



**Politecnico
di Torino**

Politecnico di Torino

Corso di Laurea Magistrale
In Architettura per la Sostenibilità
A.a. 2023/2024
Sessione di Laurea Febbraio/Marzo 2024

Il cantiere leggero

Una risposta all'efficientamento energetico

Relatore:

Prof. Rossella Maspoli

Candidata:

Martina Berton

Less is more...



INDICE

	Abstract	1
01	Introduzione	3
	1.1. Obiettivi	5
	1.2. Metodo	6
02	Cambiamento climatico	7
	2.1. Implicazioni globali	9
	2.2. Cause	10
	2.3. Effetti	12
	2.4. Come affrontarlo	13
	2.4.1. Mitigazione	13
	2.4.2. Adattamento	14
	2.4.3. Resilienza	16
	2.5. Rapporto con l'ambiente costruito	17
	2.5.1. Strategie di progetto	17
	2.5.2. Efficientamento energetico	18
	2.5.3. Impatto ambientale	19
03	RiceHouse, azienda e materiali	21
	3.1. L'azienda	23
	3.2. Materiali innovativi	25
	3.3. Perché il riso?	28
	3.5.1. Produzione italiana e globale	29
	3.5.2. Paglia	31
	3.5.3. Lolla	32
	3.4. Prodotti catalogo	33
	3.5. Analisi prestazionale	35
	3.5.1. RH-L	36
	3.5.2. RH-50	39
	3.5.3. RH-110	41
	3.5.4. RH-210	42
	3.5.5. RH-220	43
	3.5.6. RH-FACE	44
	3.6. Analisi ambientale	47

04	Introduzione ai casi studio	49
	4.1. Inquadramento "Condominio Settembre 291"	51
	4.1.1. Analisi urbanistica	54
	4.1.2. Stato di fatto	55
	4.1.3. Prestazione energetica e impianti	59
	4.1.4. Interventi	60
	4.2. Inquadramento "Torri via Russoli"	61
	4.2.1. Analisi urbanistica	64
	4.2.2. Stato di fatto	65
	4.2.3. Prestazione energetica e impianti	69
	4.2.4. Interventi	70
05	Progettazione	71
	5.1. Condominio Settembre 291	73
	5.1.1. Processo e strumenti	73
	5.1.2. Stato di progetto	75
	5.1.3. Stratigrafie	79
	5.1.4. Particolari costruttivi	83
	5.1.5. Render	87
	5.1.6. Stato post-intervento	88
	5.2. Torri via Russoli	89
	5.2.1. Processo e strumenti	89
	5.2.2. Stato di progetto	90
	5.2.3. Stratigrafie	95
	5.2.4. Particolari costruttivi	100
	5.2.5. Render	103
	5.2.6. Stato post-intervento	104
	5.3. Considerazioni	105
06	Cronoprogramma	107
	6.1. Normativa	109
	6.2. Condominio Settembre 291	111
	6.3. Torri via Russoli	113
	6.4. Considerazioni	115
07	Sicurezza e coordinamento	117
	7.1. Normativa	119
	7.2. Condominio Settembre 291	120
	7.2.1. Descrizione	120
	7.2.2. Organizzazione fasi sovrapposte	122
	7.3. Torri via Russoli	125

	7.3.1. Descrizione	125
	7.3.2. Organizzazione fasi sovrapposte	127
	7.4. Considerazioni	129
08	Computo metrico estimativo	131
	8.1. Normativa	133
	8.2. Condominio Settembre 291	134
	8.3. Torri via Russoli	137
	8.4. Considerazioni	141
09	Esperienza degli inquilini	143
	9.1. Condominio Settembre 291	145
	9.2. Torri via Russoli	148
	9.3. Considerazioni	151
10	Conclusioni	153
	Riferimenti	159
	Ringraziamenti	165

ABSTRACT

Le conseguenze del cambiamento climatico sono diventate negli ultimi anni degli eventi con cui l'uomo deve imparare a convivere. Per poterlo fare è necessario adottare delle misure di mitigazione, adattamento e resilienza, oltre che nella vita quotidiana, anche e soprattutto nel mondo delle costruzioni. Se dal punto di vista dei materiali l'innovazione tecnologica è molto avanzata, dal punto di vista effettivo della costruzione non vengono ancora abbastanza indagate e migliorate quelle dinamiche che avvengono all'interno dei cantieri. Con la necessità di aumentare l'efficienza energetica di molti edifici, in Italia, è diventato evidente come questo problema di scarsa organizzazione abbia causato problemi per la reperibilità dei materiali e il dilatarsi delle tempistiche di costruzione. Nella fase di progettazione, oltre a pensare all'efficienza dell'edificio è necessario puntare un occhio alla fase di cantierabilità, per poter ideare elementi e soluzioni efficienti anche dal punto di vista costruttivo. Il Cronoprogramma offre visivamente la distribuzione nel tempo del progetto in costruzione. Fondamentale è il Piano di Sicurezza e Coordinamento, perché il suo efficace e completo sviluppo e applicazione limita i rischi per la sicurezza e incolumità dei lavoratori riflettendosi anche nei costi e tempi di esecuzione. Inoltre, un cantiere più efficiente avrà un risvolto positivo nell'esperienza e nella vita dei condomini che vivranno ogni giorno a contatto con esso. Nella tesi sono analizzati questi punti mettendo a confronto due progetti dell'azienda italiana Ricehouse, che è anche fornitrice dei materiali utilizzati. Sono entrambi progetti di riqualificazione energetica effettuati su due palazzine. Sono stati selezionati proprio perché pur usando gli stessi materiali a base di scarti del riso, sono progettati e gestiti in modo differente sia in fase di progettazione che in quella di cantiere. In particolare il primo presenta un sistema costruttivo dove tutte le lavorazioni avvengono in situ, mentre il secondo è progettato con la maggior parte dei rivestimenti esterni di tipo prefabbricato, quindi con costruzione ex situ e solo montaggio e rifinitura in situ.

ABSTRACT (EN)

The consequences of climate change have become events with which humanity must learn to coexist in recent years. To achieve this, it is necessary to adopt measures of mitigation, adaptation, and resilience, not only in daily life but also, and especially, in the construction industry. While technological innovation in materials has advanced significantly, the actual construction processes within construction sites have not been adequately investigated and improved. With the need to significantly increase the energy efficiency of many buildings in Italy, it has become evident that the problem of poor organization has caused issues in material availability and extended construction timelines.

In the design phase, in addition to considering the building's efficiency, it is crucial to focus on constructability to devise efficient elements and solutions from a construction standpoint. The project schedule visually represents the time distribution of the construction project. The Safety and Coordination Plan is fundamental because a well-developed project poses fewer risks to the safety and well-being of workers, which can also reflect in cost savings and execution times. Furthermore, a more efficient construction site will have a positive impact on the experience and life of residents who interact with it every day.

This thesis will analyze these points by comparing two projects from the Italian company Ricehouse, which is also the supplier of the materials used. Both projects involve energy-efficient retrofitting of two buildings. These projects were chosen because, despite using the same rice-based materials, they are designed and managed differently in both the design and construction phases. Specifically, the first project employs a construction system where all work takes place on-site, while the second is designed with most external coverings being prefabricated, thus involving off-site construction and on-site assembly and finishing.

01.

Introduzione

- 1.1 Obiettivi
- 1.2 Metodo

1.1

Obiettivi

Il lavoro si pone una serie di obiettivi da seguire per comprendere la finalità e il percorso logico che ne concerne. Si vuole indagare la complessità e importanza che risiede nella fase di cantierabilità di un progetto. Questa fase, infatti, è una conseguenza diretta di quelle di progettazione, scelta dei materiali e approccio di lavoro. Inoltre, considera ruoli e competenze degli operatori della fase esecutiva, oltre ai professionisti che si occupano del progetto, le imprese che contrattualmente eseguono le opere, le maestranze tecniche che operano nel sito, la direzione lavori e la responsabilità per la sicurezza, la committenza e gli utilizzatori finali, proprietari e inquilini, che abitano l'immobile.

I primi capitoli di introduzione trattano l'argomento del cambiamento climatico ed efficienza energetica per far comprendere come questi temi attuali siano fondamentali e costituiscano lo spunto e la motivazione della scelta di questo argomento. Infatti, proprio a causa di variazioni del clima, in questi anni sono state molto impattanti le scelte di finanziamento nazionale e comunitario, quali superbonus (articolo 119 del decreto-legge n. 34/2020), sismabonus (articolo 16 del decreto-legge n. 63/2013) ed ecobonus (articolo 14 del decreto-legge n. 63/2013) per il miglioramento dell'efficienza energetica degli edifici, che hanno portato come conseguenza diretta l'aumento di progetti e cantieri sempre più veloci, che rischiano di compromettere qualità, efficienza, manutenibilità e immagine architettonica delle opere. Andare ad indagare una tematica così cruciale in questo periodo storico può portare ad una maggiore attenzione da parte degli attori coinvolti, non secondariamente in termini di sostenibilità e di riuso delle risorse di scarto agricolo in campo edilizio.

In seguito, si sono analizzati i materiali specificatamente considerati in questo scritto, sono stati scelti i prodotti naturali dell'azienda italiana Ricehouse, descritti i componenti e le relative prestazioni e certificazioni.

Successivamente si entra nella fase di analisi e confronto di due cantieri portati avanti da Ricehouse con i loro materiali, confrontando il primo con una tipologia di cantiere e di progettazione di tipo tradizionale e il secondo con una tipologia di costruzione e installazione di tipo prefabbricato.

Sono stati scelti cinque temi fondamentali nel processo edilizio: progettazione, cronoprogramma, Piano di Sicurezza e Coordinamento, computo metrico estimativo della fase di cantiere ed esperienza degli inquilini, per confrontare i due casi studio.

Infine, sono stati analizzati e confrontati i dati raccolti per evidenziare le peculiarità che contraddistinguono i due progetti in quanto sostenibilità ed efficienza del cantiere.

1.2

Metodo

Il metodo utilizzato per questo lavoro di ricerca, confronto e analisi fa riferimento a differenti strumenti e fonti. Nei primi capitoli è stato fatto un lavoro di analisi e confronto dei contributi di ricerca più attuali e significativi sul tema complesso e interdisciplinare, in continua evoluzione e miglioramento, del cambiamento climatico e del ruolo dell'efficienza energetica. Riguardo all'applicabilità di tali temi per i materiali naturali prodotti a base di scarti vegetali, come quelli prodotti da Ricehouse, sono stati raccolti i principali casi di produzione confrontabili, studiate le schede tecniche, analizzate le prestazioni e certificazioni ambientali. Nei capitoli centrali vengono esposti due progetti scelti per l'impiego dei medesimi materiali con due approcci diversi, uno con montaggio in cantiere e l'altro con prefabbricazione ex situ e successivo montaggio delle pareti in situ. Infine, sono stati confrontati i dati raccolti attraverso benchmarking tools (software, cronoprogrammi e computi).

02

Cambiamento climatico

- 2.1. Implicazioni globali
- 2.2. Cause
- 2.3. Effetti
- 2.4. Come affrontarlo
 - 2.4.1. Adattamento
 - 2.4.2. Mitigazione
 - 2.4.3. Resilienza
- 2.5. Rapporto con l'ambiente costruito
 - 2.5.1. Strategie di progetto
 - 2.5.2. Efficientamento energetico
 - 2.5.3. Impatto ambientale

“Per cambiamento climatico si intende un cambiamento del clima attribuito direttamente o indirettamente all’attività umana che altera la composizione dell’atmosfera globale e che si aggiunge alla variabilità climatica naturale osservata in periodi di tempo comparabili.”¹

¹ (UNFCCC, 1992, p. 3)

<https://climadat.isprambiente.it/glossario/>

Questo è il primo dei due capitoli di introduzione per poter comprendere al meglio il contesto, le necessità e le fondamentali ideologiche alla base dei due progetti successivamente analizzati.

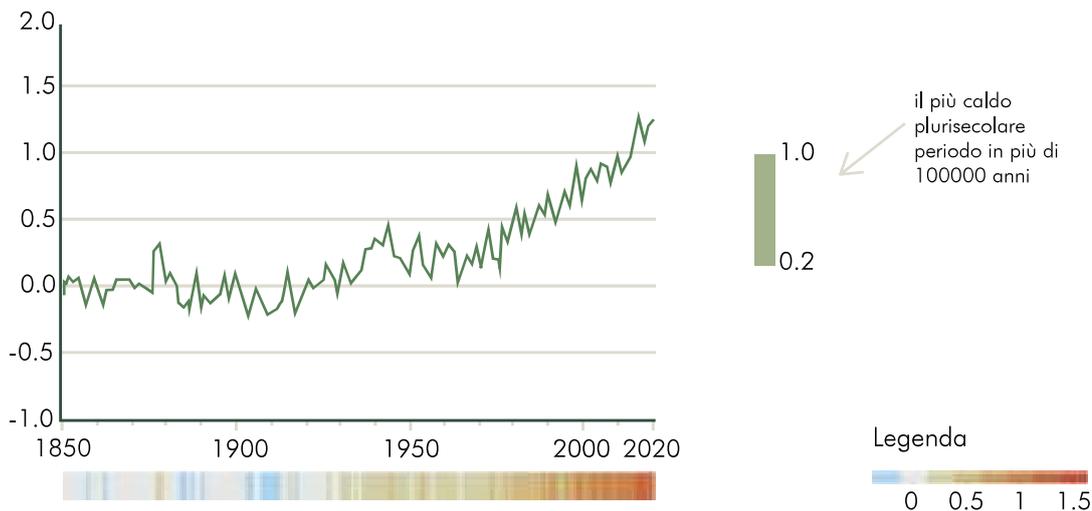
In questo capitolo sono affrontate ed esposte le diverse cause che hanno portato l'uomo a cercare delle soluzioni per andare in contro agli eventi estremi con cui è destinato a convivere.

Partendo dalla storia che ha portato al verificarsi di questi eventi, proseguendo con le cause più specifiche e gli effetti. In seguito analizzando le tre principali metodologie adottate per contrastare o quantomeno arginare il problema. Infine scendendo nello specifico del tema riguardante questo lavoro, si andrà ad evidenziare come si è sviluppato il rapporto con l'ambiente costruito: quali sono le principali strategie di progetto, quanto sia fondamentale l'efficientamento energetico e l'impatto ambientale che ha il mondo delle costruzioni.

2.1.

Implicazioni globali

Figura 1. Le temperature della superficie globale sono aumentate di 1.1°C dal 2011-2020 rispetto al 1850-1900
Fonte : Allegato A, IPCC, 2023 fg.2.1a



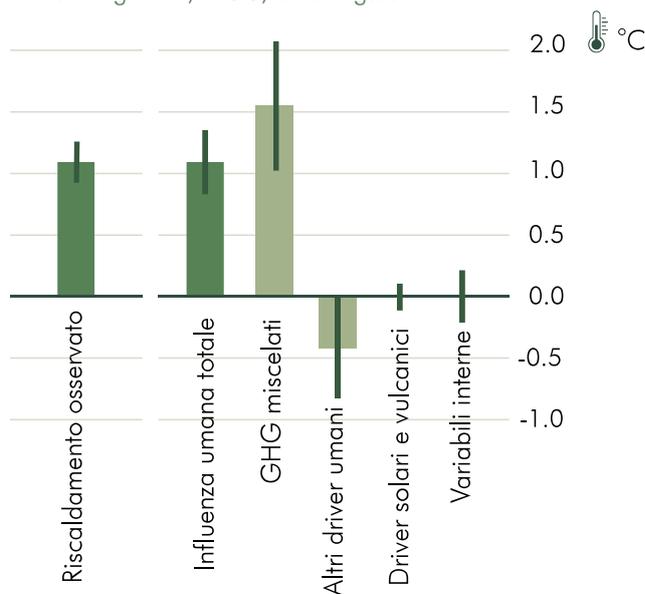
Il cambiamento climatico è una realtà innegabile e il suo principale responsabile è l'attività umana, soprattutto a causa delle emissioni di gas serra. Come rappresentato nel grafico in [Figura 1](#), nel periodo 2011-2020, la temperatura media della superficie terrestre ha superato di oltre 1,1°C quella registrata nel periodo 1850-1900. Nel frattempo, le emissioni globali di gas serra sono continuamente aumentate durante il decennio 2010-2019. Questo aumento è stato causato da una serie di fattori, tra cui l'uso insostenibile dell'energia, le pratiche relative all'uso del suolo e ai cambiamenti in esso, nonché modelli di vita, schemi di consumo e produzione che variano notevolmente in diverse regioni, tra i paesi e tra gli individui. Il cambiamento climatico di origine antropica sta già influenzando una vasta gamma di eventi meteorologici estremi in tutto il mondo. Questo si traduce in impatti significativi sulla sicurezza alimentare, sulla disponibilità di acqua potabile, sulla salute umana, sull'economia e sulla società nel suo complesso, generando perdite economiche, danni agli ecosistemi naturali e alle persone. È preoccupante notare che le comunità più vulnerabili, ad esempio nel Continente Africano, che hanno storicamente contribuito in modo minore alle emissioni di gas serra, sono spesso le più colpite da questi cambiamenti. Affrontare il cambiamento climatico è diventato un imperativo globale. È essenziale ridurre le emissioni di gas serra, adottare pratiche sostenibili nel settore energetico, nell'uso del suolo e nei consumi, e adattarsi alle nuove realtà climatiche per mitigare ulteriori impatti negativi. Solo attraverso un impegno globale e azioni concrete possiamo sperare di affrontare questa sfida e proteggere il nostro pianeta per le generazioni future.

2.2.

Cause

Figura 2. Il riscaldamento osservato è veicolato dalle emissioni dovute alle attività umane combinate con i GHG. 2010-2019

Fonte: Allegato A, IPCC, 2023 fg.2.1b



La temperatura superficiale globale nei primi due decenni del XXI secolo (2001-2020) è stata 0,99% più alta rispetto al periodo 1850-1900. La temperatura superficiale globale è aumentata presumibilmente più rapidamente dal 1970 rispetto a qualsiasi altro periodo di 50 anni degli ultimi 2000 anni. La stima più probabile dell'aumento della temperatura superficiale globale causato dall'attività umana dal 1850-1900 al 2010-2019 è compresa tra 0,8°C e 1,3°C. Come è rappresentato in [Figura 2](#), è probabile che i Greenhouse Gas (GHG) ben miscelati abbiano contribuito a un riscaldamento da 1,0°C

a 2,0°C, mentre altri driver umani (principalmente aerosol) hanno contribuito a un raffreddamento di 0,0°C a 0,8°C. I driver naturali (solari e vulcanici) hanno cambiato la temperatura superficiale globale di $\pm 0,1^\circ\text{C}$, e la variabilità interna l'ha cambiata di $\pm 0,2^\circ\text{C}$.

Le emissioni di CO_2 dalle attività umane sono state assorbite da terre e oceani in una proporzione quasi costante (globalmente circa il 56% all'anno) negli ultimi sei decenni, con differenze regionali. Altri principali contribuenti al riscaldamento sono l'ozono troposferico (O_3) e i gas alogeni. Le concentrazioni di CH_4 e N_2O sono aumentate a livelli senza precedenti da almeno 800.000 anni, ed è molto probabile che le attuali concentrazioni di CO_2 siano superiori a qualsiasi momento degli ultimi due milioni di anni. Le emissioni nette di GHG sono aumentate dal 2010 in tutti i principali settori. Nel 2019, circa il 34% delle emissioni nette globali di GHG proveniva dal settore energetico, il 24% dall'industria, il 22% dall'AFOLU (Agriculture, Forestry and Other Land Use), il 15% dai trasporti e il 6% dagli edifici. La crescita annua media delle emissioni di GHG tra il 2010 e il 2019 è diminuita rispetto al decennio precedente nell'approvvigionamento energetico (dal 2,3% al 1,0%) e nell'industria (dal 3,4% al 1,4%), ma è rimasta approssimativamente costante a circa il 2% all'anno nel settore dei trasporti. Complessivamente a livello mondiale edifici, abitazioni e settore dell'edilizia sono responsabili del 39% di tutte le emissioni globali di anidride carbonica e del 36% dell'intero consumo energetico

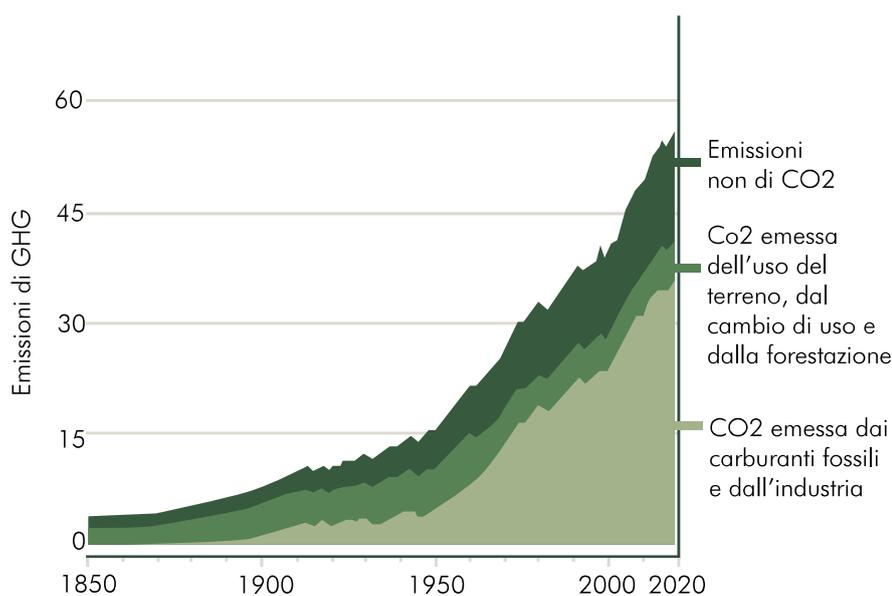
(Global Alliance for Buildings and Construction, COP25 Madrid, 2020).

Come dimostrato dal grafico in Figura 3, cambiamenti netti storici delle emissioni di GHG sono il risultato di oltre un secolo di emissioni nette di GHG dall'uso dell'energia, dal cambiamento di uso del suolo, dallo stile di vita e dai modelli di consumo e produzione.

Le riduzioni delle emissioni di CO₂ dai combustibili fossili e dai processi industriali, grazie ai miglioramenti nell'intensità energetica del PIL e nell'intensità di carbonio dell'energia, sono state inferiori rispetto agli innalzamenti delle emissioni dovuti all'aumento dei livelli di attività globali nell'industria, nell'approvvigionamento energetico, nei trasporti, nell'agricoltura e negli edifici. Il 10% delle famiglie con le emissioni pro capite più alte contribuisce al 34-45% delle emissioni di GHG a livello globale basate sul consumo domestico, mentre il 40% medio contribuisce al 40-53%, e il 50% inferiore contribuisce al 13-15%. Una quota crescente delle emissioni può essere attribuita alle aree urbane (un aumento dal circa 62% al 67-72% della quota globale tra il 2015 e il 2020). I fattori delle emissioni di GHG urbane sono complessi e includono la dimensione della popolazione, il reddito, lo stato di urbanizzazione e la forma urbana.

Figura 3. Le emissioni di GHG (Greenhouse gas) risultanti dalle attività umane sono in continuo aumento.

Fonte: Allegato A, IPCC, 2023 fg.2.1d

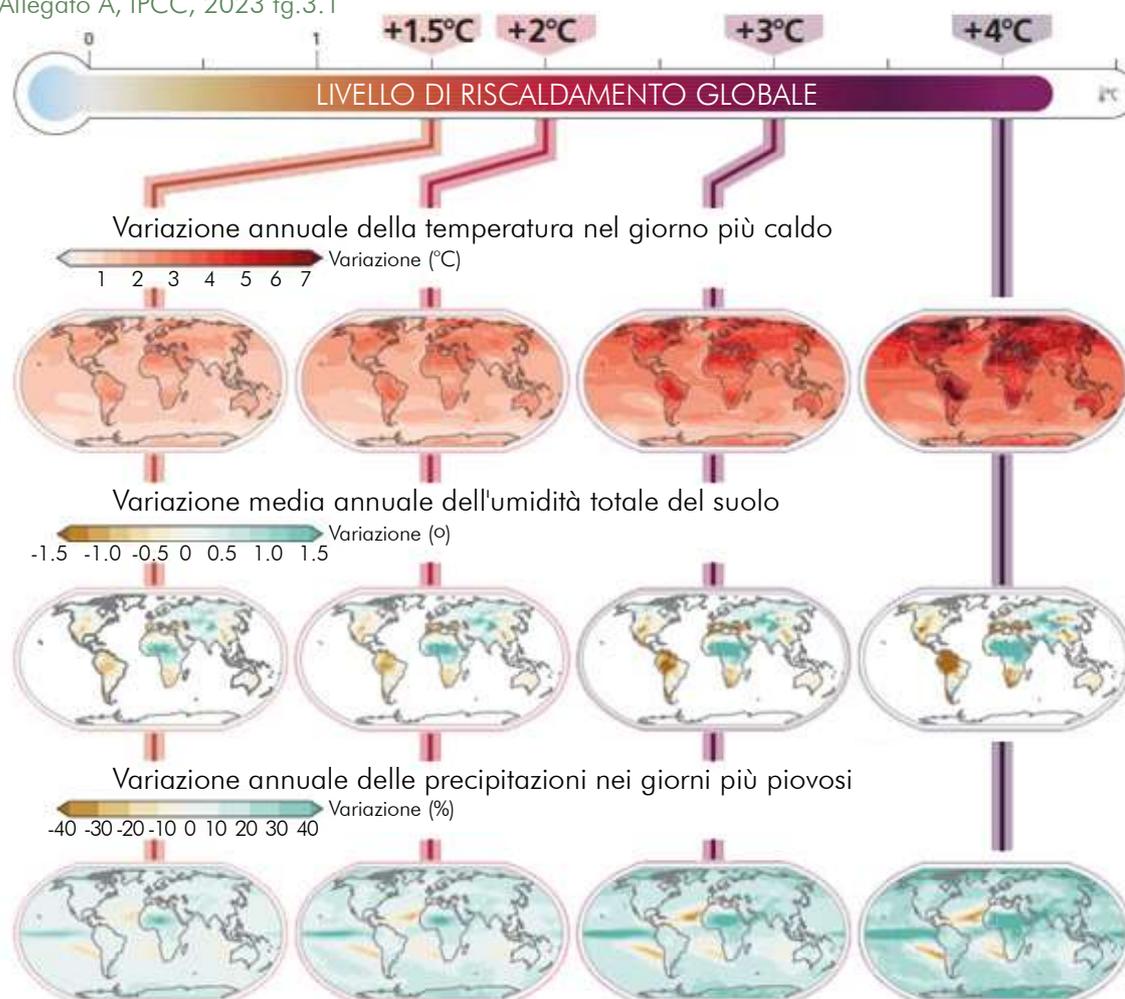


2.3.

Effetti

Il cambiamento climatico è innegabilmente il risultato dell'influenza umana, con un impatto che si estende a tutti gli elementi chiave del sistema climatico: l'atmosfera, l'oceano, la criosfera e la biosfera. Questi cambiamenti sono avvenuti su vasta scala e in modo rapido, portando a uno stato del sistema climatico senza precedenti nei secoli e persino nei millenni passati. Il clima sta già mostrando segni di cambiamento attraverso l'innalzamento delle temperature e le estreme condizioni meteorologiche. Gli eventi climatici estremi come ondate di calore, precipitazioni abbondanti, siccità e cicloni tropicali stanno diventando più frequenti e intensi in tutto il mondo. Le ondate di calore, in particolare, sono diventate più comuni e più gravi in molte regioni terrestri dagli anni '50, la frequenza e l'intensità degli eventi di precipitazioni intense sono aumentate in molte regioni terrestri, mentre le ondate di freddo sono diventate meno frequenti e meno intense. È chiaro che le azioni umane devono affrontare questa sfida globale per evitare ulteriori danni e proteggere il nostro futuro.

Figura 4. Ad ogni incremento del grado di riscaldamento globale ci sono cambiamento del clima ed eventi estremi. Fonte: Allegato A, IPCC, 2023 fg.3.1



2.4.

Come affrontarlo

2.4.1. Mitigazione

“Mitigazione (dei cambiamenti climatici): Qualsiasi intervento umano che riduca le fonti (sources) di rilascio, o rafforzi e potenzi le fonti di assorbimento (sinks) dei gas serra.”²

Negli anni 2010-2019, le azioni per mitigare i cambiamenti climatici, sostenute da politiche nazionali, hanno avuto un impatto positivo sulla riduzione dell'uso di energia e delle emissioni di carbonio a livello globale. Anche se le emissioni globali nette di gas serra sono aumentate in questo periodo, l'efficienza energetica globale è migliorata del 2% annuo, e l'intensità di carbonio è diminuita del 0,3% annuo. Questi risultati sono stati ottenuti in gran parte grazie al passaggio da carbone a gas, alla riduzione della capacità di produzione da carbone e all'incremento delle energie rinnovabili, sebbene con variazioni regionali significative. Inoltre, politiche mirate hanno promosso l'efficienza energetica in molti paesi, la riduzione della deforestazione e l'adozione di tecnologie sostenibili, portando ad emissioni evitate o ridotte. Più di 18 paesi hanno mantenuto riduzioni assolute delle emissioni di CO₂ e gas serra per oltre un decennio grazie alla decarbonizzazione dell'approvvigionamento energetico, ai miglioramenti nell'efficienza energetica e alla riduzione della domanda energetica, sia per effetto di politiche che per cambiamenti nella struttura economica. Alcuni paesi hanno ridotto le emissioni di gas serra del 30% o

più rispetto ai picchi precedenti, raggiungendo tassi di riduzione del 4% annuo per diversi anni consecutivi. Questi sforzi di mitigazione hanno contribuito in modo significativo a ridurre le emissioni globali, sebbene non abbiano completamente compensato la loro crescita complessiva.



² <https://climadat.isprambiente.it/glossario/>

2.4.2. Adattamento

“Il processo di adeguamento al clima attuale o atteso e ai suoi effetti. Nei sistemi umani, l’adattamento cerca di limitare o evitare danni e/o sfruttare le opportunità favorevoli. In alcuni sistemi naturali, l’intervento umano può facilitare l’adattamento al clima previsto e ai suoi effetti.”³

Nell’ambito della pianificazione e dell’attuazione delle politiche di adattamento, si osserva un costante progresso che coinvolge tutti i settori e le diverse regioni geografiche, generando una serie di vantaggi concreti. L’entusiasmo, l’ampiezza e l’avanzamento delle iniziative stanno crescendo sia a livello locale che nazionale, coinvolgendo anche le sfere internazionali, insieme a imprese, comunità e organizzazioni della società civile. L’aumento della consapevolezza pubblica e politica riguardo agli impatti e ai rischi climatici ha portato almeno 170 paesi e numerose città a includere strategie di adattamento all’interno delle loro politiche climatiche e dei processi di pianificazione. Strumenti di supporto decisionale e servizi climatici stanno diventando sempre più utilizzati, mentre progetti pilota ed esperimenti locali vengono implementati in svariati settori. Un’ampia gamma di iniziative si concentra nel settore agricolo, che comprendono miglioramenti delle coltivazioni, pratiche di agro forestazione, adattamento basato sulla comunità e una maggiore diversificazione delle attività agricole e paesaggistiche.



Numerose azioni di adattamento legate al territorio, come la produzione sostenibile di cibo, una gestione migliore e sostenibile delle risorse forestali, il controllo del carbonio organico nel suolo, la conservazione degli ecosistemi e il ripristino del suolo, la riduzione della deforestazione e del degrado, nonché la riduzione delle perdite alimentari e degli sprechi, sono in fase di attuazione, e possono apportare benefici anche in termini di mitigazione dei cambiamenti climatici. Inoltre, le azioni di adattamento che incrementano la resilienza della biodiversità e dei servizi degli ecosistemi rispetto ai cambiamenti climatici comprendono risposte come la minimizzazione di

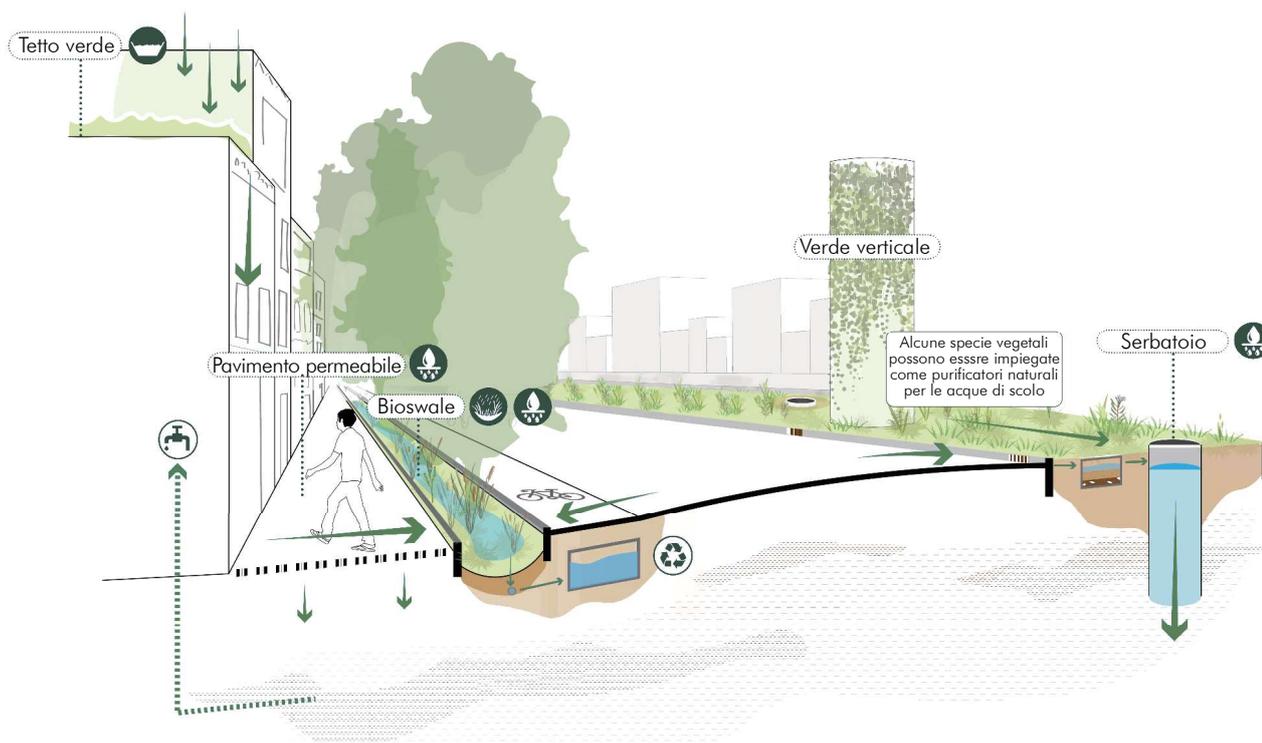
³ <https://climadat.isprambiente.it/glossario/>

ulteriori stress o disturbi, la riduzione della frammentazione, l'espansione degli habitat naturali, la creazione di connessioni e di una maggiore eterogeneità, oltre alla salvaguardia di rifugi su piccola scala, dove le condizioni microclimatiche consentono alle specie di sopravvivere.

La maggior parte delle innovazioni nell'ambito, invece, dell'adattamento urbano è stata promossa attraverso progressi nella gestione del rischio da catastrofi, reti di sicurezza sociale e l'implementazione di infrastrutture verdi e blu. Molte delle misure di adattamento che comportano benefici per la salute e il benessere delle comunità possono essere individuate in altri settori, come l'alimentazione, i mezzi di sussistenza, la protezione sociale, l'approvvigionamento idrico e il servizio igienico, nonché nelle infrastrutture.

È importante sottolineare che l'adattamento può generare una serie di benefici aggiuntivi, tra cui il miglioramento della produttività agricola, l'innovazione, il benessere e la salute, la sicurezza alimentare, i mezzi di sussistenza e la conservazione della biodiversità, contribuendo al contempo a ridurre i rischi e i danni causati dai cambiamenti climatici.

-  Raccolta
-  Ritenzione
-  Ricaricare
-  Riuso
-  Utilizzo acqua di falda



Rielaborazione schema per la raccolta e conservazione dell'acqua piovana.

Fonte: WRI india

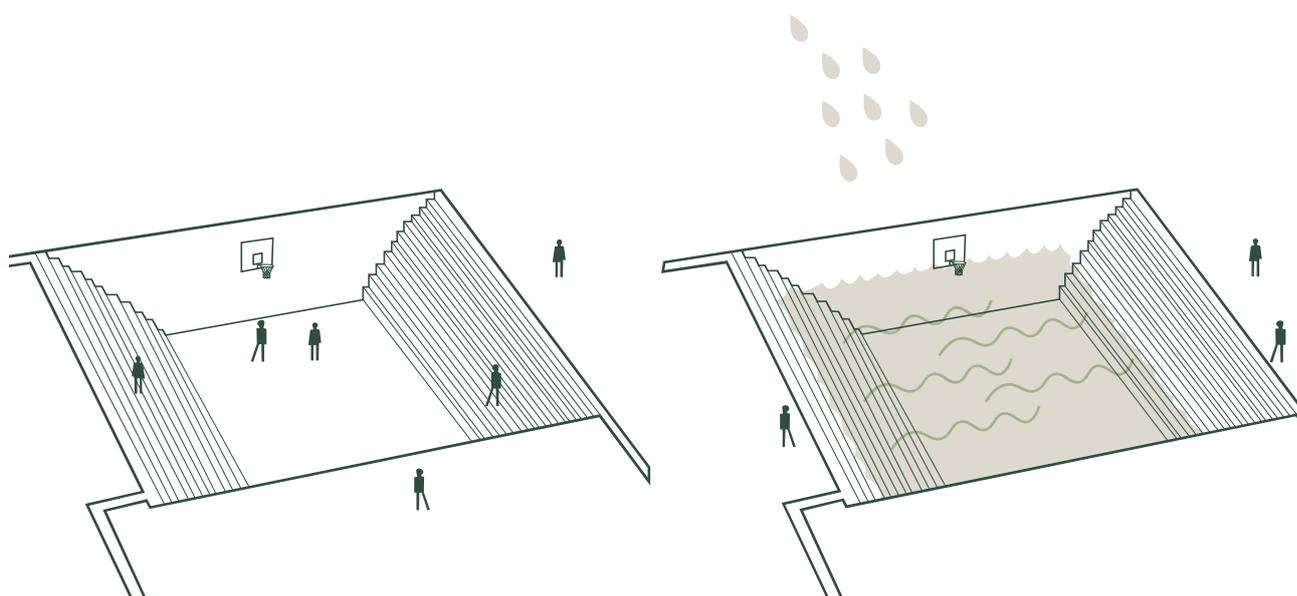
2.4.3. Resilienza

“La capacità di un sistema sociale, economico o ambientale di far fronte a un evento pericoloso, rispondendo e riorganizzandosi in modo da preservare le sue funzioni essenziali, l’identità e la struttura, mantenendo tuttavia anche le capacità di adattamento, apprendimento trasformazione.”⁴

La resilienza di fronte al cambiamento climatico può essere considerata come un approccio cruciale, il cui obiettivo principale è raggiungere un nuovo stato di equilibrio del sistema. In altre parole, un sistema resiliente è in grado di adattarsi in modo tale da assorbire e non subire gli impatti delle minacce climatiche. Per raggiungere questa resilienza, è essenziale intraprendere azioni che riducano i fattori che contribuiscono al cambiamento climatico, attraverso la mitigazione, e allo stesso tempo, agevolare l’adattamento alle dinamiche climatiche già in corso.

Questo implica la necessità di ridurre le emissioni di gas serra e di adottare misure per limitare l’aggravarsi del fenomeno, al fine di proteggere e preservare l’equilibrio dei sistemi naturali. Dall’altro lato, la promozione dell’adattamento significa riconoscere e affrontare le sfide climatiche che si stanno già manifestando, cercando di minimizzare i loro effetti negativi sulle comunità e sfruttando le opportunità per promuovere trasformazioni positive.

Implica, quindi, una doppia strategia: da un lato, combattere le cause derivanti dal cambiamento climatico per evitare danni futuri, e dall’altro, prepararsi ad affrontare gli effetti attuali e futuri in modo efficace. Questo richiede una stretta collaborazione tra governi, istituzioni, comunità e organizzazioni internazionali, nonché l’allocazione di risorse finanziarie adeguate ad affrontare questa sfida globale.



⁴ <https://climadat.isprambiente.it/glossario/>

2.5.

Rapporto con l'ambiente costruito

2.5.1. Strategie di progetto

La resilienza degli edifici è la capacità di pianificare e prepararsi per eventi avversi, assorbire gli impatti per ridurre al minimo i danni catastrofici, riprendersi rapidamente e adattarsi alle nuove condizioni. Questo concetto è fondamentale per affrontare le sfide climatiche e garantire ambienti interni salubri e confortevoli.

Per migliorare la resilienza degli edifici, è importante considerare le forze esterne che influenzano il comportamento termico ed energetico. L'irradiazione solare, la temperatura esterna, la velocità del vento e l'umidità relativa hanno un impatto significativo sull'involucro dell'edificio. Le superfici di separazione tra l'interno e l'esterno dell'edificio devono essere progettate per resistere a queste sollecitazioni climatiche e mantenere il comfort abitativo ottimale all'interno.

Nel processo di progettazione e pianificazione, è essenziale tenere conto dei flussi termici e di massa causati da queste forze esterne. Ad esempio, in inverno, il flusso di riscaldamento deve essere sufficiente per compensare la perdita di calore attraverso le pareti e le finestre. Anche il calore emesso dalle persone all'interno dell'edificio deve essere considerato, poiché le pareti assorbono e rilasciano gradualmente questo calore nell'ambiente.

Per aumentare la resilienza degli edifici a breve e lungo termine, è fondamentale migliorare la risposta alla domanda prestazionale ed anche i modelli di intelligenza artificiale per prevedere e monitorare gli effetti climatici e gestire efficientemente la domanda energetica. Inoltre, la flessibilità degli edifici è cruciale, non solo per gestire i picchi di consumo energetico, ma anche per adattarsi alle esigenze degli occupanti e alle condizioni della rete elettrica.

L'involucro dell'edificio diventa così il principale elemento di protezione contro queste sollecitazioni climatiche e deve essere progettato per gestire i carichi termici in modo efficiente, la scelta quindi dei materiali impiegati diventa fondamentale per creare un ambiente salubre e garantire una qualità abitativa ottimale. Questa scelta viene determinata in base a due fattori principali quali l'efficienza e la sostenibilità.

2.5.2. Efficientamento energetico

L'efficienza energetica rappresenta il modo di ottenere gli stessi risultati di prima, ma con un minore consumo di energia. Dopo la crisi pandemica e la guerra Russo – Ucraina che hanno portato ad una crisi del settore energetico c'è stato un forte temporaneo aumento delle tariffe di mercato di gas ed elettricità spingendo ancor più verso l'ottimizzazione della gestione dell'energia utilizzata all'interno degli edifici. Si è reso quindi necessario dare priorità a interventi di riqualifica del patrimonio esistente migliorandone l'efficientamento energetico come da decreto legislativo 10 giugno 2020 n. 48. in applicazione della direttiva (UE) 2018/844, riguardo in particolare all'Attestato di Prestazione Energetica. L'ampio ordinamento normativo e legislativo mira agli obiettivi climatici del Green Deal europeo per il 2030 e il 2050. Questo concetto si concentra sulla capacità di erogare servizi all'interno di un edificio riducendo al minimo la quantità di energia richiesta. Questo implica due aspetti fondamentali: la riduzione della quantità complessiva di energia necessaria e l'ottimizzazione dell'utilizzo di energia nel corso del tempo.

Per comprendere appieno l'efficienza energetica, dobbiamo considerare il fattore tempo, poiché la domanda di energia varia costantemente in funzione di molteplici variabili, come i carichi energetici, la presenza di persone all'interno dell'edificio e altro ancora. Il fabbisogno energetico complessivo è il risultato di queste variazioni nel tempo, il che significa che dobbiamo cercare di fornire, istante per istante, solo la quantità minima di energia necessaria per erogare il servizio desiderato. Questo richiede non solo l'efficientamento degli involucri, ma una gestione dinamica dell'energia per evitare sprechi, fornendo solo l'energia necessaria in ogni momento.

Una soluzione per affrontare la crisi energetica implica inevitabilmente la progettazione di edifici a basso consumo energetico. Questi edifici dovrebbero essere realizzati combinando le tecniche costruttive più avanzate con materiali locali e naturali, tenendo conto delle caratteristiche climatiche e morfologiche della zona in cui vengono costruiti. Ottimizzare l'utilizzo delle condizioni di temperatura, ventilazione e illuminazione consente di ridurre i costi operativi, garantendo al contempo un alto livello di comfort per gli occupanti. È quindi essenziale utilizzare rivestimenti ad alte prestazioni con un'elevata capacità di isolamento termico per minimizzare al massimo le perdite di calore e adottare soluzioni progettuali che riducano al minimo i ponti termici, che possono causare dispersioni di energia e problemi di condensa. Inoltre, orientare l'edificio in modo strategico per sfruttare al massimo le condizioni climatiche e pianificare attentamente la posizione delle aperture sono pratiche cruciali.

2.5.3. Impatto ambientale



L'impatto ambientale dovuto alle emissioni inquinanti coinvolge l'intero ciclo di vita delle costruzioni: dalla fase di costruzione all'uso, dalla manutenzione alla demolizione. Le materie prime di base impiegate per la produzione dei materiali edilizi comuni vengono estratte da cave o miniere. Questa fase iniziale, insieme al trasporto verso le strutture di trasformazione e lavorazione, contribuisce notevolmente alle emissioni di gas serra. Le fasi successive di produzione e trasformazione, essendo attività ad alto consumo energetico, generano emissioni inquinanti significative e producono rifiuti e scarti nel processo. L'attenzione rivolta alla mitigazione di questo impatto si propone di guidare verso una progettazione che gradualmente incoraggia l'utilizzo di materiali e componenti edilizi il cui processo di produzione sia il meno energivoro possibile e che siano principalmente derivati da risorse rinnovabili o, ancora meglio, da materie prime riciclate. Il legno sembra rappresentare una soluzione ideale in questa prospettiva, ma è importante fare attenzione a non sfruttare eccessivamente le risorse forestali. L'utilizzo

della pietra da taglio per le murature e dei blocchi in argilla cruda può anch'essa contribuire a ridurre la necessità di interventi di lavorazione intermedia. Inoltre, è buona cosa impiegare sempre più materiali di origine naturale con una produzione poco impattante sia dal punto di vista energetico che da quello di inquinamento, come isolanti a base di paglia o fibre vegetali. Sono da considerare quindi i risultati in termini di risparmio energetico e sostenibilità in tutte le fasi del ciclo di vita degli elementi della costruzione, coerenti all'uso di tecnologie tradizionali come innovative, dall'origine delle risorse al trasporto (elementi da km 0 a km 100), alla messa in opera e alle fasi successive.

Nel processo di selezione dei materiali per le costruzioni, è fondamentale considerare gli interventi di manutenzione, in quanto essi rientrano nel ciclo completo che va dalla estrazione delle materie prime alla produzione, dal trasporto alla costruzione, influenzando notevolmente gli impatti ambientali globali del settore edilizio. Questi interventi rivestono un'importanza cruciale non solo per estendere la durata utile degli edifici, ma anche per migliorarne le prestazioni complessive.

In aggiunta, non possiamo trascurare la fase di smantellamento dell'edificio, la quale comporta impatti ambientali significativi. La demolizione di un edificio o i lavori di ristrutturazione su scala ridotta generano detriti e rifiuti edili che, fino a poco tempo fa, erano considerati inoffensivi per l'ambiente, in quanto prevalentemente composti da materiali inerti. Tuttavia, è importante sottolineare che in queste macerie, spesso vi sono quantità non trascurabili di materiali plastici e altre sostanze altamente inquinanti, specialmente negli edifici più moderni. Questi materiali inquinanti si trovano principalmente nelle componenti di isolamento e finiture utilizzate nelle costruzioni più recenti.

Ciò dimostra chiaramente l'importanza di scegliere materiali di origine naturale e l'adozione di sistemi di costruzione a secco poiché questa tecnica consente una separazione efficiente dei vari componenti delle macerie, agevolando il loro potenziale riutilizzo o riciclo.

03

RiceHouse, azienda e materiali

- 3.1. L'azienda
- 3.2. Materiali innovativi
- 3.3. Perché il riso?
 - 3.3.1. Produzione italiana e globale
 - 3.3.2. Paglia
 - 3.3.3. Lolla
- 3.4. Prodotti catalogo
- 3.5. Analisi prestazionale
 - 3.5.1. RH-L
 - 3.5.2. RH-50
 - 3.5.3. RH-110
 - 3.5.1. RH-210
 - 3.5.2. RH-220
 - 3.5.3. RH-FACE

In questo capitolo verrà presentata l'azienda italiana Ricehouse, che è leader nella produzione di materiali edili a base di scarti della produzione del riso.

Data l'esperienza lavorativa svolta presso questa azienda, da prima con un tirocinio curricolare svolto durante il corso di laurea magistrale ed in seguito con un tirocinio extracurricolare, viene presentata l'azienda e i suoi valori che sono condivisi.

In seguito verranno descritti i materiali innovati e il perché della loro scelta di puntare proprio sul riso.

Verranno infine descritti i loro materiali da catalogo, riportate le analisi prestazionali, schede tecniche e di posa ed allegate le certificazioni dei materiali utilizzati nei due casi studio successivamente analizzati.

3.1.

L'azienda

Ricehouse S.r.l. rappresenta una società innovativa dal 2016, che si dedica con fervore alla ricerca, sviluppo, produzione e commercializzazione di prodotti e servizi rivoluzionari ad elevato contenuto tecnologico. In particolare, il loro focus è orientato verso il recupero e l'utilizzo dei sottoprodotti derivanti dalla lavorazione del riso.

L'attività si concentra su diverse aree chiave:



Sviluppo e produzione di materiali biocompositi con un focus speciale sul riutilizzo dei sottoprodotti provenienti dall'industria agroalimentare. Questi materiali sono progettati per offrire elevate prestazioni in termini di efficienza energetica e isolamento acustico, migliorando il comfort nelle abitazioni, promuovendo ambienti salubri e rispettando l'ambiente. Inoltre, provengono da filiere di produzione a breve distanza.



Ricerca e sviluppo di tecniche costruttive innovative e procedure di assemblaggio che impiegano materiali biocompositi come la paglia e la lolla di riso. Queste tecniche sono mirate al risparmio energetico, alla sostenibilità ecologica e al miglioramento del comfort abitativo e della qualità dell'aria negli spazi edificati. L'obiettivo principale è l'applicazione pratica di queste soluzioni nel settore edile.



Commercio dei sottoprodotti provenienti dalla produzione di riso per il settore edilizio, contribuendo così alla diffusione e all'utilizzo sostenibile di materiali biocompositi in questa industria.

La società si distingue per la creazione e la fabbricazione di materiali biocompositi avanzati. Questi materiali sono sviluppati con particolare attenzione alla selezione di sottoprodotti provenienti dal settore agroalimentare. Le caratteristiche distintive di questi materiali includono un'elevata efficienza energetica, una notevole capacità fonoassorbente, un comfort abitativo elevato, una migliore qualità dell'ambiente, una considerazione ecologica di alto livello e una produzione tramite filiere corte.

L'azienda svolge un ruolo chiave nella commercializzazione dei sottoprodotti generati dalla filiera agricola del riso, facilitando la loro integrazione nel settore edilizio.

L'obiettivo principale è quello di promuovere il ritorno all'utilizzo responsabile dei residui della coltivazione del riso e sostenere l'utilizzo della paglia e della lolla come materiali edilizi. Questa missione mira a creare un circolo virtuoso che abbraccia aspetti sociali, economici, ambientali, agricoli e architettonici.

L'azienda riconosce l'enorme potenziale nascosto nei sottoprodotti agricoli e lavora instancabilmente per sviluppare soluzioni pratiche e sostenibili. L'obiettivo finale è quello di trasformare questi sottoprodotti in una risorsa preziosa e una fonte di energia pulita, contribuendo così allo sviluppo socioeconomico sostenibile delle comunità. La visione di Ricehouse è di rafforzare il legame tra agricoltura e architettura, ispirando un futuro in cui la coesistenza tra l'ambiente e le esigenze umane sia in perfetta armonia.

3.2.

Materiali innovativi

L'istituzione di una catena di produzione incentrata sulla valorizzazione dei sottoprodotti della coltivazione del riso rappresenta un veicolo innovativo, caratterizzato da una notevole sostenibilità e un vasto potenziale di crescita.

In base a questa filosofia, RiceHouse ha sviluppato un percorso imprenditoriale che abbraccia le seguenti iniziative:⁵



La gestione delle materie residue derivanti dalla lavorazione del riso, organizzata a livello locale, può costituire un'attività in grado di sostenere una filiera industriale e di soddisfare le esigenze di un mercato innovativo in continua crescita.



L'implementazione di un processo strutturato per la raccolta, lo stoccaggio e la successiva lavorazione dei sottoprodotti rappresenta un passo fondamentale per conferire maggiore rilevanza economica al prodotto e riequilibrare i rapporti di forza tra produttori e distributori nel libero mercato.



È importante qualificare e "certificare" l'intera filiera e i prodotti, coinvolgendo tutti i soggetti presenti nel recupero dei residui delle lavorazioni primarie.



Promuovere la tracciabilità della filiera, ossia la capacità di monitorare con precisione le quantità prodotte, raccolte, trasferite e i relativi destinatari, consentendo di valutarne l'impatto rispetto a prodotti più tradizionali.



Alleggerire le imprese agricole dall'onere del trattamento dei sottoprodotti, apportando benefici sia economici che funzionali.



Affrontare in modo virtuoso un problema ambientale collegato alle pratiche di combustione dei residui in campo, riducendo l'inquinamento atmosferico dovuto alle polveri sottili e alle emissioni di CO₂.



Recuperare in modo sostenibile edifici rurali dismessi, senza dover consumare ulteriore suolo, per utilizzarli come strutture di stoccaggio e logistica, valorizzando così il patrimonio inutilizzato.

⁵ <https://www.ricehouse.it/>



L'utilizzo di materiali come la lolla, la paglia e le argille crea una nuova prospettiva di sviluppo nelle aree rurali fragili, contribuendo a mantenere la popolazione locale, le risorse e le conoscenze come elementi chiave per il rilancio socioeconomico.



Incentivare la sostenibilità delle tradizionali produzioni agroalimentari e scoraggiare la sostituzione della coltivazione del riso con pratiche meno sostenibili, come quella del mais.



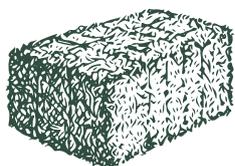
Valorizzare il legame a lungo consolidato tra la materia prima e il territorio, introducendo un elemento chiave nelle strategie di marketing territoriale per mettere in risalto l'importanza del distretto in questa nuova economia.



Fornire materiali da costruzione a basso impatto ambientale (in termini di energia incorporata) che possono diventare un elemento fondamentale nella creazione di architetture a energia quasi zero.

L'azienda si concentra sull'impiego di risorse agricole sottoutilizzate nel settore dell'edilizia, con l'obiettivo di creare un impatto positivo sotto diversi aspetti.

PAGLIA



Dopo una lavorazione in blocchi compressati, offre un'alternativa economica ai tradizionali mattoni ed è particolarmente efficace nell'ottimizzazione dell'efficienza energetica.

LOLLA



Ricca di silice e nella sua forma calcinata è simile per proprietà chimico-fisiche alla pozzolana, si distingue per la sua impermeabilità e resistenza agli agenti atmosferici, rendendola un materiale efficace nel contesto dell'architettura naturale.

Il cuore del progetto è la centralizzazione delle attività relative alla raccolta, stoccaggio e logistica, creando una vera filiera produttiva a partire dalla materia prima. Questo approccio mira a ridurre le interruzioni nell'approvvigionamento, garantendo flussi continui e consistenti che possono essere organizzati per un utilizzo industriale efficiente. Questo processo produttivo è concepito per preservare le risorse ambientali e sostenere le produzioni primarie, inoltre, attraverso un sistema di coordinamento, tutela gli interessi e i profitti di tutte le realtà coinvolte. Inoltre, si occupa della gestione coordinata delle attività di produzione della materia prima e dell'intero aspetto logistico e di stoccaggio.

Questo assicura un approvvigionamento costante e, allo stesso tempo, permette all'azienda di fungere da interfaccia verso potenziali stakeholder e attori chiave nel settore edilizio.

La missione di Ricehouse, quindi, non riguarda esclusivamente il settore delle costruzioni e dei materiali ma va anche a coinvolgere attori a livello sociale. Sono infatti numerose le attività all'interno dei loro progetti di riqualificazione che interessano le comunità coinvolte all'interno dei progetti, come ad esempio gli inquilini dei condomini, i cittadini coinvolti in progetti pubblici. Inoltre, dare spazio e coinvolgere aziende agricole locali, da cui provengono gli scarti alla base dei materiali di produzione, porta a un rilancio, rivalutazione e ritrovato interesse di certi paesi, realtà e tematiche spesso dimenticate e che sono sempre meno attraenti alle giovani generazioni. Questo al fine di portare avanti un lavoro sostenibile e una filiera di economia circolare, nelle diverse declinazioni di questo termine, che comprende non solo la sostenibilità ambientale ed energetica ma anche quella sociale ed economica.

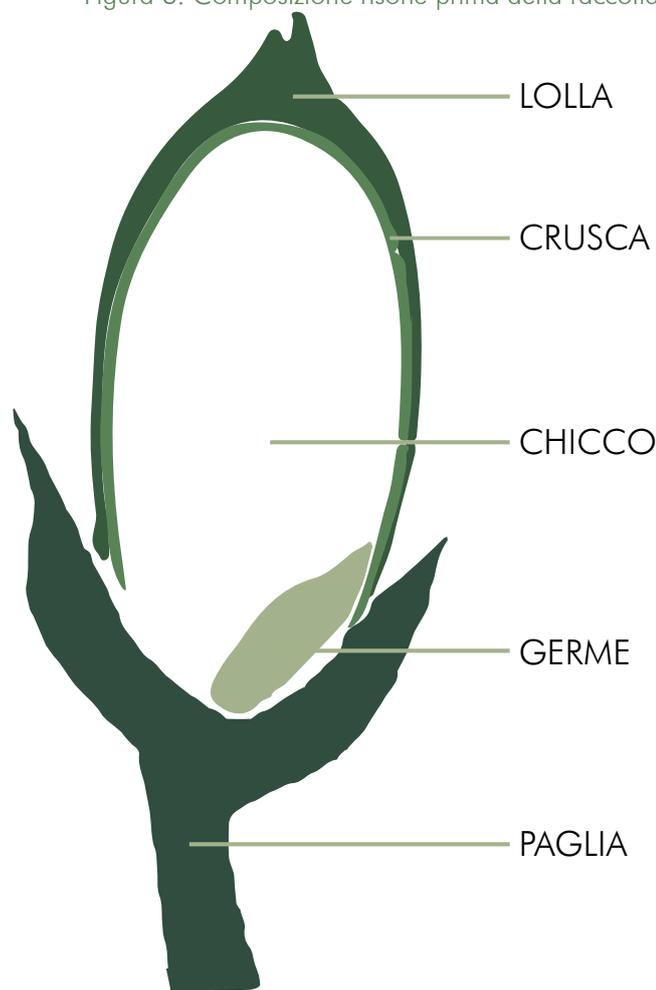
3.3.

Perché il riso?

Il riso, noto con il nome scientifico *Oryza sativa*, rappresenta un cereale facente parte della famiglia annua delle Poacee⁶ appartenenti alle Graminacee. Questo alimento essenziale è originario dell'Asia, in particolare India, Indocina e Cina, l'inizio delle coltivazioni in Europa venne introdotto nell'VI secolo in Spagna, mentre in Italia le prime fonti risalgono al 1475 nella Pianura Padana.

Le condizioni ideali per la coltivazione e la crescita del riso comprendono sono molto varie in base alla tipologia di seme utilizzata. Nei climi temperati come l'Italia, si esegue in terreni argillosi con un pH del suolo compreso tra i 6.5 e i 7, privi di detriti e divisi in bacini livellati, ma con dislivelli tra uno e l'altro. Per mantenere costante la temperatura durante le fasi giornaliere vengono irrorate d'acqua con canali di scolo tra un bacino e l'altro. Infatti la temperatura diurna durante la fase di coltivazione, varia tra i 20°C e i 30°C, mentre quella notturna non deve essere inferiore ai 15°C.

Figura 6. Composizione risone prima della raccolta



Sulla parte superiore della pianta di riso, che può variare dai 50 cm al metro di altezza, si sviluppano i fiori o spighe, che possono raggiungere una lunghezza compresa tra i 30 e i 50 cm. Ciascuna di queste spighe produce circa 150 fiori, anche se alcune nuove varietà studiate possono generare anche fino a 300 chicchi per pannocchia.

Dopo la fioritura nelle quattro/cinque settimane successive il chicco raggiunge la completa maturazione. È in questo momento che prende forma il risone, raffigurato in Figura 6 prima della raccolta. È infatti composto dalla paglia che tramite il fuscello consente agli elementi nutritivi di arrivare al chicco, al germe che darà vita ad un nuovo chicco, alla pula o crusca uno strato nutritivo ricco di proteine ed infine la lolla che ha funzione di rivestimento e protezione e costituisce il 20% del peso del risone.⁷

⁶ <https://www.treccani.it/enciclopedia/riso>

⁷ <https://www.riso.ch/pagine/tutto-riso/lavorazione>

3.3.1. Produzione italiana e globale

Secondo i dati forniti dall'Ente Nazionale Risi, ente pubblico economico soggetto alla supervisione del Ministero delle Politiche Agricole Alimentari e Forestali secondo l' R.D.L. 1237/1931, con l'obiettivo di proteggere l'intero settore del riso, emerge che l'Italia primeggia come il principale produttore europeo di riso. Con i suoi 210.238,87 ettari dedicati alla coltivazione del riso, di cui il 90% si concentra nelle province di Novara, Vercelli e Pavia, il paese produce annualmente 1,2 milioni di tonnellate di riso distribuite come rappresentato in [Figura 7](#).

In particolare le superfici investite a riso nel 2023 ⁸ sono:

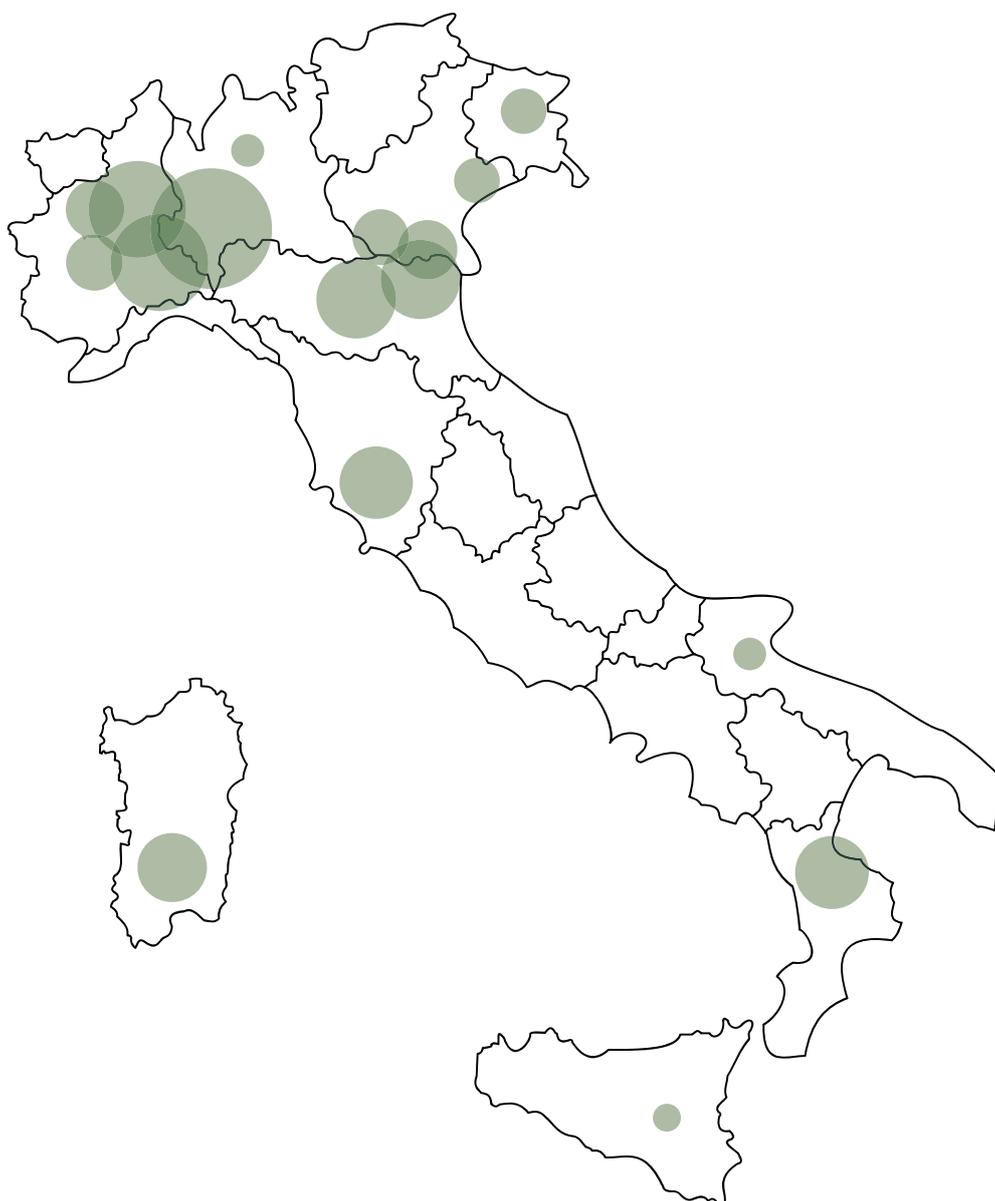
Sezione di Vercelli: 82.793,45 ettari

Sezione di Pavia: 82.750,59 ettari

Novara: 30.974,44 ettari

Sezione di Codigoro (Provincia di Ferrara): 13.720,39 ettari

Figura 7. Distribuzione coltivazioni di riso in Italia.



⁸ Allegato B. Superfici investite a riso 2023

L'Italia rappresenta il partner risicolo più importante all'interno della Comunità Economica Europea, seguita da Spagna con 114.300 ettari coltivati a riso, Portogallo con 23.000 ettari, Grecia con 20.000 ettari e Francia con 18.700 ettari.

Nel resto del mondo, invece, la produzione europea di risone, secondo l'ultimo rendiconto sul mercato risicolo della F.A.O. (Food in Agriculture Organization of the United Nations)⁹, risalente ad Aprile 2018, è al penultimo posto nella classifica dei continenti prima dell'Oceania.

Come raffigurato in **Figura 8** i maggiori produttori sono:

Asia: 681.8 milioni di tonnellate

Africa: 32.1 milioni di tonnellate

America centrale e Caraibi: 3 milioni di tonnellate

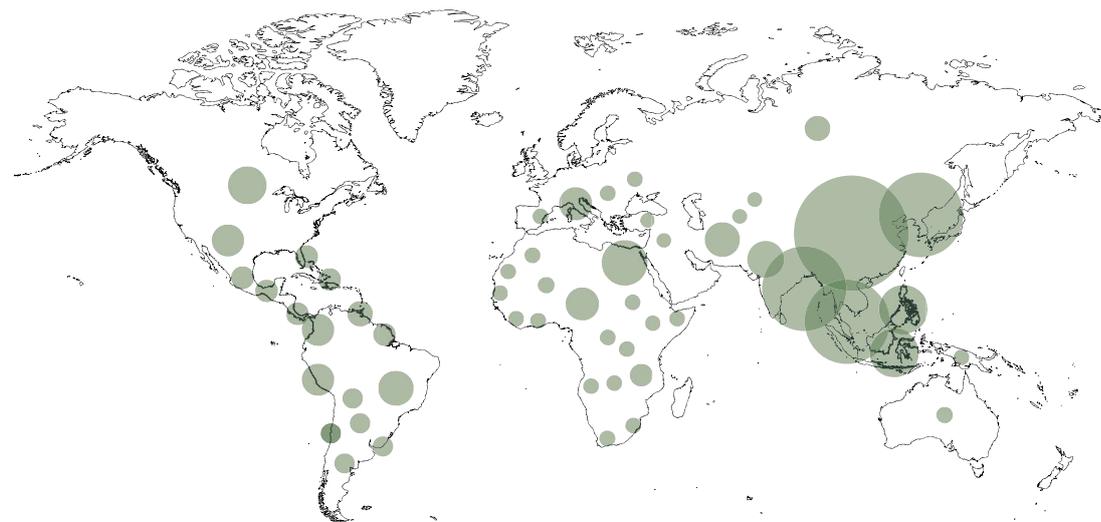
Sud America: 25 milioni di tonnellate

Nord America: 8.1 milioni di tonnellate

Europa: 3.9 milioni di tonnellate

Oceania: 0.8 milioni di tonnellate

Figura 8. Distribuzione produzione di risone nei continenti.



⁹ Allegato C. FAO Rice Market Monitor (RMM), April 2018

3.3.2. Paglia

La paglia di riso [Figura 9](#) è la parte verde della pianta di riso che viene tagliata durante il processo di raccolta del cereale o in una fase successiva. Rispetto ad altre forme di paglia, contiene meno lignina ma ha una quantità significativamente maggiore di silice, principalmente nelle foglie anziché nei fusti. La qualità della paglia di riso è influenzata da vari fattori, tra cui la varietà di riso, il periodo tra la raccolta e la conservazione, l'uso di fertilizzanti, il grado di maturità delle piante che con l'avanzare della maturazione aumenta la quantità di lignina, la salute delle piante e le condizioni meteorologiche.

Sebbene rappresenti una fonte di nutrimento, la paglia di riso ha un contenuto di proteine relativamente basso, compreso tra il 2% e il 7%, e la sua elevata presenza di silice la rende scarsamente digeribile. Per questo motivo, è considerata una fibra di scarsa qualità nell'alimentazione zootecnica. È anche poco impiegata come materia per la produzione di energia, poiché la sua raccolta avviene nel periodo autunnale contraddistinto da frequenti precipitazioni e condizioni di elevata umidità. Può essere comunque utilizzata come combustibile da sola o solitamente miscelata con altre biomasse. I problemi principali sono che a seguito della combustione genera grandi quantità di cenere, circa il doppio rispetto alla paglia di grano, e l'elevata percentuale di silice causa fenomeni come incrostazione e scorificazione.

Figura 9. Balle di paglia di riso in campo. Fonte: Ricehouse



3.3.3. Lolla

La lolla di riso **Figura 10** è un sottoprodotto ottenuto dalla separazione dei chicchi di riso. Dopo la raccolta del risone viene inserito in essiccatoi a temperature variabili tra i 35°C e 40°C che hanno la funzione di ridurre l'umidità per raggiungere circa il 14%, in seguito viene raffreddato fino ai 12°C così da evitare la proliferazione di insetti nella fase di conservazione. Dopo queste lavorazioni viene conservato in silos da cui viene prelevato di volta in volta per essere trasformato in riso commestibile. Dopo la pulitura viene sbramato, è questa la fase in cui viene separata la lolla dai chicchi di riso. Infine viene sbiancato ossia gli viene rimosso per abrasione lo strato esterno comprendente crusca e germe.¹⁰

Solitamente, la lolla ottenuta da questa lavorazione viene impiegata principalmente come biocombustibile o per migliorare le caratteristiche di alcuni materiali edilizi. In alcuni paesi, la lolla di riso è utilizzata come lettiera per il pollame o come componente nella dieta degli animali ruminanti. Esistono diverse modalità per incorporare la lolla di riso nell'alimentazione degli animali, tuttavia, a causa dell'alto contenuto di silicio, non è ancora pienamente sfruttata nell'industria alimentare e dei mangimi. Inoltre, i composti fenolici naturali (che possono avere benefici per la salute umana) sono legati alle pareti cellulari tramite legami con polisaccaridi, lignina e silicio, rendendo difficile la loro estrazione in condizioni non aggressive.

¹⁰ <https://www.treccani.it/enciclopedia/riso>

Figura 10. Lolla di riso. Fonte: Ricehouse

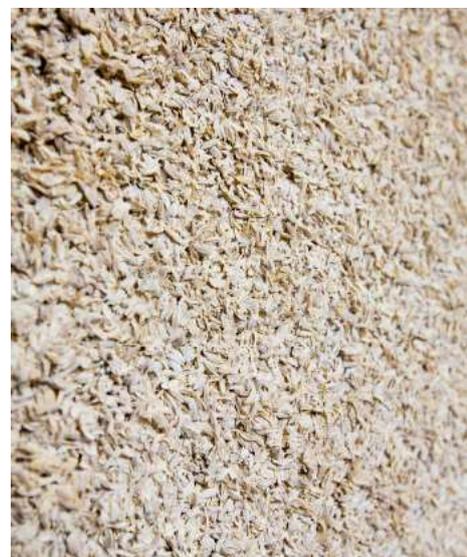


3.4.

Prodotti catalogo

Massetti e sottofondi

Il legante predominante in questo prodotto è la calce naturale, una delle sostanze leganti più antiche impiegate nella storia dell'architettura. La calce naturale è caratterizzata dalla sua capacità di indurirsi e mantenere la stabilità anche in ambienti subacquei. La presenza di questo legante conferisce al prodotto una notevole durabilità. D'altra parte, l'80% della miscela è costituito da lolla, un materiale estremamente leggero che agisce come isolante termico. Grazie alla sua leggerezza, il massetto è ideale per situazioni in cui è richiesta una limitata capacità di carico sui solai. La facilità di posa tramite metodi tradizionali è un ulteriore vantaggio di questo materiale.



Intonaci e finiture

Si tratta di malte premiscelate caratterizzate da un legante costituito da una composizione naturale di calce e/o argilla naturale. L'impiego dell'argilla non solo ha finalità estetiche, ma è anche determinato dalla sua efficacia nel regolare l'umidità. All'interno degli edifici, viene impiegata per assorbire e rilasciare l'umidità ambientale. La messa in opera degli intonaci e delle finiture è agevolata dalla loro semplicità, consentendo l'utilizzo delle tecniche tradizionali di applicazione, non sono richieste apparecchiature specializzate.



Pitture murali

Questi prodotti sono formulati con grassello di calce stagionato, il che garantisce un'elevata permeabilità al vapore acqueo. Ciò consente al vapore acqueo presente all'interno delle strutture dell'edificio di essere rapidamente disperso nell'ambiente esterno, evitando l'accumulo di umidità tra il rivestimento e il substrato.



Pannelli di chiusura

Vengono prodotti due tipologie differenti di pannelli, la prima è costituita da lolla di riso e un composto legante naturale, e ha la funzione di rivestimento per superfici verticali opache sia interne che esterne. Questo pannello può sostituire strati di intonaco di fondo e, allo stesso tempo, può essere utilizzato come elemento estetico se lasciato visibile, offrendo importanti proprietà fonoassorbenti. La bassa permeabilità al vapore acqueo, indicata dal ridotto valore di μ , conferisce al pannello una notevole traspirabilità.



Il secondo tipo, composto da lolla e argilla naturale, è particolarmente consigliato per l'uso nelle superfici interne, poiché contribuisce significativamente alla regolazione dell'umidità interna grazie alle proprietà di igro-termo-regolazione dell'argilla. L'utilizzo combinato di questi due tipi di pannelli, sia internamente che esternamente alla stratigrafia, offre un equilibrio ottimale tra isolamento termico, traspirabilità e regolazione dell'umidità complessiva del sistema.

Materiali isolanti termici

La lolla e la paglia di riso rappresentano eccedenze annualmente rinnovabili, spesso sottoutilizzate e problematiche in termini di gestione e smaltimento. Questi materiali presentano un basso coefficiente di conducibilità termica, $0,039 \text{ W/m}^2\text{K}$, rendendoli eccellenti isolanti termici. Sono caratterizzati da un'elevata concentrazione di silice, che ne evita la marcescenza e inappetibili per i roditori, oltre ad essere resistenti agli insetti.

Attraverso lo sviluppo di una filiera produttiva e gestionale avanzata, sono stati trasformati efficacemente questi materiali mediante processi meccanici in prodotti edilizi di alta qualità, sfruttandone appieno le loro proprietà isolanti termiche e acustiche. Quando combinati con strutture in legno performanti, contribuiscono anche a migliorare le prestazioni antisismiche dell'edificio.



Miscela per muratura realizzata con stampanti 3D
Si tratta di un materiale cementizio innovativo basato sull'argilla, derivato dall'intonaco descritto precedentemente e integrato con lolla e paglia di riso. I benefici di questa soluzione sono legati alla sua capacità di fornire, attraverso il materiale stesso e il metodo di installazione, una soluzione avanzata che combina e soddisfa in un'unica struttura le funzioni strutturali, di isolamento termico e acustico, la funzionalità impiantistica e l'estetica del progetto. Questa proposta all'avanguardia è stata concretizzata con la realizzazione della prima casa stampata in 3D utilizzando materiali naturali, denominata "Gaia", frutto di una collaborazione tra WASP, Ricehouse e lo studio di architettura di Tiziana Monterisi Architetto.

3.5.

Analisi prestazionale

La Legge numero 10 del 9 gennaio 1991 ha introdotto e anticipato diversi elementi di fondamentale importanza, tra cui la valutazione del Fabbisogno Energetico Normalizzato di riscaldamento (FEN) e la certificazione energetica degli edifici, ma solo nel 1998 venne pubblicato il Decreto Legislativo numero 312, il quale ha delegato alle Regioni il compito di regolamentare le modalità di calcolo e verifica della certificazione energetica.

Il Decreto legislativo 192/2005 rappresenta un passo significativo come primo decreto di attuazione della Direttiva 2002/91/CE. L'articolo 1 di questo decreto stabilisce una serie di obiettivi ambiziosi, tra cui la tutela dell'ambiente, la riduzione delle emissioni inquinanti, la diversificazione dei sistemi di produzione di energia termica ed elettrica, nonché lo sviluppo di tecnologie ecoefficienti. Analogamente alla Legge 10/91, il Decreto 192/2005 stabilisce principi generali, lasciando ai decreti attuativi il compito di dettagliare gli aspetti applicativi. La Provincia Autonoma di Bolzano-Alto Adige è stata la prima a introdurre una legge regionale e un regolamento di attuazione della Direttiva Europea, con la creazione del sistema di certificazione KlimaHaus-CasaClima.

Successivamente alla direttiva 2010/31/UE del Parlamento europeo e del Consiglio, del 19 maggio 2010, sulla prestazione energetica nell'edilizia sono state introdotte tre normative fondamentali relative al decreto interministeriale del 26 Giugno 2015, che vanno a definire linee guida, requisiti minimi e relazione tecnica di progetto.

La prima, ai sensi dell'articolo 6, comma 12 del decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192, propone le linee guida da seguire per compilare l'attestazione di prestazione energetica, APE, comprende norme per i controlli delle regolarità classificazione degli edifici, procedure amministrative, metodologie di calcolo in un format univoco. La seconda con riferimento all'articolo 4, comma 1, lettera a), del decreto legislativo 19 agosto 2005 n.192, indica i metodi di calcolo e le possibili applicazioni delle prestazioni energetiche, definendone prescrizioni e requisiti minimi da rispettare. La terza riferendosi all'articolo 8, comma 1, del decreto legislativo del 19 agosto 2005, n. 192, indica modalità e schemi di riferimento per poter compilare la relazione tecnica di progetto per l'applicazione di requisiti minimi di prestazione energetica.

Infine il Decreto legislativo del 10 giugno 2020 n.48, in attuazione alla direttiva (UE) 2018/844 del Parlamento europeo e del Consiglio, del 30 maggio 2018, che modifica la direttiva 2010/31/UE sulla prestazione energetica nell'edilizia e la direttiva 2012/27/UE sull'efficienza energetica.¹¹

In seguito, vengono analizzate le schede tecniche e di posa di una selezione di prodotti utilizzati nei due casi studio trattati nei successivi capitoli.

¹¹ <https://www.fficienzaenergetica.enea.it/>

3.5.1. RH-L

Biomassa isolante composta da fibra vegetale essiccata e depolverizzata composta da lolla di riso pura.

Componenti

La lolla di riso viene raccolta, vagliata e insacchettata senza l'applicazione di ulteriori trattamenti né l'aggiunta di additivi.

Descrizione del prodotto

La lolla di riso, un prodotto derivante dal processo di sbramatura del riso crudo o risone, è un'interessante risorsa agricola. La sua composizione chimica è simile a quella del legno, principalmente composta da cellulosa, lignina, minerali e silicati. Questo materiale si rivela eccezionale per migliorare l'efficienza energetica degli edifici grazie alla sua eccezionale capacità isolante con una conducibilità termica pari a 0,051 W/mK e per la sua alta densità possiede eccellenti caratteristiche come isolante acustico.

L'utilizzo della lolla di riso nelle pareti garantisce una traspirabilità elevata, evitando problemi di condensa superficiale e contribuendo a creare un ambiente abitativo confortevole e salutare. Essendo un materiale naturale, organico e anallergico non emette alcuna sostanza nociva, come la formaldeide, migliorando la qualità dell'aria interna. Grazie alla sua composizione chimica e all'alto contenuto di silice, la lolla di riso è altamente resistente alla decomposizione e alla formazione di muffe e la sua scarsa quantità di nutrienti la rende anche inattaccabile dagli insetti, fornendo un ulteriore vantaggio in termini di durata e manutenzione.

Modi d'impiego

Per la posa, essendo un materiale sfuso e non un pannello, necessita di essere insufflato, sia per interventi di riqualificazione di edifici esistenti sia per nuove opere. Per delle riqualificazioni può essere usato su pareti in muratura con un'intercapedine d'aria, dopo la verifica di elementi come pilastri, impianti e discontinuità delle pareti per rendere efficace l'intervento, è necessario forare la muratura per rendere più agevole l'ingresso dell'iniettore e insufflare garantendo che venga riempita tutta la zona così da raggiungere la densità



Figura 11. Lolla di riso. Fonte: Ricehouse

desiderata. La distanza massima tra i fori è di 1,5 m e non più lontani di 0,75 m laterali e 0,4 dalla sommità, mentre sopra e sotto gli infissi bisogna prestare una distanza di 0,9 m.

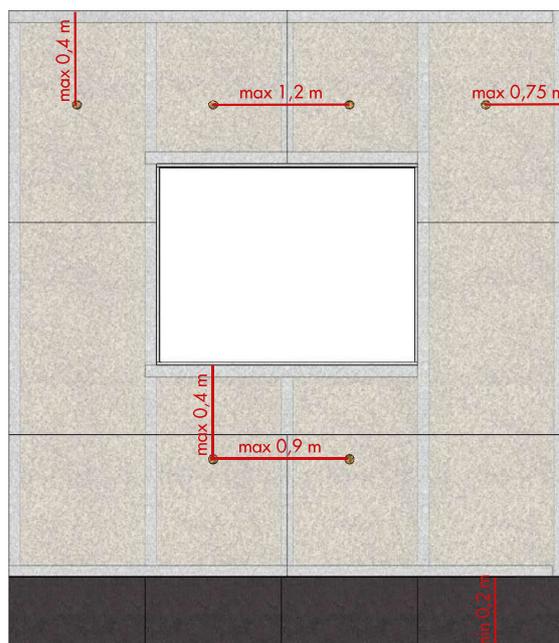
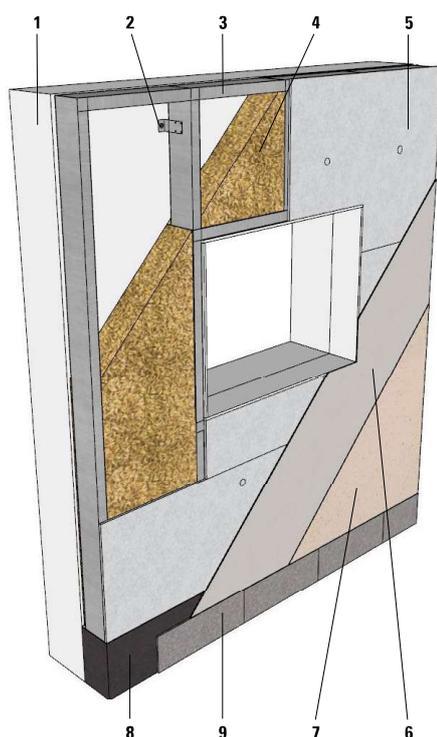
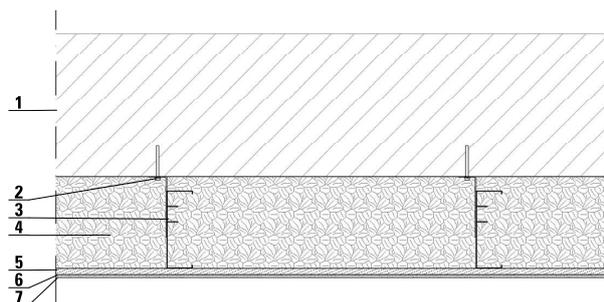
Per quanto riguarda i sistemi a cappotto è necessario realizzare delle strutture contenitive a telaio, per sezioni, così da creare una intercapedine dove verrà insufflata la lolla chiusa in seguito da dei pannelli di tamponamento.

Può anche essere utilizzata nei solai, sia a pavimento che a soffitto. Nel primo caso è necessario, dopo la posa dell'isolante acustico, impostare un telaio e stendere la lolla direttamente dai sacchi prestando attenzione a renderla omogenea e compatta. Viene poi chiusa da pannelli di calpestio e rifinita con una pavimentazione. Nel secondo caso dopo aver predisposto un telaio devono essere applicati prima i pannelli di chiusura che verranno forati, mantenendo le stesse distanze dei fori delle pareti verticali, completato l'insufflaggio è necessario sigillare i fori usando come tappo la sezione rimossa precedentemente e completare la stratigrafia a seconda delle necessità del progetto.

Stratigrafia isolamento esterno a parete.

Fonte: Ricehouse

1. Muro preesistente
2. Distanziale metallico
3. Telaio metallico autoportante
4. Lolla di riso RH-L
5. Lastra di tamponamento per esterni
6. Intonachino rasante
7. Intonachino di finitura
8. Zoccolo impermeabile
9. Zoccolino di finitura



Caratteristiche tecniche

Materiale organico	73,87%
Composizione chimica	MnO 2 0,074% SiO 2 21,12% Al 2O3 1,23% (Allumina) CaO 1,24% Fe 2O3 1,28% MgO 0,21%
Conducibilità termica	$\lambda_{10 \text{ dry}}$ 0,051 (W/mK)
Conducibilità termica Dichiarata	λ_D 0,053 (W/mK)
Densità	125 (kg/m ³)
Resistenza alla diffusione del vapore acqueo	μ 3,5 (-)
Calore Specifico	1480 (J/KgK)
Porosità	93,4%
Classe reazione al fuoco	C-s2,d0

Scheda 01. Rielaborazione scheda tecnica RH-L
Fonte: Ricehouse

Certificazioni ¹²

Attesa di determinazione della resistenza secondo norma UNI EN 1934:2000

Pur non essendo un prodotto marchiato CE, può essere introdotto in cantiere, secondo quanto previsto dal d.lgs. n. 106/2017 art. 5 comma 6, sotto la piena responsabilità del direttore lavori, che deve comunque verificare l' idoneità del prodotto all'impiego previsto, assumendosi inoltre ogni responsabilità derivante dall'uso.

L' idoneità di riferimento è derogabile ad eccezione delle prestazioni strutturali e antincendio

¹² Allegato D.

3.5.2. RH-50

Pannello isolante semi rigido composto da paglia di riso.



Figura 12. Pannello RH-50. Fonte: Ricehouse

Componenti

RH50 è una composizione formata dal 92% di fibre di paglia di riso, unite tra loro dall'8% di fibre termofusibili in poliestere a formare un materassino semirigido isolante.

Descrizione del prodotto

Il pannello isolante RH50 rappresenta una soluzione innovativa nel campo dell'isolamento edile. Questo materiale è ottenuto da risorse direttamente provenienti dal campo e offre diverse opzioni di applicazioni. La sua versatilità lo rende ideale sia per nuove costruzioni che per ristrutturazioni di edifici preesistenti. Una delle sue caratteristiche distintive è la capacità di fornire un isolamento termico e acustico di alto livello. Questo aspetto lo rende un componente versatile in diversi contesti di progettazione. Inoltre, non presenta impatti negativi sulla salute umana e la sua efficienza termica ed acustica contribuisce a creare ambienti più confortevoli ed energeticamente efficienti. Un vantaggio importante di questo materiale è la sua capacità di mantenere la sua forma nel tempo, garantendo prestazioni costanti e affidabilità a lungo termine. In termini di durabilità, la fibra vegetale utilizzata è naturalmente resistente al deterioramento, grazie al suo intrinseco basso tenore di carbonio.

Modi d'impiego

In caso di riqualificazione è necessario preparare il supporto, che andrà ad ospitare l'isolante, eliminando la presenza di qualsiasi isolamento esistente, assicurarsi che le strutture esistenti possano sostenere il peso aggiunto e verificare che i supporti siano sani, solidi, asciutti e protetti dall'umidità di risalita.

L'installazione varia in base al supporto:

Sui tetti l'isolamento può essere applicato in uno o due strati. In questo caso l'installazione è a giunti sfalsati o incrociati, inoltre non è possibile riporre oggetti sull'isolamento.

Sui muri lo spessore dell'isolante utilizzato è definito in base alla resistenza termica desiderata. Le dimensioni dei montanti e delle guide della struttura devono essere adattate allo spessore dell'isolante utilizzato, in modo da garantire un contatto continuo tra la superficie dell'isolante e il muro di sostegno. La coibentazione viene tagliata ad una larghezza pari a quella tra i montanti più circa 1,5 cm e viene posata da bordo a bordo per garantire la continuità termica del muro. Il sistema di tenuta all'aria che funge da barriera al vapore è installato su tutta la parete, lato ambiente caldo. È preferibile la posa perpendicolare a quella dei montanti e deve essere assicurata la completa continuità tramite nastri coprendo tutte le fasce di 10cm in tutte le direzioni.

Caratteristiche tecniche

Composizione	92% paglia di riso 8% legante, fibra hot melt
Conducibilità termica	10 dry 0,039 (W/mK)
Conducibilità termica Dichiarata	D 0,045 (W/mK)
Resistenza alla diffusione del vapore acqueo	μ 2,8 (-)
Capacità di assorbimento acustico	0,5 < a_w < 0,9 (in base allo spessore)
Densità	50 (kg/m ³)
Calore specifico	1790 (J/kgK)
Reazione al fuoco	Euroclass E
Qualità dell'aria interna	A+
COV (composti organici volatili) e aldeidi	non emette sostanze inquinanti volatili né cancerogene

Scheda 02. Rielaborazione scheda tecnica RH-50
Fonte: Ricehouse

Certificazioni¹³

- Dichiarazione E.P.D. EN ISO 14025:2010, Aprile 2020
- Rapporto tecnico CMR UNI EN ISO 10456:2008 + EC 1-2010, 27.07.2022

¹³ Allegato E.

3.5.3. RH-110



Figura 13. Intonaco di fondo RH-110. Fonte: Ricehouse

Intonaco di fondo termico in calce, pula di riso e microsilice amorfa alleggerita ad alta prestazione.

Componenti

È un composto a base di pula di riso, calce aerea purissima, calce idraulica NHL 3,5 e silice amorfa alleggerita secondo norma UNI EN 459-1 con classificazione CL 90-S.

Descrizione del prodotto

Il materiale, adatto a superfici interne ed esterne, è ottenuto miscelando calce aerea e pula di riso, è stata ideata per realizzare strati di fondo isolante adatti a ogni tipo di supporto. Le proprietà garantiscono eccellenti prestazioni termocoibentanti, fonoassorbenti e di sfasamento termico che amplificano la sensazione di naturale benessere sia in inverno che estate.

Caratteristiche tecniche

Conducibilità termica	0,043 (W/mK)
Resistenza alla diffusione del vapore acqueo	μ 7 (-)
Granulometria	da 0 a 5 mm
Massa volumica apparente	278 (kg/m ³)
ph	10,5
Adesione al supporto	0,34 (N/mm ²)
Assorbimento d'acqua	W0
Reazione al fuoco	A1
Calore specifico	1000 (J/kgK)

Scheda 03. Rielaborazione scheda tecnica RH-110
Fonte: Ricehouse

Certificazioni ¹⁴

- Certificato C.E. secondo Norma armonizzata: UNI EN 998-1:2016
- Certificazione C.A.M. UNI EN ISO 14021:2016, 19.10.2020
- Dichiarazione D.O.P UNI EN 998-1:2016, 08.04.2021

¹⁴ Allegato F.

3.5.4. RH-210

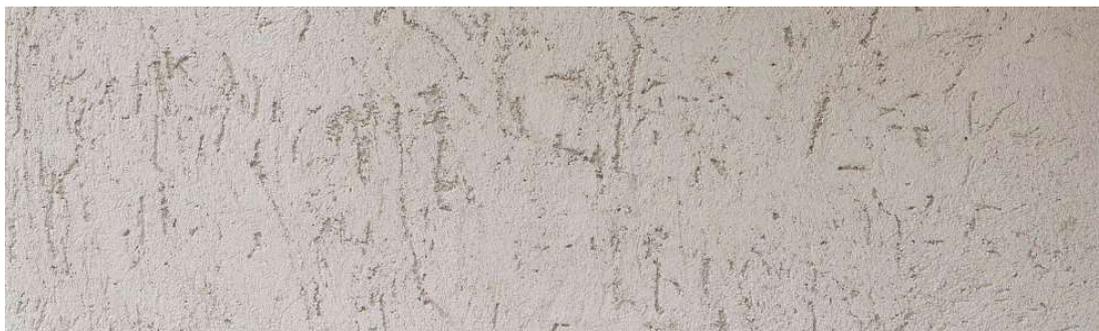


Figura 14. Intonachino naturale RH-210. Fonte: Ricehouse

Intonachino naturale in miscela naturale a base di calce e pula di riso, idrofobizzato per la regolarizzazione delle superfici interne ed esterne.

Componenti

RH210 è una composizione a base di calce idraulica e calce aerea purissima classificata secondo norma UNI EN 459-1 con classificazione CL 90-S associabile a una calce puramente calcica (CL) con più del 90% di idrossidi e pula di riso.

Descrizione del prodotto

È un rasante idrofobizzato per regolarizzare le superfici con una forte azione di aggrappo grazie alle proprietà della pula di riso che conferisce grande elasticità al prodotto. Inoltre, grazie alla sua elevata stabilità ai raggi UV e una buona capacità di evaporazione dell'umidità presente nelle murature.

Caratteristiche termiche

Massa volumica apparente della malta indurita	1560 (kg/m ³)
Conducibilità termica	0,58 (W/mK)
Calore specifico	1300 (J/kgK)
Resistenza alla diffusione del vapore acqueo	μ 23 (-)
Reazione al fuoco	A1
Resistenza meccanica alla compressione classe	CS2
Assorbimento acqua	W1
Adesione al supporto	0,7 N/mm ² FP:B

Scheda 04. Rielaborazione scheda tecnica RH-210
Fonte: Ricehouse

Certificazioni ¹⁵

- Certificato C.E. secondo Norma armonizzata: UNI EN 998-1:2016
- Certificazione C.A.M. UNI EN ISO 14021:2016, 19.10.2020
- Dichiarazione D.O.P UNI EN 998-1:2016, 20.06.2016

¹⁵ Allegato G.

3.5.4. RH-220



Figura 15. Finitura colorata RH-220. Fonte: Ricehouse

Arenino naturale da intonaco per finitura colorata a base di calce e pula di riso, idrofobizzato per superfici esterne.

Componenti

È composto da una base di calce idraulica e calce aerea pura (norma UNI EN 459-1, CL 90-S) e pula di riso il tutto pigmentato tramite terre naturali e polveri di marmo.

Descrizione del prodotto

È una finitura di pregio che strutta le caratteristiche della pula di riso combinata ad una selezione di calce naturale, polvere di marmo e terre naturali che genera un materiale dalle colorazioni che ricordano la tradizione italiana. Questa combinazione di componenti garantisce un'elevata stabilità ai raggi UV e una buona capacità di evaporazione dell'umidità nelle murature garantendo, quindi, un altro livello di comfort abitativo.

Caratteristiche tecniche

Massa volumica apparente della malta indurita	1485 (kg/m ³)
Conducibilità termica	0,53 (W/mK)
Calore specifico	1300 (J/kgK)
Resistenza alla diffusione del vapore acqueo	μ 13 (-)
Reazione al fuoco	A1
Resistenza meccanica alla compressione classe	CS1
Assorbimento acqua	W1
Adesione al supporto	0,3 N/mm ² FP:B

Scheda 05. Rielaborazione scheda tecnica RH-220
Fonte: Ricehouse

Certificazioni ¹⁶

- Certificato C.E. secondo Norma armonizzata: UNI EN 998-1:2016
- Certificazione C.A.M. UNI EN ISO 14021:2016, 19.10.2020
- Dichiarazione D.O.P UNI EN 998-1:2016, 20.06.2016

¹⁶Allegato H.

3.5.6. RH-FACE

Sistema di rivestimento e ventilazione in profili, travetti e montanti per facciate.

Componenti

Composti da una materiale a base di lolla di riso e cloruro di polivinile di origine riciclata.

Descrizione del prodotto

Rappresenta un innovativo sistema per il rivestimento e la

ventilazione di pareti esterne ed interne, costituito da profili e travetti realizzati a base di riso. Questi componenti si distinguono per la loro eccellente qualità, robustezza e durata nel tempo. I profili vengono ancorati attraverso travetti dello stesso materiale, precedentemente posizionati in modo perpendicolare sulla facciata. La versatilità del sistema consente una regolazione libera dei profili sia in senso orizzontale che verticale. Inoltre, vantaggi in termini di gestione e mitigazione dell'umidità superficiale e fornisce una solida protezione contro l'irraggiamento solare per le pareti dell'edificio, caratteristiche tipiche delle facciate ventilate. Tutto ciò si traduce in una maggiore durabilità e in un miglioramento del comfort termico all'interno dell'edificio. Dal punto di vista estetico, si distingue per il suo aspetto e la texture che richiamano le caratteristiche del legno esotico. La gamma di colori è personalizzabile in base alle preferenze del cliente, con la possibilità di tingere i profili in qualsiasi tonalità desiderata o realizzarli direttamente in massa. Inoltre, è possibile optare per profili certificati NRO (Non Propagazione del Fuoco) per impiegarli con sicurezza in progetti di pubblica utilità.

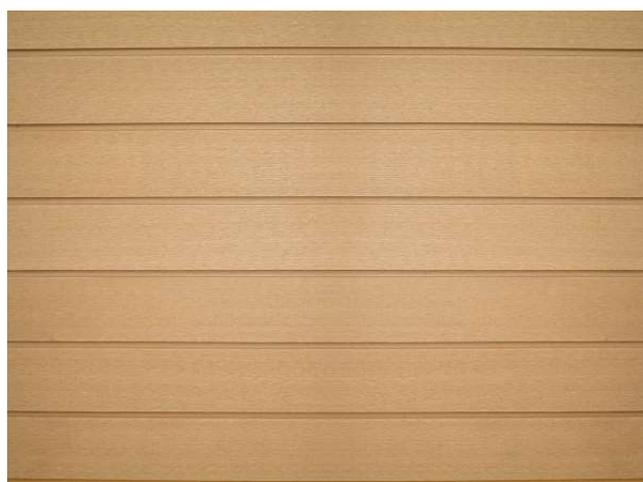


Figura 16. Rivestimento RH-FACE. Fonte: Ricehouse

Caratteristiche termiche

Densità	1460 Kg/m ³
Dimensione dei profili (larghezza x spessore x lunghezza)	CP95: 130x13xL mm CP140: 173x13xL mm CP280: 330x13xL mm
Dimensione dei profili (larghezza x spessore x lunghezza)	38x25xL mm
Resistenza alla diffusione del vapore acqueo	μ 1300; SD 7,22 m
Assorbimento d'acqua	1,12%

Rigonfiamento per umidità	profilo: lun.0,04%; lar.0,08%; sp.0,35% sistema: lun.0,04%; lar.0,07%; sp.0,33%
Coefficiente di dilatazione termica lineare	profilo: 4,68·10 ⁻⁵ sistema: 4,85·10 ⁻⁵
Modulo di elasticità in flessione	profilo: 3477 N/mm ² sistema: 3726 N/mm ²
Modulo di elasticità in trazione	profilo: 34,4 N/mm ² sistema: 34,0 N/mm ²
Resistenza al fuoco	B-s3,d0

Scheda 06. Rielaborazione scheda tecnica RH-FACE
Fonte: Ricehouse

Profili e componenti

Profili RH-FACE		
Profilo CP95	Profilo CP140	Profilo CP280
		
Lung. x 130 x 13 mm Larg. copertura 105 mm Peso 1,1 kg/m Consumo al mq: 9,53 m	Lung. x 173 x 13 mm Larg. copertura 150 mm Peso 1,44 kg/m Consumo al mq: 6,67 m	Lung. x 330 x 13 mm Larg. copertura 305 mm Peso 2,68 kg/m Consumo al mq: 3,28 m

Componenti del sistema		
Profilo KAT50.50/25	Travetti LKR38.25	Clip e viti
		
Lung. x 50 x 50/25 mm Peso 0,5 kg/rm	Lung. x 38 x 25 mm Peso 1,00 kg/mq	Acciaio inossidabili

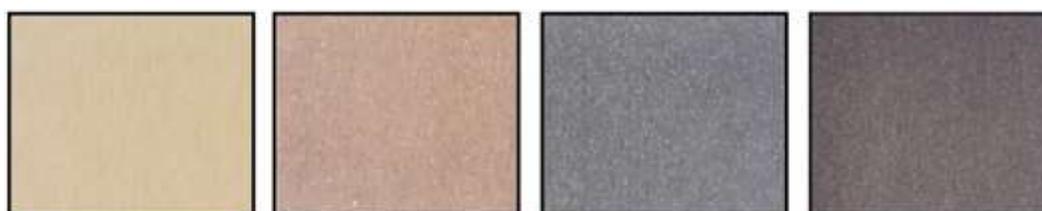


Figura 17. Profili, componenti e colori sistema RH-FACE. Fonte: Ricehouse

Sistema di posa RH-FACE

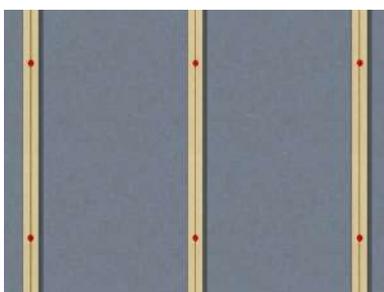
Fonte: Ricehouse



Posa del telaio impermeabile traspirante e nastratura. È necessario applicarla sulle superfici non intonacate per proteggerle da fenomeni di condensa superficiale o da infiltrazione di acque meteoriche. La posa deve essere effettuata su tutta la superficie ventilata a secco, tramite l'utilizzo di nastri, punti-chiodo e sormonti.

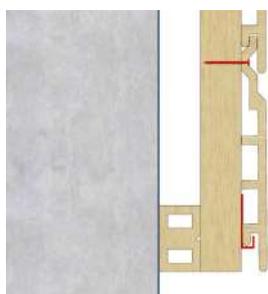
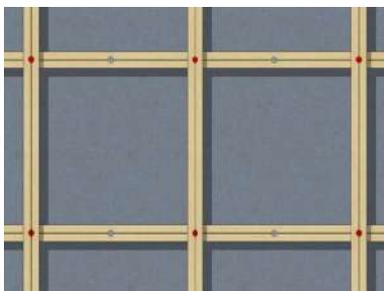


Taglio e rifinitura dei profili. Possono essere usati gli stessi strumenti impiegati per la lavorazione del legno duro.



Fissaggio a doppio montante.

Fissaggio dei montanti verticali ad una distanza pari a quella dei fori di installazione, massima di 400mm medesima distanza va utilizzata anche per i travetti orizzontali sovrastanti. Devono essere usate viti o tasselli e devono essere installati in modo tale da permettere la dilatazione dei profili di almeno 20mm. Il fissaggio dei due diversi profili che si sovrastano non deve mai coincidere, così da evitare di indebolire la struttura.



Fissaggio dei profili ai montanti.

È necessario partire dal basso fissando le clip ai travetti già montati. Questo va a garantire che la prima fila di profili di rivestimento non poggi a terra per permettere il passaggio dell'aria. È fondamentale che le clip vengano posate alla stessa quota così da poter procedere con l'incastro della seconda fila di profili di rivestimento. Bisogna lasciare tra un profilo e l'altro intercapedini di espansione per evitare la battuta tra i profili. Prima del montaggio è necessario creare dei vori per il successivo ancoraggio alla struttura tramite viti, questi fori dovranno essere sufficientemente allentanti per poter garantire la dilatazione degli elementi.

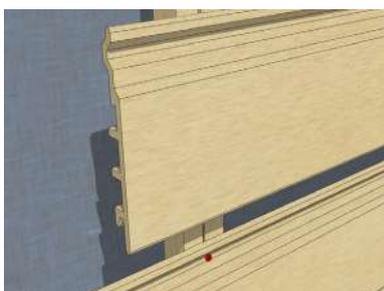


Figura 18. Sistema di posa RH-FACE. Fonte: Ricehouse

3.6.

Analisi ambientale

I Criteri Ambientali Minimi (CAM) ¹⁸ rappresentano gli standard ecologici stabiliti per le diverse fasi del processo di acquisto. L'obiettivo è identificare la soluzione progettuale, il prodotto o il servizio più ecologicamente vantaggioso lungo l'intero ciclo di vita, considerando le opzioni disponibili sul mercato. Questi criteri sono delineati nell'ambito del Piano per la sostenibilità ambientale dei consumi della pubblica amministrazione e vengono adottati tramite Decreto Ministeriale. L'applicazione coesa e uniforme dei CAM favorisce la diffusione delle tecnologie ecologiche e dei prodotti preferibili dal punto di vista ambientale. Inoltre, genera un impatto significativo sul mercato, consigliando gli operatori economici meno virtuosi a investire in buone pratiche e innovazione per rispondere alle richieste della pubblica amministrazione riguardo gli acquisti sostenibili.

In Italia, l'efficacia dei CAM è garantita attraverso le disposizioni del Codice dei contratti; l'articolo 57, comma 2, del decreto legislativo 31 marzo 2023, n. 36, che impone l'applicazione obbligatoria di specifiche tecniche e clausole contrattuali contenute nei CAM, per l'intero importo della gara. Questa normativa stabilisce anche che i CAM devono seguire i criteri di aggiudicazione dell'appalto elencati nell'art. 108, commi 4 e 5, del Codice. Questo garantisce che la politica nazionale sugli appalti pubblici verdi non miri solo a ridurre gli impatti ambientali, ma promuova modelli di produzione e consumo più sostenibili e "circolari", contribuendo anche all'incremento dell'occupazione nei settori delle filiere più sostenibili. Oltre a valorizzare la qualità ambientale e rispettare i criteri sociali, l'applicazione dei Criteri Ambientali Minimi risponde alla necessità della Pubblica Amministrazione di controllare i propri consumi, ottimizzando le spese a medio e lungo termine.

I biocompositi dell'azienda Ricehouse si conformano effettivamente alle definizioni stabilite dalla normativa attuale riguardo ai Criteri Ambientali Minimi, e sono pertanto classificati come conformi ai CAM (CAM Compliant). I manufatti finiti sono interamente naturali, composti da materie prime rinnovabili e utilizzano sottoprodotti recuperati dalla filiera risicola. La lolla e la paglia, inclusi nell'elenco dei materiali secondo il Decreto Ministeriale del 16 ottobre 2016, n°264, rispettano le condizioni generali indicate dall'articolo 184-bis del Decreto Legislativo 152/2006 (Testo Unico dell'Ambiente). In base a quanto stabilito nella tabella del paragrafo 2.4.2.9, comma 6 (DM 11/10/2017), i manufatti a base di scarti di riso non sono soggetti alla valutazione della quantità minima di materiale riciclato.

¹⁸ <https://gpp.mite.gov.it/CAM-vigenti>

04

Introduzione ai casi studio

4.1. Inquadramento "Condominio Settembre 291"

4.1.1. Analisi urbanistica

4.1.2. Stato di fatto

4.1.3. Prestazione energetica e impianti

4.1.4. Interventi proposti

4.2. Inquadramento "Torri via Russoli"

4.2.1. Analisi urbanistica

4.2.2. Stato di fatto

4.2.3. Prestazione energetica e impianti

4.2.4. Interventi proposti

Da questo capitolo inizia il percorso di esposizione e analisi dei due casi studio selezionati.

Entrambi sono condomini con prestazioni energetiche basse che hanno la necessità di essere migliorati. Questa introduzione è finalizzata a descrivere i due siti in cui sorgono e le loro differenze in termini morfologici, costruttivi e architettonici. Viene riportato lo stato di fatto e le problematiche che hanno spinto alla richiesta di un miglioramento in termini prestazionali dell'involucro esterno. Inoltre vengono esposte le prestazioni energetiche pre lavori e gli impianti presenti ed infine vengono descritti gli interventi che saranno realizzati.

4.1. Inquadramento Condominio Settembre 291

LOMBARDIA



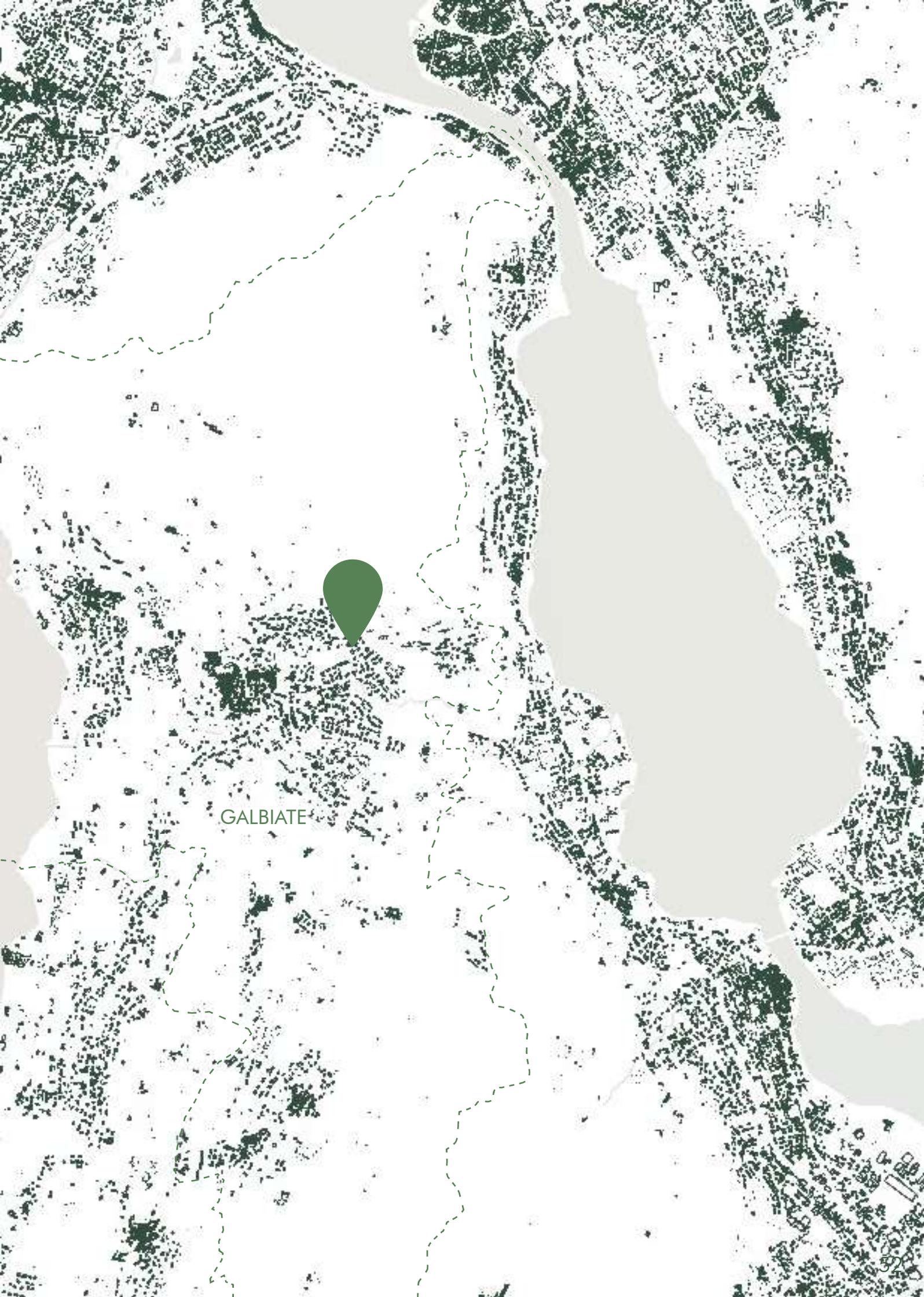
Il Condominio Settembre 291 è situato in Lombardia, in provincia di Lecco, nel comune di Galbiate.

La zona in cui sorge è prettamente residenziale, caratterizzata da diverse palazzine disposte sul pendio della collina. L'esposizione essendo in direzione sud offre una vista del Lago di Garlate.

LEGENDA

- Antropizzazioni
- Idrografia
- - Limiti amministrativi





GALBIATE

Il progetto di efficientamento energetico comprende quattro palazzine che costituiscono il "Condominio Settembre 291" situate in Via Don Ermanno Sironi.

In particolare verrà esaminato come caso studio la palazzina del civico 2C evidenziata dal puntatore di posizione sottostante.

L'anno di costruzione della palazzina è il 1974, ha una superficie complessiva del lotto di 754 mq (foglio mappale 10, Part. 682, subalterni dal 12 al 24), con un numero di unità abitative equivalente a 12 a cui si sommano le rispettive 12 pertinenze.

LEGENDA

Antropizzazioni 

Strade 



4.1.1. ANALISI URBANISTICA

L'analisi dei Piani vigenti per il territorio del Comune di Galbiate¹⁹ ha permesso di comprendere lo stato dell'edificio, i vincoli e le prescrizioni da rispettare e considerare nella realizzazione del progetto di Efficientamento energetico.

La Palazzina A di via Don E. Sironi n°1 risulta ricadere all'interno delle seguenti categorie:

- Zona climatica: E
- Zona sismica: Z2

PGT_Carta del piano delle regole

 Tessuti residenziali (Art.34)



Figura 19. Carta del piano delle regole nord. Fonte:PGT Galbiate in data Luglio 2021

PGT_Carta di fattibilità

 Classe di fattibilità 1

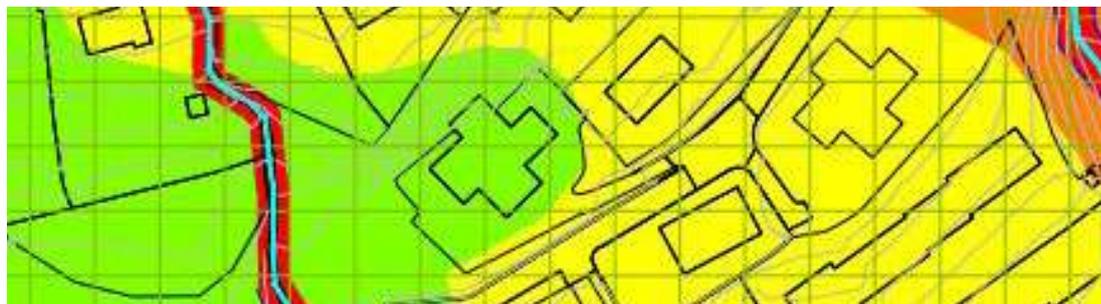


Figura 20. Studio geologico, carta di fattibilità. Fonte:PGT Galbiate in data Luglio 2021

PGT_Carta dei vincoli

 Vincolo paesaggistico per le bellezze d'insieme

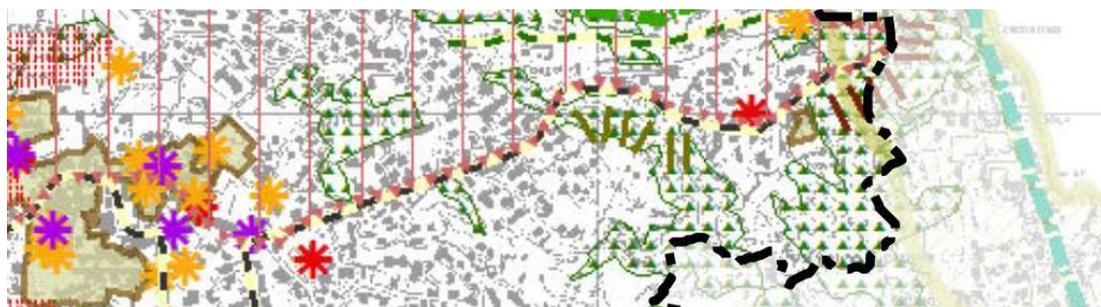


Figura 21. Studio geologico, carta dei vincoli. Fonte:PGT Galbiate in data Luglio 2021

¹⁹<https://www.comune.galbiate.lc.it/>

4.1.2. STATO DI FATTO

La palazzina 2C facente parte del complesso denominato "Condominio Settembre 291" presenta una struttura a croce, il nucleo centrale funge da vano per la distribuzione interna con scale e un ascensore che raggiunge l'ultimo piano ma non il sottotetto. I materiali utilizzati sono tipici degli anni '70 con pareti perimetrali a camera in laterizio forato e struttura in cemento armato con pilastri perimetrali all'interno della muratura. Come è possibile vedere in [Figura 23](#) e [24](#) nella

Pianta Autorimesse, quest'ultimo è costituito da garage e dalle cantine, una per ogni appartamento. Nei piani superiori invece attorno al vano di distribuzione verticale si trovano gli alloggi, disposti ugualmente sui tre piani. Ognuno di essi ha accesso a due balconi o logge privati. Le principali problematiche che hanno spinto alla richiesta di un intervento di efficientamento energetico sono stati lo scarso isolamento termico offerto dalle pareti perimetrali, principale causa delle basse prestazioni energetiche dell'edificio. I ponti termici causati dai parapetti ancorati alle pareti opache ed infine la necessità di schermare dalla luce solare i diversi ambienti per evitare un surriscaldamento nel periodo estivo.



Figura 23. Vista del prospetto ovest scattata in data 08.02.2021. Fonte: Ricehouse



Figura 24. Vista del prospetto sud scattata in data 08.02.2021. Fonte: Ricehouse

Inquadramento, Pianta Piano Autorimesse/Cantine
Scala 1:200



Pianta Piano Rialzato
Scala 1:200



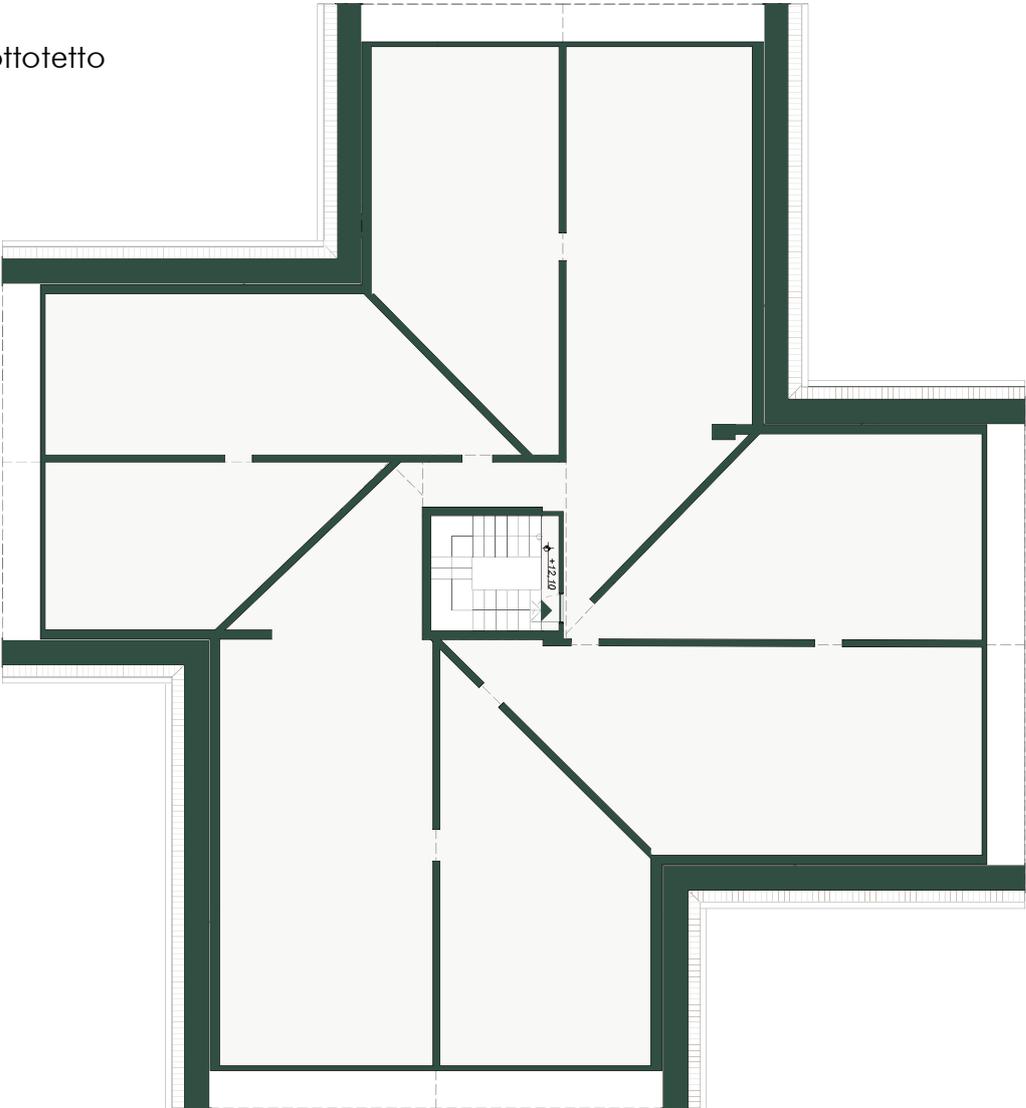
Pianta Piano Primo
Scala 1:200



Pianta Piano Secondo
Scala 1:200



Pianta Piano Sottotetto
Scala 1:200



4.1.2. PRESTAZIONE ENERGETICA E IMPIANTI

Il progetto di riqualificazione del "Condominio Settembre 291" di proprietà dei singoli acquirenti delle unità abitative, sito nel comune di Galbiate in Via Don Ermanno Sironi 2C, fa riferimento all'osservanza dei requisiti minimi così come stabilito dall'articolo 119 Decreto Rilancio del 19 maggio 2020, n. 34, convertito, con modificazioni, dalla legge 17 luglio 2020, n. 77 e definite dalla guida dell'Agenzia dell'Entrate e dalle ENEA che danno diritto al cosiddetto superecobonus 110% per gli interventi di risparmio energetico su edifici residenziali. In particolare la tipologia di intervento è finalizzata a usufruire delle detrazioni fiscali relative agli interventi trainanti e trainati coinvolti nel progetto.

Il Condominio ha un impianto di tipo centralizzato per la climatizzazione invernale e la produzione di acqua calda sanitaria.

La generazione del calore avviene tramite una caldaia del tipo tradizionale alimentata a gas metano, mentre internamente gran parte degli ambienti vengono riscaldati ancora dagli originali radiatori in alluminio che garantiscono prestazioni discrete. All'interno della centrale termica è installato un accumulo da 250 l per acqua calda sanitaria ed una rete di ricircolo.

Durante lo Studio di Fattibilità, le Attestazioni di Prestazione Energetica (APE) pre-intervento, hanno dimostrato che l'edificio nel suo Stato di Fatto rientra nella Classe energetica E.

ATTESTATO DI PRESTAZIONE ENERGETICA DEGLI EDIFICI		VALIDO FINO AL: 24/03/2031		APE																
DATI GENERALI																				
Destinazione d'uso <input checked="" type="checkbox"/> Residenziale <input type="checkbox"/> Non residenziale Classificazione D.P.R. 412/93: <u>E.1 (1)</u>		Oggetto dell'attestato <input checked="" type="checkbox"/> Intero edificio <input type="checkbox"/> Unità immobiliare <input type="checkbox"/> Gruppo di unità immobiliari Numero di unità immobiliari di cui è composto l'edificio: _____		<input type="checkbox"/> Nuova costruzione <input type="checkbox"/> Passaggio di proprietà <input type="checkbox"/> Locazione <input type="checkbox"/> Ristrutturazione importante <input type="checkbox"/> Riqualificazione energetica <input type="checkbox"/> Altro: _____																
Dati identificativi FOTO EDIFICIO		Regione: LOMBARDIA Comune: Galbiate Indirizzo: GALBIATE, VIA SIRONI Piano: Interno: Coordinate GIS:		Zona climatica: E Anno di costruzione: Superficie utile riscaldata (m ²): Superficie utile raffrescata (m ²): Volume lordo riscaldato (m ³): Volume lordo raffrescato (m ³):																
<table border="1"><thead><tr><th>Comune catastale</th><th>DS65</th><th>Sezione</th><th>Foglio</th><th>Particella</th></tr></thead><tbody><tr><td>Subalterni</td><td>da</td><td>a</td><td>da</td><td>a</td></tr><tr><td>Altri subalterni</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></tbody></table>						Comune catastale	DS65	Sezione	Foglio	Particella	Subalterni	da	a	da	a	Altri subalterni				
Comune catastale	DS65	Sezione	Foglio	Particella																
Subalterni	da	a	da	a																
Altri subalterni																				
Servizi energetici presenti <input checked="" type="checkbox"/> Climatizzazione invernale <input type="checkbox"/> Climatizzazione estiva <input type="checkbox"/> Ventilazione meccanica <input checked="" type="checkbox"/> Prod. acqua calda sanitaria <input type="checkbox"/> Illuminazione <input type="checkbox"/> Trasporto di persone o cose																				
PRESTAZIONE ENERGETICA GLOBALE E DEL FABBRICATO																				
La sezione riporta l'indice di prestazione energetica globale non rinnovabile in funzione del fabbricato e dei servizi energetici presenti, nonché la prestazione energetica del fabbricato, al netto del rendimento degli impianti presenti.																				
Prestazione energetica del fabbricato <table border="1"><thead><tr><th>INVERNO</th><th>ESTATE</th></tr></thead><tbody><tr><td></td><td></td></tr></tbody></table>		INVERNO	ESTATE			Prestazione energetica globale CLASSE ENERGETICA E 166,17 kWh/m ² anno		Riferimenti Gli immobili simili avrebbero in media la seguente classificazione: Se nuovi: A1 (63,62) Se esistenti:												
INVERNO	ESTATE																			

4.1.3. INTERVENTI

Gli interventi volti al miglioramento energetico rispondono alle categorie definite dalla legislazione citate nel capitolo 3.5.

INTERVENTI TRAINANTI

1. Intervento di isolamento termico dell'involucro edilizio che delimita il volume riscaldato, verso l'esterno e verso vani non riscaldati, in particolare:



Realizzazione dell'isolamento termico esterno "a cappotto" mediante l'impiego di pannelli isolanti in materiale vegetale (lolla di riso)



Realizzazione di sistemi di facciata ventilata a finitura dell'isolamento termico di una parte delle chiusure verticali opache.

L'intervento di isolamento delle chiusure verticali e orizzontali opache ha un'incidenza superiore al 25% delle superfici, come richiesto dal decreto, permette di isolare il 100% delle superficie opache. Questo risultato prestazionale permette di soddisfare uno dei requisiti richiesti, ossia il passaggio di due classi energetiche passando dall'attuale Classe E ad una Classe A con un miglioramento energetico che verrà dimostrato dall'attestato di prestazione energetica (A.P.E.), ante e post intervento.

2. Sostituzione degli impianti di climatizzazione invernale sulle parti comuni.



Riqualficazione della centrale termica

Sostituzione dell'impianti per la produzione di acqua calda sanitaria e riscaldamento con l'installazione di una pompa di calore così da eliminare la caldaia a gas esistente.

INTERVENTI TRAINATI



Sostituzione dei serramenti esistenti con sistemi performanti basso emissivi con vetrocamera



Installazione di pannelli fotovoltaici a servizio delle aree comuni, degli impianti e di storage elettrici



Installazione di punti di ricarica per veicoli elettrici



Sostituzione degli avvolgibili esistenti con sistemi performanti e aggiunta di un sistema di frangisole

Gli interventi principali verranno approfonditi nel capitolo 05.

4.2. Inquadramento "Torri Via Russoli"

LOMBARDIA



LEGENDA

- Antropizzazioni
- Parchi regionali (All. 1 del DdP)
- Limiti amministrativi



Le Torri di Via Russoli sono situate in Lombardia, nella Città metropolitana e comune di Milano.

In particolare si trovano nel quartiere Barona, sede di riqualificazione negli ultimi decenni. Difatti oltre ad essere un quartiere residenziale è sede di attività e università come IULM che sorge accanto alle palazzine.



MUNICIPIO
6

La costruzione del complesso, indicato dal puntatore sottostante, risale alla fine degli anni '70, più precisamente al 1978, data dell'ultima modifica approvata.

Il complesso è composto da 4 torri ciascuna costituita da un piano seminterrato e 9 piani fuori terra, alle quali si aggiungono altri 9 corpi residenziali costituiti da un solo piano fuori terra, per un totale di 187 appartamenti, suddivisi tra bilocali (n° tot. 99), trilocali (n° tot. 80) e quadrilocali (n° tot. 8).

Il piano seminterrato occupa posteggi auto, locali tecnici e locali per il deposito rifiuti.

Il piano terra delle torri ospita sia appartamenti che locali per i servizi comuni e cantine.

La superficie totale del complesso risulta essere pari a 16.300 m², mentre la superficie totale del lotto è di 12.032 m².

LEGENDA

Antropizzazioni 

Idrografia 

Strade 



4.2.1. ANALISI URBANISTICA

L'analisi dei Piani vigenti per il territorio del Comune di Milano²⁰ ha permesso di comprendere lo stato dell'edificio, i vincoli e le prescrizioni da rispettare e considerare nella realizzazione del progetto di rigenerazione sociale e urbana.

Le quattro torri di Via Russoli, civici n°14, 16, 18, 20 risulta ricadere all'interno delle seguenti categorie:

- Zona climatica: E
- Zona sismica: 3

PRG_Carta del piano regolatore generale

 Tessuti urbani a impianto aperto (Art. 21.3)

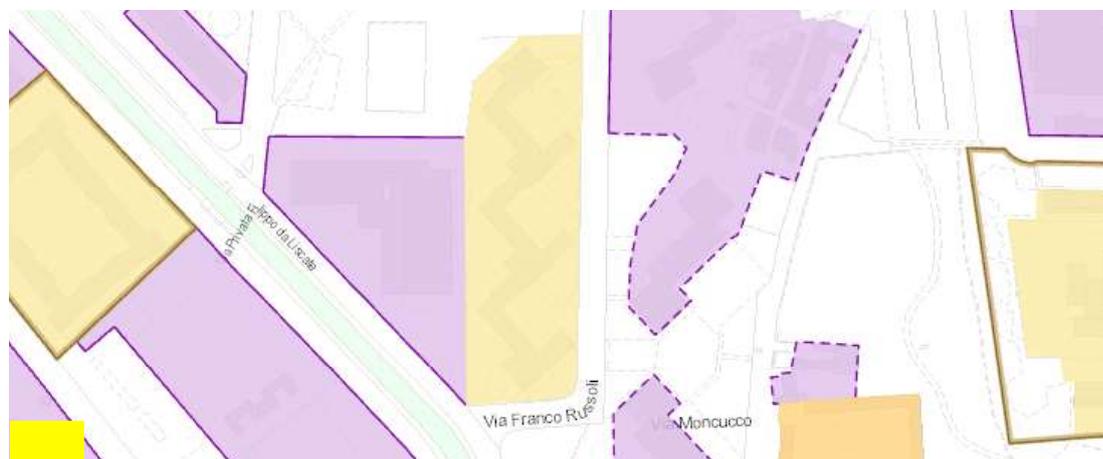


Figura 25. Carta PRG Fonte: PGT Milano

PRG_Indicazioni urbanistiche

 Ambito con norme e criteri per la tutela delle aree a verde, per la conservazione e la valorizzazione del tessuto edificato e per gli interventi puntuali (DGR n. V/6221 del 30/12/1994)

 Ambiti contraddistinti da un disegno urbano riconoscibile (Art. 21)



Figura 26. Carta indicazioni urbanistiche. Fonte: PGT Milano

²⁰ <https://www.pgt.comune.milano.it/>

4.2.2. STATO DI FATTO

La torre civico 20 facente parte del complesso delle "Torri di Via Russoli" presenta una struttura a monolitica, il nucleo centrale funge da vano per la distribuzione interna con scale e due ascensori, da cui si accede a due corridoi per l'accesso agli alloggi e a due logge.

La struttura portante è a telai in cemento armato, con setti in interrato, muri camera perimetrali in mattoni di tamponamento, come si può osservare in [Figura 27 e 28](#). Nei piani superiori invece attorno al vano di distribuzione verticale si trovano gli alloggi, disposti ugualmente su tutti i piani ad eccezione del piano terra dove si trovano zone comuni e altri alloggi, come visibile nella pianta riportata.

Ogni appartamento ha accesso a balconi o logge private.

Le principali problematiche che hanno spinto alla richiesta di un intervento di efficientamento energetico sono stati, come per il caso precedente, lo scarso isolamento termico offerto dalle pareti perimetrali, ma soprattutto la presenza di serramenti con basse prestazioni energetiche.

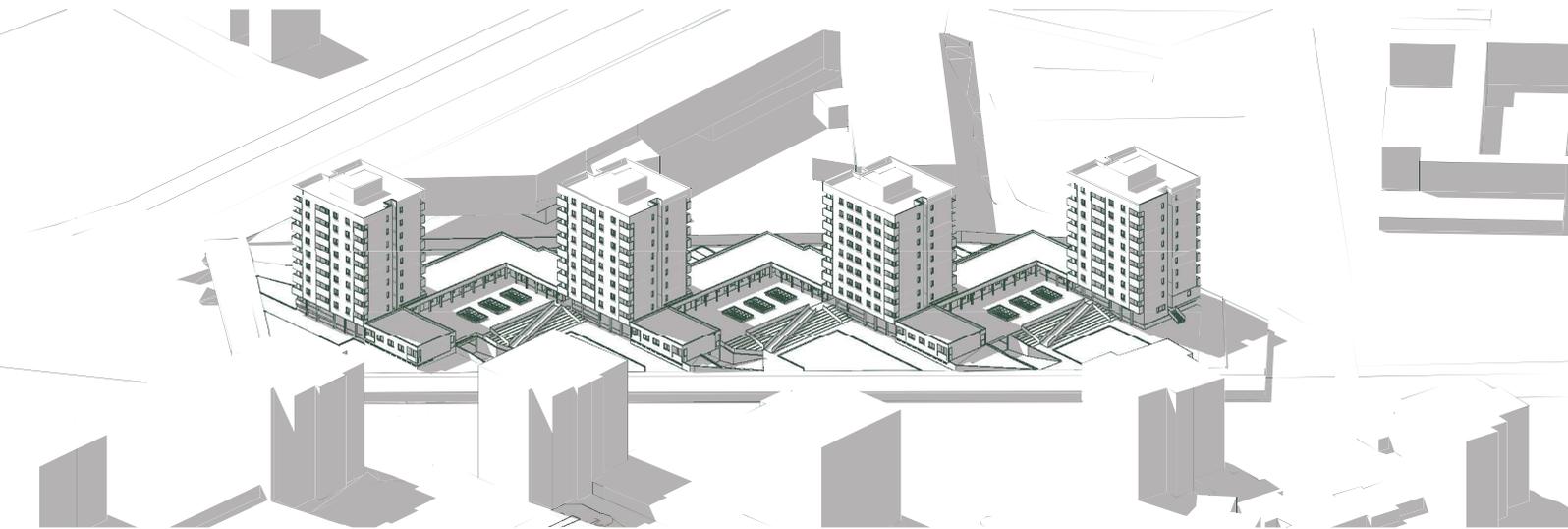


Figura 27. Vista del prospetto sud est scattata in data 15.12.2020. Fonte: Ricehouse



Figura 28. Vista del prospetto nord est scattata in data 15.12.2020. Fonte: Ricehouse

Inquadramento generale del complesso, civico 20,18,16,14



Pianta Piano Tipo
Scala 1:200

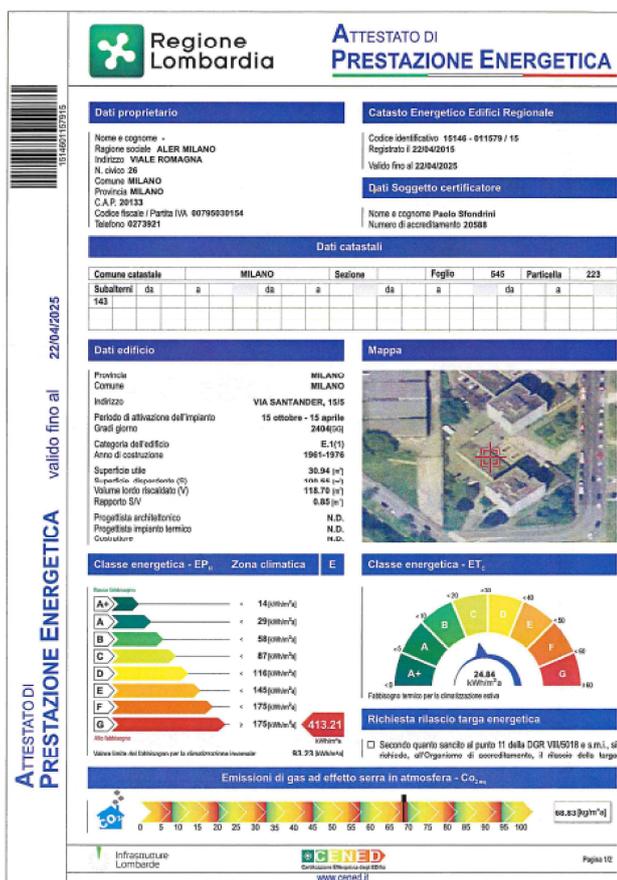


4.2.2. PRESTAZIONE ENERGETICA E IMPIANTI

Il progetto di riqualificazione delle Torri di Via Russoli di proprietà di ALER (Azienda Lombarda per l'Edilizia Residenziale), site nel comune di Milano in Via Russoli 14,16,18,20, fanno riferimento all'osservanza dei requisiti minimi così come stabilito dall'articolo 119 Decreto Rilancio del 19 maggio 2020, n. 34, convertito, con modificazioni, dalla legge 17 luglio 2020, n. 77 e definite dalla guida dell'Agenzia dell'Entrate e dalle ENEA che danno diritto al cosiddetto superecobonus 110% per gli interventi di risparmio energetico su edifici residenziali. In particolare l'intervento andrà a usufruire a pieno titolo di tutte quelle detrazioni fiscali relative agli interventi trainanti e trainati coinvolti nel progetto.

Il complesso accoglie una diversificata tipologia di impianti adeguati nel tempo a discrezione delle singole unità per quanto riguarda la climatizzazione invernale e la produzione di acqua calda sanitaria. La generazione del calore avviene o tramite caldaie del tipo tradizionale alimentata a gas metano, o di tipo elettrico, gli ambienti vengono riscaldati o con originali radiatori in alluminio che garantiscono prestazioni discrete o in alcuni casi con degli split.

Durante lo Studio di Fattibilità, le Attestazioni di Prestazione Energetica (APE) pre-intervento, hanno dimostrato che l'edificio nel suo Stato di Fatto rientrate nella Classe energetica G.



4.2.3. INTERVENTI

Gli interventi volti al miglioramento energetico rispondono alle categorie definite dalla legislazione citate nel capitolo 3.5.

INTERVENTI TRAINANTI

1. Intervento di isolamento termico dell'involucro edilizio che delimita il volume riscaldato, verso l'esterno e verso vani non riscaldati. In particolare:



Realizzazione dell'isolamento termico esterno "a cappotto" mediante l'impiego di pannelli isolanti in materiale vegetale (lolla di riso)



Realizzazione di sistemi di facciata ventilata a finitura di una parte delle chiusure verticali opache.

L'intervento di isolamento delle chiusure verticali e orizzontali opache ha un'incidenza superiore al 25%, come richiesto dal decreto, per isolare il 100% delle superficie opache. Questo permette di soddisfare uno dei requisiti richiesti, ossia il passaggio di due classi energetiche passando dall'attuale Classe G ad una Classe A con un miglioramento energetico che verrà dimostrato dall'attestato di prestazione energetica (A.P.E.), ante e post intervento.

2. Sostituzione degli impianti di climatizzazione invernale sulle parti comuni.



Riqualificazione della centrale termica

Sostituzione degli impianti per la produzione di acqua calda sanitaria con l'installazione di una pompa di calore così da eliminare le attuali caldaie a gas o elettriche installate nelle singole unità abitative.

INTERVENTI TRAINATI



Sostituzione dei serramenti esistenti con sistemi performanti basso emissivi con vetrocamera



Sostituzione del sistema di oscuramento



Installazione di circa 80 kWp di pannelli fotovoltaici a servizio delle aree comuni, degli impianti e di storage elettrici



Installazione di punti di ricarica per veicoli elettrici

Gli interventi principali verranno approfonditi nel capitolo 05.

05

Progettazione

5.1. Condominio Settembre 291

5.1.1. Processo e strumenti

5.1.2. Stato di progetto

5.1.3. Stratigrafie

5.1.4. Particolari costruttivi

5.1.5. Render

5.1.6. Stato post-intervento

5.2. Torri via Russoli

5.2.1. Processo e strumenti

5.2.2. Stato di progetto

5.2.3. Stratigrafie

5.2.4. Particolari costruttivi

5.2.5. Render

5.2.6. Stato post-intervento

5.3. Considerazioni

Questo capitolo riguarda la progettazione dei due casi studio, verranno esposti i processi e strumenti utilizzati, in seguito saranno riportate rielaborazioni dello stato di progettazione dove vengono evidenziate le parti demolite e costruite, le diverse stratigrafie dove vengono evidenziati i prodotti utilizzati la trasmittanza e lo sfasamento calcolati, i particolari costruttivi delle due diverse costruzioni con le conseguenti problematiche scaturite in fase esecutiva, i render di progetto e alcune immagini delle parti finite. Infine delle considerazioni su come la metodologia di progetto sia stata o meno funzionale nell'affrontare la prosecuzione della progettazione architettonica.

5.1.

Condominio Settembre 291

5.1.1. PROCESSO E STRUMENTI

Per poter parlare di un processo edilizio è necessario tener presente le figure principali coinvolte: committente, professionisti, imprese e gestori dell'opera. Per un'opera privata il committente coincide con quello che è il gestore dell'opera a fine lavori, e sulla base di preventivi affida le fasi intermedie, destinate sia ai professionisti che alle imprese. L'intero iter della realizzazione di un'opera privata deve passare attraverso la pianificazione e la programmazione, che vuol dire andare ad individuare il quadro esigenziale, redigere un documento preliminare di fattibilità delle alternative progettuali, e quindi verificare qual è la scelta migliore per ottenere gli obiettivi che il quadro esigenziale ha messo in evidenza. Il quadro esigenziale generale è regolato dalla norma UNI 8289 del 1981, che evidenzia quelle che sono le esplicitazioni delle richieste. E quindi ogni opera deve rispondere ai requisiti relativi a la sicurezza, il benessere, la fruibilità, l'aspetto, la facilità di gestione, l'integrabilità e la salvaguardia ambientale. La norma di consiglio fornisce un quadro generale indicativo di ciò che deve essere messo alla base di qualsiasi pianificazione o programmazione di intervento. Il quadro esigenziale è approfondito e definito fino ai termini di specifiche tecniche e di parametri quantitativi da rispettare, attraverso la legislazione a le norme tecniche obbligatorie - in quanto richiamate dalla legislazione - che nei casi di studio riguardano l'efficientamento energetico.

Una volta definito il quadro esigenziale dell'intervento, si passa dunque alla fase di progettazione che è attualmente suddivisa secondo la normativa nazionale delle opere pubbliche in due livelli: uno studio di fattibilità ed un progetto esecutivo. Il progetto di fattibilità tecnica-economica (PGTE) ha acquisito un valore decisamente più importante all'interno di quello che è il settore di progettazione vero e proprio, assumendo i risultati del Documento di Indirizzo alla Progettazione e delle analisi esigenziali preliminari. (Evidenziare la contiguità fra rilievo GPS geografico e fotogrammetrico come software orientati al progetto in termini BIM ...)

In base ai software utilizzati questa fase può differenziarsi molto da progetto a progetto, per tempistiche, costi e qualità.

In questo progetto è stato usato un software CAD. Si è considerata una duplice valenza: Computer-Aided Drafting e Computer-Aided Design. Il Computer-Aided Drafting, cioè disegno tecnico assistito dall'elaboratore, ha come obiettivo la creazione di un modello, tipicamente 2D, del disegno tecnico che descrive il manufatto, non del manufatto stesso. I sistemi di Computer-Aided Design, cioè progettazione assistita dall'elaboratore, hanno come obiettivo la creazione di modelli, soprattutto 3D, del manufatto. Il CAD è *l'uso della tecnologia del computer per la progettazione e la documentazione del progetto*.²¹ Tuttavia se da un lato il CAD 3D permette di condividere, esaminare, simulare e modificare progetti in modo semplice, dall'altro impone una metodologia di disegno e, quindi di progetto, precisa, che condiziona significativamente il progettista. Proprio per questa ragione il 3D nel CAD può essere sviluppato solo quando si ha una chiara impostazione progettuale e si applica integralmente a diversi livelli di approfondimento del progetto. L'applicazione in modo frammentario determina, infatti, una dispendiosa azione distruttiva/ricostruttiva del progetto.²²

²¹ Lo Turco, Massimiliano. *Il BIM e la rappresentazione infografica nel processo edilizio...* Ariccia (RM): Aracne, 2015.

²² Allegato I. Applicazioni CAD

5.1.2. STATO DI PROGETTO

Il progetto prevede una riqualificazione dell'involucro esterno per garantire l'isolamento delle superfici disperdenti. L'intervento riguarda esclusivamente le parti calde dell'edificio, ossia quelle aree che presentano impianti di riscaldamento o raffrescamento. Difatti sono stati eseguiti interventi che coinvolgono le pareti perimetrali e i due solai tra il Piano Terra e il Piano Rialzato e quello del sottotetto. Inoltre per quanto riguarda l'involucro trasparente, sono stati sostituiti gli infissi e aggiunte delle schermature solari integrate nella struttura dei parapetti, non più ancorati alle pareti andando a costituire un ponte termico, ma fissati alle parti fredde.

Costruito e demolito, Pianta Piano Rialzato
Scala 1:200



Costruito e demolito,
Pianta Piano Primo
Scala 1:200



Costruito e demolito, Pianta Piano Secondo
Scala 1:200



Il nuovo disegno delle pareti esterne, rappresentato nei due prospetti, vede l'uso del sistema di rivestimento tramite facciata ventilata composta da profili RH-FACE ²³ realizzati in un materiale composito a base di silice di lolla di riso. La loro disposizione è pensata per rivestire le grandi superfici opache creando un gioco tra profili di dimensioni diverse, in prossimità delle aperture, invece, è stato applicato uno strato di intonaco termoisolante RH-110 ²⁴ modellato per creare degli sguinci a cornice delle aperture così da garantire un maggior apporto di luce solare.

A sostegno delle unità immobiliari sono installati impianti fotovoltaici sulla copertura, batterie d'accumulo e colonnine elettriche nelle autorimesse.

Prospetto Sud Est

Scala 1:200



Prospetto Sud Ovest

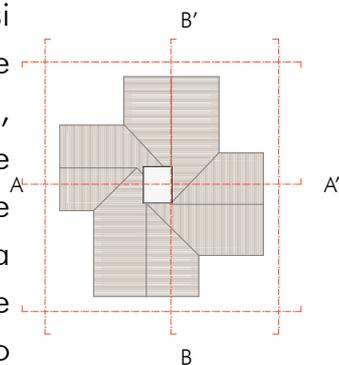
Scala 1:200



²³ Riferimento capitolo 3.5.6

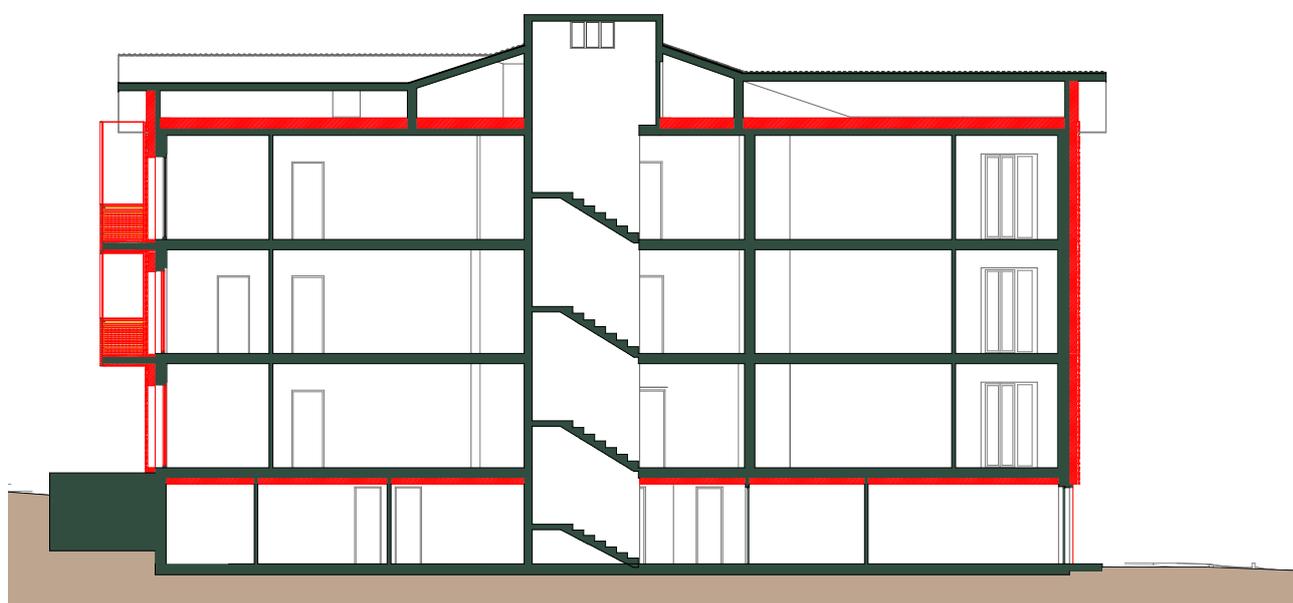
²⁴ Riferimento capitolo 3.5.3

Uno dei problemi da risolvere, come evidenziato nell'analisi dello stato di fatto ²⁵, erano gli agganci dei parapetti in logge e balconi. Questi, essendo ancorati alle superfici delle pareti esterne, andavano a costituire dei ponti termici abbassando ulteriormente le prestazioni dell'edificio. Sulla Sezione A-A' e successivamente nei dettagli costruttivi, si può notare come la nuova soluzione vada ad ovviare questo problema. Difatti sono stati ancorate le nuove ringhiere ai solai di logge e balconi nel filo esterno del perimetro dell'edificio. In questo modo oltre ad evitare zone deboli, dal punto di vista prestazionale, nel rivestimento esterno è aumentata la superficie utilizzabile di questi spazi.



Sezione A-A'

Scala 1:200



Sezione B-B'

Scala 1:200



²⁵ Riferimento capitolo 4.1.2.

5.1.3. STRATIGRAFIE

L'isolamento dell'involucro esterno è realizzato con materiali e tecniche differenti per adattarsi all'esposizione e al luogo in cui verrà applicato. Sono sette le diverse stratigrafie progettate, cinque per le pareti verticali e due per i solai.

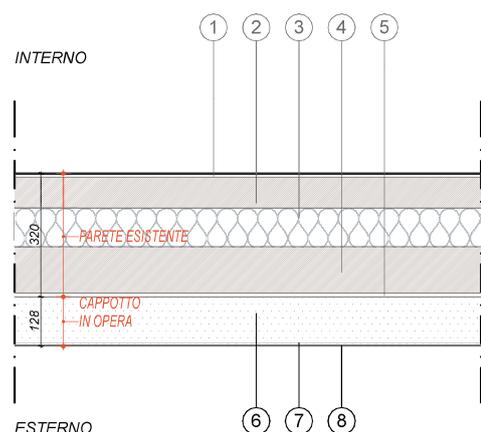
Nel Prospetto Nord-Est viene indicata tramite l'utilizzo di colori la localizzazione delle tre stratigrafie utilizzate nelle pareti verticali. Essendo un intervento sull'esistente sono state riportate le stratigrafie anche del costruito, evidenziate in grigio, mentre i nuovi interventi sono riportati in nero. Per ogni stratigrafia sono state calcolate trasmittanza e sfasamento, i riferimenti alle prestazioni di ogni materiale invece sono riportati nei capitoli dedicati.

Prospetto Nord-Est

Scala 1:200



A - PARETE PERIMETRALE



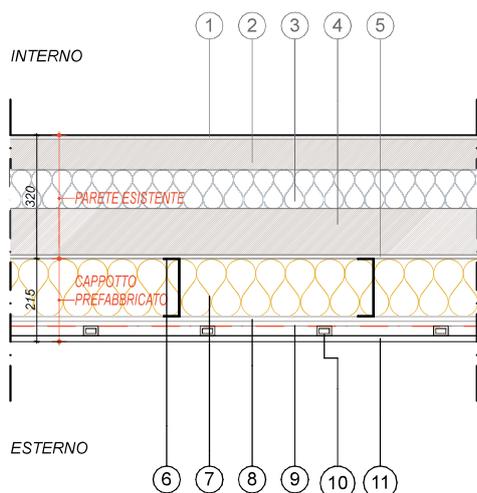
sp. 320 mm (parete esistente) + 128 mm (cappotto)

- 1 intonaco - sp. 10 mm
- 2 laterizio forato - sp. 80 mm
- 3 lolla insufflata in intercapedine esistente - sp. 100 mm
- 4 laterizio forato - sp. 120 mm
- 5 intonaco - sp. 10 mm
- 6 termintonaco RH 110 - sp. 120 mm
- 7 intonaco di finitura RH 210 - sp. 4 mm
- 8 intonaco di finitura RH 220 - sp. 4 mm

La parete perimetrale tipo A, presenta una stratigrafia esistente in laterizio forato ed intonaco. Per aumentarne le prestazioni energetiche è stata insufflata la lolla RH-L nell'intercapedine vuota. È inoltre stato aggiunto un cappotto in termintonaco. In questo modo la trasmittanza termica risulta di $0,183 \text{ W/m}^2\text{K}$ con uno sfasamento di 17,6 ore. Questa stratigrafia è stata scelta per quelle pareti mediamente esposte che, data la localizzazione, non potevano avere un'aggiunta eccessiva di spessore.

B - PARETE PERIMETRALE

sp. 320 mm (parete esistente) +
215 mm (cappotto)

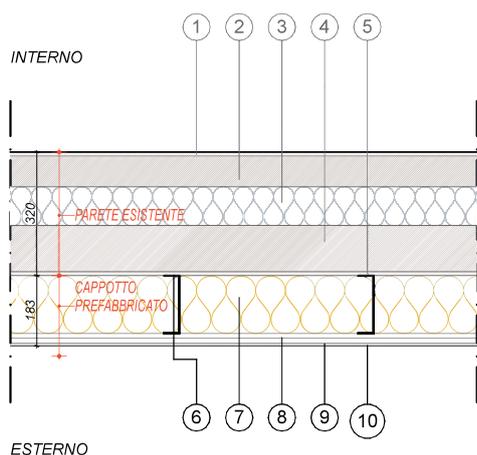


- 1 intonaco - sp. 10 mm
- 2 laterizio forato - sp. 80 mm
- 3 lolla insufflata in intercapedine esistente - sp. 100 mm
- 4 laterizio forato - sp. 120 mm
- 5 intonaco - sp. 10 mm
- 6 montante in metallo da cartongesso - sp. 150 mm
- 7 isolamento in lolla di riso RH-L - sp. 150 mm
- 8 doppia lastra in gessofibra idrofobizzata tipo Acquapanel - sp. 12,5+12,5 mm
- 9 telo traspirante
- 10 montanti in lolla di riso macinata e PVC tipo "Crosswood" - sp. 25 mm
- 11 rivestimento in lolla di riso macinata e PVC tipo "Crosswood" - sp. 15 mm

La parete perimetrale di tipo B presenta la stessa configurazione e quindi spessore della stratigrafia di tipo A, ma a cambiare è il nuovo sistema applicato. Avendo la possibilità, in determinate zone, di aggiungere uno spessore rilevante è stato adottato, oltre all'insufflaggio di lolla come nel caso precedente, un sistema a cappotto di tipo semiprefabbricato. Questo significa che il telaio in metallo con l'isolamento in RH-L è arrivato in situ già assemblato, tutti gli altri elementi invece sono stati realizzati in situ, in particolare la facciata ventilata in RH-FACE che ricopre le grandi superfici opache. Il tutto per uno spessore complessivo di 215 mm. Questo intervento porta ad una trasmittanza termica ipotizzata di 215 W/m²K con uno sfasamento di 18,1 ore.

C - PARETE PERIMETRALE

sp. 320 mm (parete esistente)
+ 183 mm (cappotto)

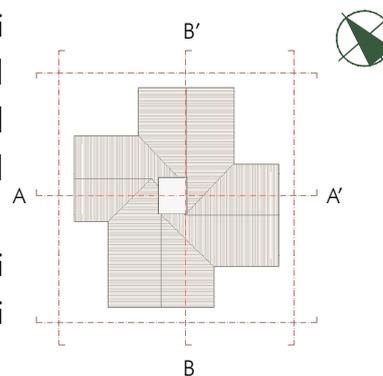


- 1 intonaco - sp. 10 mm
- 2 laterizio forato - sp. 80 mm
- 3 lolla insufflata in intercapedine esistente - sp. 100 mm
- 4 laterizio forato - sp. 120 mm
- 5 intonaco - sp. 10 mm
- 6 montante in metallo da cartongesso - sp. 150 mm
- 7 isolamento in lolla di riso RH-L - sp. 150 mm
- 8 lastra in gessofibra idrofobizzata tipo Acquapanel - sp. 12,5+12,5 mm
- 9 intonaco di finitura RH 210 - sp. 4 mm
- 10 intonaco di finitura RH 220 - sp. 4 mm

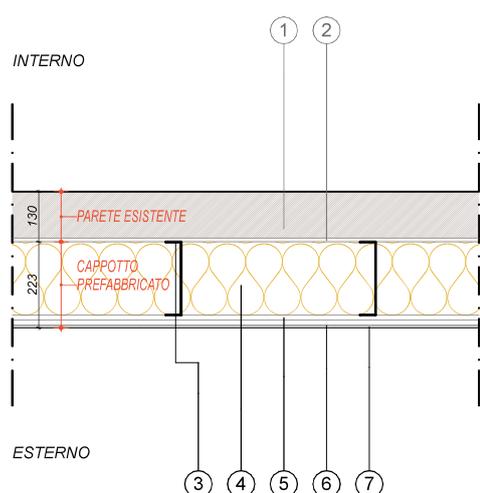
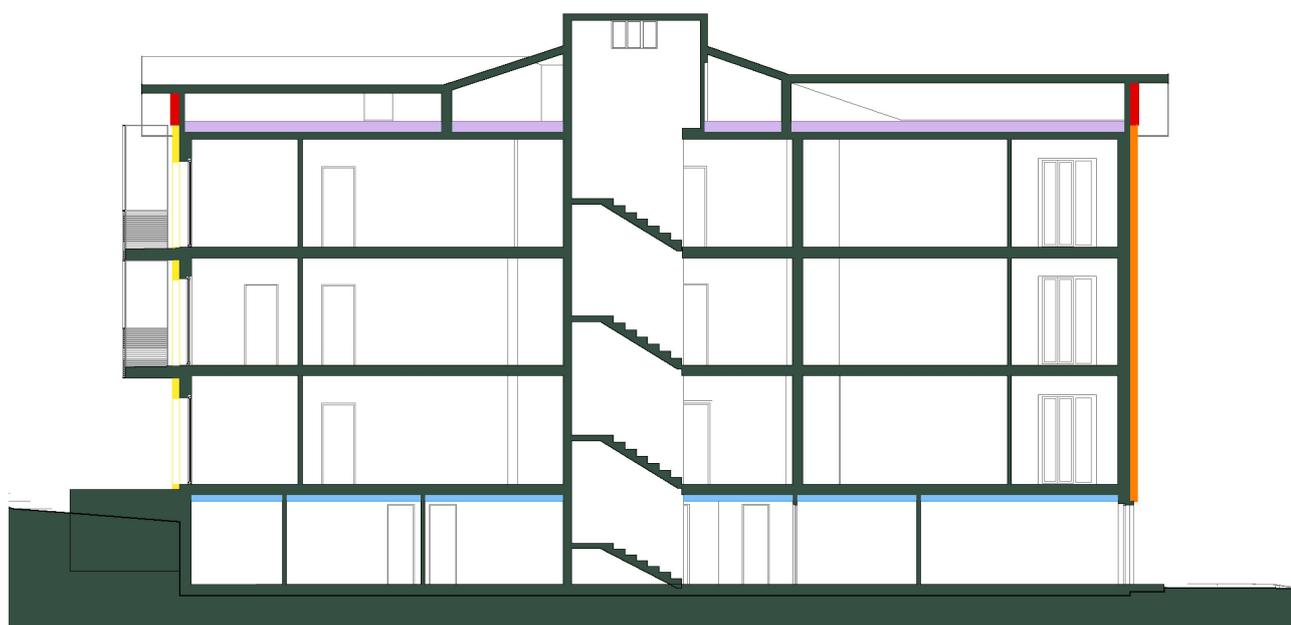
La terza tipologia di intervento su pareti perimetrali riprende il medesimo intervento di insufflaggio delle due tipologie precedenti, data la stessa composizione della parete esistente. In questo caso la stratigrafia è simile alla tipologia B fatta eccezione per la facciata ventilata, difatti questa soluzione è applicata in prossimità delle aperture e sui balconi. Questo per cercare di ridurre lo spessore così da consentire un maggiore apporto di luce solare mantenendo prestazioni elevate, con una trasmittanza termica di 0,176 W/m²K e uno sfasamento di 18,4 ore.

Nella Sezione A-A' sono raffigurate le restanti tre stratigrafie, una per le pareti verticali del sottotetto e le due dei solai orizzontali tra il Piano delle autorimesse e il Piano rialzato e quella del sottotetto.

Sono rappresentate con i rispettivi colori, per ogni stratigrafia sono state calcolate come nei casi precedenti trasmittanza e sfasamento.



Sezione A-A'
Scala 1:200

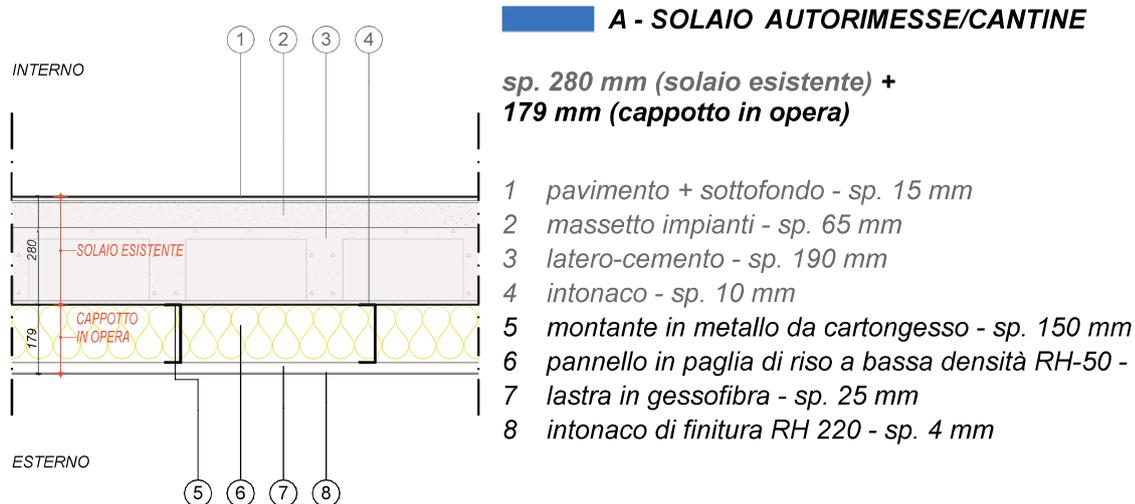


D - PARETE PERIMETRALE VERSO SOTTOTETTO

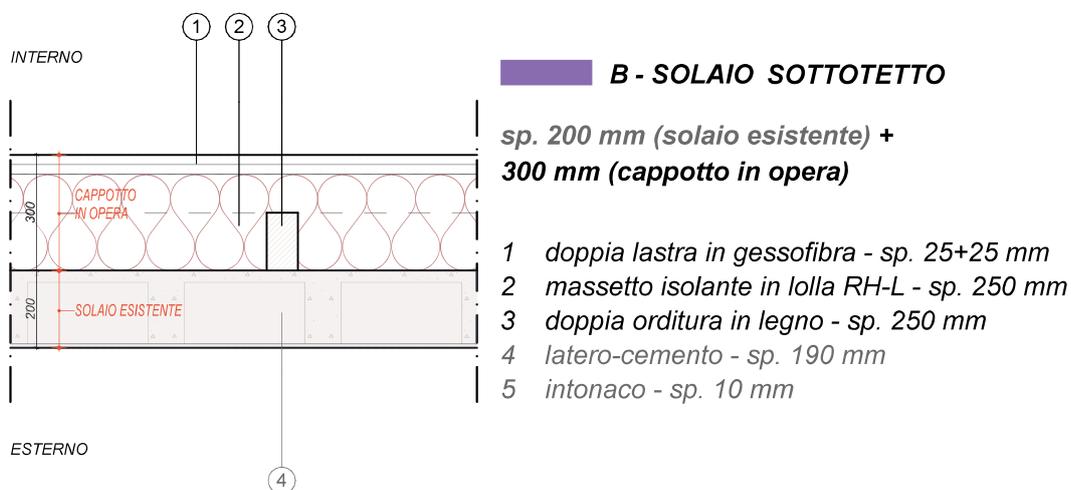
sp. 130 mm (parete esistente) + 223 mm (cappotto)

- 1 laterizio forato - sp. 120 mm
- 2 intonaco - sp. 10 mm
- 3 montante in metallo da cartongesso - sp. 190 mm
- 4 isolamento in lolla di riso RH-L - sp. 190 mm
- 5 lastra in gessofibra idrofobizzata tipo Acquapanel - sp. 12,5+12,5 mm
- 6 intonaco di finitura RH 210 - sp. 4 mm
- 7 intonaco di finitura RH 220 - sp. 4 mm

La stratigrafia di tipo D è differente da quelle precedenti poiché la parete esistente è composta da un solo laterizio forato e intonaco, per questo motivo è stata adottata una tipologia di cappotto più spessa delle precedenti così da compensare la mancanza di lolla RH-L insufflata nell'intercapedine. La trasmittanza termica raggiunta è di 0,221 W/m²K più alta delle precedenti, con uno sfasamento di 15,6 ore.



Il solaio di tipo A verso le autorimesse e cantine è in laterocemento a cui è stato aggiunto un cappotto sottostante in montanti di metallo e al posto della lolla utilizzate nelle altre stratigrafie, in questo caso per una maggior maneggevolezza sono stati impiegati pannello di paglia di riso RH-50. Ciò ha permesso di ottenere una trasmittanza termica di $0,227 \text{ W/m}^2\text{K}$ con uno sfasamento di 15 ore.



Il secondo solaio oggetto di riqualificazione è il tipo B nel sottotetto, anche in questo caso la struttura esistente è in latero cemento a cui è stata aggiunta una doppia orditura in legno per contenere il massetto isolante in lolla RH-L. Questo permette il raggiungimento di una trasmittanza di $0,176 \text{ W/m}^2\text{K}$ con uno sfasamento di 18,4 ore.

5.1.4. PARTICOLARI COSTRUTTIVI

Dopo aver analizzato le stratigrafie e gli interventi proposti in fase di progettazione si sono affrontate le due principali problematiche di questo progetto.

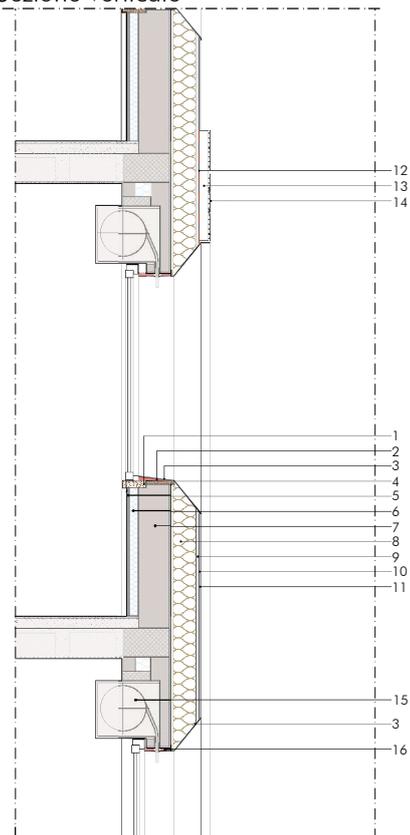
Innanzitutto, come accennato nel capitolo precedente, lo spessore aggiuntivo di 183 mm posto a cornice delle aperture poteva incidere sull'apporto di luce solare diurna. Per evitarlo sono stati realizzati degli sguinci a contorno delle finestre, visibili nelle sezioni orizzontale, verticale e nel prospetto qui rappresentati. Per poterli realizzare è stato ritagliato a 45 gradi l'angolo di isolamento rifinendo con una lastra di fibrogesso idrofobizzata tipo Acquapanel intonaco di finitura RH-210 come visibile nella successiva **Figura 29** dove successivamente verrà installato un rivestimento in lamiera a continuazione del davanzale per protezione.

LEGENDA

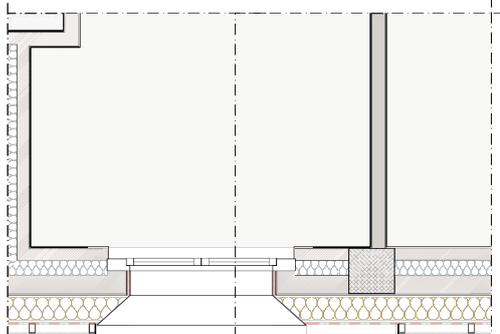
1. davanzale esistente
2. isolamento
3. rivestimento in lamiera
4. intonaco di finitura RH 410 - sp. 4 mm
5. cartongesso - sp. 12,5 mm
6. pannello isolante in paglia di riso RH 50 - sp. 60 mm
7. muratura esistente
8. isolamento in lolla di riso RH-L - sp. 150 mm
9. lastra in gessofibra idrofobizzata tipo Acquapanel sp. 12,5+12,5 mm
10. intonaco di finitura RH 210 - sp. 4 mm
11. intonaco di finitura RH 220 - sp. 4 mm
12. telo traspirante
13. montanti in lolla di riso macinata e PVC tipo "Crosswood" - sp. 25 mm
14. rivestimento in lolla di riso macinata e PVC tipo "Crosswood" - sp. 15 mm
15. cassonetto tapparella
16. isolamento

Scala grafica 1:50

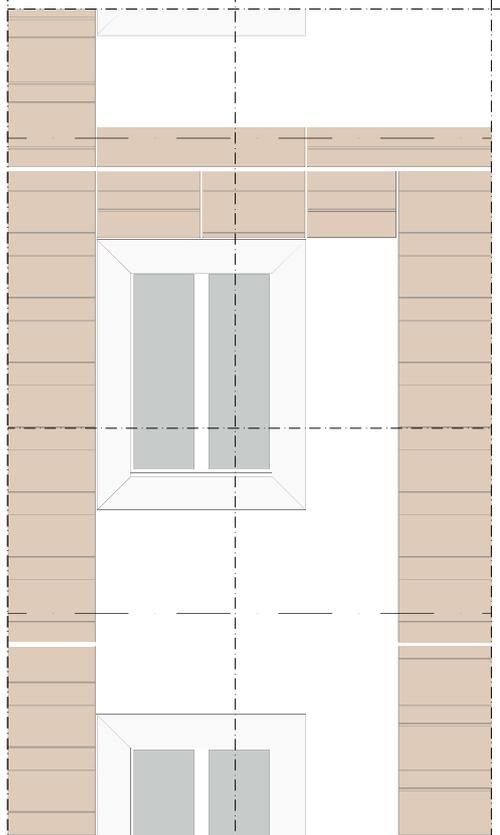
Sezione verticale



Sezione orizzontale



Prospetto



In fase di realizzazione però sono state apportate alcune modifiche ai disegni originali. Infatti, come visibile in [Figura 30](#), nella parte superiore delle aperture non è stato realizzato lo sguincio rappresentato in dettaglio. Questo per consentire di installare i diversi cassonetti e sistemi di tapparelle. Non tutte le unità hanno deciso di cambiarli, ma per avere un medesimo disegno delle aperture questa modifica è stata apportata su tutte. Inoltre la lamiera che doveva rivestire lo sguincio superiore e inferiore, è stata installata solo nella parte inferiore. È rimasta comunque la funzione iniziale degli sguinci grazie alle zone laterali, ma avendo la parte superiore non più inclinata l'apporto luminoso è ridotto.



Figura 29. Foto fase rifinitura sguinci aperture.
Fonte: Ricehouse scattata in data 26.09.2023

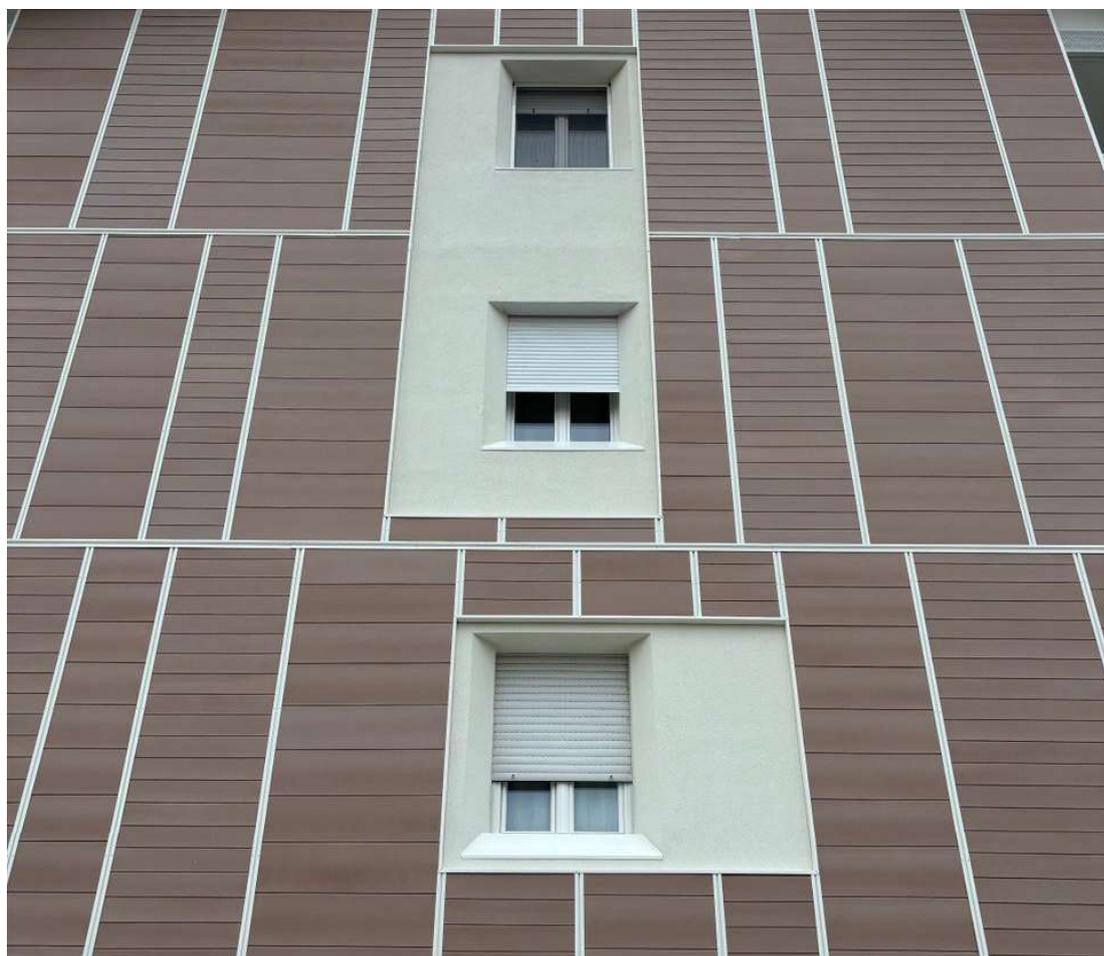


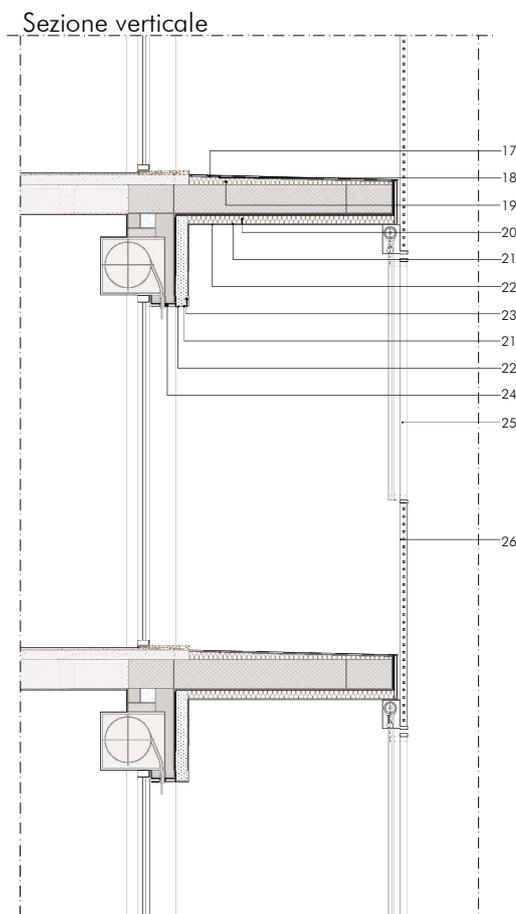
Figura 30. Foto finito sguinci aperture.
Scattata in data 10.01.2024

La seconda problematica, evidenziata nel capitolo precedente, era rappresentata dagli ancoraggi dei parapetti. Questi infatti erano fissati direttamente alle pareti perimetrali causando diversi ponti termici nella struttura. Il progetto, per ovviare a questa problematica, prevede l'ancoraggio sia in basso che in alto delle strutture che formano le nuove barriere. Queste strutture sono a tutta altezza da solaio a solaio, in basso ospitano una ringhiera mentre in alto, mantenendo lo stesso motivo, fungono da spalletta per nascondere i meccanismi delle tende ombreggianti. Come è visibile nella Sezione verticale e nel Prospetto, questi elementi vanno a creare un nuovo ambiente esterno, questo non solo nelle logge, ma avvolgono anche tutti i balconi. Inoltre il loro posizionamento esterno rispetto al perimetro del solaio, rappresentato nella Sezione orizzontale, permette di riacquistare alcuni dei centimetri persi poiché occupati dal cappotto esterno.

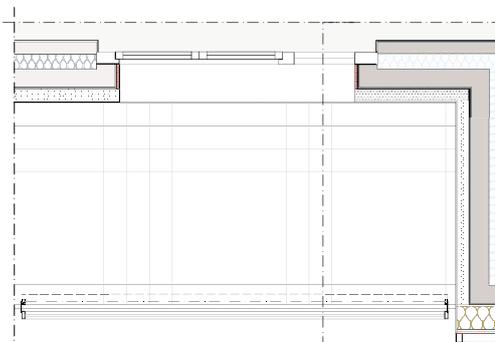
LEGENDA

17. pavimentazione - sp. 10 mm
18. sottofondo pendenziato
19. pannello isolante in vetro cellulare
20. pannello isolante in sughero - sp. 60 mm
21. intonaco di finitura RH 210 - sp. 4 mm
22. intonaco di finitura RH 220 - sp. 4 mm
23. termintonaco RH 110 - sp. 80 mm
24. isolamento
25. oscuranti tipo "Griesser Sigara"
26. struttura parapetti balconi

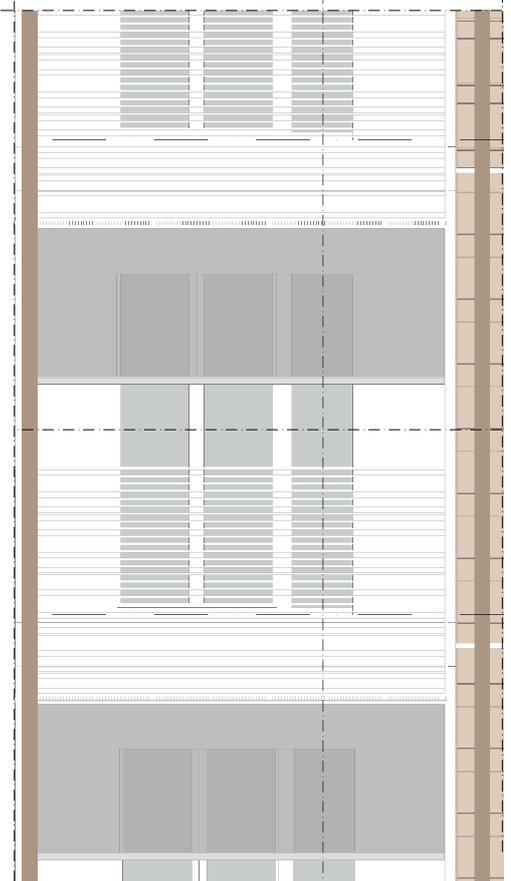
Scala grafica 1:50



Sezione orizzontale



Prospetto



Anche in questo caso nella fasi di costruzione sono stati modificati alcuni dettagli. Come si può vedere in [Figura 31](#) sono stati cambiati i disegni dei parapetti, in questo modo sono stati realizzati diversi moduli di ugual misura tassellati ai solai dei diversi balconi e logge. In questo modo viene accentuata ancora di più la presenza di questo nuovo spazio esterno più vivibile rispetto a prima. In [Figura 32](#) vi è possibile vedere il sistema di ombreggiamento in funzione, che da chiuso è nascosto dietro al sistema di barriere mentre srotolato va a coprire completamente il vuoto creato nel parapetto.



Figura 30. Foto finito parapetti.
Fonte: Ricehouse scattata in data 10.01.2024



Figura 31. Foto finito sistema di ombreggianti.
Fonte: Ricehouse. Scattata in data 27.12.2023

5.1.5. RENDER

In Figura 32 e 33 è visibile quanto descritto nei capitoli precedenti, grazie a questi rendere si possono apprezzare i due interventi per risolvere le problematiche presenti e il disegno d'insieme.



Figura 32. Vista Sud Ovest. Fonte: Ricehouse



Figura 33. Vista Sud Est. Fonte: Ricehouse

5.1.6. STATO POST-INTERVENTO

Paragonando le immagini dei render a quelle del finito in Figura 34 si possono notare le differenze, oltre a quelle citate nei capitoli precedenti, come il mancato rivestimento delle porte dei garage e la rifinitura con fughe bianche nei tra i diversi elementi di RH-FACE per garantire il corretto funzionamento e preservazione della facciata ventilata.



Figura 34. Vista Sud Ovest.
Fonte: Ricehouse scattata in data 10.01.2024

5.2.

Torri Via Russoli

5.2.1. PROCESSO E STRUMENTI

Le fasi del processo edilizio mantengono lo stesso iter precedentemente esposto. La differenza in questo caso è il software principale utilizzato per la progettazione in questo caso studio è stato usato un software BIM (Building Information Modeling)

Il BIM o Building Information Model fa riferimento a un processo di creazione e gestione del modello di informazioni di un edificio attraverso cui è possibile operare su un'unica base dati, depositaria di molteplici informazioni messe a disposizione dei diversi attori che partecipano al processo edilizio. È un software che applica concetti CAD alla progettazione di edifici, creando modelli che includono non solo le caratteristiche fisiche di un edificio, ma anche le sue caratteristiche intrinseche. È quindi, una risorsa di conoscenza condivisa per le informazioni su una struttura che fornisce una base affidabile per il processo decisionale durante tutto il suo ciclo di vita". Migliora e amplia la gestione dei dati e permette ai progettisti di lavorare secondo un approccio collaborativo, condividendo le scelte tecniche, rilevando e risolvendo eventuali incongruenze ed errori fin dalle prime fasi. ²³

Il BIM non è quindi solo un modello 3D, il 3D è una parte importante e fondamentale, ma a cui va aggiunta una componente che spesso si tende a dimenticare: i dati strutturati e condivisi.

Il BIM è quindi un modello 3D, implementabile inizialmente attraverso livelli di approfondimento, quali: dati strutturali e del sistema costruttivo di esistente/ progetto, calcolo metrico-estimativo, simulazione energetica dinamica, pianificazione dei tempi di realizzazione. ²⁴

²³ Lo Turco, Massimiliano. Il BIM e la rappresentazione infografica nel processo edilizio... Ariccia (RM): Aracne, 2015.

²⁴ Allegato J. Applicazioni BIM

5.2.2. STATO DI PROGETTO

Come nel caso studio preso in esame precedentemente, il progetto prevede una riqualificazione dell'involucro esterno per garantire l'isolamento delle superfici disperdenti e riguarda le parti calde dell'edificio. Difatti sono stati eseguiti interventi che coinvolgono le pareti perimetrali e i due solai tra il Piano interrato dei garage e il piano terra e la copertura. Inoltre per quanto riguarda l'involucro trasparente, sono stati sostituiti gli infissi e gli oscuranti integrati già nelle pareti prefabbricate.

Costruito e demolito, Pianta Piano Rialzato
Scala 1:200



LEGENDA

- Costruito
- Demolito



Pianta Piano Tipo
Scala 1:200

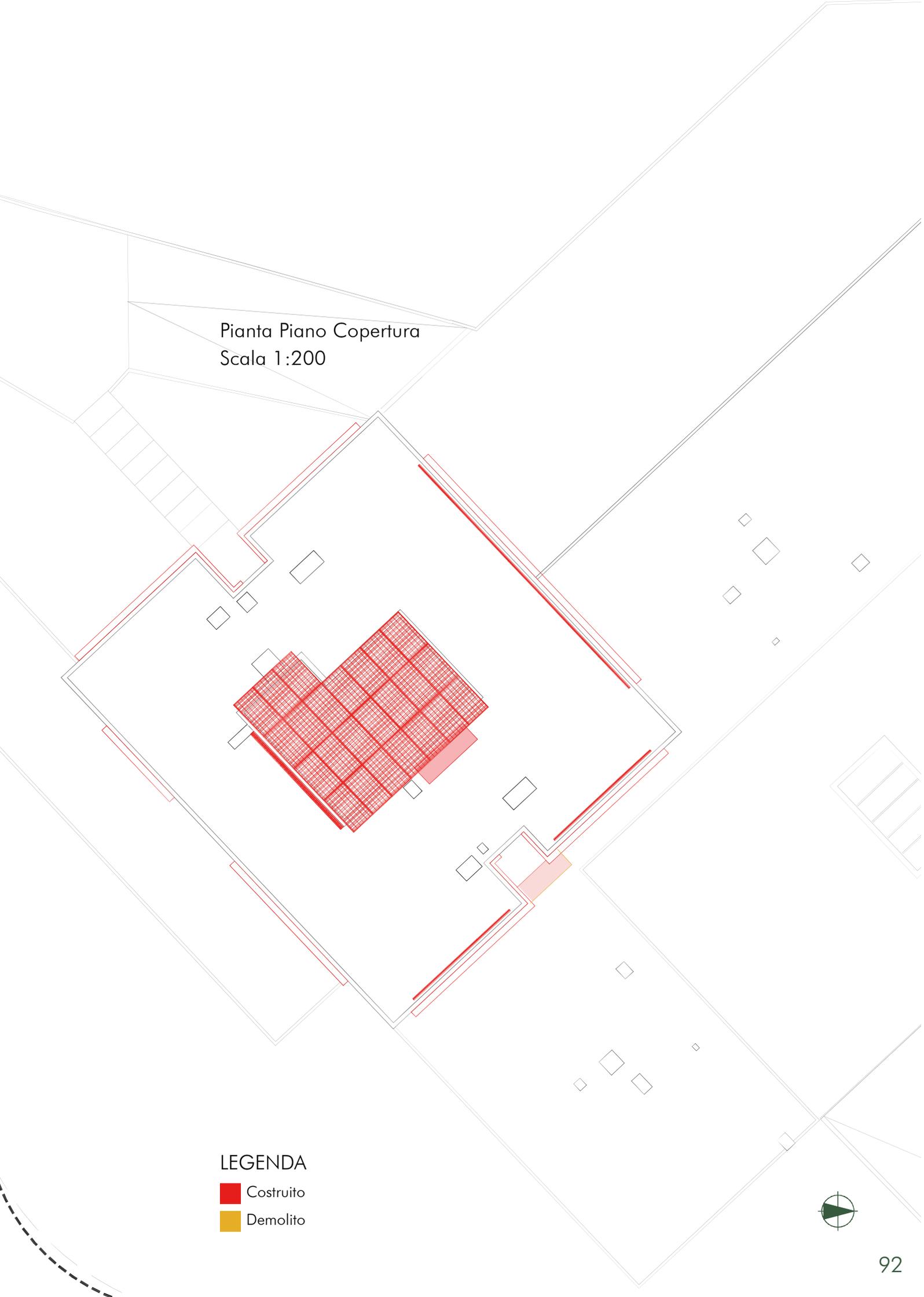


LEGENDA

-  Costruito
-  Demolito



Pianta Piano Copertura
Scala 1:200



LEGENDA

- Costruito
- Demolito



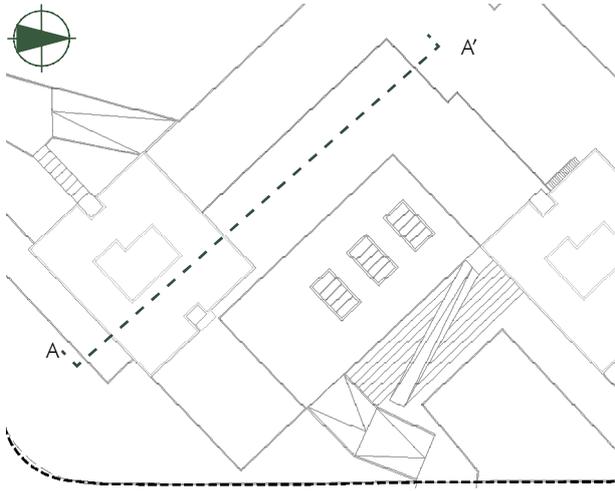
Il nuovo disegno delle pareti esterne, rappresentato nel Prospetto Nord Est, vede l'uso di un sistema di facciata prefabbricata realizzata ex situ e montata ancorandola alla preesistenza, è realizzata con una struttura in acciaio e legno mentre l'isolamento è garantito dalla lolla di riso, RH-L ²⁵. La loro disposizione è pensata per rivestire le grandi superfici opache, invece in prossimità delle logge, come termoisolante, sono stati utilizzati dei pannelli in sughero che dato il loro spessore ridotto rispetto alla parete prefabbricata consentono di mantenere la maggior superficie calpestabile possibile. A sostegno delle unità immobiliari sono installati impianti fotovoltaici sulla copertura, batterie d'accumulo e colonnine elettriche nelle autorimesse.

Prospetto Nord Est

Scala 1:200

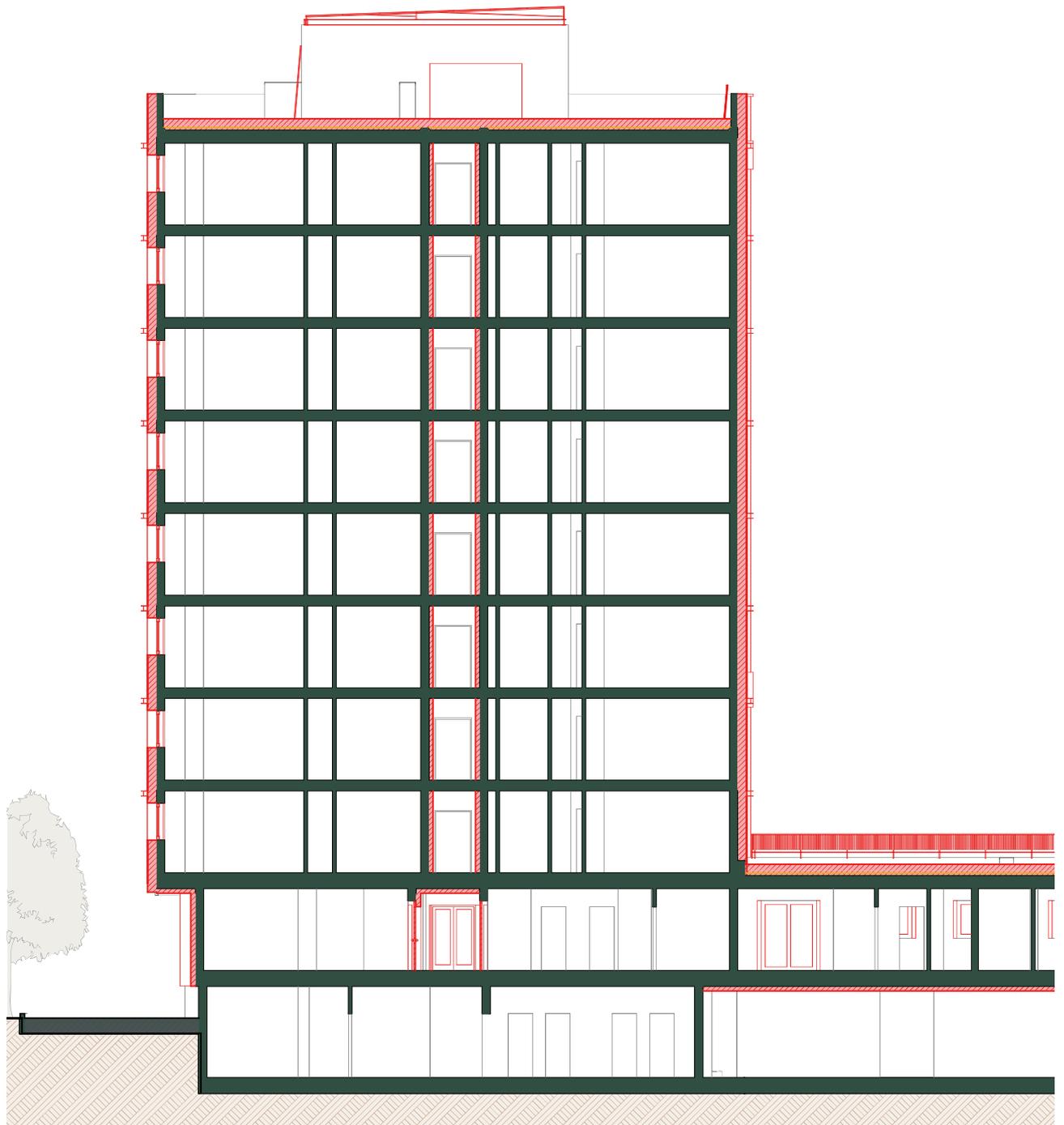


²⁵ Riferimento capitolo 3.5.1.



Sezione A-A'
Scala 1:200

Come si può notare dalla Sezione A-A' in questo caso l'intervento non è esclusivamente rivolto all'esterno dell'edificio. Difatti sono state isolate le unità immobiliari anche dal corpo centrale di distribuzione, questo perché è un ambiente freddo che si sviluppa su nove piani e il mancato isolamento di quelle zone comporterebbe un calo di prestazioni dell'involucro, oggetto di intervento. Anche in questo caso, come nelle logge, sono stati usati i pannelli in sughero.



5.2.3. STRATIGRAFIE

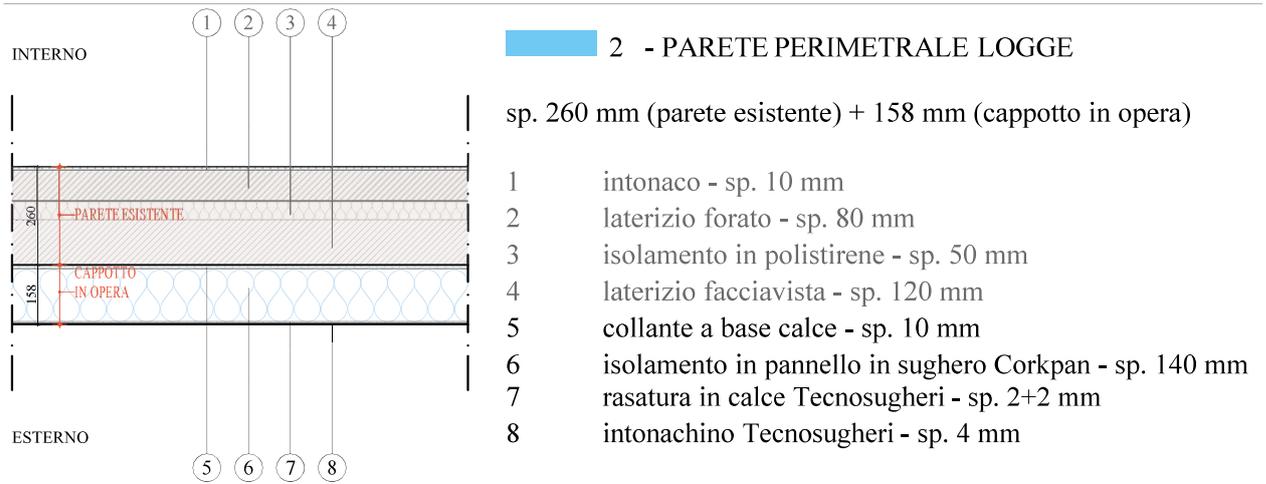
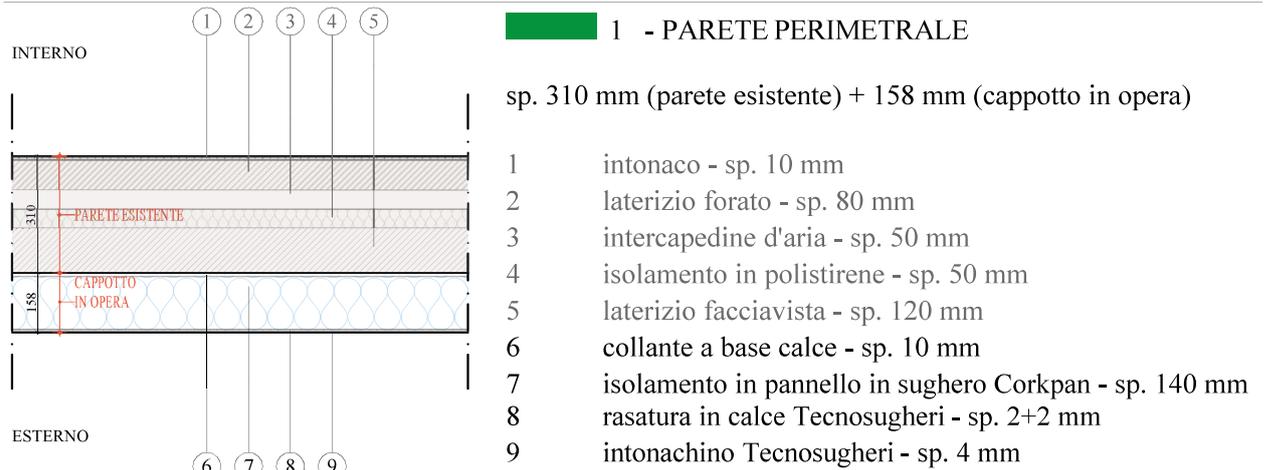
L'isolamento dell'involucro esterno è realizzato con materiali e tecniche differenti per adattarsi al meglio agli spazi di applicazione.

Nella Pianta Piano Primo viene indicata tramite l'utilizzo di colori la localizzazione delle stratigrafie utilizzate nelle pareti verticali. Essendo un intervento sull'esistente sono state riportate le stratigrafie anche del costruito, evidenziate in grigio, mentre i nuovi interventi sono riportati in nero. I riferimenti alle prestazioni di ogni materiale sono riportati nei capitoli dedicati.

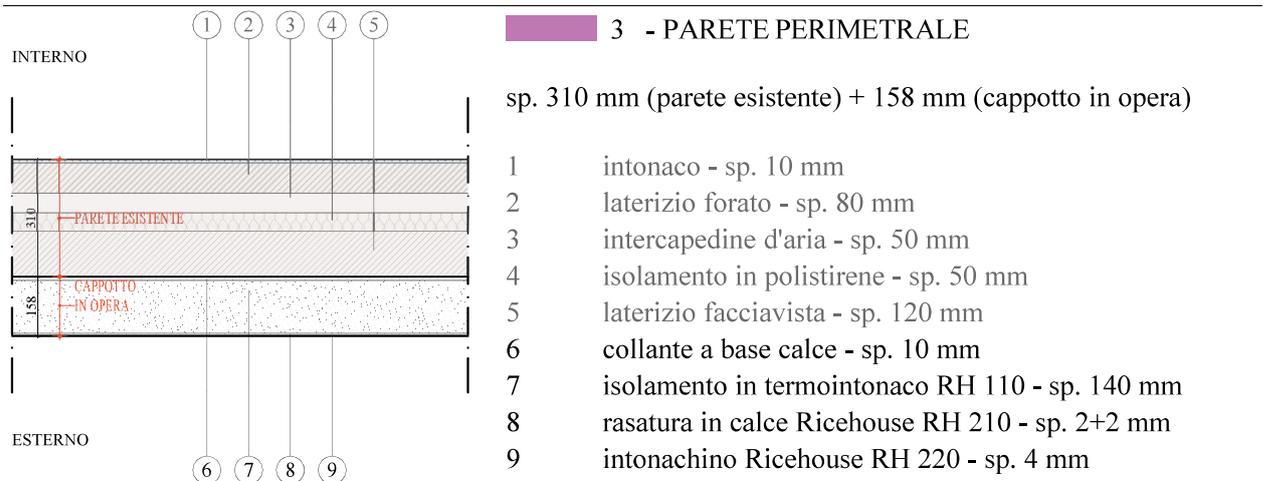
Pianta Piano Primo
Scala 1:200



PIANTA PIANO TERRA



In questi due interventi, tipo 1 e 2, è stato impiegato il medesimo intervento con isolamento in sughero Corckpan su due stratigrafie esistenti differenti. Questi interventi sono realizzati in opera data la differenziazione del prospetto e l'impossibilità di creare un modulo per la realizzazione di una struttura prefabbricata.

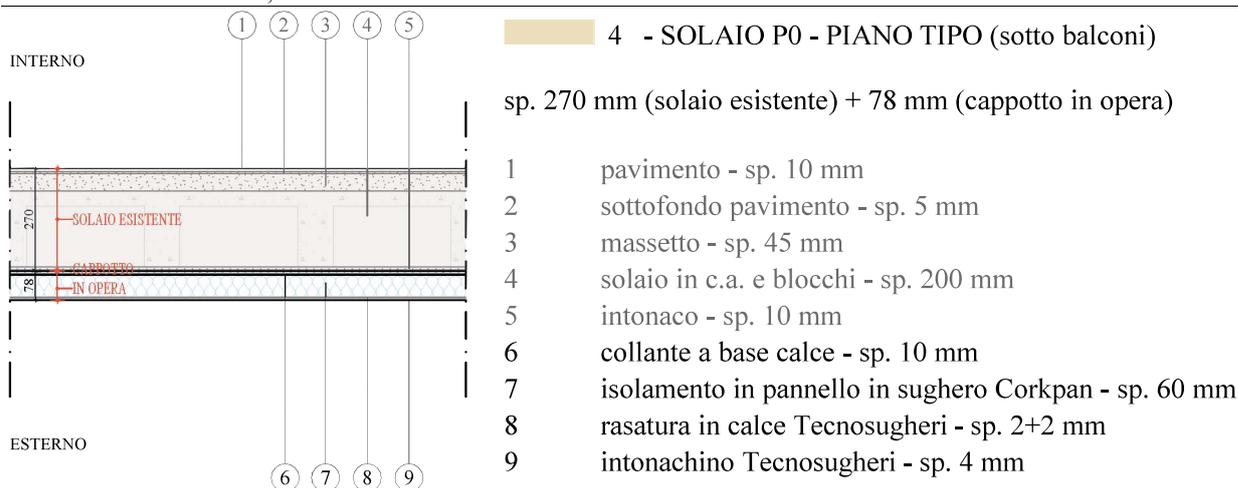


Nell'intervento di tipo 3, al posto dell'utilizzo del sughero è stato impiegato come termoisolante il termointonaco RH-110, questo è stato deciso data la localizzazione in una zona coperta, non esposta alle intemperie.

Pianta Piano Tipo
Scala 1:200

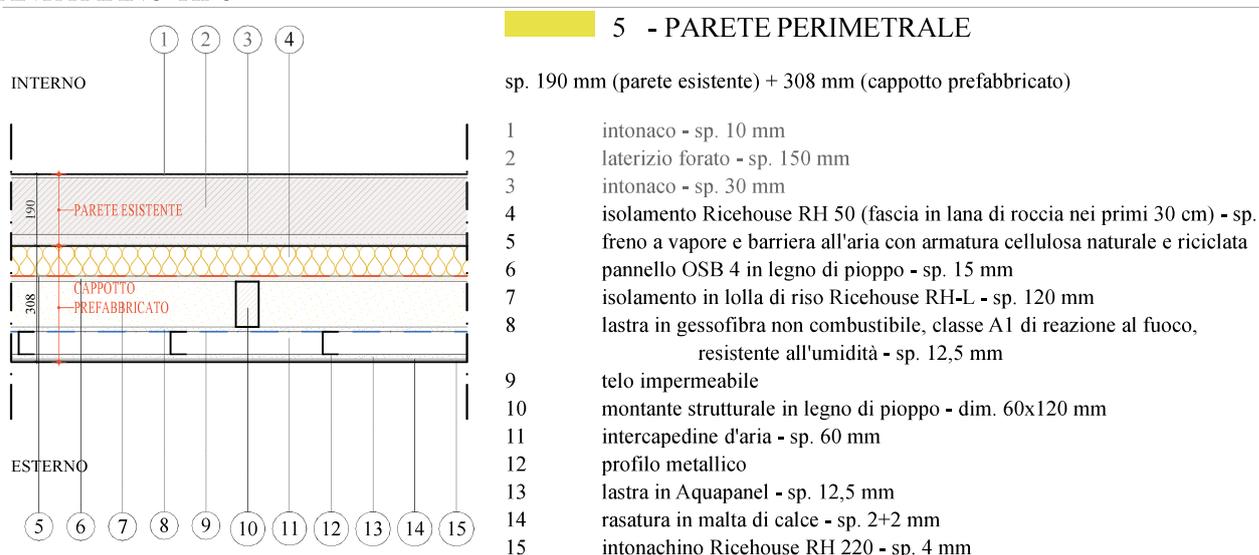


PIANTA PIANO TERRA, PIANTA PIANO TIPO



Nel tipo di intervento 4 vengono utilizzati pannelli di sughero Corckpan per realizzare un cappotto sotto i solai dei balconi dallo spessore ridotto di 78mm in totale.

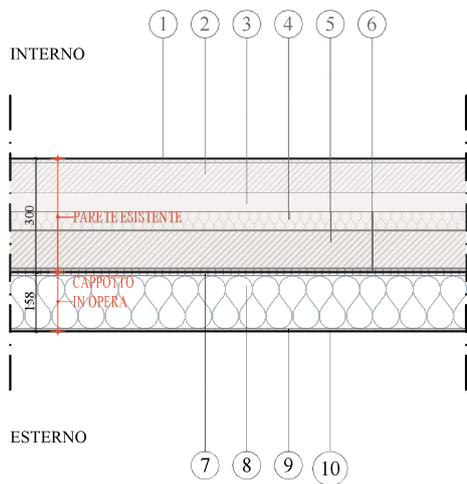
PIANTA PIANO TIPO



In questa stratigrafia, numero 5, viene rappresentata la parete prefabbricata che installata sulla maggior parte della superficie opaca dell'edificio, come visibile nella Pianta del Piano Tipo. L'intervento di riqualificazione è molto importante perché si passa da una parete di 190 mm composta da un laterizio forato e intonaco ad una in cui vengono aggiunti 308 mm di cappotto prefabbricato.

In questo modo la trasmittanza termica della parete passa da 1,18 W/m²K con un tempo di sfasamento di 5,3 ore agli 0,19 W/m²K con un tempo di sfasamento di 29 ore.

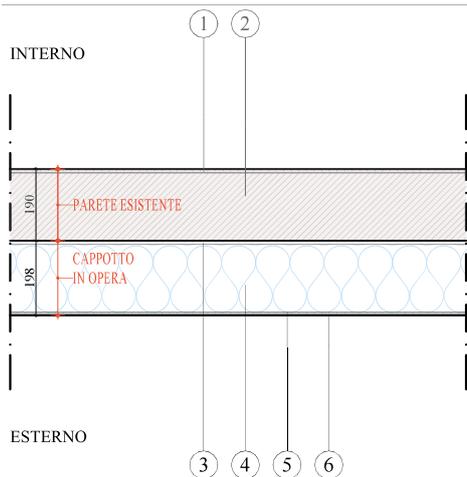
Nel capitolo successivo verrà esaminata in dettaglio e verranno esposte le problematiche riscontrate.



6 - PARETE PERIMETRALE LOGGE

sp. 300 mm (parete esistente) + 158mm (cappotto in opera)

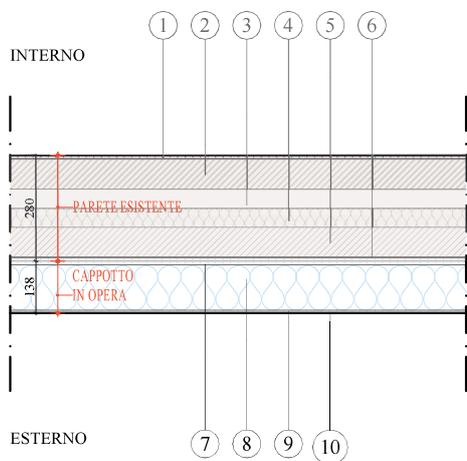
- 1 intonaco - sp. 10 mm
- 2 laterizio forato - sp. 80 mm
- 3 intercapedine d'aria - sp. 50 mm
- 4 isolamento in polistirene - sp. 50 mm
- 5 laterizio forato - sp. 100 mm
- 6 intonaco - sp. 10 mm
- 7 collante a base calce - sp. 10 mm
- 8 isolamento in pannello in sughero Corkpan - sp. 140 mm
- 9 rasatura in calce Tecnosugheri - sp. 2+2 mm
- 10 intonachino Tecnosugheri - sp. 4 mm



7 - PARETE PERIMETRALE VERSO CORPO SCALI

sp. 190 mm (parete esistente) + 198 mm (cappotto in opera)

- 1 intonaco - sp. 10 mm
- 2 laterizio forato - sp. 180 mm
- isolamento in EPS - sp. 40 mm (da rimuovere)
- intonaco di rasatura - sp. 10 mm (da rimuovere)
- 3 collante a base calce - sp. 10 mm
- 4 isolamento in pannello in sughero Corkpan - sp. 180 mm
- 5 rasatura in calce Tecnosugheri - sp. 2+2 mm
- 6 intonachino Tecnosugheri - sp. 4 mm



8 - PARETE DIVISORIA VERSO CORPO SCALE

sp. 280 mm (parete esistente) + 138 mm (cappotto in opera)

- 1 intonaco - sp. 10 mm
- 2 laterizio forato - sp. 80 mm
- 3 intercapedine d'aria - sp. 50 mm
- 4 isolamento in polistirene - sp. 50 mm
- 5 laterizio forato - sp. 80 mm
- 6 intonaco - sp. 10 mm
- 7 collante a base calce - sp. 10 mm
- 8 isolamento in pannello in sughero Corkpan - sp. 120 mm
- 9 rasatura in calce Tecnosugheri - sp. 2+2 mm
- 10 intonachino Tecnosugheri - sp. 4 mm

Le stratigrafie di tipo 6, 7, 8 presentano le stratigrafie dell'esistente differenti su cui è stato realizzato un cappotto in opera simile per componenti, ma diverso per spessore del pannello in sughero Corkpan, che riprende le tipologie 1 e 2. Questa differenza di spessori è giustificata sia dalla composizione della parete esistente sia dal luogo di applicazione. Facendo riferimento alla Pianta del Piano Tipo a pg. 101, si nota che il tipo 8, con spessore più ridotto, è posizionato nelle logge delle unità abitative, che presentano già un isolamento nella parete esistente e in modo tale da non perdere troppi cm² calpestabili, come per la tipologia 6 nel corridoio verso il vano scale. Invece la tipologia 7 risulta più spessa poiché l'isolamento presente deve essere rimosso per il deterioramento.

5.2.4. PARTICOLARI COSTRUTTIVI

L'elemento distintivo in questo progetto è il pacchetto di parete prefabbricato da posizionare nel lato esterno degli edifici. Il loro assemblaggio avviene ex situ ed è affidata all'azienda italiana Woodbeton.

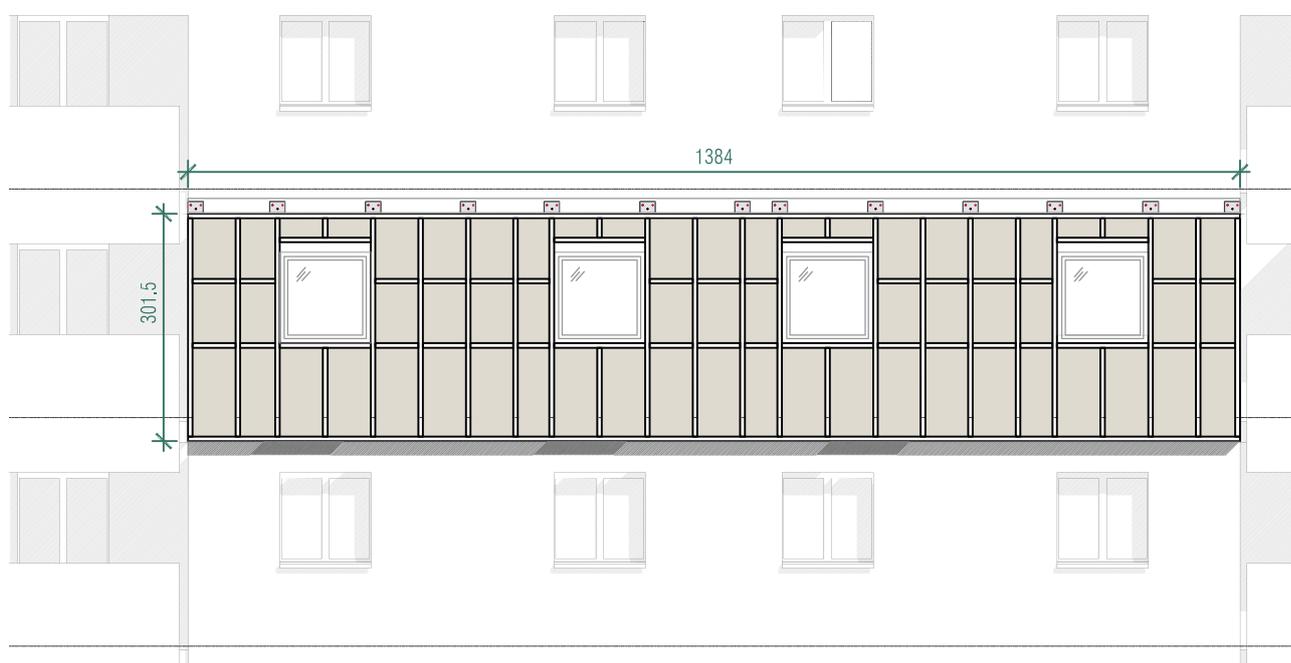
Come è rappresentato nel particolare sul posizionamento di un pannello tipo in facciata si sviluppa in orizzontale ed è formato da un telaio in legno che incornicia le diverse aperture. In Figura 35 è visibile la costruzione in capannone dei diversi elementi prefabbricati. Qui viene costruito il telaio che

viene riempito di isolante RH-L facilmente distribuito e compattato nelle diverse zone grazie al montaggio in piano invece che in verticale.



Figura 35. Impresa woodbeton
Fonte: Ricehouse scattata in data 16.03.2023

Particolare posizionamento di un pannello tipo in facciata
Scala 1:100



Proprio questo elemento fondamentale nel progetto è stato causa di alcuni problemi di sicurezza. Infatti, con il Decreto Ministeriale del 19 Maggio 2022 ²⁶ sono state apportate alcune modifiche al Codice di prevenzione degli incendi per gli edifici rientranti nella categoria di civile abitazione, nei quali si classifica questo caso studio. Ciò ha comportato un cambiamento nella stratigrafia e composizione delle pareti prefabbricate, in particolare nella fascia di giunzione orizzontale dei pannelli.

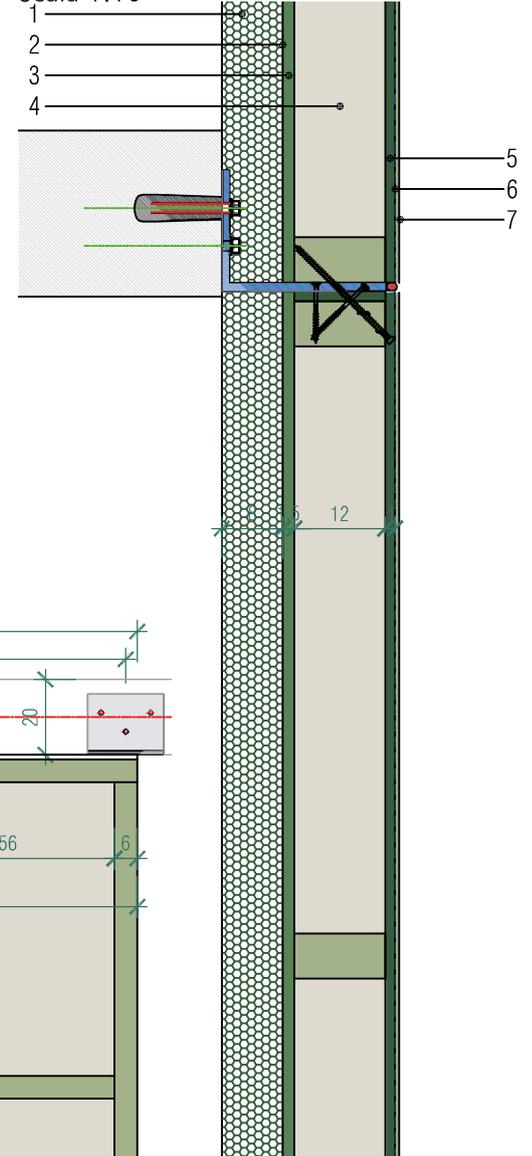
Il progetto prevedeva uno strato di chiusura, riportato con il numero 5 nella legenda sottostante, in gessofibra non combustibile con prestazioni di reazione al fuoco di classe A1.

LEGENDA

1. Strato isolante, fonoassorbente e di compensazione delle irregolarità del piano di appoggio (planarità e rugosità) in fibra di legno - sp. 4 cm
2. Strato di tenuta al vapore e alle infiltrazioni d'aria con armatura cellulosa naturale e riciclata;
3. Strato di chiusura e controvento del pannello, OSB 4 in legno di pioppo - sp. 1,5 cm (1,25x1,5m);
4. Strato isolante e fonoassorbente in lolla di riso, intervallata da montanti e traversi strutturali in legno lamellare di abete GL24h (12x6cm p. 62,5cm) - sp. 12cm;
5. Strato di chiusura, controvento e protezione al fuoco della facciata in gesso-fibra non combustibile, reazione al fuoco classe A1, resistente all'umidità - sp. 1,25 cm (1,25x1,5m);
6. Telo anti-goccia impermeabile e traspirante
7. Intonachino Ricehouse RH 220

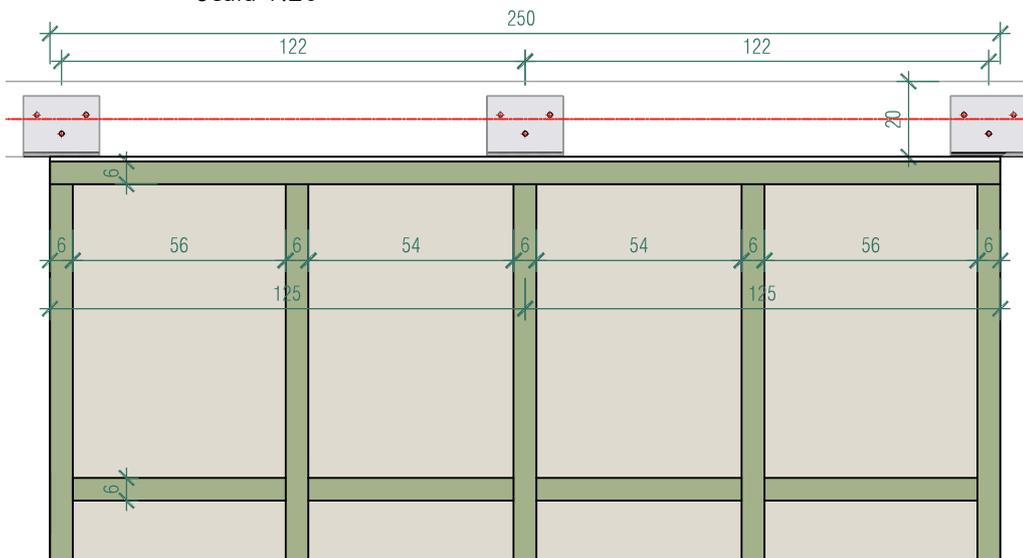
Particolare aggancio pannelli

Scala 1:10



Particolare posizionamento piastre rispetto al pannello e al solaio

Scala 1:20

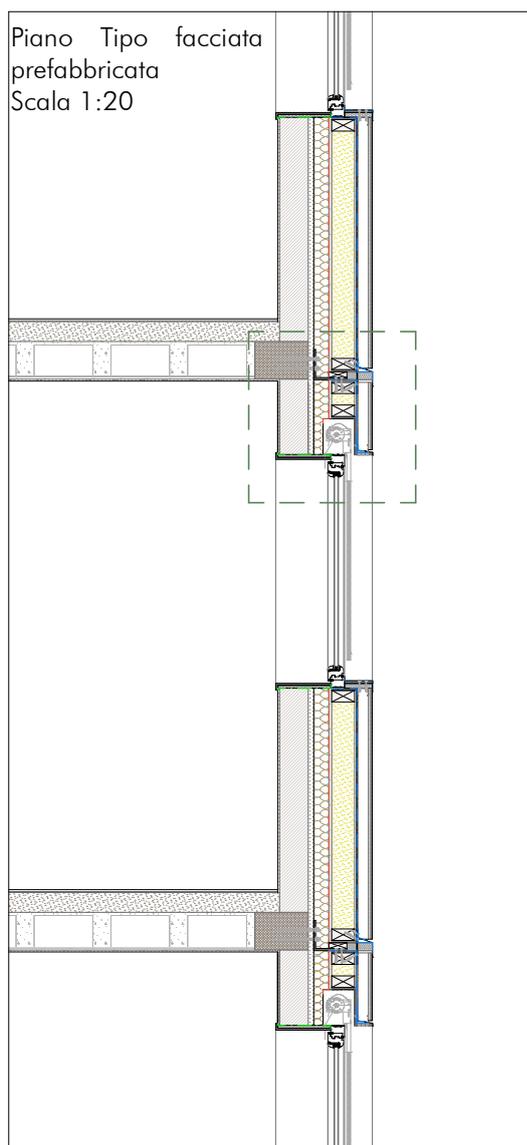


²⁶ <https://tuttoprevencionecincendi.it>

Nelle modifiche apportate visibili nelle due sezioni rappresentate si nota l'aggiunta, all'altezza della piastra puntuale di connessione tra i pannelli alla parete, di un elemento tagliafuoco verticale PROMAT FSi Paraflam SEB EI60²⁷ e il riempimento e protezione al fuoco nella zona interna. Il tutto è protetto da una piastra di connessione tra i pannelli e una scossalina esterna. Questo elemento aggiuntivo è visibile in facciata e va a delineare la linea marcapiano come si può notare in Figura 36.



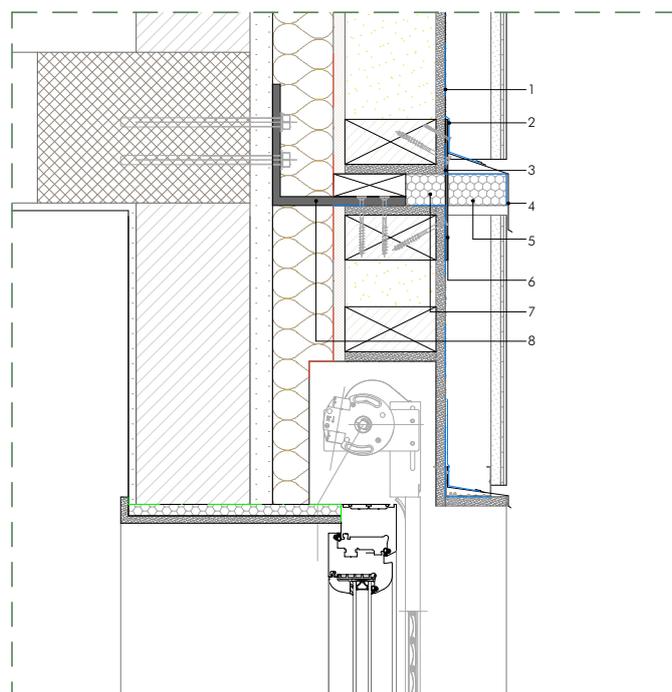
Figura 36. Linea marcapiano
Fonte: Ricehouse scattata in data 09.10.2023



LEGENDA

1. telo impermeabile e traspirante
2. secondo strato di telo impermeabile e traspirante nastrato alla scossalina
3. telo impermeabile eccedente da risvoltare sopra il giunto orizzontale al fuoco
4. scossalina
5. elemento tagliafuoco verticale PROMAT FSi Paraflam SEB EI60
6. piastra puntuale di connessione tra pannelli
7. riempimento e protezione al fuoco
8. piastra di fissaggio puntuale a parete
9. serramento doppio vetro PVC

Nodo aggancio facciata prefabbricata Scala 1:10



²⁷ <https://www.promat.com/>

5.2.5. RENDER

In Figura 37 e 38 è visibile quanto descritto nei capitoli precedenti, grazie a questi render si può vedere come sono state progettate le facciate e il disegno d'insieme che ne è scaturito.



Figura 37. Vista Nord. Fonte: Ricehouse



Figura 38. Vista Est. Fonte: Ricehouse

5.1.6. STATO POST-INTERVENTO

Ad oggi il cantiere è in fase di ultimazione, la Figura 39 e 40 inquadrano alcune delle zone dove sono stati ultimati tutti i lavori.



Figura 39. Dettaglio logge.
Fonte: Ricehouse scatta a Luglio 2023

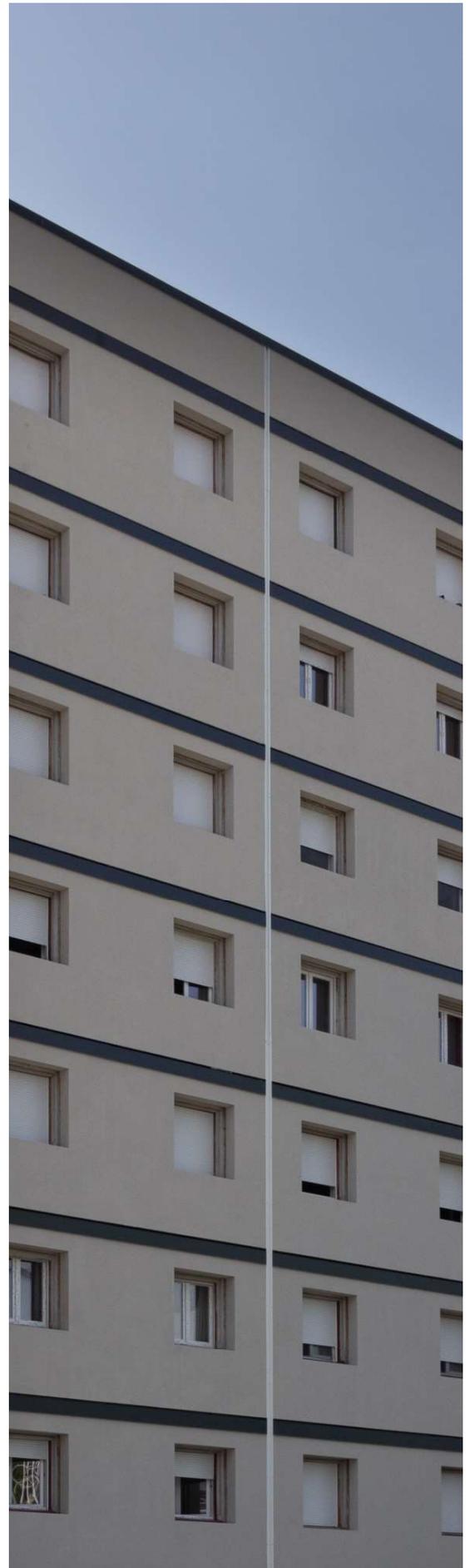


Figura 40. Dettaglio facciata.
Fonte: Ricehouse scatta a Luglio 2023

5.3.

Considerazioni

Il progetto relativo al Condominio Settembre 291, data la sua struttura di dimensioni contenute, può essere considerato un progetto di modesta entità. Ne può essere una conseguenza la decisione di dedicare tempo e risorse alla fase di progettazione mediante l'utilizzo di software CAD. Le decisioni cruciali sono state inizialmente concepite e tracciate su questo software, per poi essere trasposte in un modello 3D. Come evidenziato nella sezione assonometrica fornita e descritto nel capitolo 5.1.3., sono stati appositamente ricavati sguinci su specifiche aperture al fine di favorire un maggiore apporto di luce solare all'interno delle unità abitative. Un elemento di rilievo è rappresentato dalla progettazione su misura di una lamiera di rivestimento, la cui varietà di dimensioni è stata studiata per adattarsi al meglio agli spazi disponibili. Questo approccio consente di evidenziare un livello di dettaglio più accentuato per determinati elementi, grazie a una progettazione mirata e personalizzata in base alle esigenze e alle necessità specifiche dei condomini. È stata anche di aiuto nel risolvere le problematiche riscontrate in fase di esecuzione, con un controllo più specifico in ogni dettaglio.

In questo caso la realizzazione delle opere prevede esclusivamente un lavoro in situ dove gli operai realizzeranno direttamente ogni lavorazione nel cantiere. Verranno portati i materiali e conservati fino all'utilizzo nella sede dei lavori.



Diverso è invece il processo di progettazione delle Torri in Via Russoli. Si parla di un progetto di entità diverse, ha infatti una superficie di intervento molto più elevata. Questo ha comportato una progettazione con software BIM per poter avere un maggior controllo dei diversi ambienti. Inoltre sono stati realizzati dei pannelli prefabbricati da ancorare all'edificio esistente. In questo caso quindi la personalizzazione e la progettazione al dettaglio e diversificata non è stata possibile. È stato invece investito

tempo e risorse sulla progettazione e studio della costruzione e montaggio di questi pannelli. Questa progettazione per moduli è stata molto utile durante la modifica e aggiunta di elementi antincendio, infatti riprogettando un modulo è stato facilmente applicata la medesima modifica agli altri pannelli senza la necessità di adattarla o diversificarla.

In questo caso la realizzazione dell'opera prevede lavorazioni ex situ ed in situ come spiegato nei capitoli precedenti. In particolare la realizzazione di tutti i pannelli prefabbricati da applicare in facciata non verrà realizzata in cantiere, ma verranno tutti assemblati in azienda e solo una volta completati verranno trasportati e ancorati alla superficie degli edifici.



06.

Cronoprogramma

6.1. Normativa

6.2. Condominio Settembre 291

6.3. Torri Via Russoli

6.4. Considerazioni

Questo capitolo riguarda i cronogrammi dei due diversi casi studio. Dopo essere stata riportata la normativa vigente sono stati rielaborati i diagrammi di Gantt delle due diverse opere così da poterle analizzare e confrontare.

6.1.

Normativa

Nell'esecuzione di un progetto edile l'organizzazione assume un ruolo fondamentale date le diverse fasi operative, la molteplice tipologia di lavori e spesso le diverse imprese e attività che devono convivere e succedersi sul medesimo sito di lavoro. Il pericolo principale in cui si può incorrere è lo scarso coordinamento tra le diverse fasi del progetto con l'inevitabile comparsa di ostacoli e quindi ritardi. Per ovviare a queste problematiche è stata prescritta una normativa che introduce l'utilizzo di uno strumento preciso all'interno dei cantieri, il cronoprogramma. Questo documento assume un'importanza cruciale poiché fornisce una cornice dettagliata per la pianificazione e l'organizzazione delle attività nel corso dell'autorizzazione, del progetto e dell'esecuzione. L'obiettivo è quello di garantire una sincronia efficace tra le diverse fasi, riducendo al minimo le potenziali interferenze e ottimizzando l'utilizzo delle risorse disponibili. Quindi non è solo una formalità burocratica, ma uno strumento strategico per il successo del progetto, fungendo da guida per il coordinamento delle attività e la gestione delle risorse umane e materiali. La sua adozione si traduce in una maggiore efficienza operativa, una migliore gestione dei tempi e una riduzione dei rischi associati alla complessità intrinseca dei cantieri.

Il Cronoprogramma è, quindi, un documento per le fasi di sviluppo del progetto esecutivo del cantiere, il cui significato e contenuti, presi in considerazione nei due casi studio analizzati, sono indicati dall'Art. 40 del DPR 207/2010 che ne dà la seguente definizione:

Art. 40 Cronoprogramma ²⁸

Il progetto esecutivo è corredato dal cronoprogramma delle lavorazioni. Il cronoprogramma è composto da un diagramma che rappresenta graficamente la pianificazione delle lavorazioni gestibili autonomamente, nei suoi principali aspetti dal punto di vista della sequenza logica, dei tempi e dei costi. Il cronoprogramma è redatto al fine di stabilire in via convenzionale, nel caso di lavori compensati a prezzo chiuso, l'importo degli stessi da eseguire per ogni anno intero decorrente dalla data della consegna, nonché ai fini di quanto previsto dall'articolo 171, comma 12.

Nei casi di cui all'articolo 53, comma 2, lettere b) e c), del codice, il cronoprogramma è presentato dal concorrente unitamente all'offerta.

Nel calcolo del tempo contrattuale deve tenersi conto della prevedibile incidenza dei giorni di andamento stagionale sfavorevole.

Con la delibera del 2022 viene definito che il cronoprogramma deve essere espresso tramite diagrammi che rappresentano graficamente, in base a logica, tempo e costi, la pianificazione dei lavori.

Ad oggi è necessario invece far riferimento al nuovo codice dei Contratti Pubblici 2023.

²⁸ <https://www.codiceappalti.it>

Esistono diverse modalità per rappresentare un cronoprogramma, in entrambi i casi studio è stato scelto il Diagramma di Gantt.

Il Diagramma di Gantt costituisce un modello visivo coniato tra il 1915 e il 1918 da Henry Gantt, un ingegnere statunitense. Si configura come una griglia con l'asse delle ascisse che rappresenta il tempo mediante giorni e mesi, mentre quello delle ordinate indica i vari tipi di lavorazioni da compiere. L'unione di questi due parametri consente di esaminare ogni genere di attività, individuando per ciascuna la quantità di giorni richiesti per la sua esecuzione. La creazione di un cronoprogramma attraverso questo diagramma semplifica le operazioni di redazione, modifica e aggiornamento, conferendo una lettura più immediata.

Come viene riportato negli articoli 18 e 25 del DPR 207/2010²⁹, il Diagramma di Gantt dispone le fasi e le sottofasi di lavoro lungo l'asse delle ordinate, mentre sull'asse delle ascisse si dispiega il calendario lavorativo. Esso consente di visualizzare graficamente vari elementi, tra cui:

- I tempi di inizio e fine delle attività.
- La durata complessiva dei lavori.
- Il periodo di svolgimento delle attività.

Tenendo in considerazione anche:

- Eventi non preventivabili, definiti come imprevisti, che influiscono sulla durata temporale.
- Operazioni di controllo.
- Tempistiche per gli aggiornamenti.

Attività	Durata	Periodo	Periodo	Periodo	Periodo	Periodo	Periodo
		Mesi	Mesi	Mesi	Mesi	Mesi	Mesi
xxx	xx						
xxx	xx						
xxx	xx						

²⁹ <https://www.gazzettaufficiale.it/eli/id/2010/12/10/010G0226/sg>

6.2.

Condominio Settembre 291

Il Diagramma comprende la realizzazione di un unico condominio il civico 2C, i periodi sono stati divisi in bimestri così da avere una miglior visualizzazione delle fasi del cantiere.

Attività	Durata	Periodo 1		Periodo 2		Periodo 3	
		01	02	03	04	05	06
Allestimento cantiere	22gg	■					
Isolamento sottotetto/ garage	18gg	■					
Installazione impianto fotovoltaico e accumulo	15gg		■				
Realizzazione cappotto (sistemazione facciata installazione rasatura)	80gg		■	■	■	■	■
Adeguamento locale tecnico	40gg		■	■	■		
Sostituzione serramenti	10gg		■				
Sostituzione impianto di riscaldamento	36gg			■	■	■	
Installazione ringhiere e frangisole	9gg					■	
Lavorazioni piano terra	20gg						■

Prendendo in considerazione esclusivamente il cronoprogramma della fase dei lavori, nel Periodo 1, in particolare nei primi 22 giorni viene allestito il cantiere. In questo arco temporale iniziano anche i lavori di isolamento nel sottotetto e garage, questo perché non c'è la necessità di utilizzare i ponteggi essendo operazioni svolte all'interno degli edifici. Successivamente vengono installati gli impianti di accumulo e fotovoltaico a cavallo della fine dell'installazione dei ponteggi. Una volta terminata questa fase ha inizio la più lunga, di 80 giorni, che riguarda la realizzazione del cappotto esterno. Questa fase rientra in tutti i tre periodi di attività, è la più lunga poiché ogni lavorazione avviene completamente in situ con più manovalanze che lavorano a step concatenati tra loro. Anche se questa fase dura così a lungo nel cantiere iniziano contemporaneamente altre lavorazioni, alcune non interferiscono tra loro perché collocate all'interno dell'edificio altre invece sì. In particolare l'adeguamento del locale tecnico, dalla durata di 40 giorni tra primo e secondo periodo, la

sostituzione dell'impianto di riscaldamento, nel secondo periodo per un totale di 36 giorni e le ultime lavorazioni al piano terra , per 20 giorni nel terzo periodo, non intralciano i lavori sui ponteggi, ma certamente è necessaria la coordinazione per l'utilizzo dello spazio esterno dove scaricare e conservare i materiali, come visibile in [Figura 40](#) che verrà analizzato nel prossimo capitolo.

Fondamentale invece è il coordinamento di quelle operazioni che interferiscono tra loro, come specificato precedentemente già la realizzazione del cappotto esterno prevede più operatori che lavorano sulla stessa parete, inoltre ci sono altre lavorazioni che devono operare sugli stessi ponteggi e sulla medesima area. È il caso della sostituzione dei serramenti che avviene nel mese 02 del primo periodo per un totale di 10 giorni, anche se il montaggio degli infissi avviene dall'interno devono comunque interrompersi le lavorazioni sulla stessa area di intervento. Ancora più collaborativa deve essere l'installazione delle ringhiere e frangisole, questa avviene nel terzo periodo per un totale di nove giorni nel mese 05, quasi al termine della realizzazione del cappotto. Questa fase è collocata verso la fine dei lavori dato che i parapetti devono essere installati dopo che sono già state rifinite le logge e i balconi come visibile in [Figura 41](#).



Figura 41. Completamento rivestimento esterno
Fonte: Ricehouse scatta in data 25.01.2023

6.3.

Torri Via Russoli

Il Diagramma comprende la realizzazione di due delle quattro torri, i civici 18 e 20. I periodi sono stati divisi in trimestri così da avere una visualizzazione più immediata del complesso dei lavori.

Attività	Durata	Periodo 1			Periodo 2			Periodo 3			Periodo 4		
		01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12
Allestimento cantiere	29gg		■	■									
Demolizioni e ripristini	20gg			■	■								
Isolamento copertura e tetti verdi	53gg			■	■	■	■						
Isolamento facciate e solai in opera	23gg					■	■						
Isolamento facciate prefabbricate	64gg						■	■	■	■			
Impianti fotovoltaici	15gg							■	■				
Impianti produzione ACS	18gg							■	■				
Smobilizzo del cantiere	19gg									■	■		

Considerando in questo cronoprogramma le lavorazioni per due palazzine, i Periodi sono composti da tre mesi. Il primo periodo è occupato principalmente dall'allestimento del cantiere, in questo caso oltre ai ponteggi installati ai vertici delle torri, è stato fondamentale l'allestimento di passaggi per consentire un accesso sicuro agli inquilini e delimitazioni essendo una zona di passaggio, per una durata complessiva di 29 giorni. In questo arco temporale vengono anche effettuate alcune operazioni di demolizione e ripristino delle parti ammalorate nel mese 03 per 20 giorni. Appena terminato l'allestimento del cantiere iniziano le lavorazioni nella copertura per la preparazione dei tetti verdi complessivamente per 53 giorni principalmente nel secondo periodo. Durante quest'opera iniziano, nel quinto mese i lavori di isolamento di facciate e solai in opera, per un totale di 23 giorni, questi riguardano principalmente le pareti e solai delle logge, corridoi di distribuzione e le zone al piano terra non andando ad interferire con altre lavorazioni. Solo nel sesto

mese al termine del periodo due iniziano i lavori principali per l'isolamento delle facciate prefabbricate. Questi durano 64 giorni per quattro mesi tra secondo e terzo periodo. Comprendono l'installazione tramite gru e cestello, come in [Figura 42](#) di staffe guida, pannelli prefabbricati e lavorazioni di rifinitura. In questo modo non ci sono lavorazioni che vengono svolte contemporaneamente sulla stessa porzione di facciata. Durante questo periodo vengono installati impianti fotovoltaici e di produzione ACS. Infine nell'ultimo periodo avviene la smobilizzazione del cantiere.



Figura 42. Installazione pannelli prefabbricati in facciata
Fonte: Ricehouse scatta a Luglio 2023

6.4.

Considerazioni

Per quanto riguarda i cronoprogrammi dei due cantieri ho deciso di prendere in esame le tempistiche della realizzazione dell'isolamento delle facciate in base ai m² della superficie di interesse così da avere un confronto equo indipendentemente dall'entità del progetto. Considerando quindi le differenze tra un cantiere con realizzazione delle facciate in opera e uno dove le facciate sono realizzate ex situ e poi montate in cantiere.

Cronoprogramma Condominio Settembre 291

Attività	Durata	Periodo 1		Periodo 2		Periodo 3	
		01	02	03	04	05	06
Realizzazione cappotto (sistemazione facciata installazione rasatura)	80gg						

Data una superficie di 740 m² e una tempistica di 4 mesi corrispondenti a 80 giorni lavorativi, si può considerare un avanzamento di 9,25 m² / giorno.

Cronoprogramma Torri Via Russoli civici 18 e 20

Attività	Durata	Periodo 1			Periodo 2			Periodo 3			Periodo 4		
		01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12
Isolamento facciate prefabbricate	64gg												

Questo cronoprogramma è inerente a due palazzine corrispondenti ai civici 18 e 20, verrà quindi presa la superficie totale equivalente a 7530 m² per una durata di 64 giorni lavorativi. Si può considerare un avanzamento di 117,65 m² / giorno.

Questi dati sono esemplificativi e servono ad evidenziare una velocità nel cantiere delle Torri Via Russoli dove le pareti realizzate ex situ vengono applicate velocemente alle superfici esterne. Al contrario nel Condominio Settembre 291 le tempistiche sono maggiori perché ogni rivestimento è montato, tagliato e nastrato in situ.

07.

Sicurezza e coordinamento

7.1. Normativa

7.2. Condominio Settembre 291

7.2.1. Descrizione

7.2.2. Planimetria del cantiere

7.2.3. Organizzazione fasi sovrapposte

7.3. Torri Via Russoli

7.3.1. Descrizione

7.3.2. Planimetria del cantiere

7.3.3. Organizzazione fasi sovrapposte

7.4. Considerazioni

In questo capitolo è stato analizzato il Piano di Sicurezza e Coordinamento dei due diversi progetti. Oltre a riportare la normativa sono state selezionate e studiate alcune voci fondamentali per l'analisi di confronto svolta, per comprendere le maggiori differenze. Sono state rielaborate le planimetrie di cantiere, evidenziate le norme a tutela della salute dei lavoratori e riportate le fasi più critiche delle lavorazioni che si sovrappongono e sono state esaminate a confronto.

7.1.

Normativa

La sicurezza e il coordinamento all'interno di un cantiere è garantita dall'omonimo piano (PSC)³⁰, i cui contenuti minimi e la stima dei costi della sicurezza sono definiti nell'allegato XV del decreto legislativo n. 81/2008, costituisce una documentazione dettagliata allegata al contratto di appalto, mirata a delineare in modo approfondito le diverse fasi operative del lavoro. Esso individua situazioni a rischio e prevede azioni finalizzate a garantire la sicurezza del cantiere. Il PSC fungendo da garanzia per lo svolgimento delle attività lavorative nel rispetto delle norme di sicurezza. La sua obbligatorietà sussiste quando vi sono più imprese coinvolte nei cantieri, anche in maniera non simultanea, o quando un'unica azienda affidataria si avvale di altre imprese per la realizzazione dell'opera.

Le pratiche del Piano Operativo di Sicurezza (POS) e del PSC richiedono particolare precisione; il primo è sempre obbligatorio, mentre il secondo è necessario solo in specifici contesti. Il POS si concentra sui rischi interni al cantiere e legati alle lavorazioni di una singola impresa, mentre il PSC considera anche i rischi esterni, coordinando le attività in modo specifico.

Il PSC viene redatto durante la fase di progettazione dell'opera o prima della presentazione delle offerte per l'appalto, costituendo una parte integrante della competizione d'appalto e successivamente un punto di riferimento durante la realizzazione del progetto. Comprende una relazione tecnica con tutte le prescrizioni legate alla complessità dell'opera, finalizzate a prevenire o ridurre i rischi per la sicurezza e la salute dei lavoratori, e una serie di tavole esplicative.³¹

³⁰ <https://www.gazzettaufficiale.it/eli/id/2008/04/30/008G0104/sg>

³¹ Allegato K. Piano di Sicurezza e Coordinamento

7.2.

Condominio Settembre 291

7.2.1. DESCRIZIONE

L'edificio oggetto di intervento è inserito nella zona periferica del comune di Galbiate. Come visibile in *Figura 43* si trova all'interno di una proprietà privata recintata solo in parte e confina con edifici residenziali di altra proprietà e con la strada di via Don Ermanno Sironi. Il tessuto urbano immediatamente circostante presenta un grado medio di saturazione, con edifici prevalentemente residenziali. L'ingresso al cantiere avviene direttamente dalla via comunale e l'area di manovra per i mezzi è limitata al parcheggio a sinistra dell'edificio come evidente nella planimetria di cantiere successiva. La zona di installazione del ponteggio riguarda l'intero



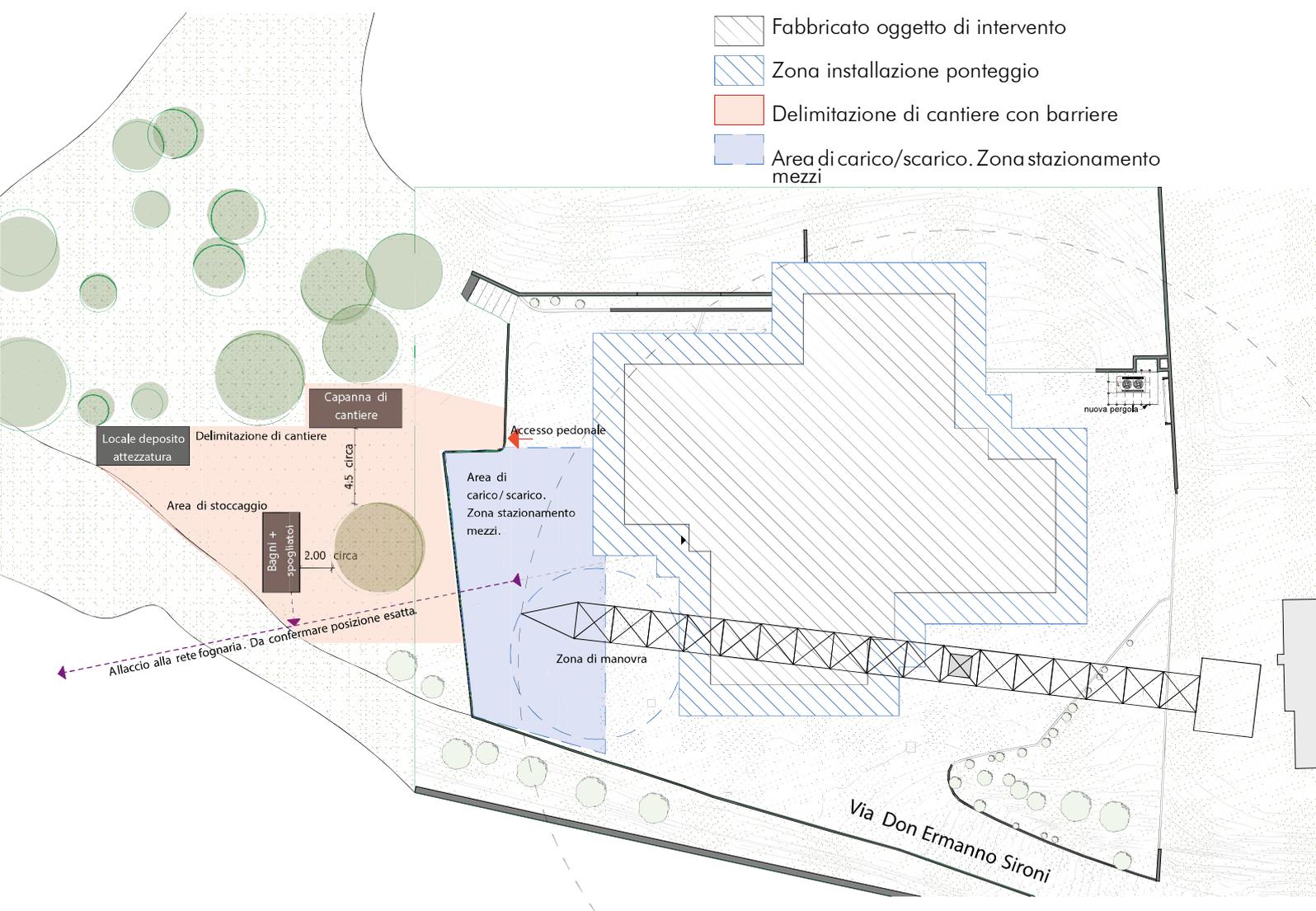
Figura 43. Cattura vista di'insieme
Fonte: Google Earth del 2021

perimetro dell'edificio andando a rivestire tutte le superfici dal piano terra all'ultimo.

Inoltre è stata prevista l'installazione di una gru con altezza di 18m e raggio di 28m. Anche lo spazio per conservare i materiali è ridotto poiché ogni lato della struttura deve mantenere quanto più possibile liberi gli accessi ai garage. Sono stati disposti cartelli per evidenziare le aree pericolose e per tutte le segnalazioni e divieti previsti dalle vigenti normative in relazione allo stato del cantiere, all'avanzamento dell'opera ed alle caratteristiche dei materiali e dei macchinari presenti, esponendo un cartello riepilogativo all'ingresso del cantiere, ma anche segnalando tutti gli eventuali punti "sensibili" all'interno di esso.

Planimetria di cantiere

Fonte: Ricehouse



7.2.2. ORGANIZZAZIONE FASI SOVRAPPOSTE

Fondamentale all'interno del PSC sono i punti dedicati alle fasi sovrapposte. Dopo aver diviso il lavoro per fasi lavorative e identificati gli operatori coinvolti è indispensabile collocarli in un arco temporale. Questo, come analizzato nel capitolo precedente viene riportato nel cronoprogramma dove è possibile estrapolare i periodi in cui ci saranno lavorazioni e interferenze, ma queste non sono descritte dettagliatamente in ogni loro parte, in quanto lo scopo che si vuole ottenere non è la spiegazione delle opere di prevenzione relative a ciascuna lavorazione, ma le accortezze che si debbono prendere in caso di concomitanza di diverse lavorazioni, in quanto la contemporaneità di due lavorazioni può far nascere esigenze di prevenzione e protezione non contemplate da nessuna delle due opere considerate singolarmente.

Queste sono le fasi lavorative suddivise secondo il PSC redatto dall'azienda Ricehouse che vanno meglio a definire le diverse lavorazioni per identificare le interferenze sotto riportate.

- 01 Installazione cantiere
- 02 Realizzazione cordolo strutturale
- 03 Posa struttura parete isolante
- 04 Realizzazione ponteggio
- 05 Realizzazione isolamento termico delle pareti esistenti
- 06 Realizzazione cappotto termico e finiture esterne
- 07 Realizzazione isolamento termico solai orizzontali
- 08 Realizzazione impianto fotovoltaico
- 09 Realizzazione impianti centralizzati
- 10 Sostituzione serramenti
- 11 Realizzazione schermature
- 12 Smontaggio ponteggio
- 13 Smantellamento cantiere

Le principali interferenze riguardano le operazioni che coinvolgono la realizzazione del cappotto esterno

Le lavorazioni interferenti principali sono quattro, in particolare:

- Interferenza 1
 - 03 Posa struttura parete isolante
 - 04 Realizzazione ponteggioLa sovrapposizione riguarda la fine della posa della struttura per la realizzazione della parete isolante con l'inizio della realizzazione del

ponteggio. Sono state organizzate le lavorazioni in luoghi distanti fra loro, evitando di intralciare le due fasi di lavoro.

- Interferenza 2

05 Realizzazione isolamento termico delle pareti esistenti

06 Realizzazione cappotto termico e finiture esterne

La sovrapposizione riguarda la fine della realizzazione dell'isolamento termico delle pareti esistenti con l'inizio della realizzazione del cappotto termico e delle finiture esterne. Questo perché i fori per l'insufflaggio della lolla sfusa in intercapedine, RH-L, avviene dall'esterno della struttura. È stato quindi necessario ben definire l'inizio e fine di queste operazioni in modo tale da consentire l'inizio della realizzazione del cappotto esterno.

- Interferenza 3

07 Realizzazione isolamento termico solai orizzontali

08 Realizzazione impianto fotovoltaico

La sovrapposizione riguarda la realizzazione dell'isolamento termico dei solai orizzontali con l'intera attività di realizzazione dell'impianto fotovoltaico. Le lavorazioni per la loro tipologia sono state svolte già distanti tra loro. Si è dovuto fare accortezza ad evitare il trasporto di materiali da posizionare in copertura sopra zone dove si svolgevano le lavorazioni di isolamento dei solai orizzontali.

- Interferenza 4

10 Sostituzione serramenti

11 Realizzazione schermature

La sovrapposizione riguarda la sostituzione dei vecchi serramenti esterni con nuovi aventi qualità isolanti più performanti e la realizzazione delle schermature esterne. Le lavorazioni sono state svolte in modo continuativo in zone differenti tra loro, ma comunque è stato necessario organizzare il lavoro in modo da evitare il passaggio di materiali in zone in cui era presente altro personale per altre lavorazioni.

Le lavorazioni interferenti sono molteplici e riguardano lavorazioni per la realizzazione del cappotto esterno. Infatti lavorando sui ponteggi come visibili in [Figura 44](#) gli operai spesso devono eseguire operazioni una in seguito all'altra e collegate tra loro. Inevitabili sono gli spostamenti per recuperare o tagliare i materiali e questo ha comportato un lavoro di organizzazione complesso.



Figura 44. Ponteggio facciata Sud Ovest
Fonte: Ricehouse scatta il 25.11.2022

7.3.

Torri Via Russoli

7.3.1. DESCRIZIONE

Il lotto su cui sorgono le Torri di via Russoli si sviluppa in direzione nord sud, in fregio alla stessa Via Russoli, in lato ovest.

L'accesso carrale al lotto avviene da sud, in corrispondenza dell'incrocio con la via Santander, e conduce sul retro delle torri, consentendo l'accesso ai posti auto del piano seminterrato posizionati sul lato ovest delle torri.

Come visibile da [Figura 45](#) il sedime del lotto è sufficientemente ampio da consentire l'installazione del cantiere e di alcune aree di carico/scarico e deposito temporaneo di materiali, oltre che la piattaforma a terra delle GRU a torre.

In lato nord e nord-ovest il lotto confina con il Parco Russoli Franco da Liscate, da cui non è fisicamente separato. È stata difatti installata una recinzione di cantiere che impedisce l'accesso all'area di cantiere dal parco.

Da via Russoli sono stati individuati dei percorsi protetti di accesso dalla strada agli alloggi, realizzando una protezione contro la caduta dei materiali dall'alto, in corrispondenza delle torri. Si accede inoltre, per mezzo di rampe, ai piani seminterrati. Tali rampe sono state mantenute libere per garantire l'accesso carrale durante l'esecuzione dei lavori.

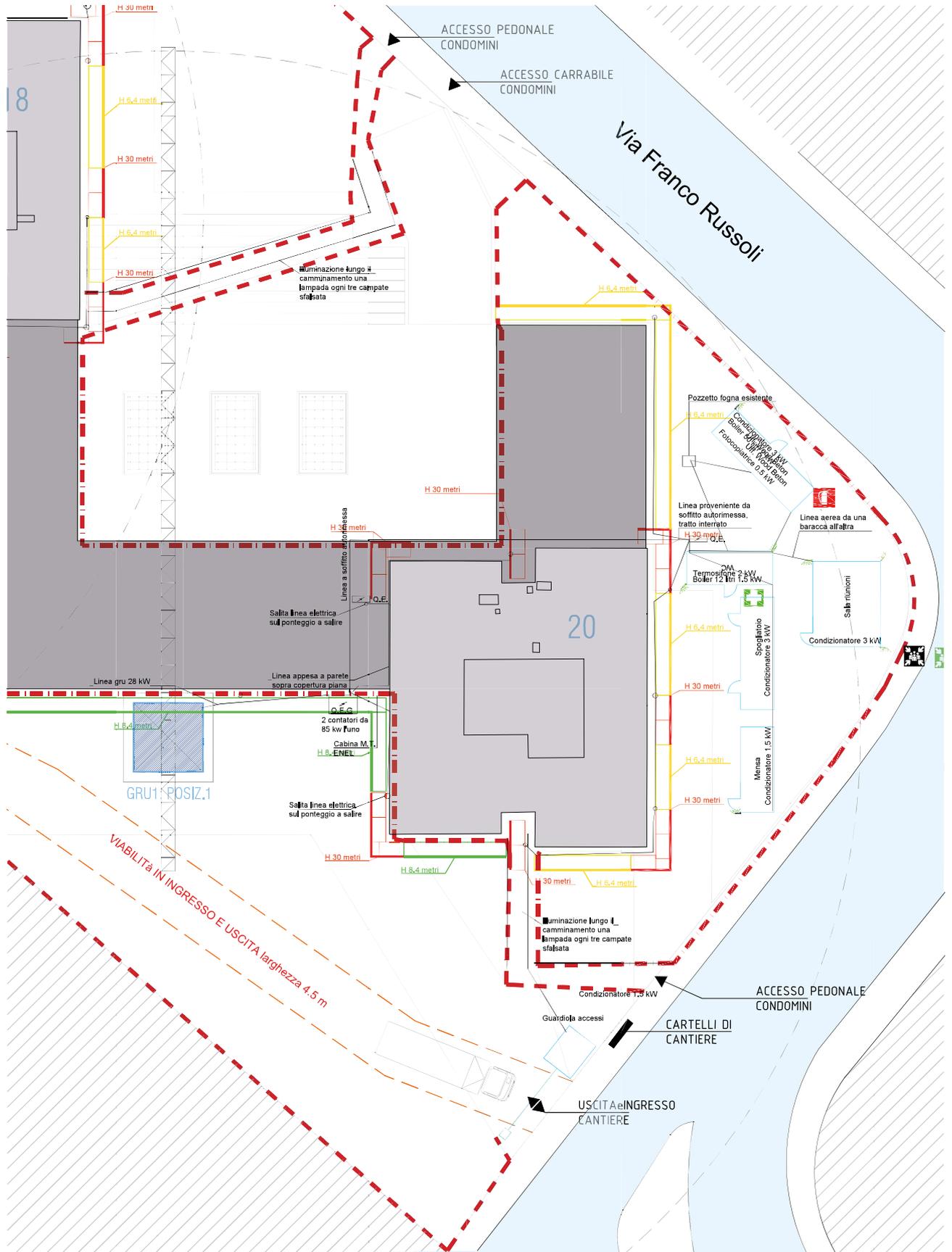
In generale è stata evitata ogni promiscuità tra i percorsi pedonali di



Figura 45. Cattura vista di'insieme
Fonte: Google Earth del 2021

accesso e le aree di cantiere come visibile nella planimetria sottostante, avendo cura di delimitare i percorsi anche in funzione della presenza di carichi sospesi in fregio alle facciate delle torri

L'accesso dei mezzi di cantiere avviene direttamente da via Russoli, nel lato sud del lotto. Le aree di manovra a terra delle GRU sono state delimitate con recinzione metallica ad alta visibilità.



7.3.2. ORGANIZZAZIONE FASI SOVRAPPOSTE

Questo caso studio essendo di entità maggiore rispetto al precedente sono state coinvolte più ditte contemporaneamente e sono stati applicati diversi accorgimenti. Prima dell'inizio dei lavori e durante, periodicamente ha avuto luogo una riunione di pianificazione e programmazione. Questa riunione viene programmata prima dell'inizio dei lavori delle nuove ditte e durante le fasi con presenza di interferenze tra le ditte interessate. Durante le riunioni si sono organizzate, oltre che le lavorazioni specifiche, le eventuali interferenze tra le ditte. Sono stati evidenziati i rischi generati dalle lavorazioni specifiche, ribadite le misure da adottare al fine di ridurre i rischi eliminabili a priori e i dispositivi per ridurre i rischi residui.

Alle riunioni di coordinamento hanno avuto l'obbligo di partecipare tutte le ditte che nel periodo successivo alla riunione hanno eseguito opere o lavorazioni. Il programma viene redatto in attuazione del programma generale prodotto con il presente piano di sicurezza e riguarda tutte le attività svolte in cantiere.

Sono molteplici le fasi di interferenza, per questo motivo ho selezionato solo alcune delle più durature sovrapposizioni che hanno principalmente coinvolto i lavori di isolamento delle facciate esterne, così da poterli confrontare con il caso studio precedente.

Sono quattro le fasi che si sovrappongono per più tempo inerenti all'efficientamento dell'involucro opaco, in particolare:

- Interferenza 1
 - Applicazione esterna di pannelli o stuoie isolanti in materiali biologici su superfici orizzontali.
 - Rasatura di intonaci esterni.

L'area compresa nella traiettoria al di sotto del passaggio dei carichi doveva essere opportunamente delimitata. Nella zona di intervento a livello di rumorosità elevato delimitata e segnalata, è stato necessario l'utilizzo del casco e di otoprotettori. Le postazioni di lavoro fisse dovevano essere protette con un solido rivestimento costituito da un impalcato sovrastante, ad altezza minore di 3 metri fuori terra, fungendo da protezione contro la caduta di materiali.

- Interferenza 2
 - Montaggio di struttura di sostegno per facciata ventilata.
 - Applicazione esterna di pannelli prefabbricati isolanti e completi di finiture e serramenti.

Con nella fase precedente, l'area compresa nella traiettoria al di sotto del passaggio dei carichi doveva essere opportunamente delimitata

e nella zona di intervento con un livello di rumorosità elevato opportunamente delimitata e segnalata, è stato necessario l'utilizzo del casco e di otoprotettori.

- Interferenza 3

- Applicazione esterna di pannelli prefabbricati isolanti e completi di finiture e serramenti.

- Rimozione di impianti.

L'area compresa nella traiettoria di passaggio dei carichi è stata opportunamente delimitata. Si è reso necessario l'utilizzo di indumenti ad alta visibilità, del casco, di otoprotettori e maschere antipolvere. La circolazione delle macchine operatrici durante le operazioni doveva avvenire esclusivamente utilizzando percorsi ben definiti e la velocità doveva risultare ridotta a passo d'uomo. Nelle attività di demolizione e trasporto la diffusione di polveri e fibre doveva essere ridotta al minimo irrorando periodicamente d'acqua le superfici. Il tutto delimitando e segnalando la zona di intervento a livello di rumorosità elevato.

- Interferenza 4

- Applicazione esterna di pannelli prefabbricati isolanti e completi di finiture e serramenti.

- Esecuzione di tracce eseguite a mano.

L'area sottostante la traiettoria di passaggio dei carichi è stata opportunamente delimitata, ed è stato reso necessario l'utilizzo del casco.

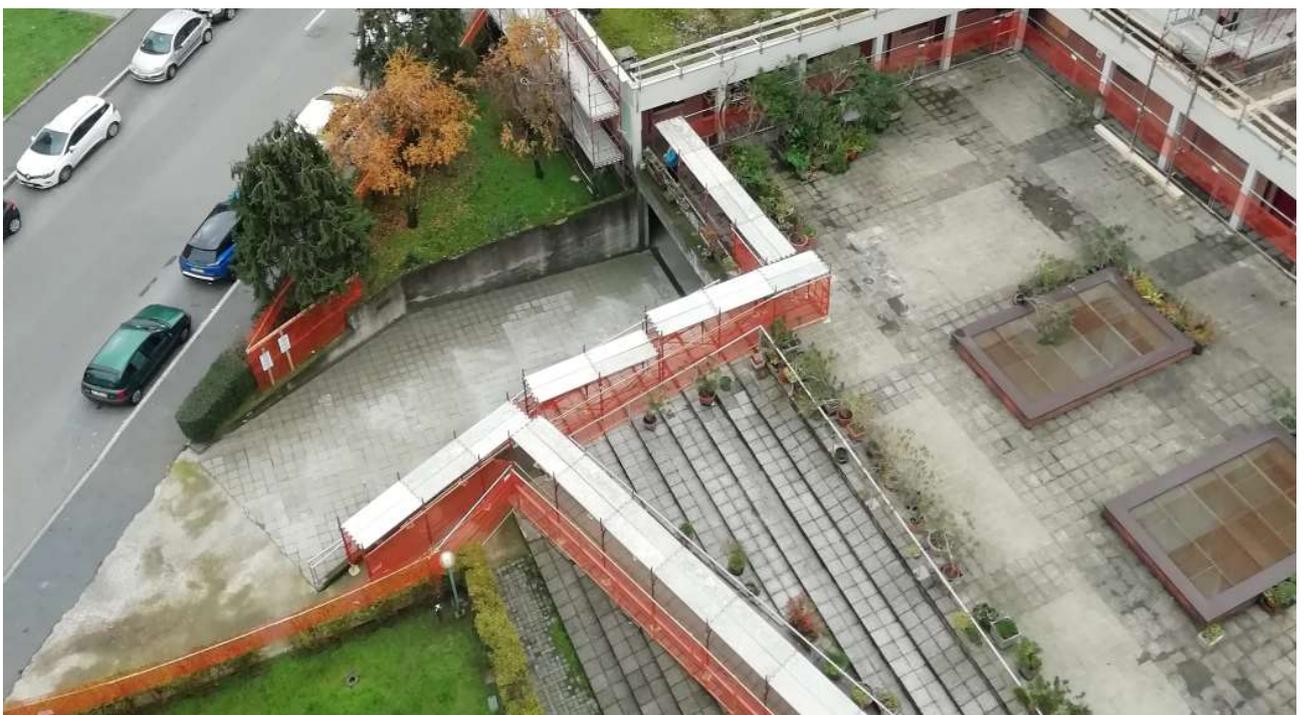


Figura 46. Area delimitata e protetta per accesso agli edifici. Fonte: Ricehouse scattata in data 20.12.2022

7.4.

Considerazioni

Da quanto si evince dai sottocapitoli precedenti, 7.2. e 7.3., durante il cantiere si hanno diverse fasi di sovrapposizione di lavori.

Nel cantiere del Condominio Settembre 291, in [Figura 47](#), data la necessità di realizzare tutte le lavorazioni in situ per il corretto avanzamento delle fasi di cantiere queste verranno sovrapposte. Queste iniziano già dalla fase di montaggio dei ponteggi poiché verrà nello stesso tempo montata la struttura che reggerà le pareti isolanti esterne. In seguito anche le successive fasi di isolamento termico, realizzazione del cappotto esterno e rifinitura si sovrapporranno l'una con l'altra. Questo comporta una maggiore pianificazione e coordinamento dei diversi attori presenti nel cantiere con aggiornamenti settimanali durante le riunioni per capire lo stato di avanzamento ed eventuali ritardi che andranno a rallentare inevitabilmente le altre lavorazioni. Questo andrà a incidere anche a livello di sicurezza poiché le condizioni di rischio nelle fasi sovrapposte aumentano andando così ad esporre maggiormente gli operai.



Figura 47. Ponteggio facciata Ovest.
Fonte: Ricehouse scattata in data 25.11.2022

Nel cantiere delle Torri via Russoli, invece, pur essendo molteplici le fasi di sovrapposizione dei lavori, queste non riguardano lavorazioni collegate tra loro che si susseguono una dopo l'altra, ma lavorazioni parallele che quindi non vanno ad enficiare sulle tempistiche e sul corretto avanzamento del cantiere. In ogni caso l'attenzione deve essere sempre molto elevata in quanto in questo caso verranno trasportati i materiali e in particolare le pareti prefabbricate ad altezze molto elevate come visibile in [Figura 48](#) sopra ad altri addetti ai lavori e persone di passaggio.



Figura 48. Cantiere prospetti Est.
Fonte: Ricehouse scattata a Luglio 2023

08.

Computo metrico estimativo

8.1. Normativa

8.2. Condominio Settembre 291

8.3. Torri Via Russoli

In questo capitolo verrà riportata una parte del computo metrico estimativo. A funzione del confronto tra i due casi studio sono state selezionate solo le voci riguardanti i costi in fase di cantierizzazione ,così da avere anche il quadro economico a supporto del confronto tra i due progetto. In allegato verranno riportati i computi completi.³²

³² Allegato L. Computo metrico estimativo Condominio Settembre 291 civico 2C
Allegato M. Computo metrico estimativo Torri Via Russoli civico 20

8.1.

Normativa

Il documento di stima delle misurazioni, noto come computo metrico estimativo, è elaborato dal progettista per valutare il costo di esecuzione dei lavori di costruzione di un'opera edile o di una sua porzione. Si tratta di un elaborato essenziale nei progetti definitivi ed esecutivi dei lavori pubblici, al momento della redazione dei due computi metrici è stato fatto riferimento al Codice degli Appalti dlgs 18 aprile 2016, n. 50³², ad oggi è necessario far riferimento al nuovo Codice degli appalti dlgs 31 marzo 2023, n. 36³³. Nonostante faccia riferimento a lavori pubblici il suo utilizzo si estende anche ai progetti privati come strumento contrattuale per regolare i rapporti tra chi commissiona l'opera e l'impresa esecutrice, come nei due casi studio riportati.

Il computo metrico estimativo viene redatto sulla base del progetto e viene impiegato sia dal committente che dalle imprese incaricate dell'esecuzione dei lavori. Il committente può utilizzare questo documento per pianificare gli investimenti necessari e per richiedere offerte alle imprese che si occuperanno della costruzione. D'altra parte, l'impresa può presentare la propria offerta basata su questo elaborato e determinare i requisiti del cantiere per la realizzazione dell'opera.

Esiste una distinzione tra computo metrico e computo metrico estimativo:

- Computo metrico: è focalizzato sulla quantificazione delle lavorazioni presenti nel progetto;
- Computo metrico estimativo: attribuisce un valore economico a tali quantità, stimando l'importo complessivo dei lavori.

Non è possibile elaborare un computo metrico estimativo senza aver prima completato il computo metrico, poiché quest'ultimo fornisce le quantità necessarie per associare i prezzi unitari alle singole lavorazioni.

In questa analisi non è stato riportato l'intero computo metrico estimativo dei due progetti ma si è andato ad evidenziare e approfondire le voci riguardanti la costruzione del cantiere, con particolare attenzione a quantità e costi di ponteggi, passerelle, gru e apparecchiature stazionarie nel cantiere.

³² <https://www.gazzettaufficiale.it/eli/id/2016/04/19/16G00062/sg>

³³ <https://www.gazzettaufficiale.it/dettaglio/codici/contrattiPubblici>

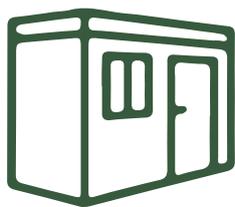
8.2.

Condominio Settembre 291

Per la redazione del computo metrico estimativo sono stati utilizzate le voci di prezzo della Regione Lombardia Edizione di Gennaio 2022, poiché la data definitiva del documento è a Maggio 2022.

In particolare sono state prese in esame quelle voci che vanno a contraddistinguere la composizione del cantiere definendone quantità prezzi unitari e totali.

28.A05.D05.005



NUCLEO ABITATIVO per servizi di cantiere. Prefabbricato monoblocco ad uso ufficio, spogliatoio e servizi di cantiere. Caratteristiche: Struttura di acciaio, parete perimetrale real ... tavoli e sedie Dimensioni esterne massime m 2,40 x 6,40 x 2,45 circa Arredamento minimo: armadi, tavoli e sedie.

Costo primo mese o frazione di mese

QUANTITÀ 1
IMPORTO unitario 375,20 €
IMPORTO TOTALE 375,20 €

28.A05.D05.010

... costo per ogni mese o frazione di mese successivo al primo

QUANTITÀ 5
IMPORTO unitario 151,55 €
IMPORTO TOTALE 757,75 €

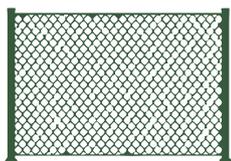
NO4159-a



Grù a torre sbraccio 36 mt., portata 2.700 kg., altezza 3 mt. escluso montaggio, smontaggio e opere provvisionali (binari, ballast, ecc.) : nolo a caldo

QUANTITÀ 305
IMPORTO unitario 52,26 €
IMPORTO TOTALE 15.939,30 €

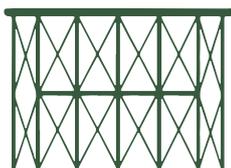
SR5021c



Recinzione realizzata con rete in polietilene alta densità, peso 240 g/mq, resistente ai raggi ultravioletti, indeformabile, colore arancio, sostenuta da appositi paletti di sostegno ... to fissati nel terreno a distanza di 1 m: altezza 1,80 m, costo di utilizzo dei materiali per tutta la durata dei lavori

QUANTITÀ 130
IMPORTO unitario 2,07 €
IMPORTO TOTALE 269,10 €

A15023a



Ponteggio in tubolari metallici (sistema a elementi tubolari zincati a caldo con collegamenti ortogonali a otto vie ad incastro rapido e campate da 1 m, 1,8 m, 2,5 m) con altezze a ... comprensivo di trasporto, approvvigionamento, scarico avvicinamento e tiro in alto dei materiali, per i primi 30 giorni

QUANTITÀ 1.981,40
IMPORTO unitario 11,42 €
IMPORTO TOTALE 22.627,59 €

A15023b

... manutenzione ordinaria e quanto altro occorrente per il mantenimento della sicurezza delle opere finite

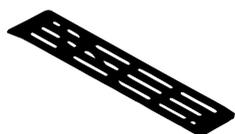
QUANTITÀ 9.907
IMPORTO unitario 2,05 €
IMPORTO TOTALE 20.309,35 €

A15023c

... smontaggio a fine lavoro compreso calo in basso, accantonamento provvisorio, carico e trasporto di allontanamento dal cantiere

QUANTITÀ 1.981,40
IMPORTO unitario 4,99 €
IMPORTO TOTALE 9.887,19 €

A15025a



Piano di lavoro per ponteggi costituito da tavole metalliche prefabbricate od in legno di abete, spessore 50 mm, tavola fermapiède e scale di collegamento, valutato a mq di proiezi ... so ogni onere e magistero di approvvigionamento, montaggio, manutenzione, smontaggio e ritiro dal cantiere a fine lavori

QUANTITÀ 1.981,40
IMPORTO unitario 2,82 €
IMPORTO TOTALE 5.587,55 €

A15025b

.. per ogni mese o frazione di mese successivo (non inferiore a 25 giorni)

QUANTITÀ 9.907
IMPORTO unitario 0,76 €
IMPORTO TOTALE 7.529,32 €

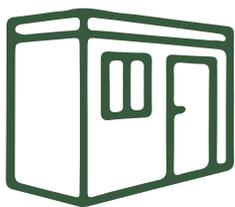
8.3.

Torri Via Russoli

Per la redazione del computo metrico estimativo è stato utilizzato il software per computo metrico e contabilità lavori PriMus di Acca software³⁴, per le voci di prezzo sono state usate quelle della Regione Lombardia Edizione del 2021, poiché la data definitiva del documento è a Marzo 2021.

In particolare sono state prese in esame quelle voci che vanno a contraddistinguere la composizione del cantiere definendone quantità prezzi unitari e totali.

X.01.010.005.a



Box prefabbricato per uffici e spogliatoio. Struttura portante in profilati metallici, inclusi trasporto in cantiere, montaggio e smontaggio. Sono esclusi gli allacciamenti e la realizzazione del basamento di dimensioni cm 450x240x240, per il primo mese

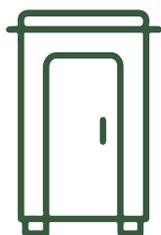
QUANTITÀ 2
IMPORTO unitario 288,61 €
IMPORTO TOTALE 577,22 €

X.01.010.005.a

.. ogni mese successivo

QUANTITÀ 22
IMPORTO unitario 69,12 €
IMPORTO TOTALE 1.520,64 €

X.01.010.010



Box prefabbricato in vetroresina autoportante, adibito a w.c. chimico, completo di ogni accessorio, compreso trasporto, posizionamento, igienizzazione esaltamento periodico reflui, costo mensile

QUANTITÀ 9
IMPORTO unitario 155,34 €
IMPORTO TOTALE 1.398,06 €

³⁴ <https://www.acca.it/software-contabilita-lavori>

Y.01.010.025.c

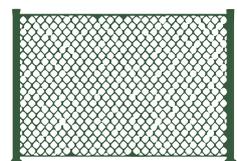


Nolo di gru a torre ad azionamento elettrico, in condizioni di piena efficienza, già' installata in cantiere, data a nolo ferma, durata minima del nolo 2 mesi: altezza fino a 30 m e sbraccio fino a 40 m - portata oltre kg 1.000

Nolo di GRU per la durata di 12 mesi *(par.ug.=12*30)

QUANTITÀ 180
IMPORTO unitario 76,03 €
IMPORTO TOTALE 13.685,40 €

X.01.005.010.a



Recinzione provvisoria di cantiere di altezza 2 metri, mediante elementi modulari metallici posati a terra su basamenti prefabbricati in calcestruzzo per il primo mese

Recinzioni aree di cantiere a terra

QUANTITÀ 250
IMPORTO unitario 6,89 €
IMPORTO TOTALE 1.722,5 €

X.01.005.010.b

.. ogni mese successivo

QUANTITÀ 500
IMPORTO unitario 0,81 €
IMPORTO TOTALE 405 €

X.01.005.035.c

Accesso al cantiere di altezza non inferiore a 2 metri, a uno o due battenti, con telaio in elementi tubolari metallici e chiusura in tavolato di legno, per il primo mese

Accessi carrali al cantiere

QUANTITÀ 16
IMPORTO unitario 18,14 €
IMPORTO TOTALE 290,24 €

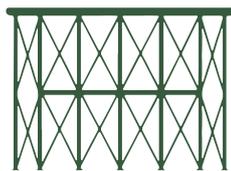
X.01.005.035.d

.. ogni mese successivo

QUANTITÀ 128
IMPORTO unitario 1,83 €
IMPORTO TOTALE 58,56 €

NC.10.350.00

15.a



Nolo ponteggio in struttura metallica tubolare multidirezionale, costituito da montanti modulari con rosette a più fori. Compresi: il trasporto, il montaggio, lo smontaggio, la messa a terra, i parapetti, i fermapiedi, gli ancoraggi, le segnalazioni e tutte le misure ed accorgimenti atti a garantire la sicurezza degli operai e pubblica.

Per i primi 30 giorni

QUANTITÀ 2.525,78
IMPORTO unitario 10,36 €
IMPORTO TOTALE 26.167,08 €

NC.10.350.00

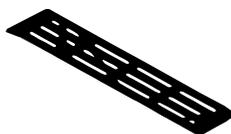
15.b

.. ogni mese successivo

QUANTITÀ 7.577,34
IMPORTO unitario 1,52 €
IMPORTO TOTALE 11.517,55 €

NC.10.350.00

35.a



Nolo di parapetto in struttura metallica corredato da fermapiede, da montare sulla sommità dei ponteggi. Compresi: il trasporto, il montaggio, lo smontaggio, la segnaletica e tutti gli accorgimenti atti a garantire la sicurezza dei lavoratori e pubblica:- altezza fino a cm. 120, per i primi 30 giorni consecutivi o frazione, compreso montaggio e smontaggio

QUANTITÀ 94,07
IMPORTO unitario 6,48 €
IMPORTO TOTALE 609,57 €

NC.10.350.00

35.b

...per ogni successivo periodo di 30 giorni consecutivi o frazione

QUANTITÀ 282,21
IMPORTO unitario 2,01 €
IMPORTO TOTALE 567,24 €

NC.10.350.00

40.a

Nolo piani di lavoro o di sottoponte in tavole di abete da 50 mm di spessore o in pianali metallici, corredati di fermapiède e parapetto regolamentari, compreso approntamento e smontaggio: - per i primi 30 giorni consecutivi o frazione, compreso montaggio e smontaggio

QUANTITÀ 1.241,76
IMPORTO unitario 5,42 €
IMPORTO TOTALE 6.730,34 €

NC.10.350.00

40.b

... per ogni successivo periodo di 30 giorni consecutivi o frazione

QUANTITÀ 3.725,28
IMPORTO unitario 0,59 €
IMPORTO TOTALE 2.197,92 €

8.4.

Considerazioni

Per poter confrontare al meglio il computo metrico estimativo inerente alla fase di cantiere dei due progetti, si confrontano i dati in base all'incidenza dei m² delle superfici di interesse dei due edifici così da avere dei dati equiparabili.

Il Condominio Settembre 291 ha una superficie di 740 m²

- Box e wc: 1,53 €/m²
- Recinzioni: 0,36 €/m²
- Gru: 21,53 €/m²
- Ponteggio: 71,38 €/m²
- Passerelle: 17,73 €/m²

Il civico 20 delle Torri Via Russoli ha una superficie di 3.765 m²

- Box e wc: 0,92 €/m²
- Recinzioni: 0,66 €/m²
- Gru: 3,63 €/m²
- Ponteggio: 10,01 €/m²
- Passerelle: 2,68 €/m²

Dai dati ricavati, espressi in €/m², si può notare come tutte le voci, ad eccezione delle recinzioni, nel secondo caso siano più basse. Questo è giustificato dalla conformazione e sviluppo del cantiere. Questi dati confermano a livello economico ciò che è stato descritto e analizzato nei capitoli precedenti. La maggiore dimensione del cantiere e l'iterazione delle operazioni determinano un'economia media dei costi

La presenza di minor operai contemporaneamente diminuisce il numero di box e di wc. Le recinzioni nel secondo caso sono maggiori perché, essendo un sito di passaggio, è fondamentale delimitarne l'accesso per questioni di sicurezza. Per quanto riguarda le gru, i ponteggi e le passerelle le cifre più basse nel secondo caso sono giustificate dall'utilizzo delle gru solo per i pannelli prefabbricati ricoprendo con due gru una superficie molto elevata rispetto al primocaso; mentre per ponteggi e passerelle nelle Torri di Via Russoli vengono costruiti solo nei quattro vertici delle torri e in prossimità delle logge al contrario del Condominio 291 dove circondano l'intero edificio.

09.

Esperienza degli inquilini

9.1. Condominio Settembre 291

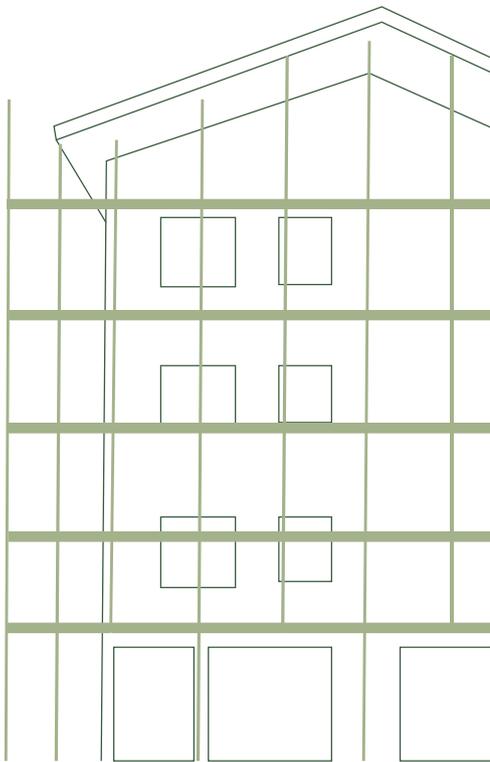
9.2. Torri Via Russoli

9.3. Confronto

In questo capitolo verrà analizzata l'esperienza degli inquilini, i quali hanno vissuto circondati, in parte o completamente dal cantiere, attraverso l'utilizzo di un questionario per poter avere dei dati confrontabili tra loro.

9.1.

Condominio Settembre 291



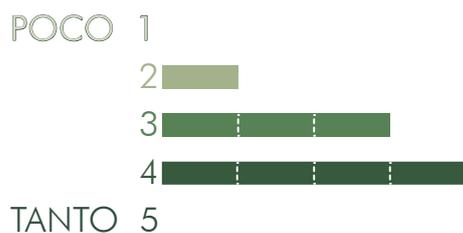
È stata svolta un'indagine attraverso un questionario anonimo³⁵ rivolto agli inquilini per valutare qualitativamente la loro esperienza di vita nel periodo di cantierizzazione del progetto.

Le risposte sono in base ad una scala lineare di importanza da 1 a 5 dove l'1 rappresenta il "poco" o "nessuno" e il 5 "tanto" o tutto".

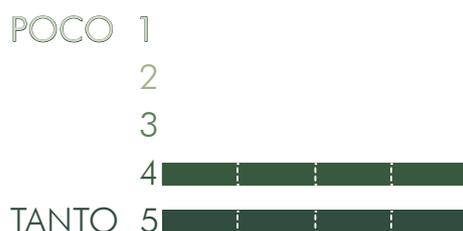
Le risposte sono state otto con una percentuale stimata di partecipazione del 67%, per una durata di 15 giorni.



Durante il cantiere, era comodo l'accesso al palazzo?



Durante il cantiere, da dentro casa quanto percepivi la sua presenza?



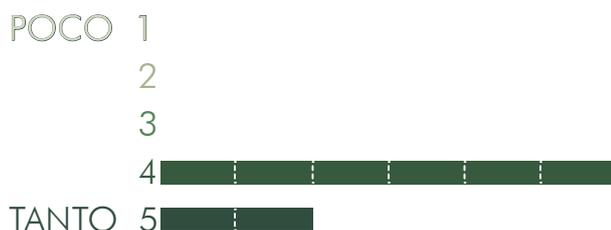
³⁵ Allegato N. Condominio Settembre 291



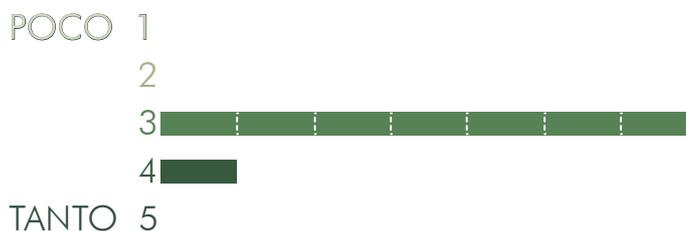
Durante il cantiere,
da quante finestre vedevi i ponteggi?



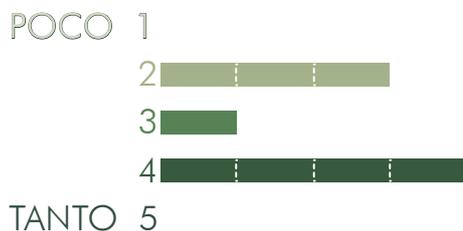
Durante il cantiere,
ti sei sentito/a al sicuro?



Durante il cantiere,
quanto rumore hai percepito?



Durante il cantiere,
quanta sporcizia hai visto?



Dal questionario è possibile, quindi, percepire l'esperienza degli inquilini nella fase di cantierizzazione del progetto. L'accesso al palazzo è risultato mediamente comodo, nonostante la necessità di attraversare il cantiere per poter raggiungere l'ingresso principale, sicuramente la possibilità di mantenere agibili gli accessi dei garage ha favorito una risposta positiva. Nonostante ciò dall'interno delle abitazioni era sentita molto forte la

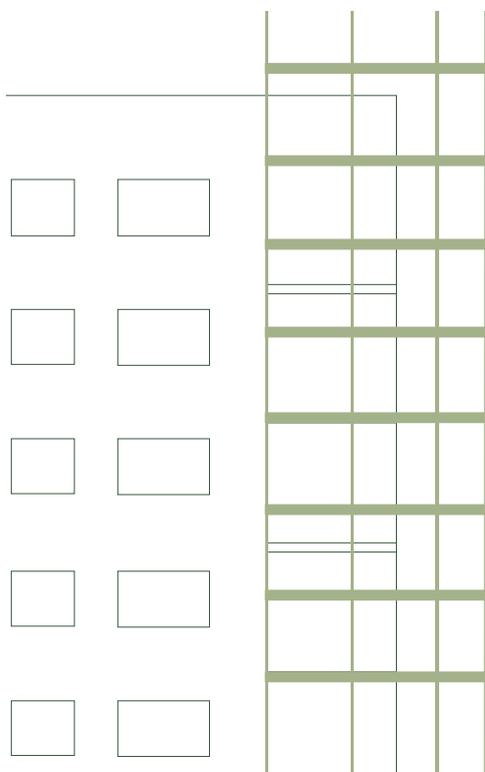
presenza di un cantiere esterno. Questo si evince anche dalla risposta unanime per tutti i partecipanti al sondaggio per quanto riguarda la quantità di finestre da cui si vedeva il ponteggio che erano tutte. La sicurezza percepita, però non è stata condizionata da questi aspetti, dato il contesto in cui si trova l'edificio, di tipo residenziale, lontano da centri affollati ha favorito questa sensazione. Il rumore, invece, è stato percepito come mediamente alto, questo a causa delle lavorazioni svolte prevalentemente in situ, con le conseguenti operazioni di rifinitura e taglio di molti elementi, come listelli e profilati della facciata ventilata, oltre ad operazioni di installazione e fissaggio delle strutture per reggere il nuovo cappotto, tutto questo svolto accanto alle abitazioni. Un'altra conseguenza di queste lavorazioni in situ, come espresso dalle risposte è il livello di pulizia medio alto, la mancanza di un ambiente protetto apposta per certe lavorazioni, solitamente all'aperto o direttamente su ponteggi, provoca inevitabilmente la disperisione di rifiuti nell'ambiente circostante come in [Figura 49](#).



Figura 49. Zona di lavorazione.
Fonte: Ricehouse scattata in data 25.01.2023

9.2.

Torri Via Russoli



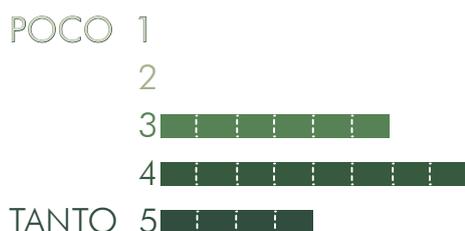
È stata svolta un'indagine attraverso un questionario anonimo³⁶ rivolto agli inquilini per valutare qualitativamente la loro esperienza di vita nel periodo di cantierizzazione del progetto.

Le risposte sono in base ad una scala lineare di importanza da 1 a 5 dove l'1 rappresenta il "poco" o "nessuno" e il 5 "tanto" o tutto".

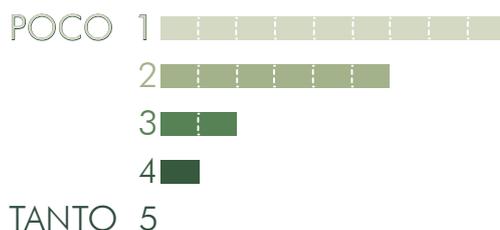
Le risposte sono state 18 con una percentuale stimata di partecipazione del 45%.



Durante il cantiere,
era comodo l'accesso al palazzo?



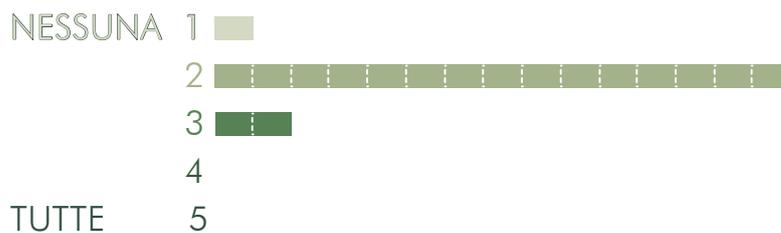
Durante il cantiere,
da dentro casa quanto percepivi la sua presenza?



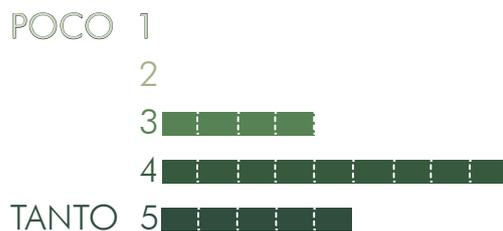
³⁶ Allegato O. Torri Via Russoli



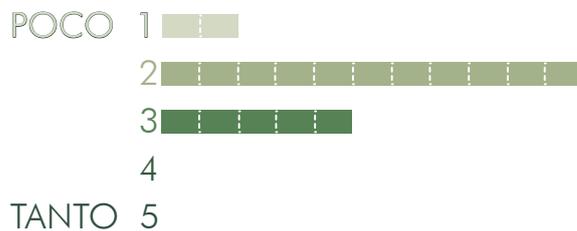
Durante il cantiere,
da quante finestre vedevi i ponteggi?



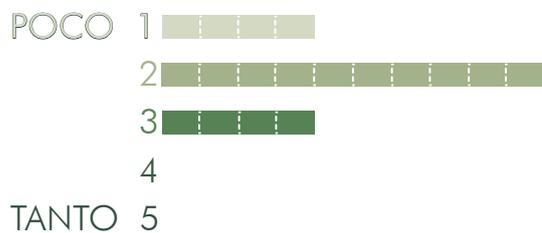
Durante il cantiere,
ti sei sentito/a al sicuro?



Durante il cantiere,
quanto rumore hai percepito?



Durante il cantiere,
quanta sporcizia hai visto?



Come nel caso precedente, anche qui è possibile trarre diverse conclusioni dall'esperienza degli inquilini. Innanzitutto l'accesso al cantiere, nonostante le barriere e passaggi obbligati per ragioni di sicurezza come evidenziato nel capitolo 07, è risultato prevalentemente comodo, grazie alle diverse accortezze come lasciare accessibile il piano interrato dei garage che offre un accesso diretto all'edificio. In secondo luogo la presenza del cantiere non è stata avvertita molto, con una percezione molto bassa. Questo è giustificato anche dal fatto che erano molto poche le finestre da cui si potevano vedere i ponteggi, infatti questi andavano a ricoprire gli angoli delle torri e le logge del corridoio centrale comune. Infatti il livello di sicurezza percepito, pur trovandoci in una zona di Milano di passaggio e frequentata da molte persone, è stato mediamente alto. La quantità di rumore è stata indicata come mediamente bassa, questo grazie alle lavorazioni avvenute ex situ, solo il fissaggio dei supporti alla parete esistente e la seguente imbullonatura delle facciate prefabbricate può aver generato del rumore. Le lavorazioni avvenute principalmente al di fuori del cantiere, all'interno di aziende, ha favorito anche la pulizia della zona, difatti gli inquilini hanno visto mediamente poca sporcizia come evidente in [Figura 50](#).

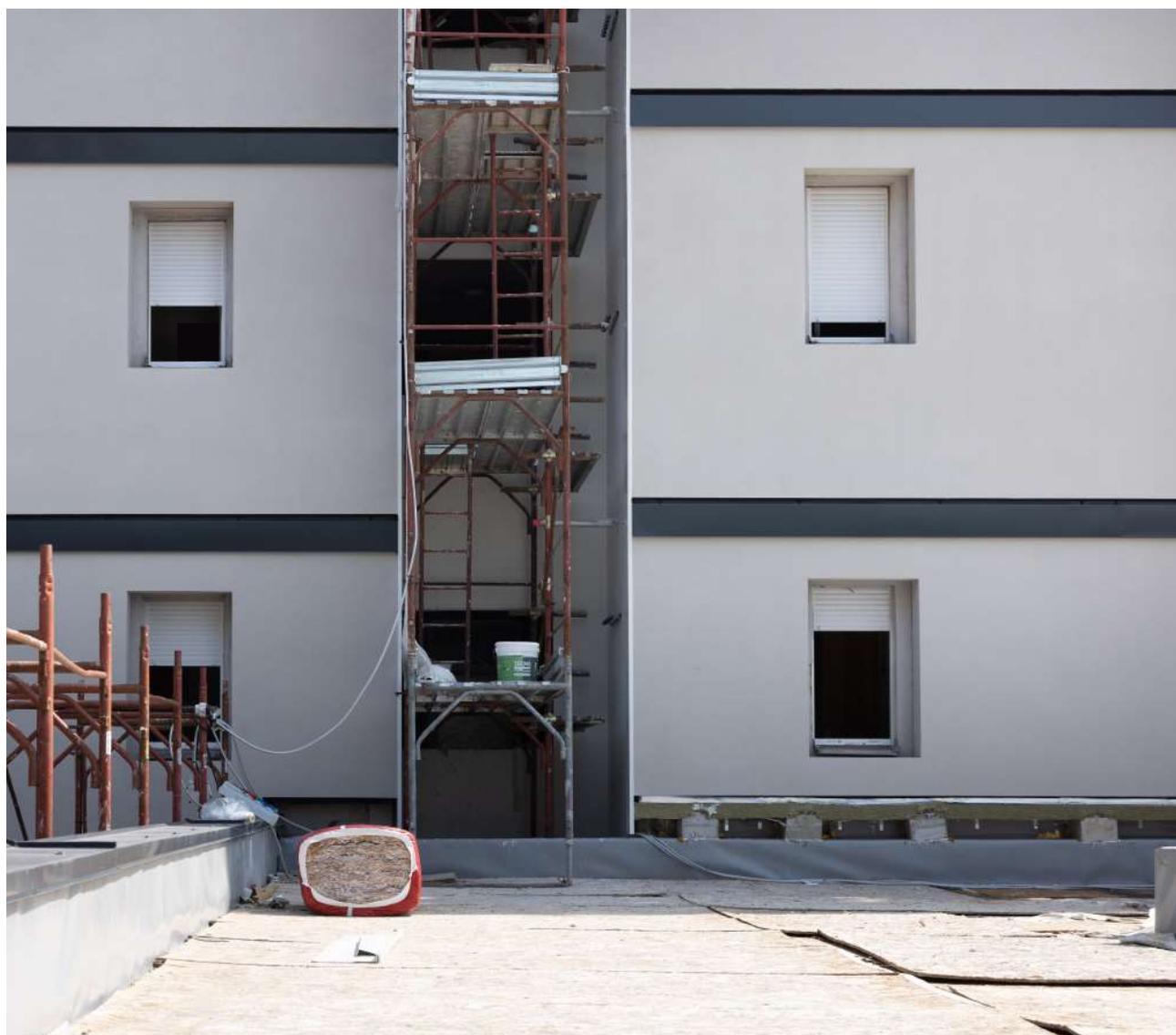


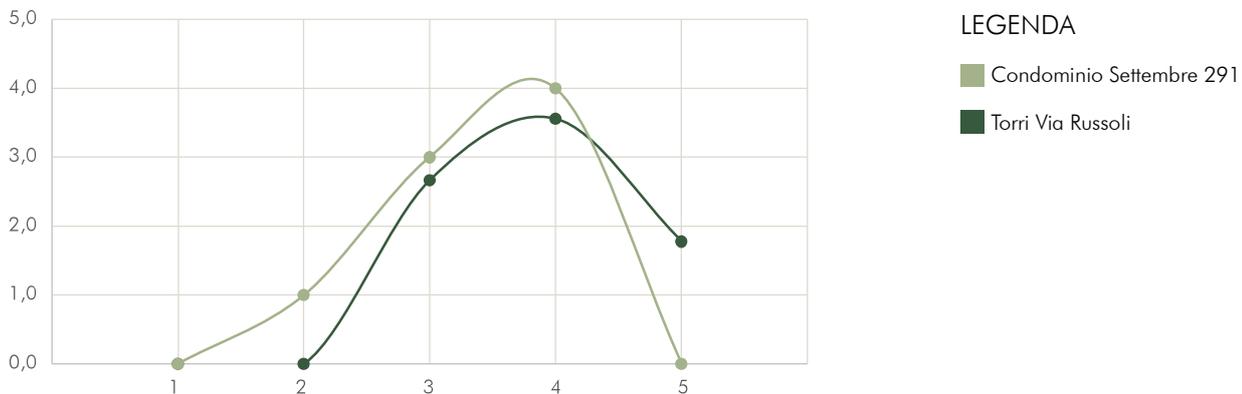
Figura 50. Cantiere.
Fonte: Ricehouse scattata a Luglio 2023

9.3.

Considerazioni

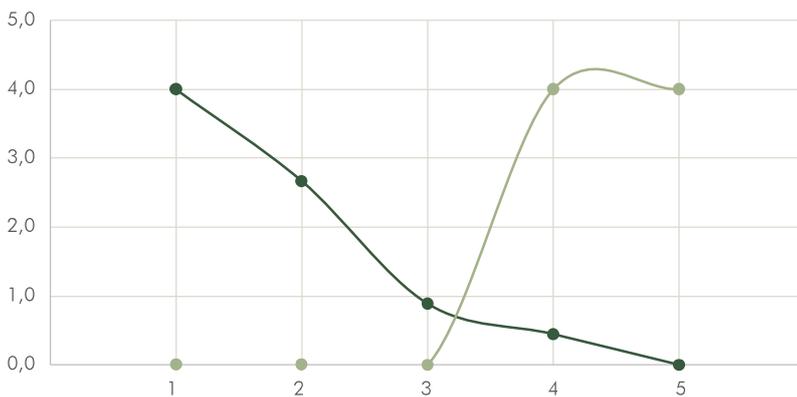
Per mettere a confronto i dati estrapolati dai due questionari sono rappresentati secondo due dispersioni numeriche a linee curve, per poter confrontare i dati sono state fatte delle proporzioni numeriche, visto che nel secondo caso studio ci sono state più risposte al questionario dato il numero maggiore di inquilini.

Comodità accesso

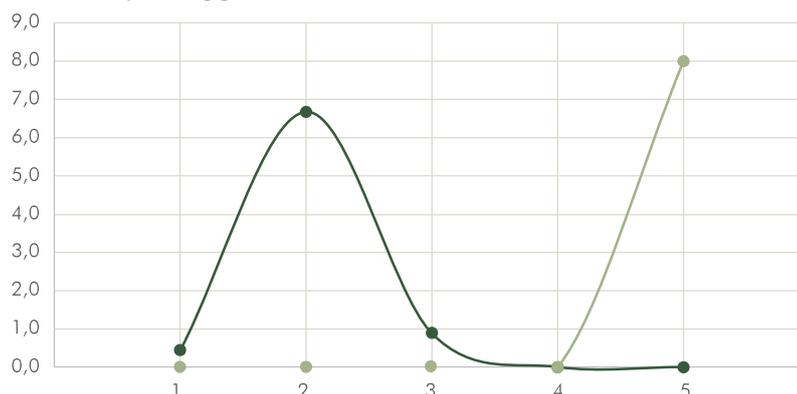


Dalle curve nel grafico realizzato si può notare come in entrambi i casi studio gli inquilini hanno percepito mediamente alta la comodità di accesso agli stabili, nonostante passerelle e passaggi guidati.

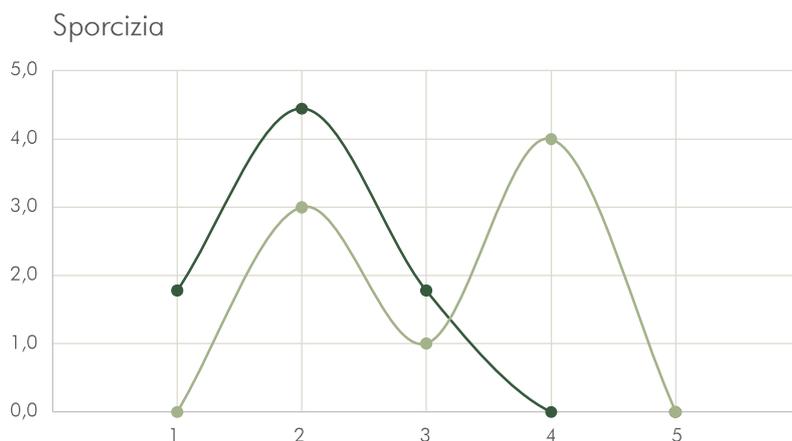
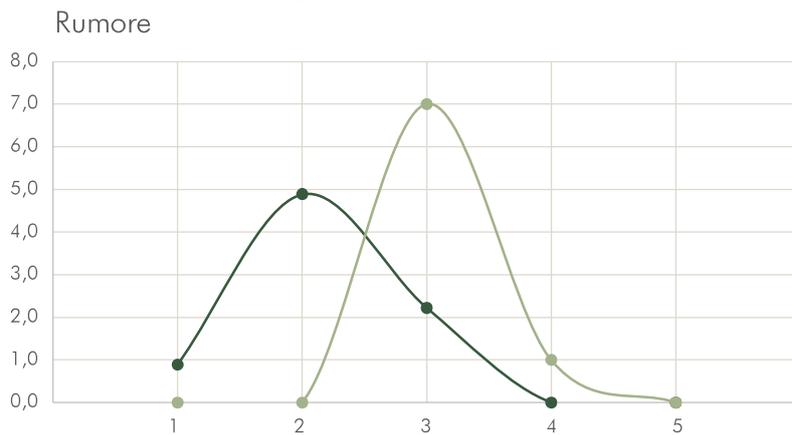
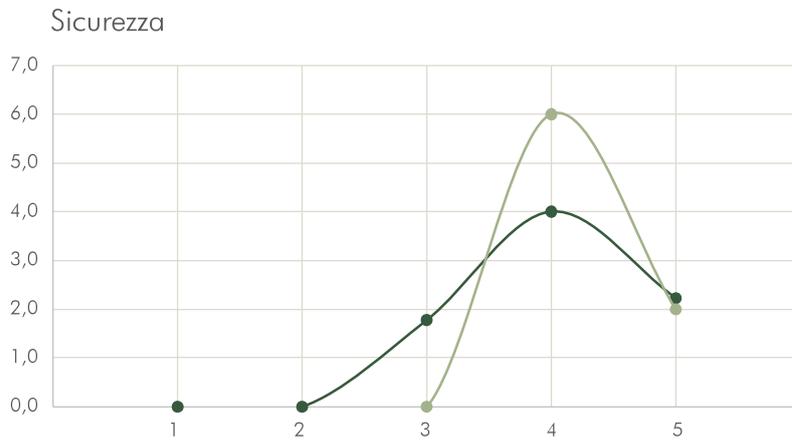
Percezione cantiere



Vista ponteggi



Per quanto riguarda la percezione del cantiere e la vista dei ponteggi, questi due grafici, come si può notare sono collegati. Difatti nel Consominio Settembre 291 dove i ponteggi ricoprono tutte le superfici esterne oltre alla vista diretta anche la percezione di vivere in un cantiere è molto elevata, al contrario nella Torre di Via Russoli questo non avviene, con una vista dei ponteggi molto bassa come la stessa percezione del cantiere.



Come per la percezione del cantiere dove le esperienze sono molto diverse tra i due casi studio, per quanto riguarda sicurezza, rumore e sporcizia i risultati sono abbastanza diversificati. In particolare per quanto riguarda la sicurezza in entrambi i casi gli inquilini hanno avuto una risposta medio alta. Per il rumore dovuto alle diverse lavorazioni nel primo caso studio, dove le lavorazioni avvenivano tutte in cantiere, la risposta è stata medio alta, mentre nel secondo caso studio medio bassa, poiché sono state poche le lavorazioni in situ, ma comunque sono state necessarie operazioni di tassellamento per predisporre gli ancoraggi delle pareti prefabbricate. Infine i livelli di sporcizia nel Condominio Settembre 291 oscillano tra mediamente basso e mediamente alto a causa del taglio e rifinitura in situ, mentre nelle Torri Via Rssoli sono più bassi grazie alle lavorazioni prevalentemente ex situ.

10.

Conclusioni

Il lavoro di studio presente in questa tesi ha come scopo l'analisi comparativa tra due progetti di riqualificazione energetica portati avanti dall'azienda Ricehouse e accessibili grazie ai finanziamenti nazionali e comunitari, quali superbonus (articolo 119 del decreto-legge n. 34/2020), sismabonus (articolo 16 del decreto-legge n. 63/2013) ed ecobonus (articolo 14 del decreto-legge n. 63/2013).

Dopo aver indagato le cause che hanno portato alla necessità di introdurre queste soluzioni per venire in contro all'emergenza del cambiamento climatico, sono state studiate quelle operazioni di mitigazione, adattamento e resilienza che ormai i nuovi progetti devono considerare per instaurare un rapporto con l'ambiente costruito.

Per poter apprendere al meglio i due progetti è stata presentata l'azienda, Ricehouse, il loro metodo di lavoro e la scelta del riso, e del mondo attorno ad esso, come elemento di punta su cui portare avanti delle scelte per un'edilizia sostenibile. Sono stati poi riportati i materiali da loro prodotti ed infine le schede tecniche e di utilizzo dei materiali usati nei due progetti.

Dopo un'introduzione dei casi studio per evidenziare il contesto ed eventuali vincoli presenti, si entra nella parte di analisi di questo lavoro.

Partendo dalla fase di progettazione si può già evidenziare come il primo caso studio abbia un livello di dettaglio più approfondito, infatti è stato progettato principalmente attraverso software CAD, che pur essendo dei tecnografi digitali, hanno il vantaggio di poter realizzare dei dettagli su misura più facilmente, ma lo svantaggio di prolungare le tempistiche di progettazione, oltre che uno scambio più macchinoso degli elaborati tra le diverse professionalità. Al contrario il secondo caso studio è stato progettato già dal principio attraverso software BIM, questo può portare ad una progettazione meno diversificata preferenziando componenti a medio-alta prefabbricazione che in questo esempio si adatta alla richiesta da soddisfare. Essendo l'intervento realizzato da più moduli dello stesso pacchetto di isolamento esterno, questo non ha comportato la progettazione di ogni m² delle torri ma ha permesso un lavoro per blocchi, con un livello di differenziazione minore ma con un'alta efficienza nelle tempistiche di progettazione per questo e per i futuri progetti simili.

Nel capitolo inerente al cronoprogramma, già dal Diagramma di Gantt è evidente come le tempistiche nelle due fasi di cantiere siano molto sbilanciate, ma nel confronto diretto espresso in m²/gg è ancora più evidente come il cantiere delle Torri di Via Russoli sia molto più veloce. Questo è dovuto sicuramente alla fase di progettazione dove già era prevista una produzione dei pacchetti facciata ex situ, che comporta l'arrivo delle pareti prefabbricate e il montaggio direttamente in giornata o nei giorni successivi. Al contrario le tempistiche riguardo il Condominio Settembre 291 presentano il classico svolgimento dei lavori in cantiere con il susseguirsi delle lavorazioni fase per fase per costruire le facciate in situ.

Questa diversificazione di costruzione, come evidenziato nel capitolo 07., ha un effetto anche sulle sovrapposizioni dei lavori stessi e quindi sulla sicurezza degli addetti ai lavori. Nel primo caso studio sono numerosi gli operai che devono contemporaneamente lavorare uno accanto all'altro all'interno del cantiere per svolgere operazioni differenti, questo non

solo nei ponteggi ma anche nel taglio, rifinitura e trasporto di tutti gli elementi necessari. Questa differente metodologia di costruzione si riflette anche nel computo metrico estimativo, precisando che sono state analizzate solo le voci che riguardano la fase di cantiere, si nota la netta differenza di costi che hanno i due cantieri. Per un confronto sono stati divisi i costi al m² così da avere dei dati equiparabili nonostante le metrature differenti. Questa sostanziale differenza è sempre data dall'esigenza, nel Condominio Settembre 291, di ricoprire con ponteggi tutto il perimetro dell'edificio, mentre nelle Torri di Via Russoli sono stati usati solo nei quattro angoli degli edifici e nelle logge dei balconi.

Per comprendere al meglio anche l'esperienza dei condomini e le eventuali problematiche ho redatto e invitato a compilare un questionario anonimo con domande basilari per indagare le differenze sostanziali che hanno questi due cantieri e per capire meglio se le analisi da me condotte, sotto il punto di vista progettuale, avessero un effettivo riscontro da parte della percezione delle persone che vivono quotidianamente quei luoghi o se le differenze non sono effettivamente così rilevanti. Così è stato, infatti i dati raccolti testimoniano come nel primo caso studio la presenza del cantiere è molto più sentita rispetto al secondo caso studio dove sono al massimo due le aperture da cui si vede il cantiere. Inoltre anche i livelli di rumore e sporcizia sono diversificati tra i due casi con un livello minore di entrambi nel secondo caso.

Nella tabella vengono evidenziate e messe a confronto alcune delle caratteristiche principali scaturite dai capitoli precedenti.

	Condominio Settembre 291	Torri Via Russoli
Progettazione	Maggior controllo del livello di dettaglio e differenziazione dei diversi elementi su misura.	Realizzazione di elementi modulari, con poca diversificazione ma maggior controllo delle stratigrafie.
Cronoprogramma	Avanzamento nelle lavorazioni di 9,25 m ² /giorno.	Avanzamento nelle lavorazioni di 117,65 m ² /giorno.
Sicurezza e coordinamento	Diverse fasi di lavorazione sovrapposte che necessitano di maggior coordinamento tra i diversi attori e aumentano i rischi per la sicurezza in cantiere.	Fasi di lavorazione che si sovrappongono, ma parallele tra loro, senza compromettere gli altri interventi.
Computo metrico	Costi per i materiali che compongono il cantiere elevati poiché, gli operai lavorando in situ hanno bisogno di adeguate strutture, i ponteggi con passerelle circondano interamente l'edificio, e la gru serve i 740 m ² di superficie di intervento.	Costi per i materiali necessari al cantiere più bassi poiché gli operai lavorando ex situ non necessitano di molte strutture, ponteggi e passerelle ricoprono solo i vertici dell'edificio e bastano due gru a servire i 3.765 m ² di intervento.
Esperienza degli inquilini	Accesso comodo Alta percezione del cantiere Visibilità dei ponteggi da tutte le aperture Alta sicurezza Mediamente alto il rumore percepito Medio alta presenza di sporcizia/rifiuti	Accesso comodo Bassa percezione del cantiere Visibilità dei ponteggi da poche aperture Alta sicurezza Mediamente basso il rumore percepito Bassa presenza di sporcizia/rifiuti

In conclusione a questo lavoro va sottolineato come lo scopo di questa tesi non sia decretare il progetto migliore, ma ma approfondire alcune tematiche legate alla cantierizzazione. Le aziende stanno iniziando a considerare questo aspetto soprattutto dal Covid-19, come riporta la rivista We Build value³⁷ dell'omonimo gruppo, sono stati ripensati e attuati nuovi investimenti per la ricerca e sviluppo nell'ambito della sostenibilità. Infatti per valutare il progresso verso obiettivi sostenibili, il gruppo ha presentato un modello denominato 5P dove "P" sta per pianeta, persone, partenariato, progresso e prosperità. Il loro obiettivo principale è quello di ridurre l'impatto ambientale, promuovendo la resilienza alle variazioni climatiche attraverso la diminuzione continua dei consumi energetici e il riciclo di materiali e rifiuti. Per quanto riguarda le persone, il notevole calo degli incidenti sul lavoro testimonia l'impegno verso l'inclusione e la sicurezza. Altre aziende italiane hanno iniziato a focalizzarsi su questo settore, è il caso dell' AIS associazione infrastrutture sostenibili che, come riportato nel loro position paper del 2022:

*La sostenibilità di un'infrastruttura dipende da tanti fattori. Innanzitutto da una corretta e condivisa pianificazione, il che facilita l'iter procedurale, riduce i conflitti e quindi garantisce il rispetto dei tempi preventivati. Poi da una progettazione di qualità che preveda, in coerenza con il quadro normativo e di indirizzo definito dalle Linee Guida per il PFTE, una relazione di sostenibilità attenta agli indicatori e in applicazione del quadro regolatorio comunitario, ad iniziare dalla "tassonomia" e nel rispetto dei principi del DNSH. Sono questi i riferimenti ai quali guardare per favorire un processo virtuoso di sostenibilità. Ed è in questo ambito che, attraverso la stretta interazione tra progetto e cantiere, è possibile raggiungere gli obiettivi indicati dalla Commissione europea. La creazione di un cantiere sostenibile trova, infatti, la sua ragion d'essere nella fase progettuale, nella quale vengono poste le basi affinché siano identificati e sviluppati tutti gli elementi di sostenibilità che caratterizzano l'opera infrastrutturale.*³⁸

È quindi possibile progettare apposta pensando già alla fase di cantiere, così da migliorare tempistiche, condizioni lavorative, costi e la vita dei condomini.

Le procedure di razionalizzazione del cantiere possono e dovrebbero diventare la base di partenza di ogni progetto per una migliore sostenibilità ed efficienza di tutto il processo.

³⁷ <https://www.webuildvalue.com/it/megatrend/innovazione-cantieri-webuild.html>

³⁸ Allegato_P_PP5 Cantiere sostenibile

Riferimenti

BIBLIOGRAFIA

- IPCC, 2023: Sections. In: Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, H. Lee and J. Romero (eds.)].
- UNFCCC, 1992. United Nations Framework Convention on Climate Change.
- United Nations Environment Programme (2022). 2022 Global Status Report for Buildings and Construction: Towards a Zero-emission, Efficient and Resilient Buildings and Construction Sector. Nairobi.
- Castellari S., Venturini S., Ballarin Denti A., Bigano A., Bindi M., Bosello F., Carrera L., Chiriaco M.V., Danovaro R., Desiato F., Filpa A., Gatto M., Gaudio D., Giovanardi O., Giupponi C., Gualdi S., Guzzetti F., Lapi M., Luise A., Marino G., Mysiak J., Montanari A., Ricchiuti A., Rudari R., Sabbioni C., Sciortino M., Sinisi L., Valentini R., Viaroli P., Vurro M., Zavatarelli M. (a cura di.) (2014). Rapporto sullo stato delle conoscenze scientifiche su impatti, vulnerabilità ed adattamento ai cambiamenti climatici in Italia. Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, Roma.
- Giordano R., I prodotti per l'edilizia sostenibile, Napoli, Esselibri S.p.a, 2010.
- Lo Turco, Massimiliano. Il BIM e la rappresentazione infografica nel processo edilizio : dieci anni di ricerche e applicazioni = BIM and infographic representation in the construction process: a decade of research and applications. Ariccia (RM): Aracne, 2015.

SITOGRAFIA

- <https://climadat.isprambiente.it/glossario>
- <https://www.ricehouse.it>
- <https://www.treccani.it/enciclopedia/riso>
- <https://www.riso.ch/pagine/tutto-riso/lavorazione>
- <https://www.enterisi.it>
- <https://www.politicheagricole.it>
- <https://www.energiaenergetica.enea.it>
- <https://gpp.mite.gov.it/CAM-vigenti>
- <https://www.comune.galbiate.lc.it>
- <https://www.pgt.comune.milano.it>
- <https://www.gazzettaufficiale.it/eli/id/2008/04/30/008G0104/sg>
- <https://www.gazzettaufficiale.it/eli/id/2016/04/19/16G00062/sg>
- <https://www.gazzettaufficiale.it/dettaglio/codici/contrattiPubblici>
- <https://www.acca.it/software-contabilita-lavori>
- <https://www.webuildvalue.com/it/megatrend/innovazione-cantieri-webuild.html>

ALLEGATI

- Allegato_A_IPCC_AR6_SYR_LongerReport
- Allegato_B_St1bis-2023_15916_2829
- Allegato_C_FAO Rice Market Monitor (RMM), April 2018
- Allegato_D_Certificazioni RHL
- Allegato_E_Certificazioni RH50
- Allegato_F_Certificazioni RH110
- Allegato_G_Certificazioni RH210
- Allegato_H_Certificazioni RH220
- Allegato_I_Applicazioni CAD
- Allegato_J_Applicazioni BIM
- Allegato_K_Piano di Sicurezza e Coordinamento
- Allegato_L_Computo metrico estimativo Condominio Settembre 291 civico 2C
- Allegato_M_Computo metrico estimativo Torri Via Russoli civico 20
- Allegato_N_Questionario Condominio Settembre 291
- Allegato_O_Questionario Torri Via Russoli
- Allegato_P_PP5 Cantiere sostenibile



Per visualizzare gli allegati inquadrare il QR Code

Ringraziamenti

In ultimo ci terrei a ringraziare tutte le persone che mi sono state accanto e anche quelle che ho solo incrociato durante questo percorso universitario, da cui ho tratto esperienze sia positive che negative che mi hanno fatto crescere.

Innanzitutto un enorme grazie lo devo alla mia famiglia, mia mamma, mio papà e mia sorella che mi hanno sempre spronato a credere in me stessa e spinto a fare ciò che mi appassiona veramente nonostante le difficoltà.

Ringrazio con tutto il cuore Giuliano che mi ha sopportato e supportato in questi anni di studi condividendo gioie, ansie, traguardi e frustrazioni cercando sempre di farmi pensare con un po' più di leggerezza.

Ringrazio i miei compagni di corso, con cui ho passato serate e nottate a progettare e con cui ho condiviso tante e gioie e anche alcuni dolori. I miei amici che mi hanno regalato momenti di spensieratezza, ma che hanno saputo anche ascoltarmi in quelli di difficoltà, in particolare grazie Rachele per esserci sempre stata, anche se spesso lontane, dalla confusione sulla scelta dell'università fino ad oggi.

In ultimo ci terrei a ringraziare Tiziana, Alessio e tutto il team di Ricehouse, con cui ho trascorso questo ultimo anno, per avermi accolta e insegnato molto non solo sul mondo del lavoro, ma anche a livello umano.

