

Investimenti a favore della crescita e
dell'occupazione FESR 2014-2020

Investitionen in Wachstum und Beschäftigung
EFRE 2014-2020

FESR LEGNATIVO

REPORT Milestone 4.1 Report analisi di mercato

Partner | Projektpartner

eurac
research

 **Fraunhofer**
ITALIA

ATRIUM

Contatto | Kontakte: Riccardo Pinotti || riccardo.pinotti@eurac.edu

Contatto | Kontakte: Roberto Lollini || roberto.lollini@eurac.edu

ANALISI DEL CONTESTO DI MERCATO

ANALISI DEL CONTESTO DI MERCATO

Paola Penna, Gabriele Pasetti Monizza

Fraunhofer Italia Research – Innovation Engineering Center
a Bolzano, Alto Adige

Indice

1	Introduzione	5
2	Potenzialità relative al risanamento energetico.....	6
2.1	Analisi della situazione a livello nazionale.....	6
2.2	Analisi della situazione a livello provinciale.....	7
3	Schede di analisi del parco edilizio dell'Alto Adige.....	10
3.1	Definizione di Schede "Tipologie di costruzioni"	12
3.2	Edifici di riferimento	13
3.3	Schede „Tipologie di Costruzione“	14
4	Analisi dei sistemi tecnologici di facciata prefabbricata disponibili sul mercato.....	25
4.1	Caratteristiche tecniche e funzionali	25
4.2	Tipologia di facciata e componenti tecnologiche	25
4.3	Tipologia di aggancio	26
4.4	Accessibilità all'edificio	27
4.5	Esempi applicativi e caratteristiche	28
5	Disponibilità a pagare (Willingness to pay)	34
6	Conclusioni	37
7	Bibliografia.....	40

1 Introduzione

Il settore delle costruzioni, in linea con quanto prescritto dalle Direttive Europee in campo di efficienza energetica offre significative opportunità di trasformare l'economia europea verso un sistema a basso impatto ambientale. L'economia altoatesina ha già individuato il tema di Energia e Ambiente tra le aree di specializzazione su cui puntare per il raggiungimento degli obiettivi dell'Europa al 2020, con particolare riferimento al risparmio energetico in edilizia insieme all'incremento dello sfruttamento delle fonti energetiche rinnovabili. Le principali linee di sviluppo in questo senso prevedono l'integrazione impiantistica di vari sistemi per lo sfruttamento delle energie rinnovabili o l'impiego del materiale legno, tradizionalmente impiegato nel settore e facilmente reperibile nella zona. Il progetto LEGNOATTIVO nasce dalla combinazione di queste considerazioni con l'evidenza del ridotto tasso di rinnovamento del patrimonio edilizio esistente, responsabile di larga parte dei consumi energetici. In questo quadro, risulta fondamentale orientare gli investimenti di sviluppo tecnologico verso la riqualificazione del patrimonio costruito, fornendo al settore soluzioni tecniche valide dal punto di vista della prestazione termica ed energetica, nonché attraenti in termini di costo, facilità di realizzazione ed estetica e valorizzazione della filiera locale. Ciò risulta cruciale anche per facilitare la diffusione di azioni di risanamento su ampia scala considerata l'estrema frammentazione della proprietà nel mercato immobiliare. Già dal 2005 la città di Bolzano ha sviluppato un consistente piano di investimenti finalizzati al risanamento su larga scala del patrimonio esistente, facendo leva su numerose collaborazioni con attori pubblici e privati. A titolo d'esempio, la partecipazione al progetto SINFONIA come città pilota ha favorito l'implementazione di interventi di riqualificazione nel distretto sudoccidentale di Bolzano, puntando ad un risparmio energetico del 40-50% nei siti dimostrativi.

Il progetto LEGNOATTIVO ha l'obiettivo principale di sviluppare un capitolato tecnico prestazionale per **soluzioni tecnologiche di facciata destinate alla riqualificazione energetica** che consentano di ridurre i tempi di realizzazione e i costi sul ciclo di vita, al fine di accelerare il tasso di risanamento edilizio nella Provincia di Bolzano. Le soluzioni di facciata proposte saranno ottimizzate in ottica di efficientamento e trasformazione digitale dei processi, e saranno corredate da solidi modelli business applicati al settore residenziale.

Il presente rapporto si pone l'obiettivo di effettuare un'analisi di mercato in grado di individuare le principali tendenze di mercato, attuali e prospettive, così da poter identificare le tecnologie e le configurazioni da preferire sulla base della tipologia edilizia. Pertanto, è stata elaborata un'analisi dettagliata del patrimonio edilizio per identificare i requisiti specifici che caratterizzano le varie tipologie di edifici esistenti.

2 Potenzialità relative al risanamento energetico

La Commissione Europea (2006) ha identificato nel settore delle costruzioni il settore a più alto potenziale in termini di efficientamento energetico; parallelamente, l'Intergovernmental Panel on Climate Change (2007) lo ha individuato come quello a più ampio potenziale di abbattimento dell'inquinamento, anche se le barriere che si frappongono qui sono molteplici (IPCC, 2007). Da una analisi più approfondita del settore delle costruzioni emerge che circa un quinto del consumo energetico si realizza nella fase di costruzione, da cui la centralità di estendere il ciclo di vita degli edifici il più possibile al fine di minimizzarne l'impatto energetico complessivo (WBSCD, 2009). Se margini di miglioramento sono derivabili ottimizzando l'intero ciclo costruttivo, il risanamento energetico degli edifici rappresenta un'ulteriore tipologia di interventi con elevato potenziale per il raggiungimento degli obiettivi energetici a livello europeo.

Per quanto riguarda l'Alto Adige, l'Agenzia per l'Energia Alto Adige – CasaClima stima che il 70% degli edifici locali siano anteriori alla legge 373 del 1976 sull'efficienza energetica degli edifici residenziali, e consumino in media 220 kWh/m² per anno (Provincia Autonoma di Bolzano, 2011). Se l'intero stock residenziale consumasse meno di 10 kWh/m² per anno, il risparmio ammonterebbe al 30% dell'attuale livello di consumo; e al 21% se il consumo fosse inferiore a 70 kWh/m² per anno. Al proposito, l'attrattività potenziale della riqualificazione dello stock di edifici esistente è un tratto paneuropeo, tanto che la direttiva 2012/27/UE sull'efficienza energetica afferma che "il parco immobiliare esistente rappresenta il settore individuale con le maggiori potenzialità di risparmio energetico".

LegnAttivo si pone pertanto due obiettivi con un grande potenziale complessivo: da una parte l'ottimizzazione delle risorse durante la realizzazione dell'intervento, grazie all'utilizzo di moduli prefabbricati di facciata, dall'altra la riduzione vera e propria dei consumi derivanti dall'utilizzo dell'edificio.

2.1 Analisi della situazione a livello nazionale

Nel settore edilizio, il **risanamento degli edifici esistenti riveste un'importanza crescente** a livello nazionale, sia come numero di progetti che come entità degli investimenti. La crisi aveva impattato fortemente sull'edilizia innescando una caduta molto marcata del livello delle costruzioni (residenziali e non residenziali) e degli investimenti in costruzioni (residenziali e non residenziali). Il 2010 è stato tuttavia l'anno in cui i numeri hanno cominciato a disegnare i contorni di una possibile svolta, anche sotto la spinta delle misure messe in campo dal legislatore. Mentre i permessi di costruire nel 2010 si sono arenati su valori inferiori a quelli del 1936, pari a circa 54.000 unità, gli interventi di manutenzione straordinaria sono stabilmente cresciuti a partire dal 2003 (Figura 1).

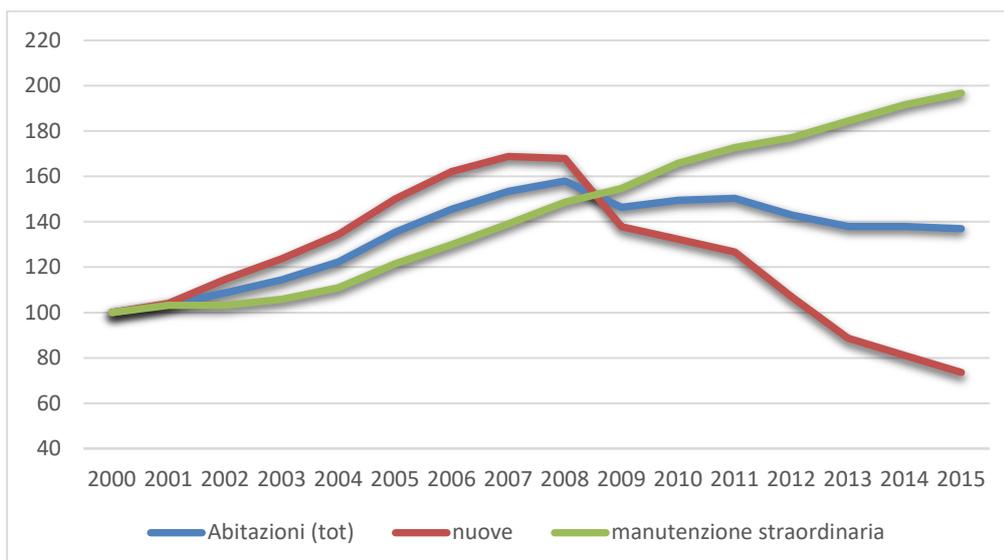


Figura 1: Investimenti in costruzioni (Fonte: ANCE)

Per quanto riguarda la Provincia Autonoma di Bolzano, gli incentivi previsti non solo vanno nella direzione del legislatore nazionale ma accelerano ancor più a fondo verso il raggiungimento degli obiettivi EU 2020. Il nuovo schema di incentivi prevede un aumento dei contributi dal 30% al 50% per risanamento energetico complessivo con certificazione CasaClima C o R. Tale quota sale al 70% per il risanamento energetico dei condomini. Tale misura mira a contribuire alla riduzione del periodo di ammortamento degli interventi incentivando altresì il settore dei risanamenti edilizi (Tabella 1).

Tabella 1: Incentivi e tempi di ammortamento

	Investimento senza incentivo	Situazione attuale	Nuovi criteri (contributo 70%)
Costi per risanamento	140.000	140.000	140.000
Tempo di ammortamento	25,5 anni	18,6 anni	9,4 anni

2.2 Analisi della situazione a livello provinciale

L'analisi del parco edilizio dell'Alto Adige mostra come la maggior parte degli edifici residenziali sia costruito prima del 1990, con conseguenze disastrose dal punto di vista dei consumi energetici. La Figura 2 mostra il numero degli edifici residenziali per epoca di costruzione in Alto Adige.

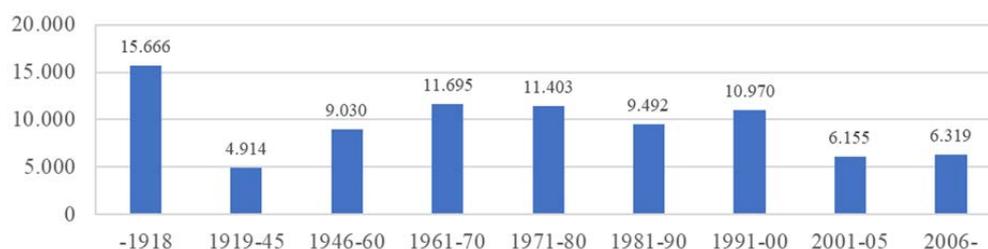


Figura 2: Numero di edifici residenziali per anno di costruzione (Fonte: ASTAT).

Lo studio effettuato nell'ambito del progetto EU FP7 Sinfonia sul patrimonio edilizio residenziale della città di Bolzano, conferma questa tendenza. **Oltre il 45% degli edifici residenziali a Bolzano sono stati costruiti tra il 1946 ed il 1970** (Figura 1) e la maggioranza di questi sono edifici multi-residenziali piccoli e grandi con un consumo energetico superiore a 90 kWh/m²-anno come mostrato in Figura 3 e in Figura 4.

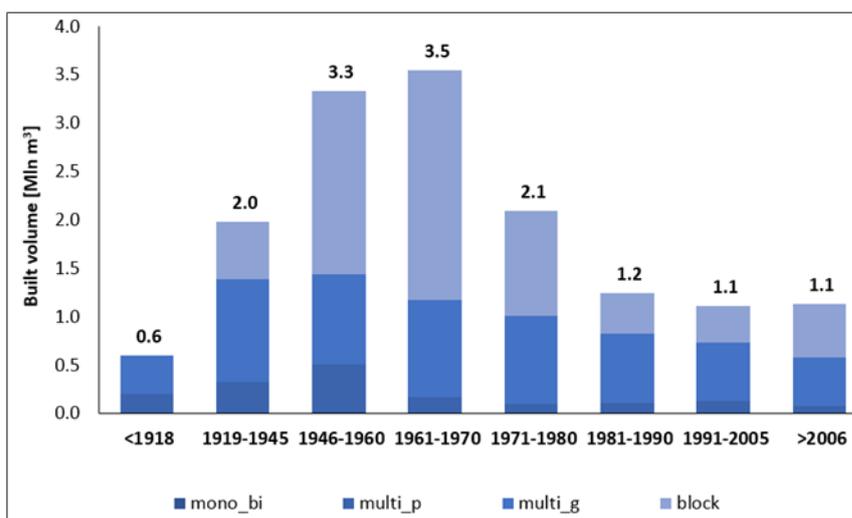


Figura 3: Edifici residenziali a Bolzano divisi per tipologia e periodo di costruzione. Fonte: EU FP7 Sinfonia project.



Figura 4: Numero di edifici della città di Bolzano per categorie di consumo energetico (2010). Fonte: EU FP7 Sinfonia project.

Pertanto, negli ultimi anni in Alto Adige molti degli interventi realizzati hanno come obiettivo la riqualificazione energetica degli immobili. La Tabella 2 riporta lo storico dei recuperi edilizi nel periodo dal 2005 al 2015 suddivisi per periodo di costruzione dell'edificio.

Dai dati riportati in Tabella 2 possiamo osservare due tendenze:

- Con il passare degli anni il **numero degli interventi di ristrutturazione edilizia è in aumento;**
- **Gli edifici maggiormente interessati dai recuperi edilizi sono quelli costruiti tra il 1946 e il 1971.**

- **Tabella 2:** Recuperi edilizi per epoca dell'edificio (Fonte: ASTAT)

	-1945	1946-71	1972-81	1982-91	1992-01	2002-11	2011-	Totale
2015	474	1.078	460	291	291	248	121	2.963
2014	501	816	481	324	219	289	—	2.630
	-1919	1919-45	1946-71	1972-81	1982-91	1992-01	2001-	Totale
2013	309	173	717	454	293	268	270	2.484
2012	347	208	893	530	309	265	406	2.958
2011	351	247	1.037	586	426	383	430	3.460
2010	317	227	812	451	209	235	236	2.487
2009	307	200	755	368	194	179	157	2.160
2008	250	187	717	362	153	154	140	1.963
2007	234	217	722	351	162	222	1.908	
	-1919	1919-45	1946-71	1972-81	1982-86	1987-91	1991-	Totale
2006	269	199	663	351	77	53	213	1.825
2005	277	211	705	362	103	60	182	1.900

La tendenza ad effettuare risanamenti energetici piuttosto che a costruire nuovi edifici è ben visibile in Figura 5, che riporta un'analisi effettuata all'interno del progetto RiFaRe (2014). Dal grafico si può constatare come ci sia stata una svolta radicale nel settore dei risanamenti in Alto Adige a partire dal 2011. Da questo anno, infatti, il numero delle certificazioni energetiche in Alto Adige è superiore rispetto al numero di certificazioni per nuove costruzioni.

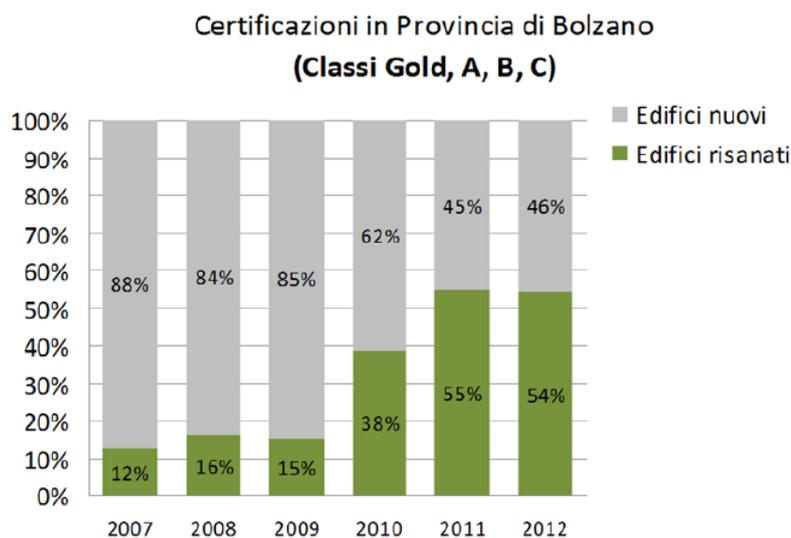


Figura 5: Certificazioni CasaClima in provincia di Bolzano

3 Schede di analisi del parco edilizio dell'Alto Adige

Per poter valutare quali configurazioni tecnologiche sono le più promettenti nel contesto Alto Atesino, è stata effettuata un'analisi **tipologica del parco edilizio**, in modo da evidenziare caratteristiche e sottolinearne le potenzialità.

L'analisi delle tipologie edilizie è stata definita sulla base delle schede elaborate nel contesto del progetto Europeo Tabula (Project Tabula, 2011). Tabula ha creato una struttura armonizzata in grado di catalogare le tipologie edilizie europee, con particolare focus sugli edifici residenziali. La classificazione delle tipologie edilizie verrà utilizzata per individuare le potenzialità di applicazione di facciate prefabbricate nella ristrutturazione edilizia.

Nel progetto Tabula le diverse tipologie edilizie sono state classificate tramite schede che contengono le informazioni utili ad identificare le caratteristiche peculiari di ogni tipologia: volume, rapporto di forma (S/V), area lorda, numero di appartamenti, numero di piani climatizzati, tipologia costruttiva (copertura, parete, solaio, serramenti), tipologia impiantistica (impianto di riscaldamento, impianto di produzione di ACS), stato originario. Inoltre, il parco edilizio italiano, analizzato dal Politecnico di Torino, è stato classificato per **epoca di costruzione** e per **classe di dimensione edilizia**, come riportato in Figura 6, considerando come campione di riferimento la zona climatica E – area climatica media. Questa struttura verrà ripresa nelle schede di classificazione del parco edilizio Altoatesino.

		CLASSE DI DIMENSIONE EDILIZIA			
<i>Area climatica media</i>		CASE MONOFAMILIARI	CASE A SCHIERA	EDIFICI MULTIFAMILIARI	BLOCCHI DI APPARTAMENTI
CLASSE DI EPOCA DI COSTRUZIONE	1 Fino al 1900				
	2 1901-1920				
	3 1921-1945				
	4 1946-1960				
	5 1961-1975				
	6 1976-1990				
	7 1991-2005				
	8 Dopo il 2005				

Figura 6: Riepilogo della classificazione definita dal progetto Tabula (Project Tabula, 2011).

Il patrimonio edilizio nazionale è stato quindi suddiviso in otto periodi (Figura 6), come riportato in seguito:

- **classe 1**, fino al 1900, rappresentata dal diciannovesimo secolo,
- **classe 2**, dal 1901 al 1920, identificata dall'inizio del ventesimo secolo,
- **classe 3**, dal 1921 al 1945, compresa tra le due Guerre Mondiali,
- **classe 4**, dal 1946 al 1960, caratterizzata dal Dopoguerra e dalla Ricostruzione

- **classe 5**, dal 1961 al 1975, definita dal periodo della crisi petrolifera,
- **classe 6**, dal 1976 al 1990, contraddistinta dalle prime disposizioni legislative in materia di efficienza energetica negli edifici,
- **classe 7**, dal 1991 al 2005, caratterizzata dalle più recenti regolamentazioni sulla prestazione energetica degli edifici (dalla Legge n. 10 del 1991 al DL n. 192 del 2005),
- **classe 8**, dopo il 2005, rappresentata da più restrittivi requisiti di prestazione energetica richiesti alle nuove costruzioni.

Per quanto riguarda la categorizzazione a seconda della dimensione edilizia sono state identificate quattro classi:

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

Considerando i progetti di **riqualificazione con facciate prefabbricate** eseguiti in ambito europeo è importante notare che le applicazioni riguardano prevalentemente **interventi su edifici di grandi dimensioni**. Pertanto, per valutare la potenzialità di applicazione delle facciate prefabbricate sarebbero quindi da considerare edifici che rientrano in questa categoria. Secondo la definizione data dal progetto Tabula, gli “edifici di grandi dimensioni” corrispondono ad edifici con più di 15 appartamenti e più di 4 piani, quindi blocchi di appartamenti e edifici multifamiliari con 2 a 5 piani e al massimo 20 appartamenti. Secondo i dati raccolti dal censimento del 2001 (questi dati non sono presenti nel censimento del 2011) gli edifici realizzati prima del 1919, risultano essere di piccole dimensioni, in accordo con il criterio che li classifica a seconda del numero degli appartamenti, vedi Figura 7. I periodi in cui sono stati costruiti edifici con grandi dimensioni sono “1946-1961”, periodo caratterizzato dal Dopoguerra e dalla ricostruzione, “1962-1971”, definito come periodo della crisi petrolifera e “1972-1981”, contraddistinto dalle prime disposizioni legislative in materia di efficienza energetica degli edifici. Pertanto, dovrebbero essere questi gli edifici verso cui concentrare la riqualificazione energetica.

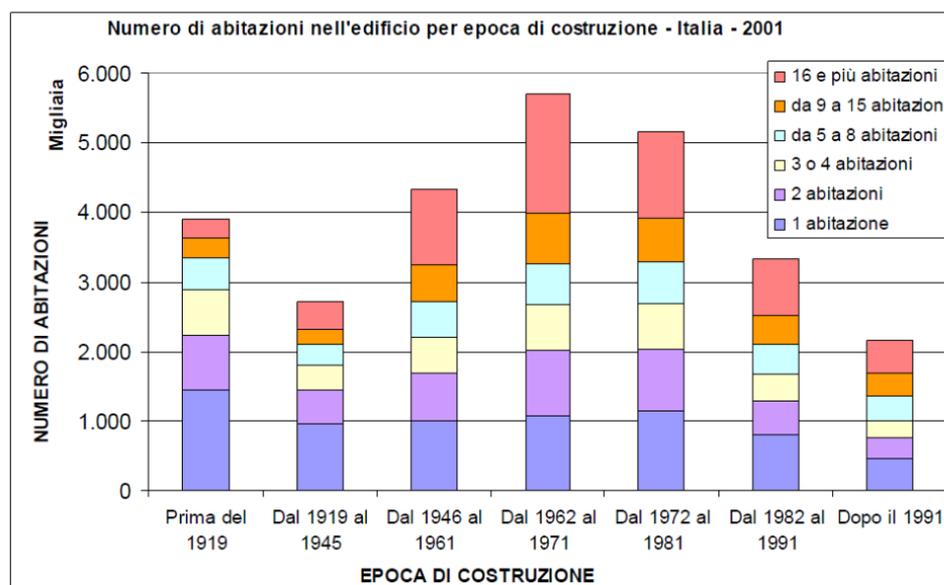


Figura 7: Numero di abitazioni per edificio ed edificio per epoca di costruzione (dati censimento 2001).

Per quanto riguarda l’analisi del patrimonio edilizio dell’Alto Adige, sono riportate le informazioni elaborate all’interno del progetto RiFaRe, svolto da Fraunhofer Italia. Le

informazioni e i dati utili a caratterizzare gli edifici sono state rilevate dai rapporti statistici predisposti dall'ASTAT (censimento 2001) e nel database dell'Agenzia per l'Energia Alto Adige – Casa Clima stessa. Non esiste infatti un elenco pubblico con dettagli su anno di costruzione, dimensione, prestazione energetica, etc. all'interno di grandi comuni ed enti pubblici.

Come già riportato nel Paragrafo 2.2 Analisi della situazione a livello provinciale, la maggior parte degli edifici ad uso residenziale sono stati costruiti nel periodo compreso tra il 1946 e il 1981 (circa il 44%) e la maggior parte delle ristrutturazioni edilizie effettuate ha riguardato proprio gli edifici costruiti in questo periodo. Per quanto riguarda la dimensione degli edifici residenziali, la maggior parte (87%) ha meno di 4 unità abitative, mentre il 13% degli edifici sono edifici con più di 5 unità. Quindi, in relazione ai dati relativi alla situazione nazionale, dove il 90% degli edifici hanno meno di 4 abitazioni, in Alto Adige esiste un **numero maggiore di edifici plurifamiliari** con più di 5 unità. Come nel resto del territorio nazionale, in Alto Adige gli "edifici di grandi dimensioni" (secondo la definizione del progetto "Tabula") sono stati costruiti, prevalentemente nelle epoche "1946-1961", "1962-1971" e "1972-1981".

Numero di abitazioni nell'edificio per epoca di costruzione - Trentino-Alto Adige - 2001

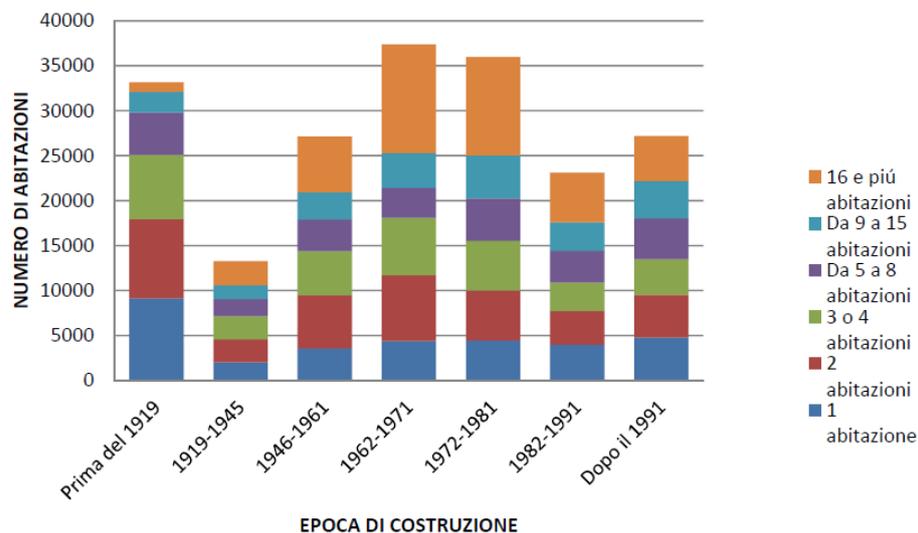


Figura 8: Elaborazione dati ASTAT. Numero di abitazioni nell'edificio per epoca di costruzione.

3.1 Definizione di Schede "Tipologie di costruzioni"

All'interno del progetto RiFaRe, è stata effettuata una ricerca all'interno del database dei circa 7200 edifici certificati in Alto Adige (nuovi edifici, ristrutturazioni e certificazioni edifici esistenti) sulla base dei dati in possesso dell'Agenzia per l'Energia Alto Adige – CasaClima. Dei 74.550 edifici esistenti nel 2011 in Alto Adige, l'Agenzia per l'Energia Alto Adige – CasaClima ha certificato circa il 10% di cui circa 4.000 edifici esistenti. Sulla base di questo campione sono stati individuati dei requisiti per la catalogazione del patrimonio edilizio in **schede "Tipologie di costruzione"** da cui estrarre le informazioni utili. I requisiti individuati sono:

- **Efficienza dell'involucro:** Fabbisogno per riscaldamento superiore a 200 kWh/m²a (classe G);
- **Dimensioni dell'edificio:** superficie netta riscaldata superiore a 900 m².

Rispetto ai 7.200 edifici certificati, soltanto 315 sono risultati corrispondenti ai due parametri di ricerca. Le caratteristiche di questi 315 edifici sono state analizzate per elaborare le schede tipologiche. Il 15% dei 315 edifici analizzati hanno destinazioni d'uso speciali come magazzini, chiese, allevamenti di piante, etc. Il 20% degli 315 edifici analizzati sono edifici storici con vincoli urbanistici dove non è possibile applicare una facciata prefabbricata. Per i restanti edifici (65%) sono state elaborate 18 schede tipologiche divise per epoca di costruzione. In questo documento riportiamo soltanto quelle relative agli edifici residenziali. Per l'epoca precedente il 1919 (edifici storici e vincolati) e per il periodo successivo al 2005 (edifici recenti) non sono state elaborate schede di "Tipologie di costruzione" perché gli edifici di questi periodi sono stati considerati al di fuori dell'ambito di intervento.

All'interno delle schede "Tipologie di costruzione" sono riportate le seguenti informazioni, che consentono la valutazione del potenziale di risanamento con facciate prefabbricate.

- 1) Informazioni generali sull'edificio tipo:
 - Periodo di costruzione e categoria edilizia;
 - Parziale tipologia su totale (percentuale della tipologia di edificio sul totale degli edifici analizzati (315));
 - Parziale epoca su totale (percentuale di edifici di un'epoca sul totale degli edifici analizzati (315));
 - Dati geometrici significativi (valore medio tra la percentuale della tipologia di edificio);
 - Fabbisogni energetici medi;
- 2) Tipologia costruttiva;
- 3) Informazioni dettagliate sulle caratteristiche strutturali e impiantistiche:
 - Geometria
 - Balconi
 - Tetto
 - Rivestimento facciate
 - Finestre
 - Conduzioni Gas
 - Ombreggiamento
 - Grondaia
 - Sito dell'edificio
 - Note/Particolarità.

3.2 Edifici di riferimento

Eurac Research in accordo con quanto presentato nella Deliverable 3.1 del progetto FESR KlimaKit sull'analisi del parco Edilizio dell'Alto Adige, ha identificato 5 edifici di riferimento da utilizzare come casi studio per la definizione dei moduli di facciata prefabbricata da analizzare all'interno del progetto LegnAttivo. Gli edifici selezionati fanno parte del patrimonio edilizio di IPES (Istituto Per l'Edilizia Sociale della provincia autonoma di Bolzano). Questi edifici non sono caratterizzati da uno standard architettonico distinto, poiché per volontà di IPES stessa gli edifici devono essere integrati nel territorio circostante. L'identificazione degli edifici di riferimento è frutto di un'analisi delle informazioni fornite da IPES rispetto ad edifici che si ritengono rappresentativi del patrimonio di edilizia abitativa pubblica e per cui si prevede un intervento di risanamento nel breve periodo.

Gli edifici sono stati costruiti utilizzando sistemi costruttivi tradizionali basati sulla posa in opera di mattoni o blocchi in laterizio e con getti di calcestruzzo in opera. La tipologia strutturale può essere di tipo settiforme in c.a. o con muratura perimetrale portante o mista, ovvero muratura portante perimetrale e uno o più telai di spina, specialmente nel caso di edifici in linea o a blocco. L'ultimo solaio veniva in genere isolato per mantenere il sottotetto ventilato e freddo (ove non abitato).

La seguente tabella riporta le caratteristiche principali degli edifici di riferimento selezionati.

Tabella 3: Principali caratteristiche degli edifici di riferimento.

3.3 Schede „Tipologie di Costruzione“

Di seguito si riportano le schede “Tipologie di costruzione” relative agli edifici residenziali,

	Tipologia	Classe climatica	Periodo di costruzione				
				Nr alloggi	Nr piani interrati	Nr piani fuori terra	Nr piani sottotetto
1	Multifamiliare piccolo tipologia mista	E	1976-91	8	1	3	0
2	Multifamiliare grande tipologia a blocco	E	1976-91	24	1	6	0
3	Multifamiliare piccolo tipologia a blocco	E	1946-75	33	1	2	0
4	Multifamiliare piccolo tipologia in linea	E	1976-91	16	1	1	1
5	Multifamiliare piccolo tipologia mista	F	1976-91	10	1	1	1

elaborate del progetto RiFaRe.

Sulla base delle caratteristiche tipologiche e costruttive dei 5 edifici di riferimento è possibile classificare gli edifici selezionati con le seguenti tipologie riportate nelle schede.

Tabella 4: Classificazione degli edifici di riferimento secondo le Tipologie di costruzione delle schede di analisi del parco edilizio Altoatesino

Edificio di riferimento	Scheda Tipologia di costruzione
Ed. Rif. 1	-
Ed. Rif. 2	Scheda a pag. 24
Ed. Rif. 3	Scheda a pag. 19
Ed. Rif. 4	Scheda a pag. 22
Ed. Rif. 5	Scheda a pag. 23



DATI	FOTO EDIFICIO
ZONA CLIMATICA	E, F (Alto Adige)
EPOCA DI COSTRUZIONE	2 (1901 - 1920)
PARZIALE TIPOLOGIA SU TOTALE	1,59%
PARZIALE EPOCA SU TOTALE	2,54%
CATEGORIA EDILIZIA	Edificio multifamiliare
VOLUME LORDO DELL'EDIFICIO	8.333 m ³
SUPERFICIE NETTA DELL'EDIFICIO	1.472 m ²
FABBISOGNO PER RISCALDAMENTO RELATIVO ALLA SUPERFICIE NETTA	266,6 kWh/m ² a



ELEMENTO EDILIZIO	DESCRIZIONE	U [W/m ² K]
-------------------	-------------	------------------------

TETTO		Tetto a falde con struttura e tavolato in legno (Sottotetto non riscaldato)	1,80
PARETI ESTERNE		Tipo 1: Muratura in mattoni pieni, sp. 38 cm	1,48
		Tipo 2 e 3: Muratura in mattoni pieni, sp. 50 e sp. 38 cm (verso ambiente non riscaldato)	1,14; 1,31
SOLAIO SUPERIORE VERSO AMBIENTE NON RISCALDATO		Solaio a profilati in acciaio e voltine in laterizio	2,60
SOLAIO INFERIORE SU AMBIENTE NON RISCALDATO		Solaio a profilati in acciaio e voltine in laterizio	1,87
FINESTRE		Vetro singolo, telaio in legno	4,90

ULTERIORI INFORMAZIONI*	DESCRIZIONE
GEOMETRIA	Regolare con qualche erker (finestra a golfo)
BALCONI	Balconi piccoli su due facciate della casa
TETTO	Tetto a falde con tonette
RIVESTIMENTO FACCIATE	
FINESTRE	Cornici per finestre
CONDUTTURE GAS	
OMBREGGIAMENTO	Persiane (quando presenti)
GRONDAIA	All'esterno sulla facciata
SITO DELL'EDIFICIO	Zone residenziali e zone centrali
NOTE/PARTICOLARITÀ	Piano terra spesso con intonacatura diversa



DATI	FOTO EDIFICIO
ZONA CLIMATICA	E, F (Alto Adige)
CLASSE PERIODICA DI COSTRUZIONE	3 (1921 - 1945)
PARZIALE TIPOLOGIA SU TOTALE	1,27%
PARZIALE EPOCA SU TOTALE	2,86%
CATEGORIA EDILIZIA	Blocco di appartamenti
VOLUME LORDO DELL'EDIFICIO	14.932 m ³
SUPERFICIE NETTA	3.470 m ²
FABBISOGNO PER RISCALDAMENTO RELATIVO ALLA SUPERFICIE NETTA	260,9 kWh/m ² a



ELEMENTO EDILIZIO	DESCRIZIONE	U [W/m ² K]
-------------------	-------------	------------------------

TETTO		Tetto a falde con struttura e travellato in legno (Sottotetto non riscaldato)	1,80
PARETI ESTERNE		Tipo 1: Muratura in mattoni pieni, sp. 38 cm	1,48
		Tipo 2 e 3: Muratura in mattoni pieni, sp. 50 e sp. 38 cm (verso ambiente non riscaldato)	1,14; 1,31
SOLAIO SUPERIORE VERSO AMBIENTE NON RISCALDATO		Solaio a profilati in acciaio e travelloni in laterizio	2,86
SOLAIO INFERIORE SU AMBIENTE NON RISCALDATO		Solaio a profilati in acciaio e travelloni in laterizio	1,58
FINESTRE		Vetro singolo, telaio in metallo senza taglio termic	4,90

ULTERIORI INFORMAZIONI*	DESCRIZIONE
GEOMETRIA	Regolare con 4 piani
BALCONI	Balconi piccoli su una facciata
TETTO	Tetto a falde in legno; Sottotetto non abitato
RIVESTIMENTO FACCIATE	Rivestimenti speciali con spessori disomogenei
FINESTRE	Comici per finestre
CONDUTTURE GAS	Tubazioni all'esterno
OMBREGGIAMENTO	Persiane e avvolgibili
GRONDAIA	All'esterno sulla facciata
SITO DELL'EDIFICIO	Zone residenziali/Centro città
NOTE/PARTICOLARITÀ	Edifici con intonacature speciali (storiche) fino al 1930



DATI		FOTO EDIFICIO
ZONA CLIMATICA	E, F (Alto Adige)	
CLASSE PERIODICA DI COSTRUZIONE	3 (1921 - 1945)	
PARZIALE TIPOLOGIA SU TOTALE	1,59%	
PARZIALE EPOCA SU TOTALE	2,86%	
CATEGORIA EDILIZIA	Blocco di appartamenti	
VOLUME LORDO DELL'EDIFICIO	14.932 m ³	
SUPERFICIE NETTA	3.470 m ²	
FABBISOGNO PER RISCALDAMENTO RELATIVO ALLA SUPERFICIE NETTA	260,9 kWh/m ² a	
ELEMENTO EDILIZIO	DESCRIZIONE	U [W/m ² K]
TETTO	 Tetto a falde con struttura e tavolato in legno (Sottotetto non riscaldato)	1,80
PARETI ESTERNE	 Tipo 1: Muratura in mattoni pieni, sp. 38 cm	1,48
	 Tipo 2 e 3: Muratura in mattoni pieni, sp. 50 e sp. 38 cm (verso ambiente non riscaldato)	1,14; 1,31
SOLAIO SUPERIORE VERSO AMBIENTE NON RISCALDATO	 Solaio a profilati in acciaio e tavelloni in laterizio	2,86
SOLAIO INFERIORE SU AMBIENTE NON RISCALDATO	 Solaio a profilati in acciaio e tavelloni in laterizio	1,58
FINESTRE	 Vetro singolo, telaio in metallo senza taglio termic	4,90
ULTERIORI INFORMAZIONI*	DESCRIZIONE	
GEOMETRIA	Regolare	
BALCONI	Balconi piccoli su una facciata o angolari	
TETTO	Tetto a falde in legno	
RIVESTIMENTO FACCIATE	Intonacatura standard	
FINESTRE	Finestre standard	
CONDUTTURE GAS	Tubazioni all'esterno	
OMBREGGIAMENTO	Con avvolgibile	
GRONDAIA	All'esterno sulla facciata	
SITO DELL'EDIFICIO	Zone residenziali/Centro città	
NOTE/PARTICOLARITÀ	Facciate standard (dopo il 1930)	



DATI	FOTO EDIFICIO
ZONA CLIMATICA	E, F (Alto Adige)
CLASSE PERIODICA DI COSTRUZIONE	4 (1946 - 1960)
PARZIALE TIPOLOGIA SU TOTALE	1,59%
PARZIALE EPOCA SU TOTALE	7,30%
CATEGORIA EDILIZIA	Blocco di appartamenti
VOLUME LORDO DELL'EDIFICIO	9.742 m ³
SUPERFICIE NETTA	2.092 m ²
FABBISOGNO PER RISCALDAMENTO RELATIVO ALLA SUPERFICIE NETTA	256,2 kWh/m ² a



ELEMENTO EDILIZIO	DESCRIZIONE	U [W/m ² K]
TETTO	 Tetto a falde con struttura e tavolato in legno (Sottotetto non riscaldato)	1,80
PARETI ESTERNE	 Tipo 1: Muratura a cassa-vuota con mattoni forati, sp. 30 cm	1,15
	 Tipo 2: Muratura in c.a., sp. 18 cm (verso ambiente non riscaldato)	2,60
SOLAIO SUPERIORE VERSO AMBIENTE NON RISCALDATO	 Solaio in laterocemento	1,65
SOLAIO INFERIORE SU AMBIENTE NON RISCALDATO	 Solaio in laterocemento	1,65
FINESTRE	 Vetro singolo, telaio in legno	4,90
ULTERIORI INFORMAZIONI*		DESCRIZIONE
GEOMETRIA	Regolare a pianta rettangolare	
BALCONI	Balconi non presenti	
TETTO	Tetto a falde in legno; sottotetto non abitato	
RIVESTIMENTO FACCIATE	Intonacatura standard	
FINESTRE	Finestre standard	
CONDUTTURE GAS	Tubazioni all'esterno	
OMBREGGIAMENTO	Con persiane	
GRONDIAI	All'esterno sulla facciata	
SITO DELL'EDIFICIO	Zone residenziali/Centro città	
NOTE/PARTICOLARITÀ	Presenza di balconi dopo il 1955	



DATI	FOTO EDIFICIO
ZONA CLIMATICA	E, F (Alto Adige)
CLASSE PERIODICA DI COSTRUZIONE	4 (1946 - 1960)
PARZIALE TIPOLOGIA SU TOTALE	3,49%
PARZIALE EPOCA SU TOTALE	7,30%
CATEGORIA EDILIZIA	Blocco di appartamenti
VOLUME LORDO DELL'EDIFICIO	9.742 m ³
SUPERFICIE NETTA	2.092 m ²
FABBISOGNO PER RISCALDAMENTO RELATIVO ALLA SUPERFICIE NETTA	256,2 kWh/m ² a



ELEMENTO EDILIZIO	DESCRIZIONE	U [W/m ² K]
-------------------	-------------	------------------------

TETTO		Tetto a falde con struttura e tavolato in legno (Sottotetto non riscaldato)	1,80
PARETI ESTERNE		Tipo 1: Muratura a cassa-vuota con mattoni forati, sp. 30 cm	1,15
		Tipo 2: Muratura in c.a., sp. 18 cm (verso ambiente non riscaldato)	2,60
SOLAIO SUPERIORE VERSO AMBIENTE NON RISCALDATO		Solaio in laterocemento	1,65
SOLAIO INFERIORE SU AMBIENTE NON RISCALDATO		Solaio in laterocemento	1,65
FINESTRE		Vetro singolo, telaio in legno	4,90

ULTERIORI INFORMAZIONI*	DESCRIZIONE
GEOMETRIA	Regolare
BALCONI	Balconi (anche grandi) su una o due facciate
TETTO	Tetto a falde in legno
RIVESTIMENTO FACCIATE	Intonacatura standard
FINESTRE	Finestre standard
CONDUTTURE GAS	Tubazioni all'esterno
OMBREGGIAMENTO	Con avvolgibile
GRONDIAI	All'esterno sulla facciata
SITO DELL'EDIFICIO	Zone residenziali/Centro città
NOTE/PARTICOLARITÀ	Piano terra spesso adibito ad uso commerciale



DATI		FOTO EDIFICIO
ZONA CLIMATICA	E, F (Alto Adige)	
CLASSE PERIODICA DI COSTRUZIONE	4 (1946 - 1960)	
PARZIALE TIPOLOGIA SU TOTALE	2,22%	
PARZIALE EPOCA SU TOTALE	7,30%	
CATEGORIA EDILIZIA	Edificio multifamiliare	
VOLUME LORDO DELL'EDIFICIO	9.742 m ³	
SUPERFICIE NETTA	2.092 m ²	
FABBISOGNO PER RISCALDAMENTO RELATIVO ALLA SUPERFICIE NETTA	256,2 kWh/m ² a	
ELEMENTO EDILIZIO	DESCRIZIONE	U [W/m ² K]
TETTO	Tetto a falde con struttura e tavolato in legno (Sottoletto non riscaldato)	1,80
PARETI ESTERNE	Tipo 1: Muratura a cassa-vuota con mattoni forati, sp. 30 cm	1,15
	Tipo 2: Muratura in c.a., sp. 18 cm (verso ambiente non riscaldato)	2,60
SOLAIO SUPERIORE VERSO AMBIENTE NON RISCALDATO	Solaio in laterocemento	1,65
SOLAIO INFERIORE SU AMBIENTE NON RISCALDATO	Solaio in laterocemento	1,65
FINESTRE	Vetro singolo, telaio in legno	4,90
ULTERIORI INFORMAZIONI*		DESCRIZIONE
GEOMETRIA	Non omogenea, con sbalzi; altezza limitata	
BALCONI	Presenza di balconi (grandi e piccoli)	
TETTO	Tetto a falde in legno; sottoletto abitato	
RIVESTIMENTO FACCIATE	Intonacatura standard	
FINESTRE	Finestre standard	
CONDUTTURE GAS		
OMBREGGIAMENTO	Con avvolgibile	
GRONDAIA	All'esterno sulla facciata	
SITO DELL'EDIFICIO	Zone residenziali/Centro città	
NOTE/PARTICOLARITÀ	Piano terra spesso adibito ad uso commerciale	



DATI	FOTO EDIFICIO
ZONA CLIMATICA	E, F (Alto Adige)
CLASSE PERIODICA DI COSTRUZIONE	5 (1961 - 1975)
PARZIALE TIPOLOGIA SU TOTALE	7,94%
PARZIALE EPOCA SU TOTALE	20,63%
CATEGORIA EDILIZIA	Blocco di appartamenti
VOLUME LORDO DELL'EDIFICIO	10.592 m ³
SUPERFICIE NETTA	2.312 m ²
FABBISOGNO PER RISCALDAMENTO RELATIVO ALLA SUPERFICIE NETTA	277,4 kWh/m ² a



ELEMENTO EDILIZIO	DESCRIZIONE	U [W/m ² K]
-------------------	-------------	------------------------

TETTO		Tetto a falde con struttura e tavolato in legno (Sottotetto non riscaldato)	1,80
PARETI ESTERNE		Tipo 1: Muratura a cassa-vuota con mattoni forati, sp. 40 cm	1,10
		Tipo 2: Muratura in mattoni forati, sp. 40 cm (verso ambiente non riscaldato)	1,13
SOLAIO SUPERIORE VERSO AMBIENTE NON RISCALDATO		Solaio in laterocemento	1,65
SOLAIO INFERIORE SU AMBIENTE NON RISCALDATO		Solaio in laterocemento	1,65
FINESTRE		Vetro singolo, telaio in legno	4,90

ULTERIORI INFORMAZIONI*	DESCRIZIONE
GEOMETRIA	Semplice e regolare
BALCONI	Presenza di balconi (grandi e piccoli) su due facciate; A volte presenza di logge
TETTO	Tetto a falde in legno; sottotetto non abitato
RIVESTIMENTO FACCIATE	Intonacatura standard
FINESTRE	Finestre standard
CONDUTTURE GAS	Tubazioni a volte all'esterno
OMBREGGIAMENTO	Con awoligibile
GRONDAIA	All'esterno sulla facciata
SITO DELL'EDIFICIO	Zone residenziali
NOTE/PARTICOLARITÀ	



DATI	FOTO EDIFICIO
ZONA CLIMATICA	E, F (Alto Adige)
CLASSE PERIODICA DI COSTRUZIONE	5 (1961 - 1975)
PARZIALE TIPOLOGIA SU TOTALE	6,35%
PARZIALE EPOCA SU TOTALE	20,63%
CATEGORIA EDILIZIA	Edifici multifamiliari
VOLUME LORDO DELL'EDIFICIO	10.592 m ³
SUPERFICIE NETTA	2.312 m ²
FABBISOGNO PER RISCALDAMENTO RELATIVO ALLA SUPERFICIE NETTA	277,4 kWh/m ² a



ELEMENTO EDILIZIO	DESCRIZIONE	U [W/m ² K]
TETTO	 Tetto a falde con struttura e tavolato in legno (Sottotetto non riscaldato)	1,80
PARETI ESTERNE	 Tipo 1: Muratura a cassa-vuota con mattoni forati, sp. 40 cm	1,10
	 Tipo 2: Muratura in mattoni forati, sp. 40 cm (verso ambiente non riscaldato)	1,13
SOLAIO SUPERIORE VERSO AMBIENTE NON RISCALDATO	 Solaio in laterocemento	1,65
SOLAIO INFERIORE SU AMBIENTE NON RISCALDATO	 Solaio in laterocemento	1,65
FINESTRE	 Vetro singolo, telaio in legno	4,90
ULTERIORI INFORMAZIONI*		
GEOMETRIA	DESCRIZIONE	
BALCONI	Non omogenea con sbalzi; altezza limitata	
TETTO	Presenza di balconi (grandi e piccoli) su due facciate; A volte presenza di logge	
RIVESTIMENTO FACCIATE	Tetto a falde in legno; sottotetto non abitato	
FINESTRE	Intonacatura standard con variazione cromatica della pitturazione	
CONDUTTURE GAS	Finestre standard	
OMBREGGIAMENTO	Tubazioni all'interno (ove presenti)	
GRONDAIA	Con awolabile	
SITO DELL'EDIFICIO	All'esterno sulla facciata	
NOTE/PARTICOLARITÀ	Zone residenziali	
	Limitazione di 3 piani fuori terra	



DATI	FOTO EDIFICIO
ZONA CLIMATICA	E, F (Alto Adige)
CLASSE PERIODICA DI COSTRUZIONE	6 (1976 - 1990)
PARZIALE TIPOLOGIA SU TOTALE	10,79%
PARZIALE EPOCA SU TOTALE	22,54%
CATEGORIA EDILIZIA	Edifici multifamiliari
VOLUME LORDO DELL'EDIFICIO	10.681 m ³
SUPERFICIE NETTA	2.235 m ²
FABBISOGNO PER RISCALDAMENTO RELATIVO ALLA SUPERFICIE NETTA	304,5 kWh/m ² a



ELEMENTO EDILIZIO	DESCRIZIONE	U [W/m ² K]
TETTO	Tetto a falde con struttura e tavolato in legno (Sottotetto non riscaldato)	1,80
PARETI ESTERNE	vuota, sp. 40 cm con intercapedine, basso isolamento	0,76
	Tipo 2: Parete in c.a., sp. 18 cm, basso isolamento (verso ambiente non riscaldato)	0,76
SOLAIO SUPERIORE VERSO AMBIENTE NON RISCALDATO	Solaio in laterocemento, basso livello di isolamento	0,97
SOLAIO INFERIORE SU AMBIENTE NON RISCALDATO	Solaio in laterocemento, basso livello di isolamento	0,98
FINESTRE	Vetro doppio, telaio in legno o metallo	3,70
ULTERIORI INFORMAZIONI*		
GEOMETRIA	Non omogenea con sbalzi e aggetti; altezza limitata	
BALCONI	Balconi e logge su due o più facciate	
TETTO	Tetto a falde in legno; sottotetto abitato	
RIVESTIMENTO FACCIATE	Intonacatura standard	
FINESTRE	Finestre standard	
CONDUTTURE GAS	Tubazioni all'interno (ove presenti)	
OMBREGGIAMENTO	Ombreggiamento con persiane	
GRONDIA	All'esterno sulla facciata	
SITO DELL'EDIFICIO	Zone residenziali	
NOTE/PARTICOLARITÀ	Edifici con grande disomogeneità = alto rapporto S/V	



DATI	FOTO EDIFICIO
ZONA CLIMATICA	E, F (Alto Adige)
CLASSE PERIODICA DI COSTRUZIONE	6 (1976 - 1990)
PARZIALE TIPOLOGIA SU TOTALE	3,17%
PARZIALE EPOCA SU TOTALE	22,54%
CATEGORIA EDILIZIA	Blocco di appartamenti
VOLUME LORDO DELL'EDIFICIO	10.681 m ³
SUPERFICIE NETTA	2.235 m ²
FABBISOGNO PER RISCALDAMENTO RELATIVO ALLA SUPERFICIE NETTA	304,5 kWh/m ² a



ELEMENTO EDILIZIO	DESCRIZIONE	U [W/m ² K]
TETTO	 Tetto a falde con struttura e tavolato in legno (Sottotetto non riscaldato)	1,80
PARETI ESTERNE	 vuota, sp. 40 cm con intercapedine, basso isolamento	0,76
	 Tipo 2: Parete in c.a., sp. 18 cm, basso isolamento (verso ambiente non riscaldato)	0,76
SOLAIO SUPERIORE VERSO AMBIENTE NON RISCALDATO	 Solaio in laterocemento, basso livello di isolamento	0,97
SOLAIO INFERIORE SU AMBIENTE NON RISCALDATO	 Solaio in laterocemento, basso livello di isolamento	0,98
FINESTRE	 Vetro doppio, telaio in legno o metallo	3,70
ULTERIORI INFORMAZIONI*	DESCRIZIONE	
GEOMETRIA	Struttura omogenea e regolare	
BALCONI	Balconi su almeno due facciate, spesso anche logge	
TETTO	Tetto a falde in legno; sottotetto non abitato	
RIVESTIMENTO FACCIATE	Inonacatura standard; spesso anche facciate speciali come piastrelle o elementi prefabbricati	
FINESTRE	Finestre standard	
CONDUTTURE GAS	Tubazioni all'interno (ove presenti)	
OMBREGGIAMENTO	Ombreggiamento con avvolgibili	
GRONDAM	All'esterno sulla facciata	
SITO DELL'EDIFICIO	Zone residenziali	
NOTE/PARTICOLARITÀ	Elemento balcone spesso speciale e irregolari	

4 Analisi dei sistemi tecnologici di facciata prefabbricata disponibili sul mercato

Generalmente, gli elementi per la riqualificazione energetica di una facciata sono applicati all'edificio come elementi di piccole dimensioni, direttamente in cantiere, come ad esempio il cappotto termico. I sistemi prefabbricati, invece, sono sviluppati per essere interamente prodotti off-site ed essere applicati successivamente come elementi finiti all'edificio da riqualificare. Pertanto, la dimensione dei pannelli prefabbricati risulta vincolata alle dimensioni adatte per in cantiere e per la modalità di installazione sull'edificio.

Nei prossimi paragrafi verranno identificati gli elementi che caratterizzano i sistemi prefabbricati per la riqualificazione energetica e che devono essere presi in considerazione durante la progettazione.

4.1 Caratteristiche tecniche e funzionali

Oltre all'aspetto estetico e alle proprietà isolanti della facciata, ci sono degli altri elementi che giocano un ruolo importante e che devono essere definiti in fase progettuale del sistema. In particolare:

- **Statica:** il sistema prefabbricato di facciata può essere portante o non portante, a seconda delle condizioni di partenza della facciata esistente verrà valutato se in grado di sostenere i nuovi carichi o se il sistema dovrà essere autoportante.
- **Ventilazione:** a seconda del sistema di ventilazione scelto, se naturale o meccanico, la facciata può essere permeabile all'aria o completamente ermetica, per impedire scambi di calore per ventilazione che non siano regolati dall'impianto.
- **Generazione di energia:** i moduli prefabbricati possono essere o meno dotati di componenti attive per la produzione di energia, come pannelli fotovoltaici. Questo tipo di sistema si accoppia bene con la ventilazione meccanica controllata, in quanto i consumi energetici della ventilazione meccanica sono coperti dall'impianto.
- **Grado di prefabbricazione:** il grado di prefabbricazione può essere basso e in questo caso tutta la parte di finitura dell'elemento edilizio è svolta in cantiere oppure alto, per cui l'elemento è trasportato in cantiere e montato in opera come elemento finito.

Tabella 5: Principali caratteristiche e specifiche dei sistemi prefabbricati per la riqualificazione energetica

Caratteristiche del sistema	Specifiche tecniche	
Statica	Auto-portante	Non portante
Ventilazione	Naturale	Meccanica
Generazione di energia	Nessuno	Sistema attivo (PV-ST)
Grado di prefabbricazione	Basso (elementi non finiti)	Alto (solo da posare in opera)

4.2 Tipologia di facciata e componenti tecnologiche

La conformazione della facciata e il sistema di connessione tra facciata e copertura risultano particolarmente importanti per poter definire la tipologia del sistema di aggancio e di facciata. In Figura 9 sono riportate le diverse possibili forme di facciata e tipologia di superficie.

La **tipologia di superficie** maggiormente diffusa è quella verticale. Per questo tipo di superficie, bisogna prestare particolare attenzione ai punti di giunzione della parete con fondamenta e copertura, ma generalmente non ci sono problematiche termiche o problemi costruttivi legati al sistema.

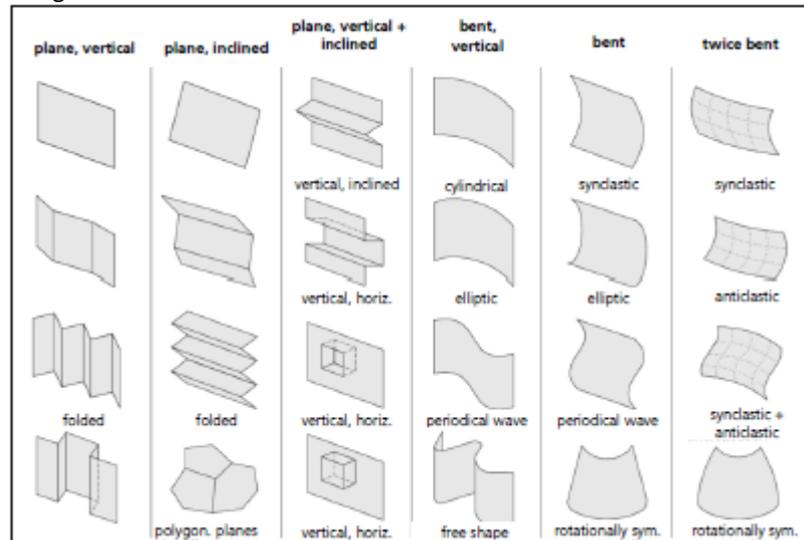


Figura 9: Tipologie di forma di facciata e di tipologia di superficie

All'interno dei moduli prefabbricati possono anche essere già installati i serramenti, per agevolare e velocizzare il montaggio off-site e migliorare le performance termiche del sistema. Dal punto di vista della fisica tecnica sarebbe preferibile installare i serramenti sul lato esterno dei moduli prefabbricati.

Le **componenti tecnologiche** dell'edifici, come tubi o impianti, possono essere installate all'interno della facciata, ma in questo caso bisogna considerare come i moduli sono agganciati alla facciata e quindi come sono prefabbricati. La scelta del modulo orizzontale piuttosto che di quello verticale deve essere effettuata considerando la modalità di prefabbricazione e che generalmente il modulo verticale è più vantaggioso per installazione di tubi e cablaggi. Considerando lo stato di fatto delle componenti tecnologiche presenti all'interno dell'edificio, bisogna valutare se queste sono ancora in condizioni di poter essere utilizzate o se devono essere parzialmente o completamente sostituite. Qualora siano da sostituire, è possibile che tubazioni per la distribuzione di calore, gas, acqua, elettriche o di telecomunicazione vengano integrate all'interno dei moduli prefabbricati in nuovi canali di distribuzione e collocati all'interno dei moduli di facciata.

4.3 Tipologia di aggancio

Di seguito sono riportate le diverse possibili modalità di ancoraggio alla facciata esistente, tratte da *TES Energy Facade, 2014*.

- **Facciata appesa:** il carico è trasferito alla facciata esistente tramite sospensione, gli elementi sono appesi alla parte superiore della facciata esistente. Quindi i carichi verticali sono concentrati sulla parte alta dell'edificio e si adagiano alla struttura esistente, che pertanto deve possedere una sufficiente capacità di carico. Il sistema è compatibile anche con progetti che prevedono la sopraelevazione.
- **Facciata agganciata:** gli elementi della facciata prefabbricata sono normalmente fissati al solaio dell'edificio o direttamente sulla muratura esistente;
- **Facciata autoportante:** i carichi verticali del sistema sono trasferiti alle fondazioni esistenti dell'edificio o a fondazioni separate alla base dell'edificio esistente;

- **Facciata inserita:** i carichi verticali sono trasferiti direttamente al solaio esistente, in quanto si prevede la demolizione della parete esterna esistente e la sua completa sostituzione.

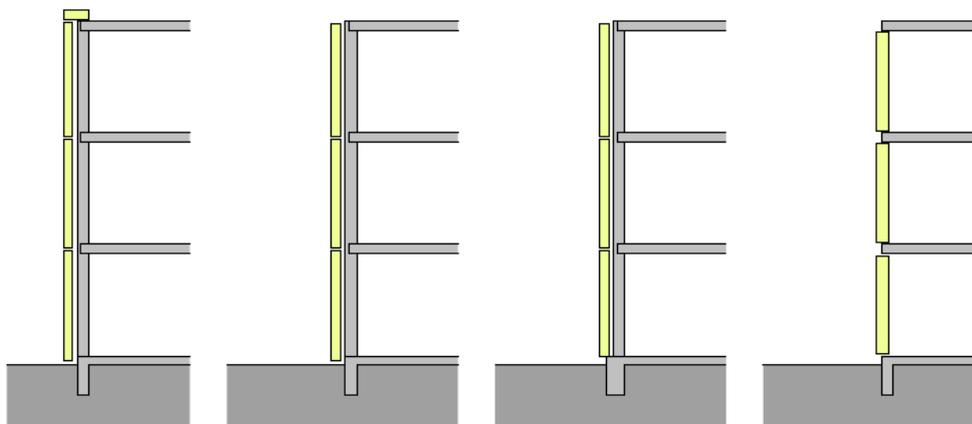


Figura 10: Tipologia di ancoraggio del sistema di facciata all'edificio esistente a partire da sinistra a) Facciata appesa, b) facciata agganciata, c) facciata autoportante, d) Facciata inserita.

Per il progetto LegnAttivo la tipologia di sistema che verrà utilizzata è la facciata agganciata alla facciata esistente.

4.4 Accessibilità all'edificio

L'accessibilità all'edificio è un elemento che deve essere preso in considerazione durante la scelta del sistema da adottare per la riqualificazione energetica.

Le considerazioni che devono essere fatte riguardo alle infrastrutture esistenti e alla logistica sono:

- La **possibilità di accedere con camion e rimorchi a pianale:** in ambienti urbani densamente costruiti, raggiungere gli edifici con questi macchinari può essere problematico, per via delle strade strette e del raggio di curvatura del camion;
- La **possibilità di stoccaggio temporaneo degli elementi di facciata:** deve essere verificato preliminarmente se sono disponibili aree adeguate allo stoccaggio dei moduli di facciata, specialmente se la riqualificazione energetica avviene durante la stagione invernale;
- **Possibilità di accesso con le gru.**

Tutti questi aspetti hanno un impatto sulla definizione del sistema da utilizzare, soprattutto in merito a dimensione dei moduli, installazione e tempistiche di realizzazione.

4.5 Esempi applicativi e caratteristiche

Di seguito verranno riportati alcuni esempi applicativi di riqualificazioni energetiche eseguite con sistemi di facciata prefabbricata, che potrebbero essere di particolare interesse per il progetto LegnAttivo. Questa analisi consente di valutare quali sono i trend più promettenti presenti sul mercato per la definizione del sistema di facciata prefabbricata. Le seguenti schede di esempi applicativi, sviluppate all'interno del progetto Ri.Fa.Re. (2014), riassumono le caratteristiche principali tecniche e tecnologiche dei diversi sistemi disponibili presenti sul mercato.

Complessivamente sono state riportate 8 schede di progetti realizzati che possono essere considerati un riferimento per LegnAttivo. Queste informazioni costituiscono una base di partenza su cui effettuare le scelte progettuali per il sistema di facciata prefabbricata da sviluppare.

Scheda 1: AUGSBURG – GRÜNENSTR. 30-36	
Prima dell'intervento 	Dopo l'intervento 
Edificio e superficie abitabile:	Riqualificazione di edificio residenziale in muratura da 30 cm – 4'186 mq
Anno di costruzione	1966
Allineamento dei pannelli:	Orizzontale
Tipologia di costruzioni:	Pannelli con struttura in legno da 60x200mm
Ancoraggio:	Facciata agganciata ai solai
Dimensioni e peso del pannello:	-
Tipologia di materiale isolante:	Cellulosa
Aggiustamento complanarità:	Cellulosa
Rivestimento:	Rivestimento in legno
Serramenti:	In linea col filo interno della facciata
Tecnologie integrate:	-
Montaggio:	Gru e impalcatura
Costo [€/m ²]:	-

Scheda 2: BAD AIBLING – B&O PARKGELÄNDE

Prima dell'intervento	Dopo l'intervento
	
Edificio e superficie abitabile:	Riqualificazione di caserme militari riconvertite in residenziale in muratura da 44 cm con sistema TES – 70'000 mq
Anno di costruzione	1935
Allineamento dei pannelli:	Orizzontale
Tipologia di costruzioni:	Pannelli con struttura in legno da 60x160mm
Ancoraggio:	Facciata agganciata ai solai
Dimensioni e peso del pannello:	13x3,50m -
Tipologia di materiale isolante:	Fibra minerale sp.160mm
Aggiustamento complanarità:	Strato d'aria in quiete
Rivestimento:	Facciata ventilata realizzata in legno
Serramenti:	In linea col filo interno della facciata
Tecnologie integrate:	Distribuzione delle tubazioni per riscaldamento tra muratura esistente e facciata prefabbricata
Montaggio:	Gru e impalcatura
Costo [€/m ²]:	280€/m ²

Scheda 3: BRUCKMÜHL – SUDETENSTRASSE 13

Prima dell'intervento	Dopo l'intervento
	
Edificio e superficie abitabile:	Riqualificazione di edificio residenziale in muratura da 44 cm – 700 mq
Anno di costruzione	1955
Allineamento dei pannelli:	Orizzontale
Tipologia di costruzioni:	Pannelli con struttura in legno da 240mm
Ancoraggio:	Facciata agganciata ai solai
Dimensioni e peso del pannello:	10x2,80m – 36kg/m ²
Tipologia di materiale isolante:	Cellulosa insufflata
Aggiustamento complanarità:	-
Rivestimento:	Intonaco
Serramenti:	In linea col filo interno della facciata
Tecnologie integrate:	Ventilazione meccanica integrata
Montaggio:	Gru e impalcatura
Costo [€/m ²]:	-

Scheda 4: BUCHLOE – REALSCHULE	
Prima dell'intervento 	Dopo l'intervento 
Edificio e superficie abitabile:	Riqualificazione di edificio scolastico in cemento con elementi TES – 5'200 mq
Anno di costruzione	1980
Allineamento dei pannelli:	Orizzontale
Tipologia di costruzioni:	Pannelli con struttura in legno da 240mm
Ancoraggio:	Facciata agganciata ai solai con angoli in acciaio
Dimensioni e peso del pannello:	-
Tipologia di materiale isolante:	Lana minerale da 240mm
Aggiustamento complanarità:	Lana minerale da 35mm
Rivestimento:	Rivestimento in legno
Serramenti:	In linea col filo esterno della facciata
Tecnologie integrate:	-
Montaggio:	Posizionamento tramite Gru e fissaggio con impalcatura
Costo [€/m ²]:	620,00€/m ²

Scheda 5: GUNDELFINGEN	
Prima dell'intervento 	Dopo l'intervento 
Edificio e superficie abitabile:	Riqualificazione di edificio scolastico in cemento con elementi TES
Anno di costruzione	1975
Allineamento dei pannelli:	Verticale
Tipologia di costruzioni:	Pannelli con struttura in legno da 80 x 240mm
Ancoraggio:	Facciata agganciata ai solai con staffe in acciaio
Dimensioni e peso del pannello:	2,45x7,90m
Tipologia di materiale isolante:	Lana minerale da 240mm
Aggiustamento complanarità:	-
Rivestimento:	Lastre in fibrocemento
Serramenti:	In linea col filo esterno della facciata
Tecnologie integrate:	-
Montaggio:	Gru e impalcatura
Costo [€/m ²]:	520,00€/m ²

Scheda 6: LINZ, MAKARTSTR. 30-34	
Prima dell'intervento	Dopo l'intervento
	
Edificio e superficie abitabile:	Riqualificazione di edificio residenziale in muratura con facciate solari – 3'106 mq
Anno di costruzione	1957
Allineamento dei pannelli:	Orizzontale
Tipologia di costruzioni:	Pannelli con struttura in legno da 160mm
Ancoraggio:	Facciata agganciata soltanto ai solai
Dimensioni e peso del pannello:	3,00x2,00m – 35kg/m ²
Tipologia di materiale isolante:	Lana minerale da 160mm
Aggiustamento complanarità:	Lana minerale da 60mm
Rivestimento:	Facciata solare
Serramenti:	In linea col filo esterno della facciata
Tecnologie integrate:	Ventilazione meccanica controllata
Montaggio:	Gru e carrello elevatore
Costo [€/m ²]:	-

Scheda 7: MÜNSTER, OSTHUESHEIDE 63-99	
Prima dell'intervento	Dopo l'intervento
	
Edificio e superficie abitabile:	Riqualificazione di edificio residenziale realizzato in blocchi cavi e solai in cemento armato con elementi TES
Anno di costruzione	1960
Allineamento dei pannelli:	Orizzontale
Tipologia di costruzioni:	Pannelli con struttura in legno da 60/120mm
Ancoraggio:	Fissaggio con staffe in acciaio
Dimensioni e peso del pannello:	-
Tipologia di materiale isolante:	Lana minerale
Aggiustamento complanarità:	Lana minerale
Rivestimento:	Rivestimento in intonaco
Serramenti:	In linea col filo interno della facciata, prefabbricata nel pannello
Tecnologie integrate:	-
Montaggio:	Gru e impalcatura
Costo [€/m ²]:	-

Scheda 8: ZÜRICH HÖNGG, SEGANTINISTRASSE 200

Prima dell'intervento	Dopo l'intervento
	
Edificio e superficie abitabile:	Riqualificazione di edificio residenziale in costruzione massiccia con sistema Annex 50– 786 mq
Anno di costruzione	1954
Allineamento dei pannelli:	Orizzontale
Tipologia di costruzioni:	Pannelli con struttura in legno da 180mm
Ancoraggio:	Facciata agganciata ai solai con barre in legno
Dimensioni e peso del pannello:	12,00 x 2,70 m
Tipologia di materiale isolante:	Cellulosa insufflata
Aggiustamento complanarità:	-
Rivestimento:	Rivestimento in intonaco
Serramenti:	In linea col filo interno della facciata
Tecnologie integrate:	Ventilazione meccanica controllata centralizzata integrata in facciata
Montaggio:	Gru e impalcatura
Costo [€/m ²]:	-

5 Disponibilità a pagare (Willingness to pay)

Un aspetto importante che deve essere preso in considerazione nella valutazione economica del risanamento energetico tramite sistemi di facciata è legato ad alcune **problematiche** che si creano con la cantierizzazione durante interventi di riqualificazione energetica. Aspetti legati al **rumore**, alla **sicurezza** e alla **privacy** possono creare forti situazioni di discomfort negli inquilini, mentre grazie all'utilizzo di sistemi prefabbricati questi inconvenienti verrebbero fortemente ridotti, sia in termini di entità che in termini di durata. Utilizzare sistemi prefabbricati sposta la maggior parte delle lavorazioni all'interno dello stabilimento di produzione, pertanto la rumorosità del cantiere verrebbe fortemente ridotta. Inoltre, ridurrebbe considerevolmente l'utilizzo di impalcature a favore di carrelli mobili arginando il problema delle intrusioni e dei furti, a favore della privacy degli utenti che continuerebbero a vivere all'interno dei locali da ristrutturare. I cantieri che utilizzano sistemi prefabbricati hanno dei tempi di realizzazione molto inferiori rispetto a quelli tradizionali, in caso di alto grado di prefabbricazione possono concludersi anche in due settimane (Energiesprong), e questo riduce considerevolmente il disagio per gli inquilini.

Un'analisi molto interessante inerente a queste tematiche è stata realizzata all'interno del progetto Ri.Fa.Re. (2014) per valutare la disponibilità a pagare per una soluzione che riduce questo tipo di disagi. La **disponibilità a pagare (Willingness To Pay -WTP)** è un indicatore puramente economico e soggettivo che descrive quanto una persona sia disponibile a pagare in più per evitare qualcosa di non desiderato. All'interno del progetto la WTP è stata valutata per i tre diversi aspetti elencati sopra: **WTP per la riduzione del rumore**, **WTP per la sicurezza** e **WTP per la privacy**. Questi indicatori sono stati valutati tramite dei questionari che sono stati sottoposti a 44 persone intervistate durante la fiera di settore SAIE a Bologna (22/10/2014) e a 41 persone che hanno risposto allo stesso questionario online. All'interno del questionario veniva chiesto alle persone come percepivano il livello di disturbo di questi tre aspetti in una scala da 1 a 6, dove 1 corrisponde a "per nulla disturbato" e 6 a "molto disturbato" e quanto sarebbero state disposte ad investire per ridurre queste problematiche. La Tabella 6 riportata in seguito descrive il campione analizzato. La maggior parte degli intervistati sono di sesso maschile e non ha esperienza di interventi di riqualificazione energetica. L'età media è di 33 anni.

Tabella 6: Caratteristiche principali del campione analizzato

Nr. partecipanti	85	
Età media	33 anni	
Sesso	M	50 (59%)
	F	35 (41%)
Esperienza di aver vissuto in una casa durante interventi di riqualificazione energetica?	SI	15 (18%)
	NO	70 (82%)

I grafici, riportati in Figura 11 e Figura 12, mostrano invece i livelli di istruzione del campione intervistato e il reddito medio annuo. La maggior parte degli intervistati ha un diploma delle scuole superiori (32 persone) o una laurea magistrale (30 persone), con un reddito inferiore ai 15'000€.

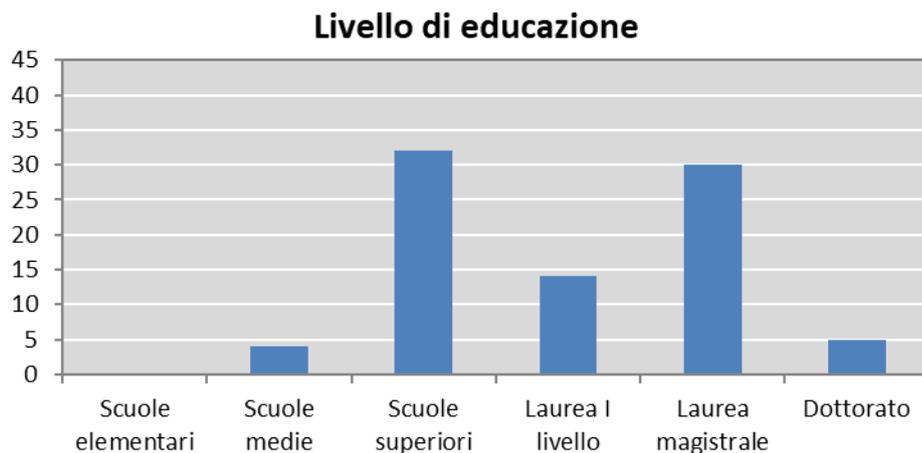


Figura 11: Livello di educazione del campione intervistato

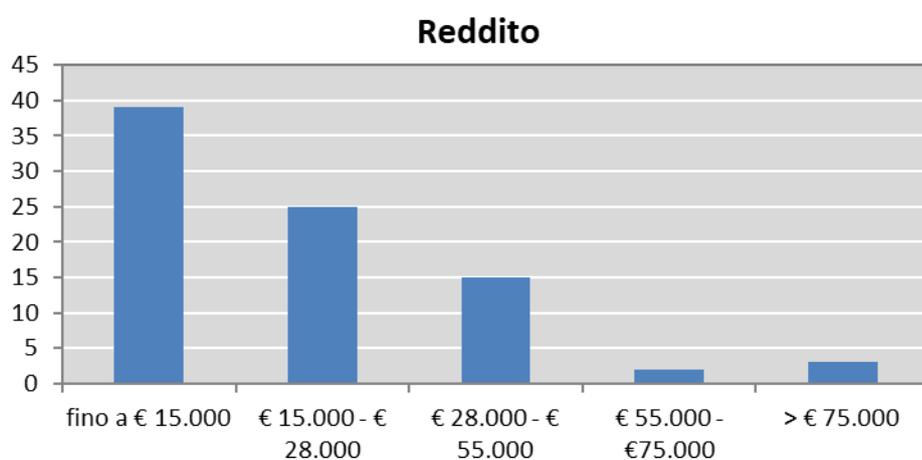


Figura 12: Reddito medio annuo del campione intervistato

Per la maggior parte degli intervistati il rumore generato dal cantiere è il disturbo sentito come prevalente rispetto a sicurezza e privacy. Mentre la privacy è valutata come elemento molto disturbante dal minor numero di persone.

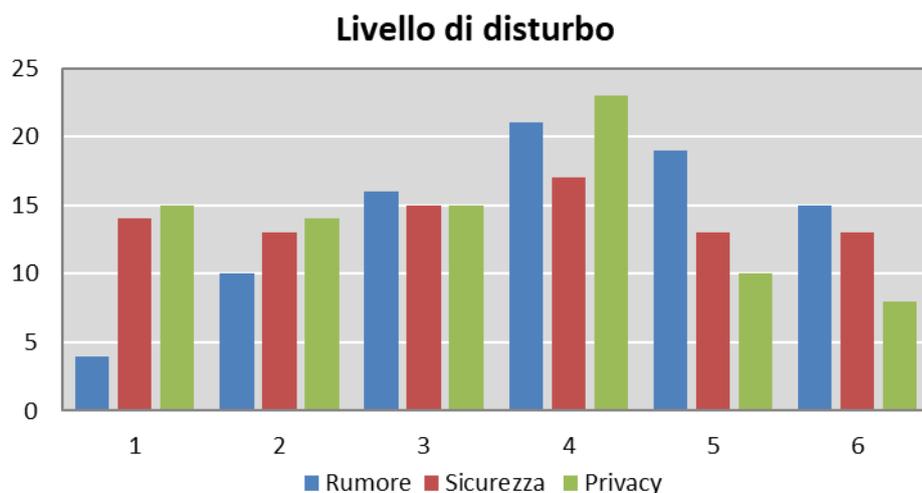


Figura 13: Definizione del livello di disturbo relativo al rumore, sicurezza e privacy

WTP - Willingness To Pay

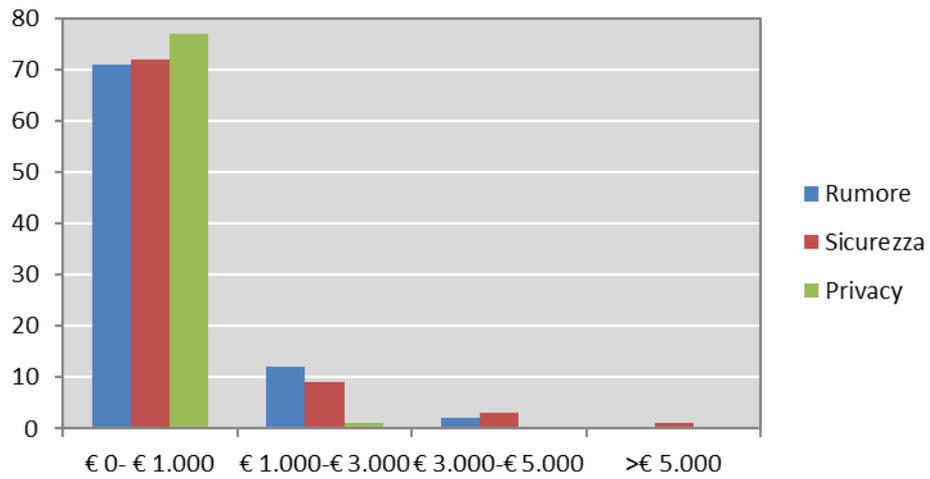


Figura 14: Disponibilità a pagare per rumore, sicurezza e privacy.

Agli intervistati è stato infine chiesto di indicare la cifra che sarebbero disposti a pagare in più per ridurre il disagio da rumore, aumentare la sicurezza contro eventuali furti e intrusioni e ridurre la problematica legata alla privacy. La maggior parte degli intervistati non sarebbe disponibile a pagare più di 1000€ per ridurre il disturbo arrecato da rumore, possibilità di intrusioni e mancanza di privacy.

In generale in media la WTP per la mitigazione della rumorosità è di circa 550€, per il miglioramento della sicurezza e la riduzione della possibilità di intrusione di circa 595€ e per la privacy di circa 100€. La privacy risulta quindi la tipologia di disagio per cui gli utenti sarebbero disponibili a pagare di meno.

6 Conclusioni

Il presente rapporto ha l'obiettivo di effettuare un'analisi di mercato in grado di individuare le principali tendenze di mercato, attuali e prospettiche, così da poter identificare le tecnologie e le configurazioni da preferire sulla base della tipologia edilizia. Pertanto, è stata effettuata un'analisi preliminare per valutare le **potenzialità degli interventi di riqualificazione energetica degli edifici esistenti** sia a livello nazionale che a livello della provincia Autonoma di Bolzano. Il risanamento energetico costituisce ad oggi il settore in cui si collocano la maggior parte degli interventi in edilizia, sia come numero di progetti che come entità degli investimenti. La tendenza infatti è quella di effettuare risanamenti energetici piuttosto che costruire nuovi edifici. In Alto Adige la maggior parte delle riqualificazioni si concentrano su edifici costruiti tra il 1946 e il 1971.

Successivamente è stata riportata **l'analisi tipologica del parco edilizio Alto Atesino**, elaborata in dieci **schede** (definite all'interno del progetto Ri.Fa.Re.) **relative alle diverse Tipologie di costruzione** di edifici residenziali presenti sul territorio. All'interno delle schede sono riportate le informazioni generali sulle tipologie di edificio (epoca di costruzione, fabbisogni energetici medi, dati geometrici significativi etc.), sulla tipologia costruttiva e sulle caratteristiche strutturali e impiantistiche. All'interno del progetto LegnAttivo sono stati identificati 5 edifici di riferimento, definiti sulla base del parco edilizio di IPES, che verranno utilizzato come casi studio per l'elaborazione dei prototipi di facciata prefabbricata. Questi edifici sono stati classificati a seconda delle Tipologie di costruzione delle schede, come riportato in Tabella 4 e in Tabella 7.

Tabella 7: Edificio di riferimento, Scheda relativa alla tipologia di costruzione e percentuale della tipologia costruttiva sul totale analizzato.

Edificio di Riferimento	Scheda	Percentuale della tipologia di edificio sul totale degli edifici analizzati
Edificio 1	-	-
Edificio 2	Pag.24	3,15%
Edificio 3	Pag. 19	3,49%
Edificio 4	Pag. 22	6,35%
Edificio 5	Pag.23	10,79%

Dai dati riportati sopra risulta che l'edificio maggiormente rappresentativo delle tipologie edilizie in Alto Adige è l'edificio di riferimento nr.5, con una percentuale del 10,79% sul totale degli edifici analizzati. In generale, se si definisce un sistema di facciata prefabbricata che possa essere applicato a questi edifici di riferimento si potrebbe riqualificare circa il 24% degli edifici esistenti. Questa percentuale rappresenta la massima quota di **mercato aggredibile dal sistema** sviluppato all'interno del progetto LegnAttivo.

Per quanto riguarda la **riqualificazione del sistema impiantistico** da un'indagine proposta da Istat nel 2013 si può osservare come in Alto Adige la percentuale degli impianti centralizzati sia molto superiore rispetto al dato nazionale.

Tabella 8: Tipologia di impianto a livello nazionale, Regionale e provinciale (Dati ISTAT, 2013)

Territorio	Impianto centraliz.	impianto autonomo	scaldabagni elettrici	scaldabagni a metano	scaldabagni ad altre fonti
Italia	5,8%	73,9%	13,6%	5,3%	1,5%
Trentino Alto Adige	26,4%	64,2%	5,7%	1,1%	2,6%
Provincia Autonoma Bolzano	36,5%	50,8%	7,7%	1,3%	3,7%

Questo rappresenta un incentivo alla riqualificazione impiantistica di edifici multi-residenziali, in quanto non è sempre possibile convincere gli inquilini a rinnovare l'impianto termico e spesso la centralizzazione impiantistica è una scelta che difficilmente si considera a livello condominiale. Pertanto la promozione della riqualificazione dell'impianto abbinata a quella dell'involucro esterno, rappresenta una scelta ottimale in quanto consente di ottimizzare le sinergie tra questi interventi e a ridurre ulteriormente i consumi energetici. Un'altra considerazione può essere fatta se si **analizzano i vettori energetici** utilizzati per il riscaldamento (Tabella 9). Circa il 25 % degli impianti nella provincia di Bolzano è alimentata a gasolio o GPL, un dato molto superiore rispetto alla media nazionale che si attesta attorno al 10% circa. Questo tipo di impianto risulta essere obsoleto e particolarmente inefficiente dal punto di vista energetico, pertanto questa informazione è indice che sul territorio provinciale c'è la necessità di un rinnovamento degli impianti termici esistenti. Inoltre, è interessante osservare che il dato di utilizzo dell'energia solare come vettore energetico è nettamente superiore rispetto alla media nazionale, 6% contro lo 0,7%. Ciò rispecchia certamente una volontà politica e sociale del territorio Alto Atesino di utilizzare fonti energetiche rinnovabili come vettore alternativo a fonti non rinnovabili.

Tabella 9: Tipologia di vettori energetici utilizzati per l'impianto di riscaldamento e acqua calda sanitaria (Dati ISTAT, 2013)

Territorio	gasolio	Gpl	energia elettrica	metano	biomasse	energia solare
Italia	2,9%	7,6%	14,4%	71,9%	2,4%	0,7%
Trentino Alto Adige	17,9%	7,0%	6,8%	53,6%	9,9%	4,9%
Provincia Autonoma Bolzano	18,7%	6,7%	9,7%	42,4%	16,4%	6,1%

L'analisi dei sistemi tecnologici di facciata prefabbricata delinea gli elementi che caratterizzano i sistemi prefabbricati e le considerazioni che devono essere effettuate per operare la scelta del sistema. In particolar modo, in fase progettuale, devono essere definite le caratteristiche tecniche e funzionali della facciata (statica del sistema, presenza di componenti impiantistiche attive, grado di prefabbricazione etc.), la caratterizzazione della facciata da riqualificare, sistema di aggancio e l'accessibilità all'area di progetto. Questi elementi hanno un forte impatto sulla determinazione delle scelte e della realizzazione del sistema prefabbricato da adottare. Quindi sono stati riportati degli **esempi applicativi** per determinare i trend principali dei sistemi maggiormente utilizzati. Dagli esempi riportati si evince che il sistema maggiormente utilizzato è una struttura con uno spessore tra i 160 mm e i 240 mm agganciata ai solai esistenti, installata tramite Gru e impalcature. I pannelli hanno generalmente un allineamento orizzontale (Figura 1) con finestre montate a filo interno del sistema prefabbricato.

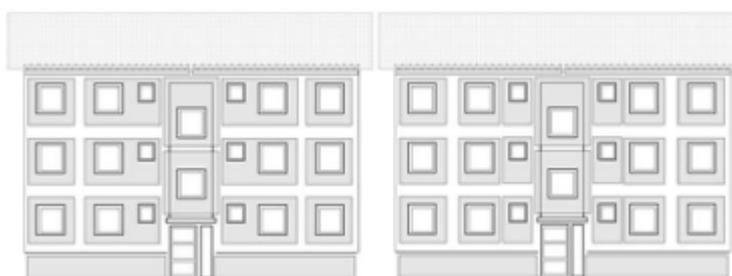


Figura 15: Esempi di configurazione orizzontale (a sinistra) e verticale (a destra)

L'isolamento termico è prevalentemente realizzato in fibra minerale o tramite cellulosa insufflata, mentre il problema di complanarità delle superfici, è gestito tramite uno spessore di lana minerale tra i 35mm e i 60 mm o tramite la presenza di una camera d'aria ferma. Non

sono molti i sistemi che prevedono la presenza di componenti impiantistiche attive e generalmente è previsto soltanto l'installazione di un sistema di ventilazione meccanica controllata che si combina con il sistema dei serramenti.

L'ultima sezione del rapporto riporta alcune indagini realizzate all'interno del progetto Ri.Fa.Re. (2014) per determinare la **disponibilità a pagare** da parte degli utenti che devono intraprendere una riqualificazione energetica (WTP- Willingness To Pay) per ridurre alcune delle problematiche che si creano con la cantierizzazione. In particolar modo, aspetti legati al rumore, alla sicurezza e alla privacy possono creare forti situazioni di discomfort negli inquilini, mentre grazie all'utilizzo di sistemi prefabbricati questi inconvenienti verrebbero fortemente ridotti, sia in termini di entità che in termini di durata. È stata calcolata, tramite questionario, la WTP per la riduzione del rumore, WTP per la sicurezza e WTP per la privacy. In media la WTP per la mitigazione della rumorosità è di circa 550€, per il miglioramento della sicurezza e la riduzione della possibilità di intrusione di circa 595€ e per la privacy di circa 100€. La privacy risulta quindi la tipologia di disagio per evitare la quale gli utenti sarebbero disponibili a pagare di meno.

7 Bibliografia

- Commissione europea.** (2006). Action Plan for Energy Efficiency: Realising the Potential. COM (2006) 545 final.
- EU FP7 Sinfonia project,** <http://www.sinfonia-smartcities.eu/>.
- FESR Klimakit,** Spronare al cambiamento il mercato delle riqualificazioni in Alto Adige, 2017, www.klimakit.it
- FESR Klimakit,** Spronare al cambiamento il mercato delle riqualificazioni in Alto Adige, 2017, Deliverable 3.1.1 Caratterizzazione di edifici di riferimento, driver per il miglioramento prestazionale e requisiti tecnici, Eurac Research
- FESR Klimakit,** Spronare al cambiamento il mercato delle riqualificazioni in Alto Adige, 2017, Deliverable 3.2.2 Analisi di Mercato del Settore del Risanamento Energetico in Alto Adige, Fraunhofer Italia
- Intergovernmental Panel on Climate Change.** (2007). Climate Change 2007: Mitigation of climate change. Summary for Policymakers, 10(5.4).
- Project Tabula – Building Typology Brochure - Italy,** Fascicolo sulla Tipologia Edilizia Italiana, Dicembre 2011
- Provincia Autonoma di Bolzano.** (2011). Piano Clima Energia Alto Adige 2050. Bolzano, Italia: Provincia autonoma di Bolzano. Dipartimento Sviluppo del territorio, Ambiente ed Energia.
- Progetto Ri.Fa.Re - Ristrutturare con FAcciate pREfabbricate,** 2014, D1.1 - Report su analisi di mercato, Fraunhofer Italia
- Progetto Ri.Fa.Re - Ristrutturare con FAcciate pREfabbricate,** 2014, D1.2/D1.3 – State of the art of the Technological Element and of the Survey, Fraunhofer Italia
- TES Energy Facade”** [Online]. Available: <http://tesenergyfacade.com/>. [Zugriff am 20 06 2014].
- World Business Council for Sustainable Development.** (2009). *Transforming the Market: Energy Efficiency in Buildings*. World Business Council for Sustainable Development. Technical report. WBCSD