenti.

“I fabbricati diminuirono di dimensioni, arrivando a contenere in media 16 appartamenti ciascuno”<sup>20</sup> ed anche gli alloggi avevano stanze più piccole con “un ampio ingresso, un soggiorno staccato dalla cucina, che veniva ridotta sempre più a servizio”<sup>21</sup>.

Nel 1931 venne ultimata la costruzione di 4 fabbricati di alloggi popolari, di cui 3 alla Bolognina, utilizzando la stessa tipologia usata fino ad ora ossia corpi di fabbrica dalla forma

---

<sup>20</sup> Giardini M., Roversi G., Ramazza S., Ceccarelli F., Persiani M., Tarozzi E. (1996), “L'attività dell'Istituto Autonomo Case popolari di Bologna dal 1906 al 1940”, in Ramazza S. (Ed.), “Per Bologna novant'anni di attività dell'Istituto Autonomo Case Popolari. 1906-1996”, Istituto Autonomo per le Case Popolari di Bologna, Bologna, p. 285.

<sup>21</sup> Giardini M., Roversi G., Ramazza S., Ceccarelli F., Persiani M., Tarozzi E. (1996), “L'attività dell'Istituto Autonomo Case popolari di Bologna dal 1906 al 1940”, in Ramazza S. (Ed.), “Per Bologna novant'anni di attività dell'Istituto Autonomo Case Popolari. 1906-1996”, Istituto Autonomo per le Case Popolari di Bologna, Bologna, p. 285.

chiusa attorno ad un cortile interno, che però vennero anche in questo caso dati in affitto con patto di futura vendita, escludendo così i ceti più poveri.

#### *2.2.4 Quarto periodo di attività (1932-1935): Amministrazione fascista, nuovo Podestà*

Nel 1933 venne nominato un nuovo Podestà di Bologna, Angelo Manaresi e fu cambiato tutto il Consiglio di Amministrazione dell'Istituto, compreso il Presidente. Il nuovo Consiglio dichiarò da subito la volontà di costruire case popolari e popolarissime e tale idea venne sostenuta anche dal Partito Fascista, che accusava la vecchia amministrazione di favorire la speculazione edilizia.

All'inizio degli anni '30 la situazione degli alloggi popolari a Bologna era veramente preoccupante, aggravata anche dal continuo inurbamento che stava investendo la città di Bologna in quegli anni.

Nello 1934 fu rivisto il regolamento di igiene del Comune garantendo "agli alloggi popolari e popolarissimi, un'altezza minima dei vani di mt. 2,80 [...] una limitata ampiezza degli appartamenti (massimo tre camere e cucina)"<sup>22</sup> inoltre le abitazioni sarebbero dovute "sorgere solo al di fuori della cinta dei viali di circoscrizione e mai in fregio ad arterie stradali importanti"<sup>23</sup>. Ciò però comportò la difficoltà di soddisfare le richieste di famiglie molto numerose.

Nel breve periodo in cui Manaresi fu Podestà di Bologna (1933-35) egli non fu un rappresentante diretto del partito fascista ma si interessò all'economia e agli aspetti sociali legati agli affari locali.<sup>24</sup>

Con le dimissioni di Manaresi nel 1935 "l'attività del Comune per l'edilizia popolare ritornò ad essere quella svolta nel decennio precedente al 1933", a causa di un bilancio comunale molto critico, "con la costruzione di baracche ed alloggi di fortuna per i senzatetto e con il

---

<sup>22</sup> Giardini M., Roversi G., Ramazza S., Ceccarelli F., Persiani M., Tarozzi E. (1996), "Le radici ideali. La scena urbana fra '800 e '900", in Roversi G. (Ed.), "Per Bologna novant'anni di attività dell'Istituto Autonomo Case Popolari. 1906-1996", Istituto Autonomo per le Case Popolari di Bologna, Bologna, p. 285.

<sup>23</sup> Ariotti E., Bezzi G., Coppini M.C., D'Atorre P.P., Gurioli C., Ramazza S., Ravaioli R., Ricchi R. (1983), "Le realizzazioni dello IACP dal 1906 al 1940", in Ramazza S. (Ed.), "Bologna città e territorio tra 800 e 900", Franco Angeli Editore, Milano, p.163-195

<sup>24</sup> Giardini M., Roversi G., Ramazza S., Ceccarelli F., Persiani M., Tarozzi E. (1996), "L'attività dell'Istituto Autonomo Case popolari di Bologna dal 1906 al 1940", in Ramazza S. (Ed.), "Per Bologna novant'anni di attività dell'Istituto Autonomo Case Popolari. 1906-1996", Istituto Autonomo per le Case Popolari di Bologna, Bologna, p. 285

continuo riutilizzo di alloggi acquistati dal Comune”<sup>25</sup> per effettuare gli sventramenti nel centro storico.

In totale al 1937, la popolazione ospitata negli alloggi dell'ICP ammontava a 14.311 persone. In questi anni vennero affidati all'Istituto il ruolo di ente economico e di ente assistenziale, incaricandolo di farsi carico del problema crescente della morosità con intimazioni di sfratti nei casi più gravi ma anche di attuare misure assistenziali a beneficio di famiglie temporaneamente in precarie condizioni.

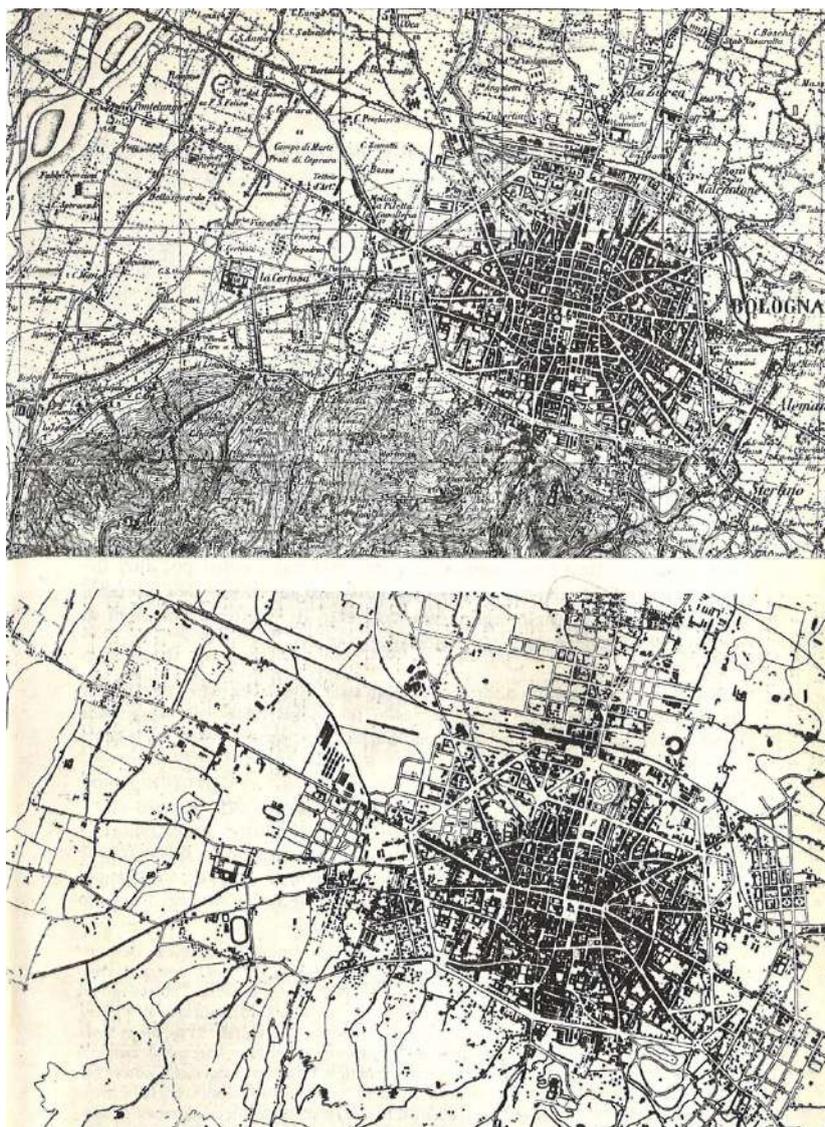


Fig. 5: Cartografie che mostrano l'espansione urbana registrata nel 1928 (in basso) in confronto a quella del 1911 (in alto) con la formazione dei quartieri periferici a nord (Bolognina), ovest (S. Viola) e sud est (Murri) [Fonte: E. Ariotti, G. Bezzi, M.C. Coppini, P.P. D'Attorre, C. Gurioli, S. Ramazza, R. Ravaioli, R. Ricchi, Bologna città e territorio tra 800 e 900, Franco Angeli Editore, Milano, p.319]

<sup>25</sup>Giardini M., Roversi G., Ramazza S., Ceccarelli F., Persiani M., Tarozzi E. (1996), "L'attività dell'Istituto Autonomo Case popolari di Bologna dal 1906 al 1940", in Ramazza S. (Ed.), "Per Bologna novant'anni di attività dell'Istituto Autonomo Case Popolari. 1906-1996", Istituto Autonomo per le Case Popolari di Bologna, Bologna, p. 285



Fig. 6: Pianta di Bologna, con fabbricati dell'Istituto e dell'Azienda case popolarissime, aggiornata al 1938 [Fonte: M. Giardini, G. Roversi, S. Ramazza, F. Ceccarelli, M. Persiani, E. Tarozzi, Per Bologna novant'anni di attività dell'Istituto Autonomo Case Popolari 1906-1996, (1996), Istituto Autonomo per le Case Popolari della provincia di Bologna, Bologna, p.285]

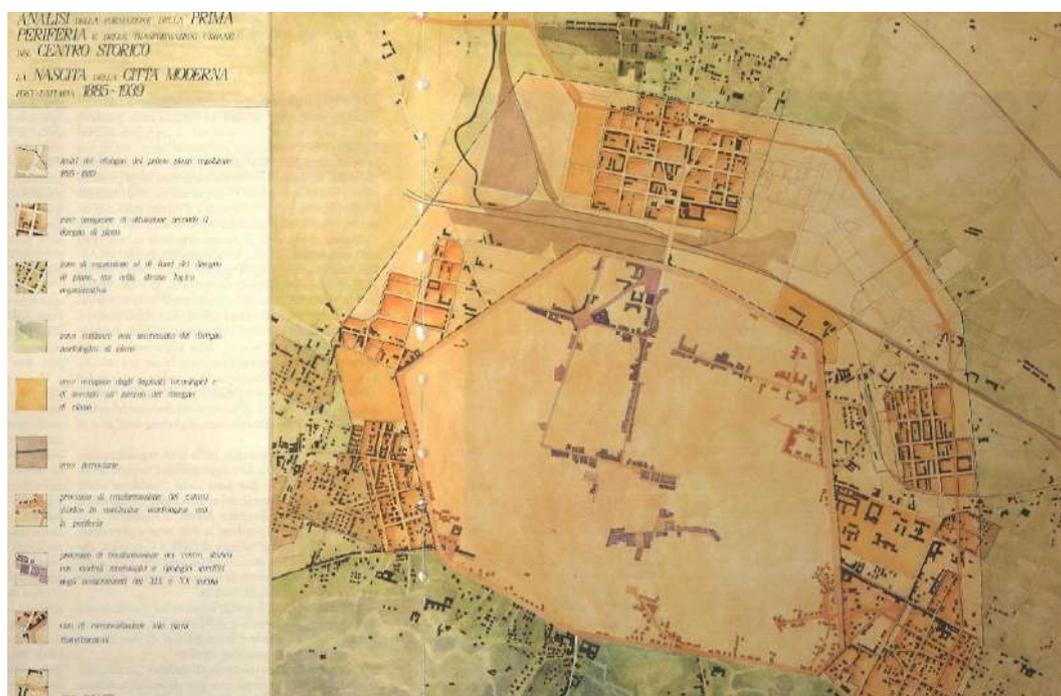
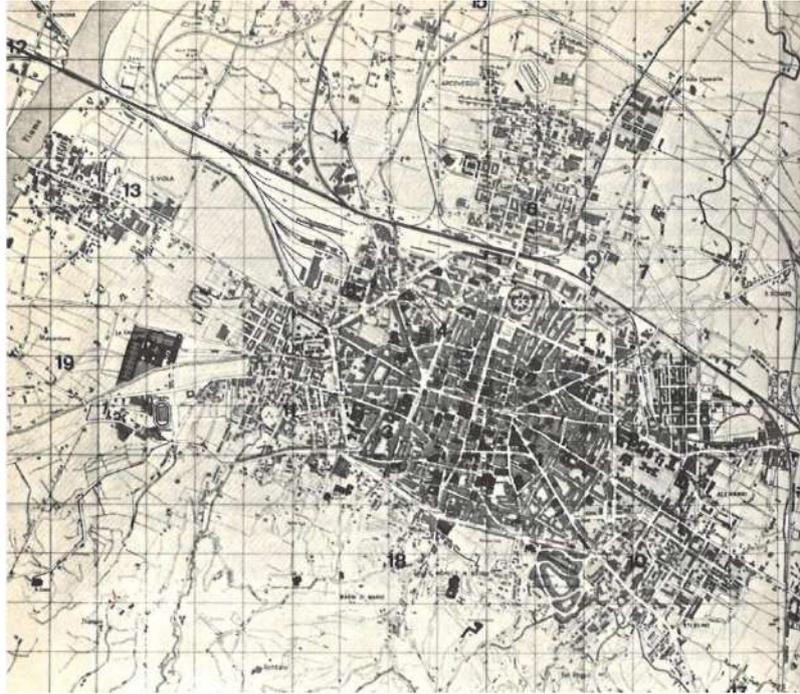


Fig. 7: Elaborazione cartografica mirata della prima periferia che elabora il processo di attuazione del piano del 1889 [Fonte: R. Scannavini, R. Palmieri, M. Marchesini, 1988), La nascita della città post-unitaria 1889-1939: La formazione della prima periferia storica di Bologna, Nuova Alfa Editoriale, Bologna, p.365]



Fig. 8: Bologna. Pianta della città. Sono perimetrare le zone di più intenso intervento dell'IACP fino al 1940. 1. Quartiere Bolognina. Anni di costruzione: dal 1909 al 1940; 2. Quartiere Libia. Anni di costruzione: dal 1912 al 1940; 3. Case per gli umili in via Rimesse. Anno di costruzione: 1926. Nel 1930, sullo stesso lotto, tu costruito un fabbricato di alloggi popolari a riscatto; 4. Zona di maggiore costruzione di case a riscatto con «patto di futura vendita». Anni di costruzione: dal 1928 al 1930; 5. Zona a ridosso dello scalo merci ferroviario, tra P.ta Lame e P.ta S. Felice. Furono costruiti alloggi a riscatto, case popolarissime (v. Pier Crescenzi) e alloggi popolari. Anni di costruzione: dal 1928 al 1939; 6. Villaggio per le famiglie dei caduti, dei feriti, dei mutilati per la causa della rivoluzione fascista. Anno di costruzione: 1938. [Fonte: E. Ariotti, G. Bezzi, M.C. Coppini, P.P. D'Attorre, C. Gurioli, S. Ramazza, R. Ravaioli, R. Ricchi, Bologna città e territorio tra 800 e 900, Franco Angeli Editore, Milano, p.319]



*Fig. 9: Bologna, la città negli anni '40. [Fonte: E. Ariotti , G. Bezzi , M.C. Coppini , P.P. D'Attorre , C. Gurioli, S. Ramazza, R. Ravaioli, R. Ricchi, Bologna città e territorio tra 800 e 900, Franco Angeli Editore, Milano, p.319]*

### **2.3 Il dopo guerra dal piano di ricostruzione all'INA casa**

La Seconda Guerra Mondiale ebbe esiti devastanti anche in Italia: Bologna, colpita da 51 bombardamenti aerei fra il 16 luglio 1943 ed il 18 aprile 1945, registrava gravissimi danni, con voragini, macerie e devastazione in larghe parti del suo territorio.

Le case distrutte erano 1.272, quelle semidistrutte 1.534 e quelle lesionate 2.600, mentre 5.439 edifici necessitavano un intervento ricostruttivo per un totale di circa 121.000 vani ossia il 43,2% dei vani disponibili prima dello scoppio della guerra.

La situazione di forte carenza di case si aggravò nel 1944, durante l'ultimo inverno di guerra, con l'arrivo di circa 60.000 profughi e poi con il rientro degli sfollati.

Nel 1948 venne approvato uno specifico piano di ricostruzione con valenza di piano particolareggiato e validità quinquennale. Il piano individuava alcune zone destinate alla demolizione ed alla ricostruzione e altre zone da destinare ai servizi, sia all'interno che all'esterno dell'area già urbanizzata.

L'idea di città del periodo di ricostruzione non risultò particolarmente innovativa, ricalcando le idee di sviluppo dei piani dell'anteguerra e le soluzioni urbanistiche tipiche di quegli anni.

Il piano, non sottoposto a controlli di alcun tipo, era incentrato su risultati quantitativi, sulla massima edificazione, prevedendo interventi radicali nel tessuto urbano senza tener conto della natura storico ambientale del contesto e della morfologia della città esistente.

Uno fra i più importanti interventi urgenti attuati, fu il piano Fanfani, che diventò esecutivo nel febbraio del 1949 a seguito dell'approvazione della legge 43 del 28/02/1949, dando vita all'INA-Casa, un piano inizialmente settennale e poi prorogato per altri 7 anni (durata 1949-1963).

Il piano aveva lo scopo di costruire case per lavoratori facendo dell'attività edilizia il mezzo per arginare la disoccupazione e rendendo così l'intervento pubblico un sostegno per quello privato.

La costruzione di molti edifici oggi presenti alla Bolognina risale a questo periodo.

## **2.4 Nuovo PRG: 1958**

Nel 1958 venne approvato un nuovo Piano Regolatore Generale, che recepisce il piano di ricostruzione del 1948 e si incentra sulla viabilità e sullo sviluppo edilizio, prevedendo:

- nella periferia: un incremento della popolazione fino a un milione di abitanti, con un'espansione a macchia d'olio; la costruzione di un nuovo quartiere fieristico a nord; il vincolo di un'area da destinare successivamente alla costruzione della tangenziale;
- nel centro storico: la ricostruzione di aree pesantemente bombardate prevedendo però "sventramenti e rettificazioni di strade per favorire la circolazione automobilistica"<sup>26</sup>

## **2.5 PEEP del 1963**

Con la legge 167 del 18/04/1962 l'Amministrazione Comunale poteva cedere a prezzo politico le aree demaniali, stimolando l'attività di costruzione delle cooperative.

Nel 1963 l'Amministrazione Comunale adottò il Piano per l'Edilizia Economica e Popolare (PEEP), che introduceva una prima trasformazione radicale nel Piano Regolatore Generale del 1958.

---

<sup>26</sup> Bologna.online (2020), "Il nuovo Piano Regolatore Generale (PRG)" disponibile in: [https://www.bibliotecasalaborsa.it/bolognaonline/cronologia-di-bologna/1955/il\\_nuovo\\_piano\\_regolatore\\_generale\\_prg](https://www.bibliotecasalaborsa.it/bolognaonline/cronologia-di-bologna/1955/il_nuovo_piano_regolatore_generale_prg)

Nel PEEP vennero incluse aree inedificate prossime al centro, già previste dal PRG in vigore come aree da espropriare e da destinare a zone residenziali per l'espansione urbanistica, a cui però venne assegnata una densità abitativa drasticamente inferiore.

L'obiettivo era fermare la speculazione edilizia che caratterizzava le aree di espansione nelle periferie e perciò il Comune intervenne inserendo servizi, verde e impianti sportivi, per evitare una segregazione sociale e per stabilire standard urbanistici conformi alla legislazione.

Fra il 1968 ed il 1972 il PEEP venne molto utilizzato dall'IACP, il maggiore costruttore di case popolari a Bologna, e si riuscì a costruire una quantità di spazi verdi e servizi tale da creare un rapporto favorevole con le abitazioni ossia 40 m<sup>2</sup> a persona. Entro gli anni '80 gli alloggi costruiti attraverso l'attività dei PEEP ammontavano a 16.000.

## **2.6 Interventi manutentivi**

Dagli anni '70 fino agli anni '90, iniziò una nuova stagione di interventi che, a differenza di quelli dei decenni precedenti, puntavano alla riqualificazione ed il riuso delle strutture edilizie esistenti, piuttosto che alla creazione di quartieri di nuova costruzione. Questa inversione di rotta investì principalmente il centro storico della città, per diversi motivi, fra cui contenere lo sviluppo delle periferie; recuperare il patrimonio edilizio per evitare l'espulsione dei ceti meno abbienti; valorizzare la qualità ambientale irripetibile del tessuto consolidato.

L'operazione non investì tuttavia solo il centro storico, ma anche le prime periferie furono oggetto di recupero in particolare i quartieri di edilizia pubblica realizzati in età postunitaria. L'obiettivo era di aumentare i livelli di abitabilità, prevedendo un incremento dei servizi in modo da rispettare gli standard urbanistici e anche nelle porzioni di tessuto preesistente, che non ne erano dotate a sufficienza.

Il ruolo di stazione appaltante e di direzione lavori fu affidato all'ICP, che effettuò interventi sugli edifici di proprietà comunale anche nell'area Navile. Infatti, nel 1988 lo ICP propose un "programma pluriennale di recupero" chiamato "progetto Nuove Corti" che interessò "12 comparti di proprietà dell'ente posti nei quartieri S. Vitale, Navile e Porto per un totale circa di 2.300 alloggi"<sup>27</sup>.

---

<sup>27</sup> Giardini M., Roversi G., Ramazza S., Ceccarelli F., Persiani M., Tarozzi E. (1996), "L'attività edilizia dello IACP a Bologna nel secondo dopoguerra", in Ceccarelli F. (Ed.), "Per Bologna novant'anni di attività dell'Istituto Autonomo Case Popolari. 1906-1996", Istituto Autonomo per le Case Popolari di Bologna, Bologna, p. 285

### **3. IL CONTESTO**

#### **3.1 Introduzione al quartiere Bolognina**

La zona della Bolognina, rione del quartiere Navile, è una zona situata a Nord del centro storico di Bologna, dal quale la separano il fascio dei binari e la stazione ferroviaria. La vicinanza al centro storico, insieme alla prossimità alla stazione sul lato sud e alla tangenziale a nord sono punti di forza della zona che si trova vicino a diversi punti di interesse, quali il Tecnopolo, la Fiera, il CNR che accoglie al suo interno la nuova sede degli Uffici comunali. Pur nascendo come espansione urbana destinata all'ambito residenziale per la classe operaia, oggi l'area è in forte trasformazione ed è oggetto di numerosi piani di riqualificazione, che si propongono di ridefinirne l'assetto.



**CITTA' METROPOLITANA DI BOLOGNA**

Superficie: 3.703 Km<sup>2</sup>

Popolazione: 1.016.390 (31-05-2022)

Densità: 274,48 ab/Km<sup>2</sup>



**COMUNE DI BOLOGNA**

Superficie: 140,86 Km<sup>2</sup>

Popolazione: 392.809 (31-05-2022)

Densità: 2.788,65 ab/Km<sup>2</sup>



**QUARTIERE NAVILE**

Superficie: 25,892 Km<sup>2</sup>

Popolazione: 69.545 (2021)

Densità: 2.685,96 ab/Km<sup>2</sup>

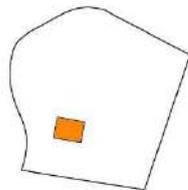


**AREA BOLOGNINA**

Superficie: 4,95Km<sup>2</sup>

Popolazione: 36.585 (2021)

Densità: 7.390,91 ab/Km<sup>2</sup>



**AREA DI PROGETTO**

Superficie: 12000 m<sup>2</sup>

Popolazione: 650

Densità: 0,05 ab/m<sup>2</sup>

*Fig. 1: Inquadramento territoriale area di progetto. [Elaborazione degli autori]*

### 3.2 Progetti in atto



Fig. 21: Localizzazione dei principali progetti in atto. [Elaborazione degli autori]

Fra gli interventi più rilevanti si segnalano quelli relative ai “Piani Urbani Integrati” del Piano nazionale di ripresa e resilienza (PNRR), che finanziano alla città di Bologna progetti per 157 milioni di euro. In particolare, i progetti finanziati nella zona della Bolognina sono:

**1 - Via della Conoscenza:** (parco del Reno → tecnopolo → fiera district → parco nord): un sistema di connessione ciclopedonale verde e blu volto al miglioramento della qualità ambientale e del profilo digitale della Città della Conoscenza. Questi percorsi conetteranno i luoghi della conoscenza interessando aree di proprietà pubblica ed edifici di proprietà comunale per i quali è previsto un intervento di recupero edilizio e rifunzionalizzazione.

**2 - C40 & Reinventing cities:** C40 è una rete di sindaci di quasi 100 città leader a livello mondiale, che collaborano per fornire l'azione urgente necessaria in questo momento per affrontare la crisi climatica e per creare un futuro in cui tutti, ovunque, possano prosperare. La missione di C40 è di dimezzare entro un decennio le emissioni di carbonio delle città della rete .

Bologna ha ufficializzato la candidatura di una porzione dello Scalo Ferroviario Ravone (compresa anche dell'area OMV Ravone) e del Palazzo dell'Aiuto Materno al concorso internazionale di progettazione Reinventing Cities promosso da C40, che prevede la trasformazione di siti inutilizzati o degradati in spazi urbani rigenerati, resilienti e a zero emissioni di carbonio.

**3 – Area “Ravone”:** è prevista la rifunzionalizzazione ecosostenibile degli edifici e delle aree ferroviarie dismesse, con finalità di interesse pubblico. Una serie di magazzini e fabbricati di diversa metratura, collocati in una zona connessa alle principali arterie della città, saranno disponibili per locazioni temporanee.

**4 - Rigenerazione della Bolognina:** è prevista la riqualificazione degli edifici di edilizia residenziale pubblica e delle corti al loro interno tra le vie Albani, Zampieri, Di Vincenzo e Fioravanti. In via Fioravanti nascerà anche un Centro di documentazione della casa popolare e operaia, mentre un edificio dell'ex mercato ortofrutticolo ospiterà attività ludico-ricreative, culturali e sociali trasformandosi nella “officina della conoscenza”, associata al Polo della Memoria democratica. In particolare, questi spazi sono concepiti come aree libere del Polo destinate ad associazioni, movimenti e realtà culturali esterne. Il museo e archivio storico dell'ACER (museo delle case popolari ed operaie) sarà realizzato nell'edificio degli ex fuochisti, finanziato dal ministero dei lavori pubblici. Infine, nel programma è prevista la realizzazione del cosiddetto asse nord-sud, che consentirà un restringimento di carreggiata di via Fioravanti, trasformandola nell'asse portante della mobilità dolce.

**5 – Area Tecnopolo:** il Gemello digitale è un modello digitale della città, una riproduzione il più fedele possibile in stile Second Life, da sfruttare per sviluppare modelli predittivi attraverso i big data. A Bologna nascerà attorno al Tecnopolo, che dal 2022 ospita il supercalcolatore che rappresenta da solo il 90% della capacità di calcolo italiana e il 70% di quella europea. Il nuovo Tecnopolo consentirà a Bologna di essere il primo Big Data Hub europeo e una delle prime tre città al mondo per capacità di calcolo e uso dei dati.

**6 - Ex SASIB:** il subcomparto 1, già realizzato, comprende uffici, mentre il subcomparto 2 prevede alloggi e uffici fino ad un massimo di 3000mq.

**7 - Ex officine Casaralta e ex caserma Sani:** il progetto per ex officine Casaralta prevede usi commerciali e residenziali, mentre l'intervento per l'ex caserma Sani comprende alloggi, uffici, attività commerciali e attrezzature pubbliche, attraverso il recupero di 3 fabbricati e la realizzazione di nuove attrezzature.

**8 - Ex Cevolani/Patini/Motori Comat:** presso l'area Ex Cevolani/Patini il progetto prevede la realizzazione di circa 100 alloggi, commercio e uffici. Nell' area Ex Motori Comat è prevista la realizzazione di alloggi e commercio, oltre ad un parcheggio pubblico.

**9 - Ex Fervet:** In seguito alla variante approvata nel 2014, ci sono stati interessamenti da parte di privati per la realizzazione di uno studentato, realizzando la quota di edilizia residenziale sociale prevista nell'area ex Mercato Navile.

**10 - Dopolavoro ferroviario:** è prevista la rifunzionalizzazione delle strutture esistenti per la realizzazione di un parco con sede di attività culturali tramite il recupero delle strutture edilizie esistenti per attività culturali, sociali e sportive.

**11 - Museo dei trasporti:** L'intervento prevede il recupero e la valorizzazione degli edifici storici della fine dell'800 che ospitano la Collezione Storica dell'Amministrazione Provinciale di Bologna, nucleo del Museo dei Trasporti, e la realizzazione di un nuovo corpo di fabbrica per l'ampliamento del museo e per nuove funzioni di tipo ricettivo alberghiero.

**12 - Polo della Memoria Democratica (Stazione 2 Agosto 1980 e Bolognina):** è prevista la realizzazione della sede del "Polo della Memoria Democratica", con interventi di rigenerazione diffusa per la città della conoscenza, questo tramite la ristrutturazione di strutture edilizie già utilizzate come uffici di stazione e oggi in parte dismesse quali saranno la sede principale del Polo, che si completa con interventi diffusi di rigenerazione finalizzati alla realizzazione del percorso della memoria in zona "Bolognina".

### 3.3 Mobilità

Per la sua posizione la zona risulta ben collegata sia ai maggiori poli di interesse sia al centro storico della città, facilmente raggiungibile anche a piedi in pochi minuti. Inoltre, è confinante con la stazione ferroviaria di Bologna Centrale, la quale è collegata direttamente con l'aeroporto di Bologna-Borgo Panigale tramite il Marconi Express o people mover, un sistema di trasporto pubblico ettometrico<sup>28</sup>. L'area risulta ben collegata dal servizio di trasporto pubblico urbana, infatti è attraversata da Nord a Sud lungo via Ferrarese dal percorso della linea 25 ad alta frequenza, mentre è servita nella parte occidentale dal percorso delle linee 11 e 27 lungo via Corticella, entrambe ad alta frequenza, oltre che, nell'estremità meridionale, dal percorso delle linee 10, 21, 38 e 39 a media frequenza. La connessione dovrebbe migliorare ulteriormente con la realizzazione della nuova rete tranviaria di Bologna, che sarà stata organizzata su quattro linee tra loro interconnesse:

- Linea Rossa: Terminal Emilio Lepido–Terminal Fiera–Facoltà di Agraria/CAAB
- Linea Verde: Corticella–Deposito Due Madonne
- Linea Gialla: Rastignano–Casteldebole
- Linea Blu: Casalecchio–San Lazzaro

La linea rossa in particolare potrà produrre effetti diretti sull'area Bolognina, che si troverà servita dalla connessione che serve importanti poli di interesse di livello comunale e sovra comunale, tra cui l'Ospedale Maggiore, la zona del centro storico, la Stazione di Bologna Centrale, la Fiera e la Regione, la Facoltà di Agraria e la zona di F.I.CO e del CAAB.



Fig. 32: Linea rossa. [Fonte: <http://informa.comune.bologna.it/iperbole>]

<sup>28</sup> Un sistema ettometrico è un sistema di trasporto pubblico urbano a breve raggio, generalmente a guida automatica.

Per quanto riguarda la ciclabilità, il comune di Bologna in questi anni si è attivato per rendere sempre più agevole e sicuro lo spostamento quotidiano dei cittadini. La rete ciclabile connette Bologna con il territorio metropolitano, attraverso le dieci direttrici radiali principali. Attualmente conta oltre 200 km ed è già stata finanziata la realizzazione di altri 50 km entro il 2024.

Lungo via Fioravanti sono inoltre presenti dotazioni a favore della mobilità sostenibile, come colonnine per la ricarica di veicoli elettrici, postazioni di bike sharing e car sharing.



Fig. 4: Interventi sulla mobilità ciclabile a Bologna. [Fonte: <http://informa.comune.bologna.it/iperbole>]

Rispetto al tema dei parcheggi, nella zona della Bolognina, dagli anni 50' in poi gli spazi verdi interni alle corti mutano la loro destinazione d'uso diventando spazi disorganizzati adibiti a sosta dei veicoli, a causa all'aumento spropositato dell'utilizzo dell'automobile e alla conseguente necessità di posti auto. Per ovviare a questa problematica sono state adottate varie misure come la realizzazione di parcheggi interrati al di sotto di alcune corti, oppure, nei tempi più recenti, la costruzione di un parcheggio multipiano adiacente alla nuova sede del Comune. Tuttavia, questi accorgimenti non hanno ancora soddisfatto il fabbisogno dei posti auto, la cui carenza risulta essere uno dei principali problemi che caratterizzano la zona.

Un'altra criticità non trascurabile è data dal collegamento carrabile tra la zona di Bolognina e il centro storico, che attualmente si incanala su due soli sovrappassi ferroviari: quello di Via Stalingrado e quello di via Matteotti.

### **3.4 Sistema del verde**

La zona della Bolognina nasce come zona ricca di verde sia all'interno delle corti sia lungo i grandi viali alberati. Ad oggi questi ultimi caratterizzano ancora il quartiere, mentre le corti sono state convertite in parcheggi in cui la natura non ha più un ruolo dominante. Anche le aree di verde pubblico risultano insufficienti e piuttosto frastagliate. I principali parchi pubblici dell'area da Ovest verso Est sono: il Parco dei Donatori di Sangue, il Parco della Zucca, lo spazio antistante il Museo per la Memoria di Ustica, il Giardino Guido Rossa e il Parco del Dopolavoro Ferroviario. Altre porzioni verdi all'interno dell'area sono rappresentate dal verde di pertinenza di edifici scolastici o strutture private.



Fig. 53: Analisi delle zone verdi. [Elaborazione degli autori]

### 3.5 Popolazione

La zona della Bolognina ha una superficie complessiva di 4,944 km<sup>2</sup>, con 36.585 residenti, quindi con una densità di 7.286 abitanti per km<sup>2</sup>. La densità abitativa che ne risulta va dai 97 ai 120 abitanti/h, simile a quelle delle prime periferie storiche, ad esempio, il quartiere San Donato, Zanardi, Pontevecchio, e decisamente superiore ai 59 abitanti/h del quartiere Pilastro e ai 69 abitanti/h del Fossolo.

A seguito di un'analisi della popolazione nel corso degli anni, dal 2000 al 2021, si è constatato che c'è un progressivo aumento della popolazione straniera a fronte di una diminuzione della popolazione italiana. Nel 2021 gli stranieri sono il 26% della popolazione residente a Bolognina.

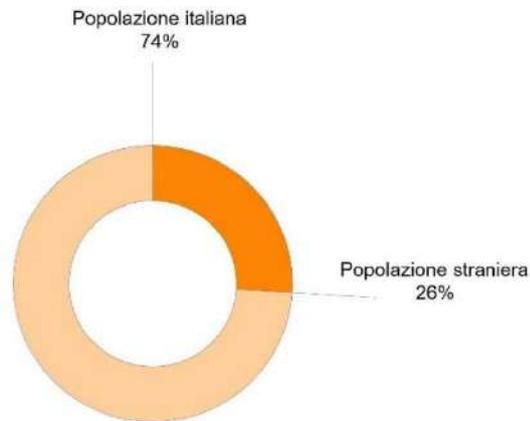


Fig. 6: Analisi della popolazione residente. [Elaborazione degli autori. Fonti: <http://informa.comune.bologna.it/iperbole>]

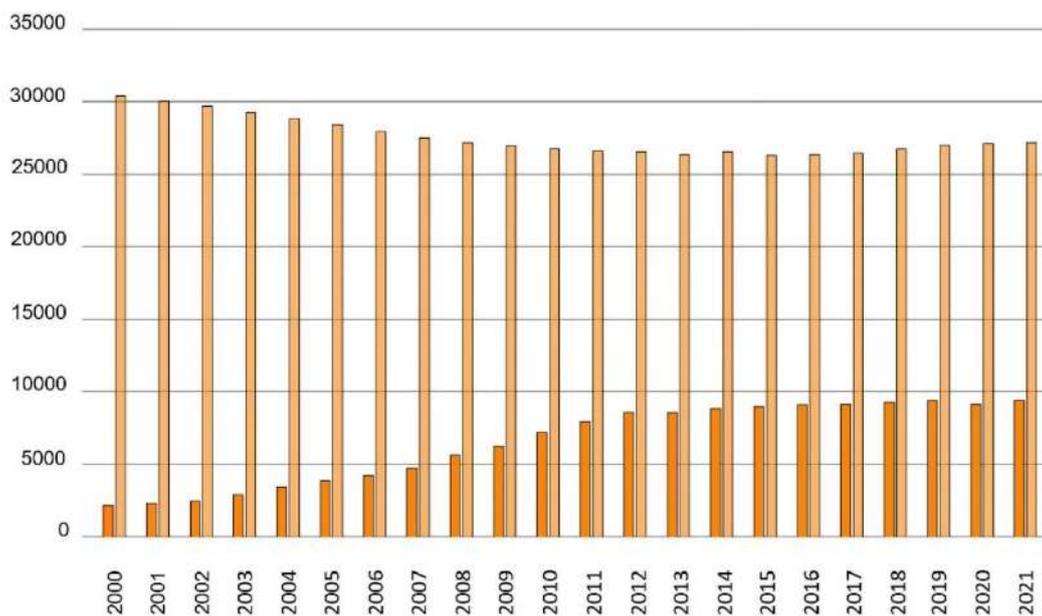


Fig. 74: Analisi sull'andamento della popolazione residente. [Elaborazione degli autori. Fonte: <http://informa.comune.bologna.it/iperbole>]

L'età media della popolazione residente a Bolognina è compresa nella fascia 30 - 64 anni.

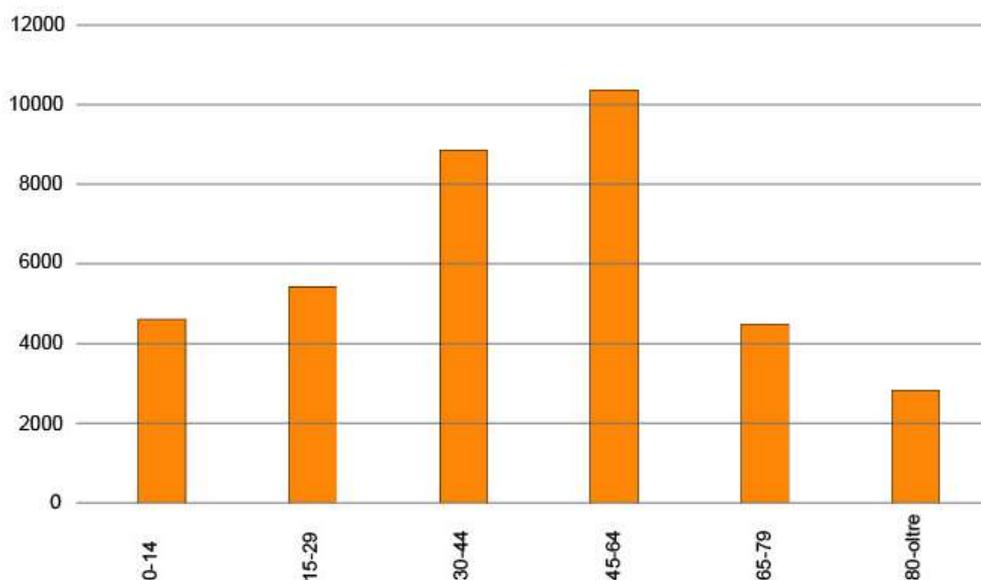


Fig. 85: Età media della popolazione residente. [Elaborazione degli autori. Fonte: <http://informa.comune.bologna.it/iperbole>]

La Bolognina è popolata principalmente da lavoratori e pensionati. Il numero dei disoccupati si attesta all'11%, mentre quello degli studenti è del 5%.

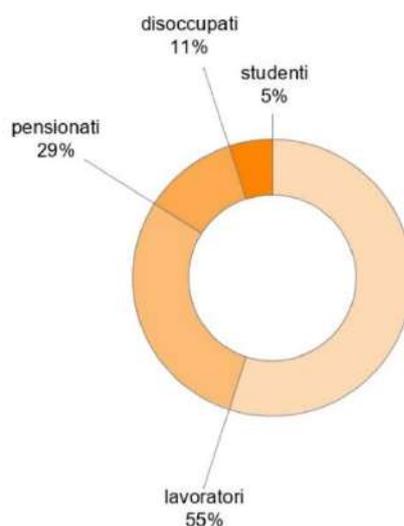


Fig. 9: Analisi della popolazione residente. [Elaborazione degli autori. Fonte: <http://informa.comune.bologna.it/iperbole>]

Le famiglie con un solo componenti sono prevalenti, seguite poi, a distanza, dai nuclei di 2 e 3 componenti.

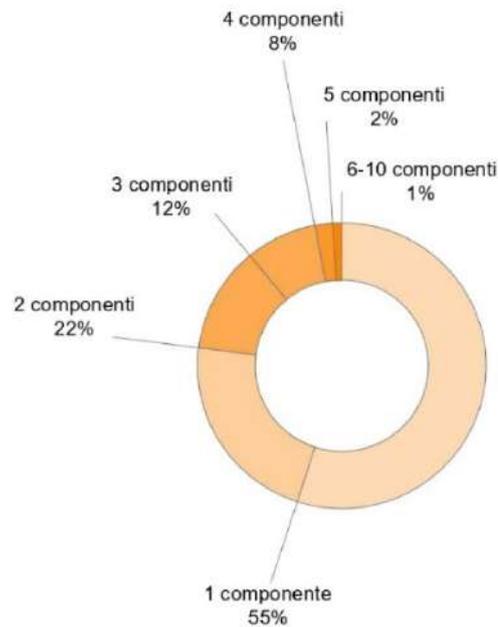


Fig. 10: Analisi dei nuclei familiari. [Elaborazione degli autori. Fonte: <http://informa.comune.bologna.it/iperbole>]

Il reddito medio della popolazione residente a Bolognina è più basso del 17% del reddito medio della popolazione residente nel centro storico di Bologna e inferiore del 9% rispetto a quello dell'intera Città metropolitana.

### 3.6 Analisi climatica

Bologna si colloca ad una latitudine di 44°49' N e una longitudine di 11°34' E, con un'altitudine media di circa 50 metri s.l.m., in un'area a bassa sismicità. Secondo la classificazione dei comuni italiani, Bologna rientra nella zona climatica E, presentando un clima di tipo continentale con inverni rigidi ed estati calde e torride.

Durante l'anno, la temperatura varia da -0 °C a 31 °C ed è raramente inferiore a -4 °C o superiore a 35 °C.

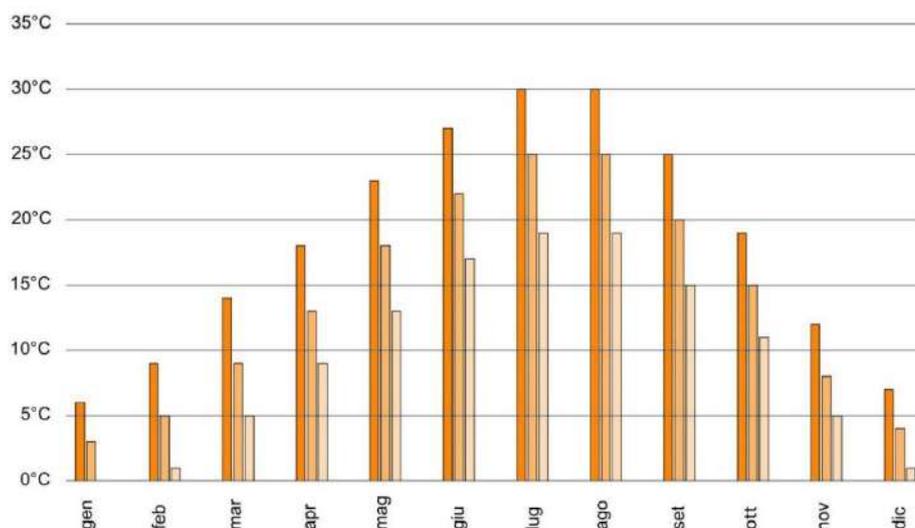


Fig.11: Temperatura max e min durante l'anno. [Elaborazione degli autori. Fonte: <https://it.weatherspark.com/>]

Dal Dopoguerra, sono sempre più frequenti eventi di emergenza idrica non convenzionali, con cause riscontrabili nell'impermeabilizzazione delle aree urbane e nella mancata pianificazione del drenaggio. Si registra un aumento delle precipitazioni, ma soprattutto della loro intensità, con un importante aumento del rischio idrogeologico che interessa il Canale Navile, poiché il sistema non riesce a convogliare e/o trattenere i volumi di precipitazioni che si riversano su questo corso d'acqua.

La piovosità media annuale è 671mm: la stagione più piovosa dura 9,4 mesi (dal 9 settembre al 22 giugno), mentre la stagione più asciutta dura 2,6 mesi (dal 22 giugno al 9 settembre).

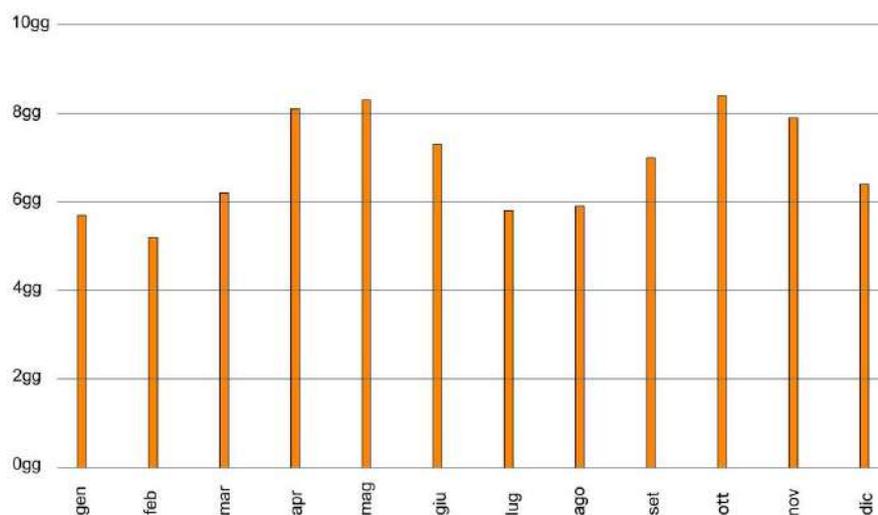


Fig. 126: Giorni di pioggia durante l'anno. [Elaborazione degli autori. Fonti: /<https://it.weatherspark.com/>]

Il periodo più ventoso dell'anno dura 3,6 mesi, dal 22 gennaio al 11 maggio, con velocità medie del vento di oltre 11,1 chilometri orari. Il mese più ventoso dell'anno a Bologna è marzo, con una velocità oraria media del vento di 12,1 chilometri orari. Il vento è più spesso da SW (da 19 febbraio a 24 maggio) e da ENE (da 24 maggio a 19 giugno).

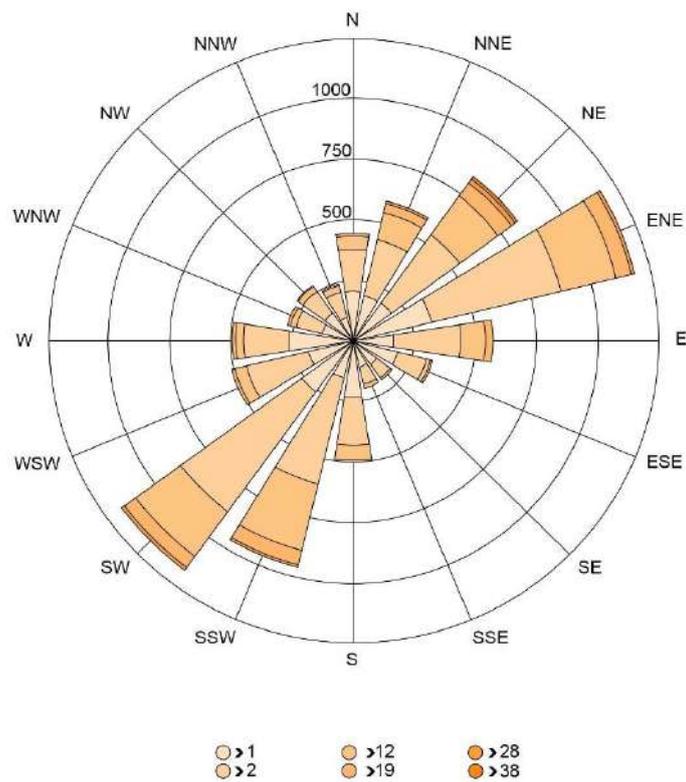


Fig. 137: Direzione e velocità dei venti principali presenti. [Elaborazione degli autori: <https://www.meteoblue.com>]

Il periodo più umido dell'anno dura 3,2 mesi, da 11 giugno a 18 settembre, e in questo periodo il livello di comfort è scarso a causa di un clima afoso, oppressivo, o intollerabile per almeno il 9% del tempo.

La percentuale di umidità media relativa è del 73,6 %.

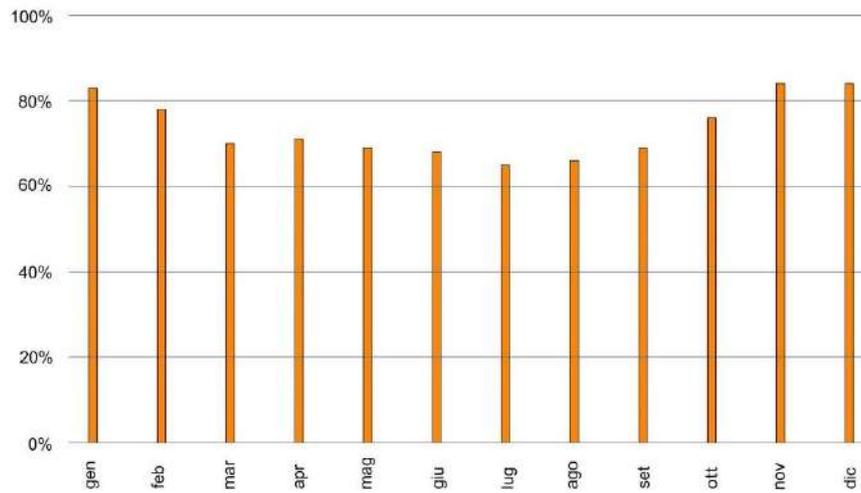


Fig. 14: Percentuale di umidità relativa durante l'anno. [Elaborazione degli autori: Giorni di pioggia durante l'anno. Elaborazione degli autori. Fonti: /<https://it.weatherspark.com/>]

### 3.7 Analisi microclimatica

Al fine di analizzare il comfort outdoor dello stato di fatto rispetto al quale comparare le proposte progettuali, si è utilizzato il software ENVI-met. Esso permette di analizzare attraverso determinati parametri le condizioni climatiche di un'area producendo delle mappe che consentono di visualizzare tali condizioni in relazione alle principali variabili indagate.

L'area individuata è di 130mila m<sup>2</sup> e comprende parte del nuovo comune di Bologna e sei isolati del comparto Bolognina. L'insula presa in esame si colloca al centro del riquadro.

La simulazione è stata svolta nel giorno più caldo dell'anno 2021 secondo i dati presi dal sito "Dext3r", ovvero il 12 agosto alle ore 11.00, 13.00 e 15.00.

Le variabili indagate sono le seguenti:

- temperatura dell'aria (°C);
- umidità relativa (%);
- velocità del vento (m/s);
- PET, temperatura fisiologica equivalente (C°).

La Temperatura dell'aria indica la distribuzione della temperatura dell'aria secca. Dall'analisi è emerso che la fascia di temperatura prevalente alle ore 11.00 è tra i 30° e i 34°, alle ore 13.00 invece si presenta fra i 32° e i 34° con dei picchi fino ai 36° soprattutto in via Aristotele Fioravanti e Domenico Zampieri. In maniera molto simile si presenta la condizione microclimatica anche alle ore 15.00.

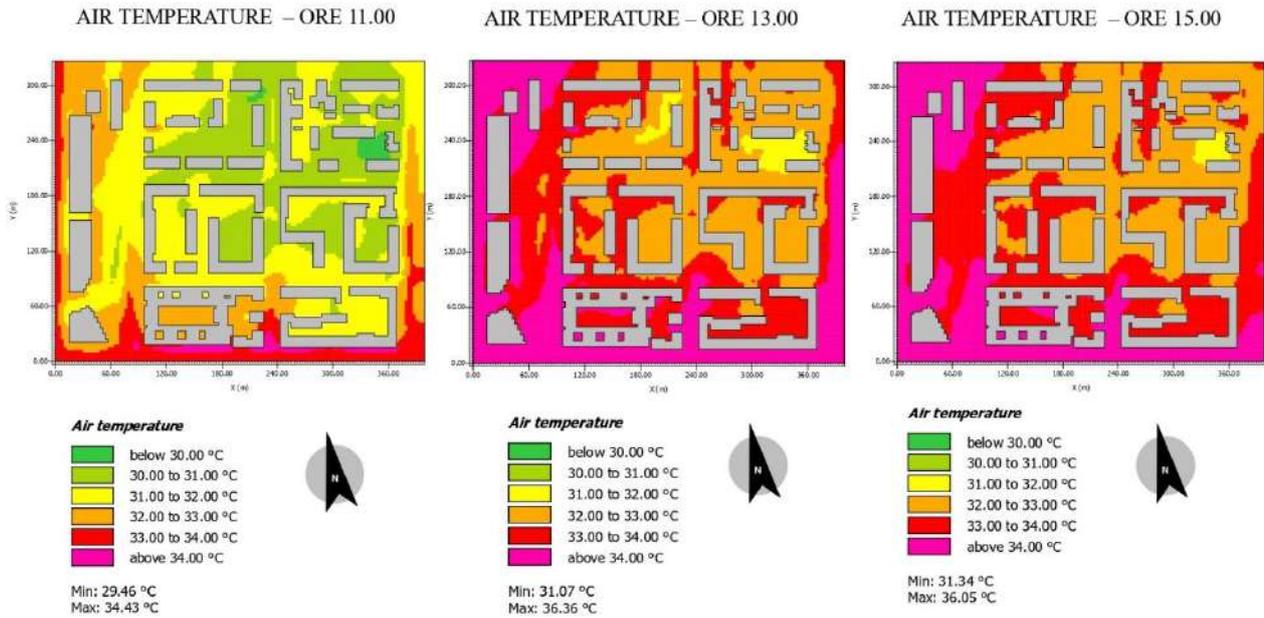


Fig.15: Temperatura dell'aria. Risultati della simulazione svolta con il software Envimet [Elaborazione degli autori]

L'umidità relativa esprime la quantità di vapore d'acqua che è presente in ogni kilogrammo d'aria in percentuale. Comparando le tre diverse mappe è evidente come la percentuale di umidità relativa sia più alta alle ore 11.00 soprattutto all'interno delle corti a nord dell'area per poi diminuire notevolmente alle ore 13.00, principalmente nelle aree con una mancanza di alberature, la quale rende molto secca la percezione dell'aria.

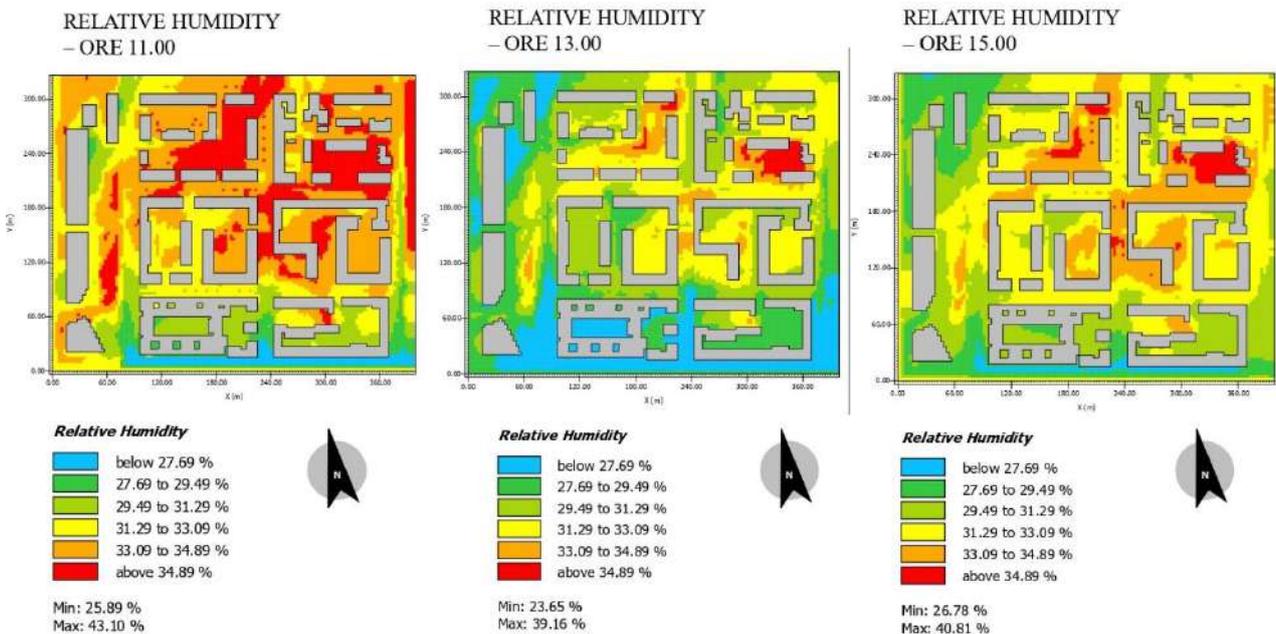


Fig.16: Umidità relativa. Risultati della simulazione svolta con il software Envimet [Elaborazione degli autori]

La velocità dell'aria è dovuta alle condizioni climatiche locali (venti prevalenti) e alle caratteristiche dell'impianto cittadino e dalla densità del costruito. Bologna, in generale, non è una zona tipicamente ventosa e le caratteristiche fisiche del quartiere Navile fanno in modo che la velocità del vento, a due metri dal suolo, sia mediamente inferiore ai 2 m/s quindi poco percepibile sulla pelle. Nelle mappe si evince chiaramente come la velocità dell'aria aumenti in corrispondenza delle brecce presenti fra gli isolati.

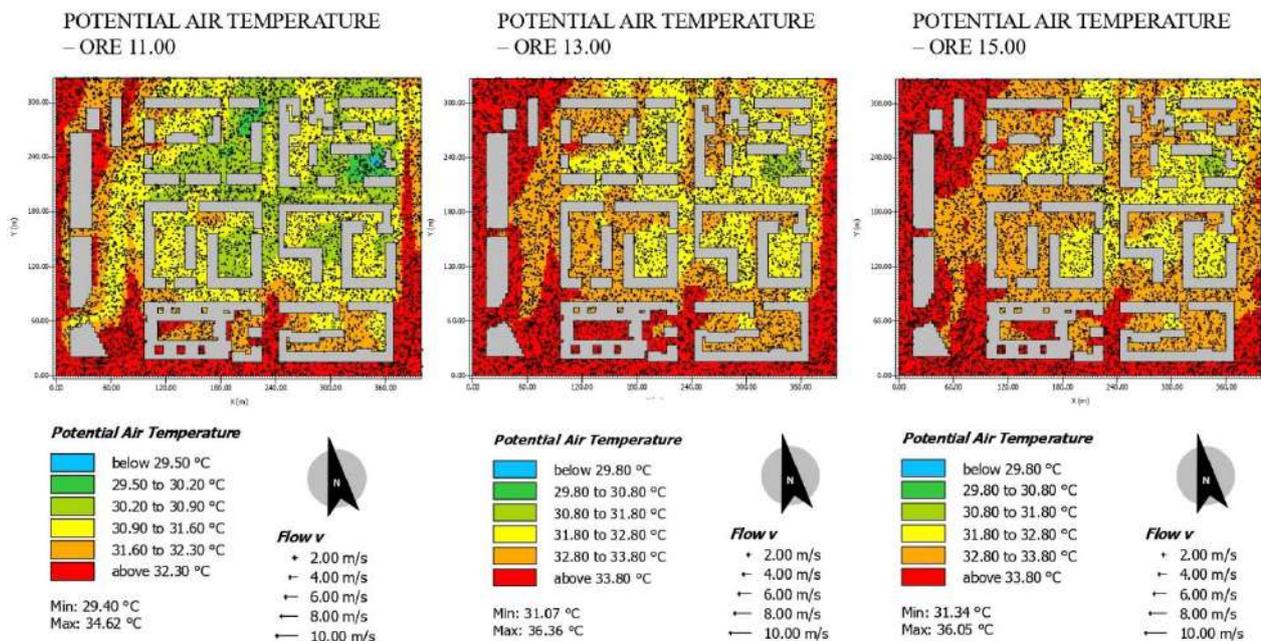


Fig. 17: Temperatura dell'aria e velocità del vento. Risultati della simulazione svolta con il software Envimet [Elaborazione degli autori]

L'indicatore PET, Physiological Equivalent temperature [°C] si riferisce agli scambi di energia corpo-ambiente ed è capace di riportare la temperatura, la sensazione termica e la condizione fisica. La temperatura equivalente, dunque, non è altro che la temperatura effettiva dell'aria aumentata del calore latente di condensazione di tutto il vapore acqueo contenuto nell'aria stessa. Nelle mappe si evince come la PET oscilli fra i 29° e i 45° con dei picchi che arrivano a 51°. Alle ore 11.00 la PET prevalente si attesta fra i 29° e i 35° producendo una sensazione di caldo ed un moderato stress ma alle ore 13.00 essa aumenta notevolmente attestandosi tra i 35° e i 47° portando ad una condizione di colpo di calore.

PET (°C)	Thermal perception	Grade of physiological stress
<4.1	Very cold	Extreme cold stress
4.1–8.0	Cold	Strong cold stress
8.1–13.0	Cool	Moderate cold stress
13.1–18.0	Slightly cool	Slight cold stress
18.1–23.0	Comfortable	No thermal stress
23.1–29.0	Slightly warm	Slight heat stress
29.1–35.0	Warm	Moderate heat stress
35.1–41.0	Hot	Strong heat stress
>41.0	Very hot	Extreme heat stress

Fig.18: Diversi intervalli di temperatura PET

riferiti a sensazioni termiche e gradi di stress [Fonte: [https://www.researchgate.net/figure/Different-ranges-physiologically-equivalent-temperature-PET-referring-to-thermal\\_tbl1\\_257647769](https://www.researchgate.net/figure/Different-ranges-physiologically-equivalent-temperature-PET-referring-to-thermal_tbl1_257647769)]

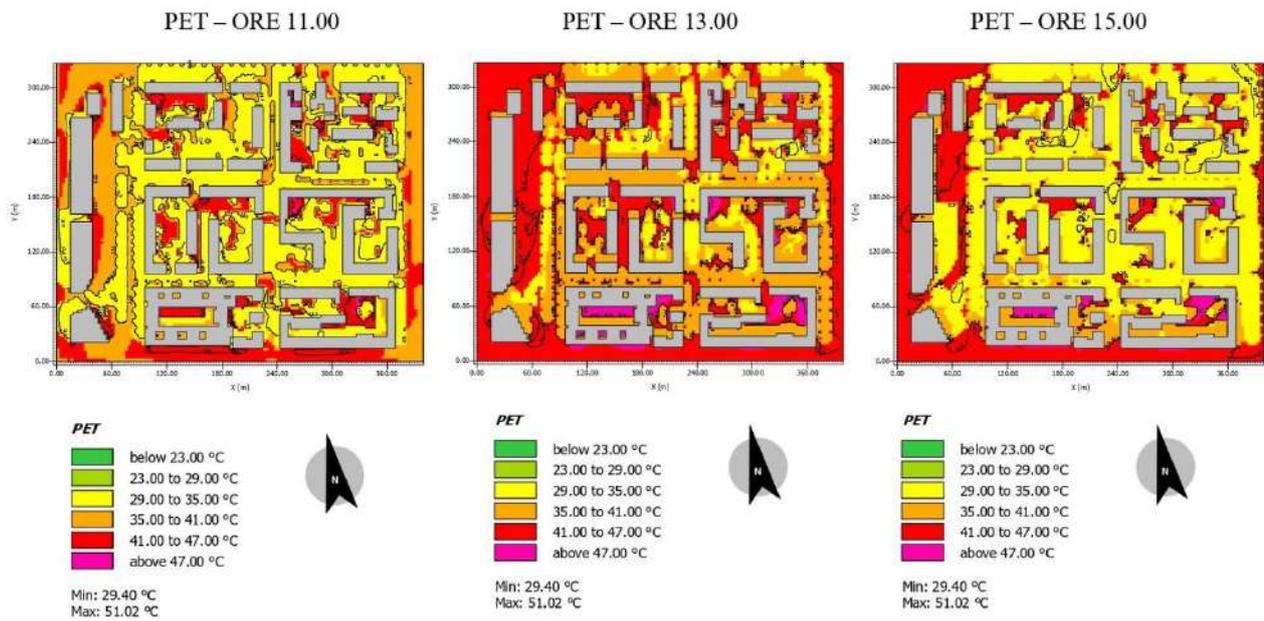
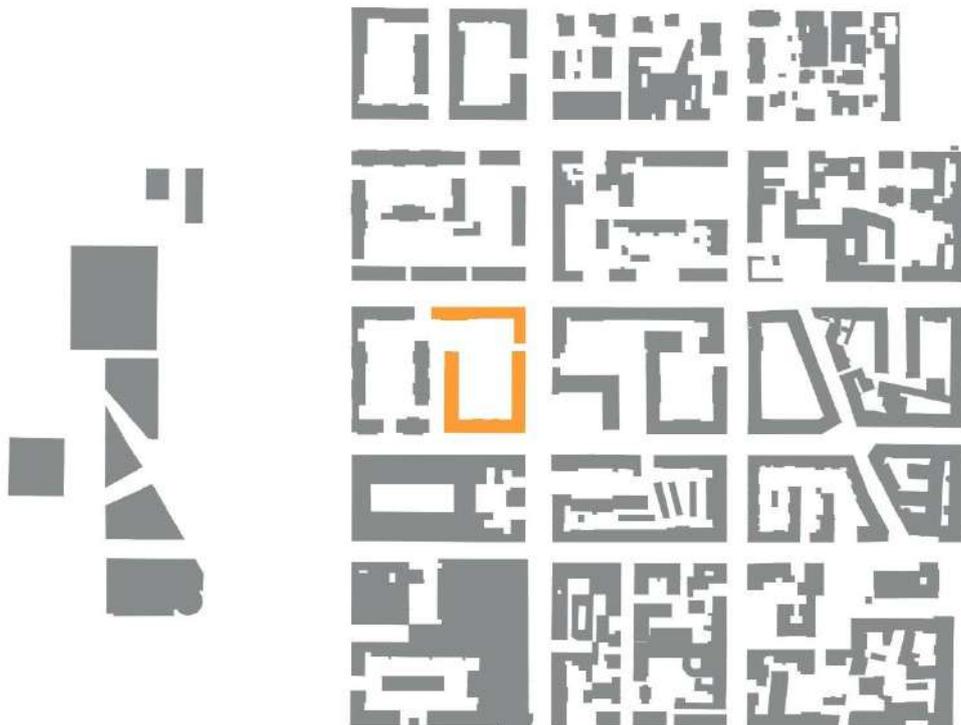


Fig. 19: Physiological Equivalent temperature. Risultati della simulazione svolta con il software Envimet [Elaborazione degli autori]

## 4. IL COMPARTO DI INTERVENTO

### 4.1 Consistenza architettonica dell'insula

L'area di intervento si trova nel comparto della Bolognina che, con Corticella e Lame va a configurare il quartiere Navile. L'area, più precisamente, si colloca a nord della stazione ferroviaria di Bologna e dello Student Hotel ed a est del nuovo Comune di Bologna fra le seguenti vie: Via Albani, Via dall'Arca, Via Zampieri e via Fioravanti.



*Fig. 1: Identificazione degli edifici presi in esame [Elaborazione degli autori]*

La sua conformazione è in linea con la maggior parte del comparto Bolognina ossia è caratterizzata da una maglia ortogonale rettangolare sviluppata mediante “agglomerati chiusi a quadrilatero con ampio cortile interno dal quale si accede ad ogni singolo vano scala”<sup>29</sup>.

Gli edifici creano una cortina continua lungo le strade anche se con delle eccezioni puntuali. Le corti interne presentano un percorso distributivo ed una vasta area centrale destinata al

---

<sup>29</sup> Arioti E., Bezzi G., Coppini M.C., D'Attorre P.P., Gurioli C., Ramazza S., Ravaioli R., Ricchi R. (1983), “Le realizzazioni dello IACP dal 1906 al 1940”, in Ramazza S. (Ed.), “Bologna città e territorio tra 800 e 900”, Franco Angeli Editore, Milano, p.163-195

gioco, al riposo ed alle funzioni essenziali (come il lavare e lo stendere) non attuabili all'interno delle singole abitazioni a causa delle loro ristrette dimensioni.

Quando l'insula, come in questo caso, ha dimensioni così grandi da creare uno spazio cortilivo troppo esteso ed un'occupazione edilizia non adeguata, posta solamente lungo il perimetro, vengono realizzate ulteriori costruzioni al centro, creando due isolati più piccoli.

#### **4.2 Cambiamenti nel corso del tempo**

Gli edifici residenziali presi in esame furono costruiti fra il 1911 e il 1953 ad opera dell'Istituto Autonomo Case Popolari a seguito del piano di espansione previsto dal piano regolatore del 1889.

Più precisamente l'edificio centrale situato in via Albani è databile al 1953; quello situato nell'incrocio di via Albani e via dall'Arca è databile al 1911; gli edifici a forma di "U" situati su via Zampieri e via dall'Arca sono del 1923.

Parte degli immobili, a seguito dei bombardamenti dovuti alla Seconda Guerra Mondiale, hanno subito ingenti danni, poi riparati, come l'edificio fra via dall'Arca e via Zampieri.



*Fig. 2: Edificio IACP semidistrutto dai bombardamenti del 1944 tra le vie Dell'Arca e Zampieri [Fonte: E. Arioti , G. Bezzi , M.C. Coppini , P.P. D'Attorre , C. Gurioli, S. Ramazza, R. Ravaioli, R. Ricchi, Bologna città e territorio tra 800 e 900, Franco Angeli Editore, Milano, p.319]*



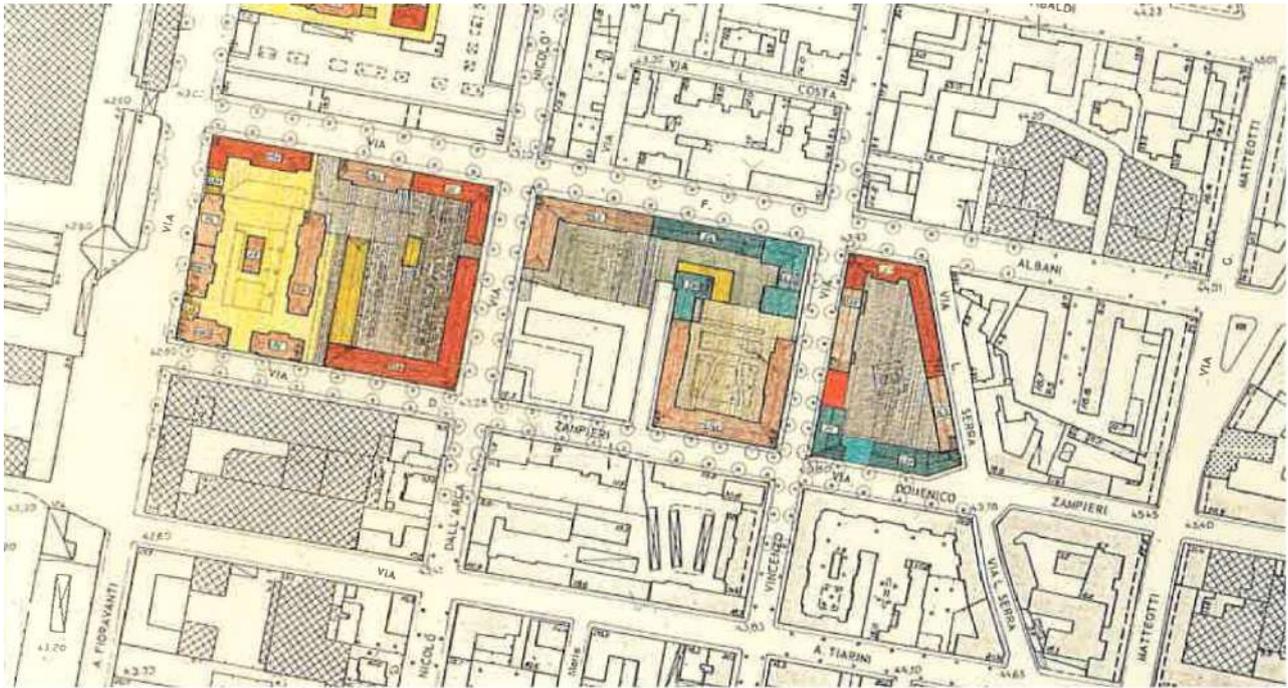
*Fig. 3: Ricostruzione del medesimo edificio [Fonte: E. Arioti , G. Bezzi , M.C. Coppini , P.P. D'Attorre , C. Gurioli, S. Ramazza, R. Ravaioli, R. Ricchi, Bologna città e territorio tra 800 e 900, Franco Angeli Editore, Milano, p.319]*

Successivamente, nel 1990, all'interno di un più vasto progetto denominato "Le nuove corti" volto alla riqualificazione del patrimonio edilizio ed al potenziamento della qualità abitativa ed urbana, è stata compresa anche l'area Navile oltrechè altri quartieri di Bologna come Porto e San Vitale. Tale riqualificazione è nata, in primo luogo, dall'esigenza di risolvere alcuni fra i problemi riscontrati in quel periodo ossia:

la mancanza di sufficienti servizi; il carente equilibrio fra pubblico e privato; il rapporto squilibrato fra le aree verdi e le costruzioni; la difficoltà di parcheggio; ecc..

Nell'area oggetto di studio, più in particolare, si erano previsti diversi interventi:

la realizzazione di un parcheggio interrato nella corte in modo tale da offrire un posto auto per nucleo abitativo; la demolizione con ricostruzione dei corpi di fabbrica indicati in rosso in *Fig. 4* e la sola demolizione di quello indicato in giallo. Tale intervento, come è logico supporre, avrebbe necessariamente cambiato l'assetto originario dell'insula.



*Fig. 4: Progetto le nuove corti*

Il progetto venne poi parzialmente modificato realizzando la ricostruzione di tutti gli edifici demoliti (sia quelli sopra indicati in rosso che quelli in giallo) ripristinando l'assetto originario dell'insula e realizzando parcheggi, non solo all'interno della corte, ma anche nel piano interrato dei corpi di fabbrica.

### 4.3 Consistenza architettonica della corte e dell'edificato

L'area della corte presa in esame è situata ad est dell'insula sopra descritta ed è caratterizzata da una superficie molto ampia di circa 4500 m<sup>2</sup>.

Detta corte è accessibile tramite 3 ingressi: uno pedonale posto centralmente in via Zampieri, uno sia pedonale che carrabile in via Albani, ed infine uno sia pedonale che carrabile in via dall'Arca.



*Fig. 5: Accessi nord, est, sud dell'insula [Fotografie degli autori]*

A differenza della maggior parte degli spazi cortilivi della Bolognina, che sono stati utilizzati arbitrariamente per parcheggiare data la forte carenza di posti auto nel rione, la corte in esame è dotata di un parcheggio interrato.

Tale parcheggio ha comportato, a livello della corte sovrastante, la necessità di creare delle vasche sopraelevate, costituite da elementi in pietra, ed alte 70cm rispetto la quota di calpestio contenenti terreno.

Tali vasche hanno permesso la piantumazione di alberi ed arbusti (la semplice semina a prato necessita di circa 25-30cm).

Le vasche rialzate, se da un lato hanno dotato l'area di un'ampia zona verde, dall'altro hanno impedito agli abitanti di usufruire degli unici spazi ombreggiati da folti alberi.

Sempre per lo stesso motivo, ossia l'esistenza nella nostra area di un parcheggio interrato, sono presenti nella corte delle bocche di lupo rialzate che da un lato garantiscono l'areazione ma dall'altro impediscono di piantumare.

Detta corte è, allo stato attuale, completamente sprovvista di dotazioni tali da permettere agli inquilini di usufruirne come luogo di aggregazione e di riposo.



*Fig. 6: Corte [Fotografie degli autori]*

Per quanto riguarda i complessi residenziali presi in esame, essi sono caratterizzati:

- da un elemento non comune a tutti gli edifici della Bolognina, ossia da un piano interrato dotato di parcheggi e depositi (ad eccezione dell'edificio costruito nel 1953);
- da alcuni elementi comuni come un corpo principale di 4-5 piani fuori terra e un piano sottotetto non accessibile.

Tutti gli edifici trattati presentano:

- un primo livello rialzato di circa un metro rispetto alla quota di calpestio della corte, evidenziato da una fascia basamentale in pietra. La quota rialzata del piano terra dei fabbricati garantisce alle abitazioni una maggiore privacy ma crea un dislivello lato corte risolto con una scala interna per accedere agli alloggi;
- degli ingressi passanti sebbene si possa distinguere un ingresso principale lato strada da uno secondario lato corte.

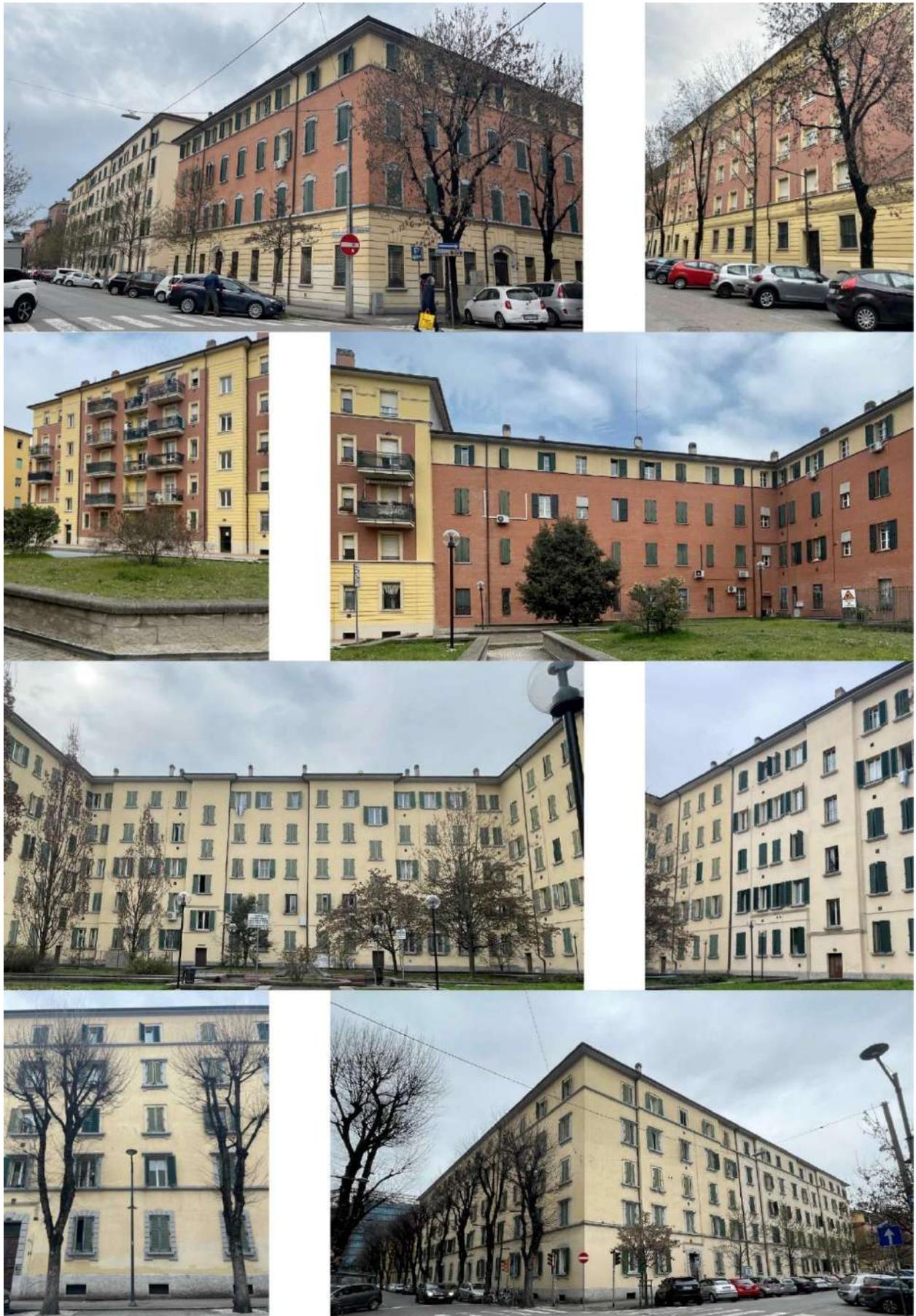
-un piano interrato (ad eccezione dell'edificio del 1953) ed un sottotetto non abitabile. Detti locali non sono riscaldati. Essi sono accessibili, il primo tramite dei vani scala dotati anche di ascensore, il secondo attraverso una botola accessibile tramite una scala estraibile.

-degli ascensori, che forniscono tutti i piani incluso l'interrato. Essi sono facilmente accessibili dal lato strada mentre dal lato corte, l'ingresso avviene passando attraverso un dislivello colmato da dei gradini. Si può quindi notare che l'accesso all'edificio per i disabili è consentito solo dalla strada.

I fabbricati che compongono detta insula sono uniformi nella volumetria ma non nei materiali utilizzati e nelle cromie.

I fronti strada e quelli interni sono trattati in maniera simile ossia introversiva con bucatore regolari, fatta eccezione per alcuni appartamenti che presentano maggiori bucatore nel lato corte e fatta eccezione per l'edificio costruito nel 1953 che presenta balconi interni alla corte. Le facciate degli edifici a nord dell'insula sono tripartite ed è ben distinguibile un basamento, un corpo centrale ed un coronamento.

L'intero complesso edilizio presenta un totale di 150 unità abitative con metrature comprese fra i 40 m<sup>2</sup> ed i 82 m<sup>2</sup>.



*Fig. 7: Edifici dell'isola [Fotografie degli autori]*

Andando ad analizzare più nel dettaglio gli edifici in questione si propone una lettura da nord a sud e da ovest ad est studiando le finiture esterne e la disposizione interna grazie al materiale fornito dall'ACER.

L'edificio più ad ovest, costruito nel 1953, è caratterizzato:

-da cinque piani;

-dalla presenza, in prospetto, del mattone faccia a vista; di un intonaco giallo con decorazioni al piano terra ed all'ultimo piano; di una fascia basamentale in pietra per evidenziare il già citato dislivello di 1 metro;

-da balconi nella facciata lato corte che estendono la superficie delle abitazioni verso l'esterno garantendo maggiori spazi, vivibilità e qualità degli appartamenti.

Al proprio interno esso presenta due ingressi passanti che conducono ai piani superiori grazie alla presenza di ascensori e di vani scala. Ogni vano scala conduce a due alloggi per piano di circa 55 m<sup>2</sup> ciascuno.

Questo edificio presenta 20 unità abitative.



*Fig. 8: Prospetto lato corte dell'edificio a nord-ovest [Elaborazione degli autori]*



*Fig. 9: Prospetto lato strada dell'edificio a nord-ovest [Elaborazione degli autori]*

Il fabbricato situato a est, costruito nel 1911, demolito e ricostruito grazie al progetto “le nuove corti” avviato negli anni ‘90, è caratterizzato:

- da quattro piani e si presenta esternamente in maniera molto simile all’edificio sopra citato;
- dalla presenza, in prospetto, del mattone faccia a vista; di un intonaco giallo con decorazioni al piano terra ed all’ultimo piano; di una fascia basamentale in pietra per evidenziare il già citato dislivello di 1 metro.

Al suo interno esso presenta tre ingressi passanti che conducono ai piani superiori grazie alla presenza di ascensori e di vani scala. Ogni vano scala conduce a due alloggi per piano la cui metratura varia da 45 m<sup>2</sup> a 67 m<sup>2</sup>.

Detto fabbricato presenta 24 unità abitative.



*Fig. 10: Prospetto lato strada degli edifici ad est [Elaborazione degli autori]*



*Fig. 11: Prospetto lato corte degli edifici ad est [Elaborazione degli autori]*

Il fabbricato situato a sud a forma di “U”, costruito nel 1923, demolito e ricostruito grazie al progetto “le nuove corti” avviato negli anni ‘90, presenta:

- esternamente l’utilizzo di intonaco giallo chiaro e di una fascia basamentale in pietra;
- al suo interno otto ingressi passanti che conducono ai piani superiori grazie alla presenza di ascensori e di vani scala. Al piano terra, ogni vano scala conduce a due alloggi tranne i due vani scala situati agli spigoli della corte che permettono di accedere a tre abitazioni; negli altri piani invece, ogni vano scala conduce a tre alloggi ad eccezione dei due vani scala dell’edificio a sud che distribuiscono due alloggi.

Detto fabbricato presenta in totale 106 unità abitative con una metratura che varia da 40 m<sup>2</sup> a 82 m<sup>2</sup>.

Dei 106 alloggi, la maggior parte sono dotati di doppio affaccio; solamente 26 appartamenti hanno un unico affaccio di cui 13 ad est e 13 ad ovest. Per quanto riguarda gli affacci nord-sud le unità abitative sono 30 mentre per gli affacci est-ovest sono 50.



*Fig. 12: Prospetto lato strada dell’edificio a sud [Elaborazione degli autori]*

## 4.4 Analisi degli edifici

### 4.4.1 Composizione degli alloggi

L'edificio preso in analisi è quello a sud dell'insula: è il più grande con ben 106 appartamenti di varie dimensioni e numero di vani (che vanno da 2 a 4).

Le unità abitative presentano tutte le stesse caratteristiche ad eccezione degli appartamenti più piccoli (di circa 40 m<sup>2</sup>) ossia:

- l'accesso caratterizzato da un corridoio sul quale si affacciano tutti gli ambienti che sono ben separati fra di loro;
- i corridoi con metratura che varia da 5m<sup>2</sup> a 8m<sup>2</sup> ossia circa il 10% delle abitazioni. Detto spazio è usato solo per il collegamento e non ha un reale utilizzo;
- le cucine con metratura di circa 8m<sup>2</sup> ed il tavolo da pranzo, viste le piccole dimensioni, è collocato nel soggiorno;
- il soggiorno con ampia metratura che va dai 17m<sup>2</sup> ai 20m<sup>2</sup> ed è generalmente il vano più consistente dell'abitazione;
- le stanze da letto matrimoniali con un'ampiezza di circa 14 m<sup>2</sup> e quelle singole di 12 m<sup>2</sup>, soddisfacendo così i requisiti richiesti dalla normativa vigente;
- i servizi igienici che si dividono in due tipologie: alcuni spaziosi da circa 6 m<sup>2</sup>, altri molto stretti ed allungati da circa 4 m<sup>2</sup>.

Gli alloggi da 40m<sup>2</sup> invece sono caratterizzati da cucina-soggiorno-sala da pranzo in un unico ambiente, oltre ad un bagno ed a una camera matrimoniale.

I tagli degli alloggi definiscono anche il numero di persone che li abitano: gli alloggi con metratura dai 40m<sup>2</sup> ai 50m<sup>2</sup> ospitano generalmente 2 persone, quelli dai 50 m<sup>2</sup> ai 70 m<sup>2</sup> ne ospitano 3 mentre quelli dai 70 m<sup>2</sup> a salire ospitano 4 persone.

Il complesso edilizio è caratterizzato da un piano terra differente dai superiori nella divisione interna con tagli di alloggi maggiori. Gli altri quattro piani "tipo" sono disposti internamente tutti allo stesso modo.

Gli appartamenti hanno caratteristiche tipiche delle case del 900' con una divisione interna che oggi consideriamo superata in quanto presenta consistenti spazi non utilizzati come il corridoio e, oggi, ambienti come la cucina non sono più considerati soltanto di servizio ma di convivialità.

Per completezza va detto che il suddetto complesso residenziale, essendo stato totalmente demolito e ricostruito negli anni '90 grazie al progetto "Le nuove corti", è potuto andare incontro alle mutate esigenze degli utenti di quell'epoca che, a causa di un continuo

restringimento familiare, hanno iniziato a chiedere appartamenti sempre più piccoli. Detto problema della diminuzione della popolazione, dovuto in gran parte al calo delle nascite, negli ultimi decenni sta colpendo intere famiglie italiane.<sup>30</sup>



Fig. 13: Analisi degli alloggi [Elaborazione degli autori]

<sup>30</sup> Fonte: Istat (2022), “Censimento permanente della popolazione: le famiglie in Italia. Anni 2018 e 2019” disponibile in: [https://www.istat.it/it/files//2022/03/Censimento-permanente-della-popolazione\\_le-famiglie-in-Italia.pdf](https://www.istat.it/it/files//2022/03/Censimento-permanente-della-popolazione_le-famiglie-in-Italia.pdf)

Passando poi ad osservare la sezione dell'edificio, si può notare come i piani abbiano altezze differenti: il garage ha un'altezza di 3,75m, il piano terra misura 2.92m, gli altri piani sono di 3.05m mentre il sottotetto è di 2,45m.

#### *4.4.2 Struttura ed involucro degli edifici*

Per quanto riguarda la struttura degli edifici, essa è caratterizzata da un telaio in cemento armato con una maglia strutturale formata da pilastri di dimensione 30x50cm e da travi da 35cm al piano terra, da 25cm nei piani superiori ad eccezione del sottotetto e della copertura da 20cm. In corrispondenza del vano scala l'elemento portante è definito da setti in cemento armato che circondano l'ascensore.

In assenza di sondaggi, ma in presenza delle sezioni fornite dall'ACER, la stratigrafia delle chiusure verticali esterne è stata ipotizzata da un unico strato da 30cm di blocchi in laterizio non portanti, forati con finitura esterna e interna in intonaco (1 cm). Il piano seminterrato, dove sono presenti il garage e le cantine, è caratterizzato da solo un setto in ca da 32cm.

In assenza di sondaggi, ma in presenza degli spessori totali (grazie alle sezioni fornite dall'ACER), i solai sono stati ipotizzati in laterocemento con uno spessore totale variabile in base al piano: il piano terra ha 35cm, i piani tipo hanno 25cm mentre il sottotetto ha 20cm. La stratigrafia superiore alla struttura è stata ipotizzata essere la medesima in tutti i piani ad eccezione del sottotetto che non ha strati aggiunti al latero-cemento: 9cm di massetto alleggerito e 2 cm di piastrelle. A coprire la parte inferiore della struttura è presente uno strato di intonaco di 1 cm.

La stratigrafia della copertura è stata ipotizzata nel seguente modo: 10cm di tegole in laterizio, 4cm di intercapedine d'aria, 20cm di laterocemento, 1 cm di intonaco.

L'impianto di riscaldamento è costituito da un sistema di teleriscaldamento con combinata produzione di acqua calda sanitaria, con radiatori a parete presenti in ogni vano come terminali impiantistici.

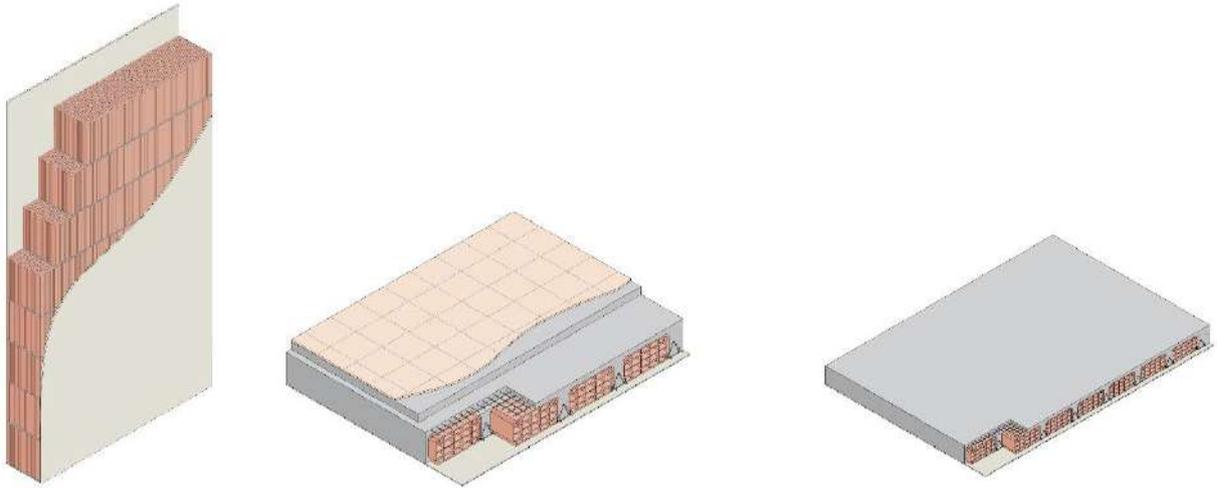
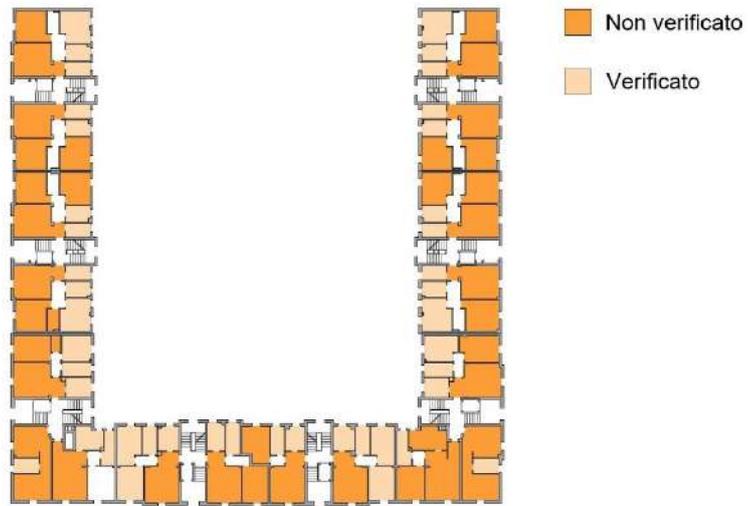


Fig. 14: Stratigrafie stato di fatto [Elaborazione degli autori]

#### 4.4.3 Tipologie di infissi

Le chiusure trasparenti presenti sono classificabili, in base alle dimensioni, in 4 tipologie: 100x180cm per le bucatore tipo dei primi 4 piani; 80x180cm per le bucatore dei primi 4 piani in corrispondenza dei servizi igienici; 100X165cm per le bucatore tipo dell'ultimo piano e 80X165cm per le bucatore dell'ultimo piano in corrispondenza dei servizi. Gli infissi hanno un telaio in legno di 90cm di sezione trasversale e vetrocamera 4-12-4. Sono presenti dei sistemi oscuranti in legno di tipo persiane mentre sono assenti sistemi di schermatura. Il rapporto aeroilluminante risulta essenzialmente rispettato nei locali posti sul lato della corte in quanto mediamente composti da vani di minore superficie. Al contrario nei locali posti sul lato esterno della corte, essendo gli stessi di maggiori dimensioni, non risulta rispettato.



*Fig. 15: Analisi rapporti illuminanti [Elaborazione degli autori]*

## 5. LE STRATEGIE PROGETTUALI

Attraverso l'analisi del sito e del contesto, sono stati individuati alcuni punti di forza ed altri di debolezza dell'area in oggetto.

La posizione strategica del quartiere, situato vicino alla stazione, ai treni d'alta velocità ed al centro di Bologna, facilmente raggiungibile a piedi o con mezzi di trasporto è sicuramente un vantaggio.

Altro vantaggio è l'espansione della zona dell'ex mercato che, a partire dal 2007, è stata ed è tutt'ora oggetto di ampliamento al fine di liberare il centro storico da alcune funzioni e portare nuova vita alla zona. Ciò è avvenuto grazie alla costruzione del nuovo Comune di Bologna e di nuovi edifici ad uso residenziale e terziario.

Come già spiegato, il comparto Bolognina presenta una grande quantità di edifici residenziali pubblici e la popolazione presente ha una forte componente multietnica. Ciò può considerarsi sia un punto di forza grazie alla creazione di una società multiculturale, che di debolezza in quanto oltre alla questione economica svantaggiata delle famiglie si presentano, in alcuni casi, anche barriere culturali. Più in particolare, si registra dunque una difficoltà di comunicazione ed aggregazione fra famiglie anche appartenenti alla stessa etnia ed una difficoltà di coesione sociale e di integrazione fra i cittadini.

L'assetto regolare dei tracciati stradali e degli edifici, che si presentano come conglomerati chiusi con all'interno la presenza di spazi cortilivi verdi a disposizione degli abitanti, sono sicuramente elementi vantaggiosi anche se, molto spesso, gli spazi comuni non sono oggetto di una progettazione adeguata e non forniscono alcun beneficio per gli abitanti.

Ad esempio, lo spazio cortilivo preso in analisi è caratterizzato da una presenza preponderante di verde e alberature non fruibili dagli abitanti in quanto attualmente non accessibili. Inoltre, mancano totalmente le dotazioni idonee alla creazione di luoghi di aggregazione.

La strategia proposta prevede la progettazione di luoghi adatti a favorire la socialità degli abitanti senza distogliere l'attenzione dal miglioramento del microclima dell'area. Ciò sarà possibile mediante la creazione di spazi di aggregazione ombreggiati e dall'aggiunta di ulteriori alberature e arbusti.

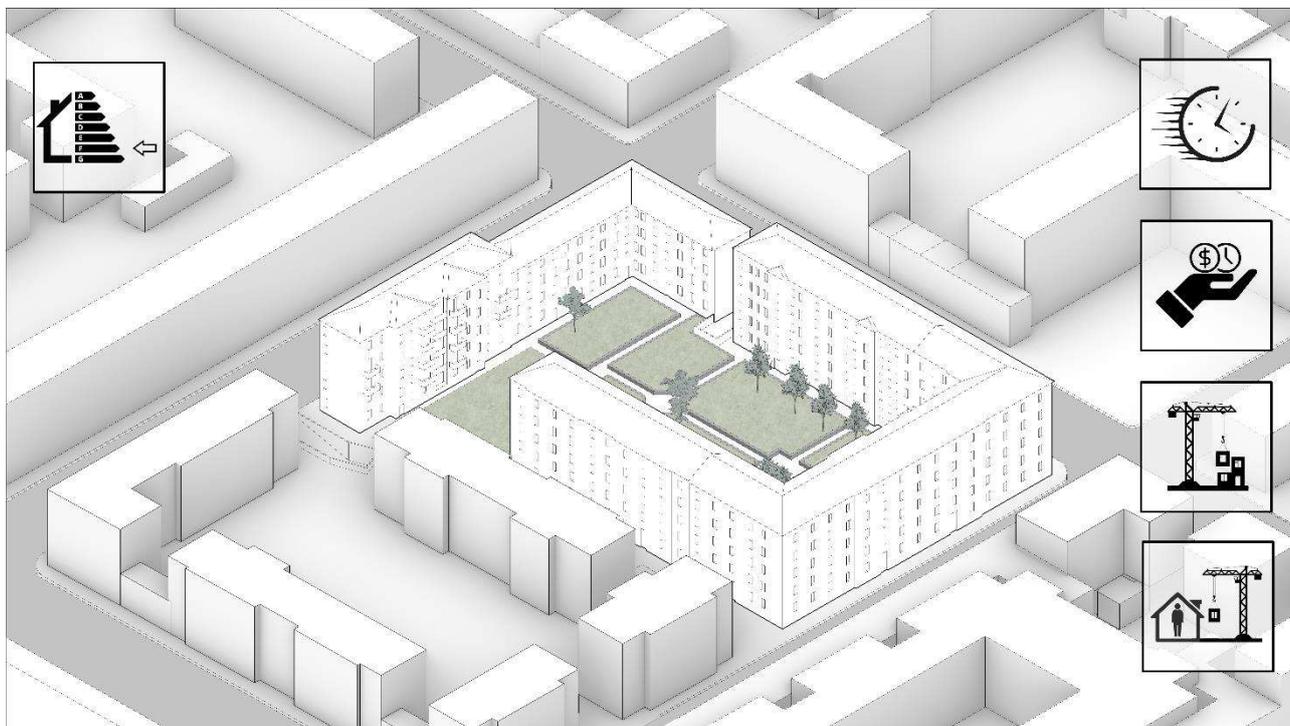
Il patrimonio edilizio in analisi è di più recente costruzione rispetto al resto del comparto Bolognina ma non presenta comunque caratteristiche conformi alle attuali normative inerenti al risparmio energetico ed è estremamente energivoro.

La presenza del garage interrato e degli elementi di risalita per il superamento delle barriere architettoniche, rendono sufficiente soffermare la strategia di intervento sull'efficientamento energetico ponendo l'attenzione sull'involucro dell'edificio. Si propone un intervento di retrofitting al fine di ridurre il fabbisogno energetico degli edifici e le spese a carico dei condomini.

I sistemi tradizionali di isolamento presentano tempi lunghi di realizzazione, lacune nelle performance dell'involucro e cantieri molto impattanti nella quotidianità dei residenti.

Lo studio delle caratteristiche ricorrenti degli edifici, come la simmetria e la regolarità nell'alternanza tra i pieni e vuoti, permette la realizzazione di sistemi di retrofitting innovativi che rispondano ai requisiti di economicità, di velocità di realizzazione e di minor permanenza del cantiere.

Un'altra strategia messa in atto è quella di creare una schermatura alla radiazione solare mediante la realizzazione di balconi che possano da un lato schermare e dall'altro dare uno spazio privato aggiuntivo alle abitazioni nell'edificio situato a nord-est dell'insula che presenta un'esposizione a sud.



*Fig. 1: Obiettivo e requisiti di progetto [Elaborazione degli autori]*

## 6. PROGETTAZIONE DELLA CORTE

### 6.1 Definizione del progetto

Gli obiettivi posti alla base della progettazione della corte sono sia la creazione di dotazioni e di spazi di aggregazione sia il miglioramento del microclima in regime estivo.

L'attuale disegno della corte è fortemente influenzato dalla presenza del garage interrato che limita notevolmente le aree con terreno. Per inserire il verde, il progetto "le nuove corti" negli anni '90 ha previsto la realizzazione di vasche di terra non accessibili con un'altezza di 70 cm.

Al fine di mantenere la maggior quantità possibile di terreno, la zona centrale della corte è stata completamente rialzata e resa accessibile da un percorso inclinato centrale per favorire l'abbattimento delle barriere architettoniche e permettere l'accesso anche a persone con disabilità. Sono stati poi previsti due ulteriori accessi ad est ed a ovest dello spazio cortilivo rialzato, trattati in questo caso con gradini.

Il disegno della corte è stato definito da una griglia modulare basata sulla posizione delle bocchette di areazione, già esistenti, del garage.

Bocchette di areazione che sono state trasformate in sedute con i lati aperti permettendo comunque la ventilazione necessaria.



Fig. 1: Planimetria della corte [Elaborazione degli autori]

La griglia modulare è stata suddivisa in un sotto-modulo in modo tale da creare nuove fasce orizzontali. Nelle fasce sono stati pensati diversi trattamenti come la semina di erba, la piantumazione di arbusti ed il posizionamento di dotazioni come sedute e tavoli.

Le dotazioni come tavoli e sedute sono state poste vicino al percorso centrale della corte. Ciò permette di lasciare le aree della corte vicine alle abitazioni più libere concentrando i punti di aggregazione nella fascia centrale.

La parte Nord dell'area, in linea con l'accesso su via Nicolò dall'Arca, presentava delle vasche di terreno, ora eliminate, per creare una zona di sosta pavimentata attrezzata con sedute e dotata di una copertura.

Ciò si è reso essenziale inserire un elemento di schermatura della radiazione solare che migliori il comfort outdoor nelle giornate di pieno sole in quanto l'inserimento di alberi sarebbe stato più complesso data l'assenza di terreno.

L'elemento di copertura, per risultare il più leggero possibile, è stato creato utilizzando teli in fibra di vetro spalmata in PTFE, posti inclinati e non in continuità fra loro in modo da favorire la ventilazione al di sotto della copertura.



*Fig. 2: Vista elemento di copertura [Elaborazione degli autori]*

I teli sono sorretti da un sistema di pilastri e cavi in acciaio, posti soltanto ai lati trasversali, così da coprire una luce di 11m lasciando libero lo spazio sottostante. Sia la copertura che le sedute posizionate sotto la stessa sono state disposte basandosi sul disegno della griglia modulare della corte.

La presenza negli edifici dell'Acer di numerose famiglie con figli ha reso necessario l'inserimento di una zona dedicata ai giochi per bambini nella zona più a nord della corte. L'area è stata scelta in quanto non presenta il garage al di sotto e permette la piantumazione di nuovi alberi al fine di creare zone ombreggiate. Alberi ed arbusti che permettono di delimitarla grazie anche all'ausilio di sedute.

L'accesso all'insula presente su via Albani, che divide il lotto oggetto di studio da quello posto ad ovest, non presenta al di sotto il garage: qui è stato così possibile l'inserimento di aree verdi con alberi e arbusti. Inoltre, sono state aggiunte dotazioni come sedute e spazi di servizio dedicati al deposito delle biciclette.

Nell'area saranno presenti diversi tipi di pavimentazione:

- i percorsi limitrofi agli edifici saranno trattati con una pavimentazione in pietra;
- nel resto della corte si alterneranno fasce con pavimentazione in pietra da 1m x 0,5m e pavimentazione drenante che si dirada verso il verde.

Quest'ultima pavimentazione presenta un albedo<sup>31</sup> che oscilla fra 0,2 e 0,3.



*Fig. 3: Vista spazio pubblico [Elaborazione degli autori]*

---

<sup>31</sup> Unità di misura della riflettività degli oggetti e delle superfici sulla Terra. Il suo valore è compreso fra 0 per i corpi perfettamente neri e 1 per i corpi perfettamente bianchi.

## 6.2 Analisi microclimatica del progetto

Al fine di verificare il miglioramento microclimatico dell'area, a seguito della definizione del progetto della corte, è stata effettuata una simulazione attraverso il software ENVI-met.

La suddetta simulazione è stata svolta nel giorno e nell'ora più calda dell'anno 2021, secondo i dati presi dal sito "Dext3r" ovvero il 12 agosto alle ore 13.00.

Nelle seguenti mappe si vuole evidenziare le differenze fra lo stato di fatto e lo stato di progetto servendosi dell'indicatore PET [°C].

In *Fig. 4* è rappresentata la simulazione dello stato di fatto della corte ed evidenzia una PET massima di 53.36°C ed una presenza preponderante di aree con PET compresa fra i 41°C e i 47°C.

In *Fig. 5* è rappresentata la stessa area con le modifiche progettuali effettuate ossia l'aggiunta di alberi ed arbusti e l'uso di pavimentazione drenante.

La PET massima dell'area è scesa a 50.99°C e si evidenzia una maggiore presenza di aree con temperatura compresa fra i 35° e i 41°C confermando quindi un miglioramento microclimatico.

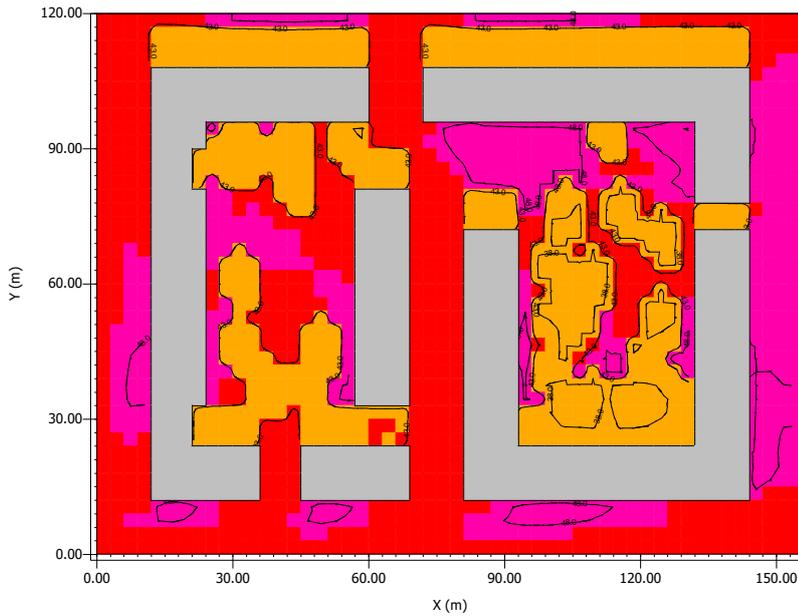


Figure -: 2int 13.00.01  
12.08.2021

x/y Cut at k=2 (z=1.0000 m)

**PET**

- below 23.00 °C
- 23.00 to 29.00 °C
- 29.00 to 35.00 °C
- 35.00 to 41.00 °C
- 41.00 to 47.00 °C
- above 47.00 °C

Min: 36.64 °C  
Max: 53.36 °C

Fig. 4: Physiological Equivalent temperature \_Risultati della simulazione svolta con il software Envimet \_  
Stato di fatto [Elaborazione degli autori]

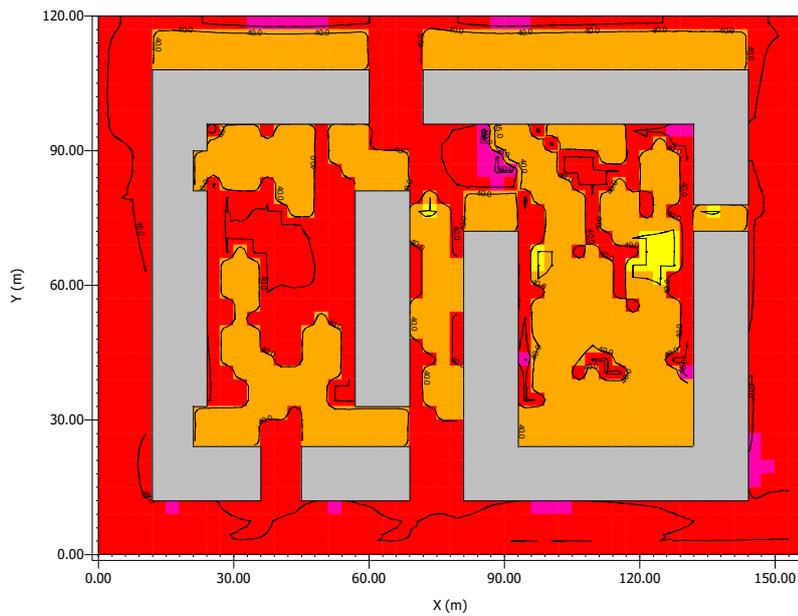


Figure -: CORTE 13.00.01  
12.08.2021

x/y Cut at k=2 (z=1.0000 m)

**PET**

- below 23.00 °C
- 23.00 to 29.00 °C
- 29.00 to 35.00 °C
- 35.00 to 41.00 °C
- 41.00 to 47.00 °C
- above 47.00 °C

Min: 34.46 °C  
Max: 50.99 °C

Fig. 5: Physiological Equivalent temperature \_Risultati della simulazione svolta con il software Envimet \_  
Stato di progetto [Elaborazione degli autori]

## 7. LA RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA DEGLI EDIFICI

### 7.1 Lo scenario europeo ed italiano

La società Europea odierna deve far fronte ad una serie di emergenze mai critiche come in questo periodo storico: quelle che verranno approfondite ed affrontate in questa sede, sono quella ambientale ed energetica, che hanno risvolti notevoli ed evidenti sulla vita delle persone.

Si ritiene che il compito dell'architettura sia quello di rispondere alle esigenze della popolazione e, per farlo, è necessaria una riqualificazione del patrimonio edilizio costruito. In Europa, la maggior parte del patrimonio edilizio, è molto energivoro e ciò rende la riqualificazione energetica una priorità assoluta nelle politiche nazionali e dell'Unione Europea.

Il 75% degli edifici esistenti è di tipo residenziale e la maggior parte di essi sono stati costruiti fra gli anni '60 e '90 con prestazioni energetiche scadenti per gli standard attuali. "I consumi di energia sono responsabili dell'80% delle emissioni di gas serra nazionali" e "negli edifici [...] le emissioni dei gas serra sono solo da usi energetici"<sup>32</sup>; in Italia il settore residenziale è il secondo per il maggior numero di emissioni, dopo quello dell'industria con il 27% del totale nazionale.

Al giorno d'oggi, rispetto agli anni '90, il consumo energetico finale degli edifici residenziali è lievemente aumentato (8%) mentre le emissioni sono state ridotte del 26% mediante una serie di azioni adottate come la decarbonizzazione dei consumi elettrici, l'uso di differenti fonti energetiche e l'introduzione di fonti energetiche rinnovabili che da sole soddisfano il 20% dei consumi finali lordi di energia e sempre il 20% del fabbisogno termico in Italia.<sup>33</sup>

La seguente riduzione è imputabile all'evoluzione delle tecnologie e delle normative Europee e Nazionali e non al miglioramento del patrimonio costruito.

In Italia, gli edifici hanno una performance energetica media peggiore rispetto a quella europea a causa di edifici particolarmente vetusti e degli scarsi progressi di riqualificazione energetica; per il seguente motivo il retrofit energetico è diventato un elemento centrale nelle politiche Europee ed Italiane.

---

<sup>32</sup> Fonte: 14CIItaly for climate (2021), Italy climate report 2021. La performance dell'Italia sui temi del clima e dell'energia, p.100 disponibile in: <https://italyforclimate.org/> data di accesso: 11 Febbraio 2023

<sup>33</sup> Fonte: 14CIItaly for climate (2021), Italy climate report 2021. La performance dell'Italia sui temi del clima e dell'energia, p.100 disponibile in: <https://italyforclimate.org/> data di accesso: 11 Febbraio 2023

Questo fenomeno è individuabile nell'indice tep ossia il fabbisogno energetico per abitazione che in Italia è di 1,9 tep contro l'1,3 tep della media europea.<sup>34</sup>

A causa della pandemia, l'Europa ha stanziato dei fondi tramite un Programma Europeo noto come Next Generation EU, volti alla ripresa economica ed allo sviluppo "green" e digitale. In Italia il Piano prende il nome di Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza<sup>35</sup> (PNRR) e fra i progetti inclusi è presente il Superbonus 110%, un'agevolazione fiscale disciplinata dall'articolo 119 del decreto-legge n. 34/2020 (decreto rilancio). Il bonus consiste in una detrazione del 110% delle spese sostenute per la realizzazione di specifici interventi finalizzati all'efficientamento energetico ed al consolidamento statico o alla riduzione del rischio sismico degli edifici.

Il decreto è finalizzato ad incentivare la riqualificazione del patrimonio edilizio con il miglioramento di almeno due classi energetiche. Tutto ciò ha permesso di mettere in moto le imprese costruttrici e di rilanciare il settore dell'edilizia in Italia comportando, però, numerosi problemi: l'altissima ondata di richieste ha determinato una mancanza di materiali, conseguenti rallentamenti di cantiere, un aumento vertiginoso dei prezzi ed un congestionamento di tutte le opere edili a causa della difficoltà di reperimento delle imprese edili e della parte professionale tecnica.

Il bonus interessa condomini, unità immobiliari, istituti autonomi case popolari e cooperative di abitazione a proprietà indivisa, non distinguendo le classi economiche dei richiedenti in quanto il fine ultimo prescinde la classe.<sup>36</sup>

Una parte di questo bonus è stato utilizzato anche per edilizia residenziale pubblica, principalmente in città come Milano, Torino e Bologna potendo così garantire una riqualificazione del patrimonio edilizio.

A Bologna, l'Acer ha avviato un programma di riqualificazione di 1150 alloggi cioè il 6% dei 22mila appartamenti gestiti dall'Azienda Case Emilia Romagna.<sup>37</sup>

---

<sup>34</sup> Il TEP (Tonnellate Equivalenti Petrolio) è un'unità di misura di energia usata soprattutto con riferimento ai bilanci energetici (territoriali o aziendali), in quanto esprime i consumi energetici primari o in usi finali con un'unica unità per ciascun vettore energetico (elettricità, gas, gasolio, etc.).

<sup>35</sup> Il Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR) si inserisce all'interno del programma Next Generation EU (NGEU), il pacchetto da 750 miliardi di euro, costituito per circa la metà da sovvenzioni, concordato dall'Unione Europea in risposta alla crisi pandemica. All'Italia sono stati assegnati 191,5 miliardi. Fonte: Ministero dell'Economia e delle Finanze (2021), "Il Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR)", disponibile in: <https://www.mef.gov.it/focus/Il-Piano-Nazionale-di-Ripresa-e-Resilienza-PNRR/> (data di accesso: 11 Febbraio 2023)

<sup>36</sup> Agenzia Entrate, "Superbonus 110%" disponibile in: <https://www.agenziaentrate.gov.it/portale/superbonus-110%25> (data di accesso: 11 Febbraio 2023)

<sup>37</sup> BolognaToday, "Case popolari: Adeguamenti energetici per 1150 alloggi pubblici entro il 2023", disponibile in: <https://www.bolognatoday.it/cronaca/superbonus-riqualificazione-energetica-case-popolari.html> (data di accesso: 11 Febbraio 2023)

Il Bonus 110% è un'ottima opportunità per l'ACER, in quanto le famiglie che vivono nelle case popolari hanno redditi bassi e l'incremento dei costi per l'energia contribuisce a creare un'ulteriore povertà chiamata povertà energetica, soprattutto in famiglie fragili economicamente, dove più del 10% del reddito delle stesse, viene impegnato nei costi energetici. Le famiglie che vivono nelle case popolari si trovano a pagare più per l'energia che per l'affitto delle abitazioni; per questo è fondamentale andare ad agire sugli edifici.

## **7.2 Le premesse di progetto**

Il progetto si pone come obiettivo la riqualificazione energetica degli edifici, cercando anche di scongiurare la povertà energetica delle famiglie residenti.

L'obiettivo prefissato è quello di andare ad agire sull'involucro per garantire il risparmio energetico passivo, in modo da ridurre i carichi di riscaldamento e raffrescamento degli edifici mediante il miglioramento della resistenza termica degli elementi dell'involucro edilizio. È necessario agire sulle pareti opache, nel sottotetto e nel garage con il così detto sistema a "cappotto" e sostituire gli infissi presenti con nuovi più performanti.

Attuare una riqualificazione edilizia tradizionale negli edifici della Bolognina che presentano grandi dimensioni e ospitano un gran numero di famiglie, può comportare numerosi disagi, come la necessità di trasferire temporaneamente le famiglie in nuovi alloggi a causa di tempi di cantiere molto lunghi ed interventi invasivi come la sostituzione di infissi. Inoltre, la coibentazione tradizionale, se non ben realizzata, può comportare la creazione di ponti termici soprattutto in corrispondenza delle bucatore con la conseguente proliferazione di muffa.

Alla luce dei problemi che si possono riscontrare con un sistema tradizionale, della necessità di creare un involucro performante evitando la presenza di ponti termici e l'assoluto bisogno di ridurre i tempi di realizzazione, la tesi si propone di introdurre l'uso di un sistema di coibentazione modulare prefabbricato, pre-finito e con infisso integrato.

Per far questo è strettamente necessaria un'industrializzazione e standardizzazione del cantiere.

### 7.3 I casi studio

Numerosi studi in Europa e non solo, hanno portato allo sviluppo di nuovi sistemi costruttivi industrializzati e standardizzati per la ristrutturazione edilizia con il fine del retrofit energetico.

Di seguito ne verranno presentati alcuni:

Naturalwall di Caligari et al.<sup>38</sup> è una facciata verticale opaca, modulare e prefabbricata con elementi in legno, un'intercapedine ventilata e vetro esterno in modo da migliorare le prestazioni energetiche dell'edificio attraverso il retrofitting.

Il progetto Ri.Fa.Re di Malacarne & co<sup>39</sup> che consiste nell'identificare le caratteristiche più comuni del patrimonio edilizio italiano, con un focus sulla Provincia di Bolzano basandosi sui rapporti espressi nel progetto Tabula dove il patrimonio edilizio è stato classificato per tipologia, anno di costruzione, dimensione e area di ubicazione. Attraverso queste informazioni e basandosi sulle geometrie degli edifici presi a riferimento è stato realizzato un pannello in legno e isolante che si appoggia ad elementi fissati in corrispondenza della struttura.

Uno dei più innovativi casi studio è quello di Renozeb<sup>40</sup> che, oltre a creare elementi modulari opachi isolati per ridurre il fabbisogno energetico degli edifici, integra sistemi di ventilazione meccanica, produzione di calore termico e produzione di elettricità tramite pannelli fotovoltaici.

---

<sup>38</sup> Callegari, G.; Spinelli, A.; Bianco, L.; Serra, V.; Fantucci, S. (2015), "NATURWALL©—A Solar Timber Façade System for Building Refurbishment: Optimization Process through in Field Measurements", Energy Procedia, p291–296

<sup>39</sup> Malacarne, G.; Monizza, GP; Ratajczak, J.; Krause, D.; Benedetti, C.; Matt, DT Facciata prefabbricata in legno per la riqualificazione energetica del patrimonio edilizio italiano: Ri.Fa.Re. Progetto. Energy Procedia 2016, 788–799

<sup>40</sup> Renozeb, "Facciata Plug&Play" disponibile in: <https://renozeb.eu/> (data di accesso:11 Febbraio 2023)



Fig. 1: Pre-validation of the RenoZEB modular façade in the KUBIK test Infrastructure (Bilbao, Spain) [Fonte: <https://renozeb.eu/news/detail/article/pre-validation-of-the-renozeb-modular-facade-in-the-kubik-test-infrastructure-bilbao-spain.html>]

Il progetto Energiesprong<sup>41</sup> nato nel 2010 in Olanda con la collaborazione del governo, ha permesso la riqualificazione di parte degli edifici popolari che nella città di Utrecht rappresentano 1/3 di tutto il patrimonio immobiliare. In Olanda, la geometria degli edifici abbastanza regolare e la similarità delle abitazioni, ha permesso la creazione di pannelli modulari. La prefabbricazione del sistema di coibentazione ha permesso la riduzione dei tempi del cantiere. Il cantiere si è svolto senza la necessità di spostare gli inquilini dalle abitazioni e questo sistema, creato su larga scala, ha portato ad una riduzione del 40% delle spese di cantiere.

Il nuovo mercato creato in Olanda ha generato molti investimenti, sono nati nuovi stabilimenti volti alla realizzazione di questo sistema di riqualificazione che hanno permesso di abbattere i costi ed aumentare la produzione.

In questo caso i pannelli sono caratterizzati da polistirene e legno-cemento. Il pannello sandwich creato viene successivamente tagliato mediante un macchinario che riesce a tagliare tutti gli strati formati anche di diversi materiali ed installato sull'edificio mediante elementi in acciaio posti in corrispondenza della struttura.

---

<sup>41</sup> Energiesprong, "Global Energiesprong Alliance" disponibile in: <https://energiesprong.org/> (data di accesso:11 Febbraio 2023)



Fig. 2: Riqualificazione edifici popolari polonia .Net Zero Energy in Oud Vossemeer. By Volker Wessels/Stadlander [Fonte: <https://energiesprong.org/?country=the-netherlands>]

## 7.4 L'approccio

L'obbiettivo della tesi è di supportare il processo di efficientamento del patrimonio edilizio tramite un approccio multi-scala che va dal singolo edificio a tutto il quartiere di Bolognina, quartiere quest'ultimo che vede al suo interno edifici con molti elementi ricorrenti, come il primo piano rialzato rispetto alla quota di calpestio, un assetto regolare dei prospetti, caratterizzati da arretramenti di facciata e, in alcuni casi, dalla presenza di balconi.

L'approccio si basa su una lettura attenta delle geometrie degli edifici, al fine di individuare un modulo a cui riferire gli elementi prefabbricati standard e ripetibili, destinati alla realizzazione del retrofitting<sup>42</sup>.

A differenza dei casi esaminati in precedenza, il pannello proposto è caratterizzato da uno strato di isolante in EPS (Polistirene Espanso Sintetizzato conforme alle prescrizioni CAM<sup>43</sup> che è obbligatorio rispettare per gli interventi "Superbonus") scelto per le sue elevate capacità isolanti e per la resistenza all'acqua, in modo tale che le eventuali infiltrazioni non

---

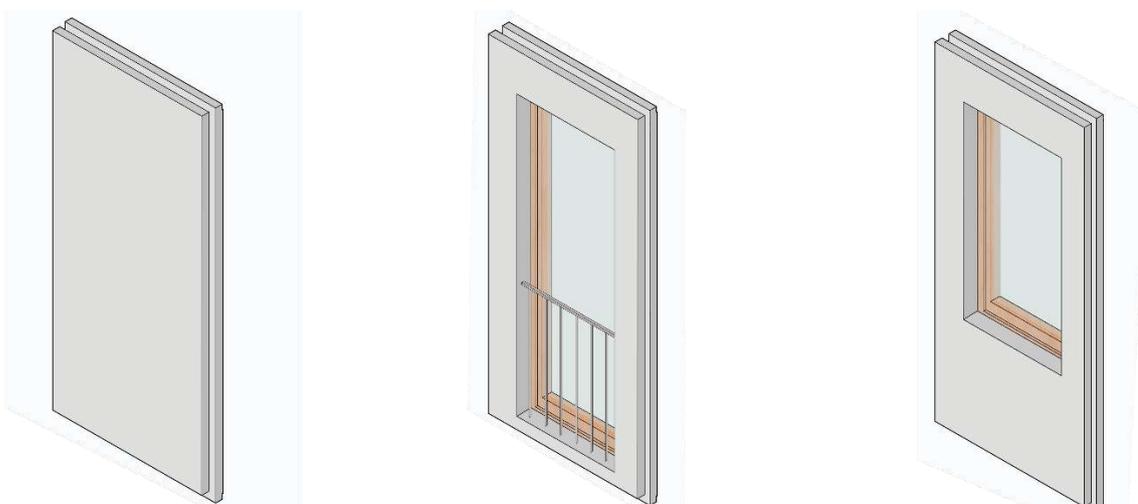
<sup>42</sup> Retrofitting: Fornire (a qualcosa) un componente o una funzione non in dotazione in origine; per aggiungere (al componente o alla funzione) qualcosa che non aveva quando è stato costruito per la prima volta. Fonte: Oxford English Dictionary

<sup>43</sup> "I Criteri Ambientali Minimi (CAM) sono i requisiti ambientali definiti per le varie fasi del processo di acquisto, volti a individuare la soluzione progettuale, il prodotto o il servizio migliore sotto il profilo ambientale lungo il ciclo di vita, tenuto conto della disponibilità di mercato." Fonte: Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica, "CAM – Criteri Ambientali Minimi", disponibile in: [https://gpp.mite.gov.it/Home/Cam#:~:text=I%20Criteri%20Ambientali%20Minimi%20\(CAM,conto%20della%20disponibilit%C3%A0%20di%20mercato](https://gpp.mite.gov.it/Home/Cam#:~:text=I%20Criteri%20Ambientali%20Minimi%20(CAM,conto%20della%20disponibilit%C3%A0%20di%20mercato). (data di accesso: 11 Febbraio 2023)

compromettano il materiale. Sulla faccia esterna dello strato isolante è applicato un rivestimento in lamierino di alluminio che lo protegge dalle intemperie e permette di caratterizzare l'aspetto del componente.

L'isolante è formato da uno strato da 8cm sovrapposto ad uno da 6cm, in modo da creare una battentatura sui quattro lati che permette di correggere i ponti termici e migliorare l'accostamento dei pannelli.

La lamina di alluminio ha uno spessore di 1mm, che permette di avere un pannello leggero ( $8 \text{ kg/m}^2$ ) ma robusto.



*Fig. 3: Pannelli prefabbricati [Elaborazione degli autori]*

Il pannello proposto è un sandwich facilmente reperibile sul mercato: la novità sta nel particolare ancoraggio, che permette di smontare il modulo in caso di necessità di manutenzione, e nell'integrazione del controtelaio dell'infisso, soluzione che permette di evitare ponti termici in corrispondenza del giunto fra telaio della finestra e circostante chiusura verticale opaca (che costituisce generalmente un punto critico nel sistema di coibentazione tradizionale).

La soluzione proposta prevede che la fabbricazione dei moduli sia industrializzata e avvenga in stabilimento, per diminuire i costi e per velocizzare la realizzazione, pur mantenendo la possibilità di realizzare moduli di dimensioni specifiche, in cui successivamente inserire infissi adeguati, realizzando così un involucro prefabbricato ad alte prestazioni, con ponti termici corretti.

Secondo diversi studi<sup>44</sup>, la riqualificazione energetica attraverso strategie modulari, rispetto a quella tradizionale, permette di ottenere una diminuzione dei tempi di intervento dal 30% al 50% e risparmi sui costi dal 20% al 40%. Il sistema modulare rappresenta un modo non convenzionale di pensare alla coibentazione esterna degli edifici a partire dal metodo costruttivo, dal minore fabbisogno di manodopera, da un evidente risparmio di spesa, dal minor tempo di realizzazione. Tutto ciò evitando disagi agli abitanti, fattore non certo trascurabile, soprattutto in particolari situazioni come quelle che si ritrovano in Bolognina.

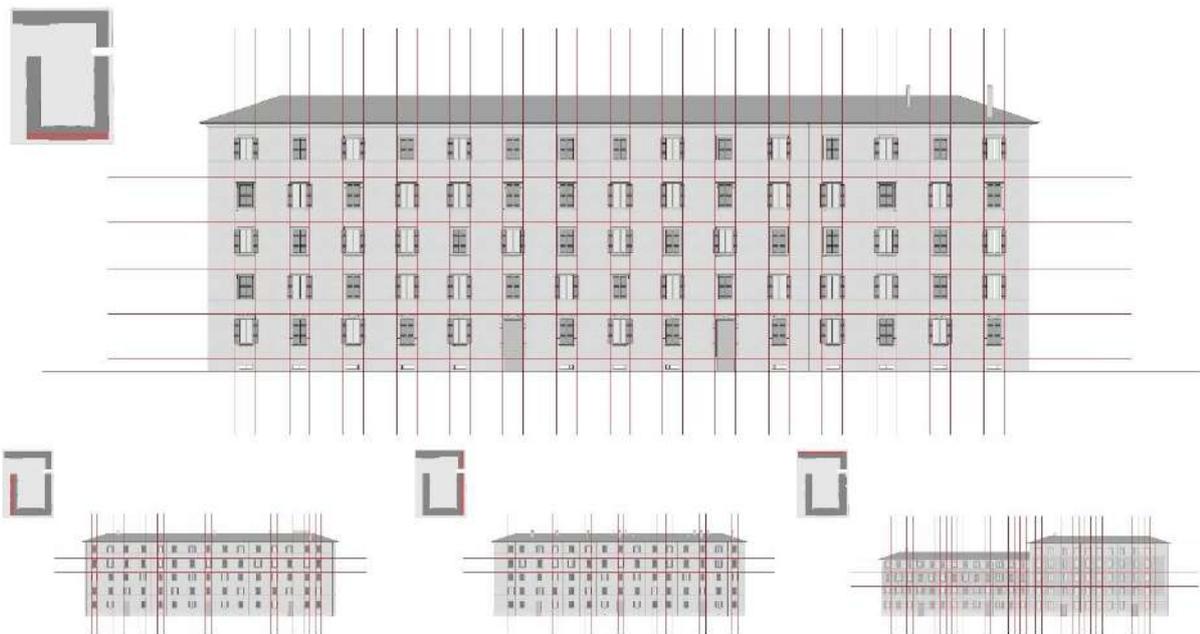
---

<sup>44</sup> Torres J, Garay-Martinez R., Oregi X., Torrens-Galdiz J. I., Uriarte-Arrien A., Pracci A., Casadei O., Magnani S., Arroyo N., Cea A. M., (2021), "Sistema di costruzione di facciate modulari plug and play per la ristrutturazione di edifici residenziali", *Buildings* 2021, numero 11, p 21.

## 7.5 Lo studio delle geometrie di facciata

Per la progettazione del sistema e la verifica della sua fattibilità e convenienza, è necessario un approfondito studio delle geometrie, dei prospetti, delle simmetrie, degli arretramenti di facciata e dell'alternanza fra parti opache e trasparenti.

Essendo questo tipo di intervento, particolarmente indicato in edifici che presentano caratteristiche geometriche regolari e ricorrenti, esso si presta ad essere adottato per i fabbricati presenti nel quartiere Bolognina, che sono caratterizzati da scansioni regolari tra i pieni e i vuoti. Uno studio accurato della geometria delle facciate è comunque indispensabile per definire la quantità di moduli necessari al retrofitting dell'edificio, ed assicurare che i pannelli si adattino alle irregolarità di facciata.



*Fig. 4: Schemi studio geometrie di facciata*

## 7.6 Il montaggio

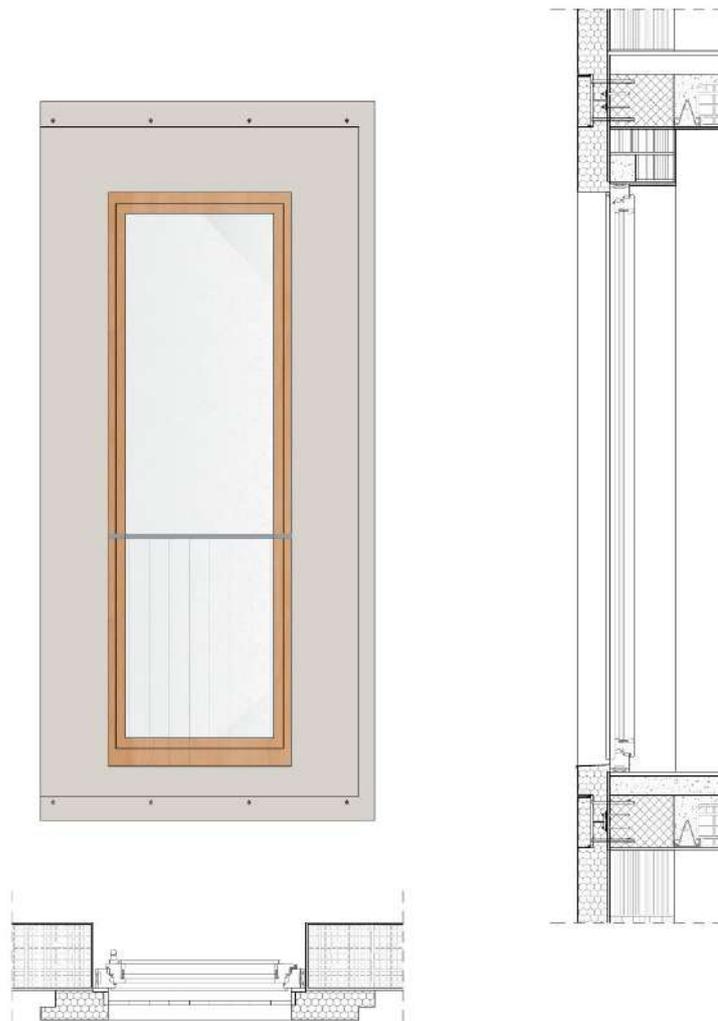
Per la posa in opera dei pannelli è stato progettato un elemento in acciaio a forma di “T”, da fissare preliminarmente ai cordoli in calcestruzzo dei solai degli edifici esistenti, tramite barre filettate con ancoraggio chimico. Successivamente, il pannello viene posizionato tra due profili metallici e fissato ad essi mediante staffe avvitate. Per individuare il punto corretto per l’ancoraggio, sul pannello è presente un segno guida, situato a 3,5cm dalla battentatura. I fissaggi sono previsti con un passo orizzontale di circa 30cm.

Dopo aver agganciato il primo pannello si può procedere con il posizionamento degli altri moduli; quando due pannelli verticali sono correttamente posizionati, si procede con l’applicazione sulla loro linea di giunzione di un carter coprigiunto pre-isolato, fissato mediante un aggancio meccanico. Il carter ha sia una funzione di finitura, in quanto serve per coprire gli agganci dei pannelli, sia una funzione isolante, per evitare ponti termici in corrispondenza del solaio.

Il sistema è caratterizzato da un montaggio semplice, che non rende necessario l’uso di manodopera specializzata e può essere eseguito dall’esterno dell’edificio, con l’utilizzo di cestelli o piattaforme elevatrici e senza la necessità di alcun ponteggio. Inoltre, un altro aspetto fondamentale, è che i pannelli sono progettati in modo da permetterne lo smontaggio e il rimontaggio in caso di necessità o per manutenzione.

Il pannello del modulo finestrato è caratterizzato da controtelaio infisso isolante Eps ed alluminio, arriva in cantiere già montato, qui viene sollevato attraverso ventose poste in corrispondenza del vetro e posizionato nella bucatura. Il montaggio è il medesimo del pannello opaco, con l’aggiunta del fissaggio dell’infisso dall’interno delle abitazioni, come si fa abitualmente nel caso di sostituzione degli infissi.

Nel caso in cui si vogliano inserire sistemi di oscuramento esterni o parapetti, è sufficiente predisporre dei profili a “L” in legno all’interno del pannello, in modo da creare un elemento rigido al quale ancorare esternamente gli eventuali elementi aggiunti.



*Fig. 5: Dettaglio pannello [Elaborazione degli autori]*

Il sistema è progettato per essere facilmente replicabile in situazioni che presentano caratteristiche simili come ad esempio:

- la zona climatica, in quanto lo spessore di isolante necessario per rispettare i limiti di legge dipende dalla zona in cui si va ad intervenire;
- la struttura dell'edificio, in quanto il sistema si va ad ancorare alla struttura esistente: è quindi consigliato che gli edifici siano caratterizzati da un telaio in cemento armato o quantomeno da cordoli continui di solaio;
- la geometria regolare della facciata dell'edificio, elemento fondamentale sul quale si basa la definizione dei moduli;
- gli spazi tecnici all'interno del cantiere: sarà necessario un deposito per lo stoccaggio delle pannellature e per il posizionamento di un'autogrù.

## 7.7 L'applicazione nel caso studio

L'edificio preso in esame, che è quello a U posto a sud dell'isola, è caratterizzato da un telaio strutturale in cemento armato con tamponamenti formati da 1 cm di intonaco interno, un blocco forato da 30 cm di spessore e uno strato da 1 cm di intonaco esterno. La trasmittanza delle chiusure verticali dello stato di fatto è di  $0,953 \text{ W/m}^2\text{K}$ .

La normativa italiana definisce alcuni valori soglia della trasmittanza termica, in base alla zona climatica<sup>45</sup>: nel caso di Bologna, per le chiusure opache verticali la trasmittanza deve essere inferiore a  $0,26 \text{ W/m}^2\text{K}$ .

A seguito di una simulazione tramite Termolog, aggiungendo 14 cm di isolante EPS e 1 mm di rivestimento in alluminio la parete opaca arriva ad avere un valore di trasmittanza pari a  $0,203 \text{ W/m}^2\text{K}$  quindi ben al di sotto del limite previsto dalla normativa oggi vigente. Tenersi ampiamente sotto i limiti di legge è giustificato dalla necessità di soddisfare eventuali future introduzioni di limiti normativi più restrittivi, come si è registrato in passato con la progressiva modifica dei valori di soglia prescritti.

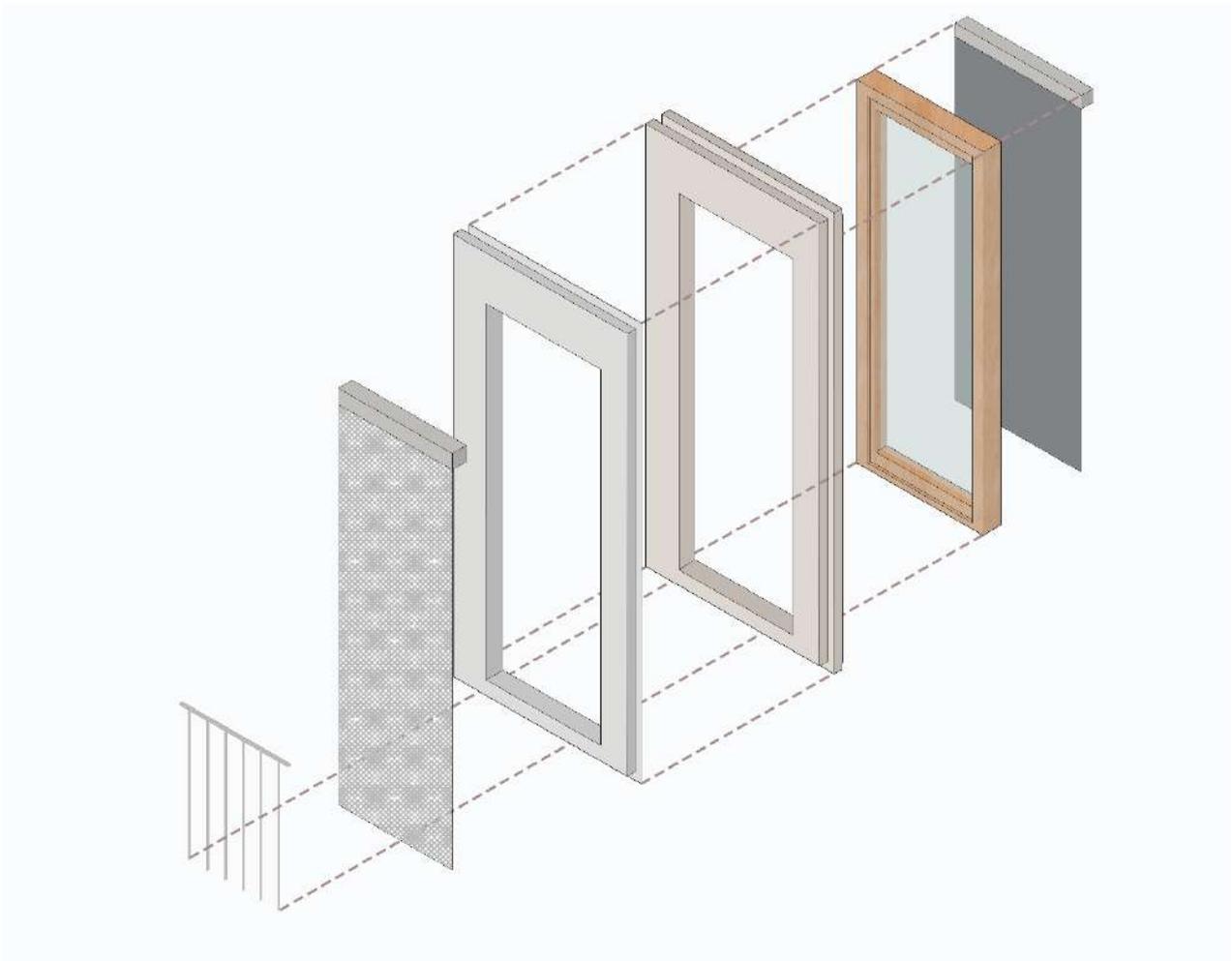
Per quanto riguarda gli infissi, quelli presenti nello stato di fatto sono ormai datati: avendo circa 30 anni, registrano un significativo abbassamento delle prestazioni, che già al momento della realizzazione dell'edificio erano di molto inferiori a quelle oggi prescritte.

Gli infissi hanno telai in legno, con vetrocamera: la loro trasmittanza, determinata tramite il programma Termolog, conforme alla normativa UNI EN ISO 1077-1) risulta pari a  $1,825 \text{ W/m}^2\text{K}$  per le finestre  $100 \times 180 \text{ cm}$ ,  $1,821 \text{ W/m}^2\text{K}$  per quelle da  $80 \times 180 \text{ cm}$ ,  $1,824 \text{ W/m}^2\text{K}$  per quelle da  $100 \times 165 \text{ cm}$  e  $1,819 \text{ W/m}^2\text{K}$  per quelle da  $80 \times 165 \text{ cm}$ .

I nuovi infissi previsti in sostituzione degli esistenti hanno telai in legno e doppio vetrocamera 4-15-4-18-4 con argon, con valore di trasmittanza  $U_w$  inferiore a  $0,8 \text{ W/m}^2\text{K}$ .

---

<sup>45</sup> Il DPR 412/93 stabilisce destinazioni d'uso degli immobili e suddivide il territorio italiano in sei zone climatiche, dalla A alla F, in base al criterio dei Gradi Giorno. Criteri questi, fondamentali per la progettazione degli impianti di climatizzazione e la definizione del periodo di accensione e durata. Bologna appartiene alla zona climatica E



*Fig. 6: Composizione pannello finestrato [Elaborazione degli autori]*

L'edificio comprende 106 alloggi, con finestre che affacciano sulle due facciate contrapposte, una lato strada e una lato corte.

Lo studio dei rapporti illuminanti dell'edificio evidenzia come la maggioranza degli ambienti rivolti verso la strada non soddisfino il rapporto aereo-illuminante dato dalla normativa<sup>46</sup>.

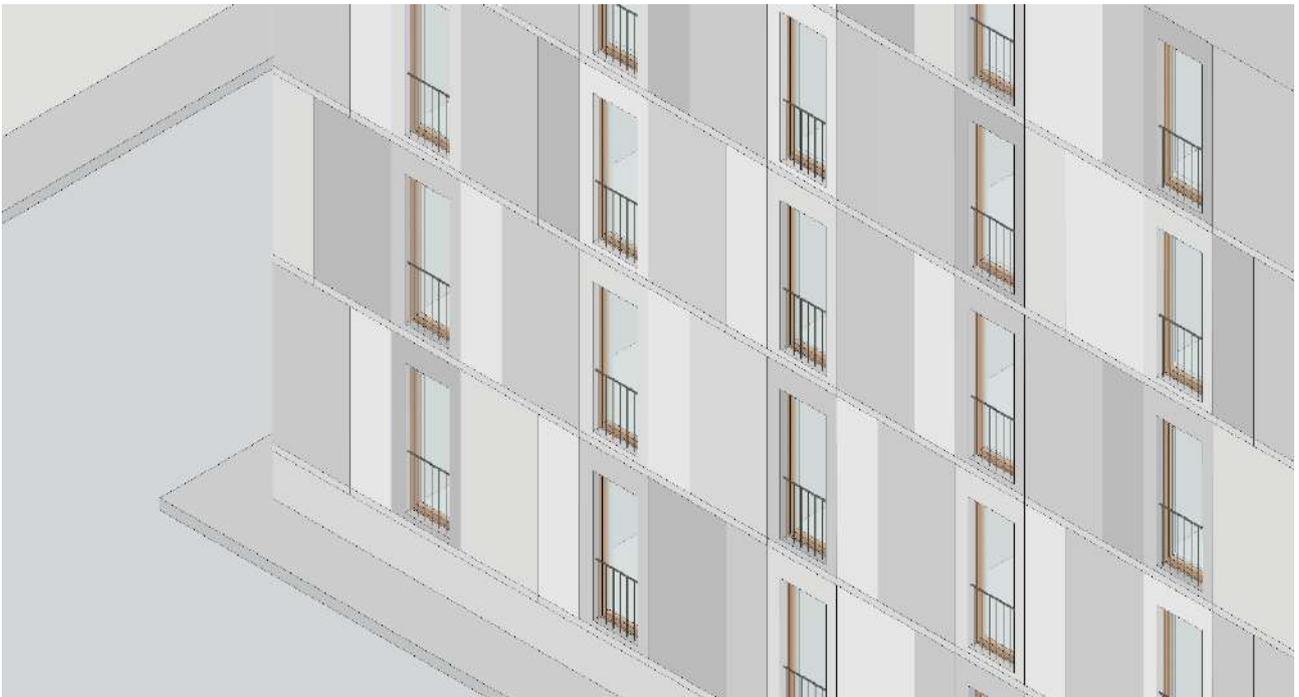
Si è, per questo, reso necessario ampliare le finestre lato strada: dalla dimensione di 1m x 1,8m si passa a 1m x 2,70m, creando finestre che arrivano al pavimento, in modo da non dover agire sull'architrave.

A seguito di questa decisione è stato necessario equipaggiare il pannello con un parapetto, per garantire la sicurezza in apertura. Inoltre, è stato aggiunto un telo avvolgibile in fibra di polistirene spalmata con PVC all'esterno dell'infisso con funzioni di schermatura della radiazione solare e un telo avvolgibile posto verso l'interno per assicurare l'oscuramento

<sup>46</sup> Art. 5 Decreto Ministeriale 5 luglio 1975 che stabilisce che per ogni locale la superficie finestrata apribile non deve essere inferiore a 1/8 della superficie calpestabile ed un fattore medio di luce diurna non inferiore al 2%.

Lo studio delle facciate lato strada ha portato alla definizione di un modulo di base di larghezza 1,5m. Successivamente è stata identificata la posizione dei solai, determinando di conseguenza l'altezza dei pannelli, fissata in 3,15m.

Gli infissi della facciata hanno per la maggior parte una scansione regolare, con la distanza tra i pannelli finestrati che si ripete, a parte alcune eccezioni. La distanza più ricorrente è di 2,4m, misura che definisce la pannellatura opaca, poi ulteriormente divisa con un sottomodulo fisso di 0,85m al fine di ridurne le dimensioni, rendendo più maneggevole il montaggio in cantiere.



*Fig. 7: Composizione prospetto [Elaborazione degli autori]*

Invece, il prospetto lato corte presenta più aperture: in questo caso sono stati mantenuti fissi i moduli delle finestre mentre i pannelli opachi sono stati dimensionati in relazione allo spazio risultante fra i moduli finestrati, che comunque si ripetono con la stessa ritmica in tutte le facciate.

## 7.8 Studio dei ponti termici

Per verificare il funzionamento del metodo proposto è stato necessario effettuare uno studio dei ponti termici cioè dei punti critici dell'involucro edilizio per via di una discontinuità materica e geometrica: in queste porzioni dell'involucro si verifica una differenza nel flusso di calore fra interno ed esterno. Gli elementi con resistenze termiche diverse creano delle zone più "fredde" rispetto al resto delle superfici. Le principali conseguenze sono l'aumento di dispersioni di calore in quel determinato punto, discomfort puntuale all'interno degli edifici, creazione di condense e muffa che contribuiscono a creare un ambiente interno malsano. I ponti termici individuati sono quattro ed interessano l'intersezione tra parete e solaio del piano terra, fra parete e solaio del piano tipo, fra parete e solaio del piano sottotetto e l'ultimo riguarda la discontinuità materica fra chiusura verticale e pilastro.

Il primo ponte termico preso in considerazione riguarda la parete verticale e il solaio del piano terra: la discontinuità è di tipo geometrico e termofisica per il contatto fra la parete verticale e la trave del solaio. Per risolvere i ponti termici, sono stati inseriti pannelli prefabbricati con isolante EPS di 14cm e rivestimento in alluminio in tutte le pareti verticali. Il solaio del piano terra che confina col garage è stato isolato mediante 16cm di isolante risolvendo, in parte, il ponte termico passando da una trasmittanza termica lineica  $\Psi$  di 0,348 W/mK a 0,198 W/mK, valore ridotto del 43%.

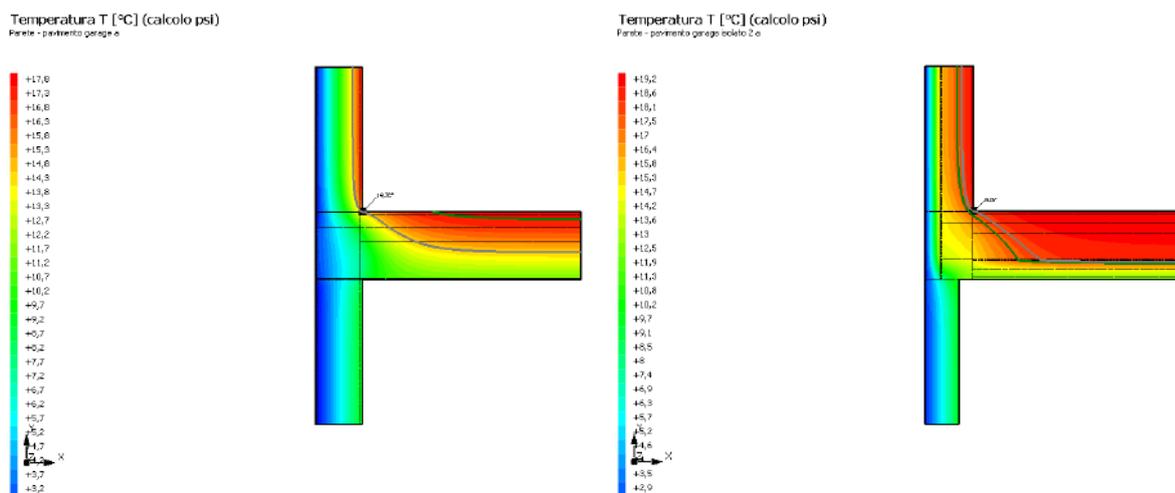


Fig. 8: Confronto ponti termici stato di fatto e di progetto chiusura verticale e solaio del piano terra  
[Elaborazione degli autori]

Il secondo ponte termico riguarda l'intersezione tra parete esterna e solaio del piano tipo. Nello stato di fatto esso presenta un valore di trasmittanza termica lineica  $\Psi$  di 0,703 W/mK che si riduce nello stato di progetto del 98% raggiungendo 0,081 W/mK.

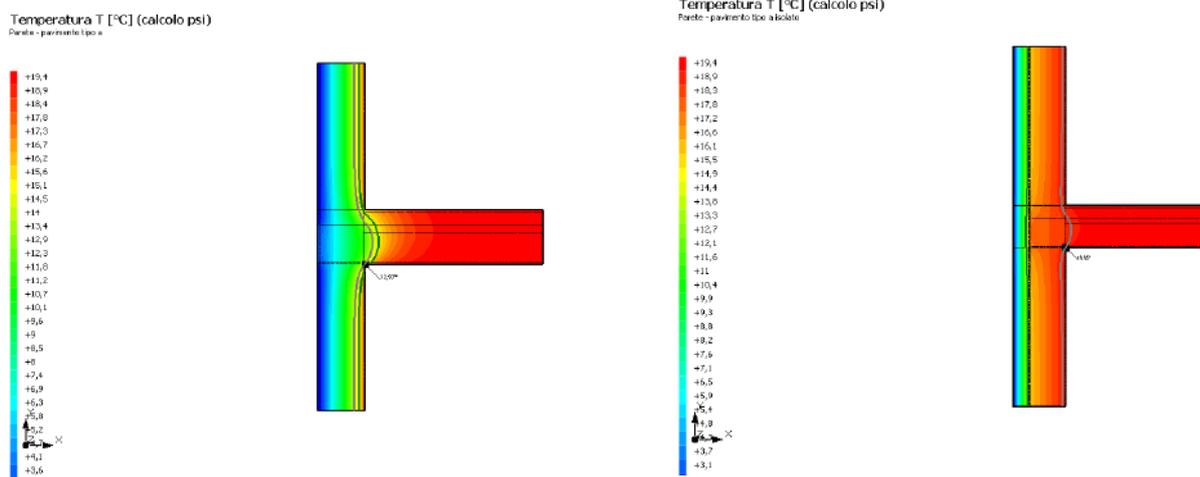


Fig. 16: Confronto ponti termici stato di fatto e di progetto chiusura verticale e solaio del piano tipo  
[Elaborazione degli autori]

Il terzo ponte termico riguarda l'intersezione tra parete esterna e solaio del piano sottotetto. Esso viene risolto mediante un isolamento esterno e l'applicazione dell'isolante posto in corrispondenza del sottotetto in modo da completare la coibentazione dell'edificio. Il valore di trasmittanza termica lineica passa da 0,311 W/mK a 0,137 W/mK con una riduzione del 56%.

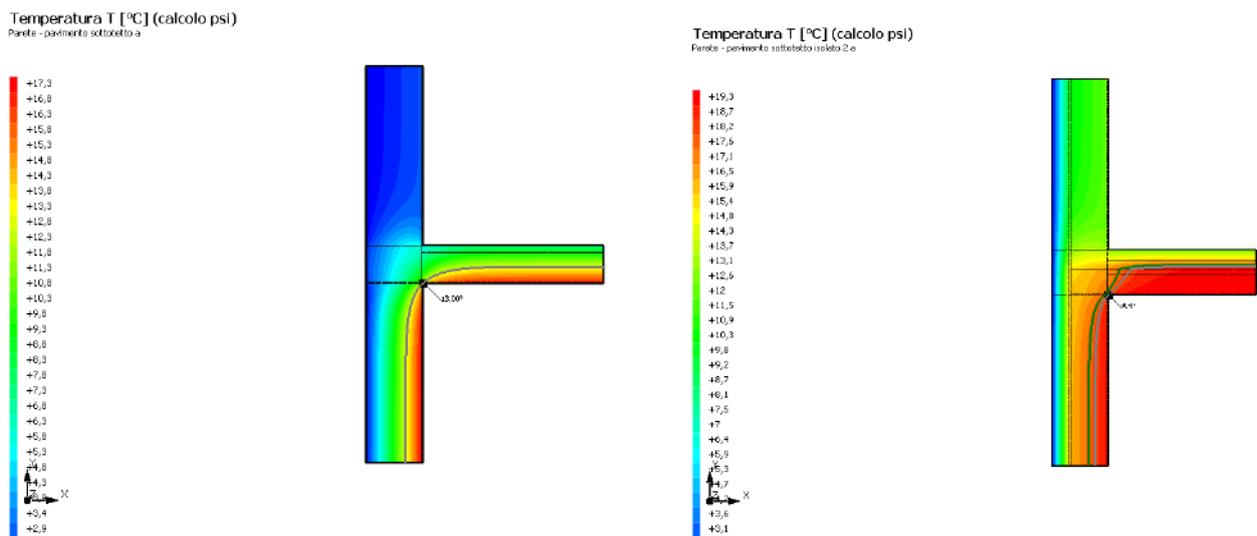


Fig. 9: Confronto ponti termici stato di fatto e di progetto chiusura verticale e solaio di copertura  
[Elaborazione degli autori]

Il ponte termico riguardante la presenza del pilastro nella chiusura verticale esterna passa da una trasmittanza termica lineica di 0,739 W/mK a 0,018W/mK.

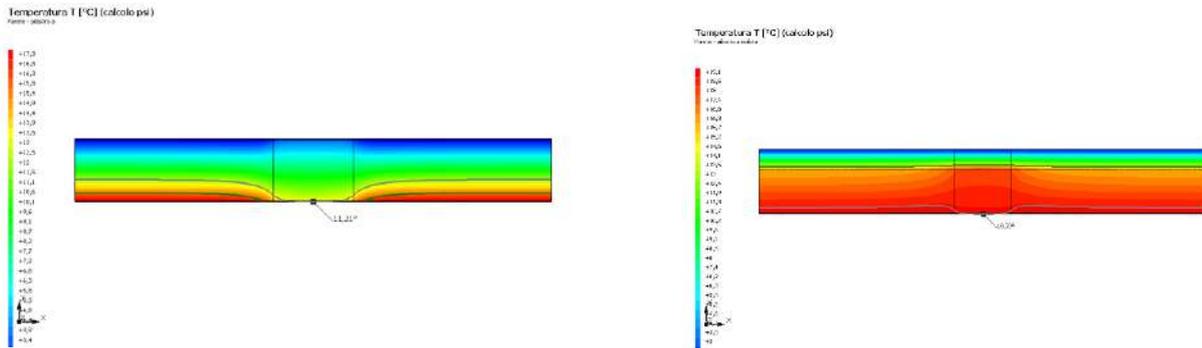


Fig. 10: Confronto ponti termici stato di fatto e di progetto chiusura verticale [Elaborazione degli autori]

## 7.9 L'uso del colore

Il tipo di coibentazione esterna scelto prevede di utilizzare un rivestimento e si è optato per l'alluminio per la sua lavorabilità -che permette di avvolgere interamente l'EPS evitando infiltrazioni d'acqua- e per il suo ridotto peso specifico<sup>47</sup> (2700Kg/m<sup>3</sup> che è 1/3 del peso specifico dell'acciaio).

Alcuni sistemi di coibentazione studiati come riferimento, prevedono che sulle pannellature sia possibile porre ogni tipo di rivestimento, ma questo perché sono strutturalmente più complessi, con intelaiature all'interno, il che ne aumenta significativamente il peso rispetto al prototipo proposto.

Poiché l'economicità è un requisito base dell'intervento proposto, un rivestimento di 1 mm di alluminio colorato rappresenta una soluzione adeguata a coniugare costi ridotti, estetica e maneggevolezza.

Per la scelta delle cromie si è tenuto in considerazione il contesto dell'intervento, cercando di riproporre sulle nuove facciate tonalità cromatiche che rimandano a quelle già presenti.

Per far ciò è stata presa come riferimento la metodologia dello studio di architettura tedesco Sauerbruch Hutton e in particolare l'uso sapiente del colore che si riscontra nel progetto della Sede dell'Agenzia Federale per l'Ambiente (UBA) a Dessau, un edificio estremamente attento all'ecosostenibilità e fortemente caratterizzato dall'uso dei colori nelle facciate.

---

<sup>47</sup> YouMath, "Peso specifico alluminio" disponibile in: <https://www.youmath.it/domande-a-risposte/view/1455-peso-specifico-alluminio.html#:~:text=Il%20peso%20specifico%20dell'alluminio%20a%20temperatura%20ambiente%2C%2000ssia%20a,del%20peso%20specifico%20dell'acciaio.> (data di accesso:11 Febbraio 2023)



Fig. 11: Sauerbruch Hutton Dessau. Foto di Annette Kisling [Fonte: <https://www.sauerbruchhutton.de/en/project/uba>]

Nell'edificio UBA le tonalità cromatiche prevalenti nei prospetti cambiano, passando da toni caldi come il rosso e il giallo in prossimità della città, a toni di verde e azzurro in prossimità del parco.

*“Siamo architetti non artisti ma la nostra arte è integrata nel progetto. Utilizziamo il colore in maniera attiva per ricordare al pubblico che siamo carne e ossa, che siamo vivi, e che le nostre percezioni possono sorprendervi”* ha concluso Louise Hutton in occasione del suo intervento al museo Maxxi. <sup>48</sup>

---

<sup>48</sup> Thebrief.city (2016), “Mestre, svelata la prima facciata dell’M9 di Sauerbruch Hutton”, disponibile in: <http://www.ppan.it/stories/hutton/>

## 7.10 Prospetti

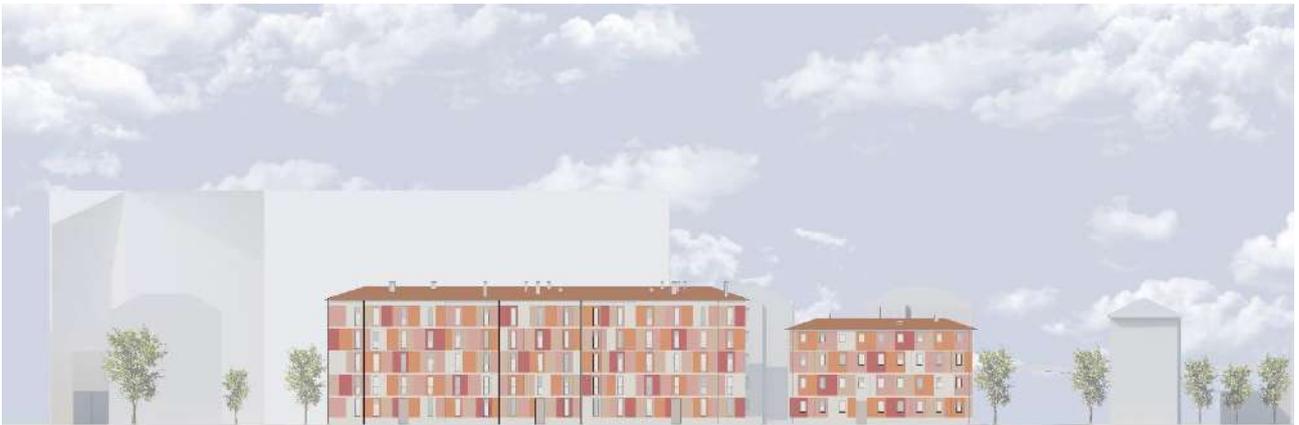
### 7.10.1 Prospetti edificio a sud dell'insula lato strada

Dopo aver analizzato il progetto di riferimento, si è cercato di riportare sui prospetti lato strada degli edifici, le cromie che spaziano dal rosso al giallo, che riprendono i colori tipici del quartiere Bolognina.

Nell'edificio ad "U", il modulo finestrato ed il modulo opaco affiancato, sono stati trattati con la stessa cromia, mentre il pannello più grande presenta un colore differente.

Il carter che si innesta orizzontalmente fra le pannellature è stato trattato con un unico colore chiaro in modo da delineare i marcapiani.

Le diverse colorazioni hanno portato alla creazione di un tipo di facciata che in parte si distacca dalle preesistenze per il modo in cui viene accostato il colore, ma che riprende le cromie dell'area.



*Fig. 12: Prospetto est lato strada [Elaborazione degli autori]*



*Fig. 13: Prospetto sud lato strada [Elaborazione degli autori]*

### 7.10.2 Prospetti edificio a sud dell'insula lato corte

Le facciate rivolte verso la corte sono state invece trattate utilizzando una palette di colori sui toni del verde, che rimandano alle cromie della corte verde. L'aspetto naturalistico dello spazio cortilivo si rispecchia così anche sulle facciate, contribuendo a caratterizzare e differenziare i due prospetti interno ed esterno.

A caratterizzare maggiormente i prospetti lato corte, in ogni corpo scala dell'edificio a "U" è stato inserito un rivestimento in rete metallica, applicato sui pannelli e dei vasi posti in corrispondenza delle bucatore e della base che permettono la crescita di rampicanti sempreverdi, la cui presenza segnala gli accessi dei fabbricati.



Fig. 14: Prospetto est lato corte [Elaborazione degli autori]

### 7.10.3 Prospetti edifici a nord dell'isola lato strada

I due edifici situati a nord dell'isola presentano delle differenze, ma entrambi godono di un prospetto lato strada senza arretramenti di facciata. Ciò permette di applicare più facilmente il sistema a pannelli proposto, avendo meno variazione di moduli.

Come nel caso degli edifici a sud dell'isola, il modulo primario per definire la divisione dei pannelli in facciata è quello delle finestre.

In questo caso però il pannello non si presenta sempre uguale nelle dimensioni: per dare più movimento alle colorazioni della facciata, il modulo della finestra è stato allargato a piani alterni verso destra e verso sinistra di 46cm, misura che corrisponde ad 1/3 del modulo opaco. Si è ritenuto necessario adottare questa soluzione per evitare che le pannellature definissero in maniera rigida la facciata. Anche in questo caso il pannello opaco viene, definito dalla misura risultante fra i moduli finestrati ed i pannelli sono stati trattati cromaticamente a due a due in modo da dare unità all'isola.



Fig. 15: Prospetto nord lato strada [Elaborazione degli autori]

#### 7.10.4 Prospetti edifici a nord dell'insula lato corte

La facciata verso la corte dell'edificio a ovest, presenta dei balconi, che oltre ad offrire uno spazio privato all'aperto aiutano a schermare le finestre dalla radiazione solare estiva (i raggi solari hanno un'inclinazione di circa  $60^\circ$ ), senza ostacolare l'apporto solare in inverno quando l'angolo di incidenza della radiazione è di circa  $30^\circ$ .

L'edificio situato a nord-est dell'insula, invece, non presenta alcuno sporto con il conseguente surriscaldamento interno in regime estivo.

Perciò si è progettato di integrare il sistema prefabbricato con un telo avvolgibile esterno che permette di schermare la radiazione solare. Inoltre, nell'edificio a nord-est, per garantire uno spazio esterno privato e per schermare una buona parte di radiazione solare, è stato previsto di aggiungere balconi in facciata.

Poiché la presenza del garage interrato impedisce di realizzare una struttura aggiuntiva addossata a quella esistente, si è quindi optato per ancorare i balconi ai cordoli dei solai esistenti tramite un giunto Schock, un elemento di connessione strutturale a ponte termico ridotto, concepito per questo uso. A questo elemento vengono agganciate delle travi in acciaio, sopra le quali viene posto un tavolato in legno, fissato a secco, che definisce l'impalcato del balcone.

Il parapetto è realizzato con montanti in acciaio e parapetti vetrati.

La presenza di elementi vegetali è garantita da pannelli a rete sotto i quali vengono posti dei vasi che permettono ai rampicanti di crescere.



Fig 16: Prospetto sud lato corte [Elaborazione degli autori]

## 8. VALUTAZIONE DELLA PRESTAZIONE ENERGETICA E RISCHIO POVERTA' ENERGETICA

### 8.1 I primi germi in materia ambientale

A livello nazionale, a seguito della prima grande crisi petrolifera del 1973, venne emanata la legge 373/76<sup>49</sup>: “norme per il contenimento del consumo energetico degli edifici ora abrogata. Il suo regolamento di applicazione, il D.P.R. 1052/77, trattava temi come le caratteristiche di prestazione dei componenti, la progettazione e la manutenzione degli impianti termici e prevedeva l'isolamento termico degli edifici.

La prima legge nazionale realmente efficace per la limitazione del consumo energetico in edilizia è la legge n.10 del 1991; la sua attuazione è regolamentata da due decreti ossia il DPR 412/93 ed il DPR 551/99. La legge è volta a limitare le emissioni di biossido di carbonio nell'atmosfera e stabilisce con “precisione le prestazioni energetiche degli elementi costruttivi e degli impianti”; “inoltre classifica il territorio italiano in sei zone climatiche, dalla A alla F ossia dalla più calda alla più fredda”<sup>50</sup>.

L'edificio denominato ad “U” oggetto di analisi risale al 1990, ossia a solo un anno prima dell'emanazione della legge 10: è per questo che esso non presenta ancora l'isolante nella sua stratigrafia.

Per questo motivo anche tutti gli altri edifici oggetto di tesi presentano scarse prestazioni energetiche che comportano un impatto considerevole sulle emissioni di CO<sub>2</sub> e sulle esorbitanti spese a carico dei residenti che incidono sul reddito delle famiglie.

Attualmente l'Unione Europea ha posto degli obiettivi di sviluppo sostenibile SDGs da raggiungere entro il 2030 ed un più ambizioso traguardo da raggiungere per il 2050.

---

<sup>49</sup> Infobuildenergia (2021), “Storia normativa energetica del settore edilizio: genesi e prospettive”, disponibile in: <https://www.infobuildenergia.it/approfondimenti/storia-normativa-energetica-settore-edilizio/#:~:text=La%20prima%20normativa%20italiana%20che,%C3%A8%20occupata%20di%20risparmio%20energetico.> (data di accesso: 12 Febbraio 2023)

<sup>50</sup> Infobuildenergia (2021), “Storia normativa energetica del settore edilizio: genesi e prospettive”, disponibile in: <https://www.infobuildenergia.it/approfondimenti/storia-normativa-energetica-settore-edilizio/#:~:text=La%20prima%20normativa%20italiana%20che,%C3%A8%20occupata%20di%20risparmio%20energetico.> (data di accesso: 12 Febbraio 2023)

## 8.2 Gli interventi proposti e la loro efficacia

Negli ultimi anni si sente sempre più parlare di povertà energetica ossia di “impossibilità da parte di famiglie o individui di procurarsi un paniere minimo di beni e servizi energetici”<sup>51</sup>.

La condizione di povertà energetica si verifica quando il 6%<sup>52</sup> del reddito delle famiglie viene speso per il pagamento delle bollette riguardanti il riscaldamento dell’abitazione.

I nuclei familiari a reddito molto basso come quelli presenti nelle case popolari in Bolognina spesso si trovano a pagare più per l’energia che per l’affitto delle abitazioni ed i continui rincari del prezzo dell’energia pesano sulle tasche già svuotate dal continuo aumento dell’inflazione.

L’obiettivo dell’intervento proposto è, come più volte detto, quello di abbassare il più possibile questa spesa grazie all’isolamento dell’edificio ed all’uso di infissi performanti installati tramite sistema di pannelli modulari prefabbricati.

Per valutare l’efficacia degli interventi è stato utilizzato il software termotecnico “Termolog”.

L’edificio preso in analisi è quello a sud dell’insula: è il più grande, presentando 106 abitazioni, un impianto di 1645 m<sup>2</sup> e una superficie disperdente di 10.458m<sup>2</sup>. Avendo una configurazione a U presenta ogni tipo di esposizione: una facciata è esposta a sud, due a ovest, una a nord e due a est.



Fig 1: Edificio analizzato [Elaborazione degli autori]

I locali riscaldati coincidono con le abitazioni e sono disposti dal piano terra al quarto piano.

I locali non riscaldati corrispondono con il garage interrato, con otto corpi scala e con il sottotetto.

La valutazione della prestazione energetica prevede il calcolo dello stato di fatto e degli scenari di miglioramento della prestazione energetica, con step successivi di applicazione del pannello prefabbricato. A seguito la tabella mostra i valori di trasmittanza modificati attraverso l’aggiunta dell’isolante nei vari elementi di chiusura e la sostituzione degli infissi.

<sup>51</sup> Il Sole 24 ORE (2021), “Cosa è la povertà energetica”, disponibile in: <https://www.infodata.ilsole24ore.com/2021/11/13/cosa-la-poverta-energetica/> (data di accesso: 12 Febbraio 2023)

<sup>52</sup> OIPE Osservatorio Italiano sulla Povertà Energetica (2021), “La povertà energetica in Italia nel 2020”.

	U stato di fatto (W/m <sup>2</sup> K)	U stato di progetto (W/m <sup>2</sup> K)
Chiusura verticale opaca	0,953	0,203
Finestre	1,825	0,755
Solaio verso il garage	1,152	0,179
Solaio verso il sottotetto	1,863	0,191

Tab. 1: Confronto valori di trasmittanza stato di fatto e stato di progetto [Elaborazione degli autori]

Gli scenari che mostrano i vari step di avanzamento sono:

Scenario 0 - stato di fatto

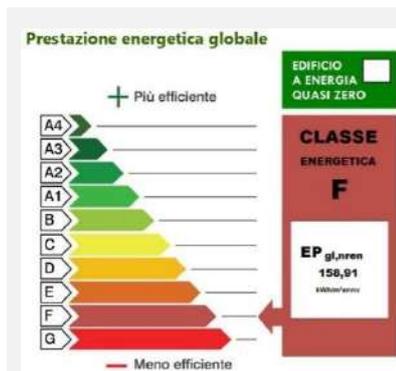
Scenario 1 – Trattamento chiusura verticale esterna braccio ovest dell’edificio, corrispondente al 16% della superficie opaca e trasparente.

Scenario 2 – Trattamento chiusura verticale esterna braccio sud dell’edificio raggiungendo il 53% della superficie opaca e trasparente.

Scenario 3 – Trattamento chiusura verticale esterna braccio est dell’edificio raggiungendo il 68% della superficie opaca e trasparente.

Scenario 4 – Trattamento chiusura orizzontale superiore raggiungendo l’84% della superficie opaca e trasparente.

Scenario 5 – Trattamento chiusura orizzontale inferiore, 100% della superficie opaca e trasparente.



Dal risultato della simulazione dello stato di fatto è emerso che attualmente l’edificio è in classe F con un EP<sup>53</sup> di 158,91 kWh/m<sup>2</sup>anno e una spesa energetica di €204.373 all’anno per l’intero edificio e €1928 all’anno per ogni singola abitazione (senza costi fissi e accise).

<sup>53</sup> “L’indice di prestazione energetica (EPgl, IPE, EPgl,nren), detto anche Indice di Consumo, è un parametro architettonico che esprime il consumo totale di energia primaria per la climatizzazione (in regime continuo degli impianti, 24h) riferito all’unità di superficie utile (espresso in kWh/mq anno).

In particolare esso indica quanta energia viene consumata affinché l’edificio (o l’unità immobiliare) raggiunga le condizioni di comfort e tiene conto del fabbisogno di energia primaria non rinnovabile per la climatizzazione invernale ed estiva (EPH,nren ed EPC,nren), per la produzione di acqua calda sanitaria (EPW,nren), per la ventilazione (EPV,nren) e, nel caso del settore non residenziale, per l’illuminazione artificiale (EPL,nren) e il trasporto di persone o cose (EPT,nren).” Fonte: Cardillo e Tripodi &

Ipotizzando che l'intervento non venga attuato tutto nello stesso periodo per mancanza di fondi e/o di materiali, l'intervento è stato diviso in 5 fasi. La prima consiste nell'isolare attraverso il sistema prefabbricato soltanto le chiusure verticali della parte dell'edificio situata ad ovest dell'insula, per poi passare, nella seconda fase, alla parte a sud e poi, nella terza, a quella ad est. La quarta fase coincide con l'isolamento del sottotetto e la quinta con la coibentazione del garage. Questi vari step di avanzamento verso l'isolamento completo dell'edificio sono interessanti per capire il comportamento del fabbricato all'aumentare delle zone coibentate.

L'intervento in questione riguarda l'aggiunta del pannello Plug-in caratterizzato da 14cm di isolante in EPS e rivestimento in alluminio per le chiusure verticali e l'installazione di 16 cm di EPS nei solai del sottotetto e del garage.

Gli infissi presenti costituiti da un doppio vetro, con una trasmittanza totale di  $1,825 \text{ W/m}^2\text{K}$ , vengono sostituiti con infissi più performanti con una trasmittanza totale di  $0,755 \text{ W/m}^2\text{K}$ . Le finestre dell'edificio rivolte verso la strada sono tutte state ampliate in quanto il rapporto aereo illuminante delle stanze non era soddisfatto. Ciò permette anche di avere maggiori apporti solari in regime invernale.



SDP1 che consiste nell'isolare le chiusure verticali della parte ovest dell'edificio. Con questo intervento, attuato su una superficie di  $1640 \text{ m}^2$ , l'edificio ottiene un EP di  $143,55 \text{ kWh/m}^2\text{anno}$  posizionandosi in classe energetica E con una spesa energetica complessiva di €184.619 l'anno e di €1742 per abitazione.

---

Associati, "Cosa si intende per indice di prestazione energetica", disponibile in: <https://www.studiocardilloetripodi.it/home/articoli-in-evidenza-news/27-certificazione-energetica-degli-edifici-ape/82-cosa-s-intende-per-indice-di-prestazione-energetica-epgl-ipe-epgl-nren#:~:text=L'indice%20di%20prestazione%20energetica,in%20kWh%2Fmq%20anno>). (data di accesso 12 Febbraio 2023)



Il secondo step è quello di isolare le chiusure verticali della parte sud dell'edificio con una superficie di 3883 m<sup>2</sup>. L'intervento ha porta ad un indice EP di 123,69 kWh/m<sup>2</sup>anno ed alla classe energetica E con una spesa energetica complessiva di €159.077 l'anno e di circa €1501 per nucleo familiare.



Nel terzo step di avanzamento consiste nell'isolare le chiusure verticali della restante parte dell'edificio che affaccia su via Nicolò dall'Arca con 1640 m<sup>2</sup> di superficie. Ciò porta ad un indice EP di 110,65 kWh/m<sup>2</sup>anno ed alla classe energetica D. La spesa energetica complessiva annuale è di €142.306 e per nucleo familiare di €1343.



Il quarto step prevede l'isolamento della chiusura orizzontale superiore, coibentando con uno strato da 16cm di isolante Eps il sottotetto dell'edificio che corrisponde ad una zona non riscaldata. Il livello dell'indice EP è sceso a 77,92 kWh/m<sup>2</sup>anno arrivando ad una spesa energetica complessiva annuale di €100.213 e di €945 per singola abitazione.



Per completare la coibentazione dell'intero edificio è stato isolato il solaio del piano terra confinante con il garage, una zona non riscaldata. Ne consegue che l'intero intervento abbia un indice EP di 69,37 kWh/m<sup>2</sup>anno raggiungendo la classe energetica B, effettuando un salto di ben quattro classi energetiche.

La spesa totale annua per l'energia è di €89.216 e ogni nucleo familiare arriva a pagare €842 l'anno.

Il raggiungimento della classe energetica B è dovuto all'efficientamento dell'involucro edilizio; per raggiungere classi energetiche più alte è necessario necessariamente andare ad agire sull'impianto dell'edificio che nel nostro caso è caratterizzato dal teleriscaldamento ed è di tipo centralizzato in quanto aumentare ulteriormente lo spessore dell'isolamento non porta a miglioramenti sostanziali.

Dall'analisi effettuata con Termolog è possibile vedere l'inefficienza dell'impianto di teleriscaldamento in quanto circa il 40% del calore prodotto viene disperso prima di raggiungere il terminale e solo il 60% viene effettivamente usato dalle abitazioni. Il fabbisogno di riscaldamento sarebbe ben più basso con un impianto più efficiente.

I vari step di avanzamento eseguiti permettono di analizzare il comportamento dell'edificio in base alla superficie degli elementi che sono stati isolati.

Nella pagina seguente è riportata la tabella (Tab. 1) avente tutti i valori presi in considerazione nell'estrapolazione dei grafici.

OUTPUT	SDF	SDP.1	SDP.2	SDP.3	SDP.4	SDP.5
Hd	5177,28	4152,73	2473,10	1545,38	1545,38	1545,38
Hu	6220,45	6204,54	6209,83	6210,21	3706,45	2555,77
Htot	11397,73	10357,27	8682,93	7755,59	5251,82	4101,15
H'T	1,09	0,99	0,83	0,74	0,50	0,39
SUP.DISP	10458,00	10458,00	10458,00	10458,00	10458,00	10458,00
SUP.ISOL	0,00	1638,00	5521,00	7159,00	8804,00	10458,00
% sup. intervento	0%	16%	53%	68%	84%	100%
QH,ht	2.402.295,17	2.183.020,64	1.833.567,80	1.638.412,50	1.177.209,47	1.060.587,50
Qgn	227.630,64	203.334,39	130.797,21	107.931,92	107.932,77	107.931,76
QH,nd	2.174.767,69	1.979.716,56	1.702.773,67	1.530.480,91	1.069.276,74	952.655,78
QC,ht	112.717,31	81.229,95	45.406,07	27.753,38	33.936,32	40.346,94
Qgn	170.721,37	117.108,86	68.415,12	33.231,55	40.380,08	48.014,37
QC,nd	69.790,02	44.584,03	28.724,93	8.162,82	9.253,50	10.907,84
QH,tr	550766,92	490201,3	393131,02	338921,21	212041,9	179646,9
QH,ve	116537,32	116193,38	116193,38	116193,38	114960,74	114960,74
	10804,83	8826,24	3871,15	2072,66	2072,66	2072,66
Qsol,w	61254,34	54505,38	34356,16	28004,69	28004,92	28004,64
Qgn	63230,73	56481,77	36332,56	29981,09	29981,33	29981,04
Qi	1976,4	1976,4	1976,4	1976,4	1976,4	1976,4
QC,tr	<b>24518,29</b>	17114,51	8431,52	4661,61	5841,7	7015,03
QC,ve	<b>6792,08</b>	5449,36	4181,28	3047,66	3585,06	4192,45
Qsol,op	<b>6251,52</b>	4385,6	1832,54	706,59	871,4	1032,74
Qsol,w	<b>46900,82</b>	32077,28	18647,53	8977,16	10908,16	12967,37
Qgn	<b>47422,61</b>	32530,24	19004,2	9230,99	11216,69	13337,32
Qi	<b>521,79</b>	452,96	356,67	253,82	308,53	369,95
QH,nd	604102,1	549921,3	472992,7	425133,6	297021,3	264626,6
QC,nd	19386,1	12384,5	7979,1	2267,4	2570,4	3030
QW	2790,4	2790,4	2790,4	2790,4	2790,4	2790,4
Qp,H,tot	1045364	941535,1	810394,5	724288,2	508068	451601,2
Qp,W,tot	9111,1	8882,8	8514,1	8284,7	7815	7691,3
Qp,gl,tot	1054475,1	950417,9	818908,6	732572,8	515883,4	459292,5
EPH,nd	91,04	83,06	71,44	64,21	44,86	39,97
EPC,nd	2,92	1,87	1,21	0,34	0,39	0,46
EPW,nd	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42
EPH,nd,rif	43,27	42,83	42,21	42,05	41,86	41,86
EPC,nd,rif	2	2,35	3,21	4,38	4,38	4,38
EPW,nd,rif	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42
EPH,tot	157,53	142,21	122,4	109,4	76,74	68,21
EPW,tot	1,37	1,34	1,29	1,25	1,18	1,16
EPgl,tot	158,91	143,55	123,69	110,65	77,92	69,37

Tab. 2: Dati estrapolati dalle simulazioni effettuate [Elaborazione degli autori]

Nel primo grafico (Fig. 2) si può notare la relazione fra il fabbisogno energetico per riscaldamento nei vari step di intervento in base al mese. È evidente come nei mesi estivi il valore, come previsto, non cambi mentre nei mesi invernali, primaverili ed autunnali il valore scende per ogni step di avanzamento.

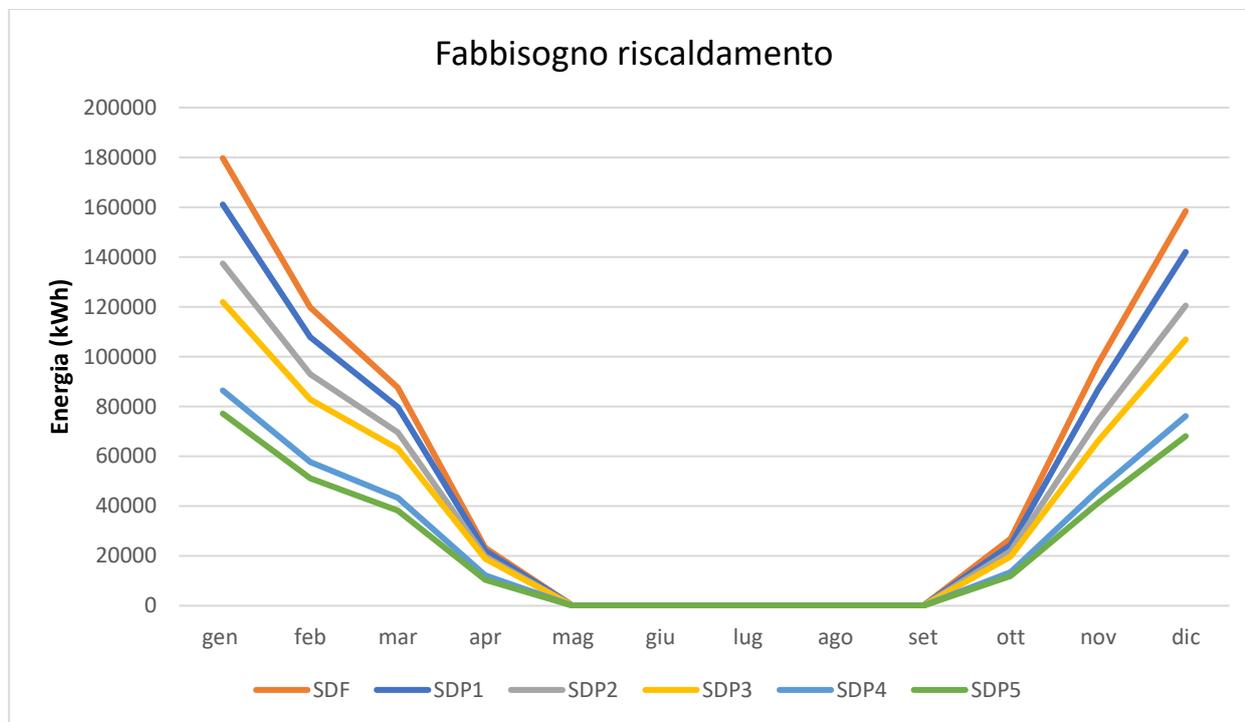


Fig. 2: Confronto fabbisogno di riscaldamento nei vari mesi dell'anno in base alle diverse simulazioni  
[Elaborazione degli autori]

Nel secondo grafico (Fig. 3) il coefficiente di scambio termico per trasmissione è stato diviso per la superficie disperdente dell'edificio estrapolando il coefficiente medio globale di scambio termico per trasmissione  $H't$  ( $W/m^2K$ ).

Questo coefficiente è stato messo in relazione con il fabbisogno ideale di energia termica utile per la stagione del riscaldamento e del rinfrescamento dal grafico identificando la potenza in MW.

Attraverso il grafico si può vedere che al diminuire di  $H't$  la potenza termica per il riscaldamento diminuisce in modo quasi lineare. Il fabbisogno di raffrescamento diminuisce maggiormente rispetto al fabbisogno di riscaldamento, e si vede che le minori dispersioni date dalla coibentazione del sottotetto e del garage portano un leggero svantaggio per il raffrescamento.

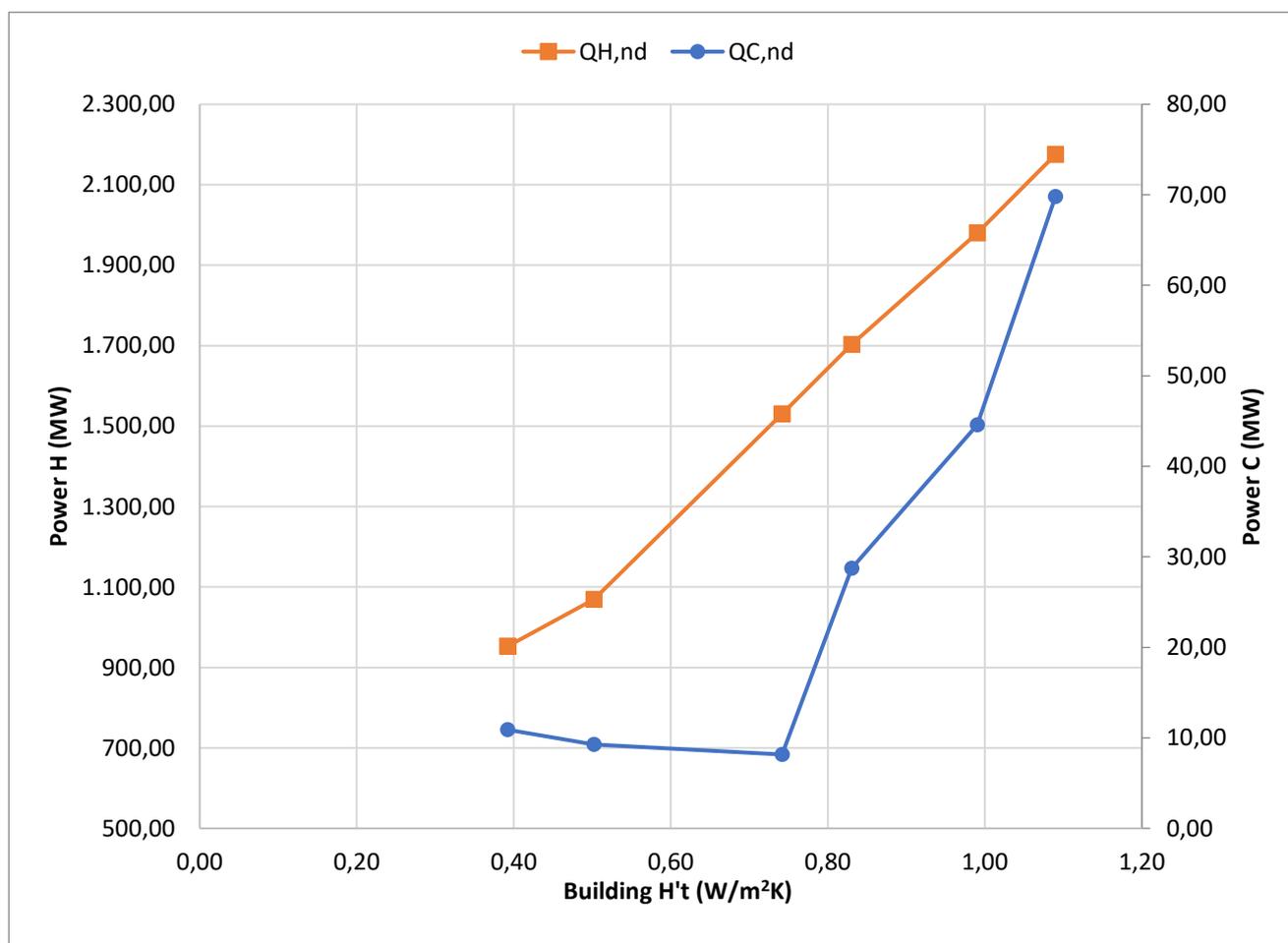


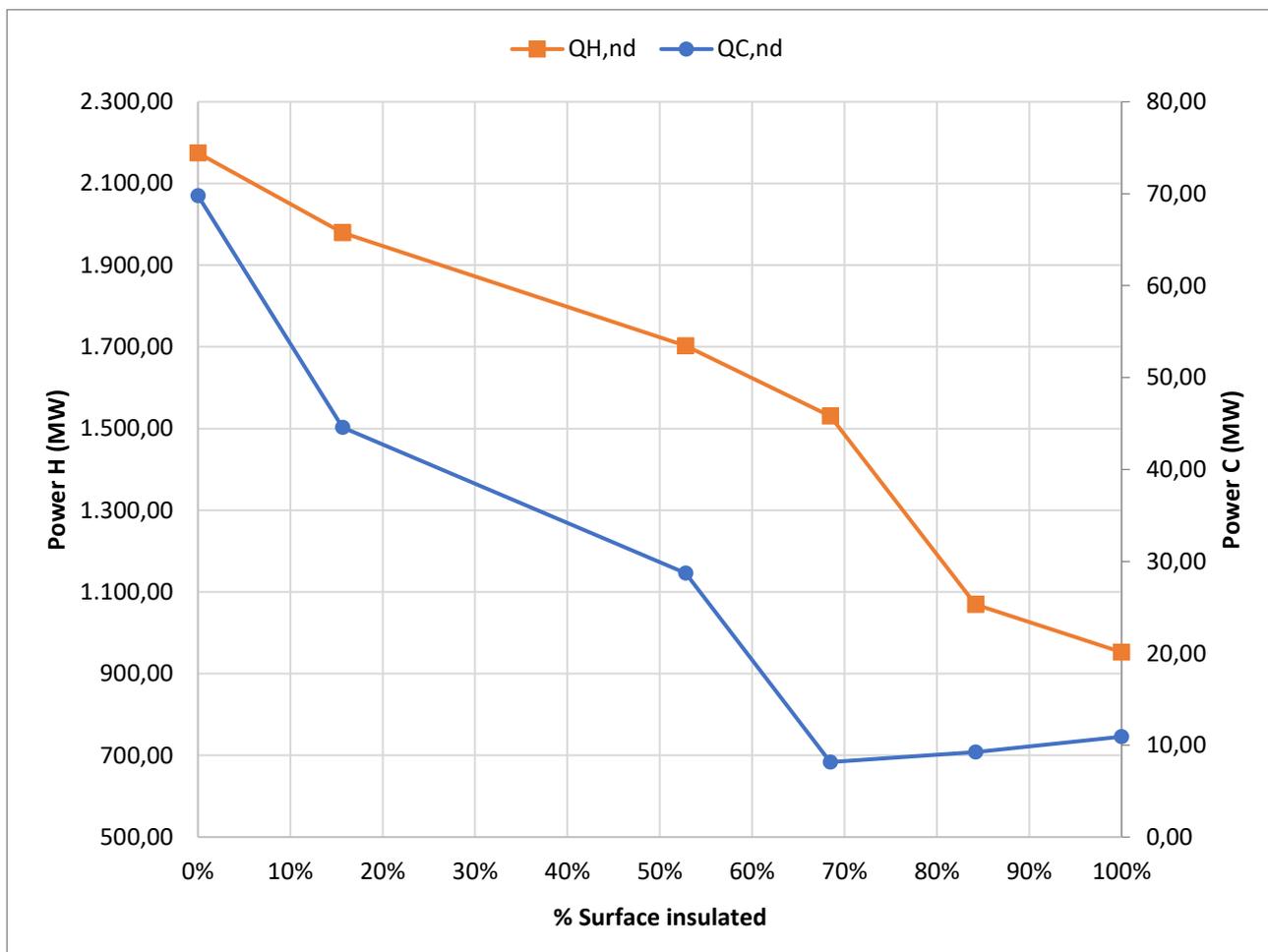
Fig 3: Confronto fabbisogno di potenza per riscaldamento e raffrescamento in base all'intervento effettuato al variare del coefficiente di scambio termico  $H'T$  [Elaborazione degli autori]

Anche il terzo grafico (*Fig. 4*) mostra i MW necessari al raffreddamento e riscaldamento al variare della percentuale di superficie riqualificata.

Si vede che le simulazioni SDP1 e SDP2 non seguono linearmente le variazioni sia per il riscaldamento che il raffreddamento.

Se si fa riferimento all'indice H't è presente una relazione lineare fra le varie simulazioni mentre nel caso della percentuale di intervento questa linearità si perde.

Questo potrebbe dipendere dal ruolo del solaio che disperde verso il sottotetto e quello che disperde verso il garage che nelle prime simulazioni non vengono isolati.



*Fig 4: Confronto fabbisogno di potenza per riscaldamento e raffreddamento in base all'intervento effettuato al varia della percentuale di superficie isolata [Elaborazione degli autori]*

Nel quarto grafico (Fig. 5) viene espresso l'andamento dell'indice EP totale nelle varie simulazioni e il suo andamento è di tipo lineare quando fa riferimento al coefficiente di scambio termico  $H't$  ma, come nei grafici precedenti, perde la sua linearità quando fa riferimento alla superficie di intervento (grafico cinque: Fig. 6).

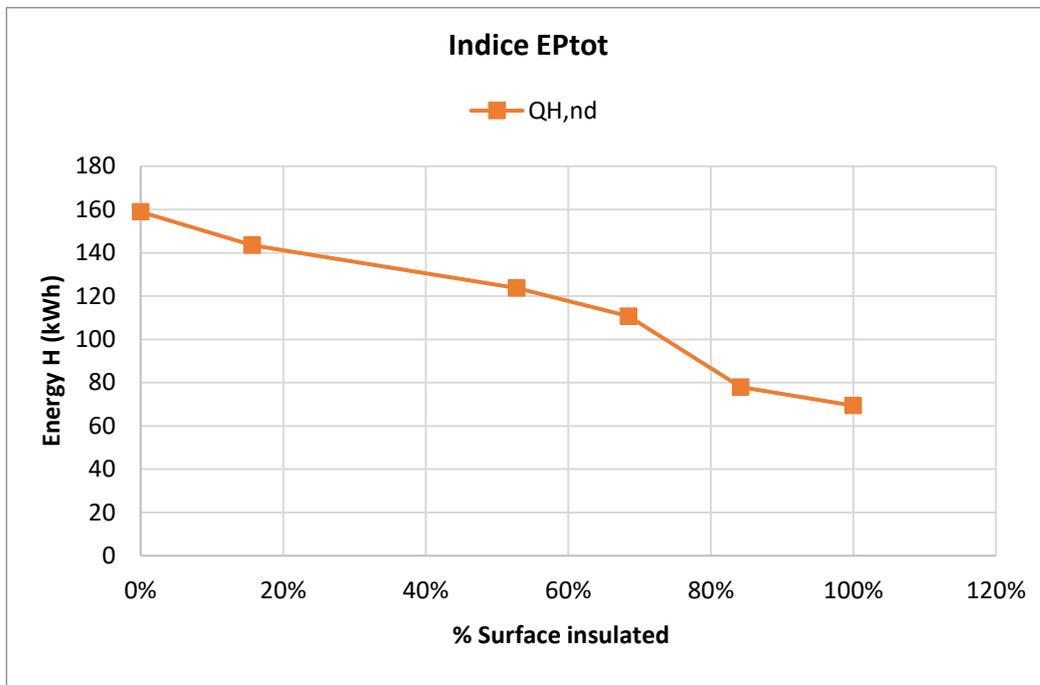


Fig 5: Confronto Indice EP totale al variare di  $H't$  [Elaborazione degli autori]

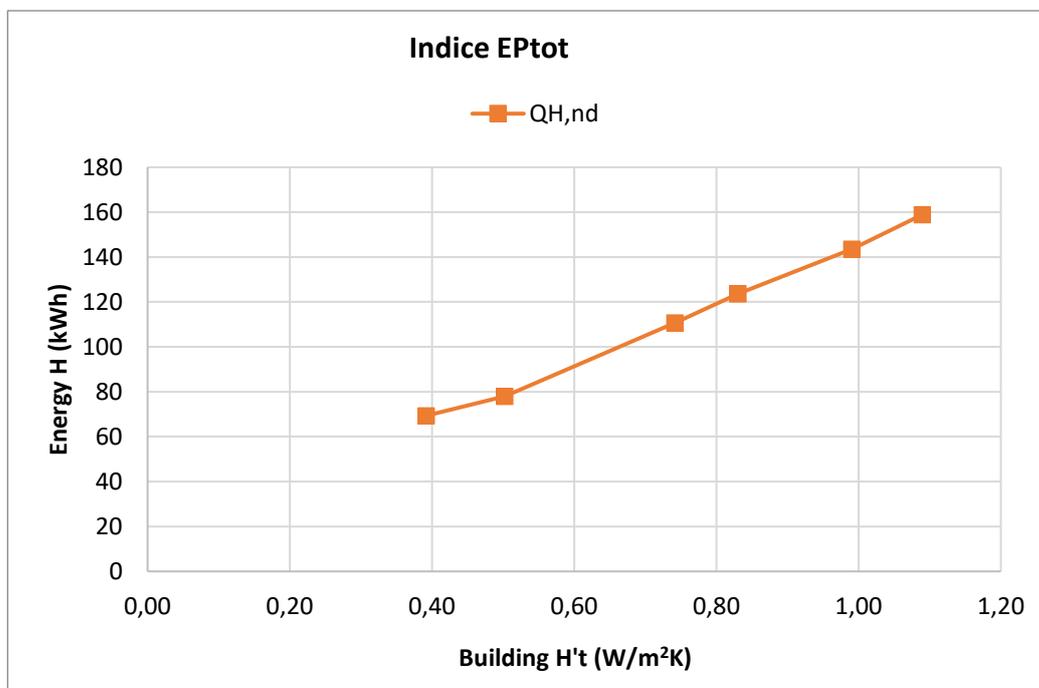


Fig 6: Confronto Indice EP totale al variare di  $H't$  [Elaborazione degli autori]

I seguenti grafici rappresentano gli scambi e gli apporti termici per il riscaldamento.

Nella Fig. 7 si vede che l'energia termica scambiata per trasmissione ( $Q_{H,tr}$ ) si riduce notevolmente attraverso la coibentazione esterna mentre gli altri valori subiscono cambiamenti minori.

Nella Fig. 8, che esprime la percentuale degli scambi e degli apporti termici per il riscaldamento, si vede come si passi da una incidenza delle dispersioni di circa il 75% dello stato di fatto a circa il 50% dello stato di progetto finale 5.

Per quanto riguarda l'energia termica scambiata per ventilazione ( $Q_{H,ve}$ ) l'incidenza delle dispersioni è passata dal 20% al 40%: questo renderebbe necessario agire sulla ventilazione mediante la ventilazione meccanica controllata.

L'energia dovuta agli apporti termici gratuiti totali ( $Q_{gn}$ ) nella Fig. 7 si riduce soprattutto con la coibentazione delle chiusure verticali per poi risalire isolando sottotetto e solaio al piano terra.

L'energia dovuta agli apporti interni ( $Q_i$ ) rimane invariata in quanto dipende dalla presenza di persone dall'uso di elettrodomestici e da fonti di calore all'interno delle abitazioni.

I seguenti grafici a differenza dei precedenti mostrano gli scambi e apporti termici per il raffrescamento.

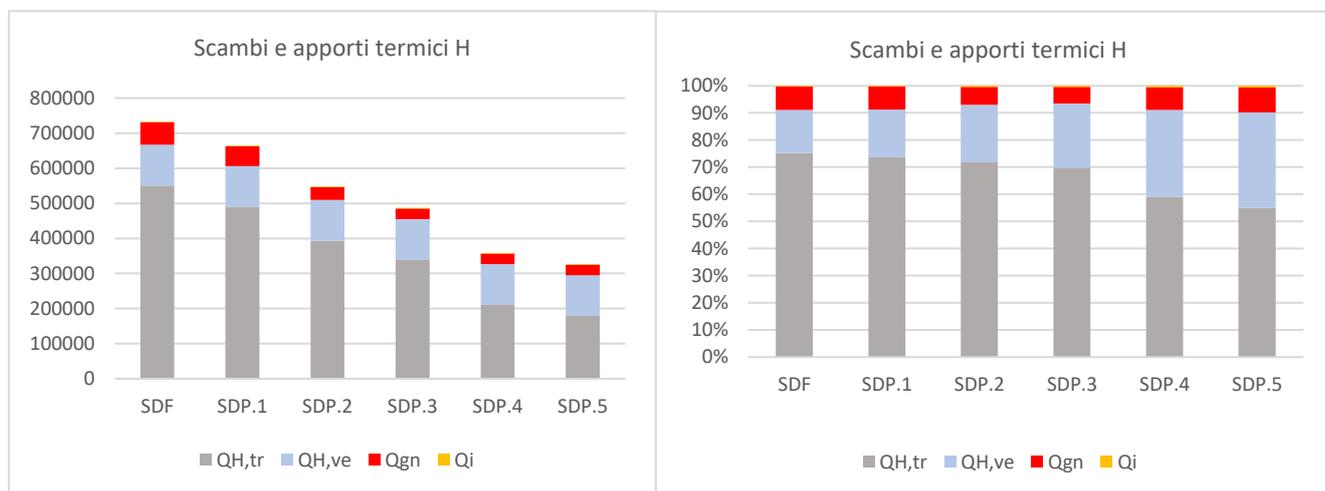


Fig. 7: scambi e apporti termici

Fig. 8: scambi e apporti termici

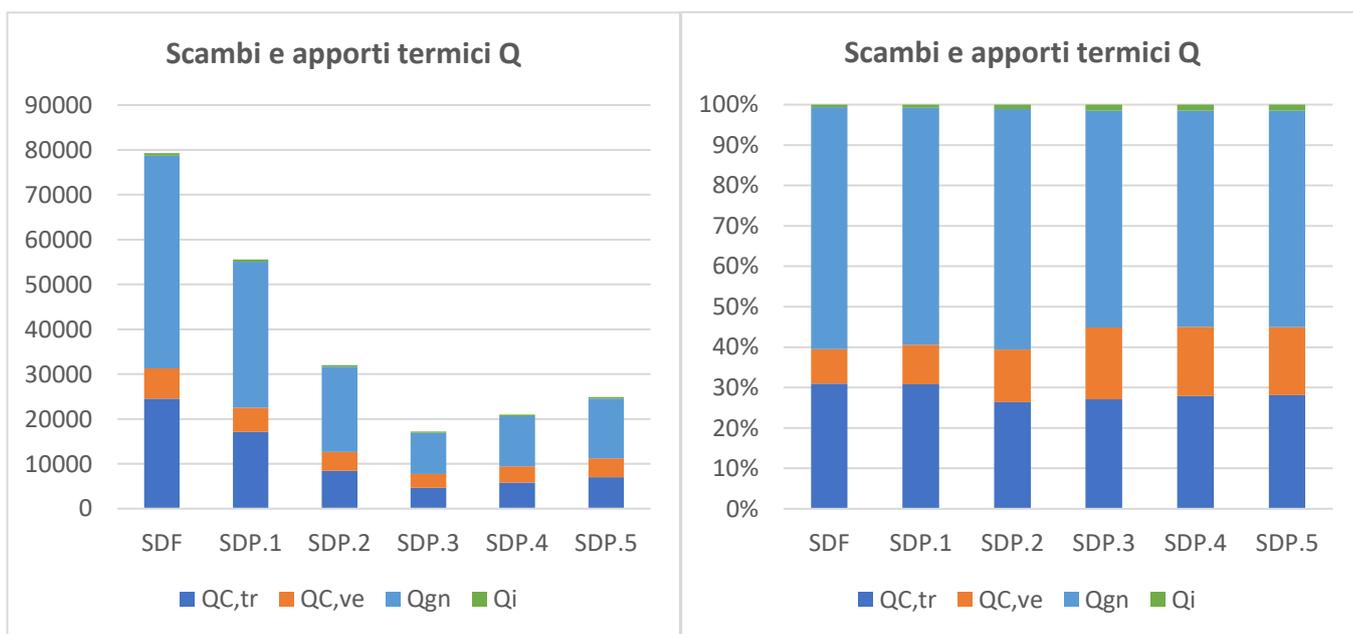
[Elaborazione degli autori]

L'indice di scambio termico per trasmissione ( $QC, tr$ ) come mostrato anche nei grafici iniziali per il riscaldamento mostra una significativa riduzione fino alla simulazione 3. Con la coibentazione di sottotetto e garage l'indice si rialza leggermente in quanto la perdita di dispersione in regime estivo può comportare piccoli svantaggi (*Fig. 9*).

Gli scambi termici per ventilazione nel raffrescamento ( $QC, ve$ ) vengono mostrati più chiaramente nella *Fig. 10*. Aumentano, come nel caso del riscaldamento, del 10%: questo fatto è risolvibile mediante una ventilazione meccanica controllata.

L'apporto termico gratuito totale presenta una significativa riduzione fino alla terza simulazione e un leggero aumento nelle ultime due, evento che si ripresenta in tutti i grafici che presentano il raffrescamento.

L'energia dovuta agli apporti interni ( $Qi$ ) aumenta leggermente.



*Fig. 9: scambi e apporti termici*

*Fig. 10: scambi e apporti termici*

[Elaborazione degli autori]

### 8.3 La povertà energetica

La povertà energetica in Italia è definita come la difficoltà di acquistare un paniere minimo di beni e servizi energetici. Le famiglie in povertà energetica in Italia nel 2020 si stimavano oltre i 2,1 milioni pari all'8% del totale<sup>54</sup>.

La soglia che definisce la povertà energetica è pari al 10% ed include i costi di gas, acqua ed elettricità.

Nel caso preso in esame, il calcolo della prestazione energetica restituisce i costi solo del gas per riscaldamento e produzione di acqua calda sanitaria escludendo i costi per acqua ed elettricità. Si considera il 6%<sup>55</sup> come soglia di povertà energetica per il solo riscaldamento.

Le famiglie che vivono negli edifici ACER hanno generalmente un reddito molto basso; il canone di locazione è definito in base all'ISEE dei nuclei familiari e del patrimonio immobiliare.

Secondo i dati definiti da Iperbole<sup>56</sup>, il reddito medio dei residenti nel rione Bolognina per cittadinanza è di €23.080 per i cittadini italiani e di €12.125 per i residenti stranieri mentre il reddito medio globale equivale a €21.062,00.

Nello stato di fatto il costo totale annuo che grava sull'edificio per rispondere al fabbisogno di riscaldamento è di €204.373 l'anno, l'edificio è costituito da 106 appartamenti: ogni famiglia attualmente spende all'incirca €1928 l'anno soltanto per il riscaldamento e acqua calda sanitaria.

A seguito degli interventi effettuati coibentando tutto l'edificio, il costo per il riscaldamento arriva a 842€/anno risparmiando €1086 l'anno.

Prendendo a riferimento il reddito medio totale per i residenti a Bolognina che equivale a €21.062, al momento le famiglie spendono il 9,25% del loro reddito per il fabbisogno di riscaldamento.

Nella simulazione SDP. 4 e SDP. 5 il rischio è inferiore al 5%: ciò significa che con gli ultimi due interventi nessuna famiglia rischia di essere in condizioni di povertà energetica. Nei casi SDP.1, SDP. 2, SDP. 3, invece, l'indice di povertà energetica è ancora superiore al 6%.

---

<sup>54</sup> OIPE Osservatorio Italiano sulla Povertà Energetica (2021), "La povertà energetica in Italia nel 2020", disponibile in: [https://oipeosservatorio.it/2021/12/23/poverta\\_energetica2020/](https://oipeosservatorio.it/2021/12/23/poverta_energetica2020/) (data di accesso 12 Febbraio 2023)

<sup>55</sup> Rapporto OIPE 2020, "La povertà energetica in Italia", p.91

<sup>56</sup> Iperbole (2019), "Reddito medio residenti per cittadinanza 2019 – Bolognina", disponibile in: <http://inumeridibolognametropolitana.it/quartieri/reddito-cittadinanza> (data di accesso 12 Febbraio 2023)

Reddito familiare Bolognina	SDF	SDP 1	SDP 2	SDP 3	SDP 4	SDP 5
€12.125 stranieri	15,90%	14,36%	12,38%	11,07%	7,80%	6,94%
€21.062 totale	9,15%	8,27%	7,13%	6,37%	4,49%	4,00%
€23.080 italiani	8,35%	7,55%	6,50%	5,82%	4,10%	3,65%

Tab 3: Percentuale di costi per il riscaldamento in base ai diversi tipi di reddito [Elaborazione degli autori]

	SDF	SDP 1	SDP 2	SDP 3	SDP 4	SDP 5
€/intero edificio/anno	€204.373	€184.619	€159.077	€142.306	€100.213	€89.216
€/appartamento/anno	€1.928	€1.742	€1.501	€1.343	€945	€842

Tabella 4: Confronto costi per l'energia con i vari interventi [Elaborazione degli autori]

Le famiglie che vivono negli edifici dell'ACER, come già spiegato, hanno generalmente un reddito molto basso. Il canone di locazione è definito in base all'ISEE delle famiglie, dal patrimonio immobiliare e dai parametri qualitativi dell'alloggio, quindi, è difficile stabilire quanto ammonta il costo dell'affitto delle abitazioni.

La tabella mostra il "Costo Affitto/anno" + "Costo Bolletta del Gas/anno" per riscaldamento e ACS sulla base delle varie fasce di reddito che vanno dai €50 ai €400.

Per ogni canone di affitto (riga) e scenario di intervento (colonna) è riportato il costo abitazione. E la percentuale di risparmio economico annuo ottenibile grazie all'intervento.

Nel caso dei "Costo abitazione" più bassi, es. 50€/mese di affitto, pari a 600 €/anno di affitto, tra lo stato di fatto e lo SDP. 5 si ha un risparmio del 43%; pari a circa 1086 €/anno importo che può essere destinato ad altre spese familiari (cibo, vestiti, libri, benzina, etc.). Nel caso dei "Costo abitazione" più alti, es. 400 €/mese, pari a 4800 €/anno, si ha un risparmio del 16%.

	Costo affitto, riscaldamento e acqua calda sanitaria/annuo					
Costo affitto/ mese	SDF	SDP 1	SDP 2	SDP 3	SDP 4	SDP 5
€50	€2.528 0%	€2.342 7%	€2.101 17%	€1.943 23%	€1.545 39%	€1.442 43%
€100	€3.128 0%	€2.942 6%	€2.701 14%	€2.543 19%	€2.145 31%	€2.042 35%
€150	€3.728 0%	€3.542 5%	€3.301 11%	€3.143 16%	€2.745 26%	€2.642 29%
€200	€4.328 0%	€4.142 4%	€3.901 10%	€3.743 14%	€3.345 23%	€3.242 25%
€250	€4.928 0%	€4.742 4%	€4.501 9%	€4.343 12%	€3.945 20%	€3.842 22%
€300	€5.528 0%	€5.342 3%	€5.101 8%	€4.943 11%	€4.545 18%	€4.442 20%
€350	€6.128 0%	€5.942 3%	€5.701 7%	€5.543 10%	€5.145 16%	€5.042 18%
€400	€6.728 0%	€6.542 3%	€6.301 6%	€6.143 9%	€5.745 15%	€5.642 16%

**Tabella 4:** Risparmio in base al costo mensile dell'affitto

## **BIBLIOGRAFIA**

### **1. EDIFICI RESIDENZIALI PUBBLICI IN ITALIA ED A BOLOGNA**

- Norisma/Federcasa (maggio 2020), Dimensione del Disagio abitativo pre e post emergenza Covid-19, Numeri e riflessioni per una politica di settore, 33p.
- Paolo Urbani (3-04-2010), *L'edilizia residenziale pubblica tra Stato e autonomie locali*, Istituzioni del federalismo, 22p.
- Manzini, E. (2021), "Abitare la prossimità. Idee per la città dei 15 minuti", EGEA, Milano.

### **2. LO SVILUPPO DEL RIONE BOLOGNINA**

- Ariotti E., Bezzi G., Coppini M.C., D'Attorre P.P., Gurioli C., Ramazza S., Ravaioli R., Ricchi R. (1983), "Bologna città e territorio tra 800 e 900", Franco angeli editore, p.319  
Autori vari (1990), "Le nuove corti", IACP Bologna, Bologna.
- Capponcelli P., Mattioli G., Matulli R., Scannavini R. (a cura di) (1985), "Bologna, una città per gli anni '90. Lo spazio cittadino", Marsilio Editori, Venezia.
- Giardini M., Roversi G., Ramazza S., Ceccarelli F., Persiani M., Tarozzi E. (1996), "Per Bologna novant'anni di attività dell'Istituto Autonomo Case Popolari", in Roversi G. (Ed.), "Le radici ideali. La scena urbana fra '800 e '900", Istituto Autonomo per le Case Popolari di Bologna, Bologna, p. 285.
- Ginocchini G., Tartari C. (a cura di) (2007), "Il mercato: una storia di rigenerazione urbana a Bologna", Edisai, Ferrara.
- R. Scannavini, R. Palmieri, M. Marchesini, (1988), La nascita della città post-unitaria 1889-1939: La formazione della prima periferia storica di Bologna, Nuova Alfa Editoriale, Bologna, p.365]

### **7. LA RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA DEGLI EDIFICI**

- Callegari, G.; Spinelli, A.; Bianco, L.; Serra, V.; Fantucci, S. (2015), "NATURWALL®—A Solar Timber Façade System for Building Refurbishment: Optimization Process through in Field Measurements", Energy Procedia, p291–296
- Malacarne, G.; Monizza, GP; Ratajczak, J.; Krause, D.; Benedetti, C.; Matt, DT Facciata prefabbricata in legno per la riqualificazione energetica del patrimonio edilizio italiano: Ri.Fa.Re. Progetto. Energy Procedia 2016, 788–799
- Oxford English Dictionary

- Torres J, Garay-Martinez R., Oregi X., Torrens-Galdiz J. I., Uriarte-Arrien A., Pracci A., Casadei O., Magnani S., Arroyo N., Cea A. M., (2021), “Sistema di costruzione di facciate modulari plug and play per la ristrutturazione di edifici residenziali”, Buildings 2021, numero 11, p 21
- DPR 412/93
- Art. 5 Decreto Ministeriale 5 luglio 1975
- Rapporto OIPE 2020, “La povertà energetica in Italia”, p.91

## SITOGRAFIA

### 1. EDIFICI RESIDENZIALI PUBBLICI IN ITALIA ED A BOLOGNA

- <https://www.acerbologna.it/>
- <https://www.infoaut.org/approfondimenti/la-casa-popolare-in-italia-storia-analisi-e-prospettive-di-lotta>
- <http://www.sicet.it/edilizia-residenziale-pubblica/cos-e-l-erp>
- Cassa depositi e prestiti (2014), “Social Housing il mercato immobiliare in Italia: focus sull’edilizia sociale” p.150, disponibile in: [https://issuu.com/cassadepositieprestiti/docs/report-monografico\\_social-housing](https://issuu.com/cassadepositieprestiti/docs/report-monografico_social-housing)
- Città Metropolitana di Bologna (2012), “Bologna social housing, la condizione abitativa in provincia di Bologna” disponibile in: [https://www.cittametropolitana.bo.it/pianificazione/Engine/RAServeFile.php/f/Pubblicazioni/report-housing\\_sociale\\_30032012\\_low.pdf](https://www.cittametropolitana.bo.it/pianificazione/Engine/RAServeFile.php/f/Pubblicazioni/report-housing_sociale_30032012_low.pdf).
- Lodi Rizzini C. (2021), “Condividere e collaborare per cambiare l’abitare”, disponibile in: <https://www.secondowelfare.it/governi-locali/housing/condividere-e-collaborare-per-cambiare-labitare/>.

### 2. LO SVILUPPO DEL RIONE BOLOGNINA

- Bologna.online (2020), “Il nuovo Piano Regolatore Generale (PRG)” disponibile in: [https://www.bibliotecasalaborsa.it/bolognaonline/cronologia-di-bologna/1955/il\\_nuovo\\_piano\\_regolatore\\_generale\\_prg](https://www.bibliotecasalaborsa.it/bolognaonline/cronologia-di-bologna/1955/il_nuovo_piano_regolatore_generale_prg)
- Bologna.online (2021), “Il Piano Regolatore e di ampliamento” disponibile in: [https://www.bibliotecasalaborsa.it/bolognaonline/cronologia-di-bologna/1889/il\\_piano\\_regolatore\\_e\\_di\\_ampliamento](https://www.bibliotecasalaborsa.it/bolognaonline/cronologia-di-bologna/1889/il_piano_regolatore_e_di_ampliamento)

- Convivere Bolognina (2013), “Patto cittadino di convivenza alla Bolognina” p.17, disponibile in: <https://www.fondazioneinnovazioneurbana.it/images/pattoConVivereBolognina.pdf>.
- Del Panta L., Scalone F., “Sviluppo demografico, urbanizzazione e flussi migratori in Provincia di Bologna tra XIX e XX secolo”, disponibile in: [https://www.cittametropolitana.bo.it/statistica/Engine/RAServeFile.php/f/017delpanta\\_scalone.pdf](https://www.cittametropolitana.bo.it/statistica/Engine/RAServeFile.php/f/017delpanta_scalone.pdf)
- Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana, “LEGGE 31 maggio 1903, n.254” disponibile in: [https://www.gazzettaufficiale.it/atto/serie\\_generale/caricaDettaglioAtto/originario?atto.dataPubblicazioneGazzetta=1903-07-08&atto.codiceRedazionale=003U0254](https://www.gazzettaufficiale.it/atto/serie_generale/caricaDettaglioAtto/originario?atto.dataPubblicazioneGazzetta=1903-07-08&atto.codiceRedazionale=003U0254)
- Nono centenario del Comune di Bologna, “1889 Il nuovo piano regolatore” disponibile in: <http://nonocentenario.comune.bologna.it/1889-il-nuovo-piano-regolatoreil-nuovo-piano-regolatore/>
- Storia e memoria di Bologna, “Piano regolatore di Bologna 1889 | 1955” disponibile in: <https://www.storiaememoriadibologna.it/piano-regolatore-di-bologna-935-evento>

### 3. II CONTESTO

- Google Maps, <https://www.google.it/maps>.
- Rete ciclabile, Comune di Bologna, <https://www.comune.bologna.it/servizi-informazioni/rete-ciclabile>.
- Tper.it, Trasporto Passeggeri Emilia Romagna, <https://www.tper.it/percorsi-orari/mappe>.
- Casicci P.(2022), "La città dei 15 minuti è la città della cura«, disponibile in: <https://www.internimagazine.it/approfondimenti/la-citta-dei-15-minuti-e-la-citta-della-cura/>
- Lamorte A. (2021), “Che cos’è la “Città dei 15 minuti”, il modello sostenibile che arriva da Parigi e attrae l'Italia”, disponibile in: <https://www.ilriformista.it/che-cose-la-citta-dei-15-minuti-il-modello-sostenibile-che-arriva-da-parigi-e-attrae-litalia-256657/>
- Redazione ANSA (2021), “La Città dei 15 minuti, l'idea di Parigi che tenta l'Italia”, disponibile in: [https://www.ansa.it/canale\\_ambiente/notizie/vivere\\_green/2021/10/24/infrastrutture](https://www.ansa.it/canale_ambiente/notizie/vivere_green/2021/10/24/infrastrutture)

citta-15-minuti-idea-parigi-che-tenta-italia\_ee20eda2-f000-4271-acb3-b9e655c0aff8.html

- Commissione Europea (2020) "Missione Città intelligenti e a impatto climatico zero", disponibile in: [https://ec.europa.eu/info/sites/default/files/research\\_and\\_innovation/funding/documents/ec\\_rtd\\_mission-cities-citizens-summary\\_it.pdf](https://ec.europa.eu/info/sites/default/files/research_and_innovation/funding/documents/ec_rtd_mission-cities-citizens-summary_it.pdf)
- Commissione europea - Comunicato stampa(2022), " La Commissione annuncia le 100 città che parteciperanno alla missione dell'UE per creare città intelligenti e a impatto climatico zero entro il 2030" disponibile in: [https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/it/IP\\_22\\_2591](https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/it/IP_22_2591)
- Auser Bologna, "Ascensore è libertà", disponibile in: <https://www.auserbologna.it/ascensore-e-liberta-un-manifesto-per-garantire-la-piena-inclusione-sociale-delle-persone-anziane/>.
- Convivere Bolognina (2013), "Patto cittadino di convivenza alla Bolognina", disponibile in: <https://www.fondazioneinnovazioneurbana.it/images/pattoConVivereBolognina.pdf>
- I numeri di Bologna metropolitana, <http://inumeridibolognametropolitana.it/>
- Immobiliare.it, <http://immobiliare.it/>
- Iperbole, rete civica, <http://informa.comune.bologna.it/iperbole>
- Istat.it, "Numero medio di componenti per famiglia", disponibile in: [https://esploradati.censimentopopolazione.istat.it/databrowser/#/it/censtest/ITD5/IT1\\_DF\\_DCSS\\_FAM\\_POP\\_REG\\_30\\_ITD5,1.0](https://esploradati.censimentopopolazione.istat.it/databrowser/#/it/censtest/ITD5/IT1_DF_DCSS_FAM_POP_REG_30_ITD5,1.0).
- Istat (2022), "Censimento permanente della popolazione: le famiglie in Italia. Anni 2018 e 2019" disponibile in: [https://www.istat.it/it/files//2022/03/Censimento-permanente-della-popolazione\\_le-famiglie-in-Italia.pdf](https://www.istat.it/it/files//2022/03/Censimento-permanente-della-popolazione_le-famiglie-in-Italia.pdf)
- E-RMETEO, <http://www.emiliaromagnameteo.com>
- It.climate-data.org, <https://it.climate-data.org/europa/italia/emilia-romagna/bologna-5093/>
- Meteoblue.com, [https://www.meteoblue.com/it/tempo/settimana/bologna\\_italia\\_3181928](https://www.meteoblue.com/it/tempo/settimana/bologna_italia_3181928)
- Solaritaly.enea.it, archivio climatico DBT, [/http://www.solaritaly.enea.it/clisun/Pagine/GradiGiorni.htm](http://www.solaritaly.enea.it/clisun/Pagine/GradiGiorni.htm)
- Sunearthtools.com, strumenti per consumatori e progettisti del solare, [/https://www.sunearthtools.com/](https://www.sunearthtools.com/)

- Weatherspark.com, le condizioni meteo tutto l'anno ovunque sulla terra, [/https://it.weatherspark.com/](https://it.weatherspark.com/)
- Idealpark.it, “Parcheggi automatizzati”, <https://www.idealpark.it/Parcheggi-automatizzati/>
- Metropark.it, “Parcheggi di Bologna”, <https://www.metropark.it/content/metropark/it.html>
- Nuovoparcheggiostazione.it, “Nuovo parcheggio stazione”, <http://www.nuovoparcheggiostazione.it/>

## 7. LA RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA DEGLI EDIFICI

- 14CItaly for climate (2021), Italy climate report 2021. La performance dell'Italia sui temi del clima e dell'energia, p.100 disponibile in: <https://italyforclimate.org/> data di accesso: 11 Febbraio 2023
- Agenzia Entrate, “Superbonus 110%” disponibile in: <https://www.agenziaentrate.gov.it/portale/superbonus-110%25> data di accesso: 11 Febbraio 2023
- BolognaToday, “Case popolari: Adeguamenti energetici per 1150 alloggi pubblici entro il 2023”, disponibile in: <https://www.bolognatoday.it/cronaca/superbonus-riqualificazione-energetica-case-popolari.html> (data di accesso: 11 Febbraio 2023)
- Energiesprong, “Global Energiesprong Alliance” disponibile in: <https://energiesprong.org/> (data di accesso:11 Febbraio 2023)
- Ministero dell'Economia e delle Finanze (2021), “Il Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR)”, disponibile in: <https://www.mef.gov.it/focus/Il-Piano-Nazionale-di-Ripresa-e-Resilienza-PNRR/> (data di accesso:11 Febbraio 2023)
- Renozeb, “Facciata Plug&Play” disponibile in: <https://renozeb.eu/> (data di accesso:11 Febbraio 2023)
- Thebrief.city (2016), “Mestre, svelata la prima facciata dell'M9 di Sauerbruch Hutton”, disponibile in: <http://www.ppan.it/stories/hutton/> (data di accesso:11 Febbraio 2023)
- YouMath, “Peso specifico alluminio” disponibile in: <https://www.youmath.it/domande-a-risposte/view/1455-peso-specifico-alluminio.html#:~:text=Il%20peso%20specifico%20dell'alluminio%20a%20temperatura%20ambiente%2C%20ossia%20a,del%20peso%20specifico%20dell'acciaio.> (data di accesso:11 Febbraio 2023)

## 8. VALUTAZIONE DELLA PRESTAZIONE ENERGETICA E RISCHIO POVERTA' ENERGETICA

- Cardillo e Tripodi & Associati, “Cosa si intende per indice di prestazione energetica”, disponibile in: [https://www.studiocardilloetripodi.it/home/articoli-in-evidenza-news/27-certificazione-energetica-degli-edifici-ape/82-cosa-s-intende-per-indice-di-prestazione-energetica-epgl-ipe-epgl-nren#:~:text=L'indice%20di%20prestazione%20energetica,in%20kWh%2Fmq%20a nno\).](https://www.studiocardilloetripodi.it/home/articoli-in-evidenza-news/27-certificazione-energetica-degli-edifici-ape/82-cosa-s-intende-per-indice-di-prestazione-energetica-epgl-ipe-epgl-nren#:~:text=L'indice%20di%20prestazione%20energetica,in%20kWh%2Fmq%20a nno).) (data di accesso 12 Febbraio 2023)
- ClimateFiles, “1965 President’s Science Advisory Committee Report on Atmospheric Carbon Dioxide”, disponibile in: <https://www.climatefiles.com/climate-change-evidence/presidents-report-atmospher-carbon-dioxide/#:~:text=%E2%80%9CRestoring%20the%20Quality%20of%20Our,role%20i n%20addressing%20the%20future> (data di accesso: 12 Febbraio 2023)
- Infobuildenergia (2021), “Storia normativa energetica del settore edilizio: genesi e prospettive”, disponibile in: <https://www.infobuildenergia.it/approfondimenti/storia-normativa-energetica-settore-edilizio/#:~:text=La%20prima%20normativa%20italiana%20che,%C3%A8%20occu pata%20di%20risparmio%20energetico.> (data di accesso: 12 Febbraio 2023)
- Iperbole (2019), “Reddito medio residenti per cittadinanza 2019 – Bolognina”, disponibile in: <http://inumeridibolognametropolitana.it/quartieri/reddito-cittadinanza> (data di accesso 12 Febbraio 2023)
- OIPE Osservatorio Italiano sulla Povertà Energetica (2021), “La povertà energetica in Italia nel 2020”, disponibile in: [https://oipeosservatorio.it/2021/12/23/poverta\\_energetica2020/](https://oipeosservatorio.it/2021/12/23/poverta_energetica2020/) (data di accesso 12 Febbraio 2023)





## MODULARE E SOSTENIBILE

# Riqualificazione e retrofit energetico di un isolato residenziale ACER a Bologna, quartiere Bolognina

Studentesse: Syria Dellasantina, Michela Falcone

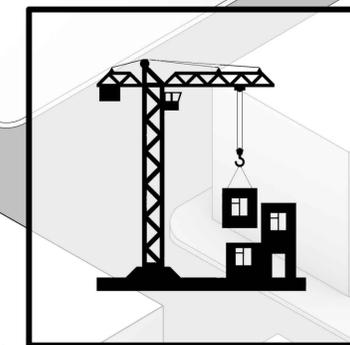
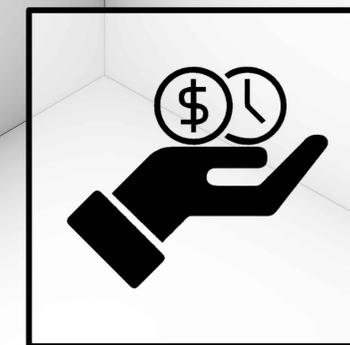
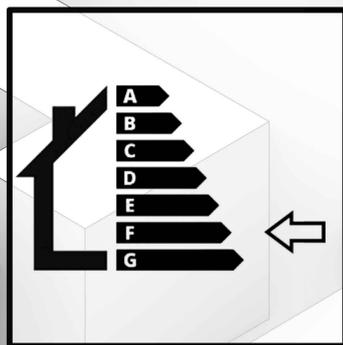
Relatore: Prof. Ernesto Antonini

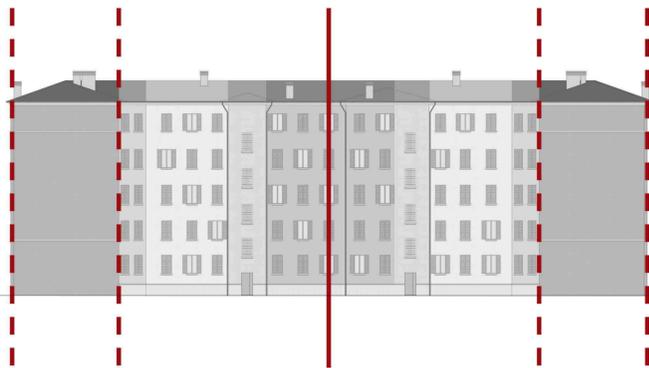
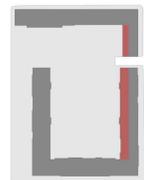
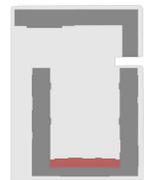
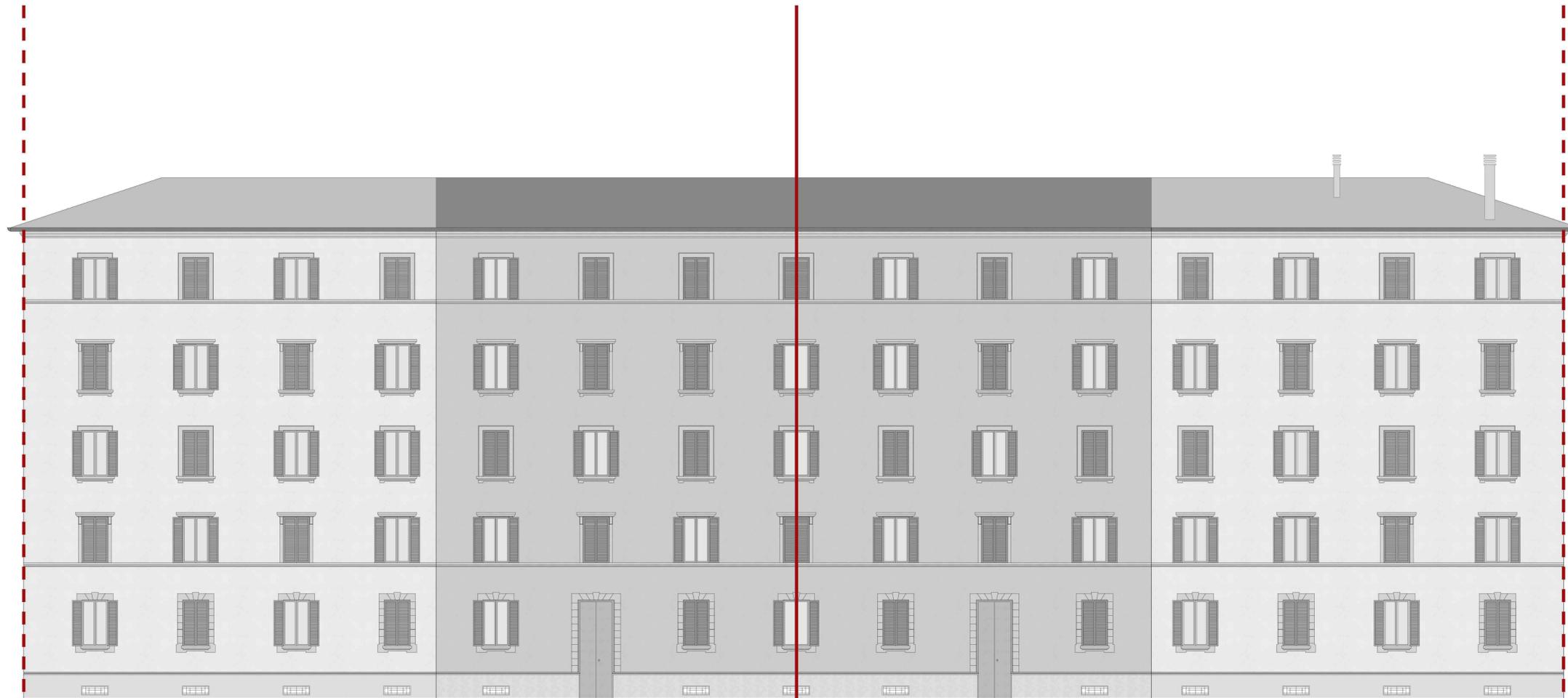
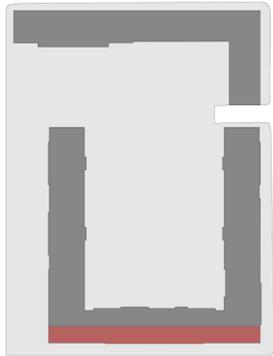
Correlatori: Prof. Jacopo Gascari, Prof. Kristian Fabbri

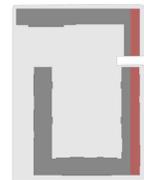
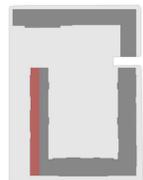
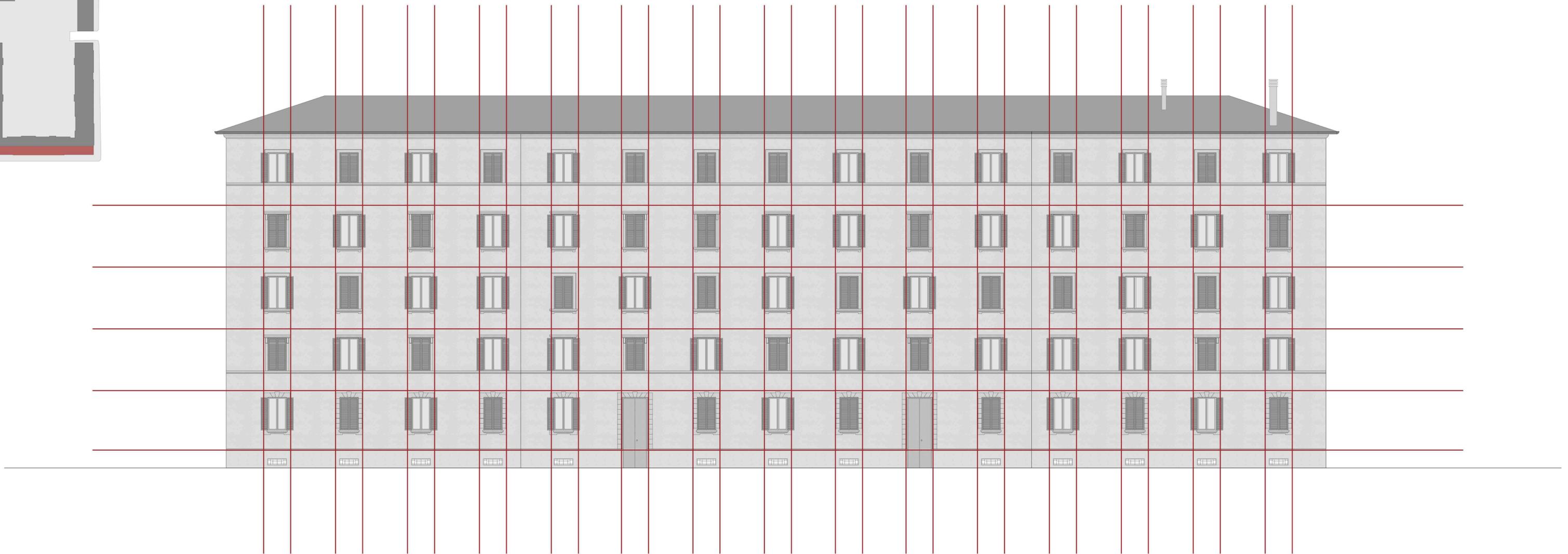
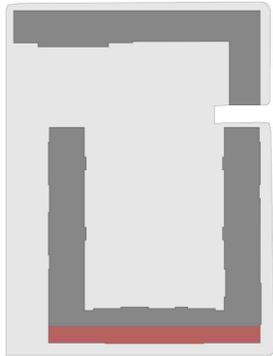
Laurea Magistrale a ciclo unico in Architettura

Tesi in Architettura Sostenibile

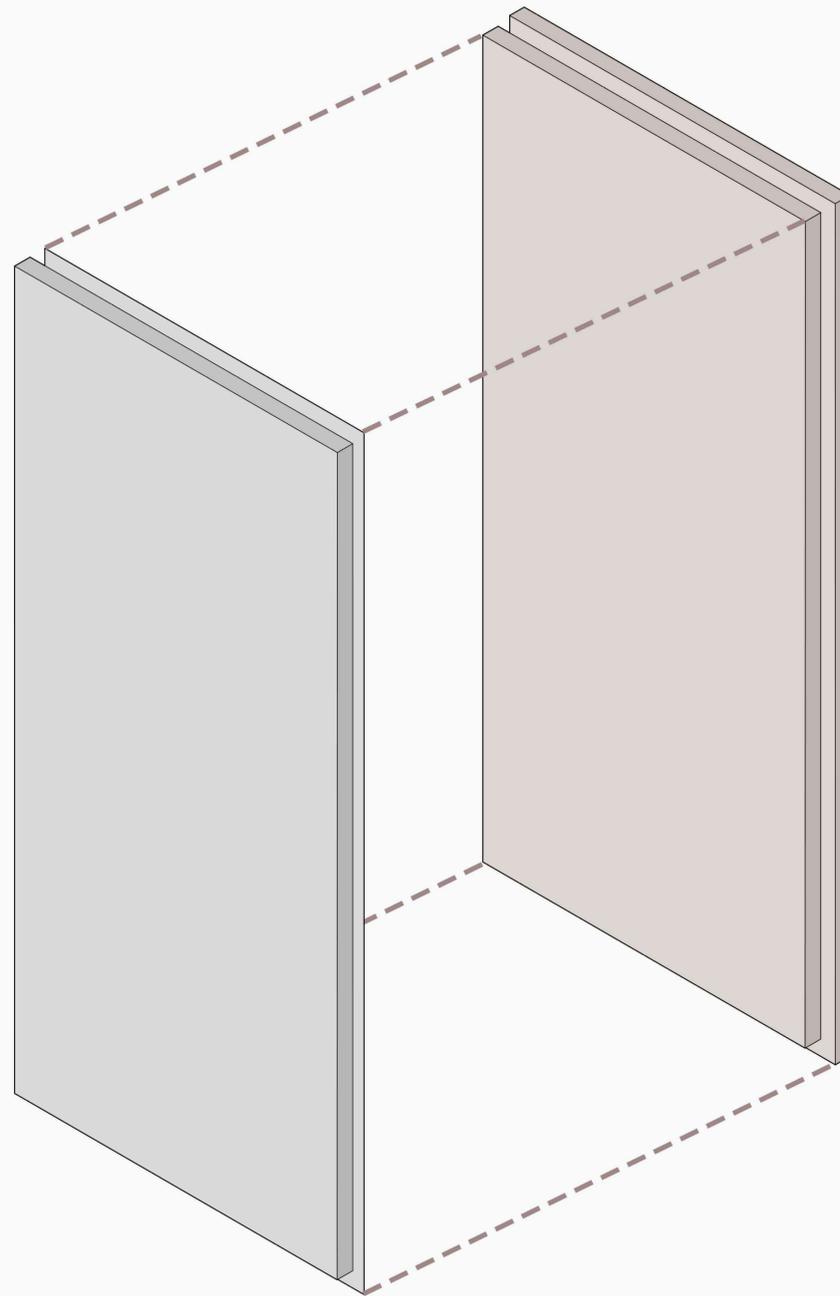
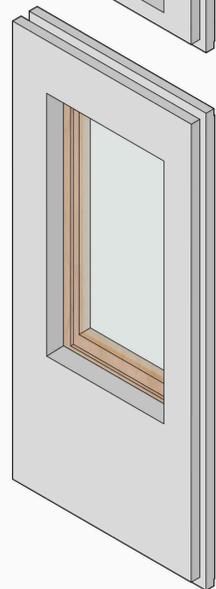
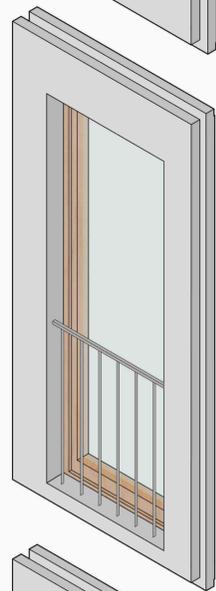
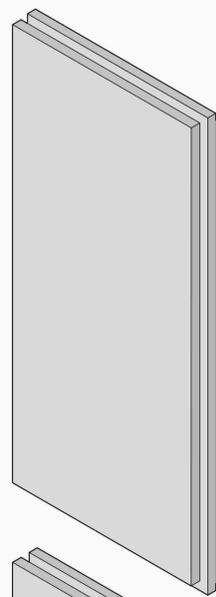
A.A 2021-2022



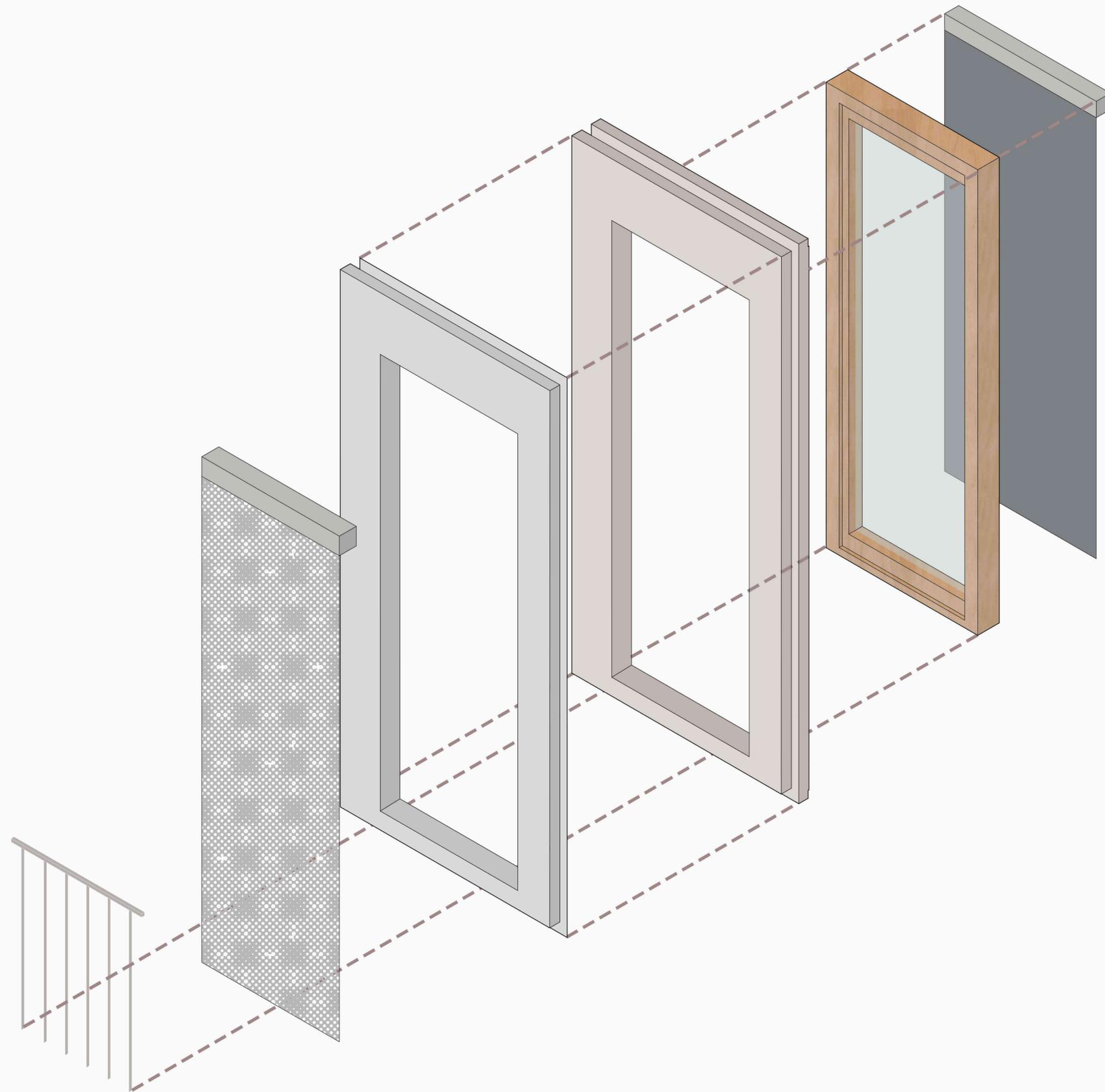
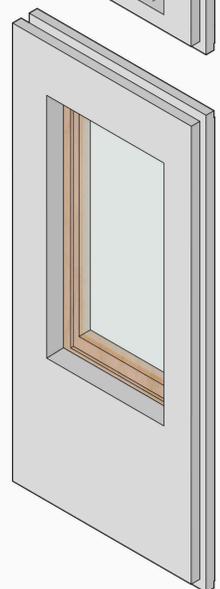
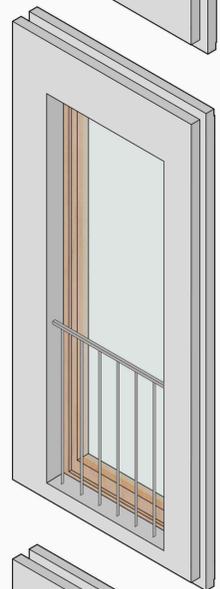
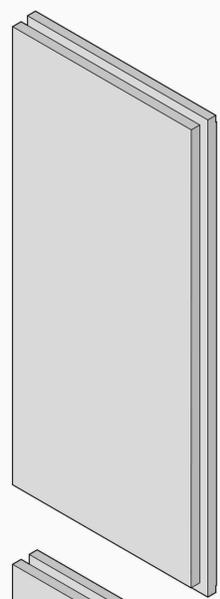




STRATIGRAFIA	
Pannello opaco	
1) EPS	
2) Rivestimento in alluminio	
Pannello porta finestra	
1) Sistema oscurante	
2) Infixo	
3) Elementi in legno	
4) EPS	
5) Rivestimento in alluminio	
6) Schermatura	
7) Ringhiera	
Pannello finestra	
1) Sistema oscurante	
2) Infixo	
3) Elementi in legno	
4) EPS	
5) Rivestimento in alluminio	
6) Schermatura	

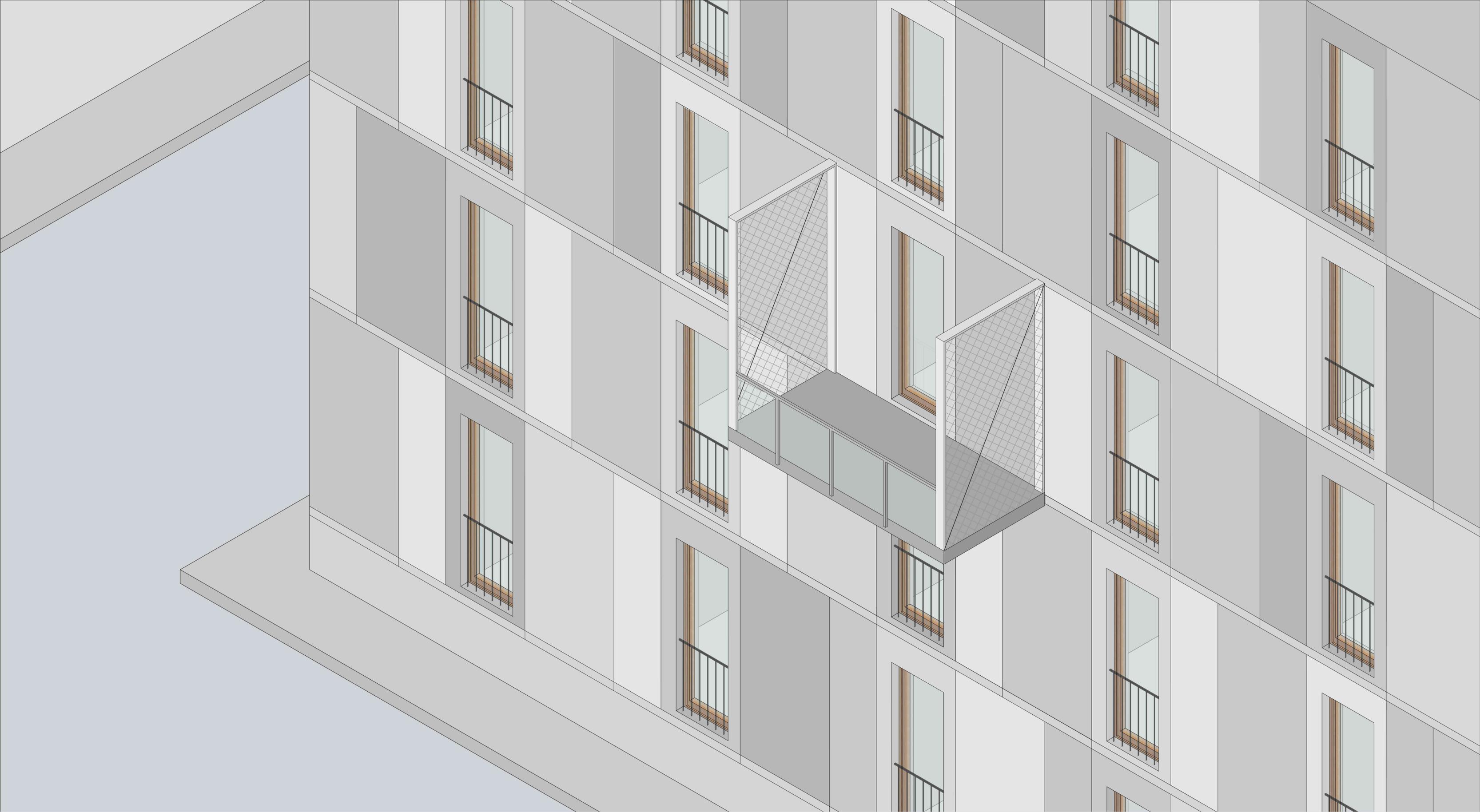


STRATIGRAFIA
Pannello opaco
<ol style="list-style-type: none"> <li>1) EPS</li> <li>2) Rivestimento in alluminio</li> </ol>
Pannello porta finestra
<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Sistema oscurante</li> <li>2) Infixo</li> <li>3) Elementi in legno</li> <li>4) EPS</li> <li>5) Rivestimento in alluminio</li> <li>6) Schermatura</li> <li>7) Ringhiera</li> </ol>
Pannello finestra
<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Sistema oscurante</li> <li>2) Infixo</li> <li>3) Elementi in legno</li> <li>4) EPS</li> <li>5) Rivestimento in alluminio</li> <li>6) Schermatura</li> </ol>





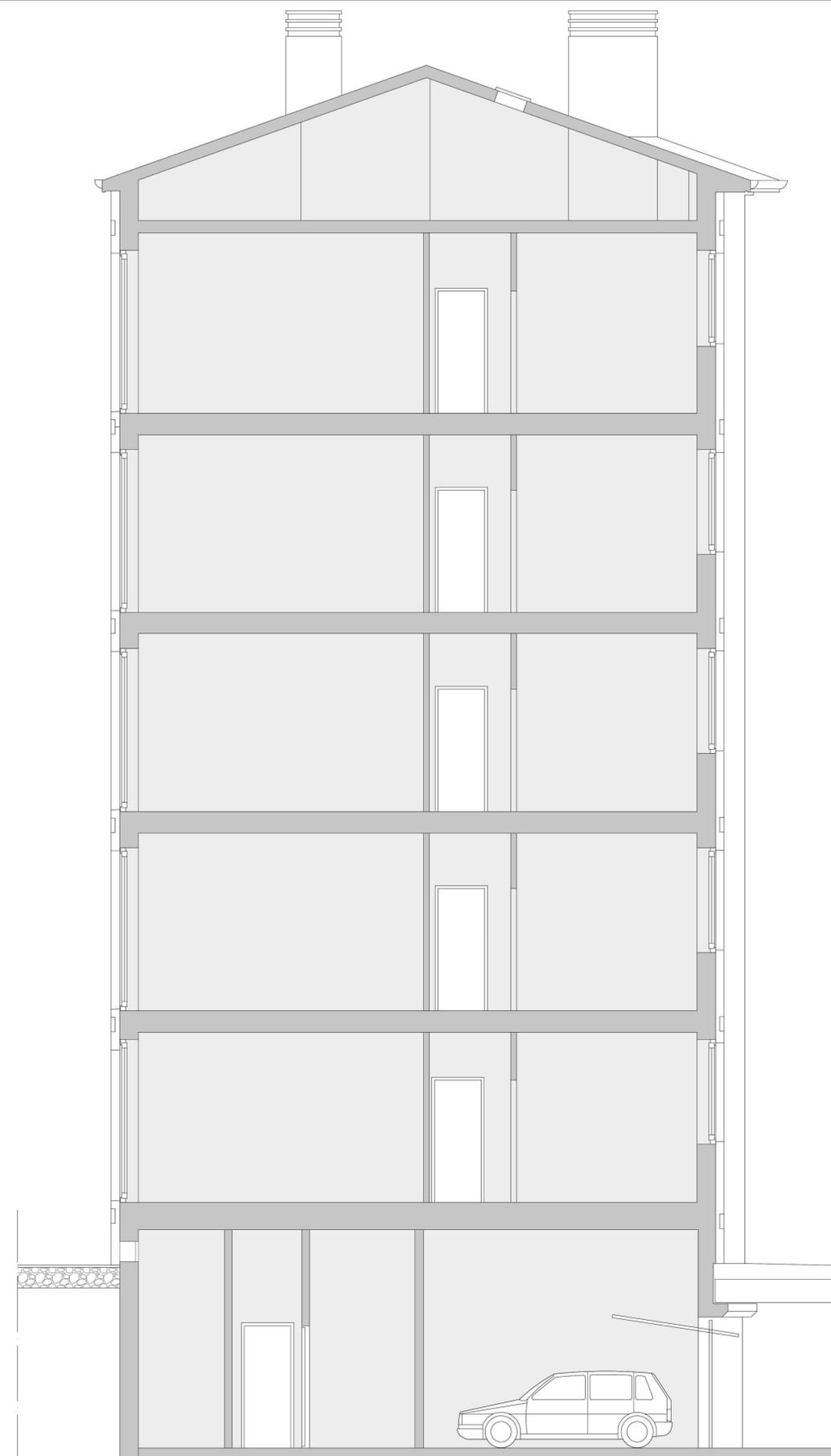
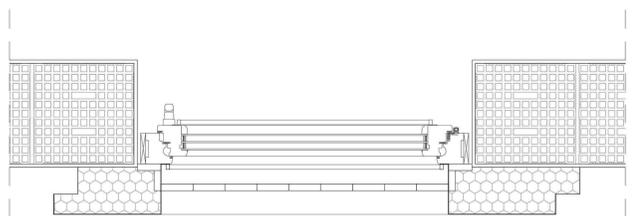
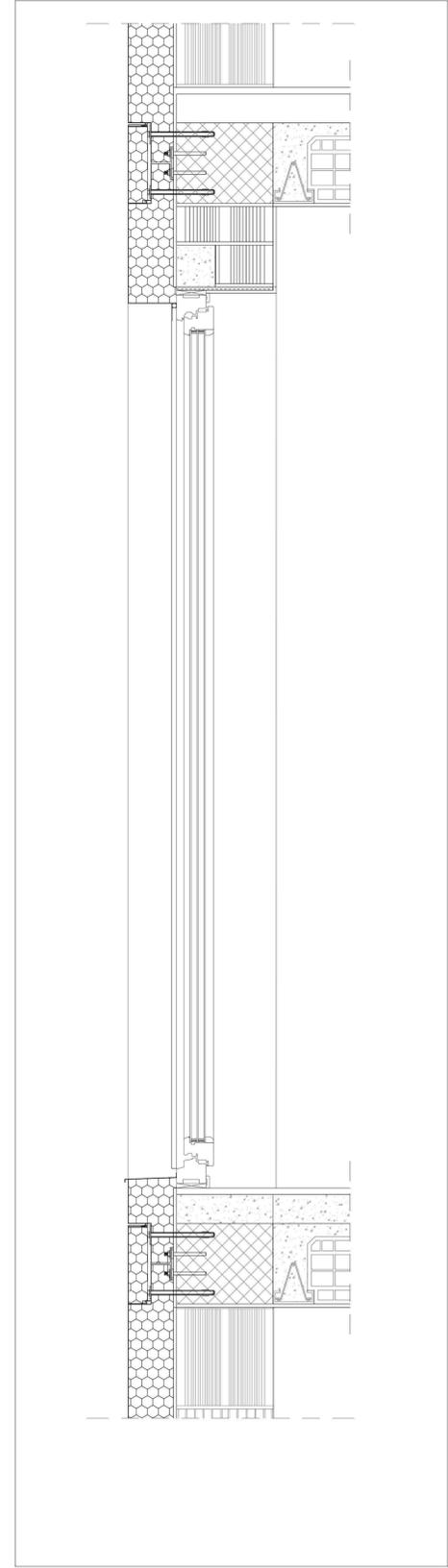
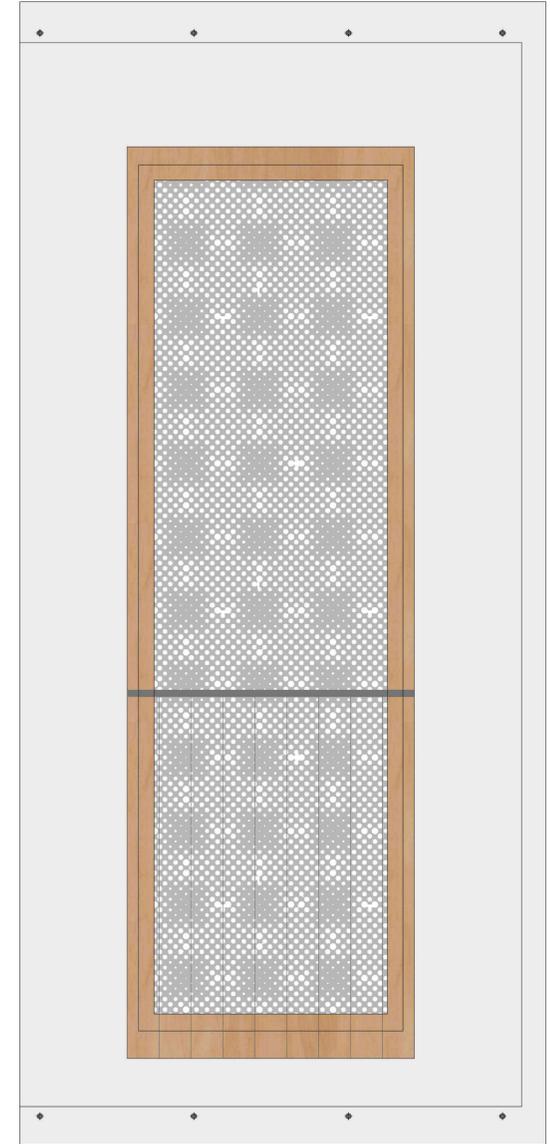


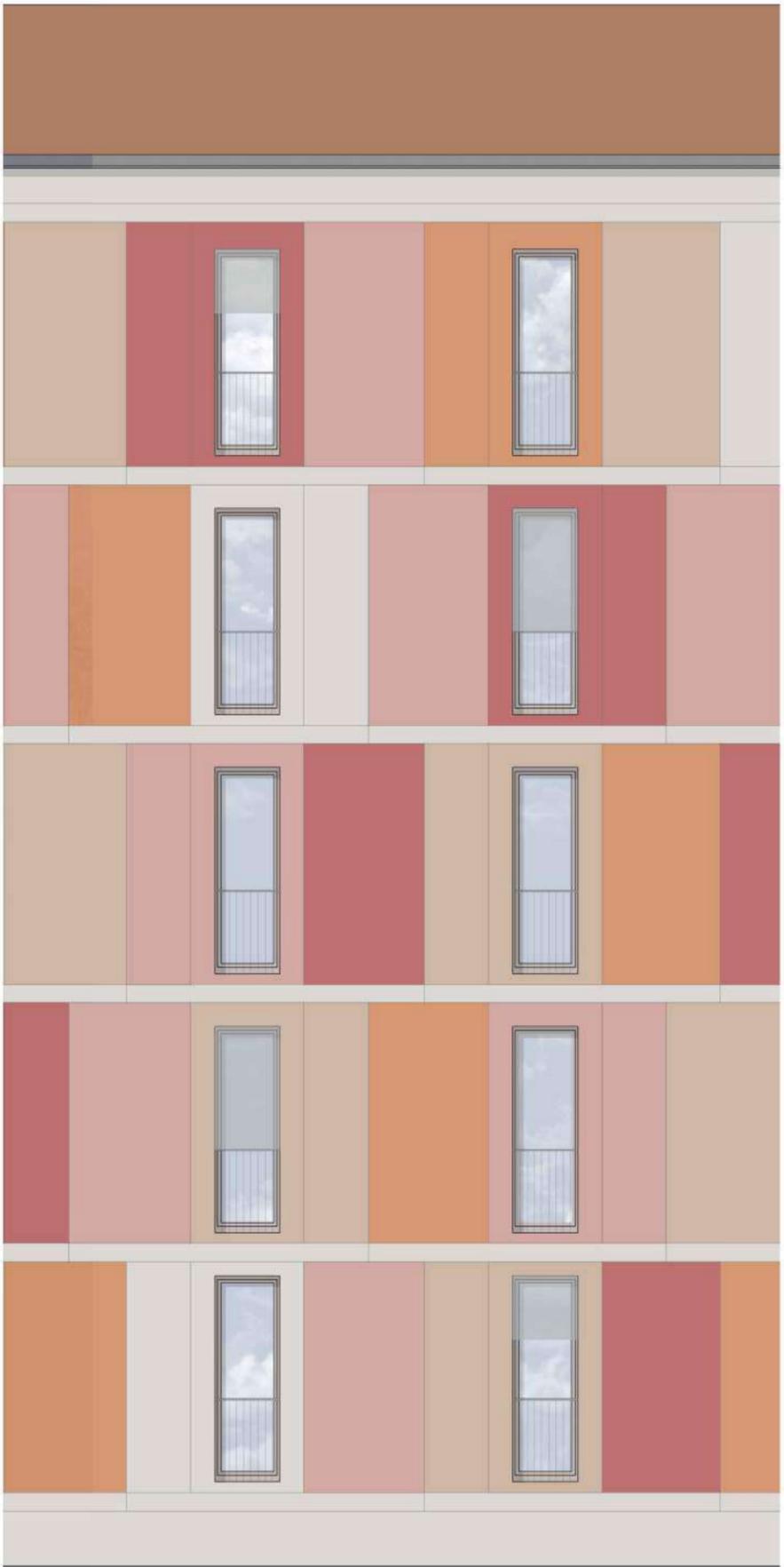


Stato di fatto	C.V.E
Stratigrafia	Spessore
Intonaco	1 cm
Mattone forato	30 cm
Intonaco	1 cm
Trasmittanza termica	0,953 W/m <sup>2</sup> k

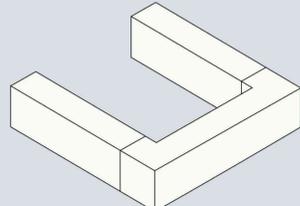
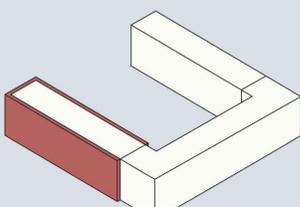
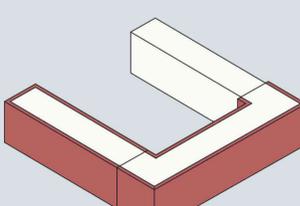
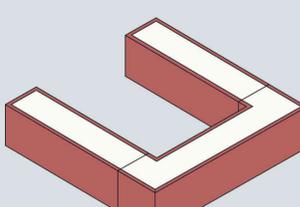
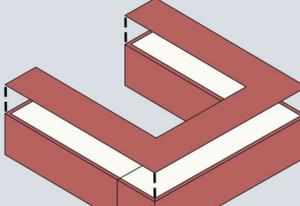
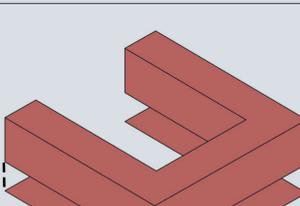
Stato di progetto	C.V.E
Stratigrafia	Spessore
Intonaco	1 cm
Mattone forato	30 cm
Intonaco	1 cm
EPS	14 cm
Rivestimento in alluminio	0,1 cm
Trasmittanza termica	0,203 W/m <sup>2</sup> k

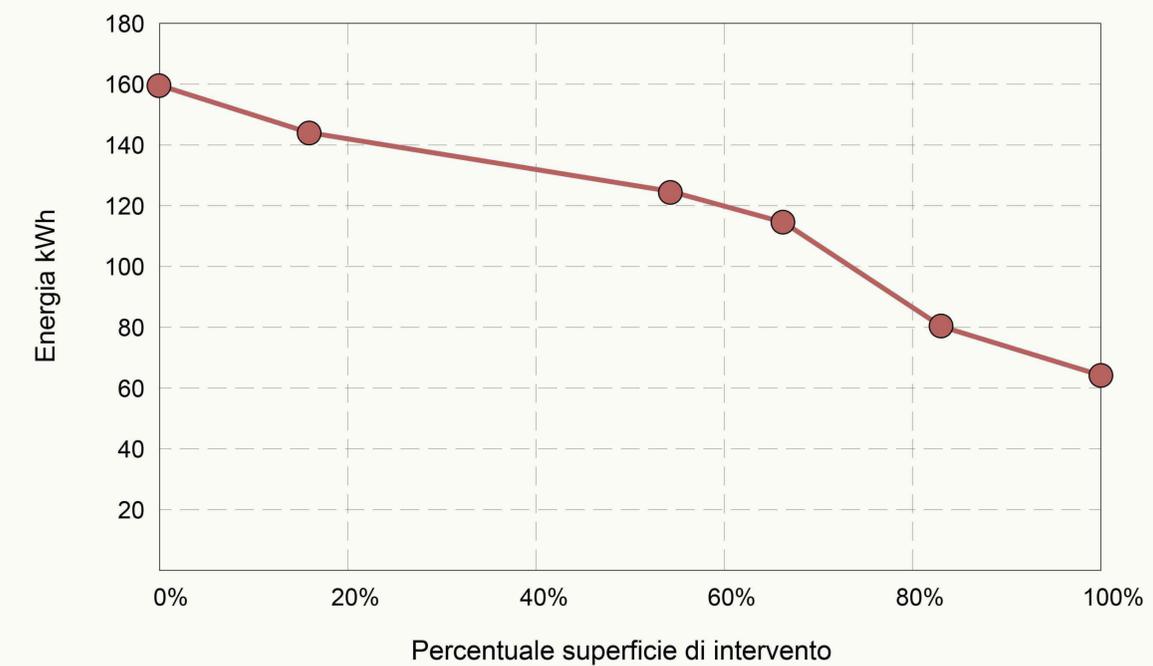
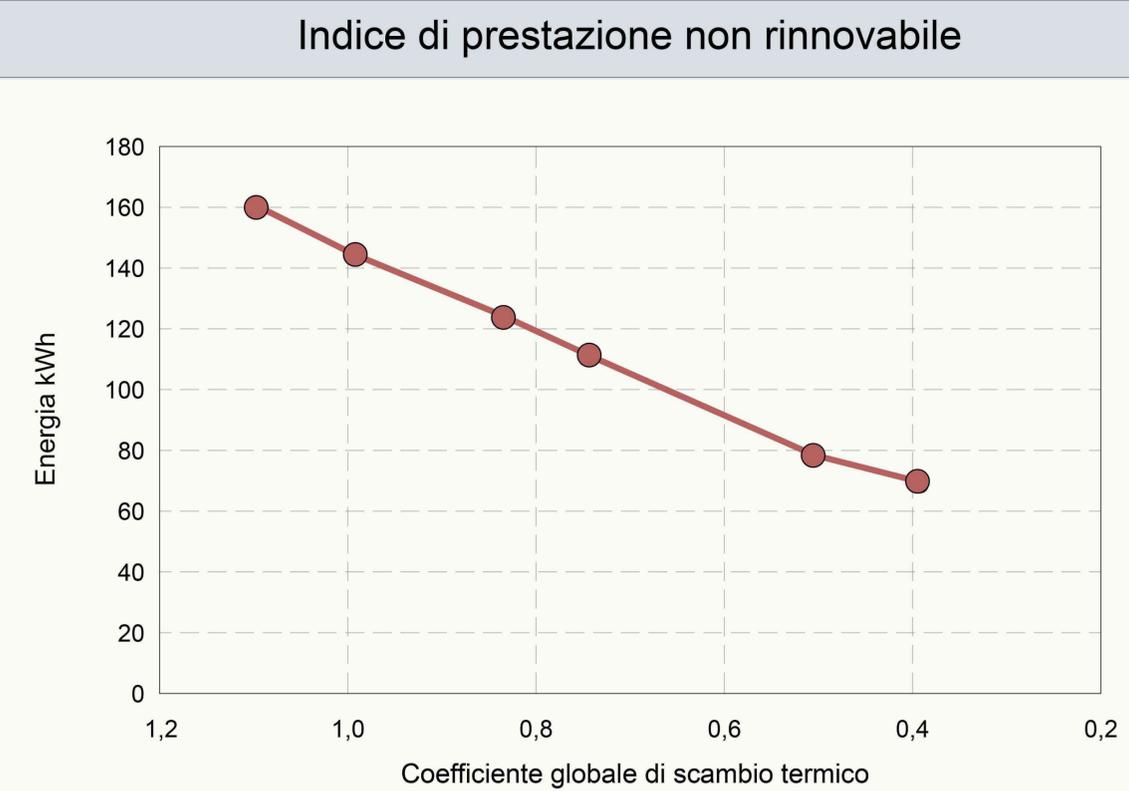
Finestre esistenti	1x1.8 m
U	1,825 W/m <sup>2</sup> k
Finestre progetto	1x1.8 m
U	0,755 W/m <sup>2</sup> k
Finestre progetto	1x 2.7 m
U	0,732 W/m <sup>2</sup> k



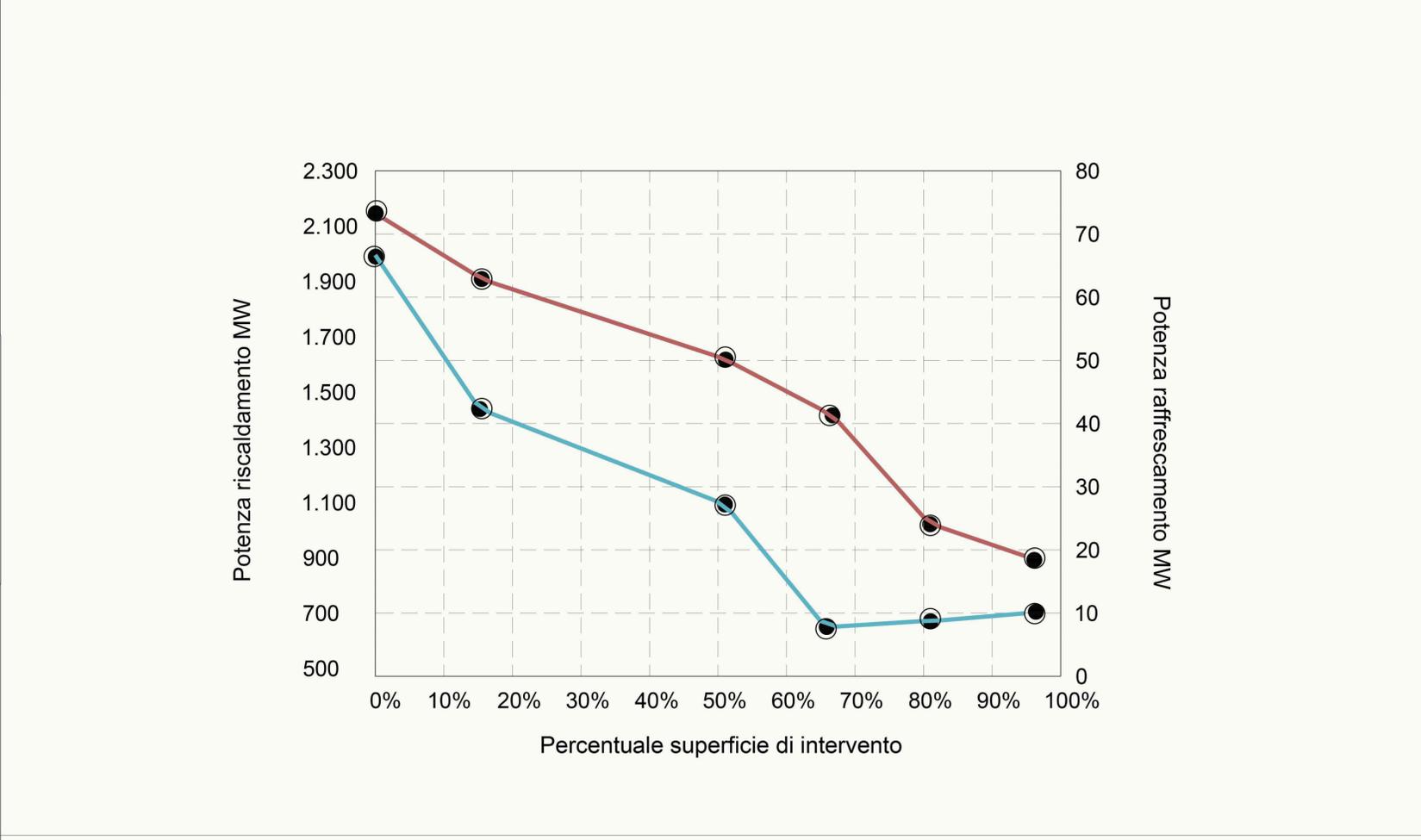
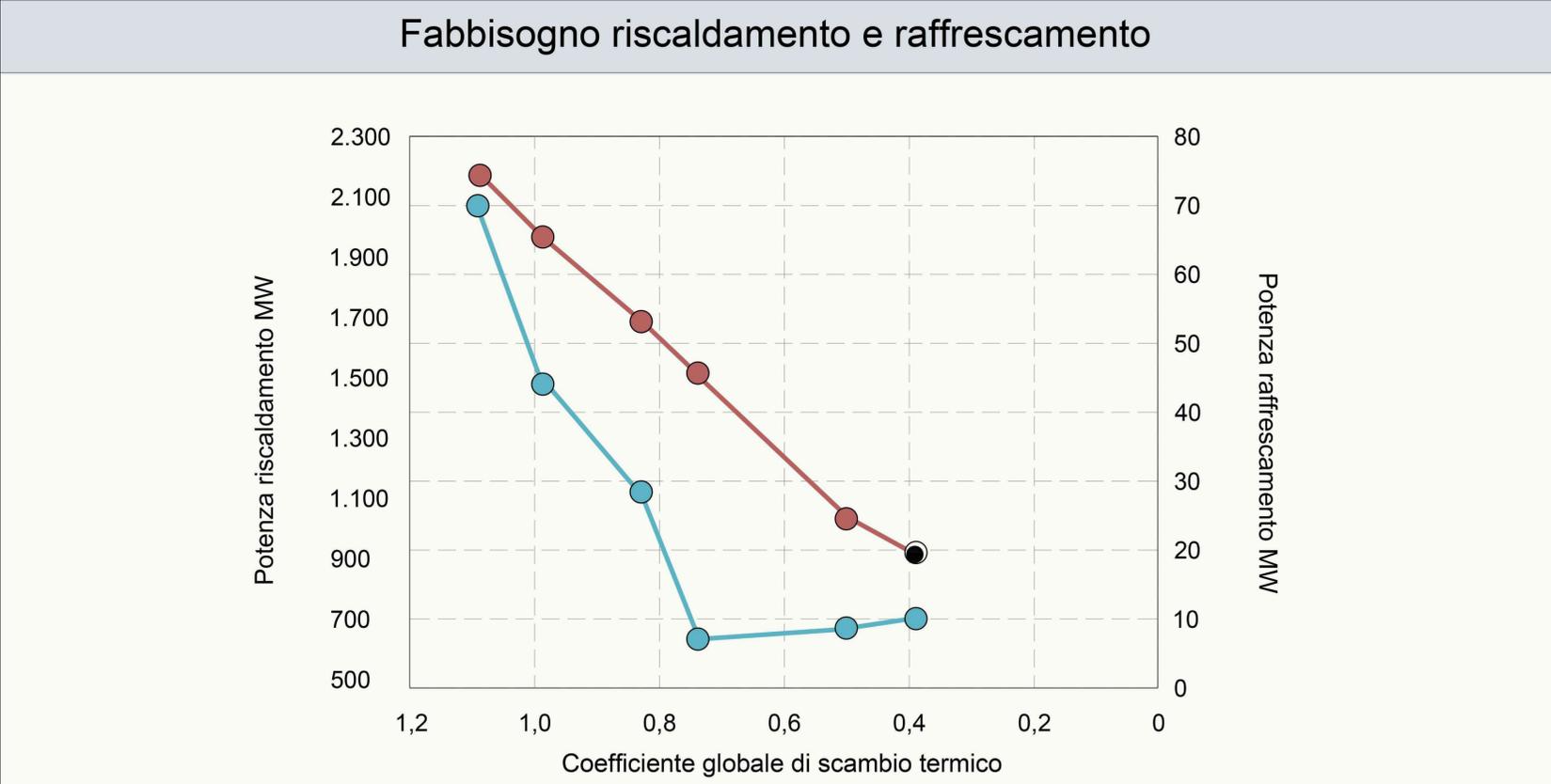




Superficie d'intervento		EPgl,nren	
0%		<b>F</b>	⚡ 158,91 kWh/m <sup>2</sup> a
16%		<b>E</b>	⚡ 143,55 kWh/m <sup>2</sup> a
53%		<b>E</b>	⚡ 123,69 kWh/m <sup>2</sup> a
68%		<b>D</b>	⚡ 110,65 kWh/m <sup>2</sup> a
84%		<b>C</b>	⚡ 77,92 kWh/m <sup>2</sup> a
100%		<b>B</b>	⚡ 69,37 kWh/m <sup>2</sup> a

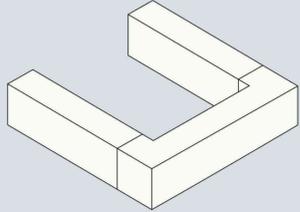
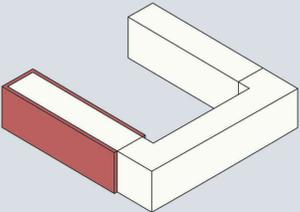
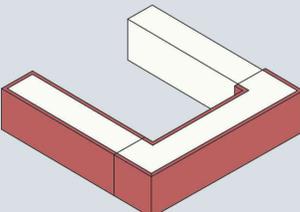
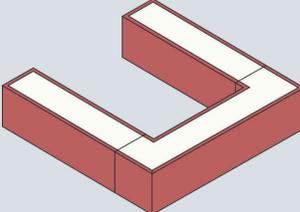
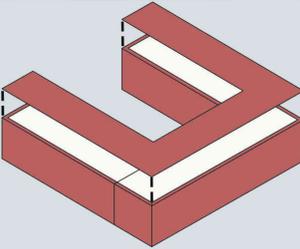
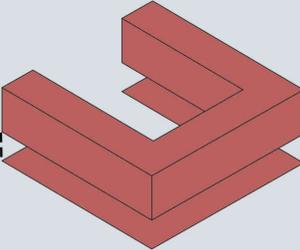


Superficie d'intervento			QH,nd	QC,nd
0%		F	2.174,77 MWh	69,79MWh
16%		E	1.979,72 MW/h	44,58 MW/h
53%		E	1.702,77 MW/h	28,72 MW/h
68%		D	1.530,48 MW/h	8,16 MW/h
84%		C	1.069,28 MW/h	9,25 MW/h
100%		B	952,66 MW/h	10,91 MW/h



Superficie d'intervento

EPgl,nren

0%		<b>F</b>	⚡ 158,91 kWh/m <sup>2</sup> a
16%		<b>E</b>	⚡ 143,55 kWh/m <sup>2</sup> a
53%		<b>E</b>	⚡ 123,69 kWh/m <sup>2</sup> a
68%		<b>D</b>	⚡ 110,65 kWh/m <sup>2</sup> a
84%		<b>C</b>	⚡ 77,92 kWh/m <sup>2</sup> a
100%		<b>B</b>	⚡ 69,37 kWh/m <sup>2</sup> a

