



POLITECNICO DI MILANO
VI SCUOLA DI INGEGNERIA
CORSO DI STUDI IN INGEGNERIA EDILE / ARCHITETTURA
ANNO ACCADEMICO 2012-2013

Shell.

Strategie additive di involucro e prefabbricazione per la
riqualificazione del patrimonio di edilizia residenziale pubblica.

Relatore: Prof.ssa Laura Malighetti

Laureandi: Maela Allegreti, 716702

Correlatore: Ing. Nadia Villa

Riccardo Ghezzi, 716626

Ing. Matteo Colombo

Luca Valicenti, 719210

Indice

Parte 0 – Introduzione

Abstract	pag. 1
Inquadramento del problema scientifico: Il recupero dell' housing sociale	pag. 3
Il percorso storico-legislativo verso l'edilizia residenziale pubblica	pag. 4
Le problematiche attuali dell'edilizia residenziale pubblica	pag. 9
II PRIN 2009: "METODOLOGIE INNOVATIVE PER LA RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA E IL RECUPERO PRESTAZIONALE DEL PATRIMONIO EDILIZIO ESISTENTE STRUTTURATO IN GEOCLUSTER" ...	pag. 12

Parte 1 - Analisi Caso studio

Capitolo1: Inquadramento

1.1	L'edificio	pag. 19
1.2	L'analisi a grande scala: il rapporto con Milano	pag. 20
1.3	L'analisi a scala intermedia: il livello comunale	pag. 21
1.3.1	<i>L'evoluzione storica</i>	pag. 21
1.3.2	<i>Analisi demografica</i>	pag. 23
1.3.3	<i>L'analisi del verde</i>	pag. 25
1.4	L'analisi a piccola scala: il quartiere	pag. 26
1.4.1	<i>La tipologia degli edifici</i>	pag. 26
1.4.2	<i>I servizi di quartiere</i>	pag. 27
1.5	Analisi dell'esposizione e dell'orientamento dell'edificio	pag. 29

Capitolo 2 : La prefabbricazione pesante

2.1	La prefabbricazione edilizia nel dopoguerra in Europa	pag. 33
2.1.1	<i>I concetti di industrializzazione e prefabbricazione</i>	pag. 33
2.1.2	<i>La prefabbricazione in Europa nel primo dopoguerra</i>	pag. 33
2.1.3	<i>Diffusione della prefabbricazione a partire dagli anni Cinquanta</i>	pag. 35
2.2	Gli aspetti tecnologici della prefabbricazione edilizia	pag. 40
2.2.1	<i>Sistemi strutturali nell'edilizia industrializzata</i>	pag. 41
2.2.2	<i>La realizzazione dei singoli elementi e il loro montaggio</i>	pag. 43
2.3	Il sistema prefabbricato "Fiorio"	pag. 49
2.3.1	<i>Fabbricazione degli elementi</i>	pag. 49
2.3.2	<i>Posa in opera degli elementi</i>	pag. 50
2.4	Il futuro della prefabbricazione	pag. 52

Capitolo 3 : Rilievo dello stato di fatto

3.1	Rilievo geometrico/materico	pag. 53
3.1.1	<i>Prospetti e i materiali</i>	pag. 53
3.1.2	<i>Piante e alloggi</i>	pag. 56
3.2	Rilievo tecnologico	pag. 59
3.3	Rilievo degrado	pag. 61

Parte 2 - Il progetto

Capitolo 4 : Processo preliminare alla progettazione

4.1	FASE 1: Schede AG, EC e CS	pag. 69
4.2	FASE 2: Best practice examples	pag. 71
	4.2.1 <i>Le schede di catalogazione</i>	pag. 71
	4.2.2 <i>Sintesi dei risultati</i>	pag. 74
4.3	FASE 3: Simulazioni energetiche	pag. 75
	4.3.1 <i>Valutazione dei risultati</i>	pag. 76
4.4	Riferimenti progettuali	pag. 77
4.5	Sintesi: FDOM	pag. 79

Capitolo 5 : Il progetto architettonico

5.1	Il Masterplan	pag. 83
5.2	L'edificio	pag. 85
	5.2.1 <i>L'analisi degli alloggi e le scelte compositive</i>	pag. 86
	5.2.2 <i>Le addizioni volumetriche e i prospetti</i>	pag. 88
5.3	La fruibilità	pag. 92
	5.3.1 <i>Le zone funzionali dell'alloggio</i>	pag. 92
	5.3.2 <i>Accessibilità, adattabilità, visitabilità</i>	pag. 95
	5.3.3 <i>La fruibilità nel progetto di riqualificazione</i>	pag. 95
5.4	Accessibilità per i disabili	pag. 97
5.5	Verifiche antincendio	pag. 100

Capitolo 6 : Il progetto tecnologico

6.1	Trasmittanza media involucro e simulazione energetica di progetto	pag. 101
6.2	Le scelte stratigrafiche e i vantaggi della prefabbricazione leggera	pag. 102
	6.2.1 <i>Gli interventi sulle stratigrafie esistenti</i>	pag. 102
	6.2.2 <i>Le nuove stratigrafie</i>	pag. 105
	6.2.3 <i>I pannelli SIPs per la sopraelevazione</i>	pag. 108
	6.2.4 <i>Il giunto termico in copertura</i>	pag. 111
6.3	LCA: impatto ambientale delle alternative tecnologiche	pag. 112
6.4	Dettagli e nodi costruttivi	pag. 113
6.5	Funzionamento termico-energetico e ventilazione naturale	pag. 117
	6.5.1 <i>I volumi additivi</i>	pag. 117
	6.5.1.1 <i>La situazione invernale</i>	pag. 117
	6.5.1.2 <i>La situazione estiva</i>	pag. 119
	6.5.1.3 <i>La situazione nelle stagioni intermedie</i>	pag. 120
	6.5.2 <i>I sistemi di oscuramento</i>	pag. 121
	6.5.3 <i>La sopraelevazione</i>	pag. 123

Parte 3 - Approfondimenti

Capitolo 7 : Il progetto strutturale

7.1	Premessa	pag. 129
7.2	Analisi dei carichi	pag. 130
8.2.1	<i>Carichi permanenti</i>	pag. 130
7.3	La struttura esistente	pag. 139
7.3.1	<i>Definizione delle forze verticali agenti</i>	pag. 139
7.3.2	<i>Caratteristiche dei materiali</i>	pag. 141
7.3.3	<i>Verifica del pilastro allo stato di fatto</i>	pag. 142
7.4	I nuovi elementi strutturali	pag. 142
7.4.1	<i>La logica additiva e la prefabbricazione</i>	pag. 142
7.4.2	<i>I controventi</i>	pag. 143
7.4.2.1	<i>Distribuzione delle forze orizzontali</i>	pag. 150
7.4.2.2	<i>Il progetto dei controventi</i>	pag. 153
7.4.3	<i>I volumi additivi</i>	pag. 162
7.4.3.1	<i>Travi superiori</i>	pag. 163
7.4.3.2	<i>Struttura di elevazione verticale</i>	pag. 166
7.4.3.3	<i>Travi inferiori</i>	pag. 168
7.4.4	<i>La piastra</i>	pag. 171
7.4.4.1	<i>Lo schema statico</i>	pag. 171
7.4.4.2	<i>Dimensionamento: il metodo delle linee di rottura</i>	pag. 172
7.4.4.3	<i>Il ponte termico</i>	pag. 176

Capitolo 8 : Il progetto energetico/impiantistico

8.1	Dati climatici	pag. 179
8.2	Il fabbisogno termico estivo	pag. 179
8.2.1	<i>Esposizione sfavorita del locale</i>	pag. 180
8.2.2	<i>Mese e ora più critici</i>	pag. 180
8.2.3	<i>Radiazione solare attraverso i vetri</i>	pag. 182
8.2.4	<i>Ombre dovute alle logge</i>	pag. 183
8.2.5	<i>Trasmissione di calore attraverso vetri e superfici opache</i>	pag. 184
9.2.6	<i>Carico termico interno sensibile e latente</i>	pag. 184
8.3	Calcolo carichi termici invernali	pag. 185
9.3.1	<i>Dispersioni di calore per trasmissione</i>	pag. 185
9.3.2	<i>Dispersioni di calore per ventilazione</i>	pag. 186
9.3.3	<i>Guadagni solari</i>	pag. 186
8.4	Logica di intervento: stato di fatto e integrazione impiantistica	pag. 188
8.4.1	<i>Stato di fatto – riscaldamento e ACS</i>	pag. 188
8.4.2	<i>Vincoli e logica di intervento</i>	pag. 188
8.5	Impianto di riscaldamento e ACS	pag. 189
8.5.1	<i>Analisi delle alternative</i>	pag. 189
8.5.2	<i>Scelta della soluzione ottimale</i>	pag. 191
8.5.3	<i>Fabbisogno di riscaldamento e scelta della caldaia</i>	pag. 192
8.5.4	<i>Volume e scelta del serbatoio di accumulo</i>	pag. 194
8.6	Uffici: impianto di riscaldamento e condizionamento ad aria	pag. 196
8.6.1	<i>Analisi delle alternative</i>	pag. 196
8.6.2	<i>Scelta della soluzione ottimale</i>	pag. 197
8.6.3	<i>Parametri di progetto</i>	pag. 197
8.6.4	<i>Calcolo della portata d'aria</i>	pag. 198

8.6.5	<i>Funzionamento estivo</i>	pag. 200
8.6.6	<i>Funzionamento invernale</i>	pag. 201
8.6.7	<i>Scelta delle componenti</i>	pag. 202
8.7	Appartamenti: ventilazione e raffrescamento	pag. 205
8.7.1	<i>Ventilazione meccanica controllata</i>	pag. 205
8.7.2	<i>Raffrescamento estivo</i>	pag. 207
8.8	Sopralzo: condizionamento aria/acqua	pag. 208
8.8.1	<i>Riscaldamento e raffrescamento: valutazione delle alternative</i>	pag. 208
8.8.2	<i>Dimensionamento del sistema a pannelli radianti</i>	pag. 209
8.8.3	<i>Scelta delle componenti dell'impianto</i>	pag. 215
8.8.4	<i>Impianto solare-termico: dimensionamento</i>	pag. 216
8.8.5	<i>Ventilazione meccanica controllata</i>	pag. 219

Elenco Tavole

Parte 1 - Analisi Caso studio

TAVOLE DI ANALISI

SCALA 1:50.000

TAVOLA 1 Inquadramento e sistema trasporti e mobilità

SCALA 1:5.000

TAVOLA 2 Evoluzione storica Comune

TAVOLA 3 Analisi demografica

TAVOLA 4 Verde pubblico e attrezzato e agricolo

TAVOLA 5 Pieni e vuoti

SCALA 1:2.000

TAVOLA 6 Analisi funzionale quartiere

TAVOLA 7 Altezze edifici quartiere con ombre

TAVOLA 8 Verde pubblico attrezzato e di quartiere

TAVOLA 9 Viabilità e destinazioni d'uso quartieri

TAVOLA 10 Rilievo fotografico

TAVOLA 11 Analisi ombreggiamento

SCALA 1:200

TAVOLA 12 Pianta piano terra e piano tipo stato di fatto/geometrico

TAVOLA 13 Pianta copertura stato di fatto/geometrico

TAVOLA 14 Sezione trasversale A-A' stato di fatto/geometrico

TAVOLA 15 Rilievo materico/geometrico prospetto Nord-Est

TAVOLA 16 Rilievo materico/geometrico prospetto Sud-Ovest

TAVOLA 17 Rilievo materico/geometrico prospetti Nord-Ovest e Sud-Est

TAVOLA 18 Rilievo degrado prospetto Nord-Est

TAVOLA 19 Rilievo degrado prospetto Sud-Ovest

TAVOLA 20 Rilievo degrado prospetti Nord-Ovest e Sud-Est

TAVOLA 21 Rilievo fotografico edificio

TAVOLA 22 Ipotesi stratigrafie stato di fatto

Parte 2 - Il Progetto

TAVOLE DI SINTESI

SCALA 1:1000

TAVOLA 23 FDOM

TAVOLE DI PROGETTO ARCHITETTONICO

TAVOLA 24 Planivolumetrico e sistemazione urbana

TAVOLA 25 Analisi alloggi

TAVOLA 26 Confronto stato di fatto - logica addizionale

TAVOLA 27 Pianta piano tipo 1e arredo

TAVOLA 28 Pianta piano tipo 2 e arredo

TAVOLA 29 Pianta piano sopraelevato

TAVOLA 30 Pianta piano terra e contesto urbano

TAVOLA 31 Prospetto Nord-Est

TAVOLA 32 Prospetto Sud-Ovest

TAVOLA 33 Prospetti Nord-Ovest e Sud-Est

TAVOLA 34 Sezione A-A' trasversale

TAVOLA 35 Inserimenti fotografici

TAVOLA 36A,B Viste 3D

TAVOLA 37A,B Verifica accessibilità e VVF

TAVOLE DI PROGETTO TECNOLOGICO

TAVOLA 38A,B Abaco progetto e abaco serramenti

TAVOLA 39A,B Sezioni verticali facciata sud-ovest e orizzontale attacco volume additivo

TAVOLA 40A,B Sezione verticale e orizzontale parete impianti di scarico bagno

TAVOLA 41 Sezione piano terra

TAVOLA 42 Tavola pannelli sandwich sopraelevazione: SIP

TAVOLA 43A,B,C Nodi verticali attacco volumi additivi

TAVOLA 44 Nodo verticale attacco sopraelevazione

TAVOLA 45 Nodo orizzontale attacco controvento

TAVOLA 46A,B,C Funzionamento stagionale termico sopraelevazione

TAVOLA 47 Funzionamento stagionale termico volume additivo e giardino d'inverno

TAVOLA 48 Funzionamento frangisole

TAVOLA 49A,B Spaccati assonometrici volume additivo e sopraelevazione

Parte 3 - Approfondimenti

TAVOLE APPROFONDIMENTO STRUTTURALE

TAVOLA 50 Sintesi del progetto strutturale

TAVOLA 51 Soluzione strutturale controvento

TAVOLA 52 Soluzione strutturale cubotto

TAVOLA 53 Soluzione strutturale piastra

TAVOLE APPROFONDIMENTO IMPIANTI

TAVOLA 54A,B Impianto di riscaldamento e raffrescamento uffici

TAVOLA 55 Impianto di riscaldamento e raffrescamento sopraelevazione

TAVOLA 56A,B Impianto di ventilazione e raffrescamento alloggi piano tipo

TAVOLA 57A,B Impianto di ventilazione soprizzo

TAVOLA 58 Pianta coperture fotovoltaico e solare-termico

Indice figure e tabelle

Parte 1 - Analisi Caso studio

CAPITOLO 1 - Inquadramento

FIGURA 1: il rapporto tra Rozzano e Milano e tra Rozzano e i comuni limitrofi, autore tesi

FIGURA 2: cartografia IGM del 1961

FIGURA 3: cartografia CTR del 1980

FIGURA 4: rapporto tra volumi pieni e volumi vuoti nel Comune di Rozzano, autore tesi

FIGURA 5: analisi di incremento o decremento decennale di popolazione, ISTAT

FIGURA 6: andamento grafico del numero di abitanti del Comune di Rozzano, ISTAT

FIGURA 7: distribuzione della popolazione nelle diverse fasce di età, ISTAT

FIGURA 8: analisi del saldo migratorio negli ultimi anni, ISTAT

FIGURA 9: analisi del verde cittadino, con i parchi 1 e 2 in evidenza, autore tesi

FIGURA 10: verde pubblico e aiuole nel quartiere ALER di Rozzano, autore tesi

FIGURA 11: rilievo delle altezze degli edifici del quartiere, autore tesi

FIGURA 12: individuazione dei servizi di quartiere, autore tesi

FIGURA 13: stralcio del questionario utilizzato per conoscere problematiche e necessità del quartiere, autore tesi

FIGURA 14: ombreggiamento il 21 Dicembre alle ore 12:00, autore tesi

FIGURA 15: ombreggiamento il 21 Marzo alle ore 12:00, autore tesi

FIGURA 16: ombreggiamento il 21 Giugno alle ore 18:00, autore tesi

CAPITOLO 2 – La prefabbricazione pesante

FIGURA 1: schema statico con pilastri incastrati e arco a tre cerniere, autore tesi

FIGURA 2: pilastro con puntello di irrigidimento, pilastro alleggerito e accoppiamento di due "C" in cls, autore tesi

FIGURA 3: tipologie di solai, autore tesi

FIGURA 4: tipologie partizioni verticali, autore tesi

FIGURA 5: tipologie chiusure verticali, autore tesi

FIGURA 6: appoggio solaio-parete tradizionale e "a saetta", autore tesi

FIGURA 7: esempio di nodo solaio-parete in un sistema di prefabbricazione totale (“Camus”), autore tesi

FIGURA 8: esempio di nodo solaio-parete in un sistema di prefabbricazione in cantiere (“Cauvet”), autore tesi

FIGURA 9: esempio di nodo solaio-parete in un sistema di prefabbricazione mista (“Estiot”), autore tesi

FIGURA 10: sezione verticale del sistema “Fioriò”, con il pannello “Murceram” superiore e il pannello “Preceram” collegato alle fondazioni, autore tesi

CAPITOLO 3 – Rilievo stato di fatto

FIGURA 1: basamento in cls martellinato, autore tesi

FIGURA 2: piastrelle di clinker rosso 2x2 cm, autore tesi

FIGURA 3: pannelli prefabbricati, autore tesi

FIGURA 4: pluviale in rame, autore tesi

FIGURA 5: parapetto balconi in vetro e ferro, autore tesi

FIGURA 6: finitura ingressi, autore tesi

FIGURA 7: scala esterna, autore tesi

FIGURA 8: parapetto scalinata esterna, autore tesi

FIGURA 9: tettoia scalinata esterna, autore tesi

FIGURA 10: disposizione trilocali in pianta, autore tesi

FIGURA 11: disposizione bilocali in pianta, autore tesi

FIGURA 12: localizzazione vani bagno e cucina, autore tesi

FIGURA 13: pianta bilocale, autore tesi

FIGURA 14: pianta trilocale, autore tesi

FIGURA 15: individuazione delle criticità, autore tesi

FIGURA 16: collocazione degrado, da Tavola n° 18, 19 e 20

FIGURA 17: tabella legenda degrado e riferimenti, autore tesi

FIGURA 18: patologie più diffuse, autore tesi

Parte 2 – Il Progetto

CAPITOLO 4 – Il processo preliminare alla progettazione

FIGURA 1: pagina 0 scheda BPE, modello PRIN

FIGURA 2: pagina 1 scheda BPE, modello PRIN

FIGURA 3: pagina 1 scheda BPE, modello PRIN

FIGURA 4: sigle Udr Milano, autore tesi

FIGURA 5: pagina 1 scheda BPE, modello PRIN

FIGURA 6: pagina 2 scheda BPE, modello PRIN

FIGURA 7: sintesi dati sulla struttura portante allo stato di fatto

FIGURA 8: sintesi dati sulle chiusure verticali allo stato di fatto

FIGURA 9: tabella spessori isolamento, autore tesi

FIGURA 10: tabella trasmittanza media involucro, autore tesi

FIGURA 11: tabella valori E_{ph} raggiunti per le diverse classi, autore tesi

FIGURA 12: forze e debolezze del quartiere e del lotto di progetto, autore tesi

FIGURA 13: opportunità e minacce del quartiere e del lotto di progetto, autore tesi

CAPITOLO 5 – Il progetto architettonico

FIGURA 1: vista della piazza, autore tesi

FIGURA 2: vista delle rampe e del passaggio pedonale, autore tesi

FIGURA 3: sezione orizzontale del piano rialzato, autore tesi

FIGURA 4: strategie di intervento, autore tesi

FIGURA 5,6 e 7: sezione orizzontale del piano tipo, evidenziando bilocali e trilocali, autore tesi

FIGURA 8: schema distributivo delle addizioni volumetriche, autore tesi

FIGURA 9: sezione orizzontale del sopralzo, autore tesi

FIGURA 10: vista prospettica del sopralzo, autore tesi

FIGURA 11: vista prospettica del fronte strada, autore tesi

FIGURA 12: prospetto sud-ovest, autore tesi

FIGURA 13: prospetto nord-est, autore tesi

FIGURA 14: zona giorno e notte nel bilocale, autore tesi

FIGURA 15: zona giorno e notte nel trilocale, autore tesi

FIGURA 16: scheda di valutazione della fruibilità allo stato di fatto, autore tesi

FIGURA 17: scheda di valutazione della fruibilità allo stato di progetto, autore tesi

FIGURA 18: ingresso allo stato attuale, viene evidenziata la rampa di scale di accesso, autore tesi

FIGURA 19: pianta a livello terra con i percorsi accessibili, autore tesi

FIGURA 20: alloggio tipo accessibile a persone disabili, autore tesi

FIGURA 21: pianta di un piano tipo con indicazione delle vie di fuga e della posizione degli idranti, autore tesi

FIGURA 22: dettaglio delle vie di fuga riferite ad un vano scala, autore tesi

CAPITOLO 6 – Il progetto tecnologico

FIGURA 1: andamento temperatura, software JTemp

FIGURA 2: montaggio dei pannelli di facciata

FIGURA 3: sottostruttura dei pannelli

FIGURA 4: andamento temperatura, software JTemp

FIGURA 5: andamento temperatura, software JTemp

FIGURA 6: andamento temperatura, software JTemp

FIGURA 7: andamento temperatura, software JTemp

FIGURA 8: andamento temperatura, software JTemp

FIGURA 9: dettaglio della soluzione d'angolo tra pannelli SIPs, scheda tecnica

FIGURA 10: dettaglio dell'apertura di una porta e delle connessioni tra i pannelli, scheda tecnica

FIGURA 11: andamento temperatura, software JTemp

FIGURA 12: spaccato assonometrico del giunto termico e dei ferri passanti, autore tesi

FIGURA 13: sezione sud-ovest di un cubotto e di una loggia, autore tesi

FIGURA 14: spaccato assonometrico dell'attacco e della struttura del volume additivo all'esistente, autore tesi

FIGURA 15: spaccato assonometrico dell'attacco tra balcone e sopraelevazione, autore tesi

FIGURA 16: funzionamento energetico invernale del giardino d'inverno e del volume additivo, autore tesi

FIGURA 17: funzionamento energetico estivo del giardino d'inverno e del volume additivo, autore tesi

FIGURA 18: funzionamento energetico del giardino d'inverno e del volume additivo nelle stagioni intermedie, autore tesi

FIGURA 19: 21 dicembre, incidenza dei raggi solari sulla superficie vetrata, autore tesi

FIGURA 20: 21 marzo, incidenza dei raggi solari sulla superficie vetrata, autore tesi

FIGURA 21: 21 giugno, incidenza dei raggi solari sulla superficie vetrata, autore tesi

FIGURA 22: funzionamento energetico invernale sopraalzo, autore tesi

FIGURA 23: funzionamento energetico estivo sopraalzo, autore tesi

FIGURA 24: funzionamento energetico nelle stagioni intermedie sopraalzo, autore tesi

Parte 3 – Approfondimenti

CAPITOLO 7 – Il progetto strutturale

FIGURA 1: definizione area di influenza del pilastro, autore tesi

FIGURA 2: spettro di risposta allo stato limite di esercizio

FIGURA 3: spettro di risposta allo stato limite ultimo

FIGURA 4: andamento della pressione del vento agente sull'edificio, NTC 2008

FIGURA 5: distribuzione dei nuclei di controvento, autore tesi

FIGURA 6: distribuzione dell'azione assiale lungo gli elementi strutturali del controvento, autore tesi

FIGURA 7: distribuzione dell'azione assiale lungo gli elementi strutturali del controvento, autore tesi

FIGURA 8: schema di assemblaggio degli elementi strutturali dei volumi additivi, autore tesi

FIGURA 9: diagrammi azioni interne (deformazioni, azioni assiale, taglio e momento flettente), autore tesi

FIGURA 10: andamento dei momenti flettenti agenti sulla trave [kNm], autore tesi

FIGURA 11: andamento degli sforzi di taglio agenti sulla trave [kN], autore tesi

FIGURA 12: andamento dei momenti flettenti agenti sulla trave [kNm], autore tesi

FIGURA 13: andamento degli sforzi di taglio agenti sulla trave [kN], autore tesi

FIGURA 14: schema della piastra di copertura, autore tesi

FIGURA 15: linee di rottura per una piastra con due appoggi e due incastri, autore tesi

FIGURA 16: linee di rottura per una piastra con un appoggio e due incastri, autore tesi

FIGURA 17: funzionamento del giunto termico tra piastra e balcone

CAPITOLO 8 – Il progetto energetico/impiantistico

FIGURA 1: dati climatici comune di Rozzano, autore tesi

FIGURA 2: schema carichi termici invernali, autore tesi

FIGURA 3: tabella escursione termica, autore tesi

FIGURA 4: spettro fattore di correzione, autore tesi

FIGURA 5: schema carichi termici estivi, autore tesi

FIGURA 6: irradiazione media mensile Rozzano, autore tesi

FIGURA 7: schema impianto termico invernale centralizzato, da web

FIGURA 8: schema impianto termico invernale e ACS centralizzato, da web

FIGURA 9: tabella consumi nel periodo di punti, Caleffi

FIGURA 10: pianta piano terra, autore tesi

FIGURA 11: distribuzione canali di ventilazione condizionamento piano terra, autore tesi

FIGURA 12: prospetto norma UNI 10339

FIGURA 13: diagramma psicrometrico deumidificazione, autore tesi

FIGURA 14: diagramma psicrometrico funzionamento invernale, autore tesi

FIGURA 15: diagramma psicrometrico funzionamento estivo, autore tesi

FIGURA 16: tabella perdite di carico tubatura circolare, UNI 11300

FIGURA 17: esempio funzionamento doppio flusso, VMC

FIGURA 18: unità ventilante a doppio flusso in linea serie AERA VMC

FIGURA 19: raccordi e componenti del sistema, autore tesi

FIGURA 20: schema distributivo canali di ventilazione/raffrescamento alloggio tipo, autore tesi

FIGURA 21: pianta piano sopraelevato, autore tesi

FIGURA 22: superfici e fabbisogno appartamenti sopraelevazione, autore tesi

FIGURA 23: tabella calcoli volumi serbatoi, autore tesi

FIGURA 24: calcolo superfici pannelli solari, autore tesi

FIGURA 25: pianta della copertura, autore tesi

FIGURA 26: localizzazione unità ventilante tipo VORTICE, www.vortice.com

Indice allegati

Parte 1 - Analisi Caso studio

CAPITOLO 1 - Inquadramento

CAPITOLO 2 – La prefabbricazione pesante

CAPITOLO 3 – Rilievo stato di fatto

ALLEGATO A: schede di rilievo tecnologico

ALLEGATO B: schede di rilievo del degrado

Parte 2 – Il progetto

CAPITOLO 4 – Il processo preliminare alla progettazione

ALLEGATO C: schede AG, EC, CS

ALLEGATO D: schede best practice examples

ALLEGATO E: fabbisogno energetico di progetto

ALLEGATO F: schede riferimenti progettuali

CAPITOLO 5 – Il progetto architettonico

ALLEGATO G: schede fruibilità

CAPITOLO 6 – Il progetto tecnologico

ALLEGATO H: valori di trasmittanza media involucro

ALLEGATO I: confronto fabbisogno energetico invernale stato di fatto-progetto

ALLEGATO L: schede tecnologia di progetto

ALLEGATO M: schede LCA

Parte 3 – Approfondimenti

CAPITOLO 7 – Il progetto strutturale

CAPITOLO 8 – Il progetto energetico/impiantistico

ALLEGATO N: schede bilancio energetico estivo alloggi piano tipo

ALLEGATO O: tabella perdite per trasmissione

ALLEGATO P: tabella perdite per ventilazione

ALLEGATO Q: calcolo guadagni solari

ALLEGATO R: tabella riassuntiva calcolo fabbisogno invernale

ALLEGATO S: tabella riassuntiva fabbisogno invernale ed estivo per alloggio

ABSTRACT

La riqualificazione del patrimonio di edilizia residenziale pubblica costituisce un campo di indagine significativo sulle problematiche e le opportunità di un miglioramento prestazionale del costruito e sulla definizione di metodologie di valutazione della qualità edilizia e architettonica nelle differenti fasi del processo edilizio.

Tale interesse consegue dalla rilevazione di alcune condizioni peculiari di questa tipologia edilizia:

- la significativa incidenza delle attività di recupero sul totale degli interventi edilizi;
- la consistenza del patrimonio di edilizia residenziale pubblica (in termini quantitativi generali e in termini dimensionali dei singoli comparti o edifici);
- il frequente superamento del livello minimo di efficienza energetica, in assenza di interventi manutentivi, per cui questo patrimonio risulta responsabile del 40% dei consumi totali e delle emissioni inquinanti in atmosfera.

Si tratta dunque di un tema complesso e articolato nel quale convergono elementi di natura tecnologica e operativa, architettonica e urbanistica, economica e finanziaria, nonché sociale e politica.

Se le numerose esperienze condotte in ambito nazionale ed europeo hanno permesso di analizzare approfonditamente le problematiche in gioco e mettere a punto efficaci soluzioni per ciascuna categoria di elementi coinvolti, resta l'estrema difficoltà del dare risposta alle molteplici componenti del singolo programma contemporaneamente e mediante interventi unitari, a costi e tempi ridotti.

Nel presente lavoro di tesi ci si propone, mediante una approfondita analisi delle opzioni tecnologico-architettoniche, di risolvere le problematiche evidenziate attraverso un approccio integrato relativo ad un caso di studio.

Si tratta di un edificio residenziale pubblico, di tipologia in linea, sito in Rozzano (Milano) nel quartiere interamente edificato dall'IACP-ALER sul finire degli anni Sessanta e caratterizzato da una rigida struttura in pannellature prefabbricate.

Il progetto di intervento sul caso studio vuole essere un esercizio di valutazione e confronto tra le differenti possibilità di risposta ai problemi sopra citati, al fine di individuare la soluzione operativa migliore.

Ed è con questi obiettivi che il lavoro di tesi, su un edificio dalle specifiche e peculiari caratteristiche tecnologiche e architettoniche, rappresenta uno dei diversi casi valutati all'interno di un più ampio progetto di ricerca internazionale (prin 2009): *"Metodologie innovative per la riqualificazione energetica e il recupero prestazionale del patrimonio edilizio esistente strutturato in geocluster"*.

La ricerca di una soluzione efficace e dal carattere integrato inizia, quindi, dall'identificazione del problema per poi passare all'analisi e studio delle modalità di approccio europeo allo stesso.

A partire, poi, dal quadro completo della prassi più diffusa ed efficace, si definiscono diversi scenari di intervento.

Si cerca quindi di fare un passo avanti rispetto al *modus operandi* comune mediante l'ottimizzazione tecnologica (elementi costruttivi), operativa (costi e tempi), energetica (strategie) ed economica (scelta di materiali), confrontando diverse alternative, al fine di individuare, attraverso un processo iterativo, la soluzione che garantisca una risposta integrata alle diverse problematiche.

Ai problemi di fruibilità e accessibilità degli spazi interni, di obsolescenza e basse prestazioni dell'involucro, di alti consumi energetici, di deficit impiantistici e di scarso carattere architettonico, si cerca di affiancare la necessità di minimizzare i

disagi per gli utenti e ci si deve confrontare con le forti limitazioni dovute ad un involucro a pannellature prefabbricate.

Con queste finalità, e dopo aver valutato i molteplici scenari di intervento possibili dal punto di vista **energetico**, emerge che un **approccio di tipo additivo**, con integrazioni tridimensionali sull'involucro, consente risultati ottimali in termini di razionalizzazione dei tempi e dei modi di intervento, con conseguenti risparmi di natura economica. L'efficacia dei risultati è strettamente connessa al carattere **ripetibile** della strategia di intervento individuata, al variare della tecnologia e delle condizioni al contorno.

Queste valutazioni di natura teorica e simulativa sono state, quindi, applicate al caso studio concretizzandosi in un progetto complesso di ingegneria e architettura, in cui si è cercato di enfatizzare il processo di scelta tra le alternative sotto gli aspetti tecnologici, architettonici, spaziali ma anche di integrazione impiantistica, strutturale e urbanistica. Sono non pochi i limiti architettonici ed economici presentati da edifici dalla natura rigida e scatolare, conferita dagli elementi prefabbricati.

La scelta di incrementare il volume sulla facciata sud, con addizioni modulari riscaldate e vetrate, piccole serre e logge, consente, da una parte, di incrementare lo spazio interno, migliorare la **fruibilità** degli ambienti e adeguare le dimensioni dei locali di servizio alla normativa vigente senza creare forti disagi agli inquilini e, dall'altra, di ottimizzare i guadagni invernali, migliorare la ventilazione naturale estiva e, di conseguenza, ridurre il fabbisogno termico e risolvere i numerosi problemi, di degrado e prestazionali, dell'involucro.

Inoltre, la strategia di creare un nuovo piano residenziale in copertura, al posto dell'attuale obsoleto sottotetto, con chiusure in pannellature sandwich strutturali, consente indubbi vantaggi da diversi punti di vista: velocità di montaggio e trasporto, disponibilità di una nuova copertura in cui integrare sistemi di captazione solare, disponibilità di alloggi di buona qualità da vendere per ricavare fondi necessari a sopperire alle spese dell'intervento sull'edificio e per incrementare il mix sociale in quartieri e città che non devono più essere realtà periferiche isolate.

Ci si è focalizzati, quindi, sullo studio dell'importante interfaccia tra nuove addizioni ed esistente, ponderando le scelte in rapporto alla risoluzione dei nodi strutturali e tecnologici e della valutazione dei materiali con il miglior compromesso tra prestazioni e impatto ambientale.

Per quanto riguarda il **progetto strutturale**, utilizzando il medesimo approccio non invasivo e "dall'esterno", si è studiata una soluzione che, mediante pochi nuovi elementi strutturali, consentisse contemporaneamente l'adeguamento sismico dell'edificio e il sostegno delle nuove porzioni dell'involucro.

Si sono poi approfondite le problematiche relative all'integrazione/sostituzione degli **impianti termici** esistenti considerando i vantaggi fiscali del nuovo DL 63/2013, e si sono incrociati i bisogni degli inquilini con criteri di economicità e di libertà di scelta dell'utente.

Non di minore importanza sono gli aspetti urbanistici e il carattere sociale del caso studio. La riqualificazione dello spazio esterno e la creazione di un locale interno per lo svago e l'aggregazione hanno, infatti, la finalità di favorire lo scambio, la partecipazione, la vita all'esterno degli alloggi per utenti, soprattutto anziani, impauriti e segregati nell'unica sicurezza che hanno: una casa.

Si tratta, in sintesi, di aver ripensato al progetto residenziale come luogo per sperimentare forme e soluzioni, innovando tecnologie e materiali, con l'obiettivo di conferire all'abitare sociale una nuova connotazione fondata sul benessere dei suoi utenti.

ABSTRACT

The requalification of public residential assets constitutes a significant field of research on problems and opportunities linked with improvement in performances of buildings and on the definition of evaluation methodologies of architectural and construction quality in various phases of the building process.

Such interest is consequential to the collection of data on some peculiar conditions of this construction typology:

- the significant impact of requalification activities on the total of buildings interventions;
- the size of public residential assets (in general quantitative terms and in dimensional terms of single compartments and buildings);
- the 40% of total consumption and of pollution emissions in the atmosphere due to the frequent surpassing of the minimum level of energetic efficiency, in absence of maintenance interventions.

Thus, it is a complex and articulated topic in which elements of various types converge: technological and operative, architectural and urbanistic, economic and financial, social and politic.

Although the numerous experiments conducted at the national and European level have permitted us to thoroughly analyze the stakes at play and develop efficient solutions for each category of involved elements, the extreme difficulty still remains with regard to contemporarily giving solutions through unitary operations to the multiple components of the single program, with reduced time and costs.

This thesis is aimed at, through precise analysis of the technological-architectural options, giving solutions to highlighted problems through an integrated approach related to a case study: a residential public building, of an in line type, situated in Rozzano (Milano) in an area entirely built by IACP-ALER at the end of the 1970s and characterized by a rigid structure in prefabricated panels.

The project of the intervention on the case study wants to be an exercise of evaluation and comparison between different possible answers to the above-mentioned problems, with the intent of finding the best operative solution.

And it's with these objectives that this thesis, which focuses on a building with specific and peculiar technological and architectural features, represents one of the various cases taken into consideration in a broader international research project (prin 2009): *"innovative methodologies for the energetic requalification and performance recovering of the existing building assets structured in geocluster"*

The research of an efficient solution of an integrated character, starts, thus, from the identification of the problem to then move on to the analysis and study of the modality of the European approach to the same. Starting from, then, the full picture of the most diffused and efficient use, various approaches can be defined.

It can be tried to take a step forward from the usual modus operandi through the technological (constructive elements), operative (costs and time), energetic (strategies) and economical (choosing of materials) optimization, comparing different alternatives, with a goal of selecting, through an iterative process, the solution that guarantees an adequate response to the different problems.

To the problems of usability and accessibility of the interior spaces, of obsolescence and low performances of the shell, of high energetic consumptions, of system deficits and of low architectonic character, the need to minimize the inconveniences for the users, and the need to confront with the big limitations due to the prefabricated panel shell, can be linked.

With these goals, and after having evaluated multiple scenarios of possible intervention from an energetic point of view, an approach of additional type emerges, with tridimensional integrations on the shell, that allows for optimal results in terms of rationalization of time and of the means of intervention, with consequent savings of an economic nature.

The efficiency of the results is strictly linked to the repeatable character of the intervention strategy selected, not varying due to technology and conditions of the surroundings.

These evaluations of a theoretical and simulative nature have been, thus, applied to the case study resulting in a complex engineering and architectural project, in which the process of selection has been emphasized between alternatives in a technological, architectural, spatial but also of system integration, structural and urbanistic aspects. The architectural and economic limits presented by buildings of the same rigid and "box" nature, given by the prefabricated elements, are not few.

The choice of increasing the volume of the southern facade, with modular heated and windowed additions, small glasshouses and balconies, enables, on one side, to increment the interior space, to improve the usability of the ambient and adjust the dimensions of the service rooms to the laws in force without creating major inconveniences to the residents, and on the other, to optimize the wintry gains, improve the natural summer ventilation and, consequently, to reduce the thermic need and resolve the numerous problems of degradation and performance of the shell.

Furthermore, the strategy of creating a new residential plan in roofing, in place of the current obsolete garret, with closings in structural sandwich panels, enables sure advantages from various points of view: speed of assembly and transport, availability of a new covering with integrated solar absorption systems, availability of good quality accommodations to sell in order to meet the financial needs raised from the costs of the intervention on the building and to increase the social mix in areas and cities that won't have to be isolated peripheral areas anymore.

The focus, thus, is on the study of the important interface between new additions and the existent, thinking about the choices in relation to the resolution of the structural and technological nodes and the evaluation of the materials with the best compromise between performances and environmental impact.

With regard to the structural project, using the same non-invasive and external approach, a solution has been studied that, through few new structural elements, contemporarily enables the seismic adaptation of the building and the support of the new portions of the shell.

Then, the problems relative to the integration/substitution of the existing thermal systems have been examined in depth, considering the fiscal advantages of the new D.L. 63/2013 and the needs of the residents have merged with economic criteria and their freedom of choice.

Not of lesser importance are the urbanistic aspects and the social character of the case study. The requalification of the external space and the creation of an internal room for recreation and aggregation have, in fact, the goal to facilitate the social participation, life outside the users' accommodations, especially for the elderly, scared and segregated in the only sure thing they have: a house.

It's all about, in synthesis, having thought of a residential project as a location to experiment with shapes and solutions, innovating technologies and materials, with the objective of giving to social living a new connotation based on the well-being of its users.

INQUADRAMENTO DEL PROBLEMA SCIENTIFICO : IL RECUPERO DELL'HOUSING SOCIALE

Il problema scientifico

Il secolo appena trascorso ha registrato una modificazione radicale dei modi di abitare nei paesi dell'occidente industrializzato.

L'abitazione, divenuta bene di consumo di massa, ha convogliato ricerche soprattutto orientate all'economicità e alla ripetibilità del "prodotto", spesso a scapito di aspetti qualitativi e prestazionali.

Se la standardizzazione e la zonizzazione, la tipizzazione e *existenzminimum*, l'igiene e l'efficienza ergonomica, sono state le linee guida del progetto dell'abitare che hanno caratterizzato tutto il secolo scorso, l'adattabilità e la flessibilità, la personalizzazione e la riconoscibilità della propria abitazione tra le altre, l'individualità e la ricerca della privacy, l'integrazione del contesto e la sostenibilità ambientale sono i nuovi paradigmi della progettazione residenziale.¹

Le condizioni socio-economiche ed i caratteri tecnico-costruttivi che hanno presieduto all'edificazione dell'ingente patrimonio residenziale dall'immediato dopoguerra sino ai primi anni '80, oggi soggetto ad un degrado fisico e ad un'obsolescenza funzionale importanti, hanno determinato negli ultimi anni una riflessione approfondita sulle metodologie ed opportunità degli interventi di riqualificazione.

Contemporaneamente nuovi vincoli di natura ambientale e la necessità di ripensare all'ambiente urbano come "*macchina per risparmiare risorse*", propongono per il progetto dell'abitazione uno scenario di riflessioni, di esperienze e di ricerche sulle quali vale la pena soffermarsi per provare a delineare i possibili percorsi per ripensare l'immediato futuro.²

All'emergenza abitativa, principalmente connessa ai fenomeni dell'inurbamento e della crescita demografica, è stata data una risposta di tipo prevalentemente quantitativo, con una scarsa attenzione ai livelli di qualità delle costruzioni, sotto tutti gli aspetti.

Si tratta di un patrimonio importante, il cui recupero costituirà nel medio periodo una percentuale significativa delle attività nel settore edilizio, decisamente superiore agli interventi di nuova costruzione.

È possibile rilevare che ad oggi, in Italia così come in Europa, una rilevante percentuale degli edifici residenziali ha superato, in assenza di interventi, il limite di efficienza prestazionale, rendendo pertanto necessaria una ricognizione diffusa del deficit qualitativo esistente.

Occorre dunque ripensare l'abitare, indirizzando studi e riflessioni alle questioni della residenza, interrogandosi sulle trasformazioni culturali, sociali e tecnologiche in atto e sulle modalità di risposta alle problematiche attuali attraverso un approccio integrato che non trascuri nessun aspetto del problema.

¹ Delera A. (a cura di), "*Ri-pensare l'abitare: politiche, progetti e tecnologie verso l'housing sociale*", Hoepli, Milano 2009

² De Fatima Sabaini Gama Maria, "*L'architettura dell'edilizia residenziale pubblica*", Gangemi Editore, Roma, 2012

IL PERCORSO STORICO-LEGISLATIVO DELL'EDILIZIA POPOLARE PUBBLICA³

L'idea della casa popolare scaturisce dall'esigenza di sopperire ad una impossibilità da parte del privato di tradurre in domanda effettiva il suo bisogno; dall'esigenza di indirizzare altrove il reddito dei soggetti che usufruiranno dell'alloggio popolare; dalla constatazione di uno squilibrio tra domanda e offerta di abitazioni; comunque da una presa di conoscenza, propria dell'età contemporanea, del diritto all'abitazione come diritto essenziale.

La nascita del social housing

A partire dalla nuova consapevolezza dell'abitazione come diritto fondamentale, lo Stato entrò nel gioco di costruzione della città dal momento in cui l'aumento demografico, causa in parte delle critiche condizioni igienico-sanitarie dei quartieri interni, oltre alle richieste speculative dei gruppi economicamente più forti, non potevano più essere ignorati. La presenza dell'ente pubblico divenne insistente negli anni del fascismo e continuò ad essere fondamentale nell'emergenza post bellica.

Al termine della Seconda Guerra Mondiale, con l'Italia in piena recessione economica e con un patrimonio abitativo gravemente danneggiato, la questione dell'abitazione divenne urgente e drammatica.

Il secondo dopoguerra

Al problema della distruzione delle città si aggiungevano i fenomeni migratori dell'urbanizzazione, con flussi dalle campagne alle città e, a scala nazionale, da sud a nord.

L'Italia si presenta con il sovraffollamento e l'inadeguatezza delle abitazioni: nel 1951 in Italia risultavano 10.630.000 abitazioni occupate da 11.374.000 famiglie, di cui 219.000 improprie (grotte, baracche, barche, botteghe e magazzini)⁴.

Le necessità impellenti, l'intensa speculazione immobiliare, e in parte le sperimentazioni del Movimento Moderno, portarono a schemi che, per rapidità di esecuzione e per la capacità di massimizzare i guadagni, vennero utilizzati indistintamente e ovunque.

Le periferie continuarono ad estendersi senza un vero rapporto con le città, con i contesti e i paesaggi: insediamenti generalmente costituiti da edifici in linea o a torre, con ubicazioni abbastanza casuali all'interno dei lotti, con orientamenti e geometrie indipendenti dagli allineamenti stradali, con aree scarse, se non addirittura prive, di servizi.

In questo panorama, tra ricostruzione post-bellica e boom economico, si inserì il *Piano Ina-Casa*, proposto dall'allora Ministro del Lavoro e della Previdenza Sociale Amintore Fanfani, che prese avvio il 1 Aprile **1949**. Il programma complessivo si articolava in due piani settennali che fra il 1949 e il 1963 portarono alla realizzazione di più di 350.000 alloggi, costituendo il più importante intervento pubblico di edilizia sovvenzionata nel secondo dopoguerra.

Il Piano Ina-Casa

È il piano più completo mai promosso in Italia, che teneva conto di aspetti quali l'attenzione alle periferie, favorendone la presenza di servizi e collegandole alle grandi città, la scelta di materiali del luogo per *“favorire al massimo l'occupazione di*

³ Melis P., *“La valutazione della qualità globale degli edifici residenziali nella programmazione degli interventi di riqualificazione alla scala del patrimonio edilizio”*, tesi di dottorato in Ingegneria Edile, relatore Argiolas C., Università degli studi di Cagliari, 2009-10

⁴ Cfr. Di Biagi (a cura di), *“La grande ricostruzione. Il piano Ina-casa e l'Italia degli anni '50”*, Donzelli, Roma.

tutte le categorie di lavoratori” e di tecniche tradizionali per adattare gli edifici alle “caratteristiche dell’ambiente naturale, architettonico e sociale”.

Il primo fascicolo, intitolato “Suggerimenti, norme e schemi per l’elaborazione e presentazione dei progetti. Bandi dei concorsi”, si occupava della progettazione degli alloggi e della loro aggregazione secondo quattro diversi tipi edilizi: la casa multipiano, in linea, isolata e continua e la casa a schiera, a un piano e a due piani. Il secondo fascicolo, dal titolo “Suggerimenti esempi e norme per la progettazione urbanistica. Progetti tipo”, si occupava della configurazione dei quartieri in una prospettiva di urbanistica estensiva.

Il modello urbanistico di riferimento era infatti costituito dal quartiere autonomo e isolato di matrice scandinava e anglosassone, mentre erano più rari gli esempi di realizzazioni improntate ai principi insediativi del funzionalismo; l’unità di vicinato costituiva l’elemento base della costruzione del quartiere e della nuova comunità urbana.

L’impianto dei nuovi quartieri era caratterizzato da forme variate e articolate, con l’aggregazione di tipi edilizi differenti, mentre il linguaggio architettonico privilegiava il riferimento alla familiarità e spontaneità delle costruzioni tradizionali.

La conseguenza fu una tecnica costruttiva in cemento armato e muratura, che sul momento favorì l’espansione edilizia e il lavoro per le imprese di costruzione, ma col tempo finì per ostacolare il processo di industrializzazione edilizia, che iniziò a diffondersi in Italia negli anni ’60, in ritardo rispetto al resto d’Europa.

Elemento di criticità delle nuove realizzazioni era la localizzazione periferica e la carenza di attrezzature e servizi collettivi.

Le dinamiche della speculazione edilizia e della rendita fondiaria, insieme alla necessità di reperire aree basso costo per l’avvio delle attività di costruzione portò, infatti, all’acquisizione di aree spesso molto distanti dai centri urbani.

Il primo settennio

Le linee guida del *primo settennio* prevedevano la realizzazione di alloggi aventi una superficie minima pari a 30, 45, 60, 75 o 90 mq (misurate al netto di muri, tramezzi, logge e balconi), aventi rispettivamente 1, 2, 3, 4 o 5 vani utili; si prevedeva inoltre la dotazione di spazi di servizio esterno quali logge e balconi.

Gli schemi distributivi privilegiavano una separazione fra la zona giorno e la zona notte.

Le tipologie prevalenti erano le schiere e gli edifici multipiano in linea con altezze e distanze reciproche funzionali ad un buon soleggiamento.

L’altezza massima era inoltre condizionata dall’opportunità di non installare l’ascensore ed era generalmente limitata a 4 piani con una distanza fra gli edifici pari a una volta e mezzo l’altezza.

Le indicazioni di carattere igienico ambientale suggerivano, inoltre, una duplice esposizione e raccomandavano un rapporto aero-illuminante adeguato.

Gli edifici in linea erano generalmente composti da due o tre appartamenti per piano con corpi scala disposti in posizione centrale. La maggior parte di questi appartamenti avevano una piccola cucina aperta sullo spazio soggiorno e due camere da letto, per una superficie complessiva di 50-60 mq.

Il modulo tipologico elementare era generalmente replicato in diverse unità secondo forme di aggregazione differenti.

Il secondo settennio

Durante il *secondo settennio* di attività dell’INA-Casa l’attenzione si concentrò sull’inserimento urbanistico dei quartieri, incoraggiando un’armonica integrazione con l’ambiente paesistico e architettonico.

Venne, altresì, valutato l'adeguato dimensionamento delle attrezzature collettive all'interno dei piani regolatori comunali al fine di garantire un migliore inserimento delle nuove realizzazioni nel tessuto urbano.

L'obiettivo di migliorare la qualità funzionale degli alloggi orientò la produzione verso unità abitative maggiormente spaziose con superfici minime fissate in 50, 70, 90 o 110 mq per un numero di vani utili rispettivamente pari 2, 3, 4 o 5. Venne privilegiata la separazione fra cucina e soggiorno e la presenza di disimpegni di distribuzione fra una camera e l'altra.

A livello di organismo residenziale era generalmente previsto un ingrandimento degli spazi di servizio e la realizzazione di attività pubbliche nei piani terra al posto degli appartamenti. La realizzazione di alloggi al piano terra era consentita unicamente qualora quest'ultimo fosse sopraelevato almeno di 60 cm rispetto al piano stradale.

Al fine di indirizzare un coordinamento dimensionale degli elementi costruttivi era prevista l'unificazione di alcuni elementi quali l'altezza di piano, la dimensione delle scale e di finestre e porte interne.

Il modulo tipologico elementare dell'edificio in linea era replicato a formare blocchi edilizi più estesi con un numero di appartamenti per piano elevato, dai 10 ai 19, ed un ascensore per ogni corpo scala.

Questo periodo, inoltre, fu caratterizzato dal ricorso alla tipologia a torre; edifici alti e stretti che includevano sino a 5 appartamenti per piano, aggregati planimetricamente in modi diversi rispetto alle scale e generalmente compresi fra i 6 ai 14 piani di altezza. Gli edifici a torre erano completamente liberi su tutti i lati e pertanto caratterizzati da un'ampia visuale, per tale ragione erano generalmente provvisti di ampi balconi e terrazze.

L'esperienza dell'Ina-Casa si chiuse nel 1963. I piani successivi furono parziali, non riuscirono ad affrontare il problema dell'abitazione nella sua complessità, portando a soluzioni che troppo spesso avevano come criterio di base l'interesse di gruppi economici localizzati, che indirizzavano le scelte verso terreni mal serviti dalle infrastrutture, o privi di servizi per la comunità.

A cavallo tra gli anni Sessanta e Settanta si assistette ad un nuovo incremento demografico nelle città italiane, che andò a sommare la necessità di nuove abitazioni alle problematiche esistenti.

La **L. 865/1971** coincise con il periodo dell'utopia dei quartieri autosufficienti; la dimensione degli interventi aumentò sino a comprendere, all'interno di un singolo edificio o complesso unitario, un numero di residenti dell'ordine di alcune migliaia.

I quartieri costruiti a partire dalla metà degli anni '60 erano generalmente costituiti dalla combinazione di differenti tipologie, in particolar modo edifici a blocco con edifici alti a torre usati come segnali.

Gli edifici a blocco di questo periodo erano generalmente molto complessi ed estesi: avevano un'altezza spesso superiore ai sei piani, e contenevano dai due ai quattro appartamenti per livello con un ascensore per ogni corpo scala. Gli edifici a torre crescevano in altezza, raggiungendo uno sviluppo generalmente compreso tra gli otto e i diciannove piani con più di due appartamenti per ogni livello.

Gli anni '60 segnarono la progressiva introduzione dei *sistemi costruttivi industrializzati* al fine di conseguire quella razionalizzazione dei processi costruttivi resa necessaria dalla maggiore dimensione degli interventi. Il livello di prefabbricazione dei componenti utilizzati e di razionalizzazione dell'organizzazione del cantiere era strettamente connesso ad una progressiva modificazione

dell'organizzazione tecnico-economica delle imprese. Tale processo era inoltre consentito dal contemporaneo sviluppo del settore della produzione industriale di manufatti e componenti per l'edilizia.

Il nuovo picco di inurbamento determinò un frenetico aumento della domanda abitativa ed il ricorso a sistemi costruttivi innovativi per il contesto italiano appare come una scelta obbligata.

Le tecnologie edilizie industrializzate vennero importate prevalentemente dalla Francia, in cui si era verificato con largo anticipo un approfondimento dei più comuni aspetti realizzativi finalizzato a velocizzare le fasi di costruzione in cantiere.

I nuovi grandi edifici non si inserivano in un contesto urbano definito, non aiutavano a disegnare quartieri della città, e anzi sembravano voler isolare funzionalmente, socialmente e architettonicamente la periferia.

Si perse il dialogo tra periferia e città: le periferie erano sempre più luoghi a sé stanti, senza alcuna connotazione architettonica, caratterizzati da una monotonia costruttiva, dall'assenza di logiche urbanistiche o di efficienza energetica.

Gli anni Ottanta

La **L. 457/1978** segnò l'avvio di una nuova fase di realizzazioni con un Piano decennale di edilizia residenziale e l'introduzione di importanti modifiche al quadro normativo precedente.

Il nuovo provvedimento prevedeva differenti ambiti di operatività, e fra gli interventi di edilizia sovvenzionata affiancava, alle nuove costruzioni, il riuso del patrimonio esistente con l'istituzione dei *Piani di Recupero*.

Il disposto prevedeva una ricognizione delle zone da sottoporre a recupero mediante interventi di conservazione, risanamento e ricostruzione all'interno delle quali potevano essere inclusi singoli immobili, complessi edilizi, isolati ed aree nonché edifici da destinare ad attrezzature.

Il quadro si completava con interventi di edilizia agevolata e convenzionata e dall'acquisizione e urbanizzazione di aree destinate a insediamenti residenziali.

Gli anni Novanta

Una nuova fase delle politiche abitative nazionali si aprì agli inizi degli anni Novanta a seguito delle importanti trasformazioni sociali in atto e del progressivo ridimensionamento dell'intervento diretto dello stato.

Il tasso di sviluppo demografico segnò un rallentamento e la copertura del fabbisogno abitativo primario raggiunse una percentuale molto elevata (attestandosi al 70% delle abitazioni di proprietà).

La scarsa qualità edilizia e urbanistica degli interventi, insieme all'emergere di situazioni di degrado, impose dunque un nuovo approccio di tipo qualitativo in contrapposizione alla risposta meramente quantitativa offerta negli anni precedenti. Contemporaneamente si affacciò sul mercato abitativo una domanda di fasce deboli caratterizzate da un basso livello di reddito, come negli anni precedenti, e specificamente connotate dal punto di vista sociale, quali anziani, giovani coppie, immigrati, ecc.

La portata degli obiettivi e la pluralità dei portatori di interesse fece sì che i programmi complessi potessero essere realizzati anche in variante agli strumenti urbanistici vigenti attraverso lo strumento dell'Accordo di Programma che rappresentava, quindi, uno strumento a cavallo fra il piano urbanistico e il progetto edilizio. In questo nuovo quadro il ruolo delle Regioni divenne sempre più centrale essendo chiamate a cofinanziare gli interventi e, conseguentemente, a valutare i programmi da finanziare, assumendo una responsabilità diretta nelle scelte.

La **L. 179/1992** rifece il piano decennale dell'edilizia pubblica (dopo la L. 457/1978) e istituì i Programmi di Riqualificazione Urbana (PRiU) e i Programmi

Integrati di Intervento (PIN), mentre con la L. 493/1993 si istituirono i Programmi di Recupero Urbano (PRU), finalizzati alla realizzazione di interventi sul patrimonio di edilizia residenziale pubblica attraverso un insieme sistematico di opere di realizzazione, manutenzione e ammodernamento delle urbanizzazioni primarie e secondarie, di completamento e integrazione dei complessi urbanistici esistenti, di inserimento di elementi di arredo urbano, di manutenzione ordinaria e straordinaria, restauro, risanamento conservativo e ristrutturazione edilizia degli edifici.

Un'esperienza significativa, per gli obiettivi di sperimentazione previsti nello sviluppo dei progetti e per le modalità di coinvolgimenti degli abitanti, era costituito dai Contratti di Quartiere, progetti di recupero urbano (edilizio e sociale) promossi dai Comuni in quartieri segnati da un degrado diffuso delle costruzioni e dell'ambiente urbano e da una carenza di servizi in contesti di scarsa coesione sociale e di marcato disagio abitativo.

La progressiva contrazione dell'intervento pubblico a carico dello stato ed il processo di trasferimento delle funzioni e dei compiti amministrativi alle regioni e agli enti locali si completò con l'emanazione del **D.Lgs. 112/1998**, in cui si precisarono le funzioni mantenute dallo Stato e quelle conferite a regioni ed enti locali in materia di edilizia residenziale pubblica.

Il trasferimento di competenze dallo Stato alle Regioni non fu tuttavia seguito da un'adeguata attribuzione di risorse. Le politiche regionali dovevano inoltre affrontare l'emergere di una forte domanda di alloggi in locazione a canone moderato per i ceti medio-bassi.

LE PROBLEMATICHE ATTUALI DELL'EDILIZIA RESIDENZIALE PUBBLICA

All'interno del contesto storico-legislativo presentato, si delinea una produzione edilizia residenziale caratterizzata da una molteplicità di problemi che interessano tutti gli aspetti del costruito e sono determinanti per comprendere l'attuale stato di deficit prestazionale del patrimonio pubblico.

Le problematiche interessano le prestazioni degli elementi tecnici, ma anche la fruibilità e l'accessibilità degli alloggi, la sicurezza degli spazi di connessione, la stabilità strutturale e, non di minore importanza, il parametro di tipo qualitativo che, in realtà popolari, è sempre stato messo in secondo piano rispetto alle esigenze di economicità.

Sicurezza strutturale

Per quanto riguarda la sicurezza strutturale, il patrimonio edilizio realizzato nel secondo dopoguerra non è generalmente caratterizzato da problematiche rilevanti in tal senso. Tuttavia, gli edifici multipiano costruiti prima del 1974 non si adeguano alla normativa tecnica in materia di costruzioni in zona sismica (L. 64/1974) e si rivela pertanto necessaria una ricognizione puntuale per l'individuazione dei fabbricati che necessitano di interventi di adeguamento, con particolare riferimento alle zone ad elevata sismicità.

Prestazioni energetiche

La regolamentazione delle prestazioni energetiche degli edifici in Italia ha avuto una forte accelerazione negli ultimi anni a seguito delle disposizioni comunitarie in materia di contenimento dei consumi energetici nell'edilizia. Il patrimonio edilizio realizzato nel secondo dopoguerra non rispetta pertanto i valori standard di isolamento imposti dal **D.Lgs. 192/2005**. La scarsa efficienza energetica è strettamente connessa alla componente impiantistica che è responsabile di maggiori consumi e inquinanti emessi in atmosfera.

Un'ulteriore problematica è rappresentata dal surriscaldamento estivo, causato dall'assenza di dispositivi di schermatura solare delle aperture finestrate.

Inoltre gli edifici multipiano realizzati nel secondo dopoguerra sono affetti da problematiche relative all'umidità dell'aria all'interno degli ambienti. Un alto tasso di umidità è strettamente connesso ad una insufficiente ventilazione dei locali, alla presenza diffusa di ponti termici e a chiusure caratterizzate da alti valori di trasmittanza termica, che causa fenomeni di condensazione superficiale e interstiziale con il conseguente degrado degli strati di isolamento presenti nell'intercapedine delle pareti a doppio strato.

Fruibilità e accessibilità

Nella maggior parte degli edifici multifamiliari del secondo dopoguerra l'accessibilità in condizioni d'uso straordinarie non è garantita a causa dell'assenza di rampe e ascensori. Va inoltre verificata puntualmente la rispondenza dei percorsi orizzontali e verticali alle specifiche prestazionali.

Solo in pochi casi il vano scala è sufficientemente largo per inserire l'ascensore ed alloggiare i vani tecnici necessari.

Analoghe considerazioni devono essere sviluppate per le singole unità immobiliari relativamente al dimensionamento degli accessi, dei disimpegni e dei servizi igienici, al fine di verificarne i requisiti di visitabilità per i disabili. E' necessario garantire che il 5% degli alloggi sia accessibile e questo non è quasi mai garantito dal patrimonio edilizio residenziale esistente.

Flessibilità

Se la flessibilità degli alloggi di edilizia residenziale pubblica è generalmente bassa in quanto prevale il ricorso a tagli medio-piccoli e impianti distributivi rigidi, la trasformabilità varia in maniera sensibile in rapporto alle tecnologie costruttive

impiegate. L'uso di tecnologie industrializzate, come i grandi pannelli, implica il ricorso a maglie strutturali rigide che non consentono di effettuare variazioni significative sulle dimensioni dei vani del singolo alloggio e limitano l'unione o la scissione di più unità immobiliari definendo ambienti medio piccoli con uno scarso grado di flessibilità. Analoghe considerazioni valgono per la dotazione di spazi esterni di pertinenza del singolo alloggio

Un altro fattore particolarmente importante riguarda il rapporto tra il tipo edilizio e la morfologia urbana. La maggior parte dei complessi realizzati nel dopoguerra sono caratterizzati da una assenza di personalizzazione, da una anonimia e monotonia che contribuiscono ad attribuirgli, da parte degli stessi abitanti, una connotazione negativa. Un altro fattore che influenza negativamente l'impatto dell'edificio in termini di qualità estetica è il degrado in cui si trovano elementi e parti degli edifici, causato da assenza di manutenzione o errori costruttivi.

Qualità estetica

L'urgenza della richiesta di abitazioni a basso costo e la velocità con cui si è cercato di sopperire alla domanda nel dopoguerra è causa, non solo delle problematiche già analizzate, ma anche di una scarsa attenzione alla possibile natura aggregativa degli spazi condominiali. Quello che sorprende visitando queste realtà è la totale chiusura degli inquilini ai rapporti con il vicinato o con diverse realtà di quartiere. Questo è dovuto in parte anche all'assenza di spazi di aggregazione all'interno dell'edificio.

Spazi di aggregazione

Quest'ultimo problema non è solo legato alla mancanza di spazi comuni di qualità e di servizi condominiali ma è strettamente legato ad un problema ben più radicato e di natura urbanistica. Questi complessi residenziali dal carattere ingombrante e dallo sviluppo consistente, che nascono a partire dal secondo dopoguerra, rientrano all'interno di un programma urbanistico il cui principio ordinatore è quello dello zoning. La logica della differenziazione delle zone urbane al variare della loro funzione contribuisce alla localizzazione dei quartieri residenziali pubblici in zone periferiche e prive di servizi di quartiere. Ci troviamo quindi oggi a doverci confrontare con quartieri privi di qualità urbana, di opere di urbanizzazione secondaria, di spazi aperti vivibili, di coesione con il resto della città che, però, non sono più isolati e lontani dal centro urbano, a causa dello spostamento di fasce e categorie di popolazione, quali studenti, neo lavoratori, single o coppie giovani, nelle zone esterne alla cerchia urbana, ma ben collegate a quest'ultima, che garantiscono una spesa per l'alloggio inferiore.

I problemi urbanistici

Gli ostacoli economici e finanziari agli interventi di riqualificazione gestiti dall'ente pubblico sono forse la causa principale della situazione presentata in questo paragrafo. L'approccio più diffuso degli enti di edilizia residenziale pubblica è orientato all'adeguamento normativo e a interventi di manutenzione straordinaria puntuali e limitati al risanamento del guasto specifico. Questo ha peggiorato le condizioni dei complessi residenziali pubblici fino a determinarne l'attuale inadeguatezza al soddisfacimento delle condizioni minime di comfort e alla risposta abitativa a fronte della domanda di alloggi.

Ostacoli economico-finanziari

Le motivazioni alle spalle del panorama presentato sono da ricercarsi nell'imposizione fiscale che subiscono gli enti casa, analoga alle strutture che operano nel libero mercato. Le aziende pubbliche sono escluse dagli incentivi fiscali di cui beneficia il settore privato, come per esempio dalla detrazione fiscale del 65%, prevista dal DL 63/2013, della spesa sostenuta per interventi di efficienza energetica su edifici esistenti.

Per esempio, nei condomini costituitosi dopo il piano vendite previsto dalla legge 560 del 1993, possono usufruire di incentivi fiscali, a fronte di un intervento deliberato dall'assemblea condominiale, solo gli ex coinquilini divenuti proprietari e non l'ente gestore degli alloggi non venduti.

In assenza di incentivi è ovvio che gli enti gestori del patrimonio di edilizia residenziale pubblica non siano in grado di condurre interventi globali di riqualificazione dei fabbricati poiché non hanno nessuna possibilità di recuperare l'investimento.

UNA RISPOSTA AL PROBLEMA : IL PRIN 2009⁵

"METODOLOGIE INNOVATIVE PER LA RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA E IL RECUPERO PRESTAZIONALE DEL PATRIMONIO EDILIZIO ESISTENTE STRUTTURATO IN GEOCLUSTER"

La riqualificazione del patrimonio di edilizia residenziale pubblica è dunque un tema complesso che necessita di una risposta unitaria, tipica di un approccio multidisciplinare e integrato al problema.

Un input importante è dato dalle politiche comunitarie in materia di prestazioni energetiche in edilizia e dall'importante sforzo dell'Unione Europea nella promozione di ricerche e best practices finalizzate al superamento degli ostacoli esistenti alle attività di riqualificazione.

La *Direttiva 2010/31/UE* individua nel patrimonio edilizio esistente un settore strategico per la riduzione dei consumi energetici, essendo responsabile del 40% dei consumi totali e delle emissioni di inquinanti in atmosfera, e definisce specifiche prescrizioni da rispettare negli interventi di ristrutturazione importante e nell'intervento sulle parti funzionali più direttamente implicate nel controllo del comportamento energetico.

E' in questo panorama che si colloca il Progetto di Ricerca Internazionale a cui partecipa il dipartimento BEST del Politecnico di Milano, insieme ad altre quattro università italiane, *"Metodologie innovative per la riqualificazione energetica e il recupero prestazionale del patrimonio edilizio esistente strutturato in geocluster"*.

Progetto a cui partecipa questo lavoro di tesi come caso studio rappresentativo di una determinata tipologia edilizia e tecnologia costruttiva e, quindi, come esempio applicativo del tipo di approccio che la ricerca si pone l'obiettivo non solo di definire, ma anche di dimostrarne l'efficacia da diversi punti di vista.

Il progetto di ricerca e la tesi

PRIMA FASE: obiettivo della ricerca e caratterizzazione dei casi studio

L'obiettivo del progetto di ricerca è quello di definire strategie di recupero e riuso di edifici esistenti, abbandonati o degradati, sia dal punto di vista tipologico che tecnologico-prestazionale.

Obiettivo della tesi

A livello europeo la prima fase di impostazione del lavoro di ricerca ha visto la definizione di macro aree trans-nazionali con caratteristiche omogenee, finalizzata alla verifica del potenziale applicativo di tecnologie innovative per l'efficienza energetica: *geocluster*.

Questa frammentazione del territorio europeo in geocluster presuppone che, a fronte di un patrimonio edilizio residenziale pubblico con caratteristiche simili, si possano individuare strategie di intervento standardizzate ed efficaci. La ricerca delle più opportune strategie di intervento, al variare del luogo considerato, è mirata alla definizione di linee guida, schemi e logiche progettuali con cui il progettista può più facilmente, e con un margine di sicurezza maggiore, approcciarsi all'intervento di riqualificazione dell'esistente.

- *Caratterizzazione del geocluster*

Per lo sviluppo della ricerca, all'interno dei diversi geocluster, sono stati individuati alcuni casi studio che presentano caratteristiche ricorrenti e significative del patrimonio oggetto di studio.

I casi studio

⁵ 5° ENERGY FORUM sugli Involucri Solari: "Il recupero dei grandi quartieri residenziali: ripiasmare gli edifici attraverso addizioni volumetriche che integrano sistemi solari", Dipartimento BEST Politecnico di Milano

In Italia, come emerso dall'analisi storico-architettonica del capitolo precedente, le problematiche ricorrenti del patrimonio edilizio residenziale pubblico sono: la dimensione consistente dei quartieri popolari, la diffusa obsolescenza impiantistica (edifici energivori), organizzazione spaziale inadeguata all'evoluzione dei modelli di vita, il diffuso degrado materico, strutturale e tecnologico, la limitata varietà tipologica dell'offerta abitativa.

Gli edifici che presentano queste problematiche sono principalmente edificati a cavallo tra gli anni Sessanta e Settanta, periodo del boom economico e demografico, caratterizzate dall'uso predominante del cemento armato.

Il caso studio di tesi è infatti localizzato all'interno di vasto quartiere residenziale pubblico sito nel Comune di Rozzano, a sud del Comune di Milano, ed edificato dall'IACP-ALER tra il 1965 e il 1970.

- *Identificazione casi studio*

Per quanto riguarda l'ambito di ricerca lombardo, una preventiva catalogazione del patrimonio di edilizia residenziale pubblica (ALER) esistente ha portato all'individuazione di tre tipologie costruttive ricorrenti:

- Muratura piena/monostrato con telaio strutturale in cemento armato
- Muratura cassavuota con telaio strutturale in cemento armato
- Pannelli prefabbricati

Il caso studio di tesi

La scelta di confrontarci con la terza tipologia costruttiva è scaturita dal nostro particolare interesse rispetto allo studio e alla conoscenza dei sistemi di prefabbricazione pesante adottati nei decenni di riferimento, dalla volontà di contrapporre a quest'ultimo il vantaggio di una prefabbricazione leggera e per componenti e dalla volontà di confrontarci con una realtà edilizia dalla scarsa flessibilità e con diversi limiti di possibilità di intervento.

Ci sembra una sfida interessante riuscire a trovare la soluzione migliore, tra le alternative possibili, su un oggetto che di per sé non le suggerisce e, al contrario, obbliga a scartare alcune delle opzioni che, in casi diversi, sarebbero vantaggiose.

La prassi europea

SECONDA FASE: tendenze innovative per il recupero dell'edilizia residenziale pubblica in Europa

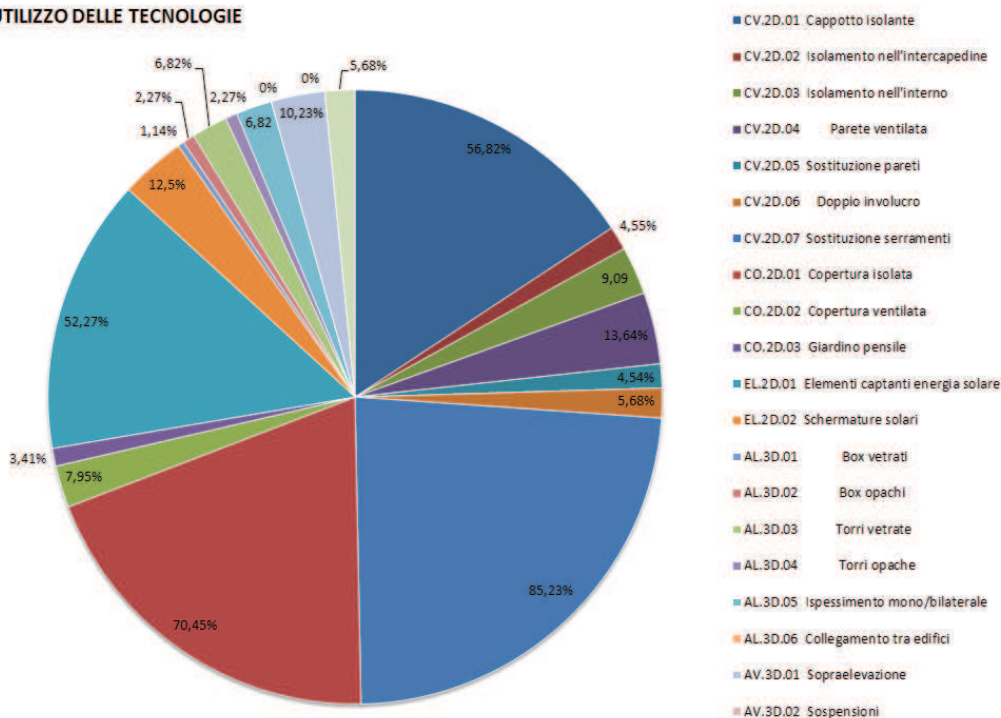
Per governare la complessità e la variabilità dei fattori in gioco è necessario partire da una conoscenza approfondita dei livelli qualitativi, alla scala dell'intero patrimonio, al fine di consentire, sin dalle fasi di pianificazione e programmazione, la definizione di priorità e di opportunità di intervento e la conseguente ottimizzazione degli investimenti.

Realtà come quella francese, tedesca o olandese, caratterizzate da un rilevante intervento pubblico nel soddisfacimento della domanda abitativa, già a partire dalla metà degli anni '80 hanno dovuto affrontare il precoce degrado di estesi quartieri ad alta densità abitativa edificati nei due decenni precedenti.

La conoscenza delle modalità operative di intervento dei Paesi europei che stanno affrontando questo problema con un approccio di tipo integrato, non deve essere esempio, ma punto di partenza per definire una metodologia operativa standardizzata e plasmata sul caso singolo, mirata alla soluzione di problematiche relativamente a tutti gli aspetti del costruito.

Si è quindi studiato un campione di interventi di riqualificazione sul patrimonio suddetto in Europa al fine di individuare le più frequenti modalità di risposta al problema. Riportiamo di seguito quanto rilevato:

% DI UTILIZZO DELLE TECNOLOGIE



Il risultato di questa prima fase evidenzia come la prassi comune, a meno di alcuni interventi più lungimiranti, è quella di intervenire sull'involucro mediante la sostituzione dei serramenti, la coibentazione di chiusure verticali e orizzontali, l'installazione di sistemi di captazione solare e, in particolare, soffermandosi sulla risoluzione del singolo problema.

TERZA FASE: modalità di intervento e simulazione energetica dell'edificio

L'approccio progettuale alternativo sul costruito che il progetto di ricerca vuole definire deve, dal punto di vista metodologico, considerare le caratteristiche architettoniche, tecniche e morfologiche dell'esistente per poi intervenire per risanare i deficit tecnologici, spaziali ed energetici attraverso una soluzione di tipo integrato.

L'approccio progettuale

Gli interventi per l'efficienza energetica degli edifici dovrebbero essere parte di un processo globale, che coinvolge la pianificazione urbana e le istanze funzionali ed architettoniche connesse ai risparmi energetici.

Gli obiettivi sono senza dubbio il miglioramento del bilancio energetico degli edifici e riduzione dell'inquinamento, estensione del ciclo di vita utile dei materiali e dell'edificio, ottimizzare l'uso delle infrastrutture esistenti.

A supporto di tali obiettivi le ultime normative in materia (DL 63/2013) introducono incentivi economici per la riqualificazione energetica di edifici esistenti allo scopo di migliorare le condizioni di comfort interno, ridurre le emissioni inquinanti, promuovere l'uso razionale dell'energia, sviluppare l'uso di fonti energetiche rinnovabili.

Le strategie di intervento

Le principali strategie di riqualificazione del patrimonio di edilizia residenziale esistente sono quelle di tipo bidimensionale e tridimensionale attuabili in presenza degli inquilini o con la possibilità di trasferirne una parte durante le operazioni di recupero per garantire interventi più radicali.

Le modalità di intervento sull'involucro possono garantire, se ben risolti da un punto di vista progettuale ed esecutivo, la risposta ad altre carenze che si riscontrano e sulle quali spesso non si interviene per limiti di budget.

Così accanto agli interventi sulle stratigrafie, preposti a garantire adeguati livelli prestazionali ed energetici, si possono introdurre spessori e volumi finalizzati a rispondere a requisiti funzionali ed impiantistici.

I vantaggi della logica
addizionale

Nell'ambito di interventi volumetrici tridimensionali il sistema copertura può rappresentare una risorsa: il suo rifacimento, quasi sempre necessario a causa del degrado e delle scarse prestazioni, può essere visto in relazione a strategie di rinnovo, mediante incremento di piani, introduzione di nuovi volumi, con destinazioni variabili e flessibili che consentano anche lo spostamento temporaneo di residenti durante le fasi di cantiere ai piani inferiori.

Un ulteriore arricchimento può essere rappresentato dall'opportunità di creare spazi per nuovi modelli abitativi, destinati ad utenti diversificati: studenti, giovani coppie, lavoratori, ma anche per nuove attività commerciali/terziario che creino un mix sociale e consentano un ritorno economico da reinvestire nell'intervento.

Un valore aggiunto è dato dall'introduzione di componenti leggeri, riconvertibili e prefabbricati che consentono una razionalizzazione dei tempi e delle modalità di trasferimento e di posa in opera in cantiere con conseguenti risparmi di natura economica, garantendo al contempo flessibilità per integrazioni e variazioni future.

Le simulazioni
energetiche

Dal punto di vista operativo, per valutare l'incidenza di ciascuna metodologia di intervento sul benefit energetico dell'edificio, sono state effettuate una serie di simulazioni energetiche sui vari casi studio assegnati con il programma *MasterClima* della normativa *UNI 11300*.

Per ciascun intervento possibile di miglioramento energetico-prestazionale dell'involucro (cappotto, sopraelevazione, ispessimenti opachi e vetriati, box vetriati) è stata svolta una simulazione energetica su tutti i casi studio, in modo da valutare il beneficio energetico che esso determina sull'intero edificio.

Si possono così individuare gli interventi più efficaci che possono anche essere adottati simultaneamente in modo da raggiungere classi energetiche elevate.

Dopo aver utilizzato questo approccio su un numero abbastanza consistente di casi studio, sarà possibile elaborare i dati e definire un catalogo di soluzioni tecnologiche utilizzabile come guida per i gestori dei grandi patrimoni di social housing per operare le scelte più opportune in funzione delle esigenze, del budget e dei tempi.

