

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

CORSO DI LAUREA MAGISTRALE
A CICLO UNICO IN ARCHITETTURA

FAIR block

Flexible.Adaptive.Interfunctional.Rethinkable block for tomorrow living.
A pilot in Bolognina neighbourhood

Tesi in
Architettura Sostenibile

Relatore
Jacopo Gaspari

Presentata da
Xhorxhina Metohu
Francesco Polidori

Correlatori
Ernesto Antonini
Kristian Fabbri

Anno Accademico
2019/2020

INDICE:

ABSTRACT

1_HOUSING FOR TOMORROW

1.1 Contesto sociale, economico ed ambientale in UE e in Italia

1.2 Evoluzione dei modelli abitativi sociali

1.3 Flessibilità tipologica e funzionale

2_BOLOGNA

2.1 Il quartiere Bolognina

2.2 Evoluzione del quartiere Bolognina

2.3 Multiculturalità

3_ STRATEGIE DI INTERVENTO

3.1 Scelte progettuali

3.1.1 L'isolato e la corte

3.1.2 Ipotesi di configurazione volumetrica

3.1.3 Programma funzionale

3.1.4 Alloggio

3.1.5 Trattamento delle superfici orizzontali esterne

3.1.6 Analisi microclimatiche

3.2 Configurazione strutturale

3.2.1 Il sistema a pannelli di X-LAM

3.2.2 Il sistema a elementi in cls prefabbricato

3.2.3 La copertura verde

3.3 Sostenibilità ed efficienza

3.3.1 Componenti tecnologiche

3.3.2 Scelte tecnologiche impiantistiche

3.3.3 Modellazioni energetiche

3.4_Facciata adattiva

3.4.1 Scelta della tipologia di facciata adattiva

3.4.2 Progettazione e modellazione dell'attuatore

3.4.3 Simulazione degli effetti del sistema di schermatura dinamico

3.4.4 Valutazione e discussione dei risultati

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

RINGRAZIAMENTI

ALLEGATI

ABSTRACT

La tesi si occupa della progettazione di un edificio di nuova costruzione a uso misto, abitativo e commerciale a Bologna, nel quartiere Bolognina, nell'area di espansione a Nord della stazione ferroviaria.

Il nuovo edificio mira a introdurre un'offerta abitativa di primo accesso a profili di utenza di giovane età e con reddito limitato quale alternativa al consistente parco di housing sociale già presente nella zona. Grazie alla sua flessibilità, la tipologia abitativa proposta è in grado di accogliere un'ampia gamma di utenza adattando gli spazi a una sua eventuale crescita nel tempo.

Il complesso si sviluppa in quattro corpi di fabbrica organizzati intorno a una corte coperta da un tetto giardino che evolve il modello insediativo originario in un sistema organizzato e funzionalmente definito. I corpi sud, est e ovest sono concepiti come elementi di protezione dall'impatto della infrastruttura ferroviaria e della prospiciente viabilità, in un sistema introvertito che trova nella corte coperta il suo centro di distribuzione e accesso alle funzioni commerciali disposte ai primi due livelli. Il volume nord, arretrato e di maggiore altezza è adibito a funzione abitativa che beneficia dell'accesso diretto alla copertura a verde, intesa come spazio comune di pertinenza.

Su tale volume è prevista l'adozione di una facciata adattiva attuata in maniera passiva, che modifica la sua permeabilità alla radiazione solare in ragione delle condizioni di esposizione al fine di garantire un'ottimizzazione delle condizioni di comfort degli alloggi tanto in regime estivo che invernale.

1_HOUSING FOR TOMORROW

1.1 Contesto sociale, economico ed ambientale in UE e in Italia

1.2 Evoluzione dei modelli abitativi sociali

1.3 Flessibilità tipologica e funzionale

1_HOUSING FOR TOMORROW

1.1 Il contesto sociale, economico ed ambientale in EU e in Italia

L'evoluzione del mercato del lavoro, delle dinamiche relazionali e familiari, la progressiva trasformazione della società contemporanea per effetto delle dinamiche migratorie e del contesto economico rappresentano alcuni rilevanti temi che alimentano la riflessione sulla possibile evoluzione dell'offerta abitativa del futuro. Un'offerta capace di intercettare nuovi bisogni – emersi con evidenza durante le restrizioni imposte dalla pandemia – legati non solo alla possibilità di svolgere parte della propria attività lavorativa nella propria abitazione, ma anche alla necessità di poter variare l'assetto degli spazi in relazione alle esigenze dei diversi utenti nell'arco della giornata. Nondimeno, emerge con una certa evidenza la necessità di garantire un'adeguata offerta abitativa a fasce di popolazione che per la prima volta e con mezzi limitati – per lo più dovuti a condizioni lavorative precarie o fortemente condizionate dalle condizioni del mercato – si accingono a lasciare il nucleo familiare di provenienza. Giovani coppie, nuove famiglie in formazione, famiglie in transito accomunate da una condizione di reddito non necessariamente debole, ma potenzialmente non regolare. Un eterogeneo insieme di profili che non rientra nella tipica fascia a cui è destinata l'offerta di housing sociale, ma in una fascia la cui capacità economica non ha ancora raggiunto un livello di stabilità e solidità per la quale è quantomai opportuna l'associazione al concetto di affordable housing. Esso è inteso come un'offerta abitativa di qualità ed economicamente accessibile che si distingue dal più ampio insieme dell'housing sociale nelle sue diverse forme che trovano varie declinazioni nei diversi contesti europei in relazione alle dinamiche storiche, sociali ed economiche che le hanno originate. In relazione a ciò è opportuno in particolare approfondire queste differenze in funzione del contesto sociale intorno a cui si concentrano si sviluppano i diversi modelli gestionali e operativi nei diversi Paesi europei.

Contesto sociale

Il concetto di Housing Sociale rappresenta un'evoluzione di quello di edilizia residenziale pubblica, ampliandone la portata al fine di includere anche l'offerta abitativa proveniente da parte di organizzazioni no profit.¹

Il settore del social housing presenta caratteristiche differenti nelle varie aree geografiche europee in cui ha avuto origine ed in cui si è sviluppato nel corso degli anni.²

Il Comitato Europeo per la promozione del diritto alla casa (CECODHAS³) definisce l'housing sociale come:

«l'insieme delle attività atte a fornire alloggi adeguati, attraverso regole certe di assegnazione, a famiglie che hanno difficoltà nel trovare un alloggio alle condizioni di mercato perché incapaci di ottenere credito o perché afflitte da problematiche particolari⁴».

1. In linea generale, il social housing comprende, tutti gli interventi destinati a integrare e correggere il mercato immobiliare, considerato l'alto costo degli immobili, degli affitti e dei vari servizi, a garantire la soddisfazione di tale diritto per tutta una serie di categorie a basso reddito.
2. In particolare, gli alloggi sociali sono esclusivamente assegnati ai cosiddetti gruppi svantaggiati della popolazione, costituiti da nuclei familiari a basso reddito, anziani in condizioni economiche svantaggiate, disabili e migranti.

Per quest'ultimi, occorre, in particolare, tener conto dell'operatività del principio di non discriminazione, che sconsiglia di prevedere tipologie di alloggi destinati ad essi in misura esclusiva o prevalente. Come pure, del resto, va tenuta in considerazione la tendenza generale da parte delle comunità ad aggregarsi su base etnica o nazionale.

Tale tendenza, infatti, se da un lato consente ai migranti di attingere ad un bacino di solidarietà interfamiliare, presenta, dall'altro, il rischio di una ghettizzazione.

A tale proposito, è bene specificare che tra i principali obiettivi da raggiungere attraverso le politiche attive del social housing, vi è proprio quello di costituire il cosiddetto "mix abitativo", in grado di generare a sua volta, un mix sociale che prevede l'aggregazione, attraverso la prossimità degli alloggi, di popolazioni socialmente ed economicamente eterogenee.

¹ Noviello, V., ISGI (a cura di), (2013) "Guida alle politiche, pratiche e iniziative di Housing Sociale - partecipare per integrarsi. Buone pratiche transizionali per azioni locali", p.5.

² Noviello, V., ISGI (a cura di), (2013) "Guida alle politiche, pratiche e iniziative di Housing Sociale - partecipare per integrarsi. Buone pratiche transizionali per azioni locali", p.6.

³ Cfr. Rapporto Cecodhas Housing Europe, 2012 Housing Europe Review, The nuts and bolts of European social housing systems, ed. Cecodhas Housing Europe's Observatory, Bruxelles, ottobre 2011.

⁴ Cfr. M. BREGLIA, Il social housing come modello di un welfare europeo, Intervento a Urbanpromo 2012.

L'attuale orientamento del welfare abitativo, infatti, si fonda su alcune strategie ad hoc che consistono nel "mescolare in un luogo originariamente deprivato, popolazioni di diversa posizione economica e robustezza sociale"⁵ allo scopo di:

1. risolvere la problematica della segregazione urbana, che comporta fenomeni di concentrazione su base territoriale di popolazioni appartenenti ad un determinato gruppo etnico o sociale;
2. favorire il processo di integrazione sociale tra gli individui.

Contesto economico⁶

Il principale obiettivo di questa forma di edilizia sociale è procurare abitazioni con un elevato standard qualitativo che non superi il 25 o 30% dello stipendio.

È possibile individuare alcune variabili-chiave per quanto riguarda la questione abitativa in Europa e sono caratterizzate da natura quantitative e qualitative, ovvero:

- a. La spesa nazionale per l'housing
- b. Lo stock immobiliare
- c. I sistemi di finanziamento

A. La spesa nazionale

Da un punto di vista quantitativo i Paesi europei possono essere divisi in quattro grandi categorie a seconda della quota di spesa sociale dedicata alla casa:

1. I Paesi con una spesa per l'edilizia sociale inferiore allo 0,5% della spesa sociale (Portogallo, Italia, Belgio e Austria)
2. I Paesi con una spesa tra lo 0,5 e l'1% (Lussemburgo e Spagna)
3. I Paesi con una spesa dal 1,1 al 2% (Finlandia, Paesi Bassi e Svezia)
4. I Paesi con una spesa superiore al 2% (Germania, Grecia, Danimarca, Francia, Irlanda e Regno Unito)

Ciò non significa, però, che l'attenzione per le politiche abitative sia la stessa. Occorre, infatti, prendere in considerazione anche i dati relativi allo stock di alloggi sociali (sul totale degli alloggi in affitto e su quello di nuova costruzione).

B. Lo stock immobiliare

Generalmente, lo stock abitativo sociale si misura nell'incidenza degli alloggi sociali in affitto sul totale dello stock abitativo.

⁵ Cfr. M. Olanzero, I. Ponzo, Mix abitativo e mix sociale. Una "soluzione" difficile, in SENZA WELFARE? Federalismo e diritti di cittadinanza nel modello mediterraneo, Napoli, 30 settembre – 2 ottobre 2010, Paper presentato alla Terza Conferenza annuale ESPAnet Italia 2010 Sessione: nr. 2B. V.

⁶ A. de Luca, L'Housing Sociale in Europa, pag. 3 - 10

Si possono individuare cinque gruppi di Paesi:

1. Percentuale che va dallo 0 al 1,9% (Grecia, Lettonia ed Estonia)
2. Dal 2 al 4,9% (Lussemburgo, Lituania, Bulgaria, Portogallo, Ungheria e Germania)
3. Dal 5 al 10,9% (Italia, Malta, Slovenia, Belgio, Irlanda e Polonia)
4. Dall' 11 al 18,9% (Finlandia, Francia, Repubblica Ceca, Regno Unito e Svezia)
5. Con una percentuale di alloggi sociali sul totale degli alloggi più alto del 19% (Danimarca, Austria e Paesi Bassi)

Gran parte dei Paesi dell'Europa Centrale e dell'Est presentano percentuali molto basse, ad eccezione della Repubblica Ceca e della Polonia con la motivazione che una grande quantità del patrimonio residenziale è rimasto in mani pubbliche anche dopo la transizione verso un'economia di mercato).

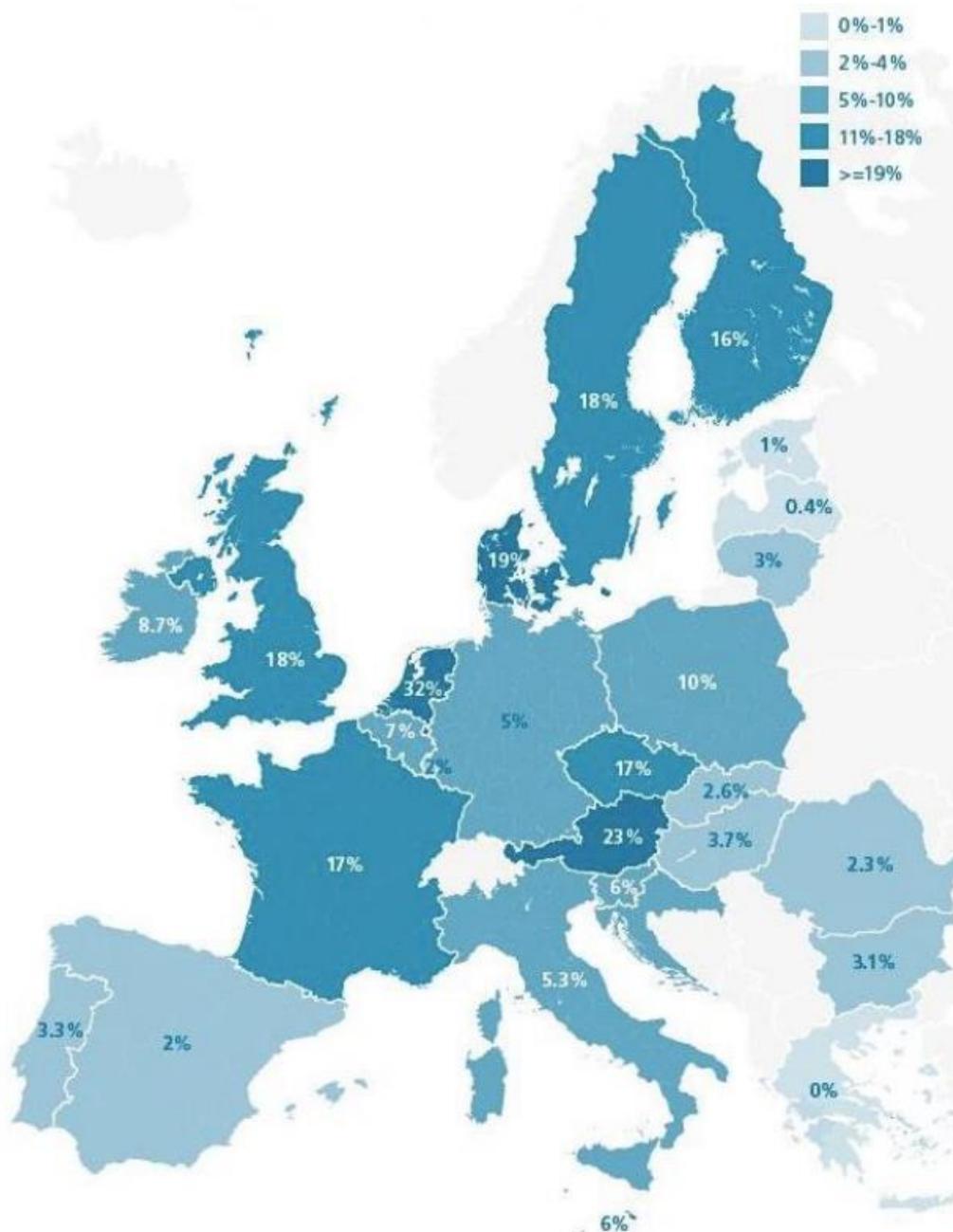


Figura 1. - La consistenza del patrimonio di alloggi sociali in affitto sul totale degli alloggi ⁷

⁷ A. de Luca, L'Housing Sociale in Europa, pag. 5

C. I sistemi di finanziamento

Gli interventi di edilizia sociale vengono finanziati tramite strumenti diversi, a volte combinati tra loro: prestiti e sussidi pubblici, prestiti bancari o i contributi degli inquilini.

Il finanziamento dei progetti di social housing può essere di competenza esclusiva dello Stato centrale, delle Regioni (o Province federali), delle Municipalità o, in alcuni casi, di più soggetti contemporaneamente. In alcuni Paesi, come la Svezia o i Paesi Bassi, non è previsto alcun sistema di finanziamento pubblico, in altri è invece l'unico tipo di finanziamento esistente, come nel caso di Bulgaria, Lettonia, Lituania e Romania, dove gli alloggi sociali sono solo di proprietà pubblica e finanziati dal budget municipale (o, in certi casi, da quello statale).

Il sostegno pubblico può avvenire attraverso sovvenzioni dirette o prestiti da parte di istituti di credito pubblici specializzati, mentre nel caso di prestiti da istituti di credito privati, l'attore pubblico può fungere da garante o finanziare il pagamento dei relativi interessi.

Le istituzioni pubbliche possono finanziare il social housing anche indirettamente, concedendo, per esempio, terreni a prezzi scontati (come avviene in Austria, Italia e Lussemburgo) o agevolazioni fiscali che riducano i costi di costruzione.

Anche il mercato finanziario privato può sostenere progetti di social housing. Si tratta di un'opzione abbastanza frequente negli ultimi tempi, sebbene la crisi finanziaria abbia dimostrato che, per garantire la sostenibilità e l'applicabilità di questo tipo di finanziamento, deve esserci qualche forma di intermediazione tra i fornitori e il mercato (per esempio, una struttura di collegamento supervisionata da autorità pubbliche) in grado di garantire e supportare gli investimenti.

Contesto di riferimento in Europa

Tra i principali Paesi europei, la Francia⁸ ha attuato nel corso del 2017 una riforma volta a ridurre la spesa pubblica per indennità di alloggio, che ammontavano a 40 miliardi. La prevista riduzione del bilancio pubblico ammonta a 800 milioni di euro nel 2018 e 2019 e 1,5 miliardi di euro nel 2020.

Come conseguenza della riforma, i fornitori hanno dovuto diminuire il prezzo d'affitto per le famiglie con reddito inferiore.

La diminuzione degli affitti degli alloggi sociali non è l'unico cambiamento determinato dalla legge finanziaria: il tasso dell'IVA sugli investimenti è stata aumentata per il 2018 e il 2019, gli affitti sono stati congelati al livello del 2018 e gli importi che i fornitori devono assicurare al fondo di garanzia per gli alloggi sociali sono stati aumentati.

Allo stesso tempo, lo Stato ha previsto nuove misure per sostenere gli investimenti principalmente da proprietari di immobili sociali, attraverso un aumento dell'ammontare dei prestiti disponibili dalla banca pubblica. Ci si aspetta anche che i fornitori di alloggi sociali dovrebbero risparmiare sulla gestione dei costi e aumentare le risorse incrementando il numero di vendite di abitazioni esistenti a 40.000 all'anno.

Inoltre, nel novembre 2018 è stata adottata una nuova legge sull'edilizia abitativa, l'urbanistica e la digitalizzazione (ELAN), che include diverse misure riguardanti l'edilizia sociale, ovvero quello di costruire meno case costose, migliorarne la qualità e incoraggiare il raggruppamento dei fornitori di alloggi.

La nuova legge si sforza di rispondere meglio alle esigenze degli inquilini e favorire l'edilizia sociale attraverso la locazione temporanea di appartamenti da affittare a giovani, obblighi meno rigorosi sulla percentuale vincolante di alloggi sociali in ciascuno comune in caso di vendita, misure per la rivitalizzazione dei centri urbani e la riqualificazione energetica e la produzione di 40.000 unità abitative sociali all'anno, per le famiglie più svantaggiate, come parte della strategia di "first housing" del governo. Infine, da gennaio 2020 le unità affittate a canoni "intermedi" non saranno più considerate servizi di interesse generale e dovranno essere gestite da Società create appositamente per questo scopo.

Allo stesso tempo ANCOLLS, l'organismo preposto al controllo di Stato sull'edilizia sociale, ha visto aumentare i propri poteri e sta operando una revisione delle regole di calcolo di compensazione per i servizi di interesse generale.

Nel 2018 in Germania⁹ sono state costruite circa 286.000 nuove abitazioni, con un aumento di 126.000 unità rispetto al 2010. Tuttavia, le nuove costruzioni effettive non soddisfano ancora il fabbisogno stimato di 360.000 nuove abitazioni all'anno.

Secondo uno studio dell'Associazione federale delle società tedesche di alloggi e proprietà immobiliari (GdW), 140.000 in più annualmente, sono richieste nuove abitazioni in affitto nelle aree urbane, di cui 80.000 appartamenti dovrebbero essere alloggi sociali e 60.000 alloggi a prezzi accessibili.

Basandosi solo su queste stime il 70% del fabbisogno di nuove abitazioni a prezzi accessibili viene raggiunto e soddisfatto dagli attuali livelli di offerta.

⁸ A. Pittini, AA.VV. J. Dijol, D. Turnbull, M. Whelan (2019) "The state of housing in the EU", pag 66

⁹ A. Pittini, AA.VV. J. Dijol, D. Turnbull, M. Whelan (2019) "The state of housing in the EU", pag 68

Inoltre, sebbene la fornitura di edilizia sociale è in continuo aumento negli ultimi anni, lo stock complessivo di alloggi sociali in Germania è ancora in calo, da 2.570.000 nel 2002 a circa 1.210.000 nel 2018.

Pertanto, con l'obiettivo di aumentare l'offerta di alloggi sociali, il governo ha cambiato la costituzione nell'aprile 2019, conferendo nuove competenze al governo federale. Quest'ultimo potrà concedere agli Stati federali stanziati, aiuti finanziari per l'edilizia popolare dal 2020 in poi.

Oltre agli sforzi per sostenere nuove forniture, di recente la politica abitativa in Germania ha mostrato un cambiamento significativo verso una più forte regolamentazione del prezzo degli affitti, inizialmente limitato a cinque anni, il governo ora prevede di estenderlo e rafforzarlo in quanto è fondamentale per l'aumento del canone di locazione.

In Spagna¹⁰, il governo nazionale istituisce il Piano Nazionale per la Casa, ogni 4 anni. Attualmente è in corso il Piano Nazionale per la Casa 2018-2021, con un investimento di 1.442.000.000 € in 4 anni.

Le principali misure strategiche dell'attuale Piano Nazionale per la Casa sono:

- Alloggi in affitto: miglioramento dell'indennità di alloggio per gli inquilini bisognosi (fino al 40% delle spese di locazione), supporto per persone a rischio di sfratto (a causa del mancato pagamento dell'affitto o prestiti) e, dal lato dell'offerta, promozione di privati e alloggi pubblici in affitto, in particolare affitti bassi per quelli con risorse limitate
- Riabilitazione degli edifici: sovvenzioni anche per la conservazione dell'edificio, l'efficienza energetica e l'accessibilità, rigenerazione e rinnovamento urbani e rurali, compresa l'eliminazione degli insediamenti informali
- Giovani: miglioramento delle indennità di affitto per le persone di età inferiore a 35 anni (+ 50% delle spese di locazione), sovvenzioni per giovani acquirenti di case in comuni con meno di 5.000 abitanti, al fine di rivitalizzare i villaggi più piccoli
- Anziani: promozione di alloggi per anziani e persone con disabilità, comprese strutture adeguate e servizi comuni, miglioramento delle indennità di affitto per le persone di età superiore ai 65 anni (fino al 50% delle spese di locazione)

Tuttavia, poiché la politica abitativa in Spagna è decentralizzata, dopo l'adozione del piano nazionale, ciascuna comunità deve firmare un accordo con il ministero delle infrastrutture, scegliere le linee strategiche che sono di principale interesse per la regione e stabilire l'importo del cofinanziamento.

Ad oggi, la maggior parte delle comunità autonome ha adottato piani abitativi regionali.

Per quanto riguarda ulteriori recenti misure a livello nazionale, il Decreto del 1 marzo 2019, che include misure concrete per promuovere alloggi in affitto come la mobilitazione di terreni pubblici per la costruzione di alloggi in affitto sociale a prezzi accessibili e accordi per la riduzione degli oneri amministrativi legati alle nuove costruzioni.

¹⁰ A. Pittini, AA.VV. J. Dijol, D. Turnbull, M. Whelan (2019) "The state of housing in the EU", pag 84

Nel Regno Unito¹¹, il governo ha delineato le sue ambizioni per il settore social dell'edilizia abitativa in un "Libro verde" nell'agosto 2018. Il documento descrive in dettaglio una serie di obiettivi intorno all'offerta (con un target di 300.000 nuove case ogni anno), responsabilizzando gli inquilini e mirando alla qualità e alla sicurezza degli alloggi sociali.

Per quanto riguarda l'offerta, il governo ha adottato un numero di iniziative politiche che includono l'aumento della somma di denaro che le autorità locali (LA) possono prendere in prestito per costruire nuove case, aumentando la disponibilità di finanziamenti da parte del governo centrale e la revisione delle regole sul reinvestimento di rendita da vendita di attuali unità abitative.

Mentre è aumentato il finanziamento per la fornitura di alloggi sociali, l'offerta è ancora inferiore alla domanda, infatti, la consegna di nuove costruzioni da parte delle autorità locali e delle associazioni edilizie ha visto solo un aumento molto modesto rispetto agli ultimi tre esercizi finanziari (dal 2015/16 al 2017/18) a poco più di 36.000 unità all'anno, rispetto a circa 33.000 unità nei tre anni precedenti. Le Housing Associations (HA) continuano ad essere il principale fornitore di nuove unità nel Regno Unito, con oltre il 90% del totale.

In termini di responsabilizzazione degli inquilini, per un maggiore controllo vengono richiesti i dati del proprietario, le prestazioni da rendere accessibile ai residenti e maggiore impegno con i fornitori di alloggi a prezzi accessibili.

In Italia¹², la competenza per la politica abitativa è stata trasferita alle Regioni e agli enti locali all'inizio degli anni '90, e il fondo centrale per l'edilizia residenziale pubblica (Fondo Gescal) è stato abolito.

Con il Primo Piano Nazionale per la Casa viene riconosciuto nel 2008 il ruolo sostanziale del capitale privato nel contribuire alla crescita dell'offerta di alloggi a prezzi accessibili che porta alla creazione di alloggi privati sociali ed economici in Italia e all'ingresso nel settore dei nuovi attori, in particolare il settore bancario dedicato alla fondazione e alla creazione di un nuovo finanziamento nazionale, la piattaforma SIF (Sistema Integrato dei Fondi), che mette in comune un fondo nazionale, FIA, risorse di Cassa Depositi e Prestiti, il Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti e altri investitori privati. Dovrebbero essere realizzati oltre 250 progetti all'interno del SIF sin dalla sua istituzione nel 2009, creando più di 18.500 unità abitative entro il 2020.

I promotori sono stati principalmente fondazioni, per prima la Fondazione Housing Sociale che svolge un ruolo importante nella gestione del SIF, e le cooperative, soprattutto cooperative affiliate a Legacoop Abitanti che si sono impegnati per la realizzazione di circa 3.000 unità.

Le cooperative hanno svolto un ruolo significativo nella fornitura di alloggi per la proprietà di una casa a prezzi accessibili. La nazionale federazione delle cooperative abitative oggi si riunisce complessivamente su 3000 cooperative con 329.680 soci.

Tuttavia, la situazione attuale vede ancora un ruolo molto più ampio del settore dell'edilizia popolare pubblica che con circa 700 migliaia di case in tutto il paese rispondono ai bisogni di una popolazione più vulnerabile e a basso reddito, selezionati dai Comuni attraverso un sistema di liste d'attesa.

In generale, il settore soffre di una grave carenza di finanziamenti, quindi di un basso livello di nuove forniture e problemi di manutenzione e gestione delle scorte.

¹¹ A. Pittini, AA.VV. J. Dijol, D. Turnbull, M. Whelan (2019) "The state of housing in the EU", pag. 88

¹² A. Pittini, AA.VV. J. Dijol, D. Turnbull, M. Whelan (2019) "The state of housing in the EU", pag. 74

Queste tendenze, combinate con una politica di svendita delle azioni pubbliche, produce una costante diminuzione delle dimensioni del settore.

Tuttavia, esistono ancora interessanti iniziative pubbliche.

Esempi recenti di iniziative locali includono la città di Bologna dove il comune ha approvato con un investimento di 61 milioni di euro, 1000 unità abitative nel 2019-2020 in collaborazione con l'agenzia immobiliare ACER.

La città di Udine, nel nord-est d'Italia, ha introdotto invece un significativo programma di riabilitazione degli alloggi pubblici di quartieri.

All'estremità opposta del paese, l'Agenzia regionale per le abitazioni in Calabria (ATERP) sta lavorando sulla riabilitazione delle case sfitte e sulla lotta all'occupazione abusiva.

Milano è stata la prima città nell'ospitare il fondo immobiliare istituito dalla Fondazione Housing Sociale nel 2004 e ad oggi ha la quota maggiore di alloggi sociali a prezzi accessibili costruiti con finanziamenti da SIF. Inoltre, Milano ha una quota significativa di alloggi di proprietà pubblica e la società pubblica ALER sta investendo nel recupero degli sfitti di alloggi e ha recentemente lanciato un nuovo programma che applica "affitto zero" ai residenti senior di oltre 70 anni.

Mentre secondo Eurostat solo il 4% della popolazione italiana ha accesso ad abitazioni con canone di locazione agevolato, quasi un terzo degli inquilini che pagano gli affitti a prezzi di mercato sono sovraccaricati dai costi degli alloggi.

La Commissione Europea sottolinea che ad oggi il sistema di alloggi sociali rimane molto limitato e colpito da finanziamenti limitati, dal difficile coordinamento tra i diversi livelli di governo e dalla mancanza di una visione strategica.

Sono necessari investimenti significativi per migliorare la qualità dell'efficienza energetica e l'aumento dell'offerta di pubblico alloggi.

Gli sforzi dovrebbero essere dedicati anche ad aumentare la mobilità dei residenti, affrontando il fenomeno degli abusi di occupazione e miglioramento della capacità di gestione delle società immobiliari. Ciò richiede un supporto più forte da parte del governo centrale.

Allo stesso tempo deve essere potenziato il coordinamento tra i diversi attori in campo, per superare l'attuale frammentazione e offerta insufficiente.

Lo scopo è di definire gli obiettivi e le pratiche comuni, costruire partenariati pubblici e privati e, in ultima analisi, garantire una combinazione finanziaria strategica con una soglia di entrate coerente per gli attori coinvolti.

1.2 Evoluzione dei modelli abitativi sociali

Storicamente l'housing sociale è nato in Europa nei primi anni del XX secolo grazie all'impulso del settore privato, principalmente istituzioni caritatevoli e aziende private che fornivano alloggi per i propri dipendenti, in risposta agli innumerevoli bisogni abitativi indotti dall'industrializzazione di massa e dalla grande urbanizzazione.

In seguito alla Seconda guerra mondiale, numerose Nazioni hanno ripreso tali iniziative private con l'obiettivo di espanderle ad una scala più ampia.

A partire dagli anni '90 del Novecento, in quasi tutti i paesi, i progetti di finanziamento implicano la collaborazione tra istituzioni, soggetti privati e soggetti non profit, con l'interesse di promuovere l'integrazione e la coesione sociale tra gli individui residenti sul territorio.

In particolare, prestiti bancari, sovvenzioni o prestiti pubblici, fondi propri di organismi di Social Housing privati e, in alcuni casi, gli apporti dei locatari.¹³

La situazione cambia dopo la Seconda guerra mondiale, ed è stata diversa nei Paesi dell'Europa orientale, periodo in cui l'Europa era ancora divisa dal punto di vista politico ed economico: le politiche abitative portarono alla realizzazione di edifici di proprietà pubblica di scarsa qualità, poco efficienti e non a prezzi agevolati.

Secondo quanto riportato dall'UNECE¹⁴, il periodo che va dopo la fine della Seconda guerra mondiale fino al 1990, può essere suddiviso in tre fasi:

1. Fase di ripresa (1945-1960), finalizzata alla ricostruzione post-bellica e ad affrontare l'emergenza abitativa
2. Fase della crescita (1960-1975), maggior attenzione sulla qualità edilizia e il rinnovamento urbano a seguito di una notevole crescita economica degli anni '70, che determina una diminuzione della richiesta abitativa sociale
3. Ultima fase, delle "nuove realtà per l'edilizia abitativa" (1975-1990), la recessione economica porta ad una riduzione progressiva della spesa per l'edilizia popolare a favore di una politica orientata al mercato competitivo.

Le dinamiche di mercato, tuttavia, contribuiscono ad aumentare il rischio di esclusione degli alloggi anche per la classe media, in cui i prezzi delle abitazioni hanno superato l'aumento dei salari nelle città metropolitane.¹⁵

¹³ Noviello, V., ISGI (a cura di), (2013) "Guida alle politiche, pratiche e iniziative di Housing Sociale - partecipare per integrarsi. Buone pratiche transizionali per azioni locali", p.6.

¹⁴ United Nations Economic Commission for Europe, "UNECE Guidelines on Social Housing – Chapter 1: Historical Development of Social Housing"

¹⁵ A. Pittini, AA.VV. J. Dijol, D. Turnbull, M. Whelan (2019) "The state of housing in the EU", cap. 1.

I dati statistici¹⁶ mostrano come la mutevole composizione demografica e sociale della popolazione e le variazioni nella distribuzione del reddito hanno influenzato le dinamiche della domanda: se da un lato questo porta a un modello più diversificato di scelte abitative, dall'altro un crescente numero di persone necessitano di assistenza sociale.

Gli anni 2000

Le fasce meno abbienti a cui l'edilizia sociale era originariamente destinata, oggi sono maggiormente differenziate e comprendono una "fascia grigia" di soggetti esclusi dai benefici pubblici e che non riescono ad accedere al mercato immobiliare.

Una parte consistente della popolazione si trova spesso costretta a trasferirsi in aree periferiche per motivi di ristrettezza economica, incrementando l'impatto sulle infrastrutture di trasporto, con il conseguente rischio di sovraffollamento e ghettizzazione delle aree lontane dai centri cittadini.

Le politiche abitative si trovano a dover affrontare esigenze diverse e prospettive molto più lunghe e articolate dal punto di vista sociale, economico e culturale rispetto a quelle originali: si tratta infatti di risolvere problemi complessi quali la sicurezza e l'inclusione sociale e, più in generale, di definire strumenti adeguati al sostegno di famiglie monoreddito, anziani, lavoratori precari, immigrati, utenti con disabilità, ecc. che possano avviare una riqualificazione urbana che promuova la qualità dell'abitare ed il benessere dei cittadini.

A tale fine, si moltiplicano i casi di sperimentazioni volte alla soddisfazione della crescente domanda di abitazioni di qualità e dimensioni adeguate a costo contenuto e con dotazioni e servizi di quartiere; si tende inoltre ad adottare strategie di recupero di fabbricati esistenti con particolare attenzione ai temi della sostenibilità e della riduzione dei consumi di risorse, siano esse energetiche o di consumo di suolo e di materiali, realizzate con il concorso di soggetti privati ed enti no profit.

¹⁶ United Nations Economic Commission for Europe, "UNECE Guidelines on Social Housing – Chapter 1: Historical Development of Social Housing"

1.3 Flessibilità tipologica e funzionale

La flessibilità, oltre alla condivisione, alla sostenibilità ambientale e alla sicurezza, costituiscono i paradigmi più rilevanti delle nuove forme dell'abitare.

In questo senso, il concetto di flessibilità non costituisce una novità assoluta soprattutto in funzione della rilevanza che gli viene attribuita dal Movimento Moderno, “che ne fece un obiettivo etico ed estetico prioritario”¹⁷, basti pensare alle Maison Domino (1914) e Loucher (1929) di Le Corbusier, alla Schröder Haus (1924) di Gerrit Rietveld e alla Hirsch Kupfer Haus (1931) di Walter Gropius.

Il concetto di flessibilità ha però acquisito nuove e più articolate declinazioni, ad esempio, Steven Holl nel complesso residenziale Void Space-Hinged Space Housing a Fukuoka, del 1989, ha sperimentato nuove forme dell'abitare realizzando appartamenti dalla configurazione mutevole, con spazi dinamici, indeterminati e non finiti, in cui gli interni sono variabili, interattivi, e i muri riordinano gli ambienti domestici.

Oppure ancora, Shigeru Ban a Saitama, in Giappone, ha realizzato la Naked House nel 2000, denominata una casa “nuda” e flessibile con stanze ad assetto variabile che permettono di riconfigurare l'ambiente all'interno di un grande volume estremizzando i concetti di flessibilità e adattabilità. Quest'ultima architettura dimostra anche come, sempre più spesso, i termini come flessibilità, adattabilità, modificabilità e resilienza vengono impiegati per indicare lo stesso comportamento, tanto da renderli sovrapponibili e intercambiabili.¹⁸

Con il termine di adattabilità si intende la capacità di un sistema, un oggetto o uno spazio, di far fronte a nuove condizioni impiegando abilità nuove e mai utilizzate in precedenza. L'adattabilità degli ambienti ai cambiamenti dei bisogni degli occupanti e alle alterazioni presuppone quindi una variabile temporale. L'evoluzione di un sistema sopraggiunge, dunque, se il sistema risulta essere flessibile.

Con il termine flessibilità, è identificata la caratteristica di un sistema di variare e modificare in modo tempestivo e conveniente a condizioni e situazioni differenti ovvero “la capacità di adattarsi ai mutamenti della realtà” o “della domanda”.¹⁹

Per uno spazio, la flessibilità è quindi una caratteristica prevista in fase di progettazione e ne consente l'uso per differenti finalità.

Possono essere distinti diversi livelli di flessibilità²⁰:

- Iniziale: ossia collegata alla presenza nell'edificio di varietà (più o meno elevata) di differenti tagli d'alloggio o varia organizzazione degli spazi, predisposte in sede progettuale o di costruzione, capaci di accogliere un'ampia gamma di utenza.

¹⁷ Bottero (1995)

¹⁸ L. Calcagnini (2018), Flessibilità. Una dimensione strategica per l'architettura

¹⁹ Devoto Oli (2018)

²⁰ Ginelli.E (2010), La flessibilità tecno-tipologica nelle soluzioni progettuali e costruttive

- Continua: ossia progetti che garantiscono ampie potenzialità di modifica tramite modesti interventi: è il caso, per esempio, degli edifici residenziali costruiti secondo tecniche di prefabbricazione o “a secco” che, attraverso il ricorso a lavorazioni eseguite da operatori specializzati, possono offrire ampi margini di modificabilità, aggregabilità, scomponibilità, adattabilità.
- Istantanea: che dovrebbe rappresentare uno degli obiettivi più interessanti della progettazione mirata ai principi della ricerca, nonché il punto d’arrivo ultimo verso cui le altre fasi convergono, è insufficiente.
- Flessibilità degli impianti: fondamentale in un’ottica di contrasto del degrado e dell’obsolescenza fisica e tecnologica del sistema progettato e costruito, la flessibilità dovrebbe assumere un ruolo centrale nella definizione della componente impiantistica dell’edificio. Requisiti quali l’accessibilità e l’ispezionabilità, in un’ottica di manutenibilità continua, risultano elementi cruciali dell’attuale progettazione residenziale, i cui prodotti necessitano di una sempre maggiore e dettagliata infrastrutturazione tecnologica.

Un sistema viene definito, invece, resiliente quando è in grado di assorbire facilmente gli impatti provocati da uno o più fattori di perturbazione, ripristinando rapidamente un proprio equilibrio; in estrema sintesi, nella resilienza vi è la capacità di un sistema di adattarsi a eventi esterni, riorganizzandosi a fronte del mutare delle condizioni.²¹

Una soluzione abitativa resiliente è in grado cioè di contenere molteplici sistemi di vita ed evolvere il suo stato iniziale in funzione delle richieste di cambiamento. Lo spazio dell’abitare si evolve, quindi, in base a diversi aspetti, quali i cambiamenti dei nuovi stili di vita, nuovi modelli familiari, nuovi modi di vivere gli spazi comuni e maggiori attenzioni al contesto.

Se è vero che “l’architettura deve adattarsi agli uomini e non il contrario”²² è necessario adottare soluzioni progettuali che non siano caratterizzate da una composizione funzionale, spaziale e tecnologica fissa.

“Modificare uno spazio è un atto di coscienza e di possesso, culturalmente e psicologicamente frutto di una esplorazione e una rilettura migliorativa fatta sulla base delle proprie abitudini individuali e collettive”.²³

²¹ L. Calcagnini (2018), Flessibilità. Una dimensione strategica per l’architettura

²² Guccione e Vittorini (2005)

²³ Campioli (2009)

2_ BOLOGNA

2.1 Il quartiere Bolognina

2.2 Evoluzione del quartiere Bolognina

2.3 Multiculturalità

2_ BOLOGNA

2.1 Il quartiere della Bolognina

Bologna è creatività e stimoli artistici che permeano l'atmosfera poliedrica e affascinante di una città che guarda al nuovo, accostando futuristiche forme geometriche al più medievale monumento gotico, ed è proprio in quest'ottica che un quartiere come Bolognina assume la sua straordinaria importanza.

La Bolognina si è fatta carico, negli anni, dell'ambizione di trainare la città di Bologna nella modernità che permetta all'Italia di affacciarsi nello scenario europeo che il XXI secolo richiede.

La zona della Bolognina, rione del quartiere Navile, si colloca a nord del centro storico ed è separata dalla stazione e dal tracciato dei binari ferroviari.

Nata storicamente come zona "popolare", come conferma la sua storia, è stata a lungo zona di operai e di fabbriche. La dismissione industriale ha però colpito queste realtà negli anni '80 e '90, creando aree vuote e zone degradate, nonché la necessità e l'opportunità di riqualificare. Ad oggi molte di queste aree sono in cerca di una nuova definizione, per questo motivo, il Comune di Bologna a partire dagli anni duemila ha sviluppato una serie di piani per la riqualificazione e la rigenerazione delle aree dismesse.

L'area oggetto di tesi, si colloca in questo contesto e risulta essere un punto di snodo tra il centro storico della città, il tessuto residenziale consolidato e la nuova area in espansione a nord-ovest. La vicinanza con la stazione centrale di Bologna, inoltre, rende quest'area particolarmente strategica, assieme alla nuova Sede Unica del Comune di Bologna, importante polo della città, inaugurata all'interno del comparto nel 2008.

Emilia-Romagna



Bologna



Bolognina



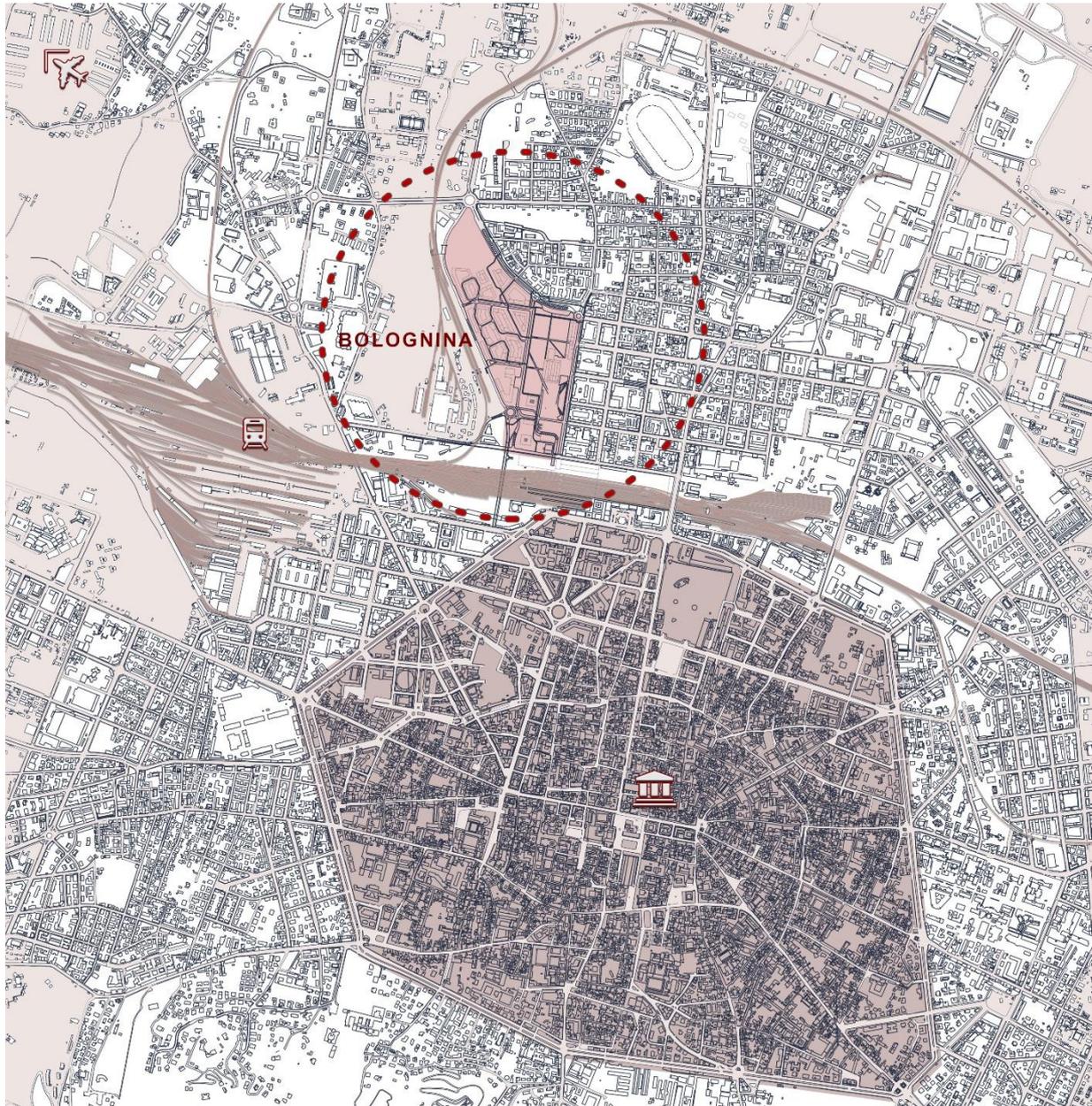


Figura 1. Inquadramento

2.2 Evoluzione del quartiere Bolognina²⁴

La nascita della Bolognina è riconducibile alla costruzione della stazione Centrale di Bologna, quando la metà dell'800 vede Bologna, come il resto d'Europa, alle prese con le grandi trasformazioni sociali, politiche ed economiche.

L'importanza di sviluppo per una rete ferroviaria che potesse unire l'Italia, crea l'occasione di sviluppare il commercio e, in particolare, di far diventare Bologna un importante snodo ferroviario nel nord-Italia. I lavori vennero fin da subito avviati e la stazione di Bologna venne inaugurata il 21 luglio 1859.

Nel 1889 viene redatto il Piano regolatore e di ampliamento della città ed è "il primo vero strumento urbanistico adottato dal comune di Bologna"²⁵. Il piano propone la costruzione di nuove strade cittadine, alcuni allargamenti delle strade principali e la demolizione della cinta muraria.

Uno dei punti di maggior impegno del piano è il rettilineo che, attraversando via Indipendenza, deve fungere da cardine per l'urbanizzazione di zone ancora libere entro le mura, come gli Orti Garagnani. Altro punto importante è anche l'allargamento dell'asse del Mercato di Mezzo.

Il piano regolatore è accompagnato da un piano di espansione dei quartieri esterni alle mura (1889-1929), dove l'ampliamento è previsto su tre lati e lo sviluppo è orientato verso nord, lasciando libera la fascia pedecollinare.

Si punta quindi a creare dei "quartieri operai" secondo maglie ortogonali, con strade larghe, vaste piazze e giardini.

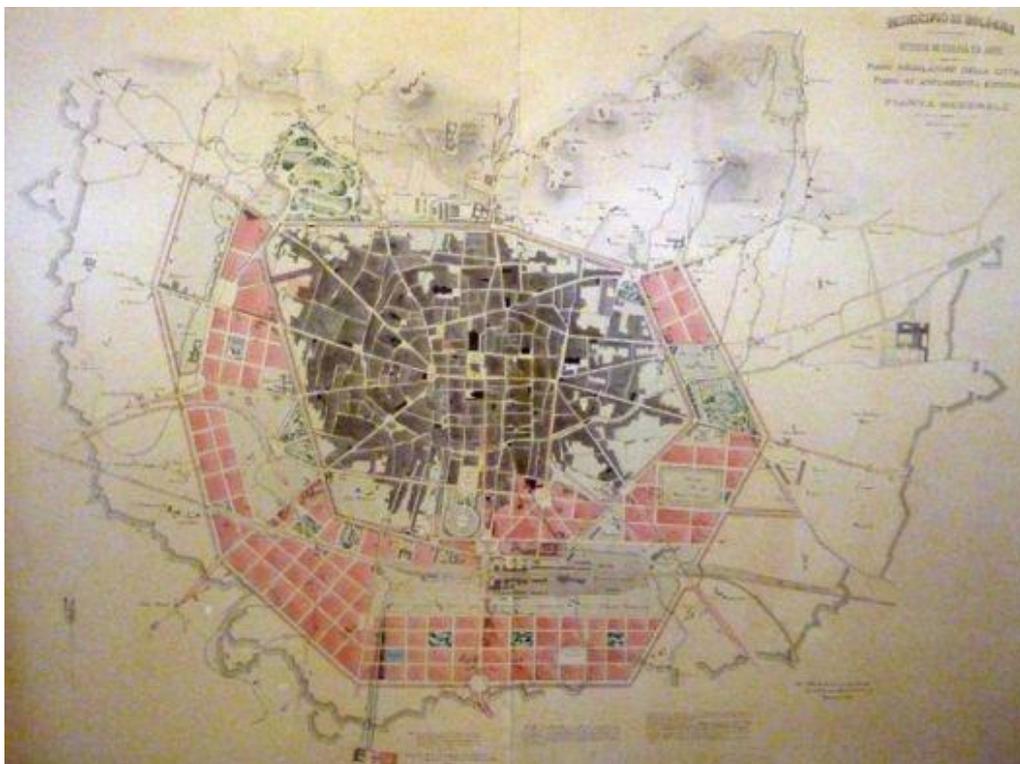


Figura 2. Piano regolatore del 1889 (Fonte: Biblioteca Salaborsa)

²⁴ <https://www.bibliotecasalaborsa.it/home.php>

²⁵ Bertolazzi

L'edificazione di nuove abitazioni sui terreni fuori porta costituisce l' "esilio" della borghesia, che cerca in questo modo un elemento forte di distinzione dal ceto aristocratico, come "dai ceti poveri ancora residenti nei vecchi quartieri".²⁶

Nel centro storico, oltre alla ricostruzione di aree pesantemente bombardate, il piano prevede sventramenti e rettificazioni di strade in prossimità delle mura del Mille, per favorire la circolazione automobilistica. Gli insediamenti di edilizia popolare dell'INA e dello IACP sono collocati nella estrema periferia.

A seguito della crescente domanda abitativa tra gli anni '70 e '80 vengono adottate delle varianti al Piano regolatore che definisce la salvaguardia del centro storico, la prevenzione della zona collinare dalla speculazione edilizia e lo sviluppo industriale della zona nord-est.

Si inizia così, nel corso degli anni, a saturare l'interno delle corti con la costruzione di altri edifici residenziali e questo aspetto ha influenzato molto la vivibilità originale degli spazi, pensati originariamente come luoghi per la socialità. La costruzione di queste nuove residenze ha portato, ad oggi, alla completa saturazione del quartiere della Bolognina est.

Nel 2008 fu inaugurata la nuova sede del Comune di Bologna che vede il trasferimento degli uffici comunali decentrati nell'area di Bologna, in un unico punto strategico.

Oggi, dopo la dismissione delle aree industriali presenti nella Bolognina, si inizia ad intervenire con il recupero e la riqualificazione di queste aree, di cui il piano ha già previsto diverse funzioni.

²⁶ Cresti

1851 La città è dentro le mura
Il quartiere è prevalentemente
agricolo.

1884 La **ferrovia**
e il nuovo piano regolatore
coinvolge le campagne fuori dalle
mura, che vengono demolite.
Viene pianificata una **espansione urbana**
su maglia rettangolare con pochi
spazi verdi.

1958 La **ferrovia**
viene ampliata e spezza il quartiere
per aumentare la sua portata.
Il **quartiere** consolida e recupera
il suo impianto a maglia rigida
durante la ricostruzione.

1971 Le aree della **ferrovia**
vengono ridotte per la
realizzazione di un'area per il mercato.

2002 Le aree del mercato
vengono entrano a far parte di un
percorso di rigenerazione
per poter dare al quartiere Bolognina
spazi pubblici e di raccolta,
spostando la **sede amministrativa**
del Comune e offrendo un **nuovo spazio**
per servizi.

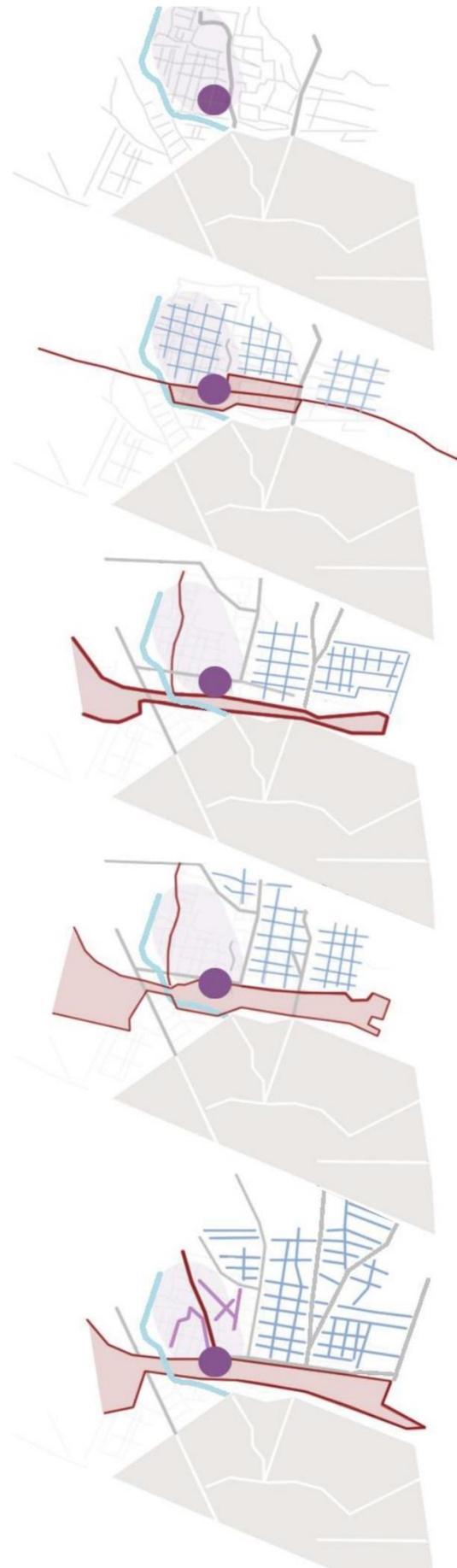


Figura 3. Espansione dell'area della ferrovia

2.3 Multiculturalità²⁷

Il quartiere Bolognina è una delle aree di Bologna in maggiore trasformazione sia per gli interventi infrastrutturali e di riqualificazione, sia dal punto di vista demografico.

La conclusione del cantiere dell'Alta Velocità che ha permesso la riapertura del fronte della stazione su via Carracci, la risistemazione della strada e i lavori di adeguamento della stazione storica, mentre sono in corso d'opera diversi cantieri previsti dal piano regolatore del comune di Bologna.

Dal punto di vista della popolazione, il quartiere della Bolognina con un numero di abitanti stranieri maggiore rispetto agli altri quartieri, oltre alla percentuale di giovani che è sempre maggiore e in continuo aumento.

Questi cambiamenti vengono affrontati dal quartiere Bolognina, tramite una serie di interventi diffusi come lo sviluppo di luoghi di aggregazione sociale e il patto di convivenza frutto del percorso Convivere Bolognina. In questa area si sta assistendo anche alla nascita di nuove centralità grazie alle iniziative esercenti di associazioni e cittadini. L'area è dunque caratterizzata come un incrocio di flussi ma anche come luogo dove, l'esigenza di costruire relazioni di comunità coinvolgendo vecchi e nuovi abitanti è molto sentita.

Bolognina ha alcune peculiarità rispetto al resto della città, essendo un focolare di integrazione tra le culture. Parla chiaro anche la situazione immobiliare che deve affrontare per una soluzione abitativa in questa città.

La grande maggioranza degli studenti fuorisede è sempre alla ricerca di un appartamento o una stanza in affitto, in quanto, come si evince dalle statistiche, Bologna è diventata la terza città più cara in Italia dopo Milano e Roma.

Questo può essere in parte ricollegato al boom turistico di cui la città è stata protagonista negli ultimi anni, ma il vero problema sorge dall'incontro tra la domanda sempre maggiore rispetto all'offerta, causata dall'attuale saturazione del centro storico e delle zone limitrofe ai poli universitari, con un conseguente aumento costante dei prezzi.

Proprio da queste necessità è emerso l'obbligo per molti soggetti, tra cui famiglie e lavoratori non solo studenti, di abbandonare l'idea di vivere in centro per spostarsi in periferia.²⁸

Di seguito vengono riportati alcuni dati statici della Bolognina.

²⁷ <http://www.comune.bologna.it/>

²⁸ Bologna.bo, Un nuovo modo di abitare Bologna, il quartiere Bolognina

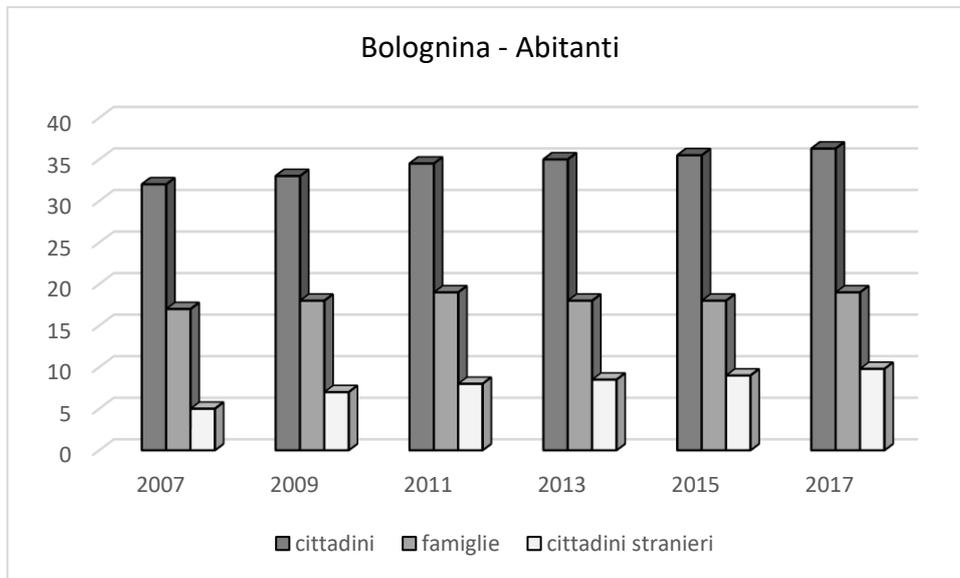


Figura 4. Fonte Istat

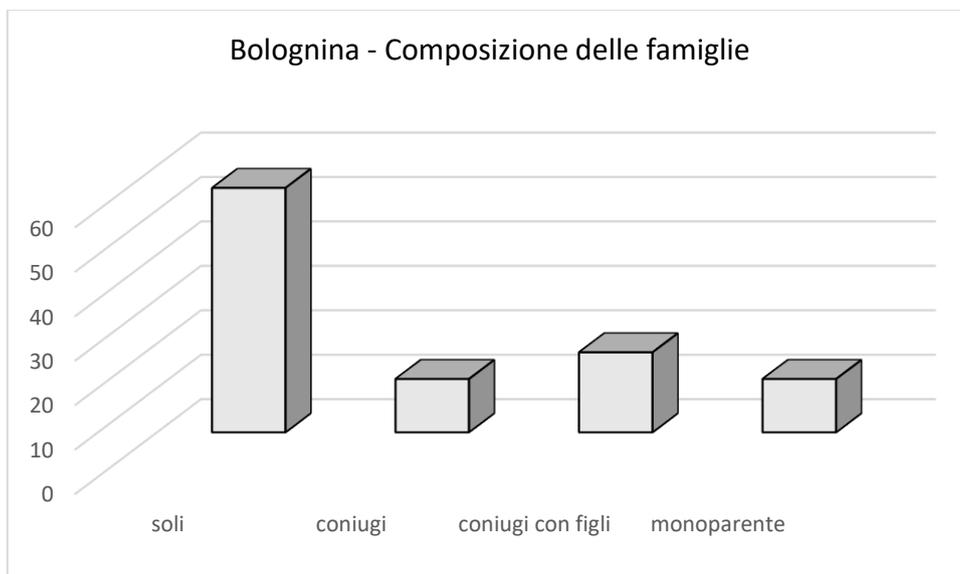


Figura 5. Fonte Istat

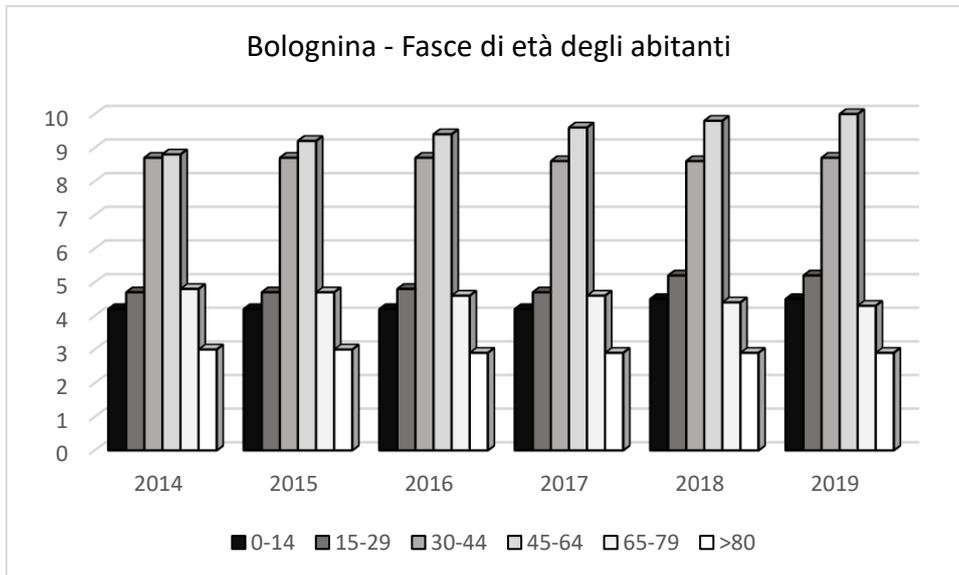


Figura 6. Fonte Istat

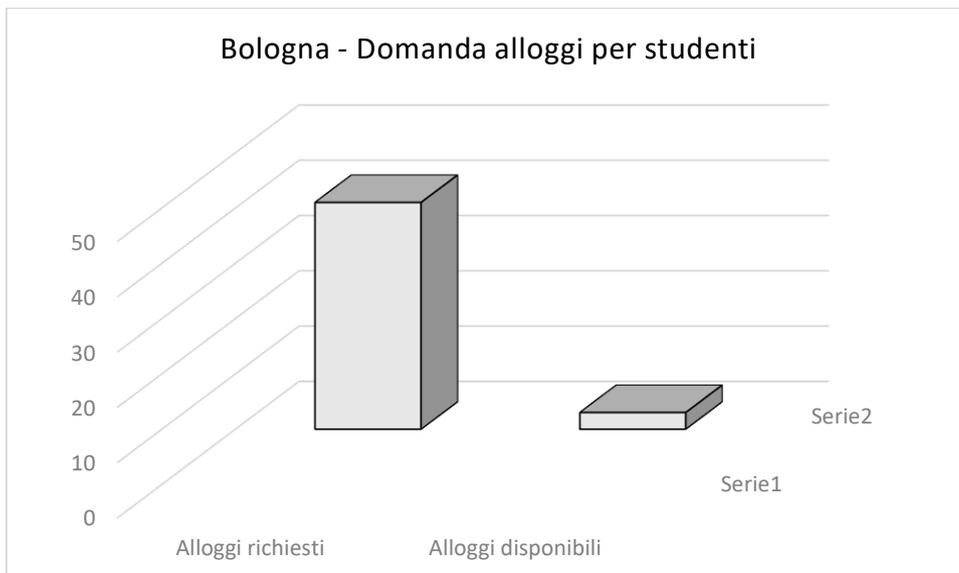


Figura 7. Fonte Istat

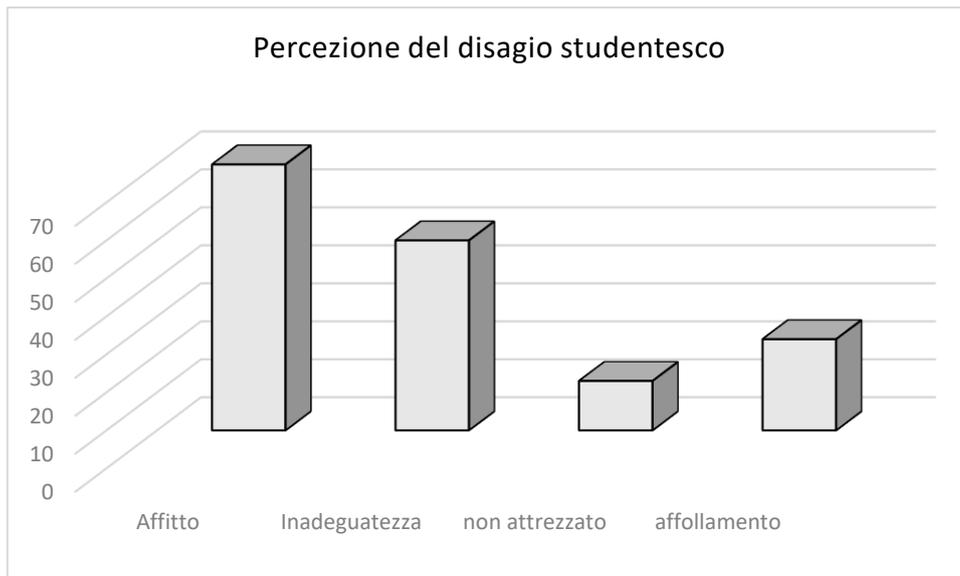


Figura 8. Fonte Istat

Questa necessità, di spostarsi in periferia, ha portato negli anni alla rivalutazione di queste zone e all'implementazione di collegamenti sempre più funzionali ed efficaci con il centro storico cittadino. Bolognina da zona periferica vuole quindi diventare protagonista della vita economica e immobiliare della città di Bologna con un'aggiunta di nuovi investimenti immobiliari in grado di soddisfare le esigenze abitative di breve o lungo termine.

Per queste ragioni il modello di una residenza sociale che soddisfi l'esigenza abitativa di tutti i soggetti, che siano essi una coppia, delle famiglie, lavoratori di passaggio o studenti, è la risposta che si vuole dare con questa tesi.

3_ STRATEGIE DI INTERVENTO

3.1 Scelte progettuali

3.1.1 L'isolato e la corte

3.1.2 Ipotesi di configurazione volumetrica

3.1.3 Programma funzionale

3.1.4 Alloggio

3.1.5 Trattamento delle superfici orizzontali esterne

3.1.6 Analisi microclimatiche

3_STRATEGIE DI INTERVENTO

3.1 Scelte progettuali

3.1.1 L'isolato

Lo stato

L'area di intervento è situata in un punto di snodo tra il quartiere Bolognina consolidata a est, oltre via Fioravanti e il nuovo lotto di espansione a nord-ovest. A nord del lotto si trova il complesso composto: dal nuovo comune di Bologna, realizzato da Mario Cuccinella nel 2008²⁹, e dal parcheggio annesso che affaccia sul lotto d'intervento. Questi elementi presentano una dimensione ipertrofica rispetto agli edifici circostanti, mentre a sud il people mover e la stazione fanno da confine tra centro storico e periferia.

Lo stato di fatto, fortemente compromesso nella qualità del tessuto, che include un edificio residenziale in stato di degrado per il quale è prevista la demolizione, manifesta in modo evidente la distanza dal modello insediativo presente negli isolati storici del quartiere Bolognina, determinata da una griglia regolare che delimita insule a matrice rettangolare su cui si sviluppano prevalentemente lungo il perimetro edifici in linea. Al centro di ogni insula era originariamente previsto un cortile adibito a verde. Successivamente adattato all'uso di parcheggio e in relazione all'aumento dei veicoli privati.



Figura 1. Analisi tipologia edilizia

²⁹ <https://www.mcarchitects.it/project/nuova-sede-degli-uffici-del-comune-di-bologna>

Un'altra problematica osservata relativamente all'area, è il trattamento pressoché uniforme della superficie orizzontale del lotto, costituito da materiali cementizi. Questi elementi rendono l'area impermeabile e soggetta ad elevati stress termici (vedi simulazioni a seguire). La presenza della rampa di accesso al kiss and ride inoltre (un'area di sosta sotterranea temporanea in connessione ai servizi di alta velocità della stazione di Bologna) impedisce una semplice accessibilità al lotto da Via Fioravanti.

Le infrastrutture presenti: la prossimità del people mover, la stazione di alta velocità, le fermate bus, le numerose piste ciclabili rappresentano invece un'opportunità per la realizzazione di residenze temporanee casa-lavoro per lavoratori non residenti nel comune in cerca di una soluzione abitativa flessibile e a basso costo all'interno del comune di Bologna.

3.1.2 Ipotesi di configurazione volumetrica

Il progetto prevede la realizzazione di un edificio ad uso misto a destinazione abitativa e commerciale per una superficie complessiva di 5000m² destinati in parte equa ad alloggio e commerciale. Il concept progettuale si basa sulla relazione tra due volumi, un prisma a prevalente sviluppo orizzontale e un prisma a prevalentemente sviluppo verticale. Il primo opera come una piastra a prevalente vocata aduso pubblico, il secondo identifica la destinazione abitativa e i suoi servizi complementari. Il progetto attinge al modello insediativo originario elaborato in maniera contemporanea, svuotando il prisma a dimensione orizzontale per creare una corte, che, circondata da tre corpi posizionati sul perimetro del lotto, diventa il centro distributivo dell'intero complesso. Da questa corte coperta si accede a tutte le funzioni. Questo schema rovescia l'originario approccio al lotto, che avveniva attraverso il perimetro per portare la distribuzione al centro attraverso la corte. Questa scelta esprime la volontà di utilizzare le volumetrie al fine di schermare l'insula dalle circostanti infrastrutture e assi viari, la cui interferenza e importanza è particolarmente rilevante. L'originaria destinazione a verde della corte interna è riproposta in quota a beneficio delle residenze ampliando quindi il ruolo e la rilevanza della corte sia dal punto di vista distributivo che spaziale. L'apparente impenetrabilità delle facciate che compongono i volumi perimetrali è interrotta da poche brecce, che li separano, collocate in posizioni strategiche rispetto all'accessibilità dell'insula e alla possibilità di fruizione e di relazione con il contesto. Una prima e più rilevante breccia è praticata sul fronte est in prossimità dell'incrocio tra via Carracci e via Fioravanti, per suggerire una modalità di attraversamento del lotto che media la griglia originaria reindirizzando il visitatore verso l'asse imposto dal piano di espansione. La corrispondente breccia sul lato ovest aumenta di ampiezza in modo da favorire l'accoglienza dei visitatori che dovessero raggiungere il complesso dalla direzione opposta. Mentre la breccia sul lato sud risulta dimensionalmente più contenuta e destinata ad accogliere i flussi di servizio verso l'infrastruttura ferroviaria.

3.1.3 Programma funzionale

La scelta di inserire numerosi servizi e attività commerciali all'interno del complesso, deriva dall'analisi condotta in fase preliminare sulle dotazioni del quartiere che hanno rilevato importanti lacune soprattutto per quanto riguarda i servizi essenziali e alcuni beni di prima necessità, inoltre data la tradizione artigianale, storicamente presente nel quartiere, si è pensato di destinare parte dello spazio disponibile per accogliere piccoli negozi di manifattura, pensati come piccoli incubatori per artigiani legati alle attività locali. Nel nostro il nostro intento, questo insieme eterogeneo di attività, infatti, assecondando il modello definito sviluppo misto, può contribuire a ridurre la mobilità veloce per raggiungere servizi lontani dall'area, creare opportunità lavorative, creare un beneficio economico e di attrattività per l'area e creare un luogo di incontro tra persone di diverse estrazioni socioeconomiche.³⁰



Figura 2. Contesto attività commerciali

I volumi a destinazione d'uso commerciale sono concepiti come segue:

- a sud il volume su via Caracci presenta al piano terra un supermercato con annesse aree di gastronomia e macelleria. Nella testata ovest del medesimo blocco sono posizionati spogliatoi per il personale, deposito, aree di preparazione cibo e carni, celle frigorifere. Nella testa est del blocco invece sono posizionate le aree di vigilanza, i bagni pubblici e l'ufficio amministrativo.

²⁴ Assessing energy and emissions savings for space conditioning, materials and transportation for a high-density mixed-use building, 2020.

- Il volume est su via Fioravanti suddiviso da una scala centrale e dai servizi, a nord ospita una libreria a sud invece è posizionata un'erboristeria.
- Anche il volume ovest al piano terra si suddivide in due per mezzo di una scala centrale, a nord è stato ricavato uno spazio per un'attività adibita a ciclofficina e vendita di bici e monopattini elettrici sempre più diffusi ed utilizzati all'interno delle città. A sud invece è stata posizionata una palestra da arrampicata che si sviluppa su due piani. Un'attività anch'essa sempre più attrattiva e del tutto carente nell'area circostante.
- La parte del blocco nord che affaccia sulla corte al piano terra è suddivisa, come detto, in piccoli spazi pensati per una serie di attività artigianali quali: negozi di sistemazione di apparecchi elettrici, piccola attività tessile e riparazioni maglieria, orologeria e antiquariato. Questo tipo di attività, portando possibili posti di lavoro benefici per il quartiere e creando un piccolo polo di riparazione e creazione di piccole manifatture.

Il piano superiore si affaccia sulla corte verde privata a cui hanno accesso solo i residenti degli alloggi che si trovano ai piani superiori del volume nord. Gli altri blocchi si affacciano sulla corte ma da essi non vi è la possibilità di accedervi.

- A sud sopra il supermercato è posizionata una palestra, nella testata ovest della stessa si è ricavato uno spazio più flessibile per raccogliere diverse attività separatamente come corsi di yoga, pilates o danza. La testata est del blocco è la parte dei servizi ed amministrativa della palestra
- Nel blocco est si è posizionato uno spazio concepito come incubatore di start up, attività, anch'essa capace di dare nuove possibilità di sviluppo e attrattività ma anche capace di portare nell'area persone di estrazione economica differente da quelle del quartiere. A sud del blocco, infatti, si è pensato di far comunicare questa possibile destinazione d'uso con un laboratorio di attività artigianali che idealmente fa da luogo di "addestramento" per le attività citate più sopra e posizionate nel blocco nord al piano terra.
- nel blocco ovest al piano primo, si è scelto di posizionare più a nord un centro estetico, mentre a sud vi è la parte superiore della palestra di roccia.
- il blocco nord presenta nelle testate degli atelier per artisti al centro invece un asilo nido concepito come servizio aggiuntivo per gli alloggi. Come gli alloggi, infatti, anche l'asilo nido ha degli accessi sulla corte e uno spazio verde protetto, fruibile dai bambini.

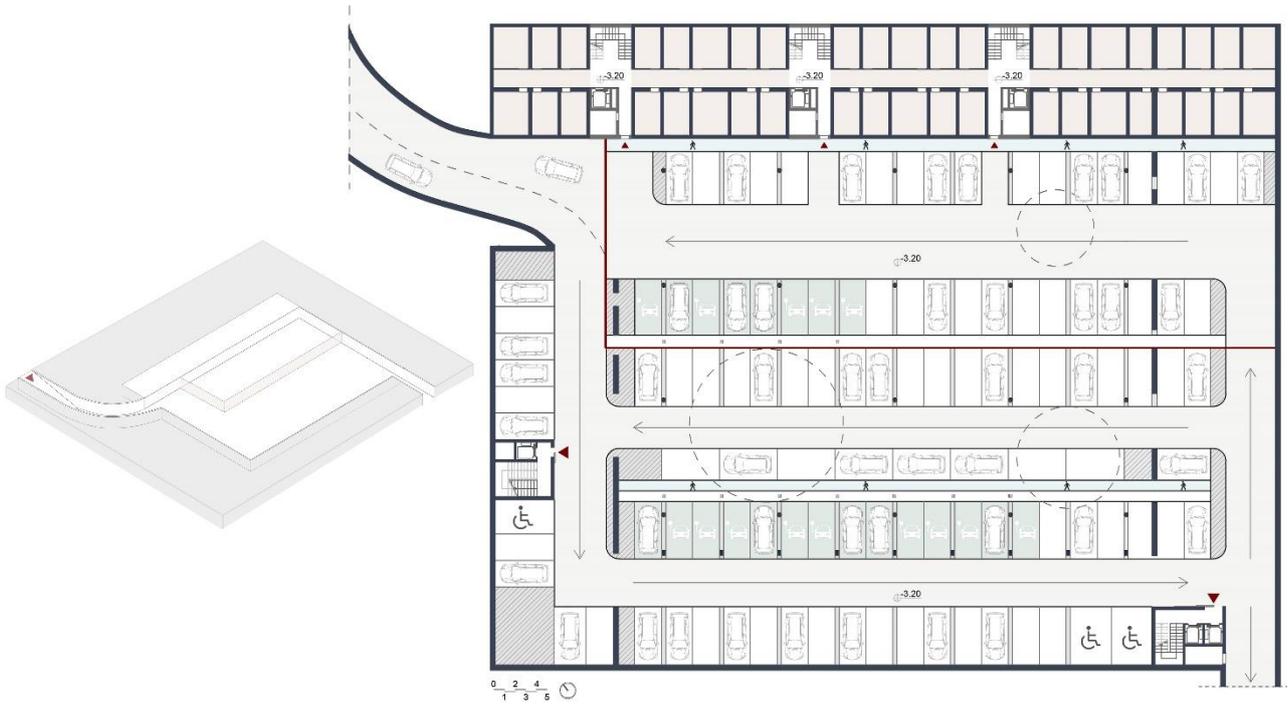


Figura 3. Piano interrato

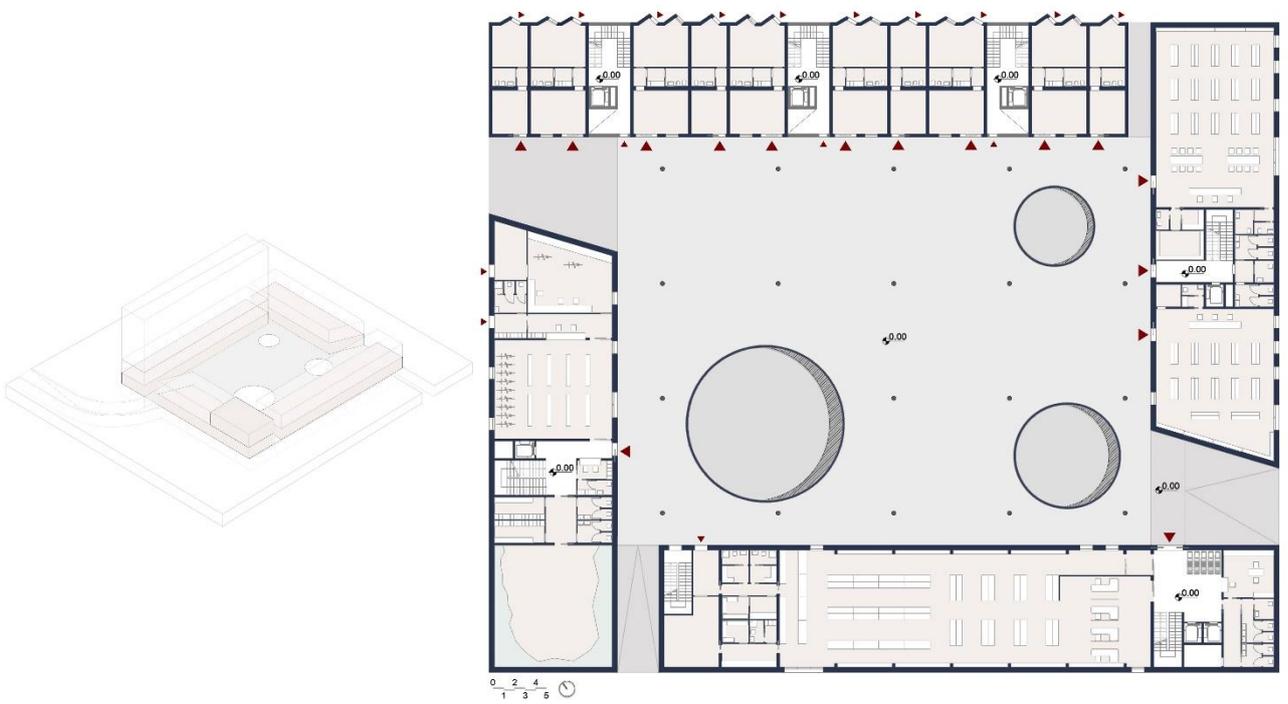


Figura 4. Piano Terra

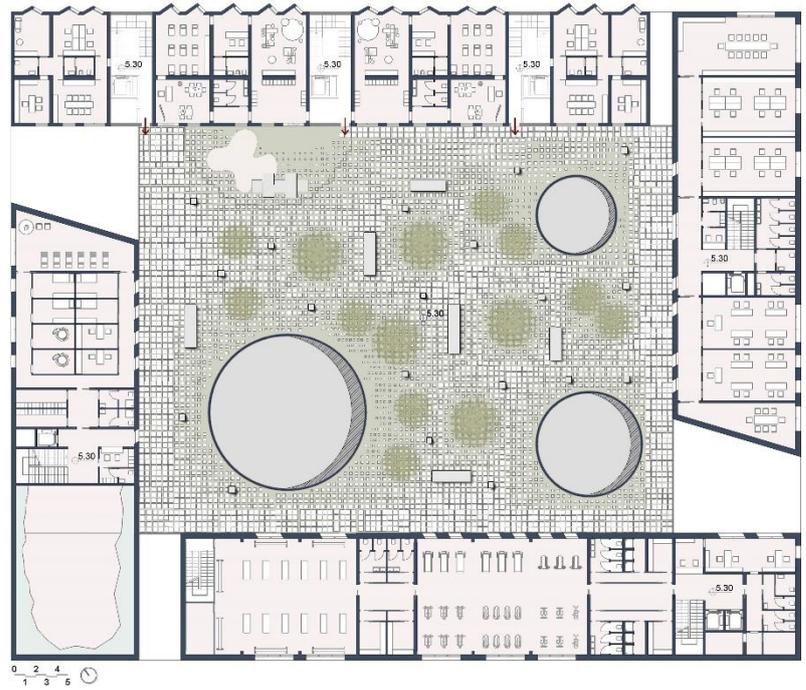
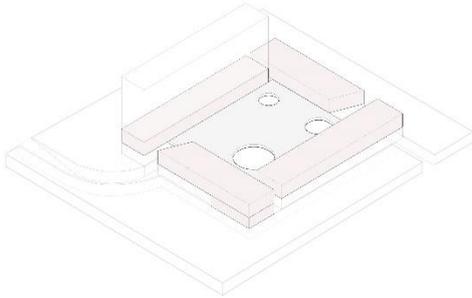


Figura 5. Piano primo

3.1.4 Alloggio

L'alloggio del futuro mira alla flessibilità e all'integrazione delle funzioni principali dell'uomo, in modo da includere non solo lo spazio dell'abitare, ma anche lo spazio per il lavoro e per il tempo libero. Vista la scarsa disponibilità finanziaria e l'impossibilità dei giovani e delle famiglie, questo tipo di alloggio necessita di essere concepito come uno spazio flessibile.

Nel quartiere Bolognina, la prossimità della stazione instaura una condizione ideale per concepire un alloggio temporaneo, pensato per i lavoratori non residenti, studenti, giovani coppie e per le nuove famiglie in formazione.

Il progetto definisce due tipologie di alloggio, uno da 50 m² e uno da 80 m², che si sviluppano su 5 piani, e propongono diverse configurazioni per rispondere alla domanda abitativa, ma allo stesso tempo sono capaci di riconfigurarsi "in corso d'opera" per le varie esigenze.

L'alloggio minimo da 50m² risponde a una soluzione temporanea fino a un anno che grazie a una camera adattabile si può configurare in una camera matrimoniale per una giovane coppia, oppure una camera doppia per studenti e lavoratori, in cui si può ricavare uno studio indipendente anche grazie alla disposizione dell'arredo interno. Quest'ultima configurazione permette di entrare direttamente nella zona studio dall'accesso principale senza dover passare negli altri spazi della casa. Questa tipologia abitativa permette l'accesso di un numero limitato di utenti, per questo motivo si propone un alloggio medio da 80 m² che possa rispondere alle varie esigenze, grazie a una soluzione temporanea fino a 5 anni e a un massimo di 6 persone da poter ospitare.

Questa tipologia di alloggio, grazie a un box centrale destinato a servizi igienici, permettere di creare un ampio open space per lavoratori e studenti, come prima configurazione. Inoltre, sempre grazie a una camera adattabile, questa può diventare una camera doppia e quindi un alloggio condiviso da studenti e lavoratori oppure due camere singole grazie all'arredo interno e consentire ad ognuno la propria privacy. La camera adattabile può trasformarsi in una camera matrimoniale per una famiglia o una giovane coppia che si vuole allargare, oppure due camere singole qualora si necessitino di 3 camere da letto per i bambini e quindi ospitare una famiglia più allargata.

Come per l'alloggio precedente nella camera adattabile si può ricavare uno spazio di lavoro oppure una zona studio per tutti i tipi di utenza.

Grazie a spazi comuni, come i balconi tra un alloggio e l'altro, la piastra verde esterna, l'asilo nido al primo piano, questo progetto propone di aumentare la possibilità di eventi di socialità tra gli utenti e creare una comunità. A questi spazi si aggiungono quelli commerciali, che hanno fruibilità pubblica ma allo stesso tempo, forniscono un servizio per gli utenti dell'alloggio e generano una possibilità lavorativa per gli stessi. Queste caratteristiche, che si ispirano al modello di crescita definito "ad uso misto", mirano a soddisfare un'offerta abitativa di qualità ed economicamente accessibile in grado di creare una comunità.

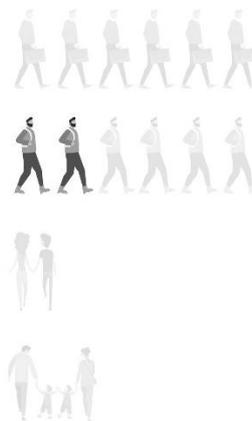
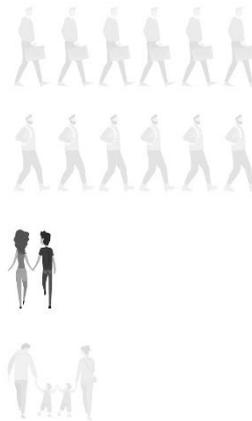
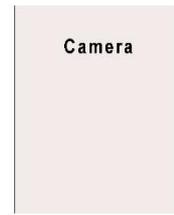


Figura 6. Configurazioni alloggio 50 m²

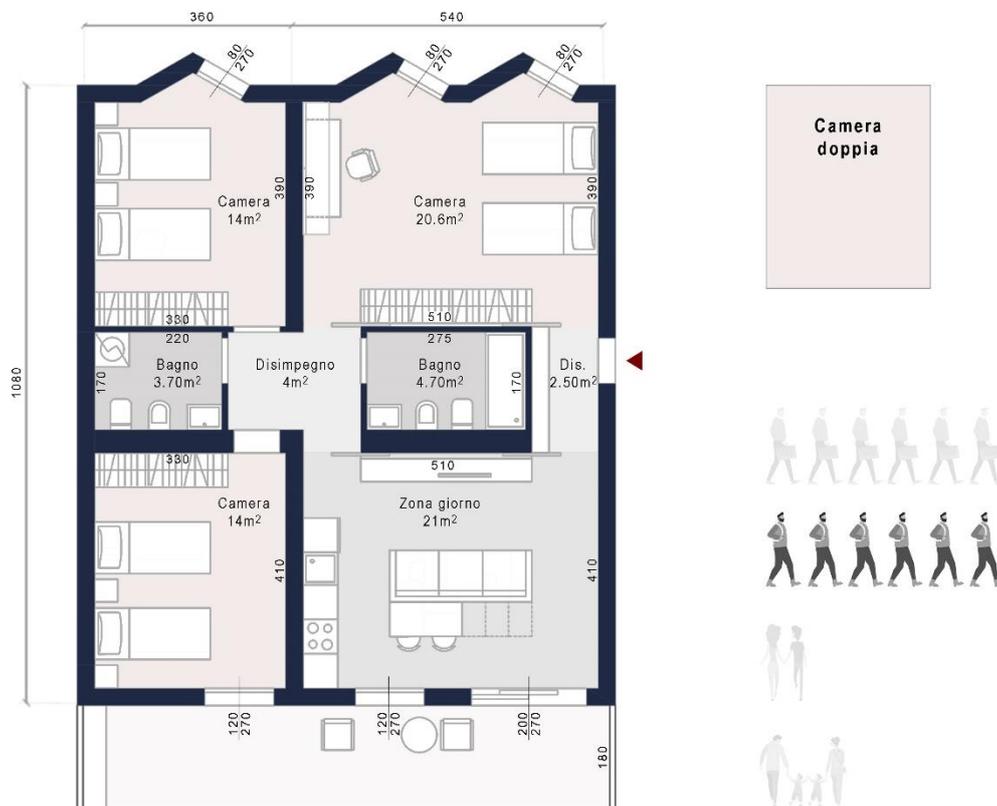
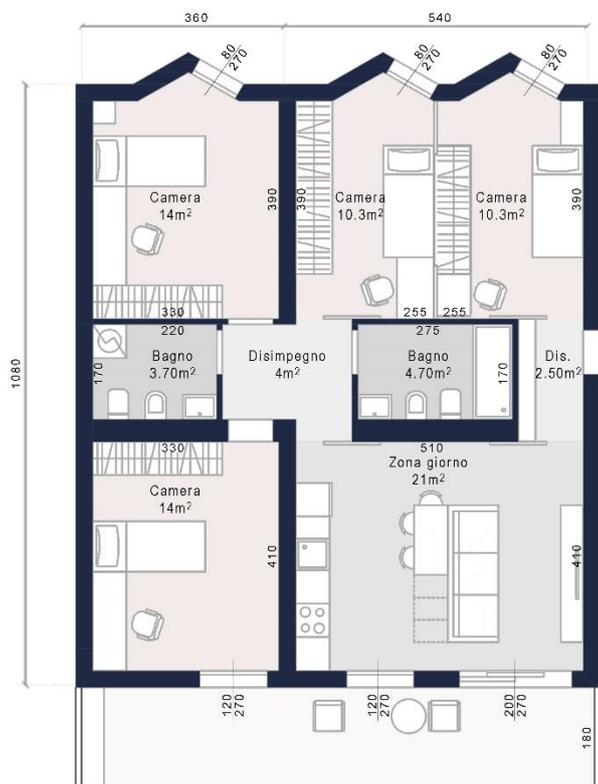


Figura 7. Configurazioni alloggio 80m²



**Camera
matrimoniale**



Camera
Camera



Figura 8. Configurazioni alloggio 80m²



Figura 9. Configurazioni alloggio 80m²

3.1.5 Trattamento delle superfici orizzontali esterne

Al fine accentuare la relazione con il contesto circostante e migliorare le condizioni dello stato di fatto anche le pavimentazioni esterne sono un importante oggetto di progettazione.

Come noto la temperatura nelle aree urbane è più alta rispetto alle aree rurali, questo effetto è (chiamato Isola di calore urbano (urban heat island UHI)³¹. “gli scienziati hanno proposto strategie per mitigare l’UHI. Tre strategie principali per mitigare tale effetto sono: implementare le superfici riflettenti (cioè superfici fresche), vegetare le aree urbane, e ridurre le emissioni di calore antropogeniche”.³² A tal proposito il progetto prevede la sostituzione integrale della pavimentazione cementizia esistente con pavimentazione verde impermeabile fatta eccezione per l’area della corte al piano terra, e delle strisce di transito di fronte a via Fioravanti e via Carracci in cui invece è prevista la ripavimentazione con superfici ad albedo elevata. L’albedo, infatti, è definito come la frazione di radiazione solare incidente su una superficie riflessa in tutte le direzioni, maggiore sarà il valore, maggiore sarà la quantità di radiazione riflessa.

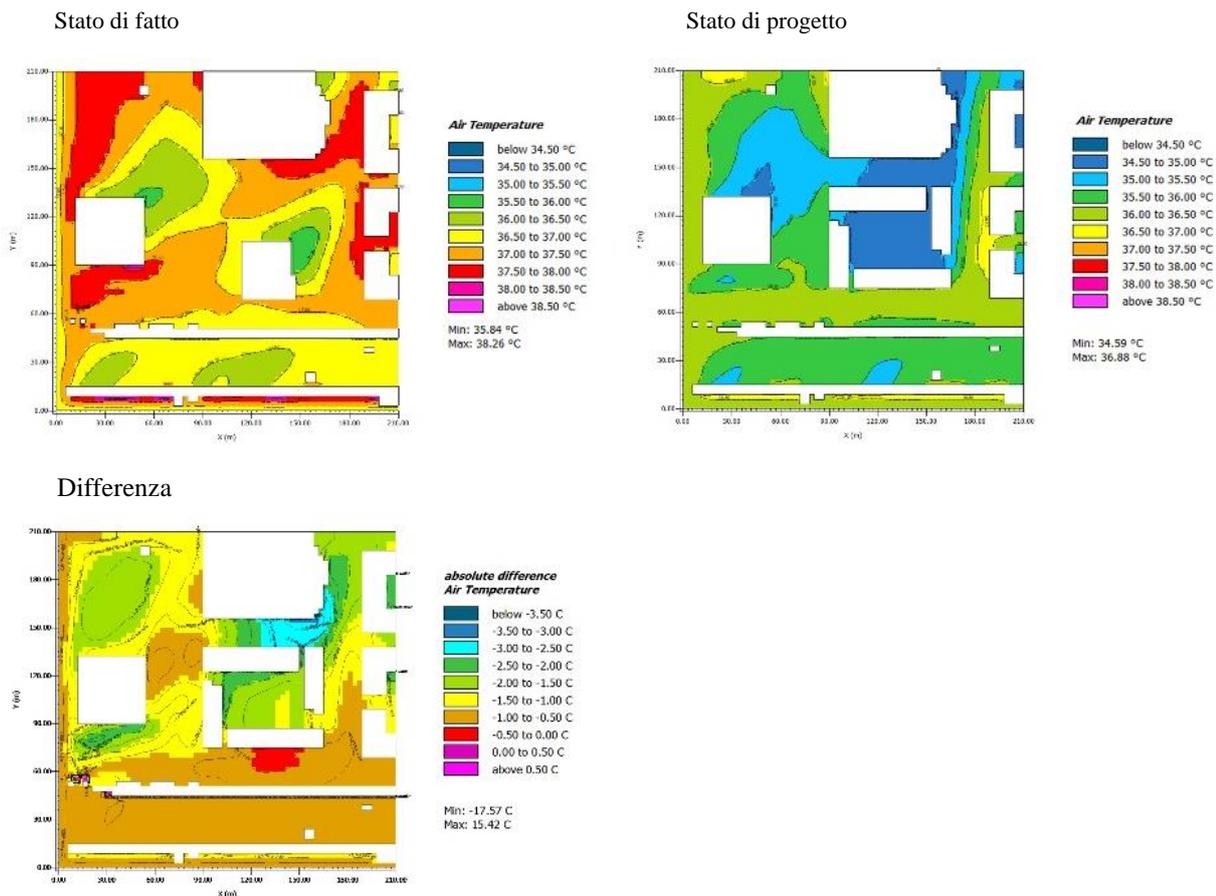
³¹ H.H. Kim, Urban heat Island, 2007.

³² Effect of increasing urban albedo on meteorology and air quality of Montreal (Canada) – Episodic simulation of heat wave in 2005, 2016.

3.1.6 Analisi Microclimatiche

Al fine di valutare l'impatto che le scelte progettuali possono avere sulle condizioni di comfort outdoor, sono stati esplorate diverse soluzioni attraverso il software di simulazione Envimet. Quest'ultimo consente di analizzare attraverso parametri fondamentali come temperatura, umidità dell'aria, velocità dell'aria, le condizioni climatiche di un'area producendo delle mappe che consentono di visualizzare tali condizioni in relazioni alle principali variabili indagate. Al fine di verificare gli effetti delle decisioni progettuali, in merito alle superfici orizzontali esterne rispetto allo stato di fatto, è stata effettuata una prima simulazione corrispondente al sito nel suo stato con superfici rivestite in cemento per compararlo con la simulazione effettuata con le condizioni progettuali verificando i benefici che ne derivano. Le simulazioni sono state effettuate nella giornata più calda dell'anno 2019, il 24 luglio, utilizzando un range orario di 12 ore a partire dalle 12.00. I risultati tengono conto come ora di riferimento le 15.00. Le variabili più interessanti indagate sono quelle relative alla temperatura dell'aria e in quelle della PET (physiological equivalent temperature) cioè la temperatura fisiologica³³ equivalente che ci fornisce quella che è la percezione del corpo della temperatura esterna.

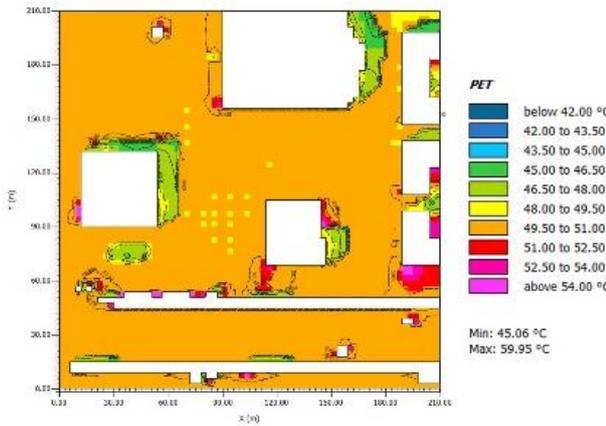
Temperatura dell'aria



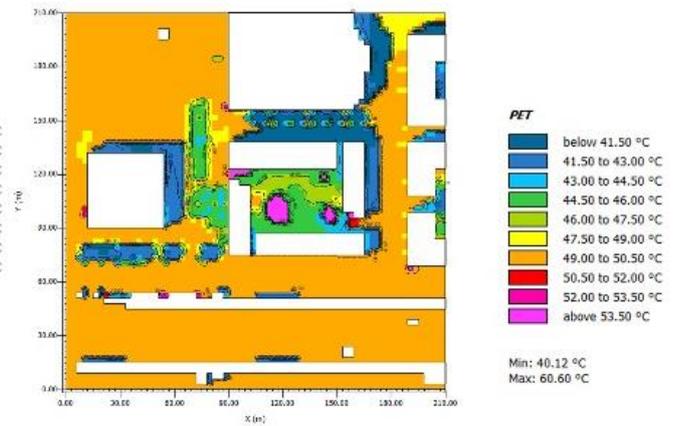
³³ Höpfe, The physiological equivalent temperature – a universal index for the biometeorological assessment of the thermal environment, 1999.

Pet

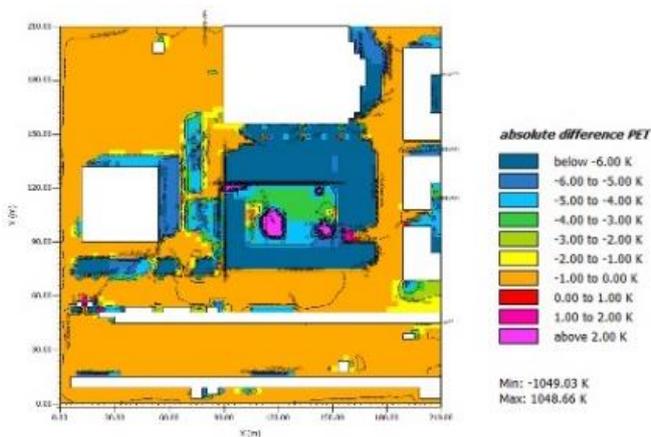
Stato di fatto



Stato di progetto



Differenza



Temperatura dell'aria- La mappa evidenzia per differenza che la temperatura dell'aria diminuisce in modo rilevante. Questo è più marcato all'interno della corte dove raggiunge i 2,5 °C ma è ancora maggiore tra il parcheggio a nord e l'edificio dove risulta un calo di 3 °C.

Pet –La “temperatura percepita” all'interno della corte evidenzia un miglioramento delle condizioni di fruizione per effetto dei materiali impiegati e per l'ombreggiamento derivante dalla piastra di copertura. Il calo della Pet, infatti, si attesta tra i 4 °C e i 5 °C.

3_ STRATEGIE DI INTERVENTO

3.2 Configurazione strutturale

3.2.1 Il sistema a pannelli di X-LAM

3.2.2 Il sistema a elementi in cls prefabbricato

3.2.3 La copertura verde

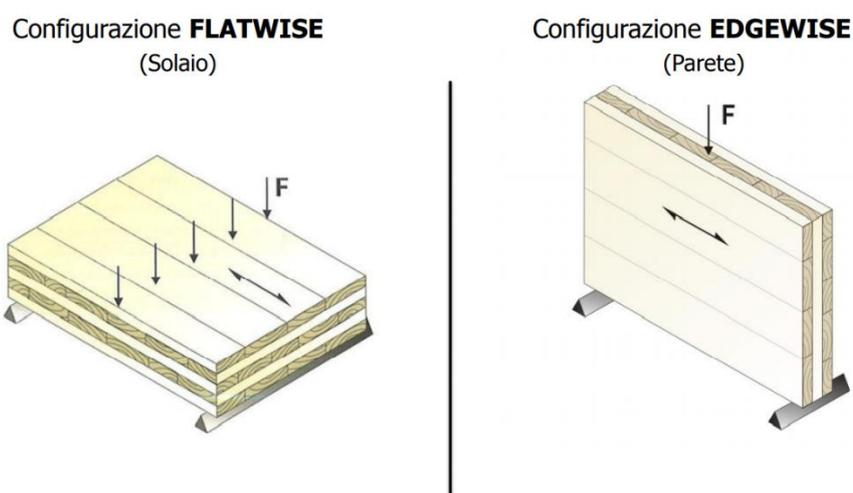
3.2_CONFIGURAZIONE STRUTTURALE

L'intero complesso prevede la realizzazione di un livello interrato adibito a parcheggio, che deve tenere conto della giacitura dell'esistente infrastruttura di accesso al "kiss and ride" della stazione alta velocità, di conseguenza l'intero scavo si attesta sul fronte est dell'attuale rampa, il quale dopo essere opportunamente stato consolidato, risulterà in continuità con le strutture di contenimento verticale in calcestruzzo armato del parcheggio. Un'opportuna sequenza di pilastri sostiene un impalcato in elementi prefabbricati in calcestruzzo precompresso che costituisce il piano di calpestio della corte. Tale solaio è realizzato con travi e solette di rinforzo, in corrispondenza delle bucatore, praticate sullo stesso per consentire di portare la luce naturale a livello interrato. I tre corpi posti sui fronti sud, est e ovest sono realizzati con una struttura in elevazione in calcestruzzo armato e solai prefabbricati in calcestruzzo armato precompresso di tipo alveolare. Diversamente il corpo nord, adibito a prevalente uso abitativo è realizzato con una matrice lignea nello specifico CLT (cross laminated timber) meglio conosciuto come XLAM.

3.2.1 Il sistema a pannelli di XLAM

I vantaggi nell'utilizzo di tale materiale sono molteplici: innanzitutto è un materiale che durante il proprio ciclo di vita ha un basso impatto per quanto riguarda la produzione di CO₂³⁴ rispetto ai materiali tradizionali (foto) ed è riciclabile, richiede poco spazio murario, ed essendo un tipo di costruzione a secco permette un tempo di costruzione relativamente contenuto. Nonostante il legno sia un materiale con una scarsa resistenza al fuoco, le performance migliorano per quanto riguarda l'XLAM, grazie all'ispessimento della sezione dovuta ai pannelli multistrato. L'utilizzo di pannelli in X-LAM, grazie all'ottima conducibilità del legno, risulta altamente prestante al fine di ridurre i consumi energetici.

Da un punto di vista fisico poi, questo materiale si comporta in modo differente a seconda dell'orientamento, i solai infatti sono riconducibili ad un effetto definito a piastra, mentre le pareti verticali ad un effetto a piastra e assorbono gli sforzi verticali.

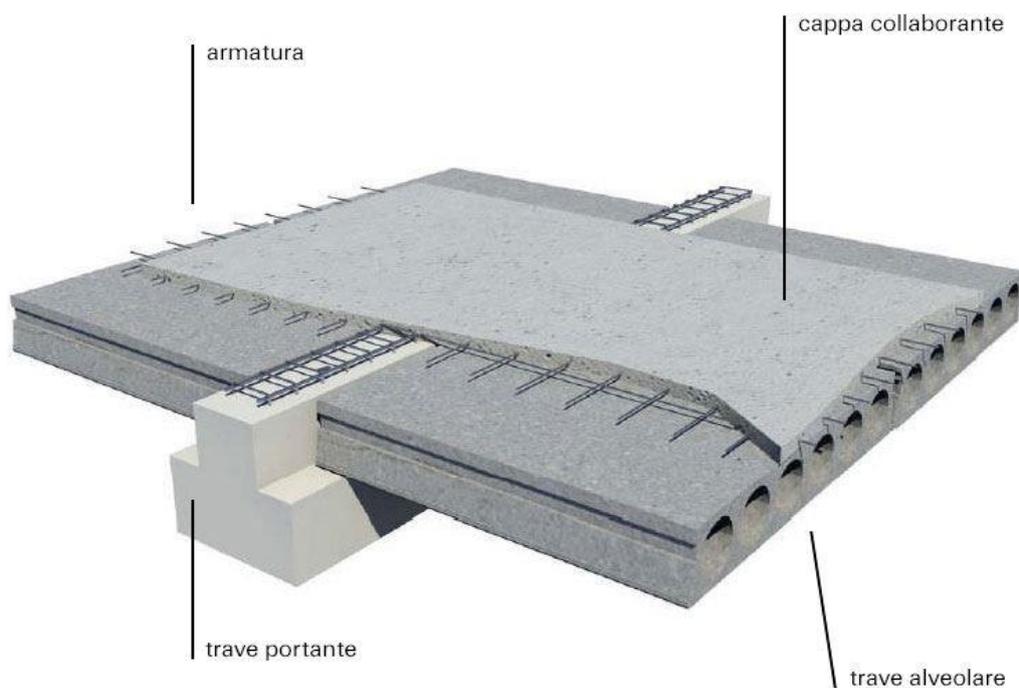


Lo schema strutturale del complesso abitativo è composto da setti trasversali portanti costituiti da pannelli in XLAM a 5 strati a sostegno di pannelli di XLAM a 7 strati. Questi setti seguendo una maglia modulare di 60x60 cm alternandosi in luci da 3,60cm e 5,40m nella direzione longitudinale del blocco e si allungano nella di direzione trasversale per 10,8 m. Anche longitudinalmente al volume sono posti dei setti in modo da rafforzare la struttura aumentandone la rigidità, in tal modo si evitano le vibrazioni a cui questi pannelli possono essere soggetti.

³⁴ Environmental and energy balances of wood products and substitutes, 2002

3.2.2 Il sistema a elementi in cls prefabbricato

La scelta di utilizzare solai prefabbricati in calcestruzzo armato precompresso di tipo alveolare è dettata dalla necessità di garantire dei volumi massivi in corrispondenza dei fronti maggiormente esposti del lotto e al tempo stesso di garantire costi e tempi di realizzazione coerenti con le destinazioni funzionali (commerciali). Il cemento armato precompresso inoltre “garantisce un ottimo comportamento in fase di esercizio, consente la riduzione dell’altezza degli elementi strutturali e delle volumetrie architettoniche nelle tipologie costruttive pluripiano con un conseguente vantaggio in termini di funzionalità, leggerezza, estetica e dispendio economico.”³⁵ Presenta poi buone prestazioni di isolamento termico e acustico, grazie alla elevata trasmissione degli sforzi nel piano produce un efficace effetto antisismico, bassi valori di deformabilità dovuti a flessione. Utilizzato spesso per la realizzazione dei parcheggi, infine, i solai prefabbricati in cemento armato consentono di coprire ampie luci, esigenza che viene dalla volontà di avere ampie aree commerciali open space (come per esempio il supermercato, la palestra ecc.).



³⁵ https://www.generaleprefabbricatispa.com/wp-content/uploads/sites/50/2017/07/GNR-17-Quaderno_Tecnico_Spiroll-ITA-web-pw.pdf

3.2.3 La copertura verde

Uno degli elementi caratterizzanti del nostro progetto è stata la realizzazione della piastra verde, al primo piano, ad uso privato ed esclusivo dei condomini.

Si tratta di una copertura piana verde dove l'idea è nata per distinguere la parte pubblica al piano terra da quella privata al piano primo, ma anche per conferire una zona d'ombra, di cui l'area necessita a causa di un elevato stress termico. Inoltre, essendo una copertura verde porta a diversi benefici quali la mitigazione del microclima, purificare l'aria, il risparmio energetico, la riduzione dell'inquinamento atmosferico, e l'incoraggiando alla crescita della biodiversità in città.

Per enfatizzare e valorizzare la piastra è stato pensato di renderla indipendente dai volumi commerciali e dal volume dell'alloggio, staccandola di 5 cm ai lati e creando una rastrematura lungo tutto il perimetro.

Al fine di poter ipotizzare un'adeguata stratigrafia che garantisca un corretto comportamento della copertura a verde praticabile, la struttura è pensata come una piastra in calcestruzzo armato gettato in opera, sorretta da pilastri a maglia regolare di 50 cm di diametro, nei quali è anche alloggiato il sistema di smaltimento delle acque meteoriche.

La scelta di realizzare una piastra si rende opportuna in relazione alla volontà di aprire dei grandi fori circolari in alcuni punti specifici destinati a garantire il ricircolo di aria e luce nella sottostante corte coperta e al livello interrato.

La superficie a verde è caratterizzata da una pavimentazione drenante con geometria a elementi quadrati autobloccanti (pixel) che si estrudono creando delle sedute e degli elementi di illuminazione per rendere la piastra il più fruibile e dinamica.

Questo spazio verde è inteso a specifica fruizione delle abitazioni del corpo a nord e una parte di essa è destinata all'esclusiva fruizione degli utenti del nido previsto al primo livello dell'edificio.

3_ STRATEGIE DI INTERVENTO

3.3 Sostenibilità ed efficienza

3.3.1 Componenti tecnologiche

3.3.2 Scelte tecnologiche impiantistiche

3.3.3 Modellazioni energetiche

3.3_SOSTENIBILITA' ED EFFICIENZA

3.3.1 Componenti tecnologiche

Volume nord

La scelta di utilizzare l'XLAM come sistema costruttivo del corpo nord è legata alla scelta di ottimizzare il comportamento energetico degli alloggi stessi garantendo al contempo una qualità ambientale adeguata nel ciclo di vita.

Data la limitata inerzia termica garantita dal sistema costruttivo adottato, al fine di migliorare la risposta del comportamento termico in fase estiva il volume presenta una facciata ventilata che contribuisce all'estrazione del calore in eccesso in fase di massimo irraggiamento estivo.

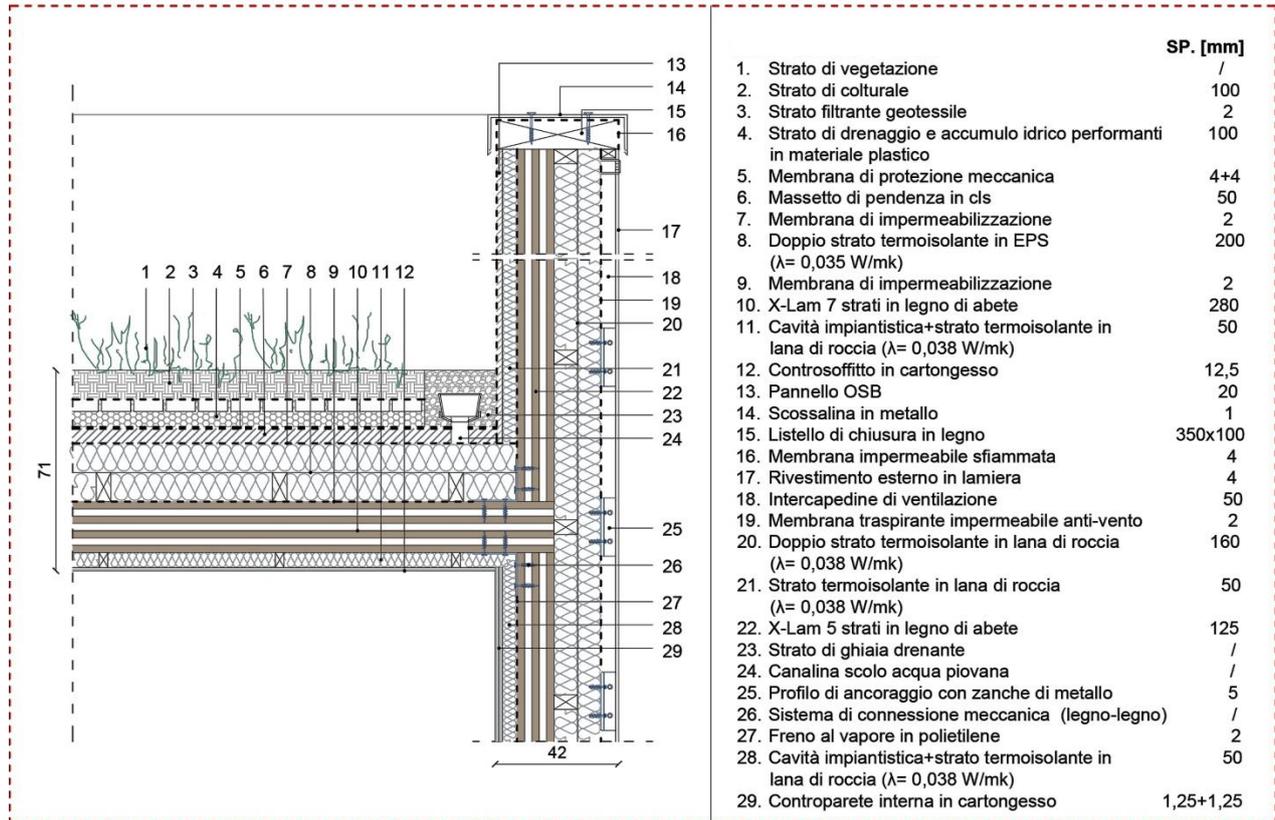
Il rivestimento esterno è stato progettato in lamiera sia per la sua praticità di utilizzo economico sia per la resistenza, a sud invece è caratterizzato da un sistema di facciata adattivo attuato in maniera passiva.

I solai, coerentemente alla natura del sistema costruttivo, sono completati con un massetto a secco nel quale sono ottimizzate le distribuzioni dei sistemi impiantistici in modo da garantire al contempo il miglior isolamento termo-acustico tra le unità abitative.

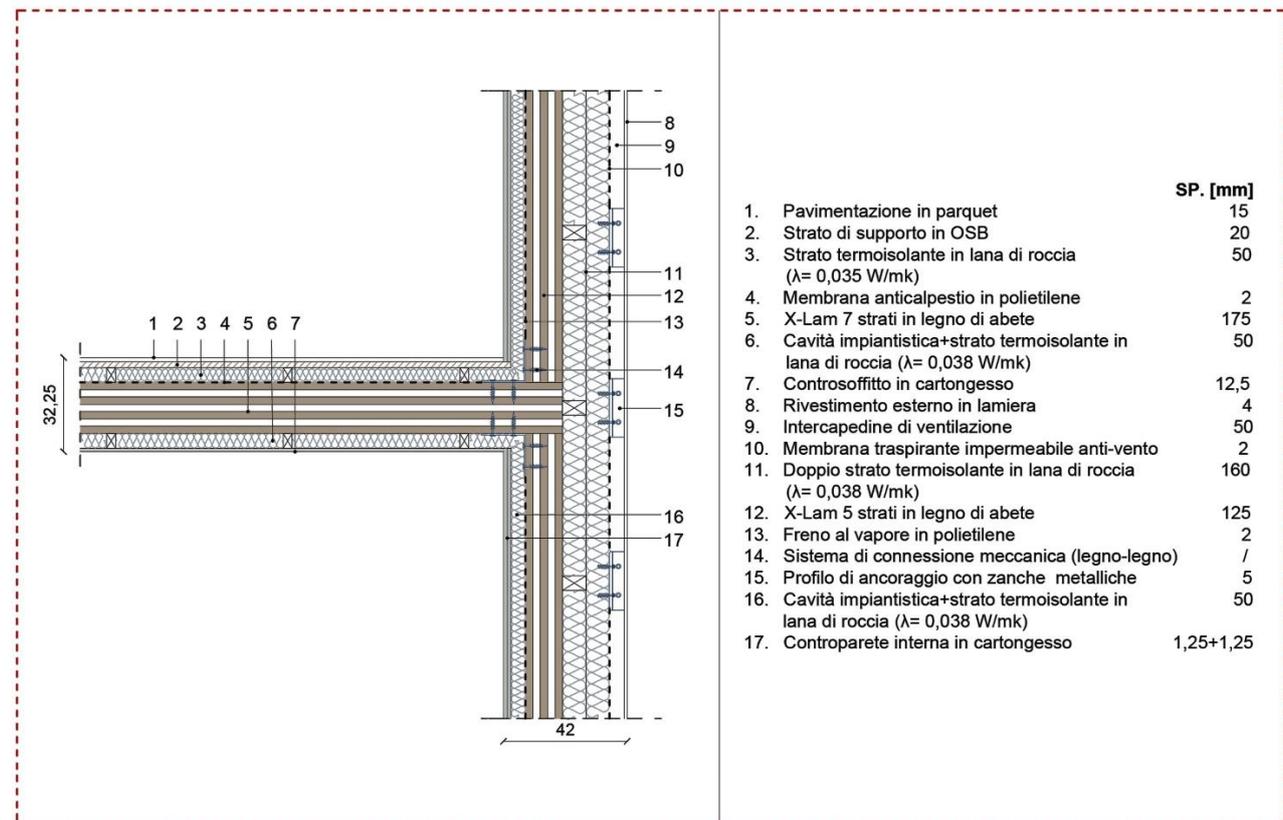
La copertura del corpo nord è realizzata come un manto a verde estensivo che contribuisce a garantire ottimali livelli di isolamento e di inerzia nonché di mitigazione degli effetti di irraggiamento grazie all'evapotraspirazione della superficie a verde.

Come previsto dalla normativa la struttura in XLAM è stata opportunamente assemblata con connettori metallici adeguati a garantire il miglior comportamento dell'intera configurazione anche in caso di sollecitazioni orizzontali eccezionali come eventi meteorici e sismi.

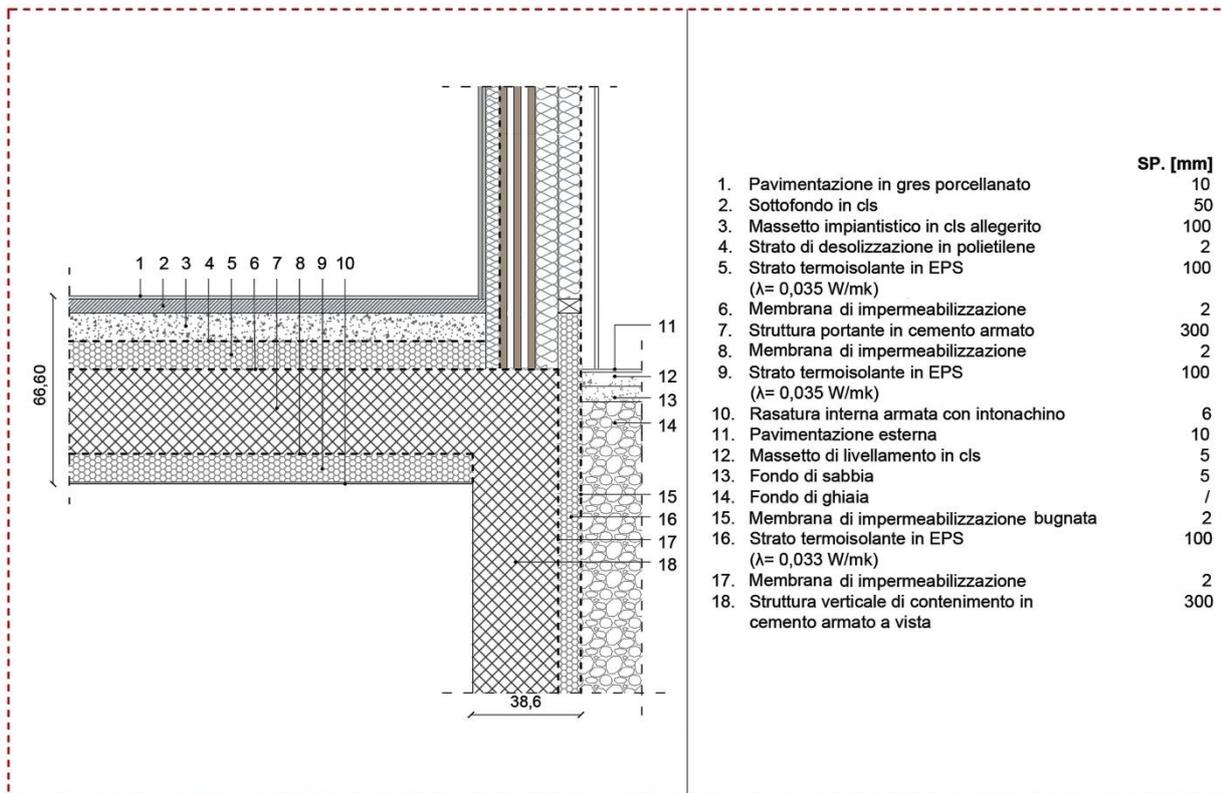
Figura 1. Dettagli costruttivi XLAM



CHIUSURA VERTICALE ESTERNA 1 - CHIUSURA ORIZZONTALE ESTERNA



CHIUSURA VERTICALE ESTERNA 1 - PARTIZIONE ORIZZONTALE INTERNA 1



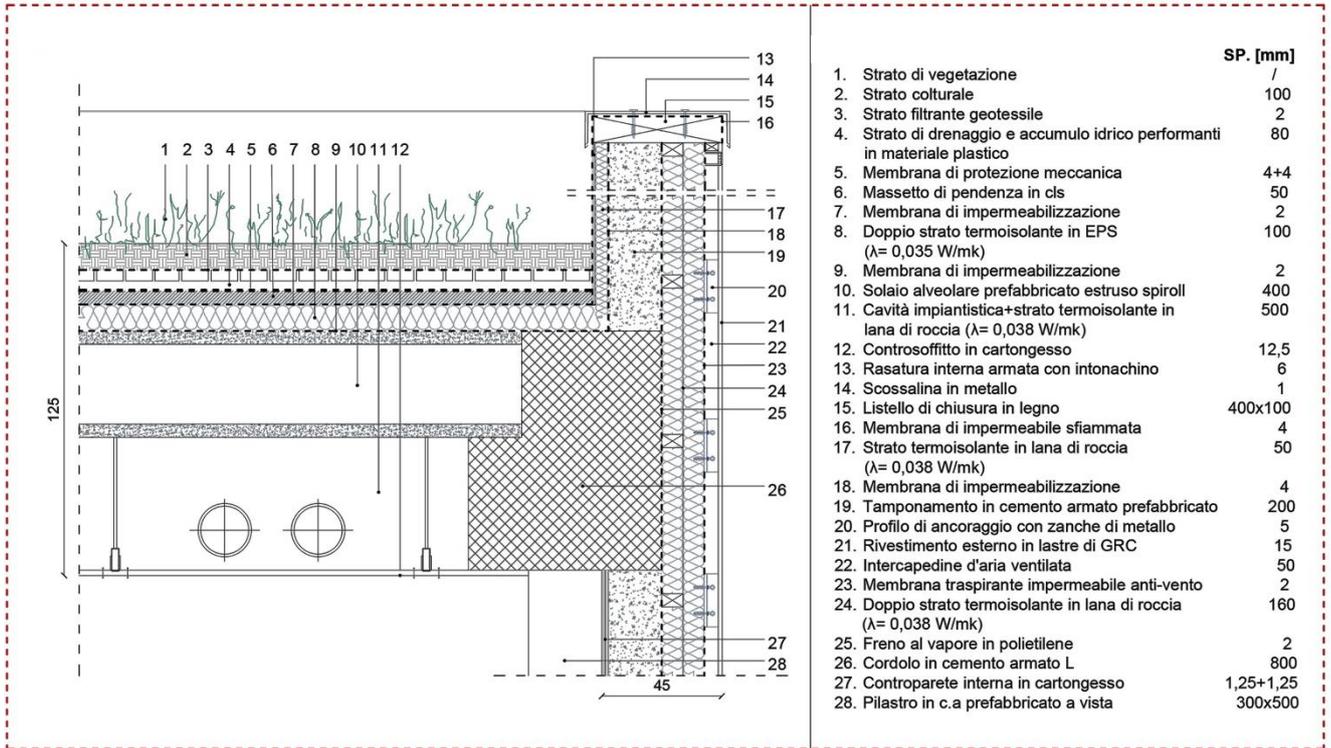
CHIUSURA VERTICALE ESTERNA 1-PARTIZIONE ORIZZONTALE INTERNA 2-CHIUSURA VERTICALE ESTERNA 2

Volumi commerciali

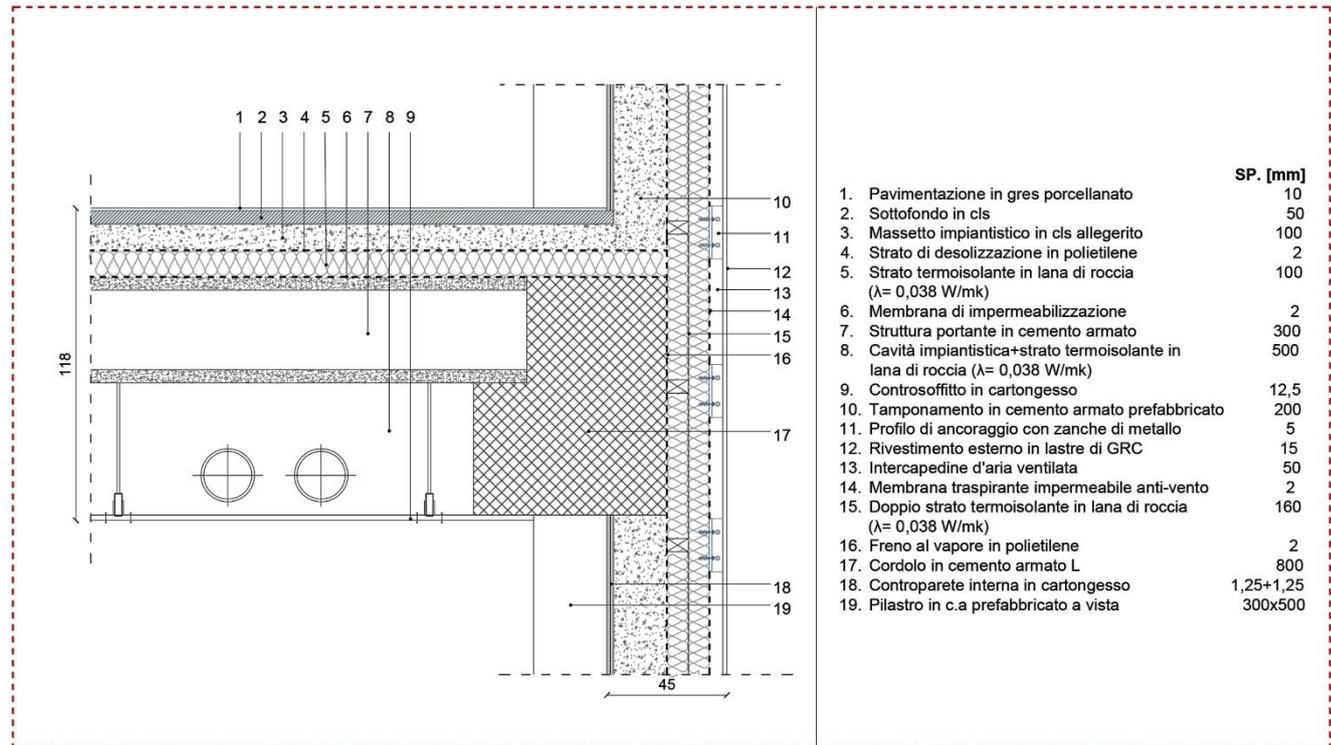
Rispetto al volume nord, caratterizzato da un rivestimento prevalentemente metallico, i volumi est, sud ed ovest presentano un rivestimento di facciata in pannelli prefabbricati di Glass fiber reinforced concrete (GRC), un materiale composito che unisce le caratteristiche di resistenza a compressione della matrice cementizia con la resistenza a trazione delle fibre di vetro. Questo materiale è stato scelto per le sue caratteristiche di resistenza e durabilità in relazione ai livelli di sollecitazioni e usura che le facciate più esposte dell'isola possono subire.

Al fine di caratterizzare figurativamente i pannelli, gli stessi sono stati perforati secondo un pattern ad andamento variabile, il cui openness factor aumenta in corrispondenza delle bucatore vetrate retrostanti. Ad eccezione degli spazi destinati ad accogliere i corpi tecnici e i terminali impiantistici, anche le coperture dei volumi est, sud ed ovest sono trattati come superfici a verde.

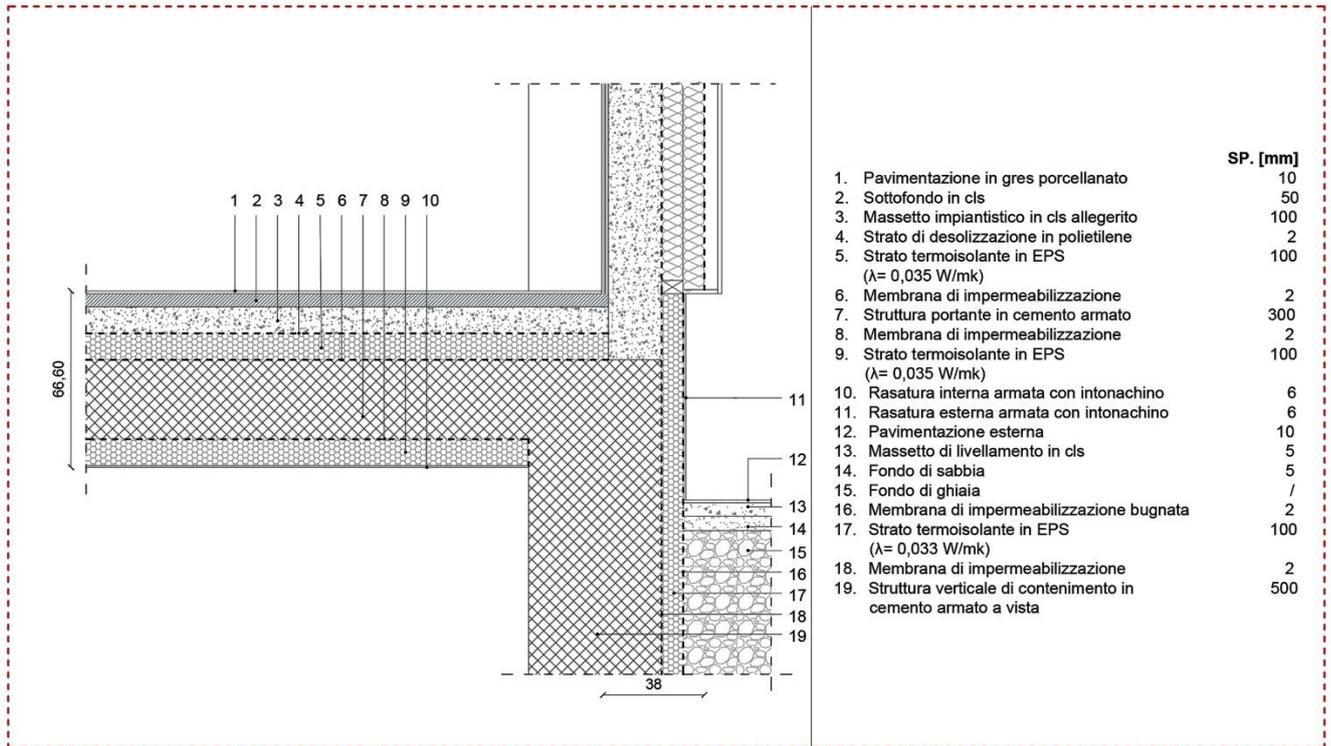
Figura 2. Dettagli costruttivi CLS armato



CHIUSURA VERTICALE ESTERNA 1 - CHIUSURA ORIZZONTALE ESTERNA

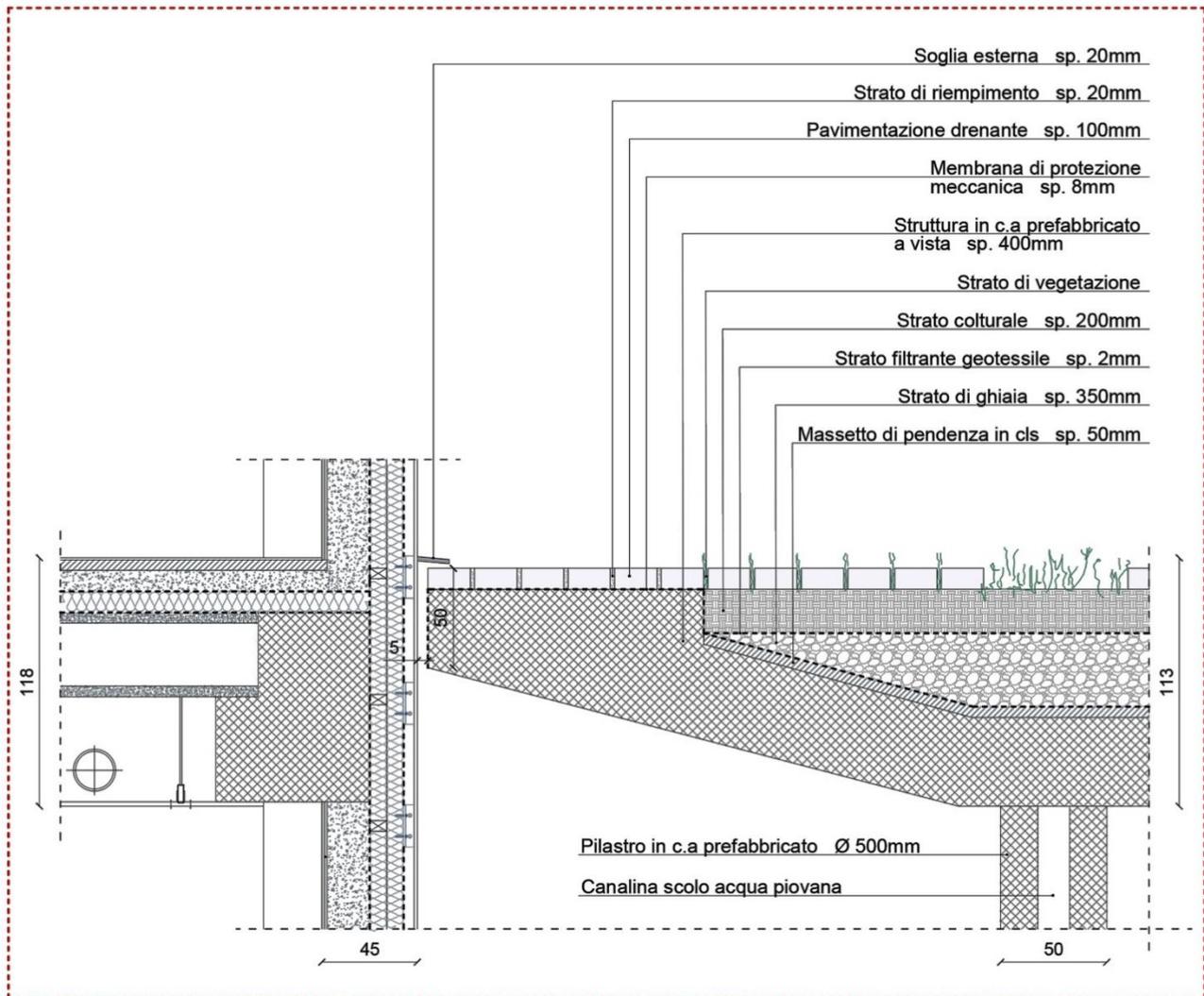


CHIUSURA VERTICALE ESTERNA 1 - PARTIZIONE ORIZZONTALE INTERNA



CHIUSURA VERTICALE ESTERNA 1 - PARTIZIONE ORIZZONTALE INTERNA 2 - CHIUSURA VERTICALE ESTERNA 2

Figura 3. Dettaglio costruttivo piastra verde



CHIUSURA VERTICALE ESTERNA 1 - PARTIZIONE ORIZZONTALE ESTERNA

3.3.2 Scelte tecnologiche impiantistiche

Volume nord

Per la progettazione impiantistica dell'edificio di nuova costruzione si è tenuto conto della normativa vigente in Emilia-Romagna, DGR 967/2015.

Gli impianti degli edifici di nuova costruzione devono essere progettati e realizzati in modo da garantire il contemporaneo rispetto della copertura, tramite il ricorso ad energia prodotta da impianti alimentati da fonti rinnovabili, del 50% dei consumi previsti per l'acqua calda sanitaria e del 50% della somma dei consumi previsti per il riscaldamento e raffrescamento.

Per energia da fonti rinnovabili si intende l'energia proveniente da fonti rinnovabili non fossili, come l'energia eolica, solare, geotermica, aerotermica, idrotermica, idraulica, biomassa, gas di discarica, gas residui dai processi di depurazione e biogas.

Nel nostro progetto è stata usata il solare termico per la produzione di acqua calda sanitaria nel volume nord degli alloggi. L'impianto solare consente di ridurre sia le emissioni di biossido di carbonio sia i costi dell'energia, ed è composto da:

- un collettore che cede il calore del sole al fluido
- un serbatoio di accumulo del fluido

Per il riscaldamento e raffrescamento è stato previsto un unico impianto per soddisfare il fabbisogno giornaliero, ovvero la pompa di calore. Questo tipo di impianto soddisfa non solo il riscaldamento e la climatizzazione di un ambiente, ma garantisce anche il comfort, benessere e un notevole risparmio economico per i condomini, che associato all'impianto solare termico il risparmio è maggiore.

È stato previsto anche un impianto di ventilazione meccanica controllata (VMC) che si occupa di garantire un ricambio ottimale di aria all'interno dell'ambiente, migliorandone la prestazione energetica rispetto al ricambio d'aria naturale, espelle aria viziata ed immette aria pulita senza generare fastidiose correnti, purifica l'aria eliminando i cattivi odori, polline e altri composti volatili che spesso sono fonte di allergie e inoltre questo impianto può regolare l'umidità e combattere la formazione di condensa e muffe sulle pareti.

Volumi commerciali

Per i volumi ovest ed est è stato previsto un unico impianto di VMC per riscaldare, raffrescare e avere un ricambio dell'aria all'interno in quanto ambienti adibiti prevalentemente a uffici o piccole attività di artigianato.

Il volume sud adibito al piano terra a supermercato e al piano primo a palestra fitness è alimentato da un impianto a tutt'aria (UTA) per il trattamento dell'aria di questi ambienti chiusi che presentano finestre ma senza aperture verso l'esterno. Lo scopo di questo impianto è quello di prelevare l'aria esterna trattandola attraverso dei filtri, a seconda delle necessità termo-igrometriche che coinvolgono il trattamento dell'aria, ovvero la temperatura, umidità, velocità e purezza.

L'UTA è quindi un dispositivo che permette di modificare le caratteristiche dell'aria ambientale e le adatta alle varie esigenze produttive.

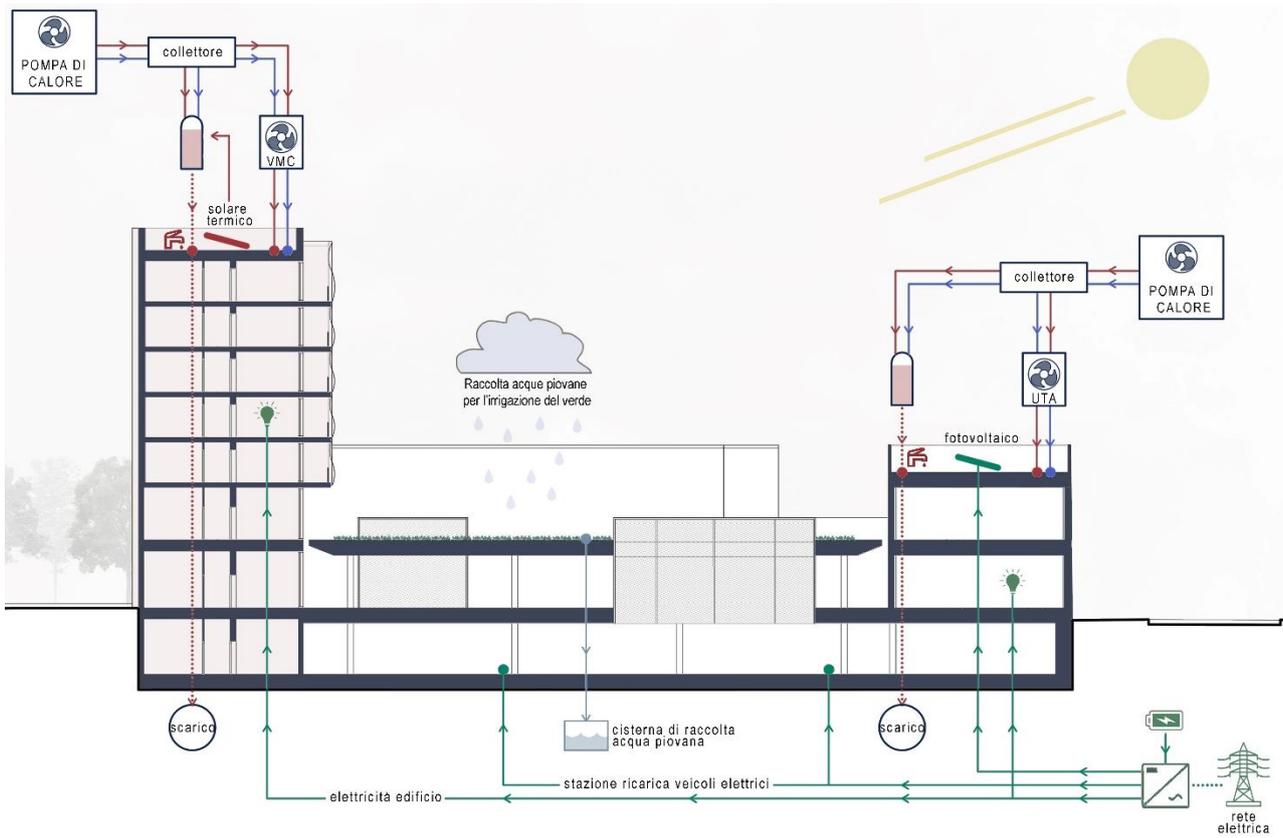


Figura 4. Configurazione impiantistica del progetto

3.3.3 Modellazioni energetiche

Per la modellazione energetica del nostro progetto è stato utilizzato il software TERMOLOG.³⁶

Il software permette di simulare il comportamento termico dell'edificio calcolandone le dispersioni termiche, il fabbisogno e il consumo energetico annui.

Per determinare l'indice e la certificazione di prestazione energetica del nostro progetto occorre eseguire una serie di passaggi.

1. Inserire la località d'intervento per rilevare il comune e la relativa norma di riferimento del calcolo.
2. Definire le caratteristiche geometriche, le stratigrafie dell'involucro (pareti verticali esterne, solai, ecc...), il volume, tutti gli ambienti riscaldati e non riscaldati di ogni piano dell'edificio.
3. Definire il sistema di generazione e distribuzione del sistema impiantistico.
La soluzione impiantistica scelta è di tipo centralizzato in quanto permette di avere una caldaia unica per tutti i condomini e ognuno di essi può regolare l'accensione dell'impianto a seconda delle proprie necessità e gestire i consumi. Inoltre, questo permette un risparmio notevole rispetto a un impianto autonomo.
L'impianto scelto è un sistema aeraulico con pompa di calore che provvede al riscaldamento, raffrescamento, produzione di acqua calda sanitaria (ACS). In particolare, per la produzione di ACS, la pompa di calore è affiancata da un impianto solare termico con un serbatoio di accumulo.
Il riscaldamento e raffrescamento degli ambienti avviene attraverso un sistema di canalizzazione presente sopra le aperture delle porte con una diffusione verso l'ambiente da riscaldare o raffrescare (camere, zona giorno, ecc...).
4. Successivamente il programma calcola le prestazioni dell'edificio ed è in grado di esportare l'attestato in cui viene riportata la sua classe energetica.

Secondo la classificazione della Regione Emilia-Romagna: D.G.R 1275/2015, l'edificio rientra in **classe energetica 'A4'**.

³⁶ TERMOLOG è un software professionale studiato per il calcolo delle dispersioni termiche, dei fabbisogni e dei consumi energetici degli edifici civili ed industriali. È, inoltre, in grado di eseguire le verifiche di legge sul comportamento termogrometrico e di sfasamento termico delle strutture opache.

<https://www.logical.it/>

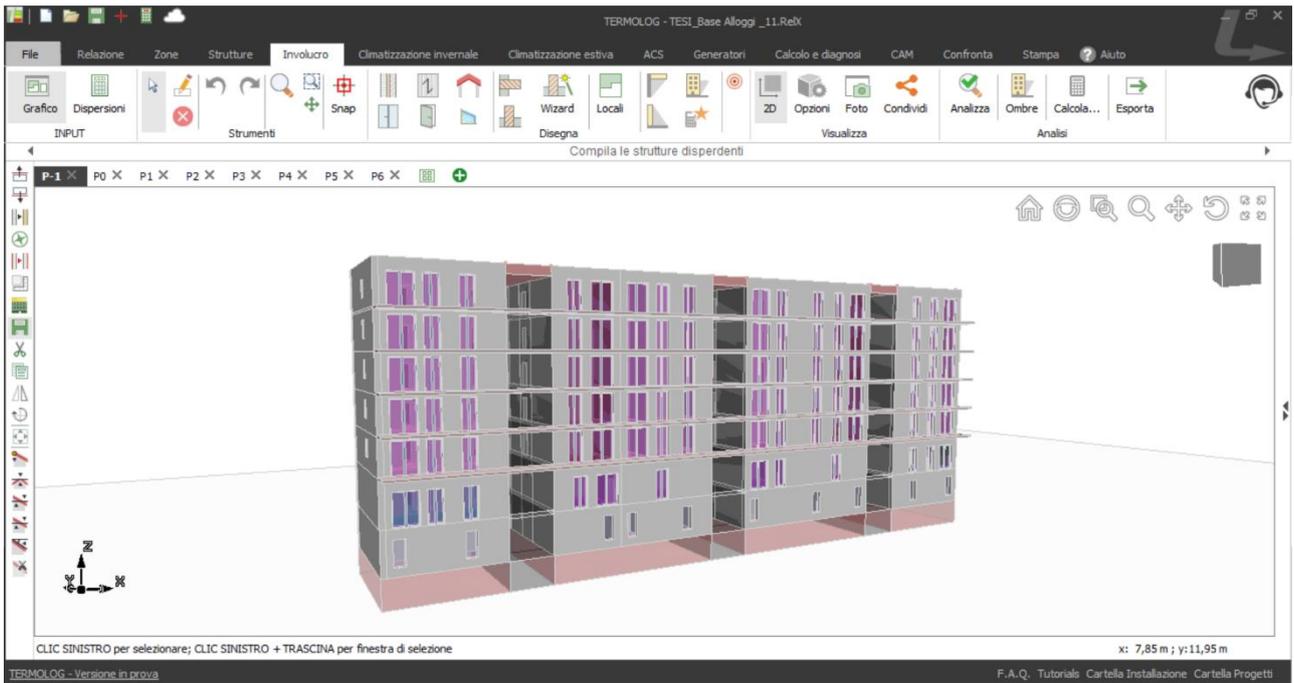


Figura 4. Studio del volume nord tramite il software Termolog 11



Figura 55. Classe energetica dell'edificio

3_ STRATEGIE DI INTERVENTO

3.4_Facciata adattiva

3.4.1 Scelta della tipologia di facciata adattiva

3.4.2 Progettazione e modellazione dell'attuatore

3.4.3 Simulazione degli effetti del sistema di schermatura dinamico

3.4.4 Valutazione e discussione dei risultati

3.4 FACCIATA ADATTIVA

3.4.1 Scelta della tipologia di facciata adattiva

I cambiamenti climatici e la attuale consapevolezza riguardante la sostenibilità impongono scelte innovative per il futuro dell'architettura.^{37 38} Una delle possibili risposte al tema del controllo dell'irraggiamento solare è costituito dalle cosiddette facciate adattive³⁹, dispositivi che cambiano il proprio comportamento in funzione delle condizioni⁴⁰ di irraggiamento o temperatura al fine di ridurre il carico termico sulla facciata o sull'edificio. La letteratura scientifica raccoglie questa tipologia di involucri sotto l'acronimo di CABS (Climate adaptive building shells), che possono essere ulteriormente classificati in base climatico o al sistema che determina il cambio di configurazione (reattivi al sole, reattivi al flusso d'aria e ad altre sorgenti). Questo tipo di involucro può essere realizzato attraverso sistemi schermanti capaci di adattarsi alle condizioni ambientali attraverso un movimento cinetico degli elementi oscuranti. Le prime tipologie di involucri adattivi, si muovevano attraverso sistemi elettromagnetici che ne cambiavano la configurazione in base a dati forniti da sensori che monitoravano le condizioni climatiche outdoor. Queste prime sperimentazioni, tuttavia, avevano un impatto trascurabile sul bilancio energetico, ma si focalizzavano sulla regolazione dell'afflusso di luce diurna all'interno dell'edificio. I benefici in generale erano pochi a fronte di costi elevati e alcuni problemi manutentivi relativi ai sensori. Il loro recente sviluppo ha necessariamente integrato il tema della sostenibilità come obiettivo chiave nella loro progettazione, i quali, attraverso programmi centralizzati computerizzati (CPU) si adattano alle variazioni delle condizioni climatiche esterne. Tutto ciò ha due effetti principali; da un lato permette di ottimizzare la risposta dell'involucro, dall'altro però, impedisce all'utente finale di personalizzare la configurazione degli elementi oscuranti secondo le proprie preferenze. Per ovviare a tali problematiche, è necessario pensare sistemi schermanti che non impediscano al fruitore la possibilità di guardare all'esterno o di intervenire sulla quantità di luce diurna all'interno dell'edificio⁴¹. Per ovviare tali problematiche è necessario concepire sistemi schermanti adattivi che funzionino grazie ad attuatori passivi.

Parallelamente alla ricerca di attuatori che si muovono attraverso l'uso di sistemi elettromagnetici, infatti, la letteratura scientifica esplora i cosiddetti materiali intelligenti definiti come “materiali che possiedono uno o più sensori, attuatori e meccanismi di controllo incorporati o intrinseci per cui è in grado di percepire uno stimolo, rispondere ad esso in un modo e in una misura predeterminati, in un tempo breve e appropriato e ritornare al suo stato originale non appena lo stimolo viene rimosso”⁴². Questi materiali includono:

³⁷ Lopez, Rubio, How Plants inspire Façades. From Plants to Architecture: biomimetic principles for the development of adaptive architectural envelopes, 2017.

³⁸ Aelenei, Aelenei, Pacheco Vieira, Adaptive Façade: concept, applications, research questions, 2018.

³⁹ Loonen, Rico Martinez, Favorino Design for facade adaptability-towards a unified and systematic characterization

⁴⁰ Barozzi, Lienhard, the sustainability of adaptive envelopes: developments of kinetic architecture

⁴¹ Gaspari, Climate responsive building envelope, 2020.

⁴² N. Stamhuis Design with smart materials. The development of a tactile interface platform to control light and sound in domestic environments, 2015.

- materiali magnetorestrittivi,
- materiali piezo elettrici,
- polimeri a memoria di forma,
- materiali a cambiamento di fase,
- vetri fotocromatici, e
- leghe a memoria di forma.

Numerose ricerche mostrano come questi materiali, se utilizzati come attuatori, possono permettere un adattamento passivo del sistema schermante. Essi, infatti, si adattano in modo autonomo e reversibile alle variazioni climatiche, senza il controllo remoto computerizzato. Questa tipologia di schermatura cinetica ad attuazione passiva elimina di fatto numerosi problemi di tipo manutentivo ed economico, a cui sono soggette le facciate a controllo remoto computerizzato.

Gli attuatori passivi presenti sul mercato sono attuati, nella maggior parte dei casi, da:

- bi-metalli
- Cera a cambiamento di stato,
- Molle a memoria di forma,

La tesi indaga in particolare le molle memoria di forma, comunemente definite con l'acronimo SMA "shape memory alloy", per via di due vantaggi intrinseci a tali materiali: la pseudo elasticità e l'effetto a memoria di forma. La tipologia più diffusa di questo tipo di molle è composta da due elementi Nichel e Titanio, comunemente dette Nitinol, e risponde alle variazioni di temperatura attraverso un'elongazione del 10%. L'effetto memoria di forma (SME), che dà alle SMA la loro capacità di trasformazione unica, è in effetti un processo duale che combina una forma fisica memorizzata con una transizione da uno stato malleabile a uno rigido. A temperatura ambiente le Sma, nella fase detta martensitica, sono malleabili e possono essere piegate in varie forme, quando sono riscaldate, ad una certa temperatura raggiungono la fase detta austenitica, diventano rigide e ricordano la loro forma memorizzata. (fig)⁴³. Alcune sperimentazioni propongono l'applicazione di queste molle al campo dell'architettura attraverso attuatori di facciate cinetiche. Un esempio interessante in merito è il modello di schermatura sperimentale del politecnico di Milano⁴⁴, esso prevede un attuatore composto da due molle di cui una a memoria di forma posta all'interno di una scatola termica. La radiazione in cui la molla SMA si allunga corrisponde a 300 W/mq (quindi circa 50C°) raggiunta agevolmente per mezzo di una scatola termica in cui la molla è inserita. Questa attrae calore mediante un vetro scuro, e permette alla molla, di trovarsi in un ambiente a temperatura superiore rispetto all'esterno. Grazie a questo sistema la molla inizia ad allungarsi ad una temperatura dell'aria esterna di 25 C°. Tuttavia, anche intorno ai 200 W/m² c'è una fase in cui il sistema oscurante è semi-aperto, in quanto la scatola termica può comunque avere una temperatura maggiore rispetto all'esterno non essendo immediato lo scambio termico. Ad una radiazione solare su un piano verticale di 300W/m² ed oltre la molla si irrigidisce e vince la tensione della molla normale, recuperando la forma originaria. Il sistema, infatti, trasforma la compressione generata dalla molla in un movimento rotazionale per mezzo di asta

⁴³ Coelho,Zigebaum. Shape changing interfaces, 2011.

⁴⁴ Vercesi, Speroni. A novel approach to shape memory Alloy applied to passive adaptive shading systems, 2020.

dentellata che trasmette lo sforzo assiale ad una flangia facendola ruotare. A quest'ultima sono agganciate delle corde (che possono essere realizzate in vari materiali), ruotando, la flangia assume una configurazione cilindrica (massima schermatura in condizioni di elevata radiazione incidente) o a clessidra (aprendo la massima area possibile al di sotto della soglia di attivazione) (Fig.3).

3.4.2 Progettazione e modellazione dell'involucro adattivo

La profondità delle logge, che schermano la facciata a sud degli alloggi, è calcolata in modo da garantire, attraverso lo sbalzo del solaio, il corretto ombreggiamento delle vetrate. Ciò contribuisce ad una riduzione del carico termico in fase estiva mentre consente di attuare dei guadagni passivi che riducono il consumo di energia in fase invernale. Tuttavia, senza la presenza di un elemento schermante, in corrispondenza della facciata a sud, le logge risultano di scarsa fruibilità durante il periodo estivo, inoltre, la piena esposizione in direzione sud, può produrre indesiderati effetti di surriscaldamento e abbagliamento che prescindono dalla geometria assegnata alla loggia. Di conseguenza il progetto prevede l'adozione di uno schermo adattivo, composto da una rete metallica volta a ridurre la radiazione solare incidente. L'elemento schermante è stato progettato in modo da garantire un adeguato livello di filtro in condizioni di massimo irraggiamento senza pregiudicare la possibilità di ripristinare una completa visuale dagli alloggi quando le condizioni lo consentono. Tra le varie possibilità di dinamismo esplorate per gli elementi schermanti, il movimento torsionale della rete in direzione verticale è stato ritenuto, dopo varie simulazioni, il miglior compromesso tra le esigenze di schermatura e di visuale libera. La torsione permette all'elemento di passare da una configurazione piana, parallela alla facciata, ad una in cui la sua parte superiore si dispone a 90° rispetto alla stessa. Rispetto ad altri sistemi, che implicano un movimento rigido, la torsione di un elemento leggero richiede meno energia per quanto riguarda l'attuazione del sistema e si accorda con sistemi di attuazione passivi, che permettono un cambio di configurazione senza l'apporto di energia dalla rete.

Altro tema determinante è stata la scelta del principio di attuazione del sistema schermante. Dalle ricerche effettuate per le caratteristiche riportate sopra, la scelta verte su un attuatore funzionante per mezzo di due molle, di cui una, SMA. Si è preso come modello di partenza l'attuatore già citato sviluppato dal politecnico di Milano, adattandolo con materiali, layout e analisi differenti, ma mantenendo il principio base del funzionamento. Nel nostro caso, nell'estremità superiore del sistema è posizionato l'attuatore, mentre la parte inferiore è fissa e tiene in tensione il modulo schermante. Quando la molla a memoria di forma è allungata, a causa del riscaldamento (ad una temperatura dell'aria 25C° e della camera termica di 50C°), si trova nella sua forma originaria e fa muovere verso l'alto il sistema di attuazione. Questo movimento verso l'alto è trasformato in rotazione da perni, che muovono un cilindretto con un foro a spirale a cui è collegato il singolo modulo di facciata. In questo stato il sistema schermante assume la configurazione di schermatura massima e copre il 100% dell'area. Quando le temperature si abbassano, anche nell'arco della stessa giornata, la molla (nella fase martensitica) è malleabile e viene compressa verso il basso, quella inferiore allo stesso tempo aumenta la sua elongazione comportando uno spostamento verso il basso del sistema, che per mezzo dell'attuatore, innesca una rotazione del cilindro a cui è collegato il modulo schermante. Questo, seppur gradualmente, raggiunge una rotazione di 180°. Alla rotazione del sistema di attuazione corrisponde una torsione di un'estremità (nel nostro caso quella superiore) di un modulo schermante.

Contemporaneamente alla concezione del sistema schermante da un punto di vista materico e tecnico, si è reso necessario tenere sotto controllo l'effetto complessivo del sistema sul layout complessivo dell'edificio. Per ottenere un'efficace rappresentazione di tale sistema, in supporto alla modellazione tridimensionale, si è reso necessario l'impiego di un software di design algoritmico come Grasshopper, il quale può gestire forze e vincoli, che influenzano e limitano le deformazioni e gli

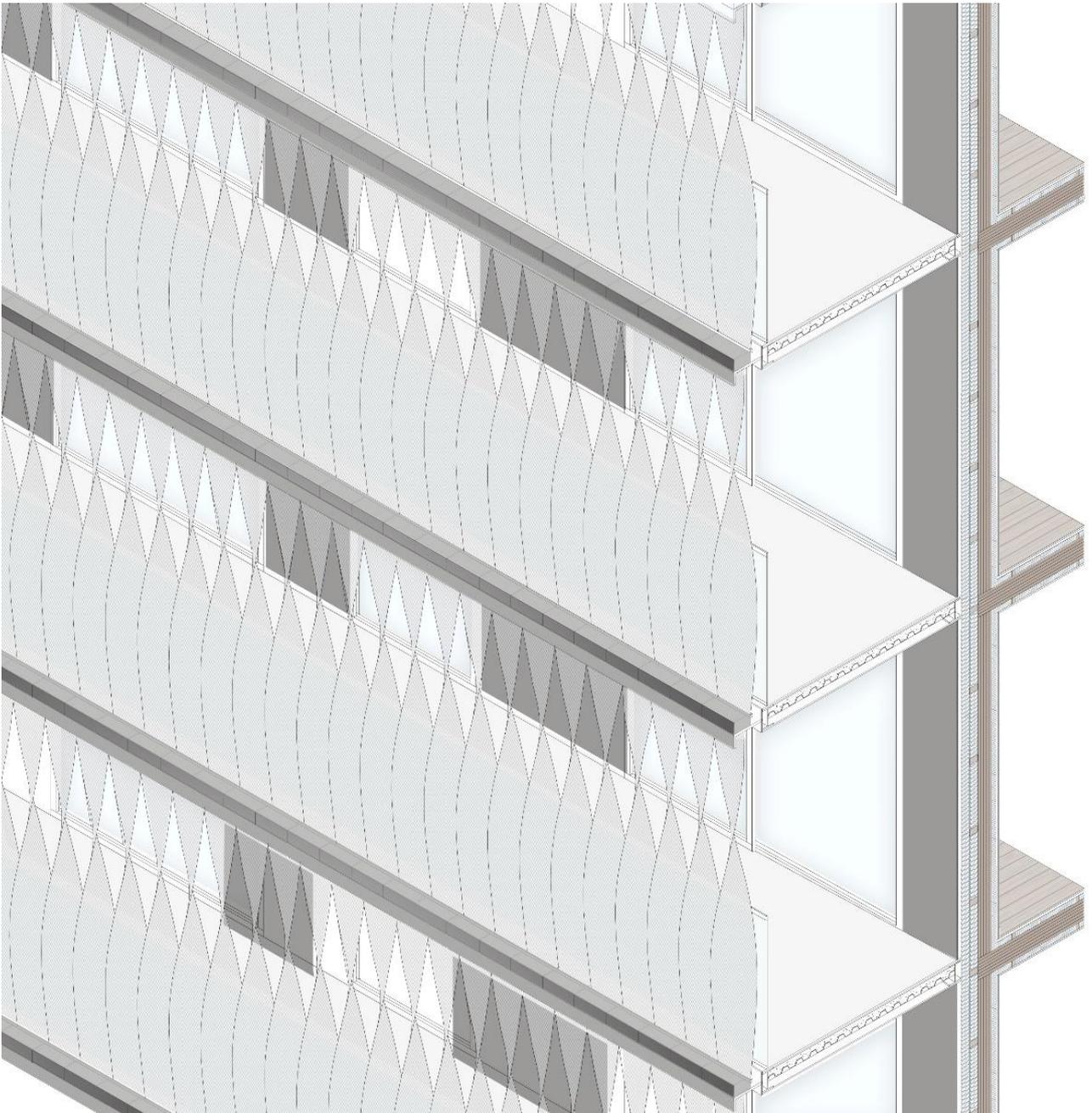


Figura 2. Dettaglio layout facciata sistema schermante

CONFIGURAZIONI IN FUNZIONE DELLA RADIAZIONE
SOLARE INCIDENTE SU UN PIANO VERTICALE

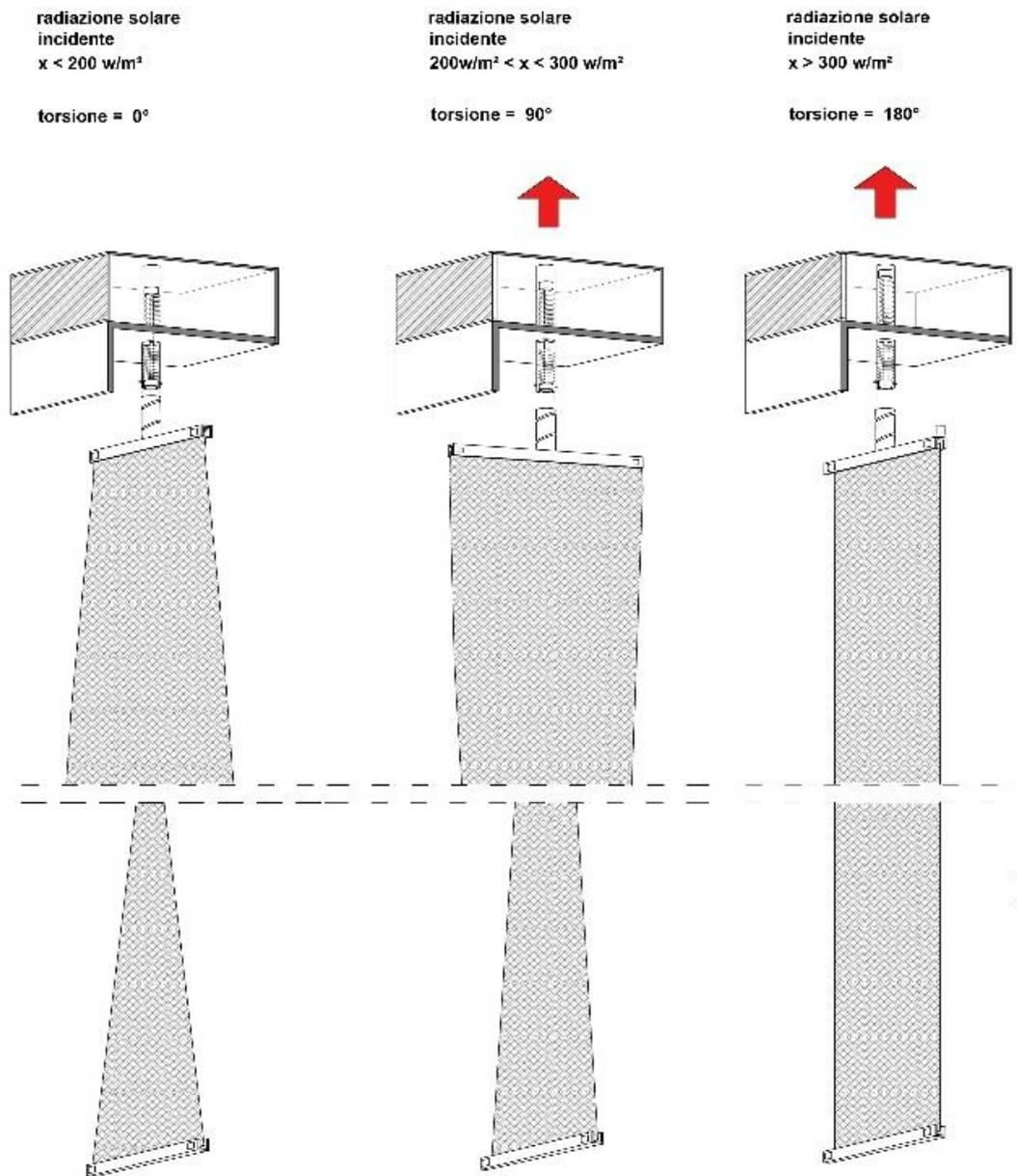


Figura 3. Dettaglio layout facciata sistema schermante

3.4.3 Simulazione degli effetti del sistema di schermatura dinamico

Al fine di verificare l'impatto di un involucro adattivo; attraverso una simulazione di verifica si è creato un modello 3D dell'alloggio e della facciata adattiva attraverso il software di modellazione Rhinoceros. Dopo una corretta rappresentazione della facciata adattiva e dell'attuatore oggetto di studio, si è reso opportuno effettuare un test di verifica degli effetti di tale sistema di schermatura dinamico attraverso un software adeguato di modellazione 3D, che simulasse, in maniera verosimile, le condizioni reali. Il software scelto per tali simulazioni è Honeybee, un plug-in di Grasshopper, il quale effettua simulazioni dettagliate sia energetiche (attraverso Open Studio e EnergyPlus) e simulazioni di luce diurna per mezzo di Radiance. Tra i vari input, il software consente di settare disparati parametri, tra cui: attività metabolica, livello di abbigliamento (clo) all'interno dell'edificio, tipologia di riscaldamento/raffrescamento, e relativi set point, e occupazione dell'ambiente durante le ore diurne. È possibile configurare la stanza attribuendole materiali e assegnando ad essi le loro caratteristiche termo igrometriche o, per le simulazioni del livello di illuminamento, la rugosità, la specularità e la riflettanza del materiale.

L'oggetto di studio dell'analisi si è rivolta in particolare alla zona giorno, disposta a sud, nell'alloggio-tipo della tipologia abitativa da 80 m², dato che, su questo ambiente la facciata adattiva ha maggiori ripercussioni. Come prima cosa: si sono modellati in 3D su Rhinoceros due varianti della stanza oggetto di simulazione, con e senza un elemento schermante parallelo alla facciata sud, dove sono presenti le aperture. Successivamente sono state effettuate le varie simulazioni e si è operato un confronto tra le simulazioni in cui era stata inserito l'elemento schermante e quelle in cui era assente. In particolare, è stato osservato l'effetto della facciata sul comfort, in quanto, a latitudini non prossime a quelle dell'equatore, l'impatto del sistema schermante non è decisivo nel bilancio energetico.

Posto che, per le simulazioni del comfort, non è stato possibile utilizzare il comando pre-settato in Grasshopper per generare elementi schermanti poiché esso non è in grado di creare elementi oscuranti di forma personalizzata si è ricorsi allo strumento "Honeybee context ep surfaces". Sempre con riferimento all'analisi del comfort, per non rallentare eccessivamente le simulazioni, l'elemento schermante è stato approssimato ad un elemento oscurante verticale della stessa dimensione del pannello oscurante con un grado di trasparenza assimilabile a quello della facciata adattiva. Il grado di trasparenza, nelle analisi annuali, aumenta in funzione della temperatura (temperatura a bulbo secco oraria di un file climatico epw di Bologna), approssimando in modo verosimile l'effetto della torsione. In particolare, sono state studiate 3 configurazioni in base alla radiazione solare incidente e, per ognuna, è stato calcolato un certo grado di trasparenza. Considerando che lo stato di attivazione corrisponde ad una torsione del elemento oscurante di 180 gradi, le tre configurazioni corrispondono a: in torsione di 180 gradi, semi aperta in torsione a 90 gradi e chiusa. Per ognuna si è calcolato l'openess factor, cioè il grado di area libera rispetto alla superficie totale occupata dall'elemento oscurante. Si è tenuto conto di un openess factor del 60% per l'elemento chiuso, 78% per una rotazione di 90° e del 75% relativo ad una rotazione di 180°. Questi valori poi sono stati associati ai valori di radiazione solare oraria del file climatico epw. di Bologna.

- configurazione a, radiazione incidente $<200\text{w/m}^2$

-configurazione b, radiazione incidente $200\text{w/m}^2 < x < 300\text{w/m}^2$

-configurazione c, radiazione incidente $x > 300\text{w/m}^2$

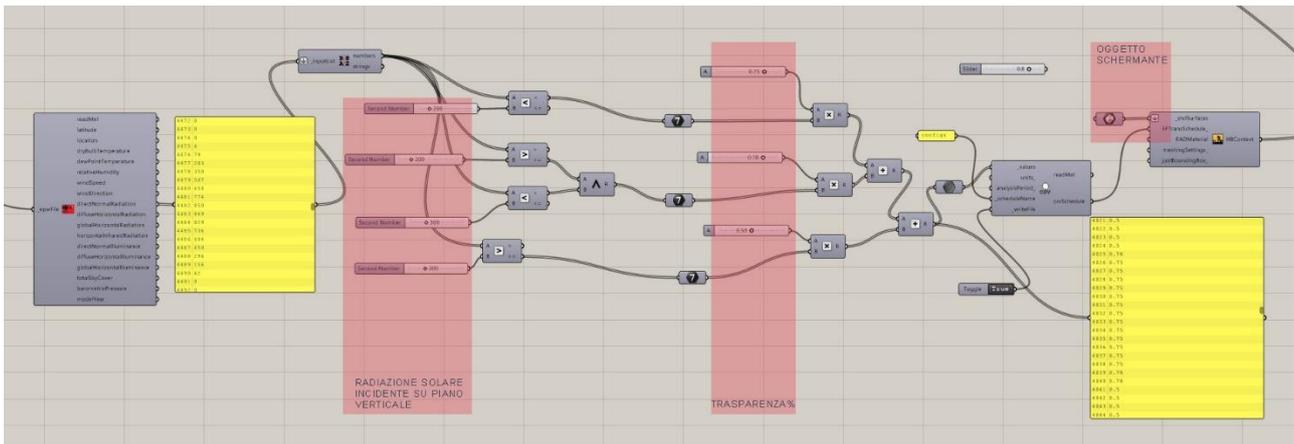


Figura 4. workflow impostazione della trasparenza della facciata adattiva in funzione della radiazione solare incidente oraria

Una volta impostato il modello della stanza su Rhino, leggibile per mezzo di Honeybee, e settata l'attuazione della facciata adattiva, è possibile organizzare le varie simulazioni che Honey bee consente di fare. Tra le varie funzionalità dello strumento, il focus ha riguardato le analisi riguardanti il comfort indoor, il livello di luce diurna e la temperatura radiante all'interno dell'alloggio.

Simulazioni effettuate:

Ore surriscaldamento/sottoriscaldamento Il programma, simula attraverso una griglia orizzontale colorata, le porzioni di spazio, in cui, durante l'arco dell'anno, si hanno ore percentuali di sottoriscaldamento e sovrariscaldamento, rispetto a valori fissati del comfort, misurate attraverso Il PMV predicted mean vote (voto medio previsto)

TCA thermal comfort autonomy misura la percentuale di ore dell'anno che rientrano nei parametri del comfort, senza l'ausilio di impianti di riscaldamento e raffrescamento.

Temperatura Radiante Misura la temperatura radiante in C° in una precisa ora dell'anno, attraverso dei punti di una griglia costruita all'interno della stanza 3d oggetto di studio.

Parametric Daylight Analysis fornisce il livello di illuminanza (lux) per un'ora di un giorno specifico dell'anno, distribuito sui punti di una griglia, all'interno della stanza 3d oggetto di studio.

3.4.4 valutazione e discussione dei risultati

Ore surriscaldamento/sottoriscaldamento: Dall'analisi, è evidente che le ore % in cui il PMV relativo a surriscaldamento (in rosso) sono molto ridotte (di oltre il 15%) mediante l'applicazione della facciata adattiva. Allo stesso tempo, per le ore % del PMV relativo a sottoriscaldamento (in blu), c'è un peggioramento, molto contenuto che si può considerare in un range del 2-3%.

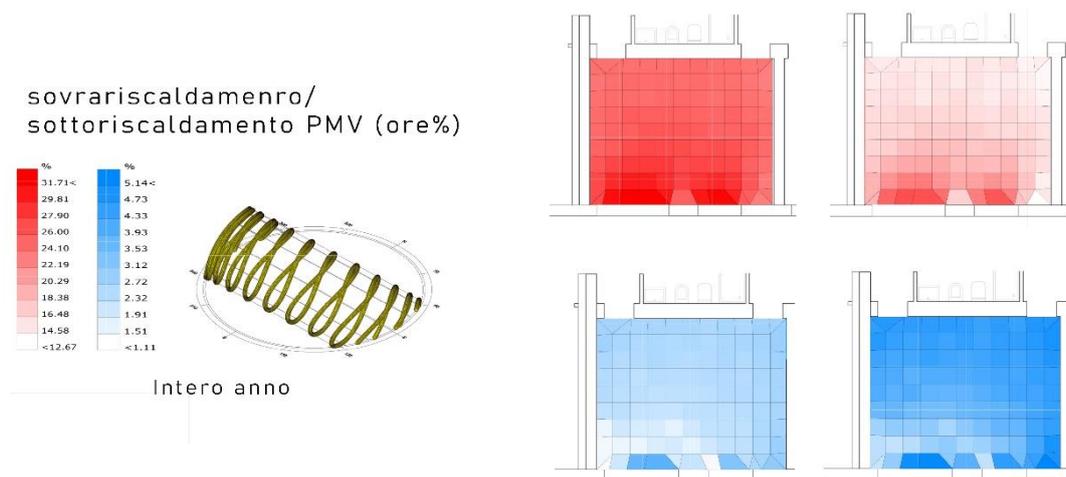


Figura 5. Ore surriscaldamento/sottoriscaldamento

(Tca) termal comfort autonomy: mostra una riduzione di ore durante l'anno di una piccola percentuale, inferiore al 10%, tuttavia porta dei benefici in quanto consente verosimilmente un leggero risparmio in termini di consumi.

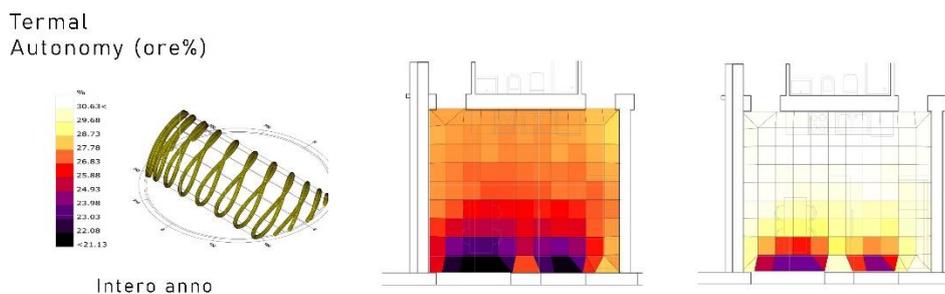


Figura 6. Termal comfort autonomy

Temperatura radiante: Da questa analisi effettuata in una delle giornate più calde dell'anno, è evidente il ruolo della facciata nella riduzione della temperatura radiante, misurata a livello del pavimento. Si evidenzia, infatti, un calo di circa 1C° più marcato nei pressi della vetrata, ma presente quasi nella totalità della superficie.

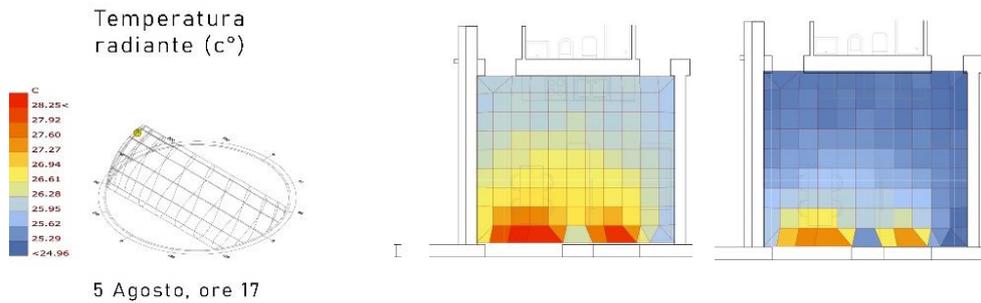


Figura 6. Temperatura radiante

Parametric Daylight Analysis: Quest'analisi, mostra che alle ore 14, sia durante l'equinozio d'inverno che quello estivo, la stanza priva di schermatura mostra un livello eccessivo di lux, superando quasi nella totalità della superficie i 1000 lux. Applicando la schermatura, questa illuminazione si attenua e rimane generalmente ad un livello soddisfacente. In condizioni estive il balcone esterno intercetta maggiormente i raggi solari che giungono sui vetri della stanza. L'applicazione della schermatura comunque non incide negativamente avendo un valore superiore a 300 lux nella quasi totalità della superficie.

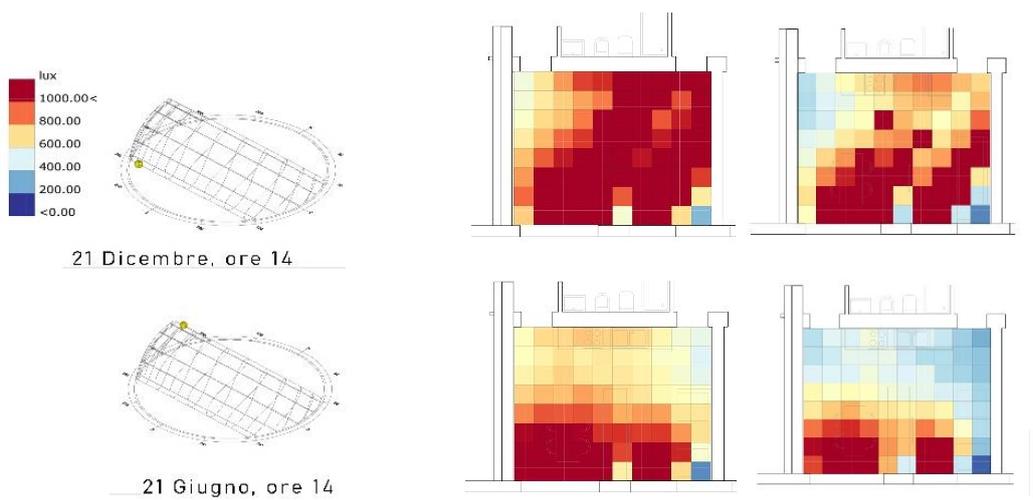


Figura 6. Parametric Daylight Analysis

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

1_HOUSING FOR TOMORROW

Bibliografia

- Astolfo G., Boanio C., AA.VV. (2018), Affordable housing policy and practices. Case studies review
- Breglia M. (2012), Il social housing come modello di un welfare europeo, Intervento a Urbanpromo
- Calcagnini L. (2018), Flessibilità. Una dimensione strategica per l'architettura
- Capelli E. (2015), Otti L., Social housing in Italia
- Delera A. (2009), L'abitare contemporaneo. Il problema della casa e la nuova domanda. Ri-Pensare l'abitare. Politiche, progetti e tecnologie verso l'housing sociale
- De Luca A. (2014), L'Housing Sociale in Europa
- Ginelli E. (2010), La flessibilità tecno-tipologica nelle soluzioni progettuali e costruttive
- Holmans A. (2008), Monk S. C., Homes for the future
- Minora F. (2012), Housing sociale e produzione di nuovi modelli abitativi: un approccio istituzionalista
- Noviello, V., ISGI (2013), Guida alle politiche, pratiche e iniziative di Housing Sociale - partecipare per integrarsi. Buone pratiche transizionali per azioni locali
- Olanzero M., Ponzio I. (2010), Mix abitativo e mix sociale. Una "soluzione" difficile, in senza welfare. Federalismo e diritti di cittadinanza nel modello mediterraneo
- Pittini A., AA.VV. J. Dijol, D. Turnbull, M. Whelan (2019), The state of housing in the EU
- Radogna D. (2011), La flessibilità per un Social Housing sostenibile: il caso Preturo (AQ)
- Rapporto Cecodhas Housing Europe (2011), Housing Europe Review, The nuts and bolts of European social housing systems
- United Nations Economic Commission for Europe (2004), UNECE Guidelines on Social Housing – Chapter 1: Historical Development of Social Housing

2_ BOLOGNA

Bibliografia

- Manella G. (2017), “Oltre lo spettacolo”. Prove ed errori di riqualificazione alla Bolognina

Sitografia

- Biblioteca Salaborsa
<https://www.bibliotecasalaborsa.it/cronologia/bologna>
- Bologna.bo (2019), Un nuovo modo di abitare Bologna, il quartiere Bolognina
<https://www.bologna.bo/abitare-bologna-il-quartiere-bolognina/>
- Iperbole. La rete civica di Bologna, Dati statistici
<http://inumeridibolognametropolitana.it/dati-statistici>
- ConVivere Bolognina
<http://www.comune.bologna.it/sites/default/files/documenti/Patto%20ConVivere%20Bolognina.pdf>

3_ STRATEGIE DI INTERVENTO

3.1_ Scelte progettuali

Bibliografia

- Assessing energy and emissions savings for space conditioning, materials and transportation for a high-density mixed-use building (2020)
- Effect of increasing urban albedo on meteorology and air quality of Montreal (Canada) – Episodic simulation of heat wave in 2005 (2016)
- H.H. Kim (2007), Urban heat Island
- Höppe (1999), The physiological equivalent temperature – a universal index for the biometeorological assessment of the thermal environment

3.2 Configurazione strutturale

Bibliografia

- Environmental and energy balances of wood products and substitutes, 2002

3.3 Sostenibilità ed efficienza

Sitografia

- Software termolog
<https://www.logical.it/>

Normative

- Emilia-Romagna: DGR 967/2015
- Emilia-Romagna: D.G.R 1275/2015

3.4_ Involucro adattivo

Bibliografia

- Aelenei D., Aelenei L., Pacheco Vieira (2018), Adaptive Façade: concept, applications, research questions
- Barozzi, Lienhard (2016), the sustainability of adaptive envelopes: developments of kinetic architecture
- Coelho,Zigebaum (2011). Shape changing interfaces
- Gaspari J. (2020), Climate responsive building envelope
- Loonen, Rico Martinez, Favorino (2015), Design for facade adaptability-towards a unified and sistematic characterization
- Lopez, Rubio (2017), How Plants inspire Façades. From Plants to Architecture: biomimetic principles for the development of adaptive architectural envelopes
- Stamhuis N. Design with smart materials. The development of a tactile interface platform to control light and sound in domestic environments
- Tedeschi A. (2014), Algorithms Aided Design
- Vercesi, Speroni (2020). A novel approach to shape memory Alloy applied to passive adaptive shading systems

RINGRAZIAMENTI

Xhorxhina Metohu

Desidero ringraziare il nostro relatore Jacopo Gaspari per la sua grande disponibilità e dedizione con cui ci ha seguiti, ma soprattutto per averci insegnato tanto, abbattendo anche i nostri limiti per dare sempre il massimo. Ringrazio i prof. Ernesto Antonini e Kristian Fabbri per averci guidato in questo percorso grazie alle loro conoscenze e competenze. Ringrazio il mio collega Francesco per essermi stato di stimolo e avermi aiutata a tirar fuori la mia fantasia.

Desidero ringraziare la mia amica e collega Francesca per aver intrapreso questo percorso di studi insieme a me, cercando sempre di sostenerci a vicenda senza mai mollare. In bocca al lupo anche a te amica!! Voglio ringraziare anche tutte le mie amiche che mi hanno sempre sostenuta con un sorriso o una parola di conforto, ma che ci sono sempre state.

Un grande ringraziamento, dal profondo del cuore, va alla mia famiglia per aver creduto in me e avermi appoggiata in tutto e incoraggiata a seguire i miei sogni camminando sempre a testa alta. Quindi grazie perché nonostante tutte le vicissitudini abbiamo sempre trovato la forza di rialzarci, anche quando la forza ci mancava, per esserci sempre gli uni per altri e ricordarci che l'unione fa la forza!! Inoltre, un ringraziamento lo voglio fare anche a me stessa per non aver mollato e inseguito i miei obiettivi fino alla fine.

Francesco Polidori

Desidero ringraziare in modo particolare il nostro relatore, Jacopo Gaspari, per la dedizione con cui ci ha seguiti, ma soprattutto, per averci spronato in questi mesi a dare il meglio di noi stessi tirando fuori risorse, che forse, non pensavamo di avere. Ringrazio il prof. Antonini e il prof. Fabbri che con le loro competenze ci hanno aiutato a migliorare il progetto nel migliore dei modi. Ringrazio la mia collega Xhorxhina per essersi dimostrata una collaboratrice affidabile e una grande lavoratrice. In ultimo ma non per importanza un ringraziamento speciale va alle persone che in questo periodo mi sono state più vicine, la mia famiglia e la mia fidanzata che da sempre credono in me e mi hanno sostenuto anche in questo percorso.

ALLEGATI

FAIR block

Flexible. **A**daptive. **I**nterfunctional. **R**ethinkable **block**
for tomorrow living.
A pilot in Bolognina neighbourhood

Laureandi: Xhorxhina Metohu, Francesco Polidori
Relatore: Jacopo Gaspari
Correlatori: Ernesto Antonini, Kristian Fabbri

Laboratorio di laurea in Architettura Sostenibile
Docenti: Andrea Boeri, Ernesto Antonini, Jacopo Gaspari, Kristian Fabbri

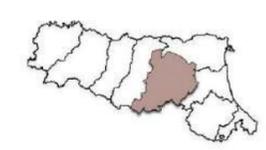
Alma Mater Studiorum|Università di Bologna
Dipartimento di Architettura, Cesena
Corso di Laurea Magistrale a Ciclo Unico in Architettura|A.A. 2019/2020



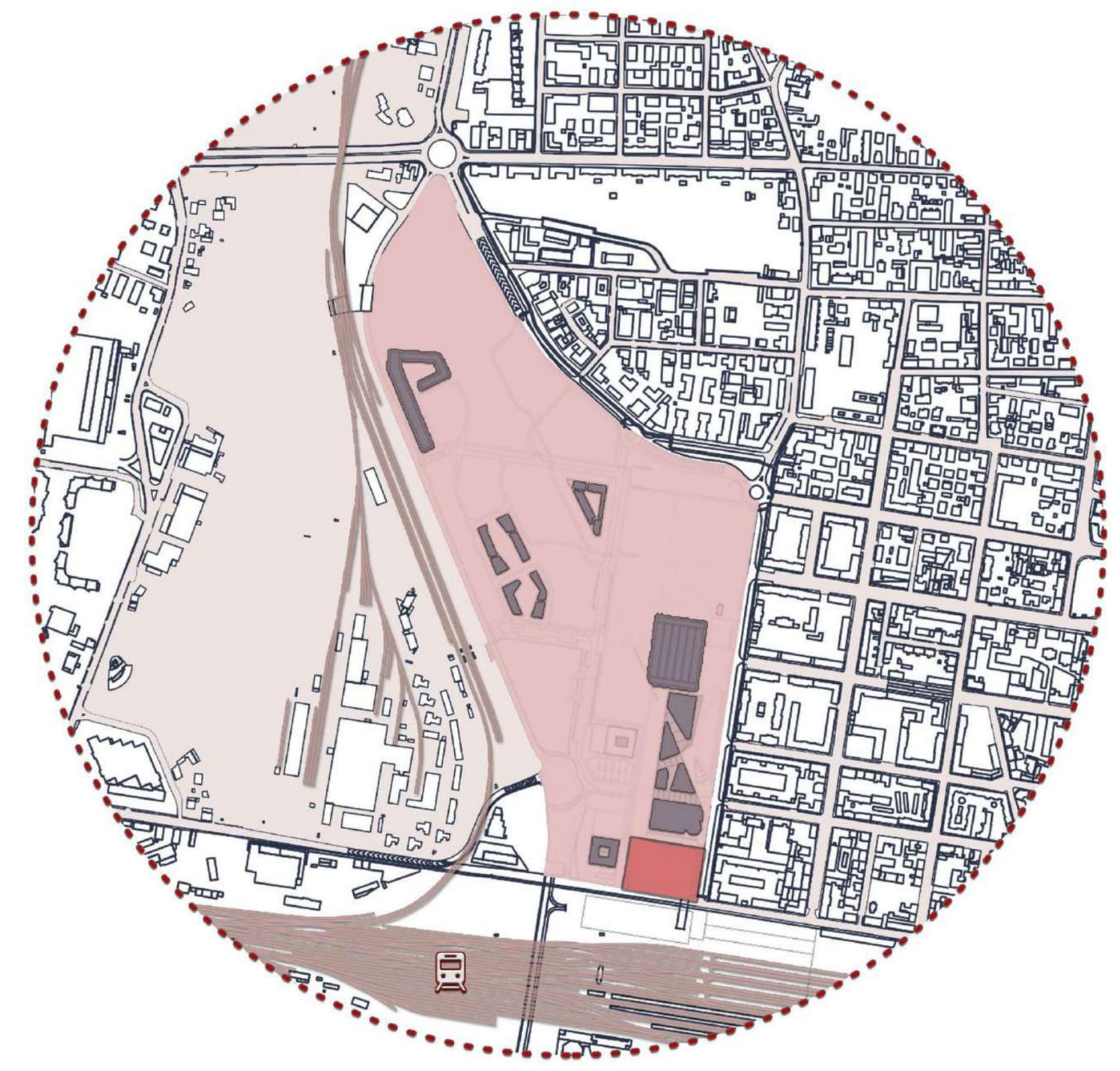
Emilia-Romagna



Bologna



Bolognina

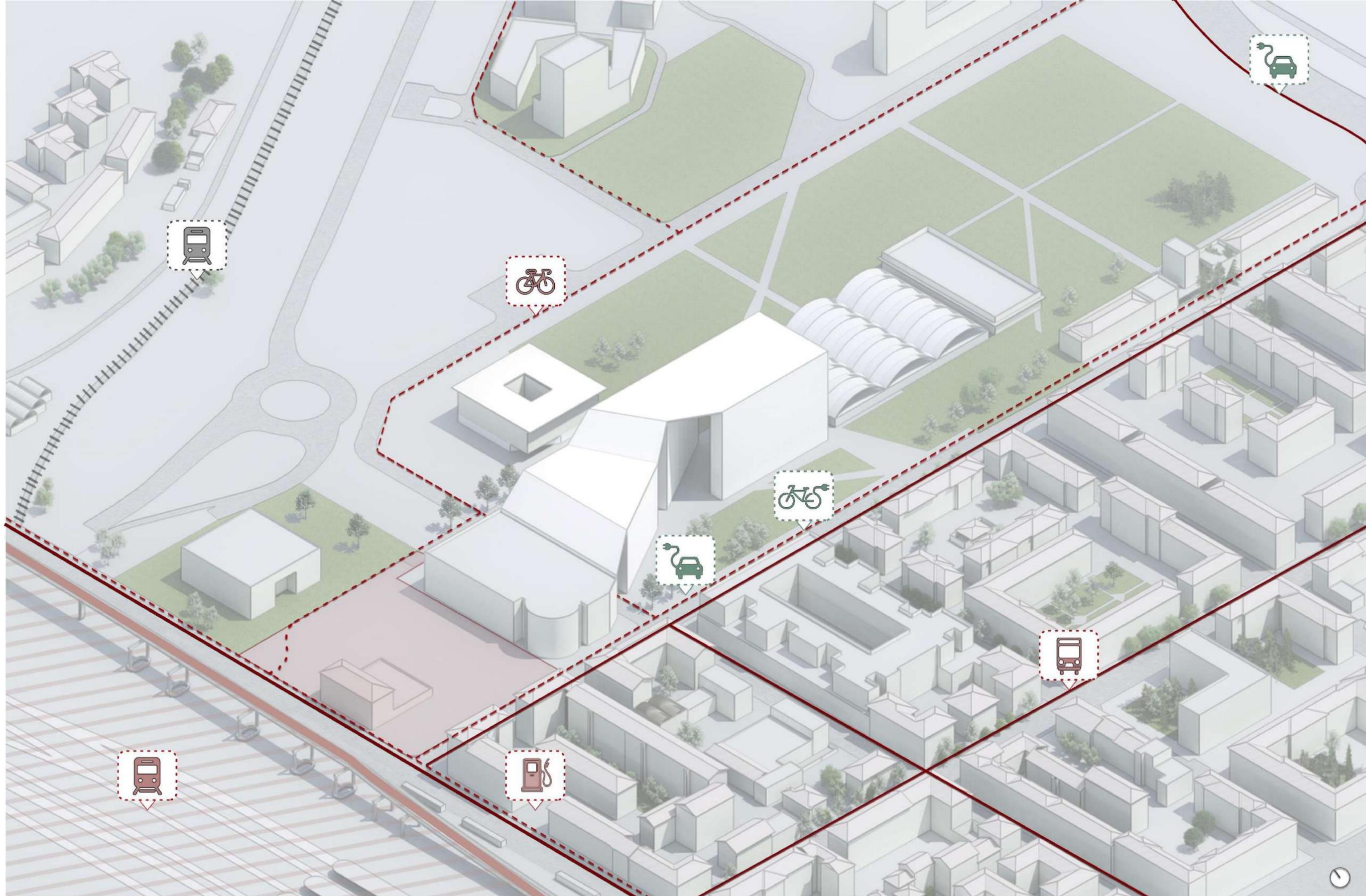


 Prossimità alla linea ferroviaria e al People Mover

 Linee
11
30
34
37
87
92
184
185

 Prossimità di stazioni di ricarica Enel
- auto elettriche
- bici elettriche

 Presenza di piste ciclabili

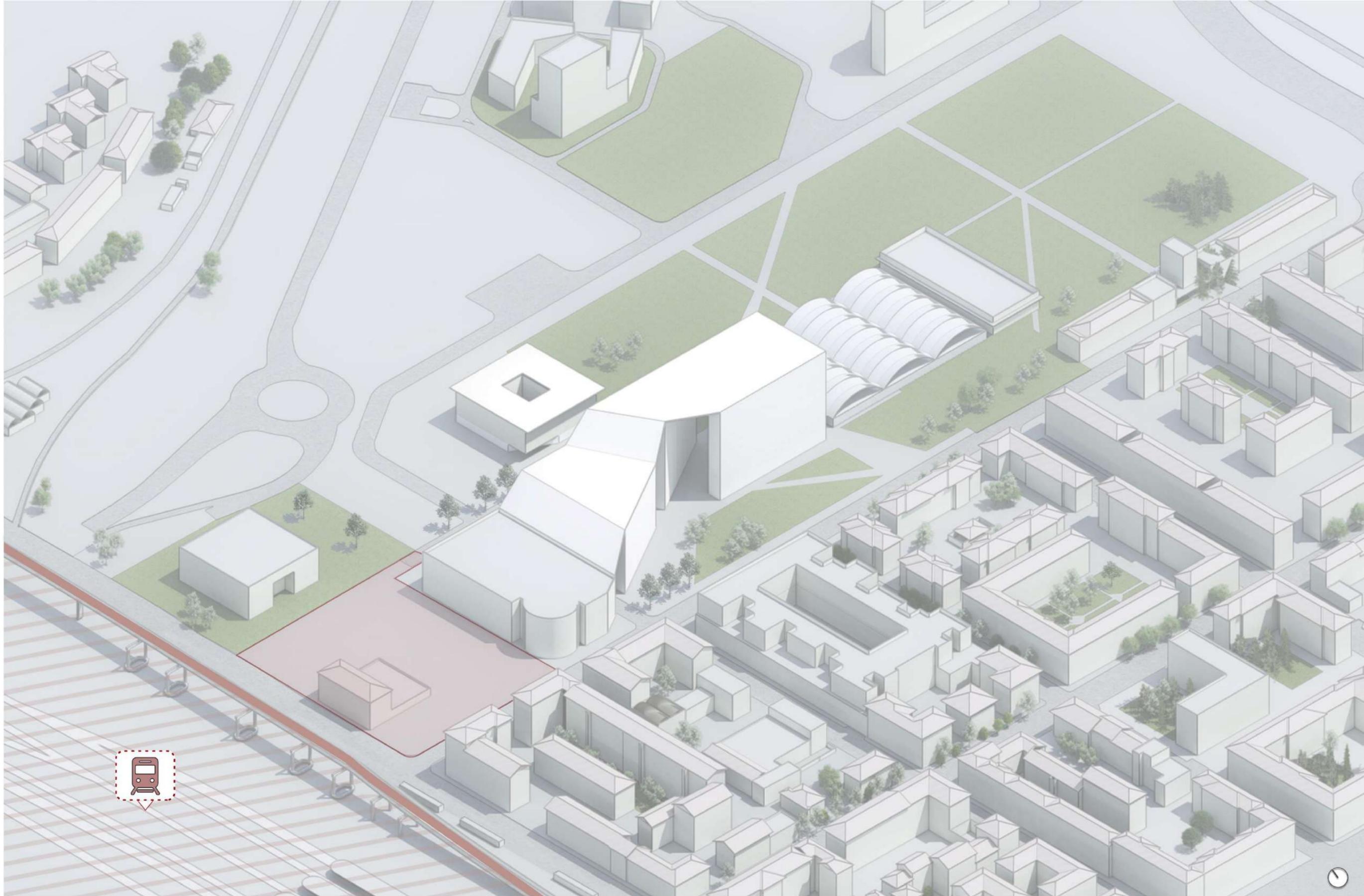


 Lotto d'angolo non connesso al quartiere

 Carenza di servizi nel quartiere raggiungibili a piedi



 Stress termico e assenze di zone d'ombra

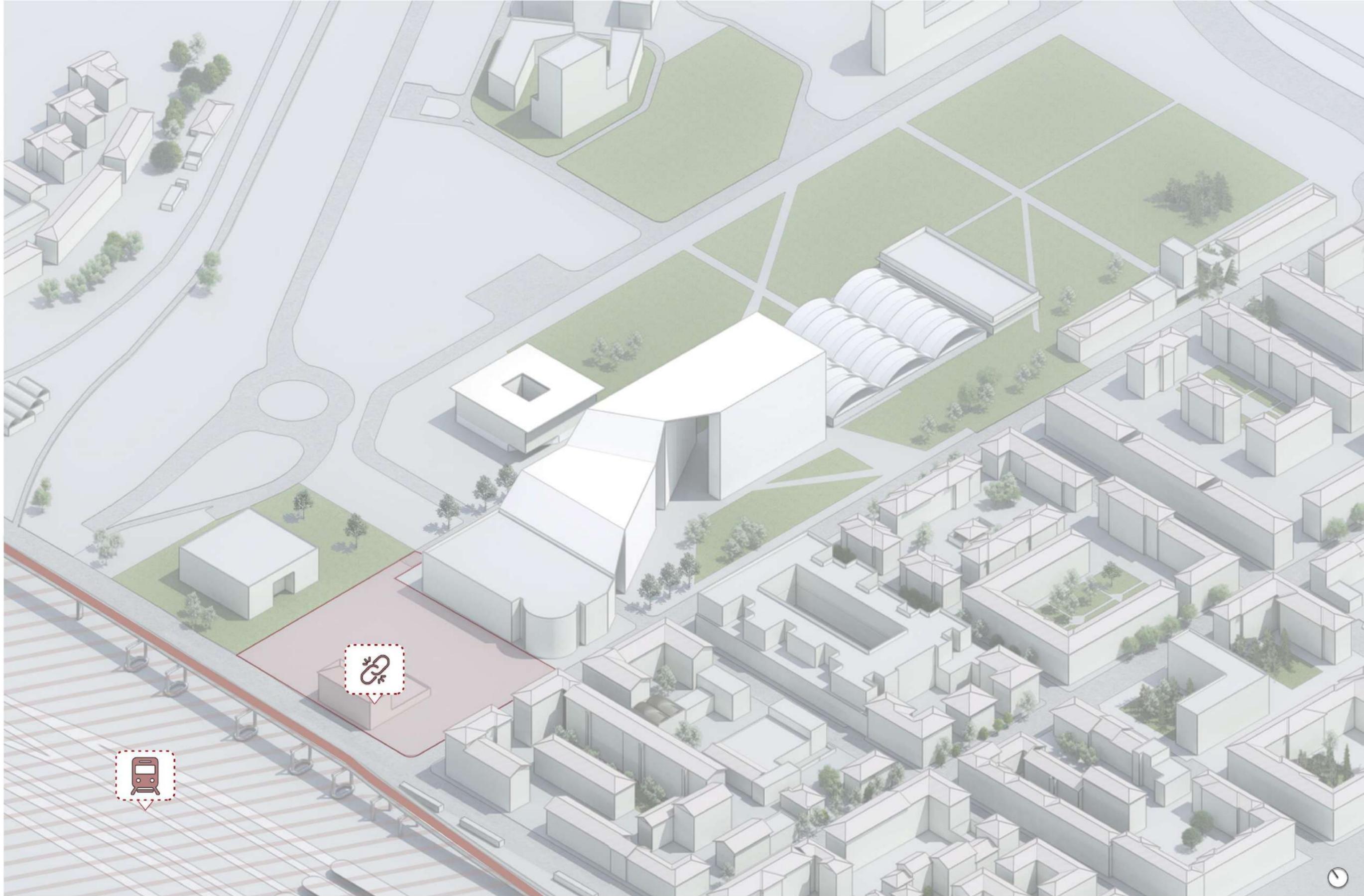


 Lotto d'angolo non connesso al quartiere

 Carenza di servizi nel quartiere raggiungibili a piedi



 Stress termico e assenze di zone d'ombra



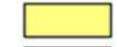
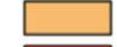
 Lotto d'angolo non connesso al quartiere

 Carenza di servizi nel quartiere raggiungibili a piedi

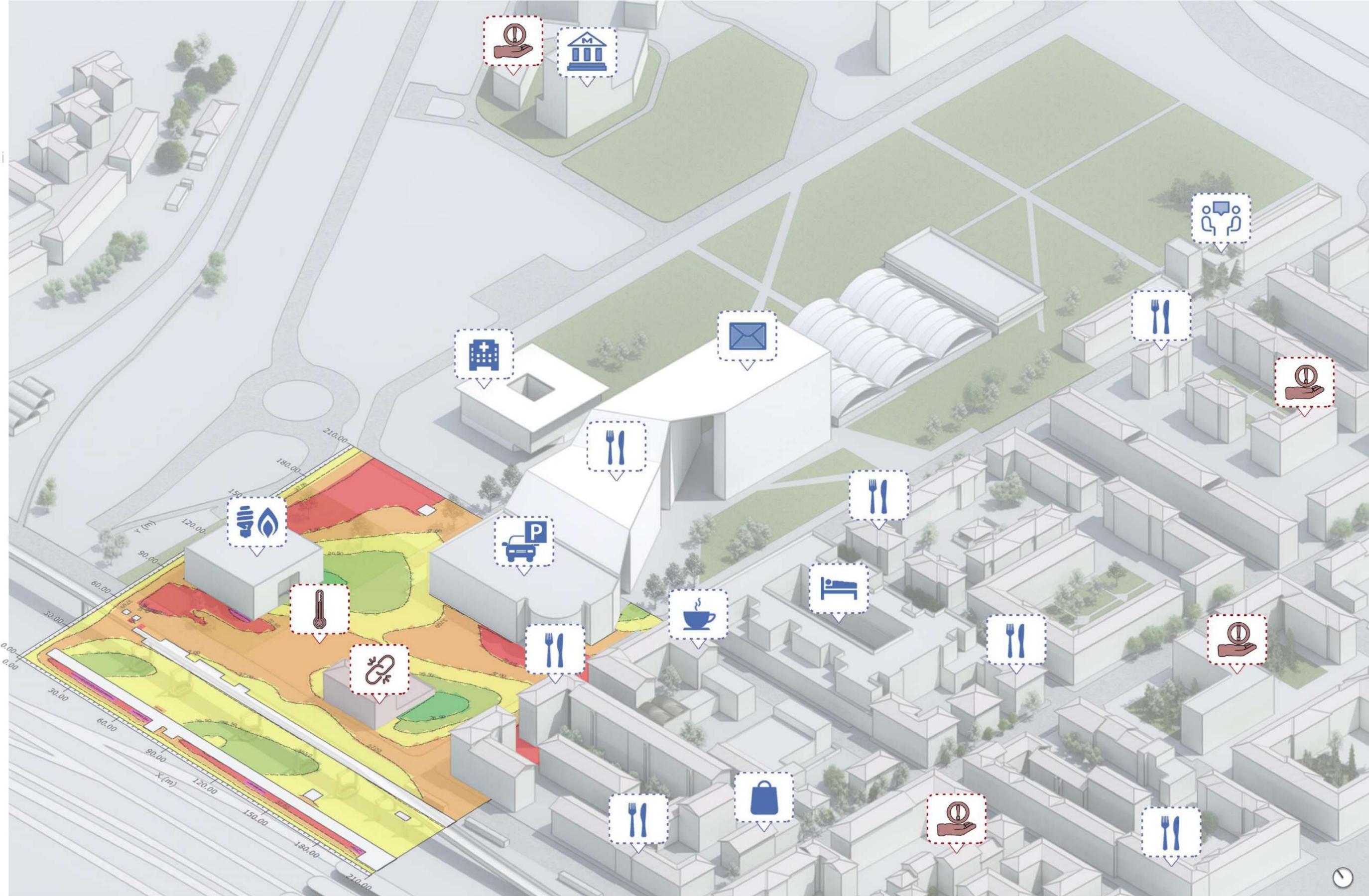


 Stress termico e assenze di zone d'ombra

Air Temperature

	below 34.50 °C
	34.50 to 35.00 °C
	35.00 to 35.50 °C
	35.50 to 36.00 °C
	36.00 to 36.50 °C
	36.50 to 37.00 °C
	37.00 to 37.50 °C
	37.50 to 38.00 °C
	38.00 to 38.50 °C
	above 38.50 °C

Min: 35.84 °C
Max: 38.26 °C



 Lotto d'angolo non connesso al quartiere

 Carenza di servizi nel quartiere raggiungibili a piedi

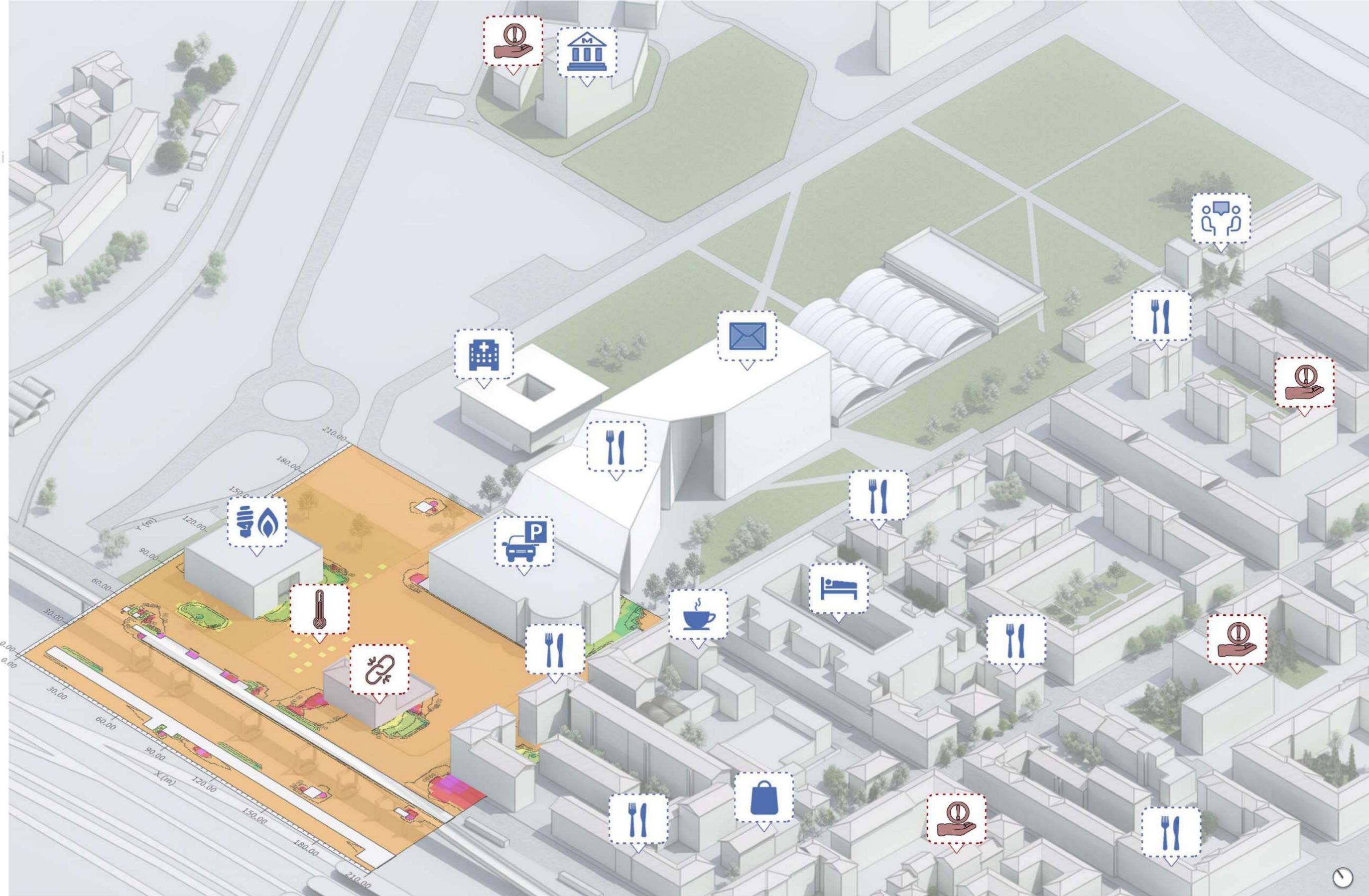


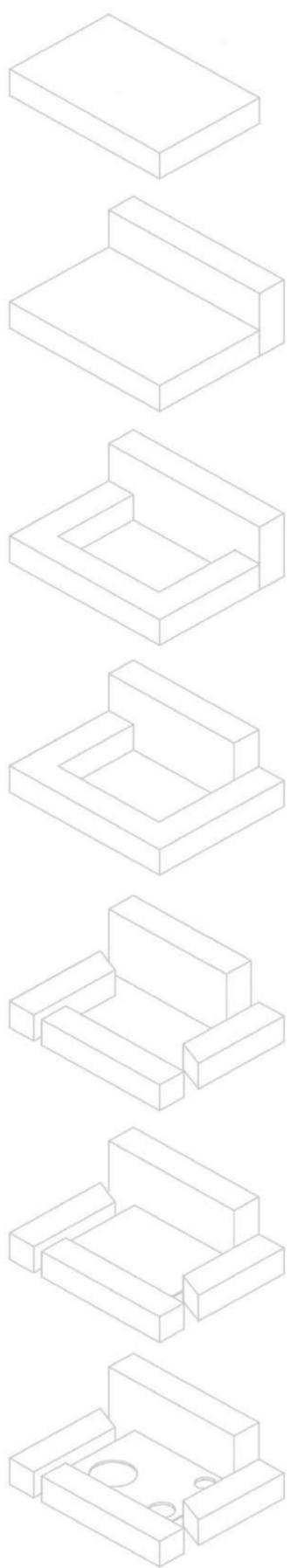
 Stress termico e assenze di zone d'ombra

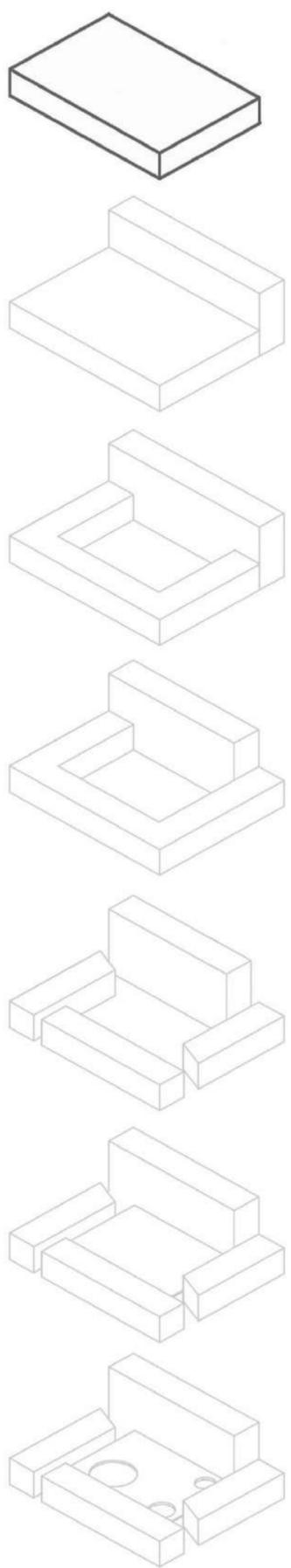
PET

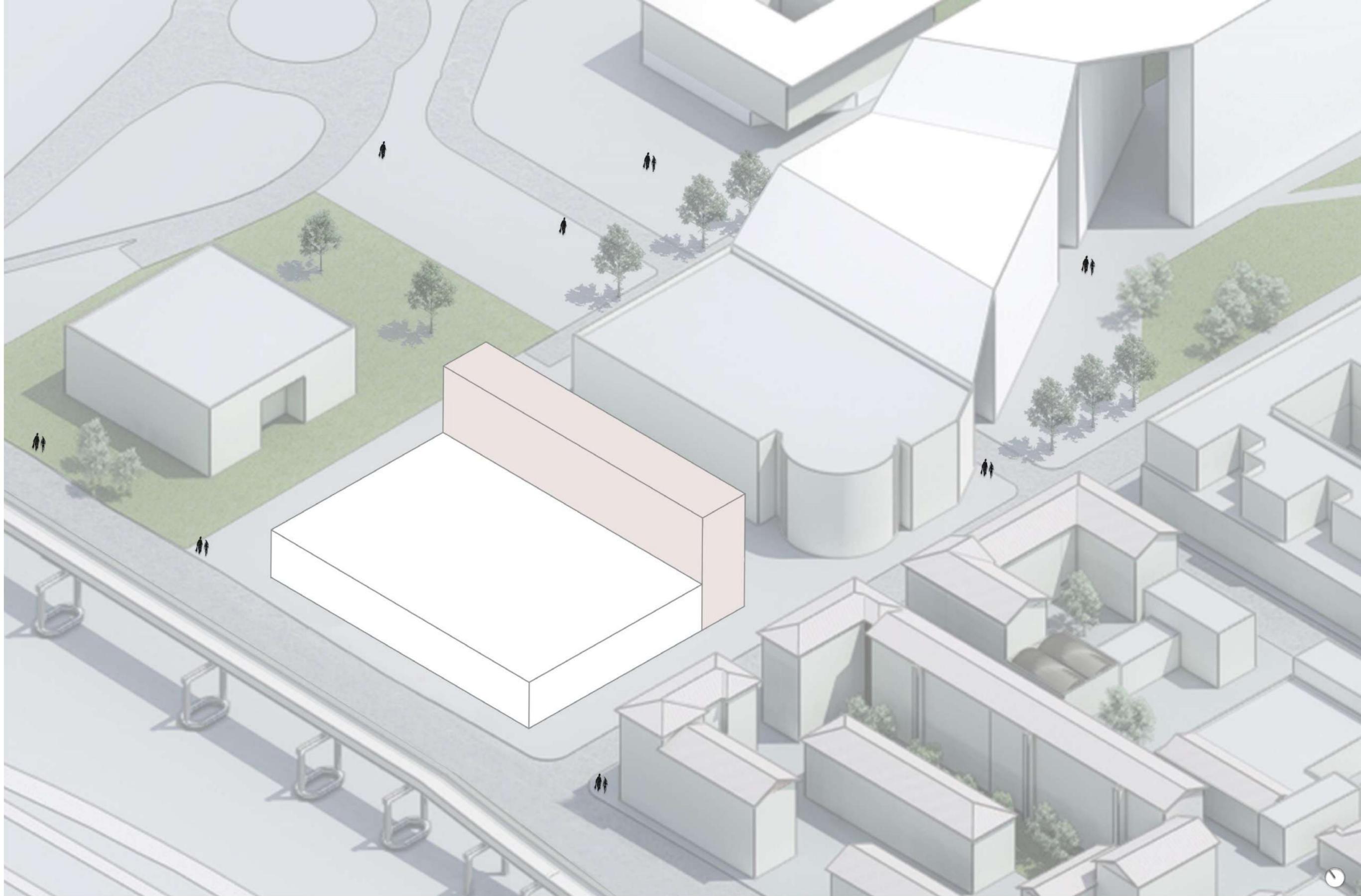
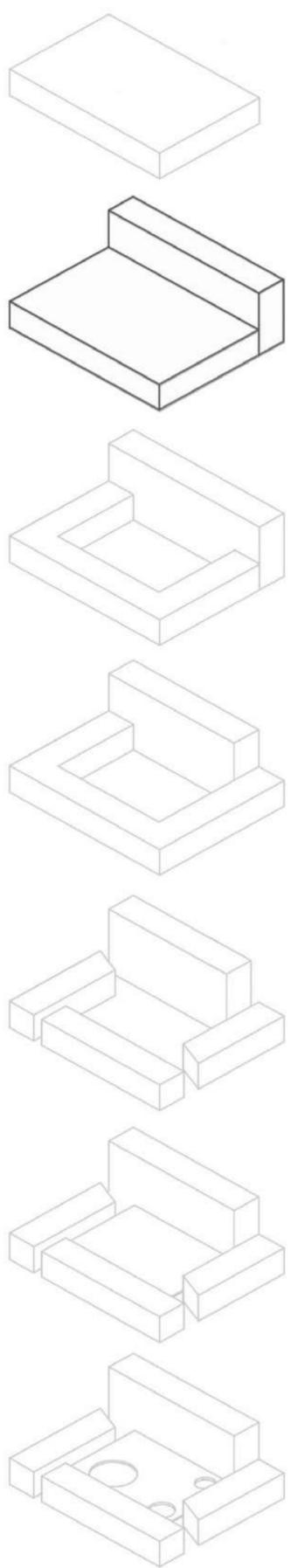
Dark Blue	below 42.00 °C
Blue	42.00 to 43.50 °C
Light Blue	43.50 to 45.00 °C
Green	45.00 to 46.50 °C
Light Green	46.50 to 48.00 °C
Yellow	48.00 to 49.50 °C
Orange	49.50 to 51.00 °C
Red	51.00 to 52.50 °C
Pink	52.50 to 54.00 °C
Magenta	above 54.00 °C

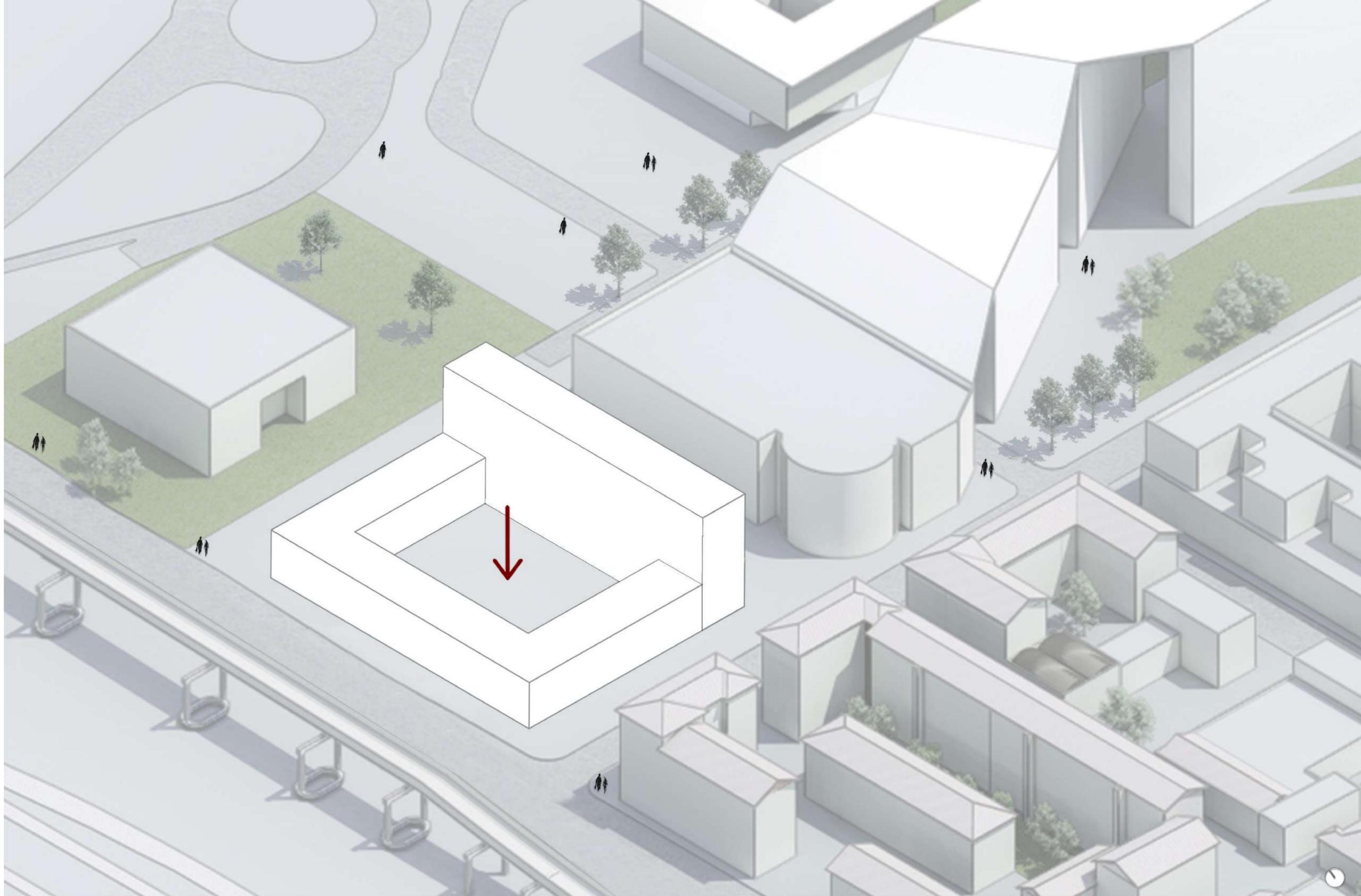
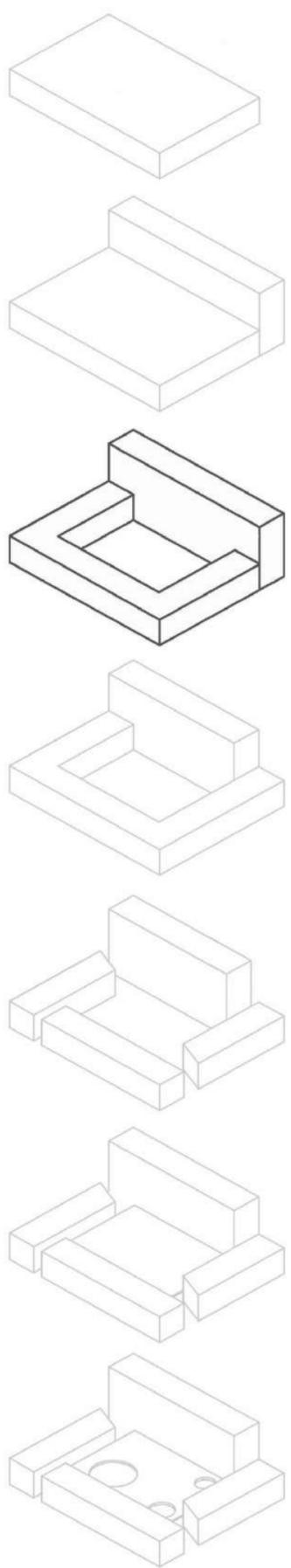
Min: 45.06 °C
Max: 59.95 °C

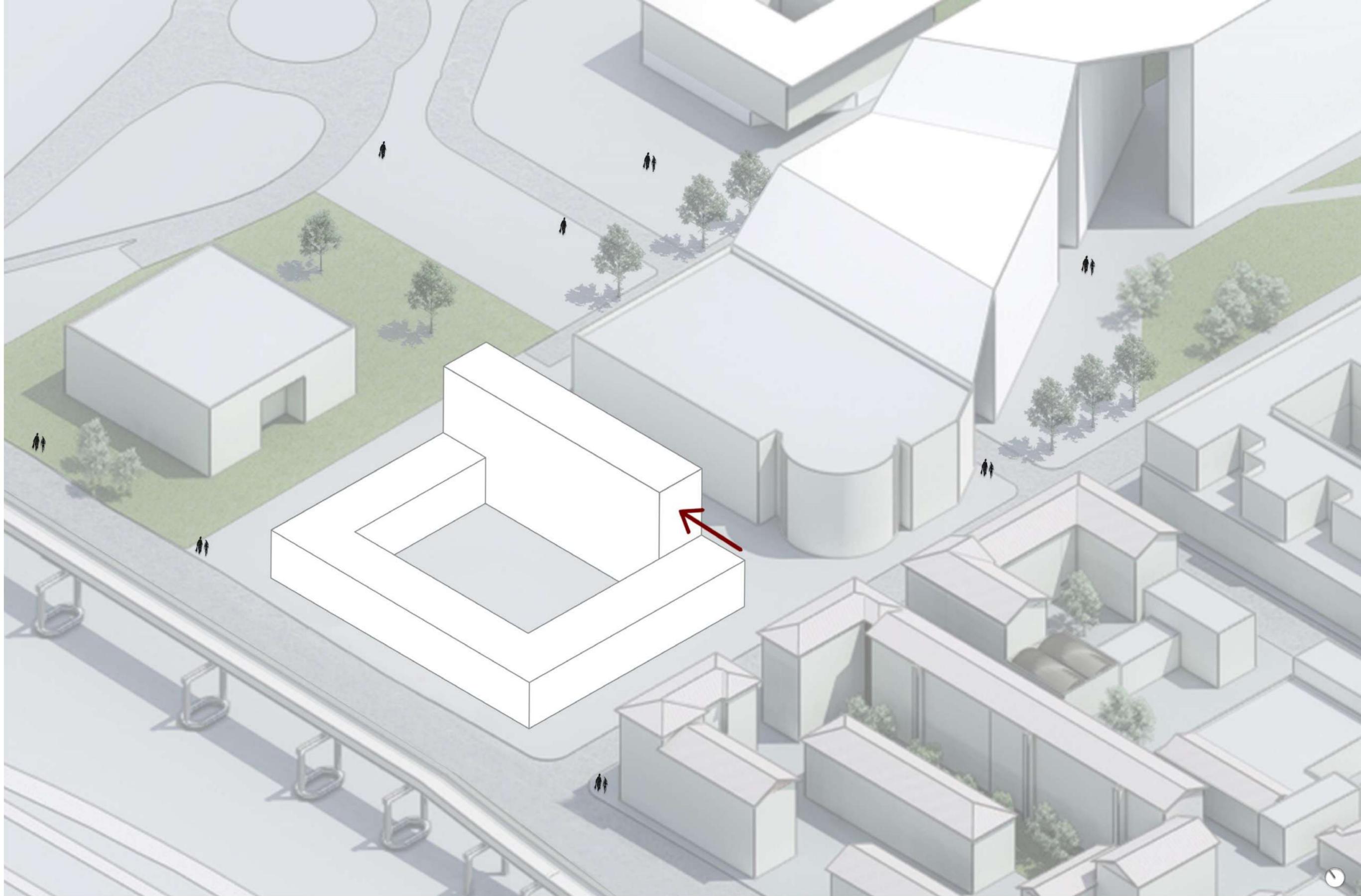
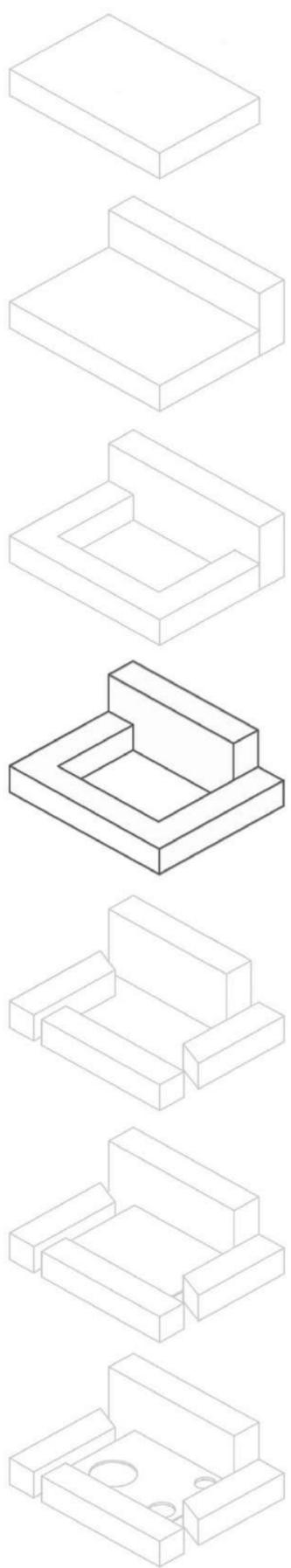


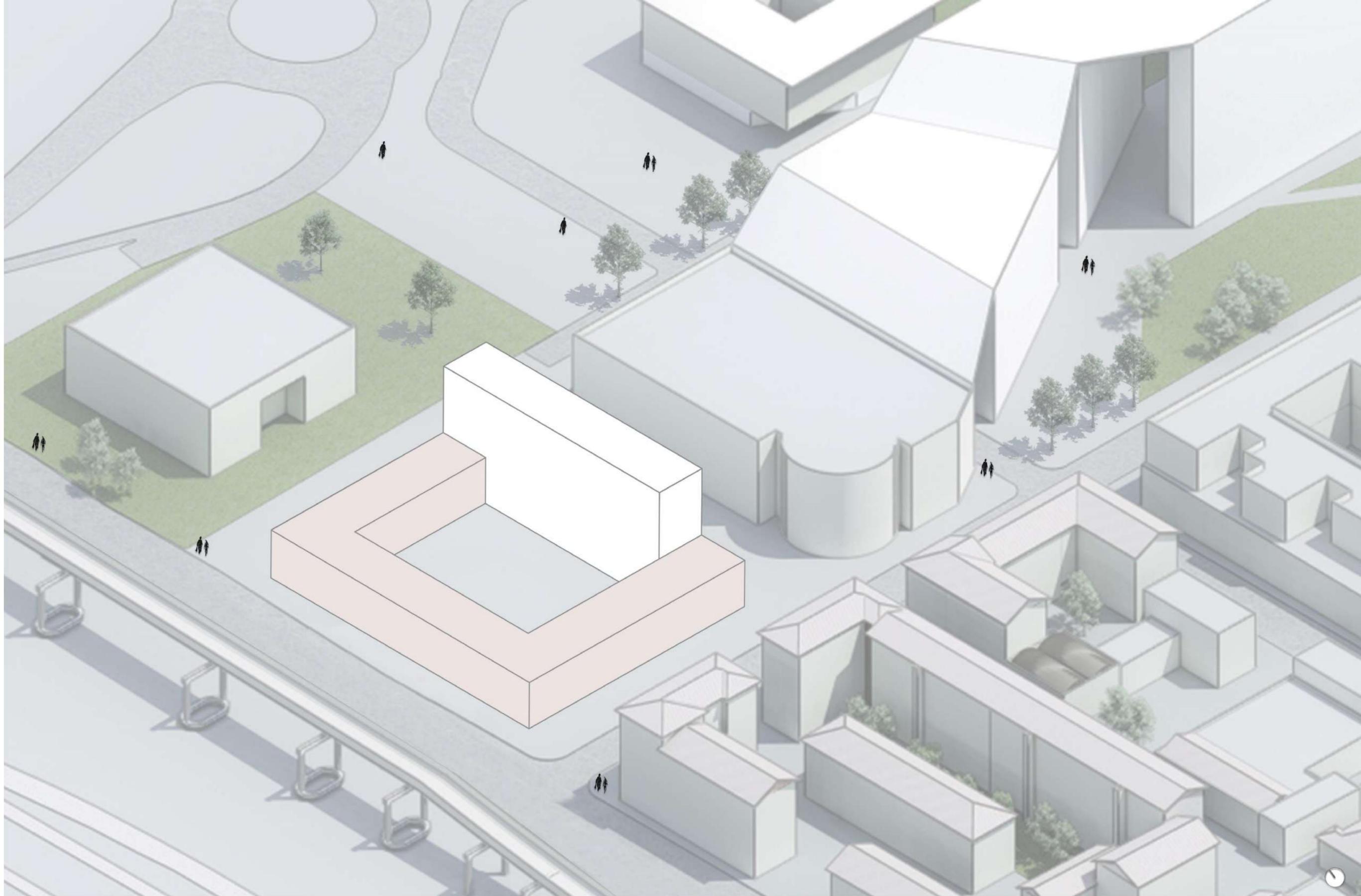
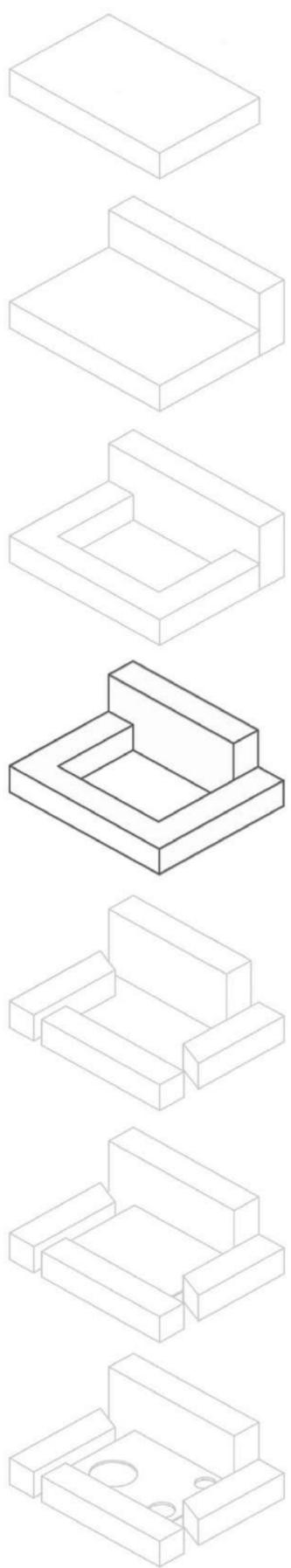


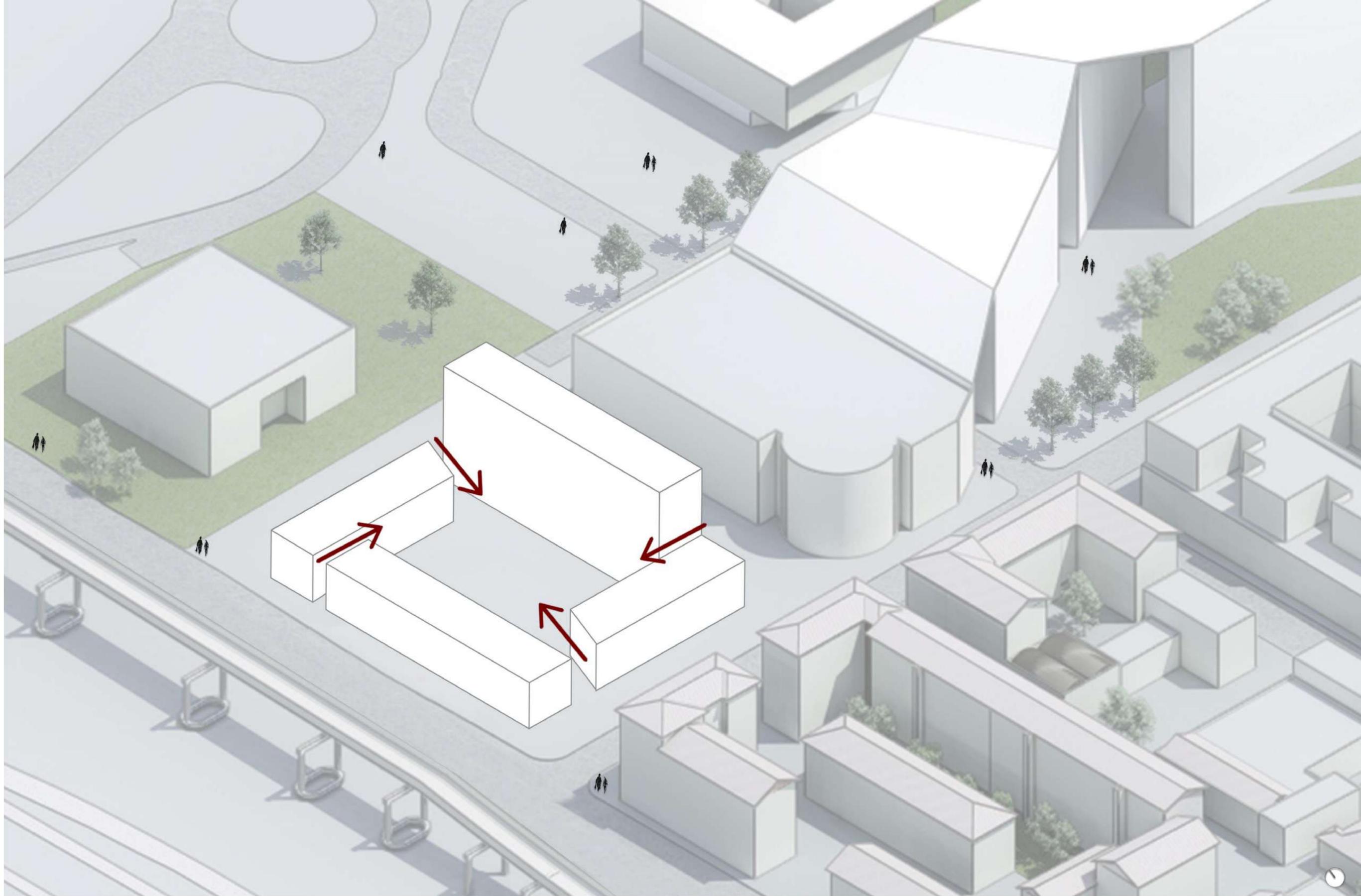
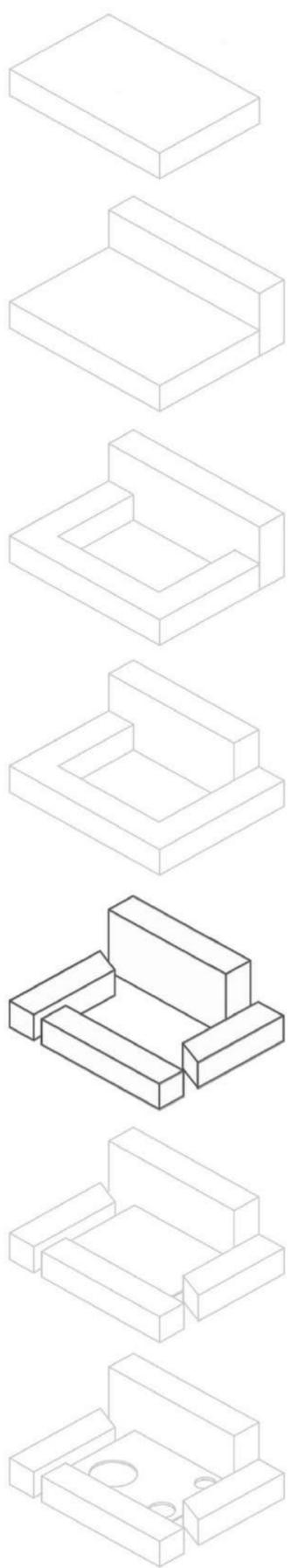


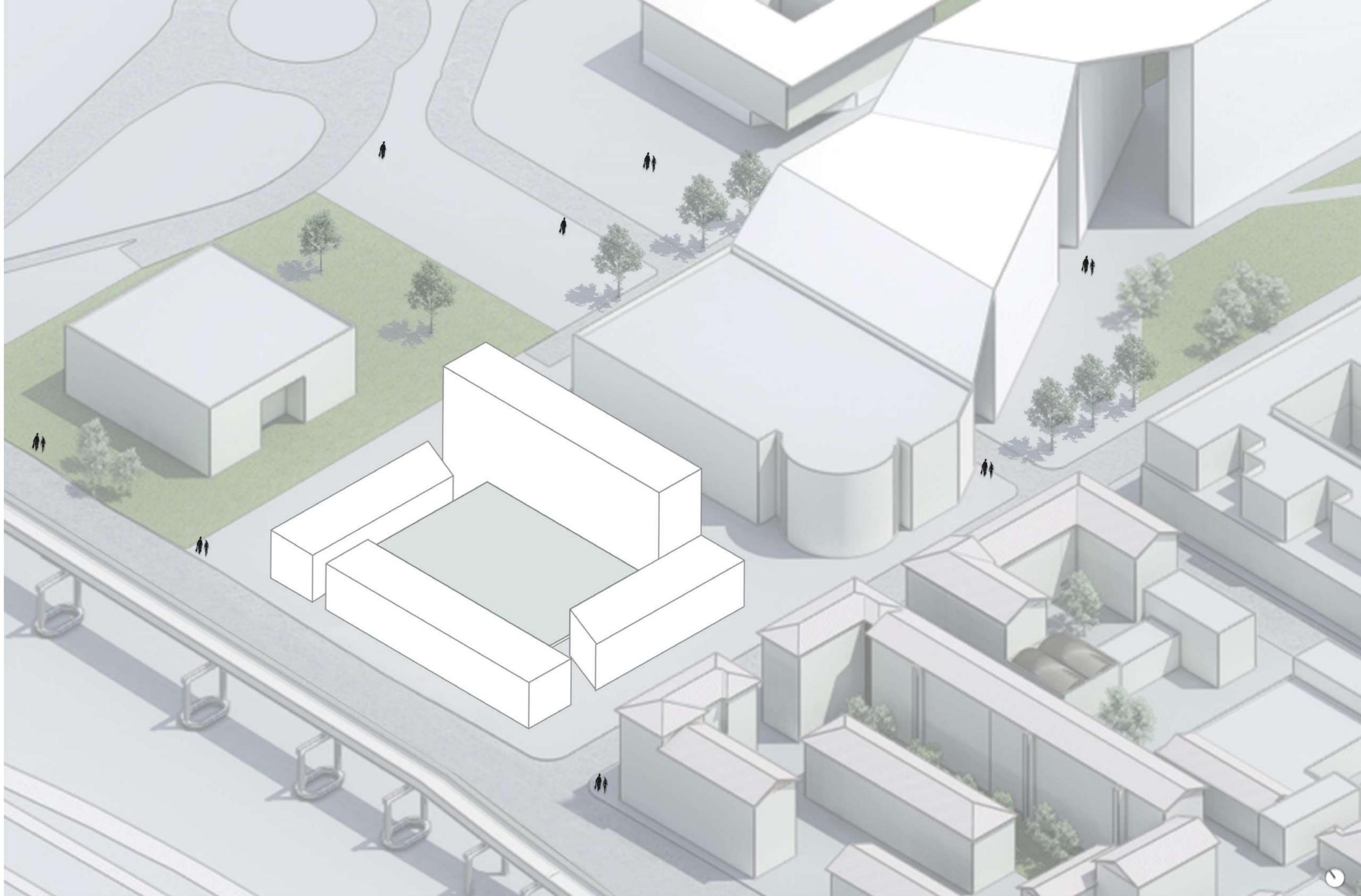
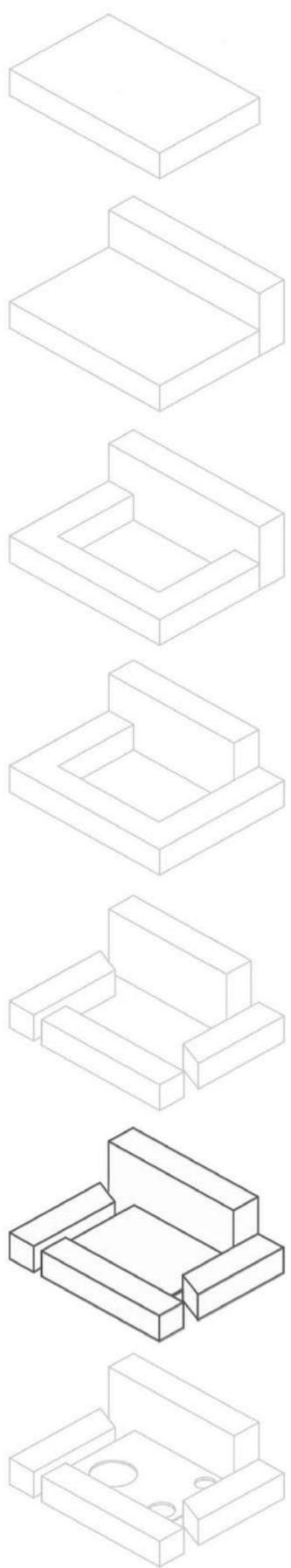


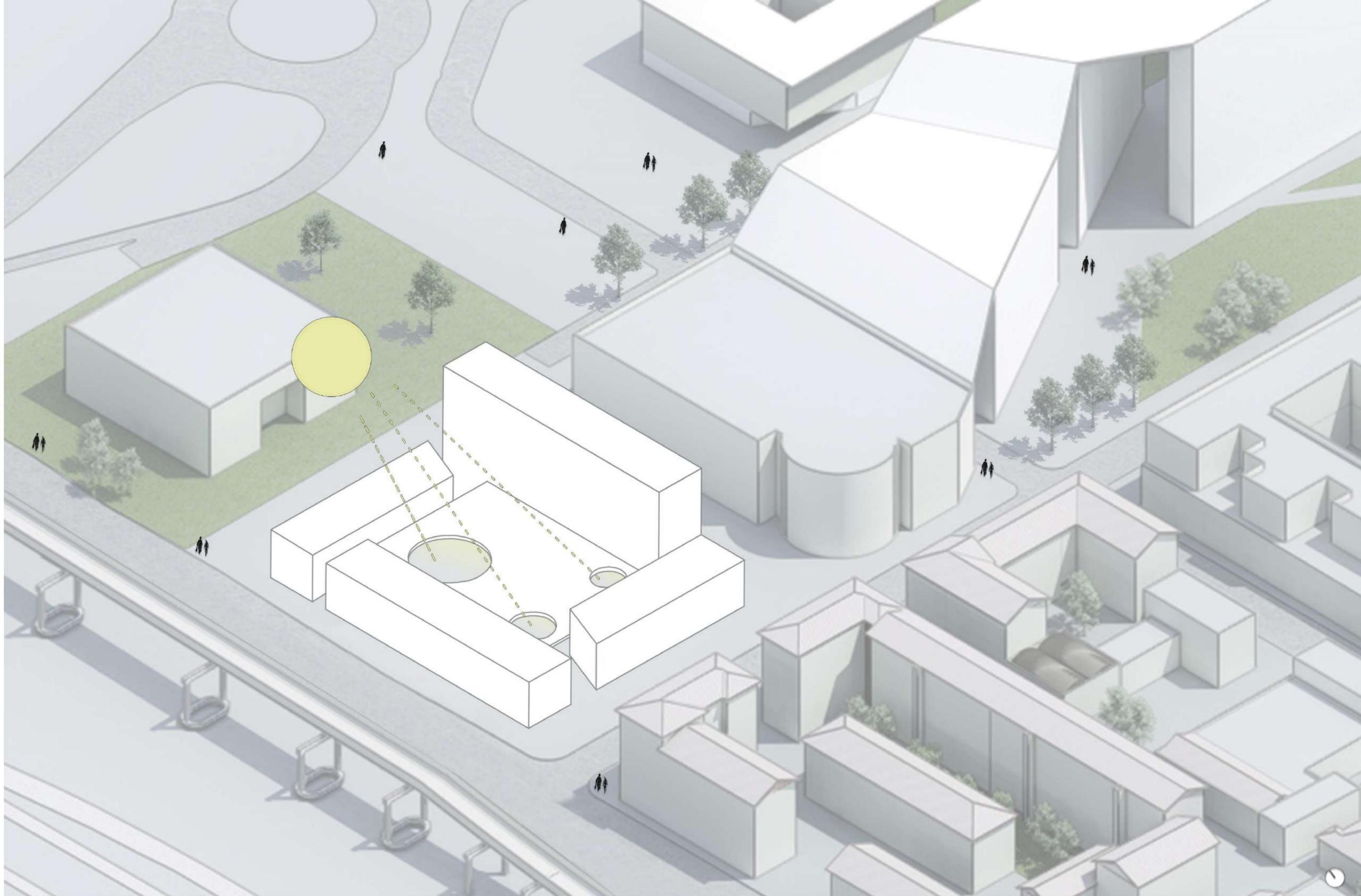
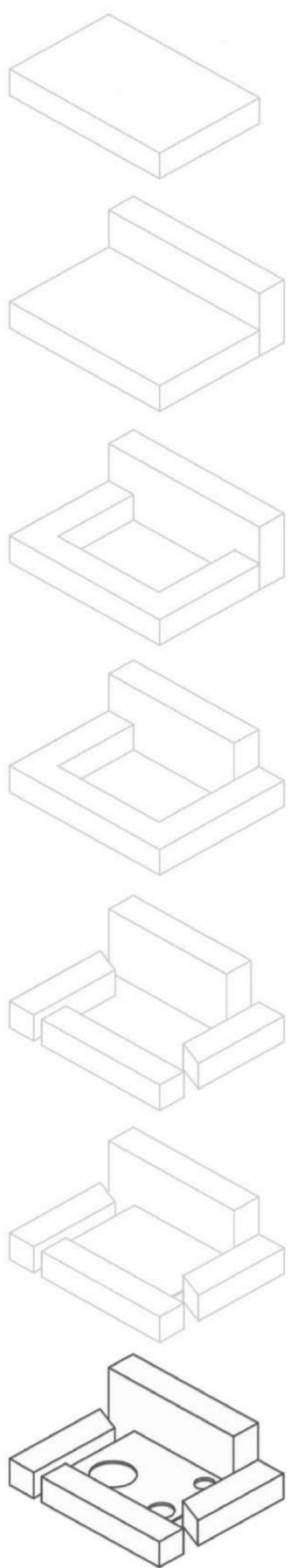


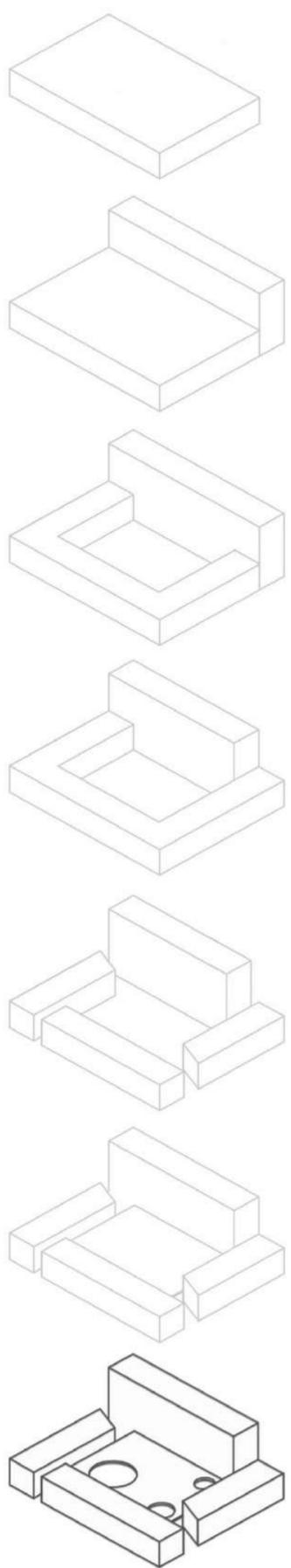










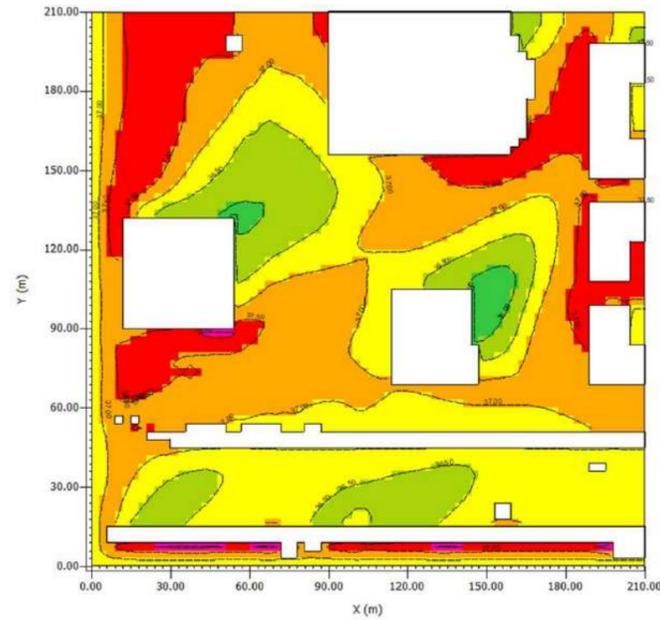


STATO DI FATTO

STATO DI PROGETTO

DIFFERENZA

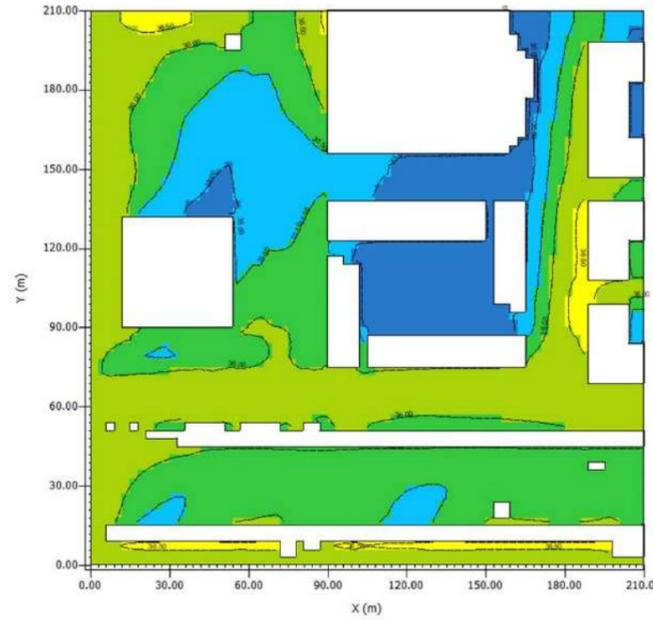
TEMPERATURA DELL'ARIA



Air Temperature

- below 34.50 °C
- 34.50 to 35.00 °C
- 35.00 to 35.50 °C
- 35.50 to 36.00 °C
- 36.00 to 36.50 °C
- 36.50 to 37.00 °C
- 37.00 to 37.50 °C
- 37.50 to 38.00 °C
- 38.00 to 38.50 °C
- above 38.50 °C

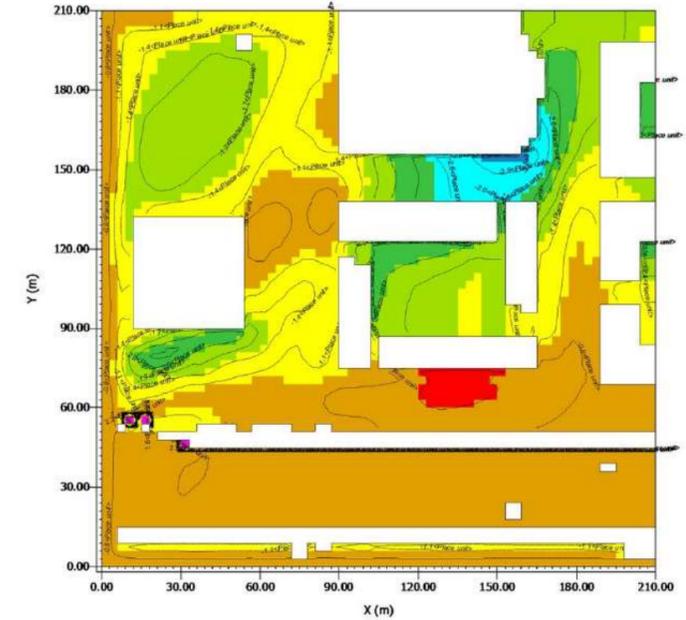
Min: 35.84 °C
Max: 38.26 °C



Air Temperature

- below 34.50 °C
- 34.50 to 35.00 °C
- 35.00 to 35.50 °C
- 35.50 to 36.00 °C
- 36.00 to 36.50 °C
- 36.50 to 37.00 °C
- 37.00 to 37.50 °C
- 37.50 to 38.00 °C
- 38.00 to 38.50 °C
- above 38.50 °C

Min: 34.59 °C
Max: 36.88 °C

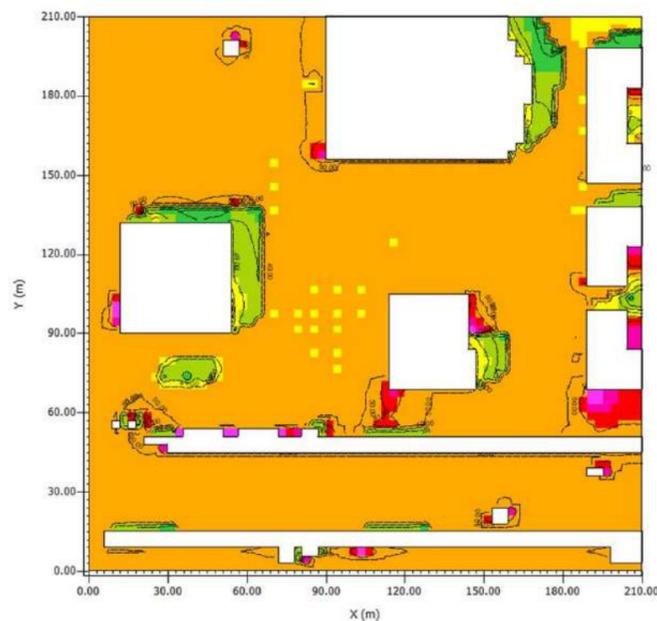


absolute difference Air Temperature

- below -3.50 C
- 3.50 to -3.00 C
- 3.00 to -2.50 C
- 2.50 to -2.00 C
- 2.00 to -1.50 C
- 1.50 to -1.00 C
- 1.00 to -0.50 C
- 0.50 to 0.00 C
- 0.00 to 0.50 C
- above 0.50 C

Min: -17.57 C
Max: 15.42 C

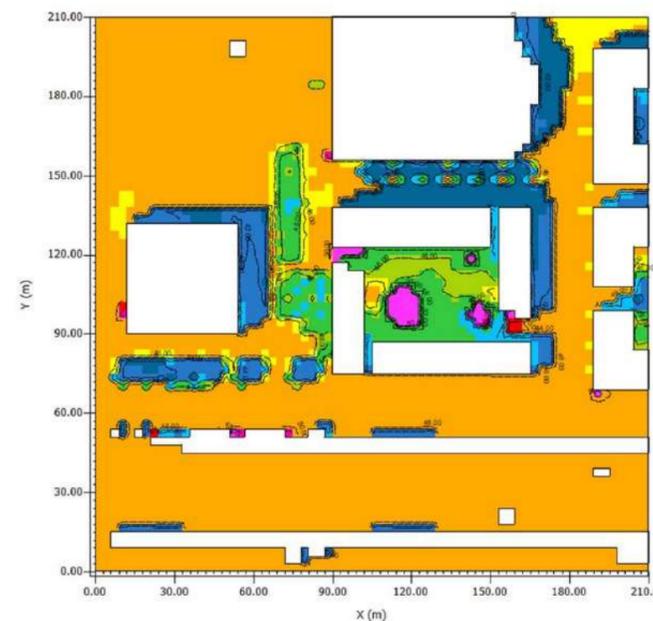
PET



PET

- below 42.00 °C
- 42.00 to 43.50 °C
- 43.50 to 45.00 °C
- 45.00 to 46.50 °C
- 46.50 to 48.00 °C
- 48.00 to 49.50 °C
- 49.50 to 51.00 °C
- 51.00 to 52.50 °C
- 52.50 to 54.00 °C
- above 54.00 °C

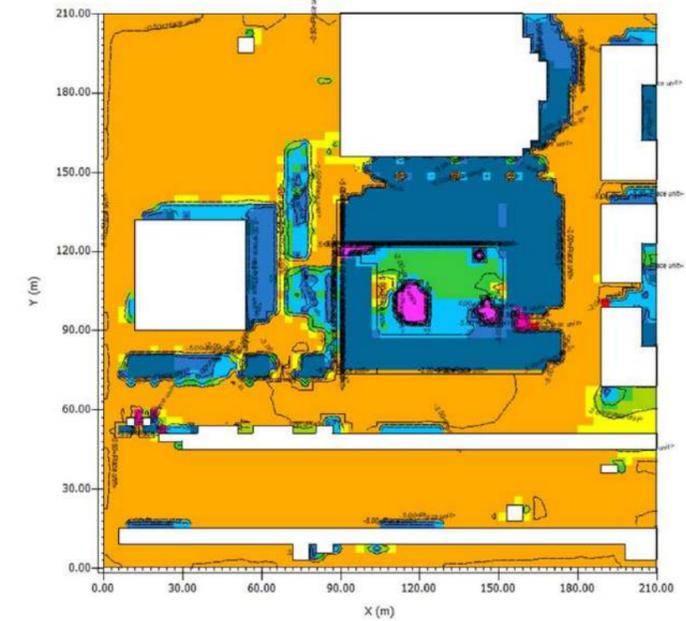
Min: 45.06 °C
Max: 59.95 °C



PET

- below 41.50 °C
- 41.50 to 43.00 °C
- 43.00 to 44.50 °C
- 44.50 to 46.00 °C
- 46.00 to 47.50 °C
- 47.50 to 49.00 °C
- 49.00 to 50.50 °C
- 50.50 to 52.00 °C
- 52.00 to 53.50 °C
- above 53.50 °C

Min: 40.12 °C
Max: 60.60 °C

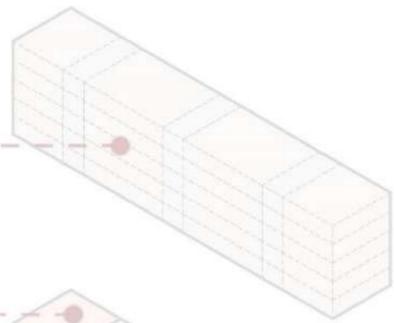


absolute difference PET

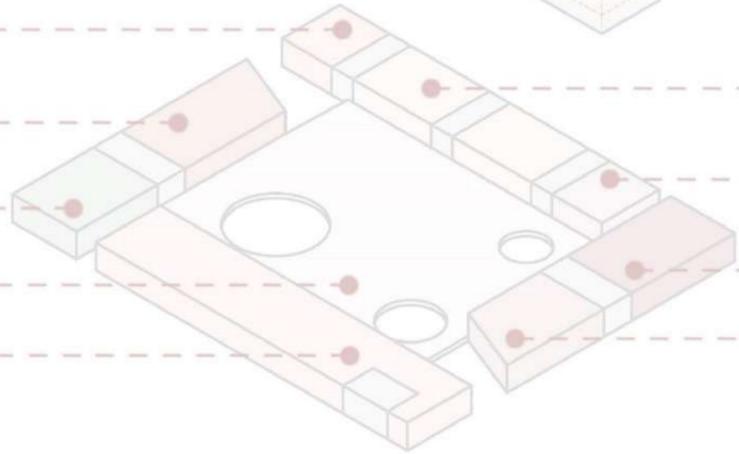
- below -6.00 K
- 6.00 to -5.00 K
- 5.00 to -4.00 K
- 4.00 to -3.00 K
- 3.00 to -2.00 K
- 2.00 to -1.00 K
- 1.00 to 0.00 K
- 0.00 to 1.00 K
- 1.00 to 2.00 K
- above 2.00 K

Min: -1049.03 K
Max: 1048.66 K

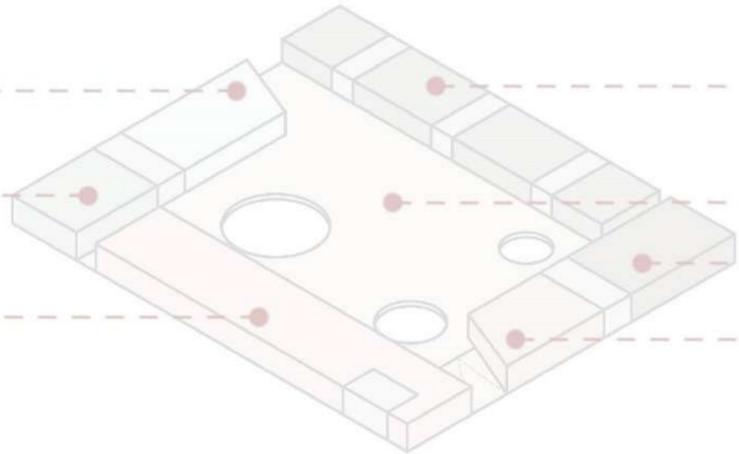
+2



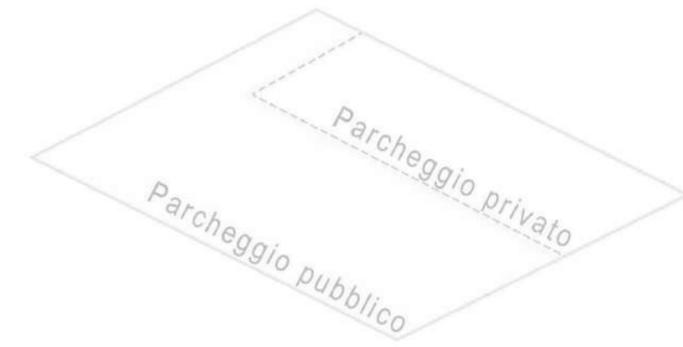
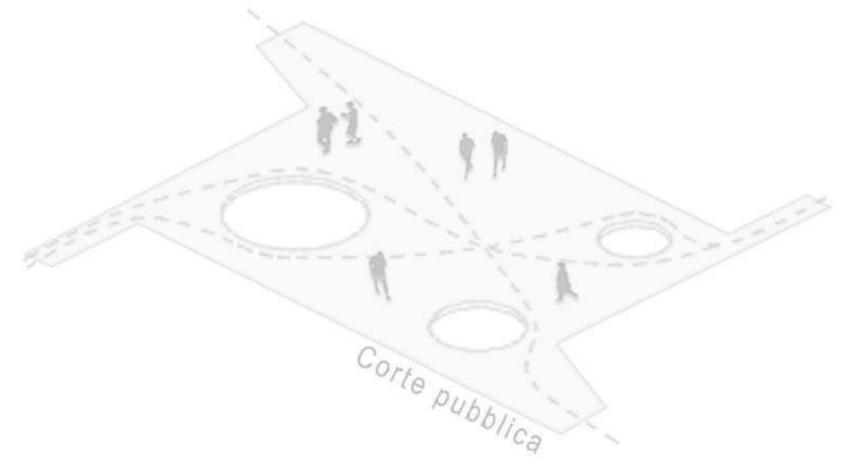
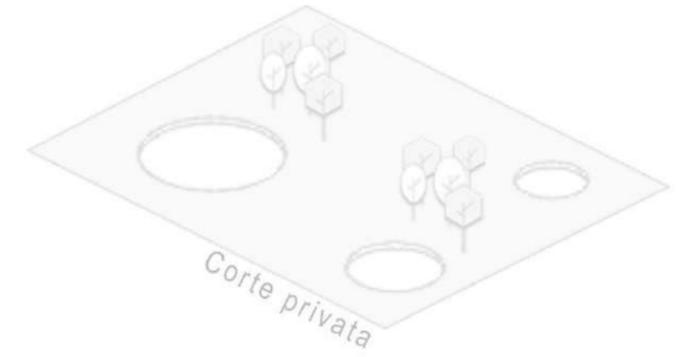
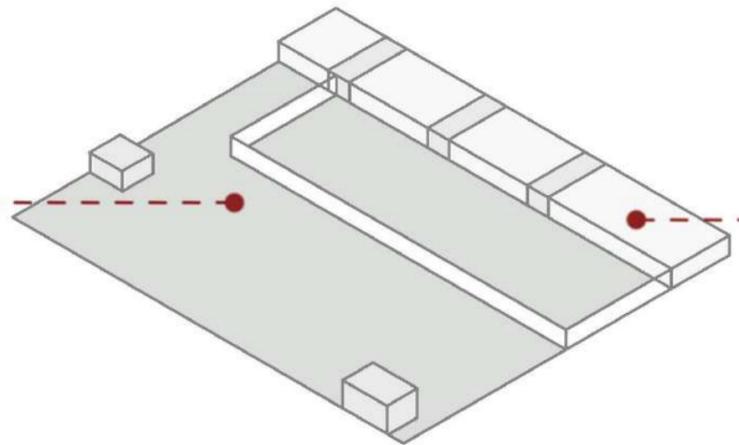
1



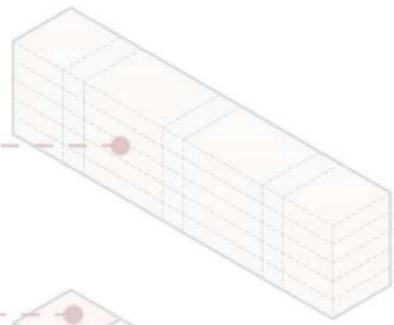
0



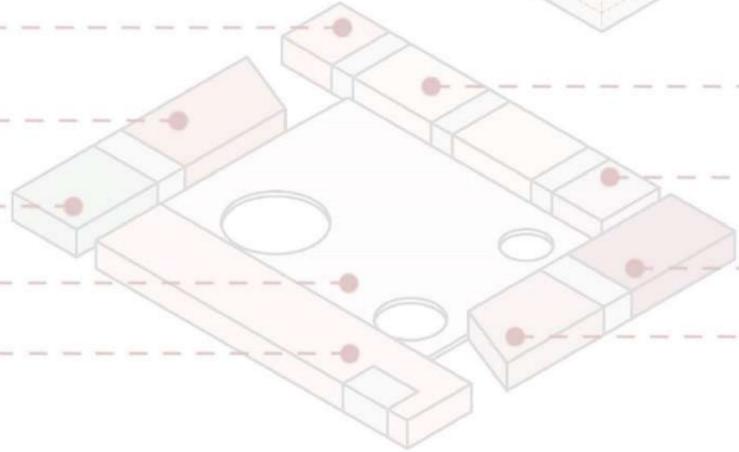
-1



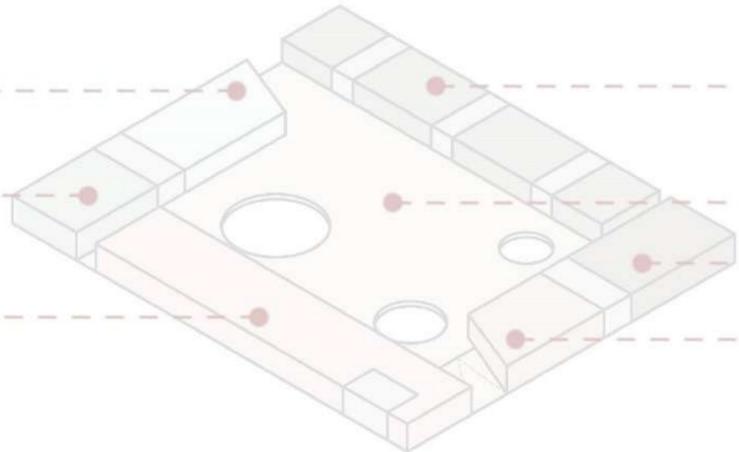
+2



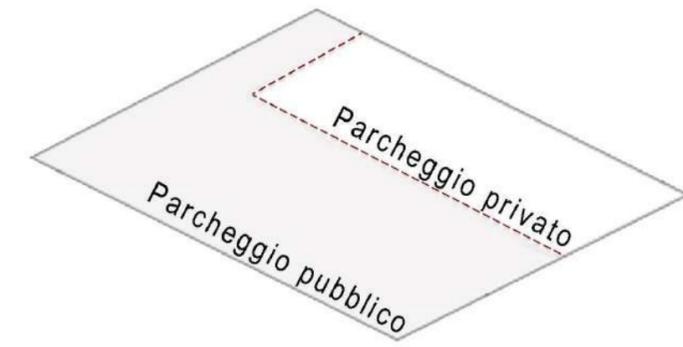
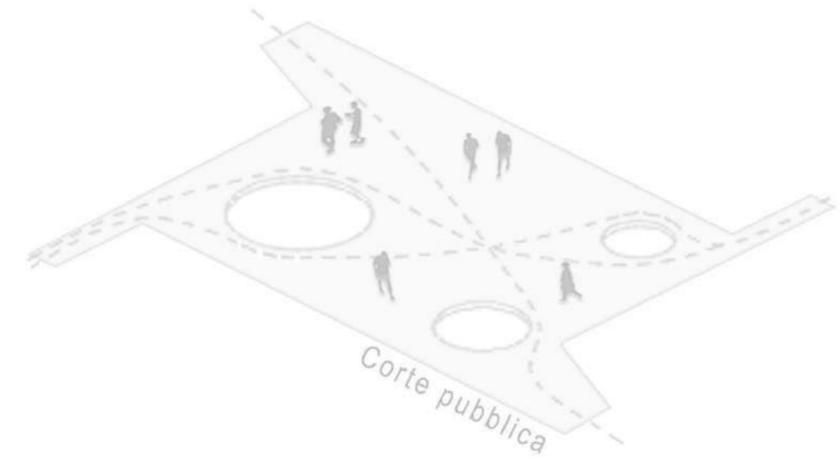
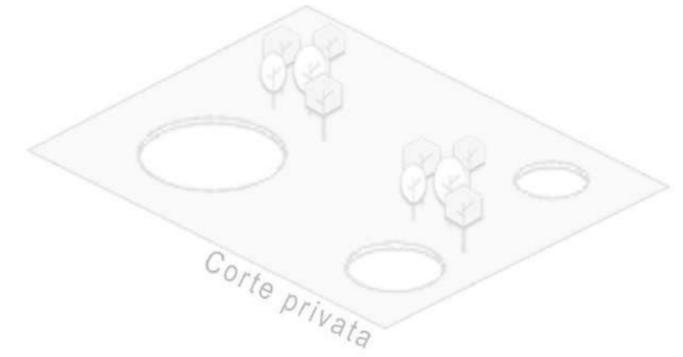
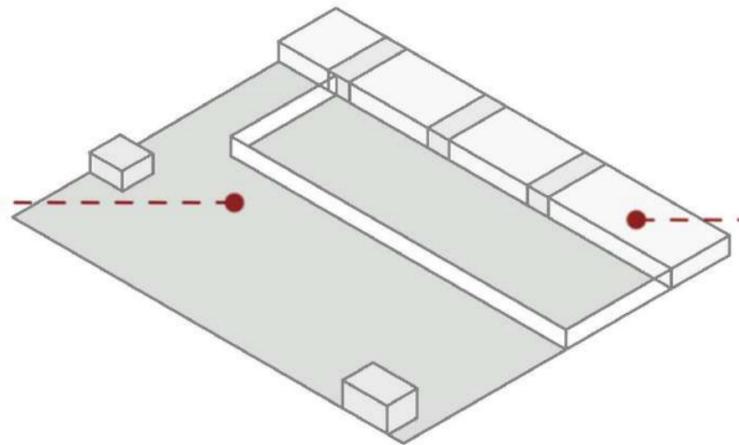
1



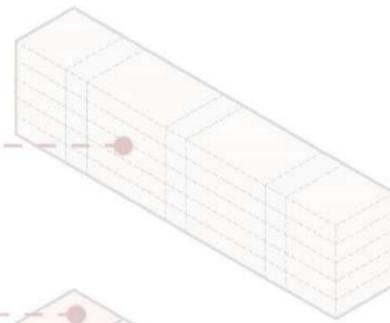
0



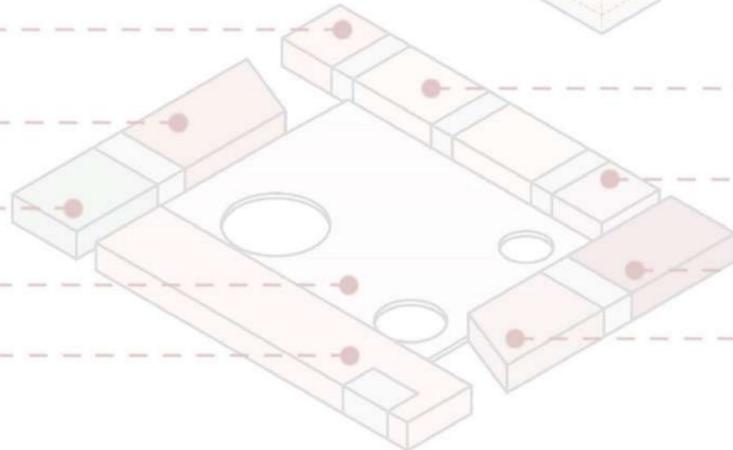
-1



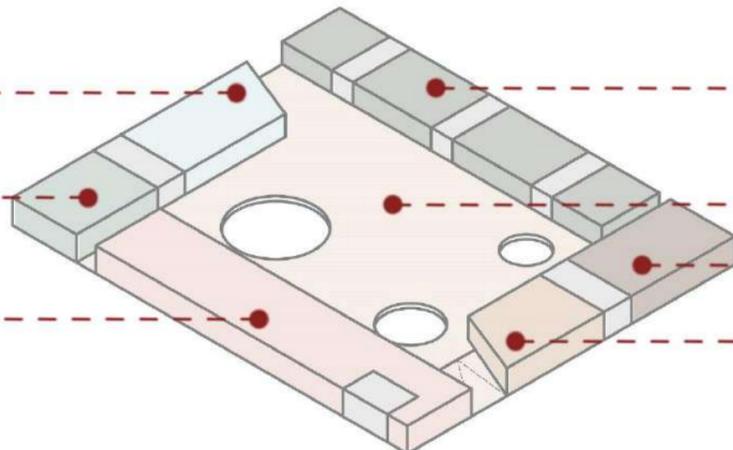
+2



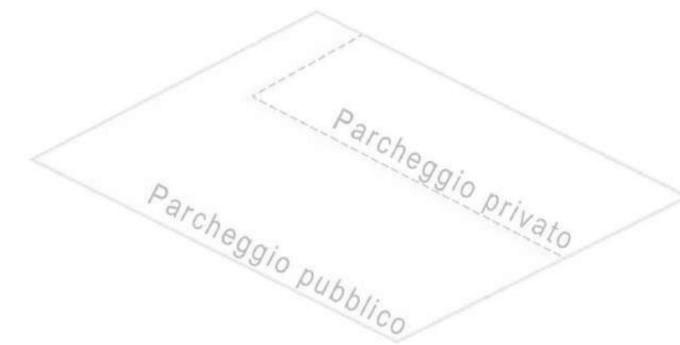
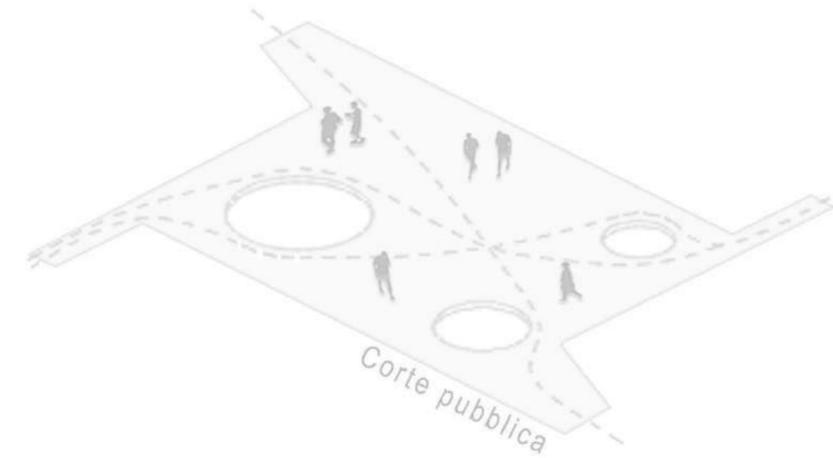
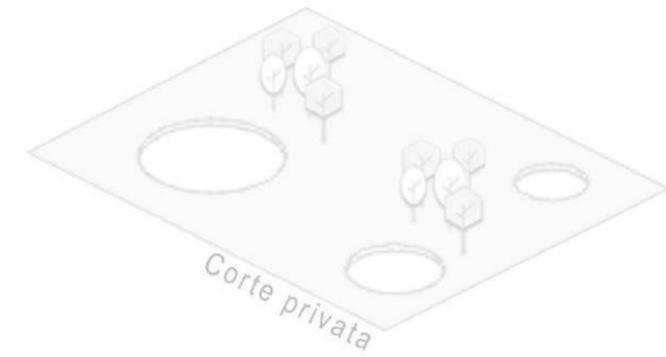
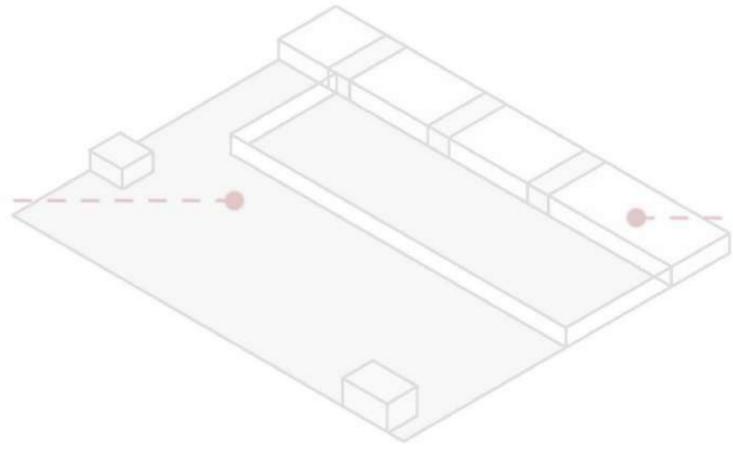
1



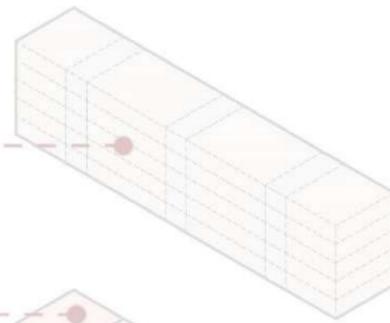
0



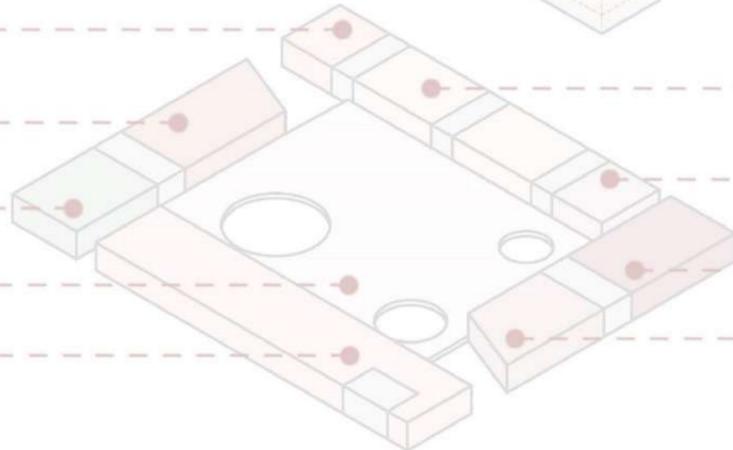
-1



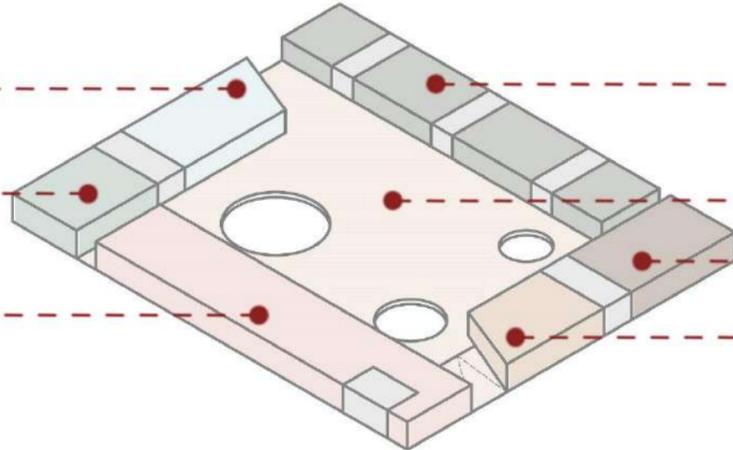
+2



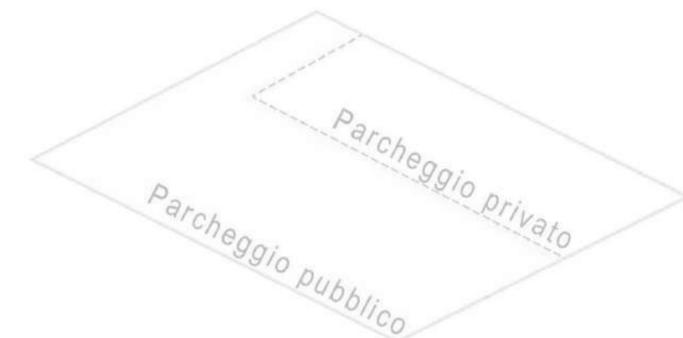
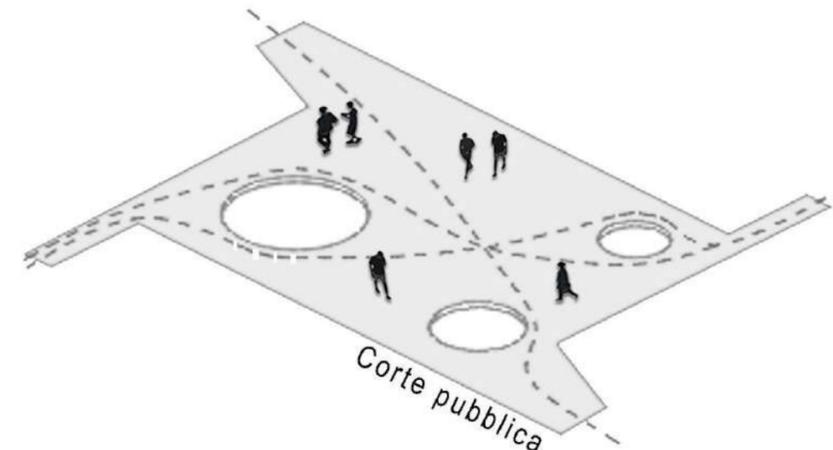
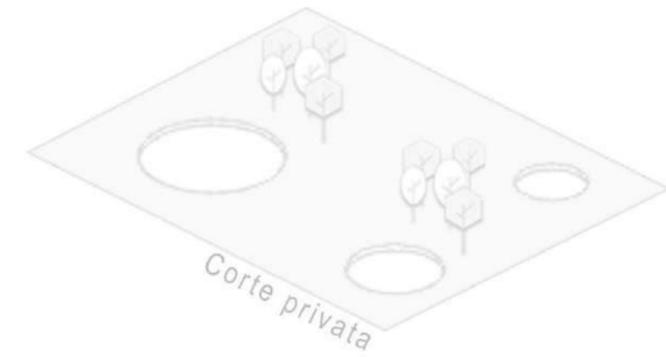
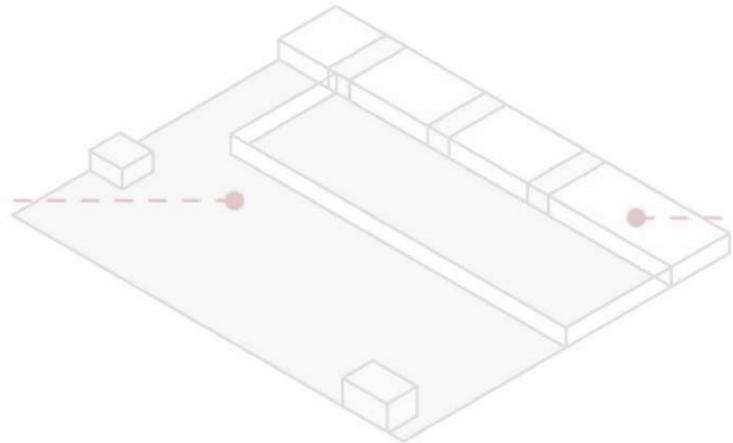
1



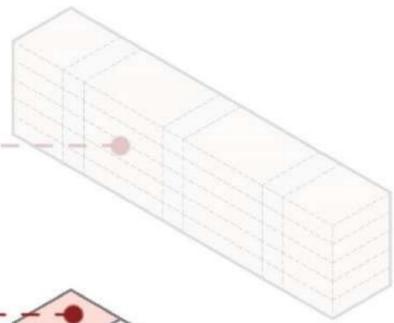
0



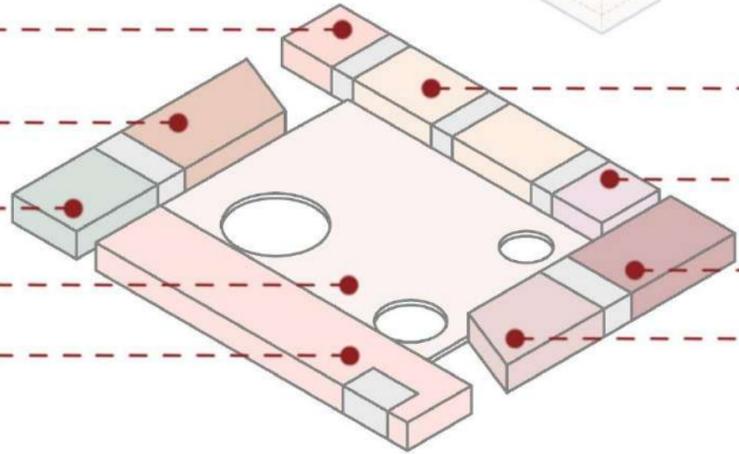
-1



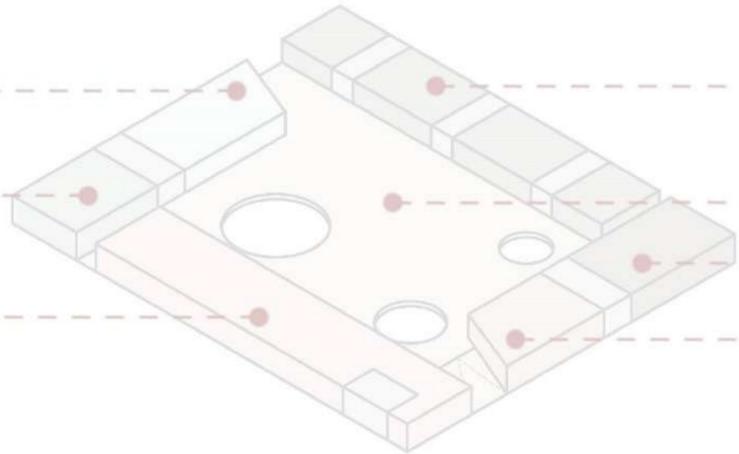
+2



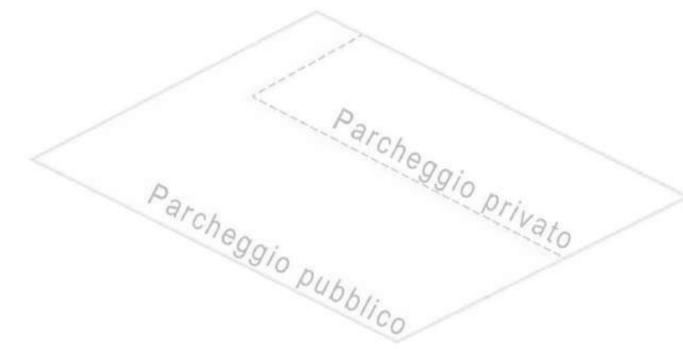
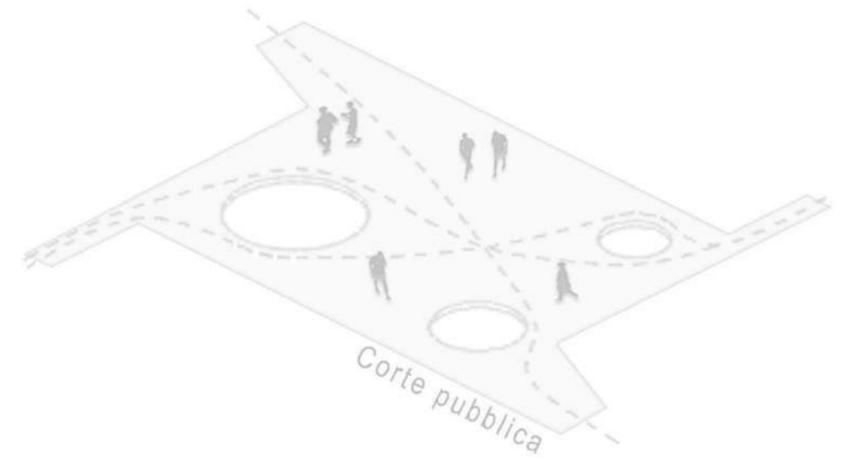
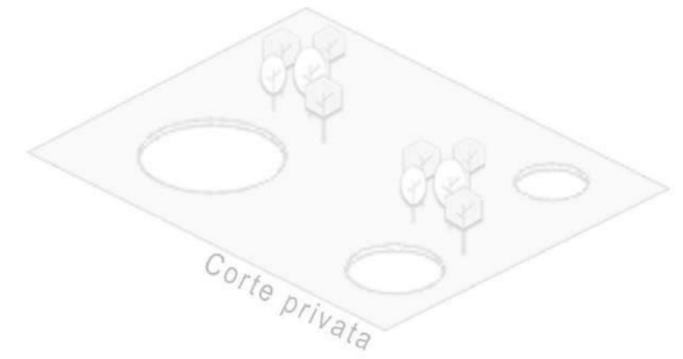
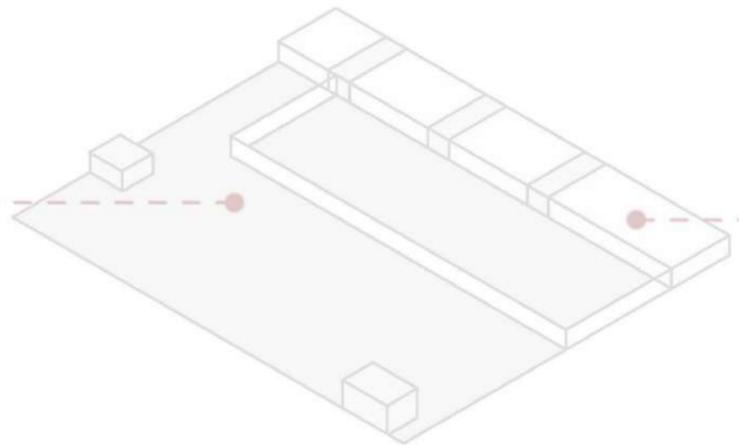
1



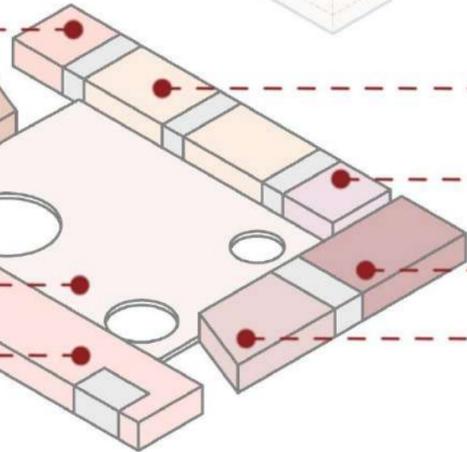
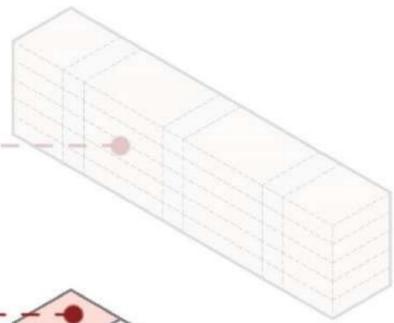
0



-1



+2

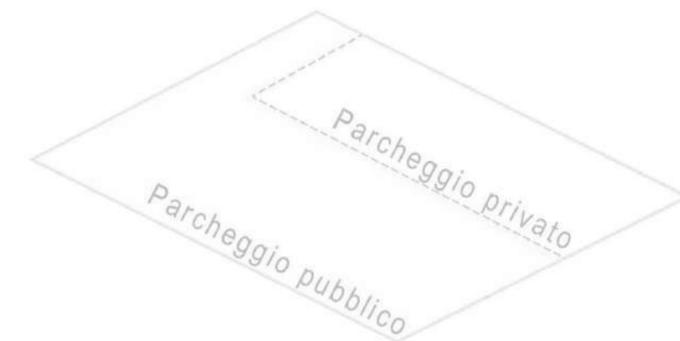
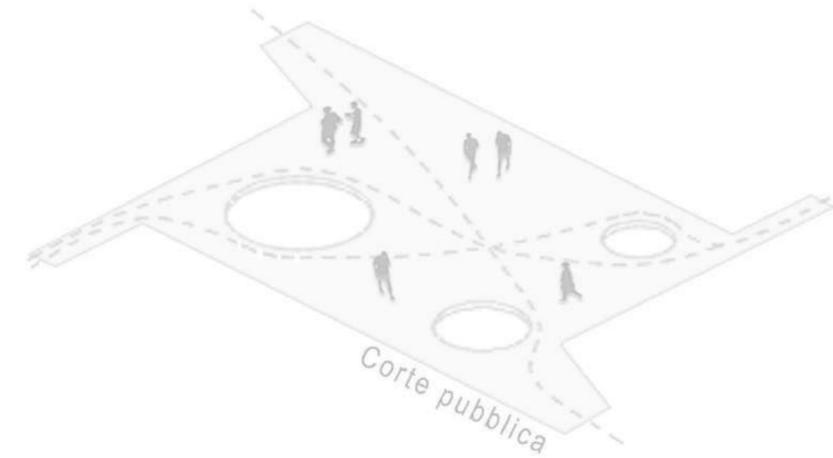
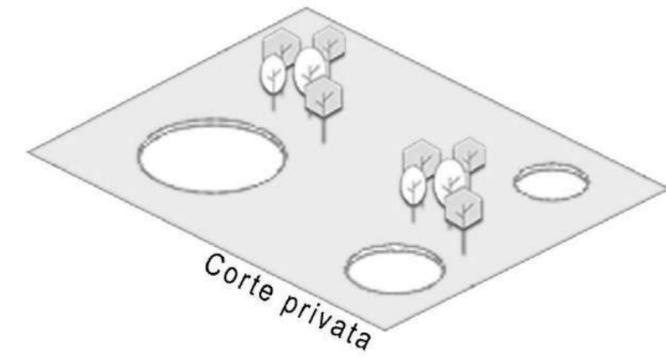
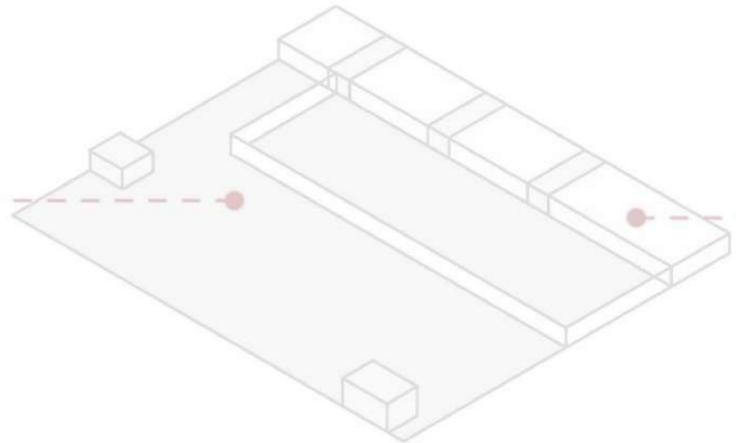


1

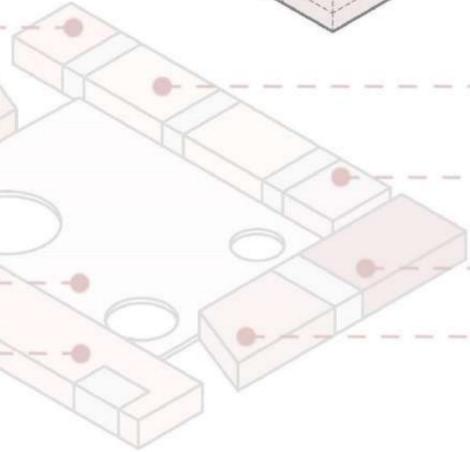
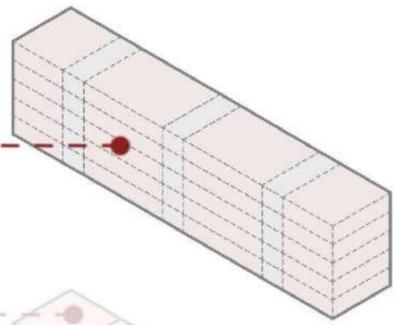
0



-1



+2

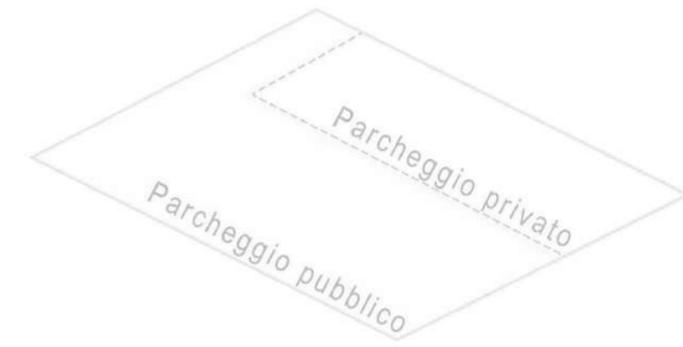
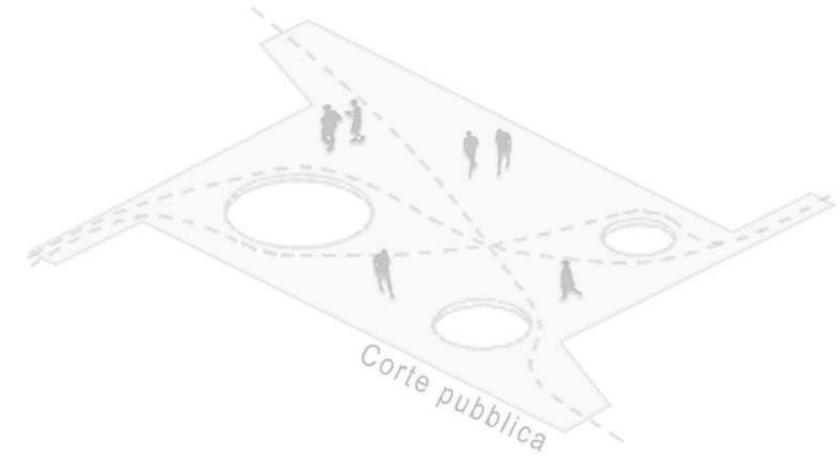
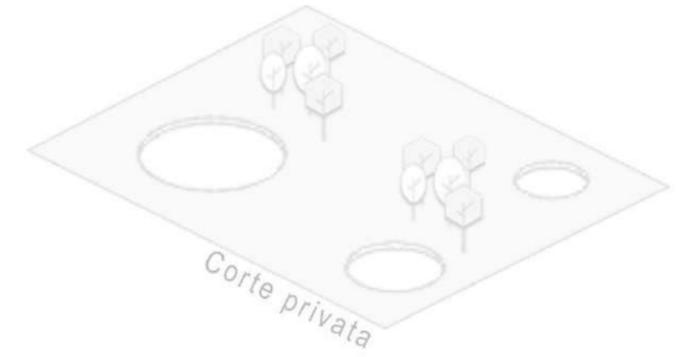
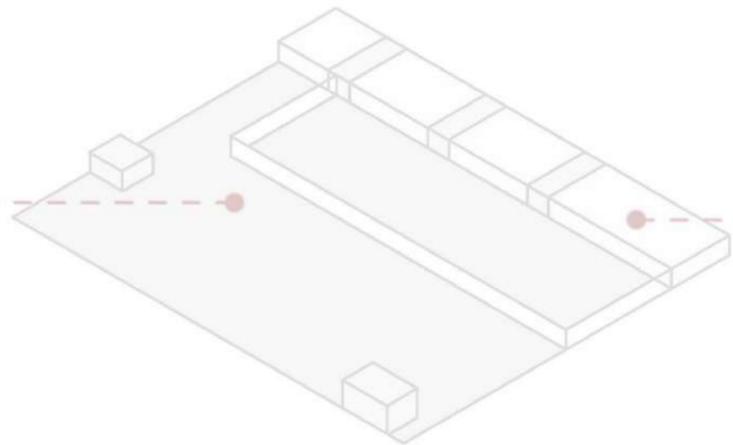


1

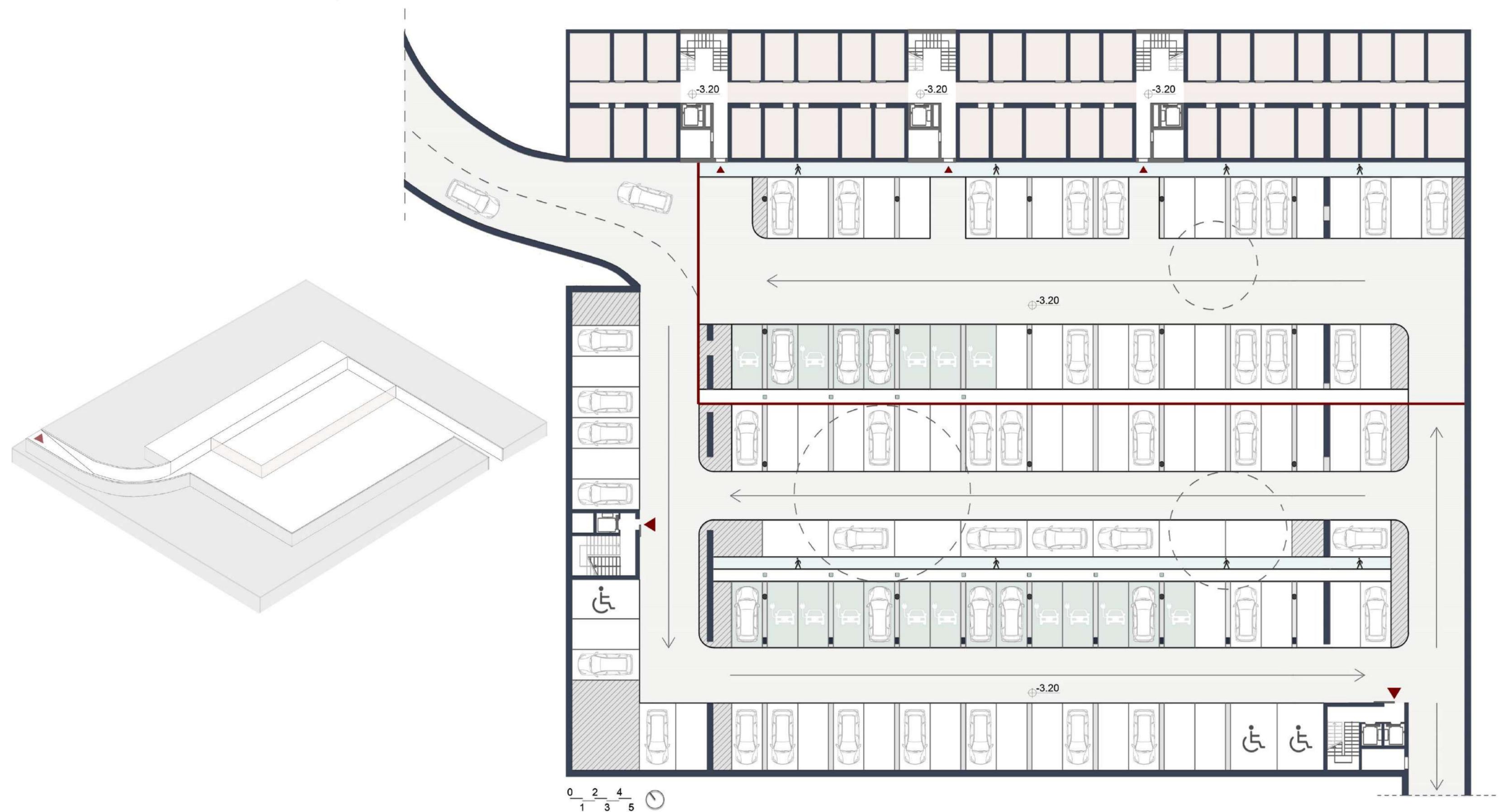
0

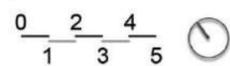
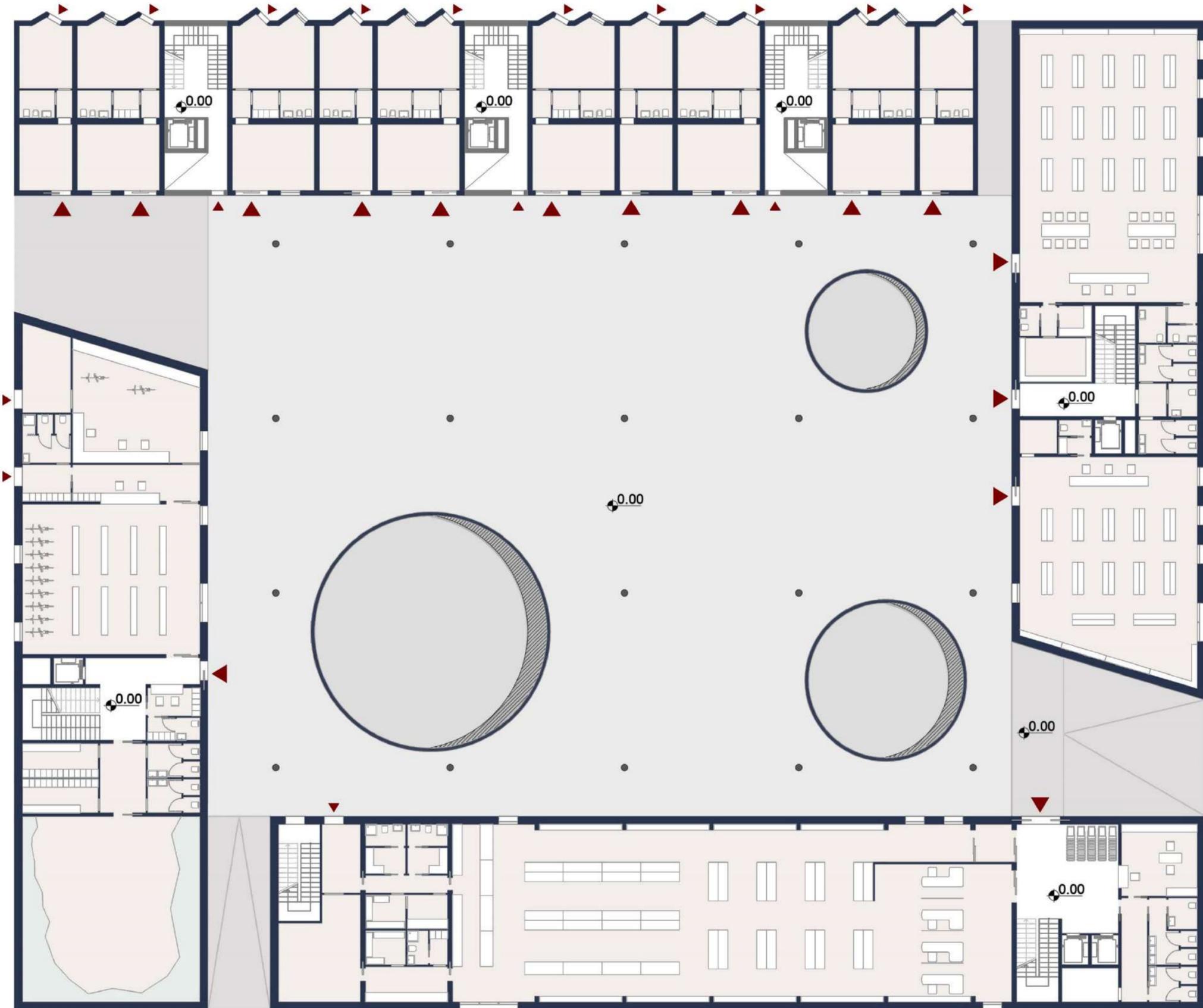
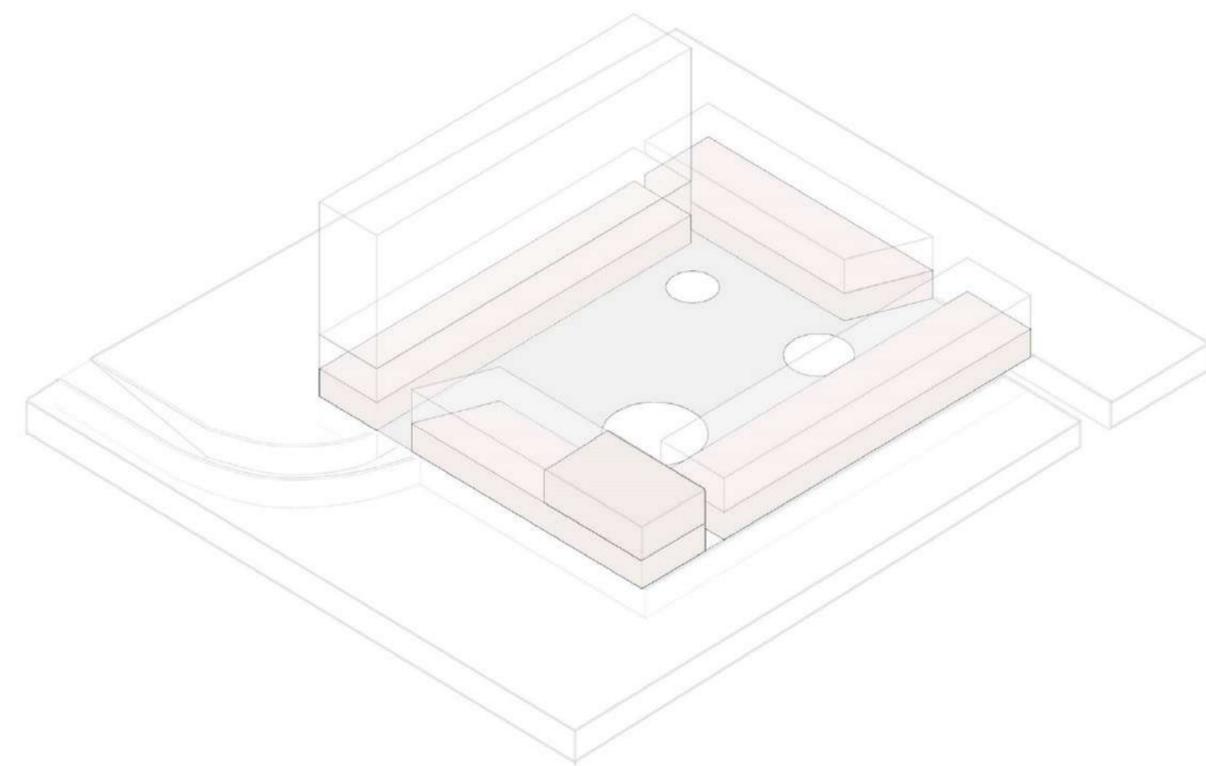


-1



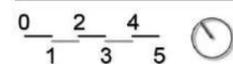
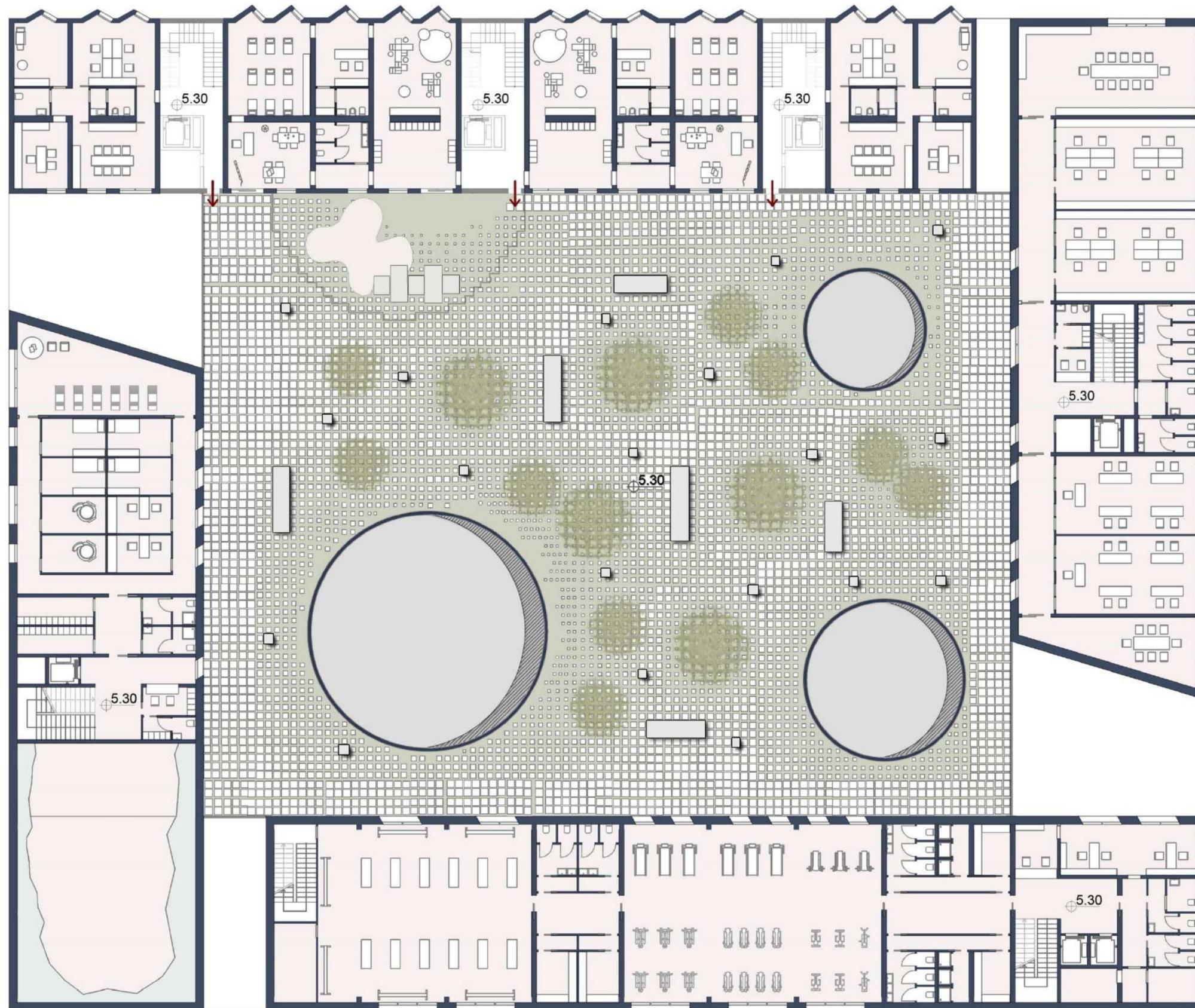
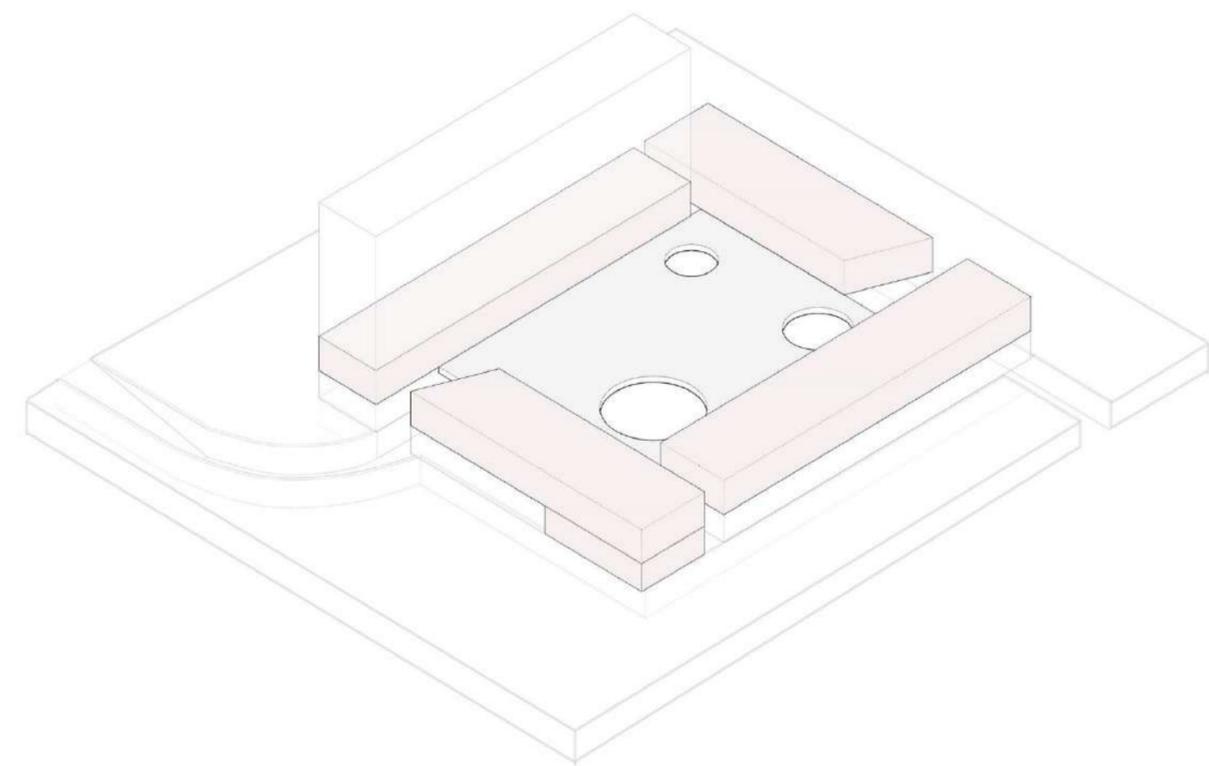


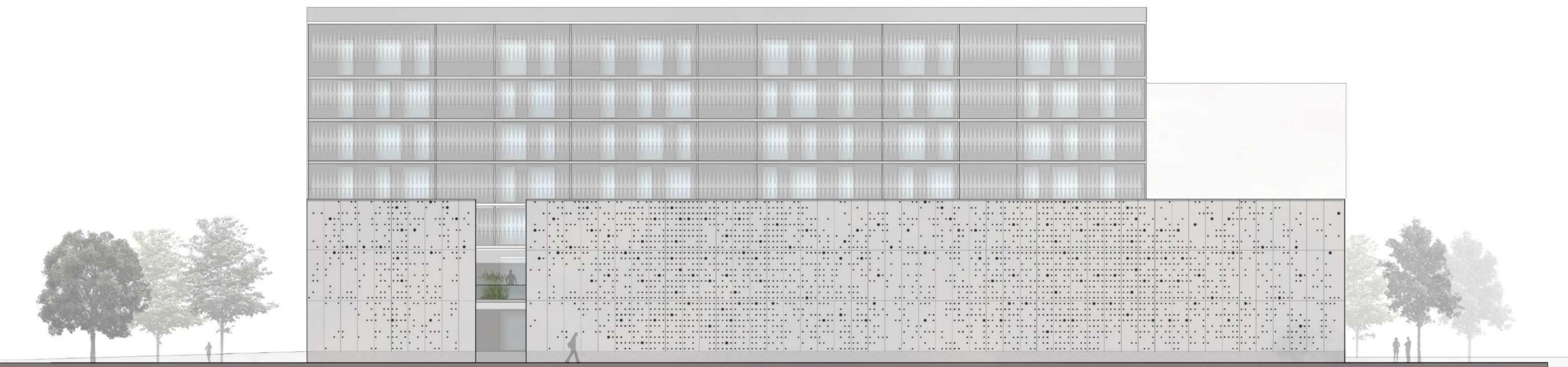
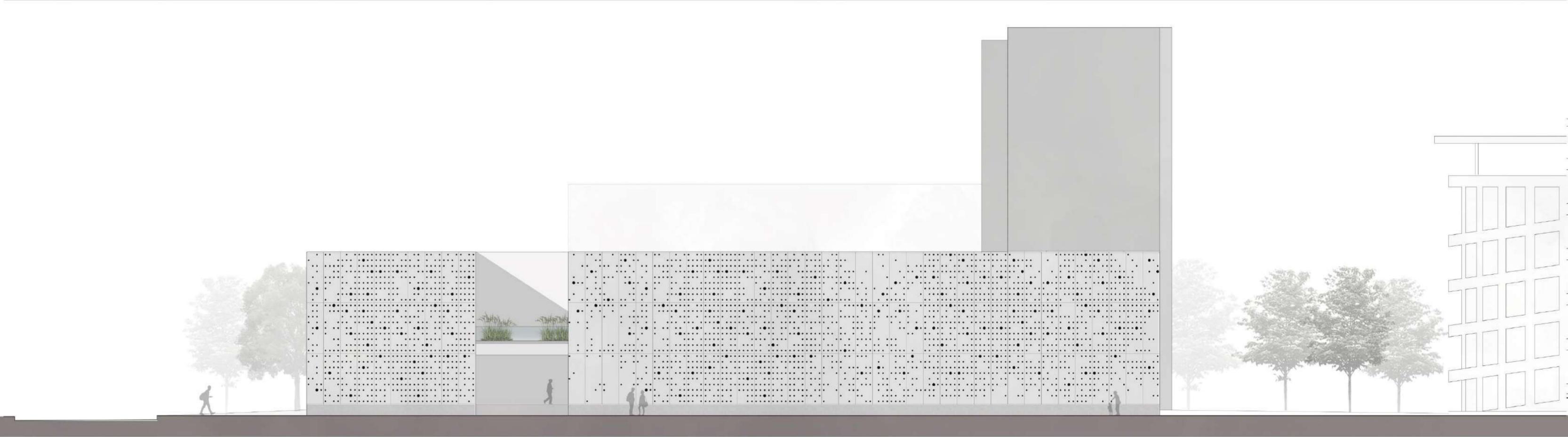


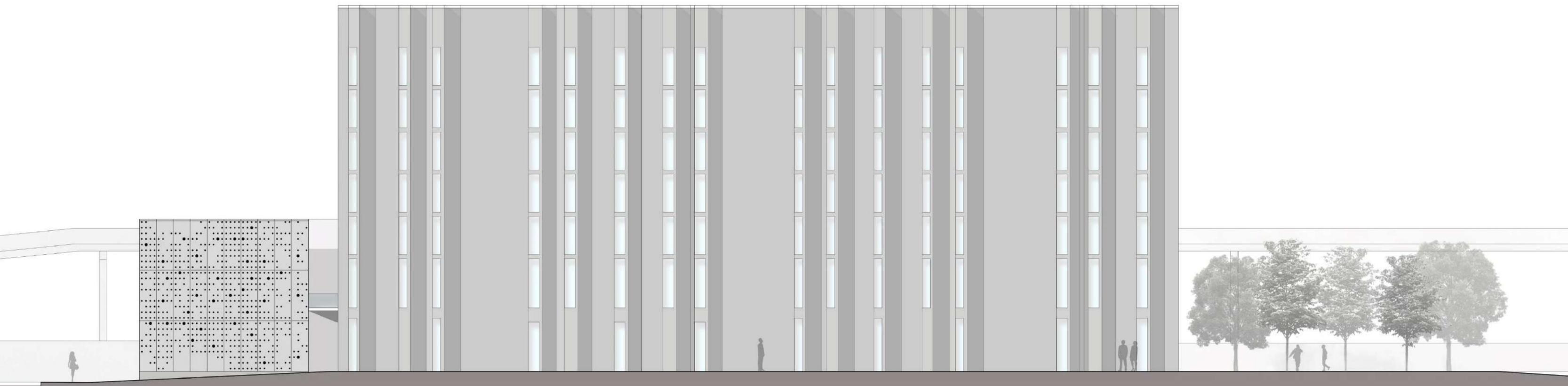
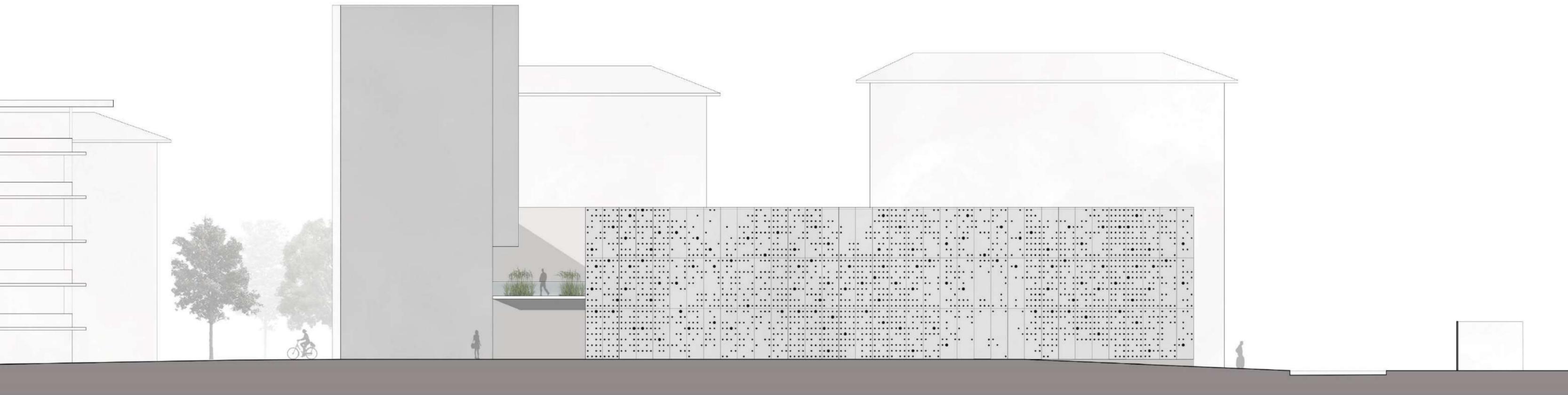


PIANO TERRA

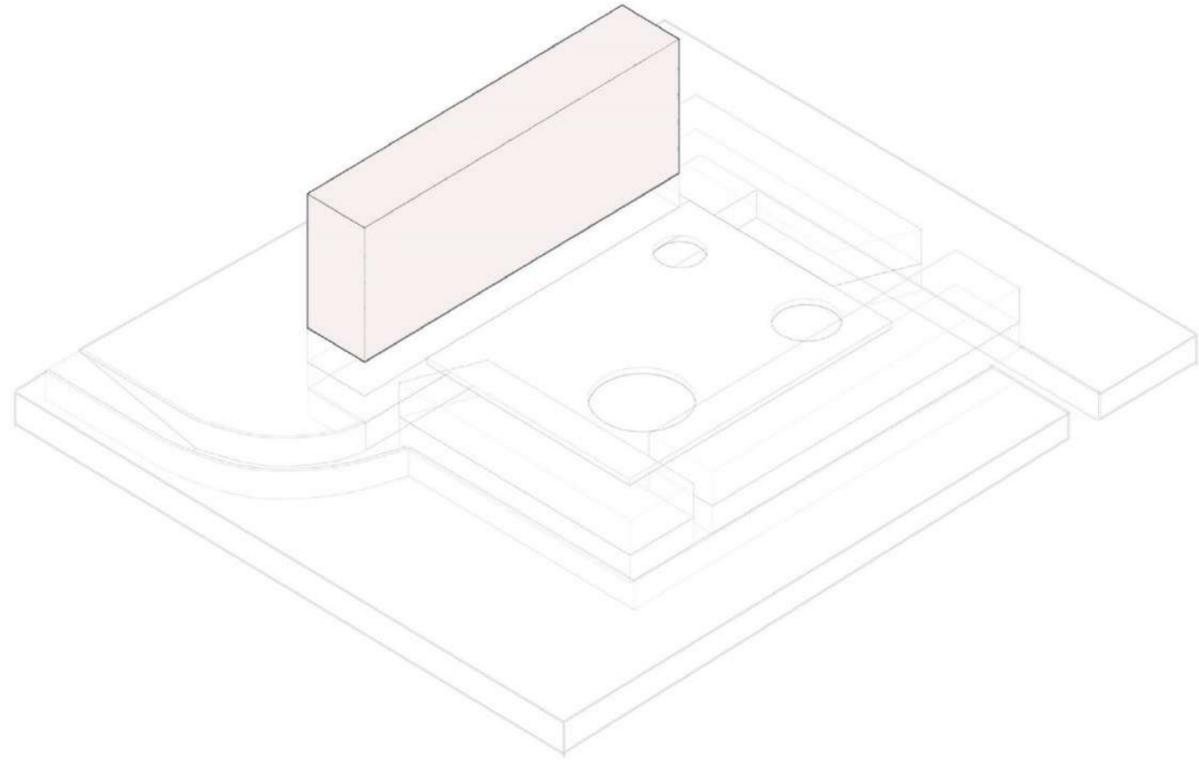
Laureandi: Xhorxhina Metohu, Francesco Polidori









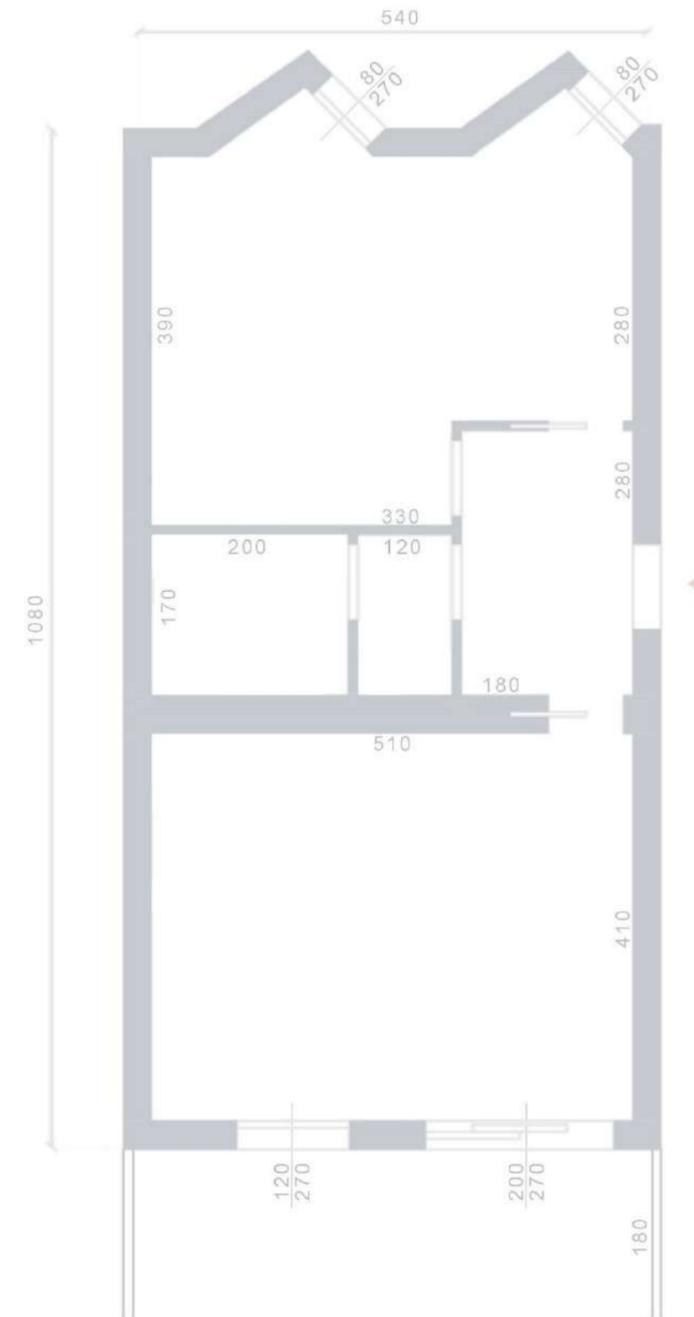
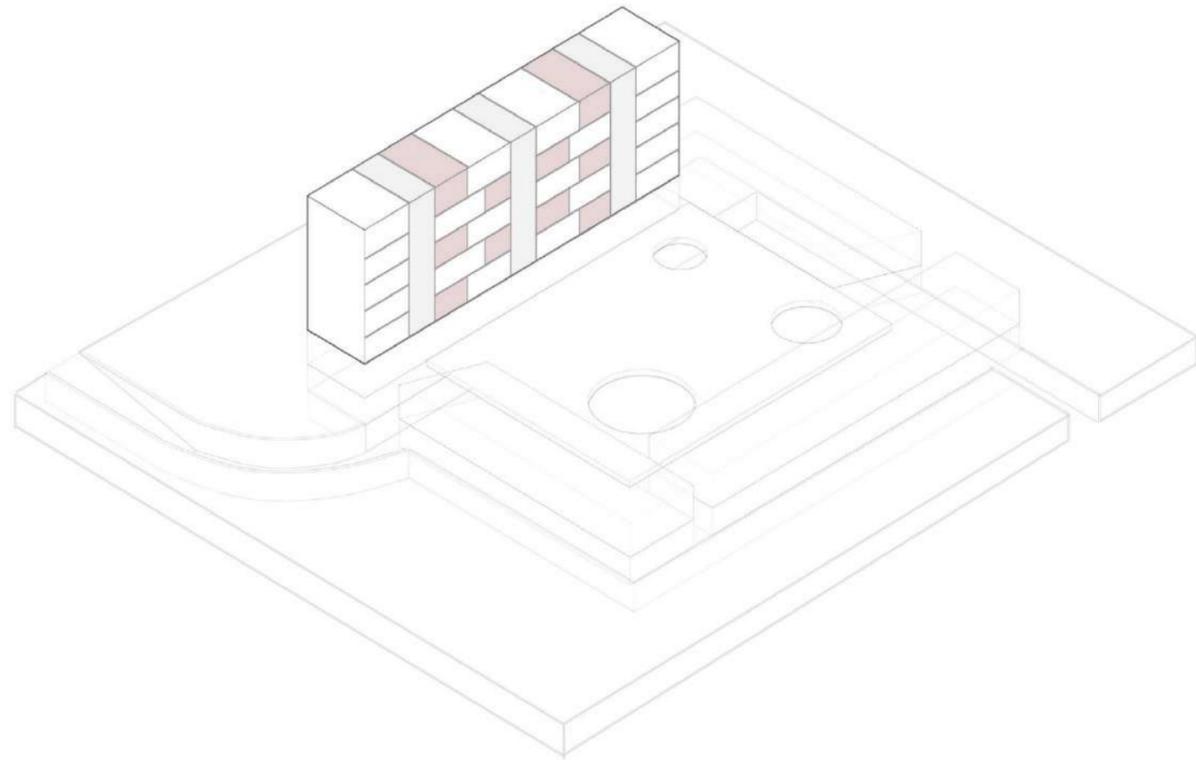
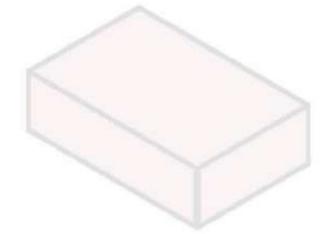




ALLOGGIO A

 Superficie: 50 m²
 1 2 3 4 5 6

 0-1 anno
  N. Alloggi: 10

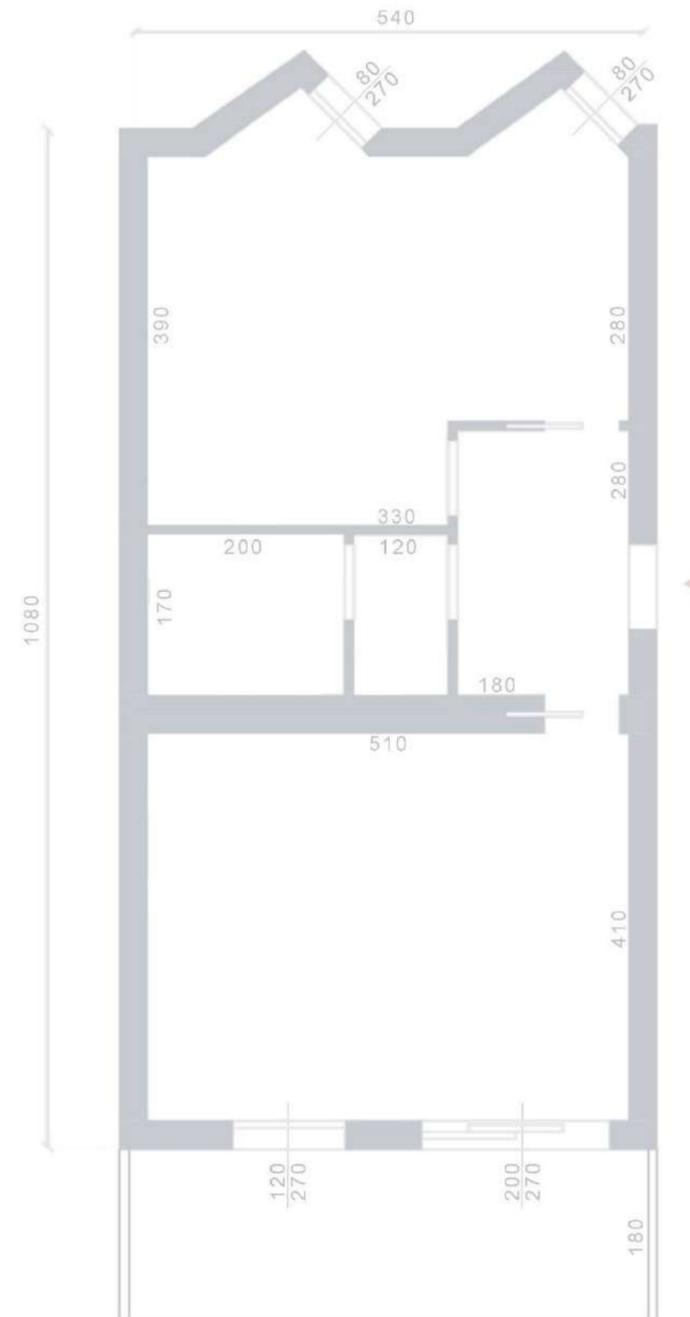
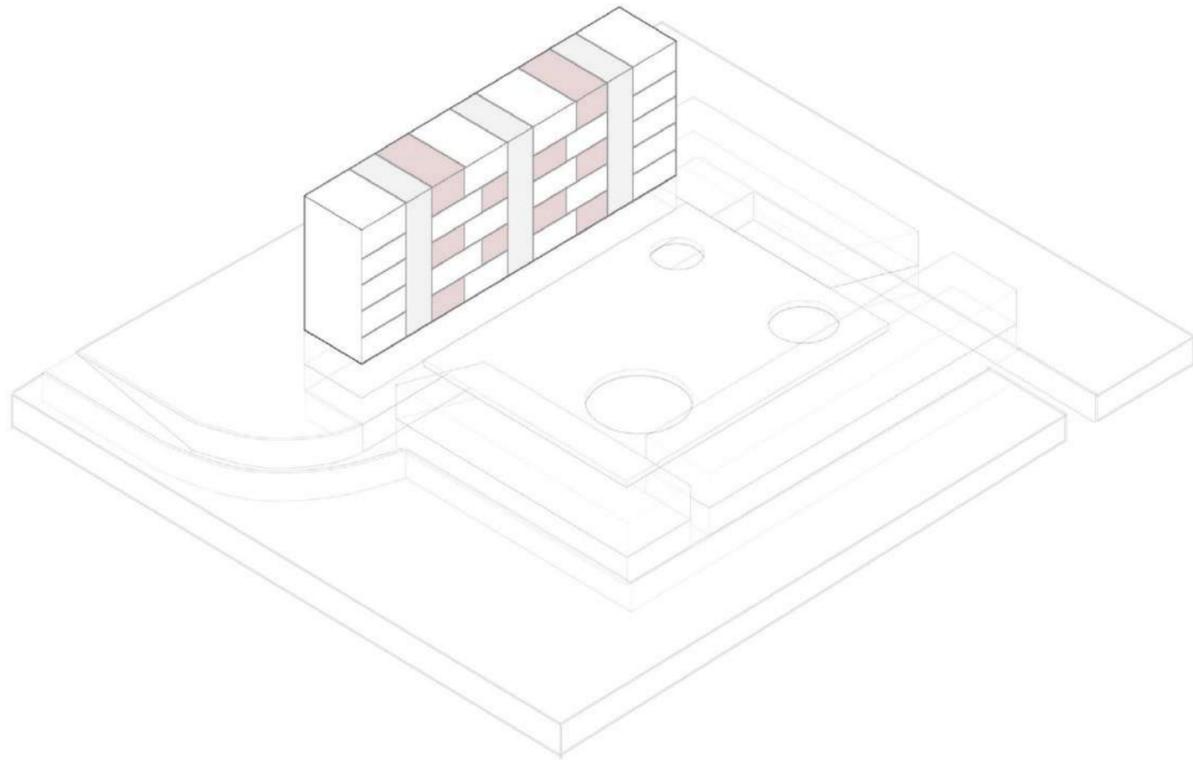
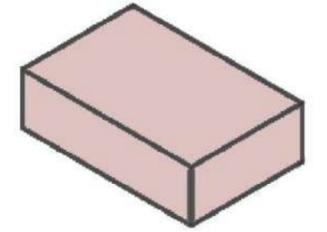


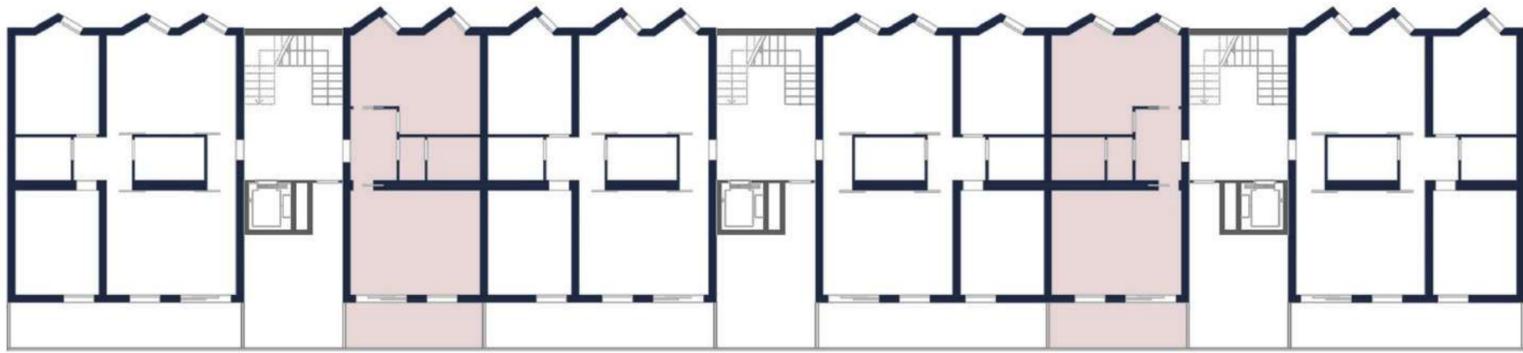


ALLOGGIO A

 Superficie: **50 m²**
 **1 2 3 4 5 6**

 **0-1 anno**
 **N. Alloggi: 10**

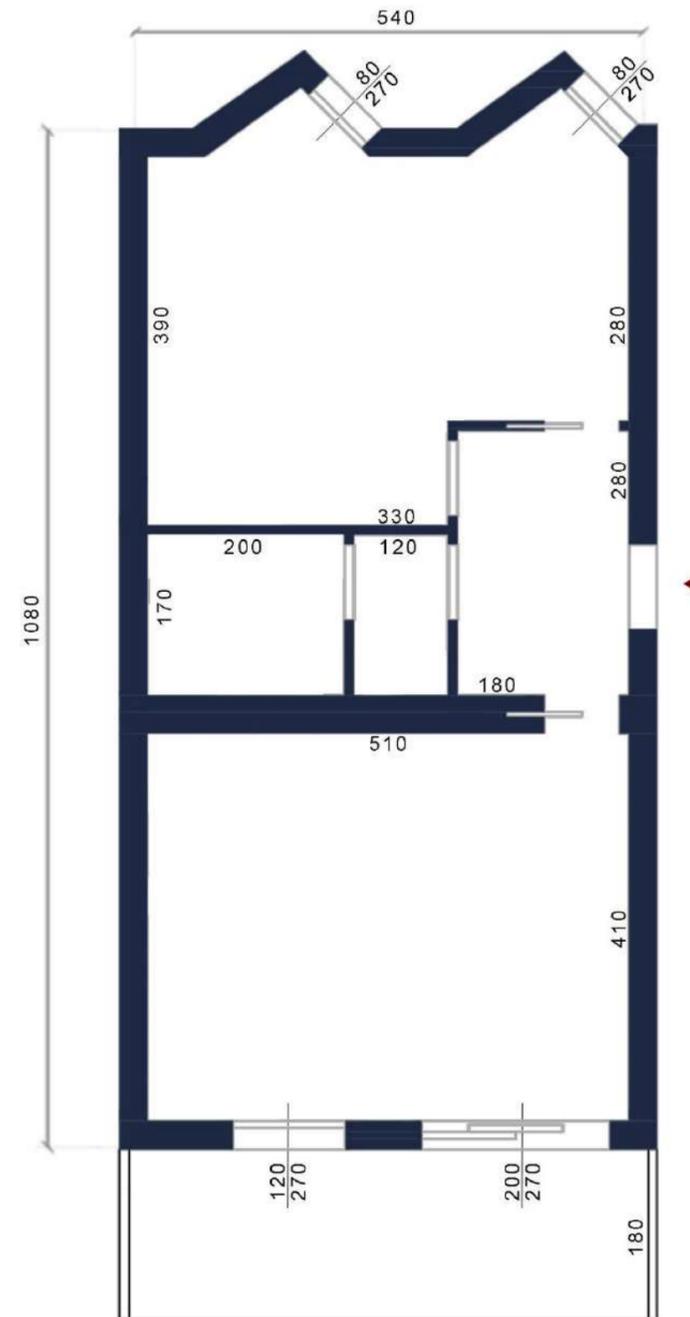
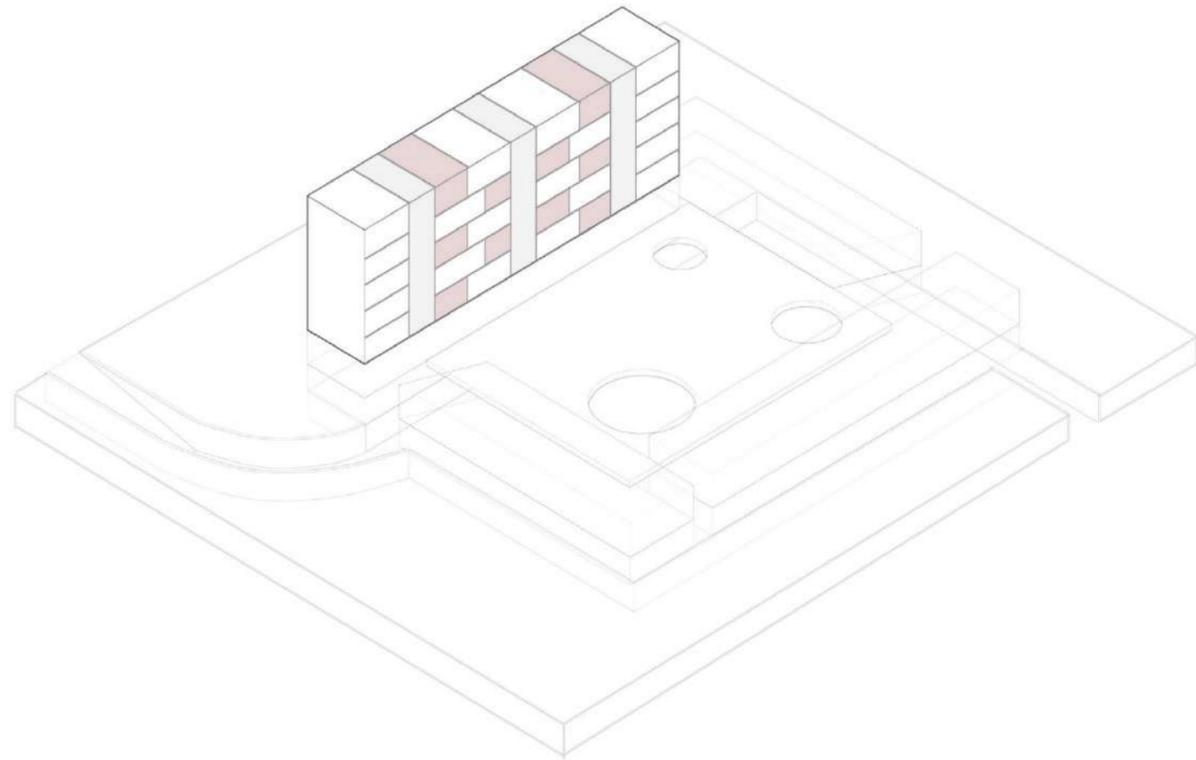
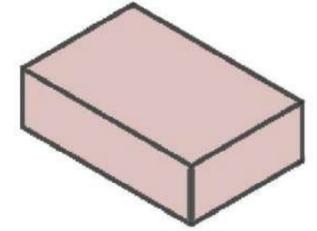


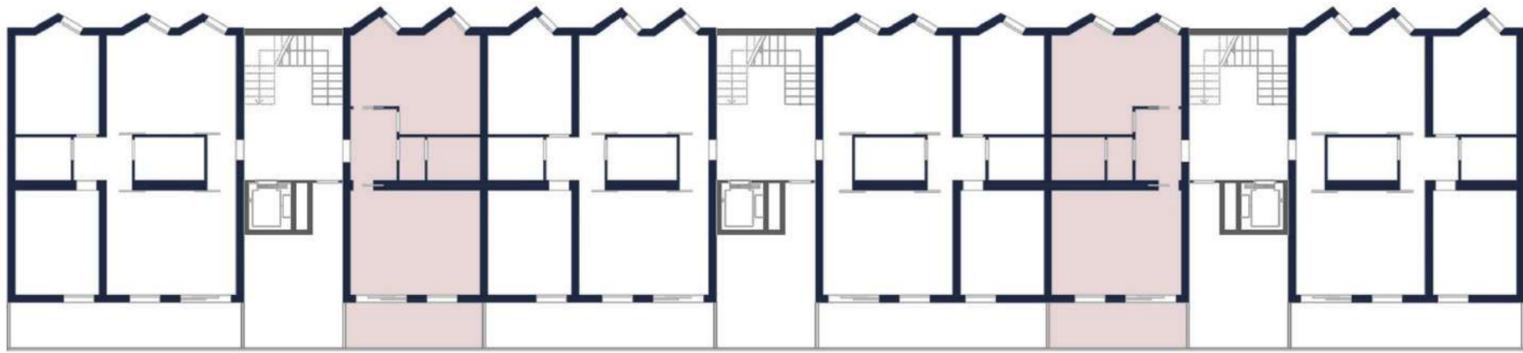


ALLOGGIO A

 Superficie: 50 m²
 **1 2 3 4 5 6**

 0-1 anno
  N. Alloggi: 10





ALLOGGIO A



Superficie: 50 m²



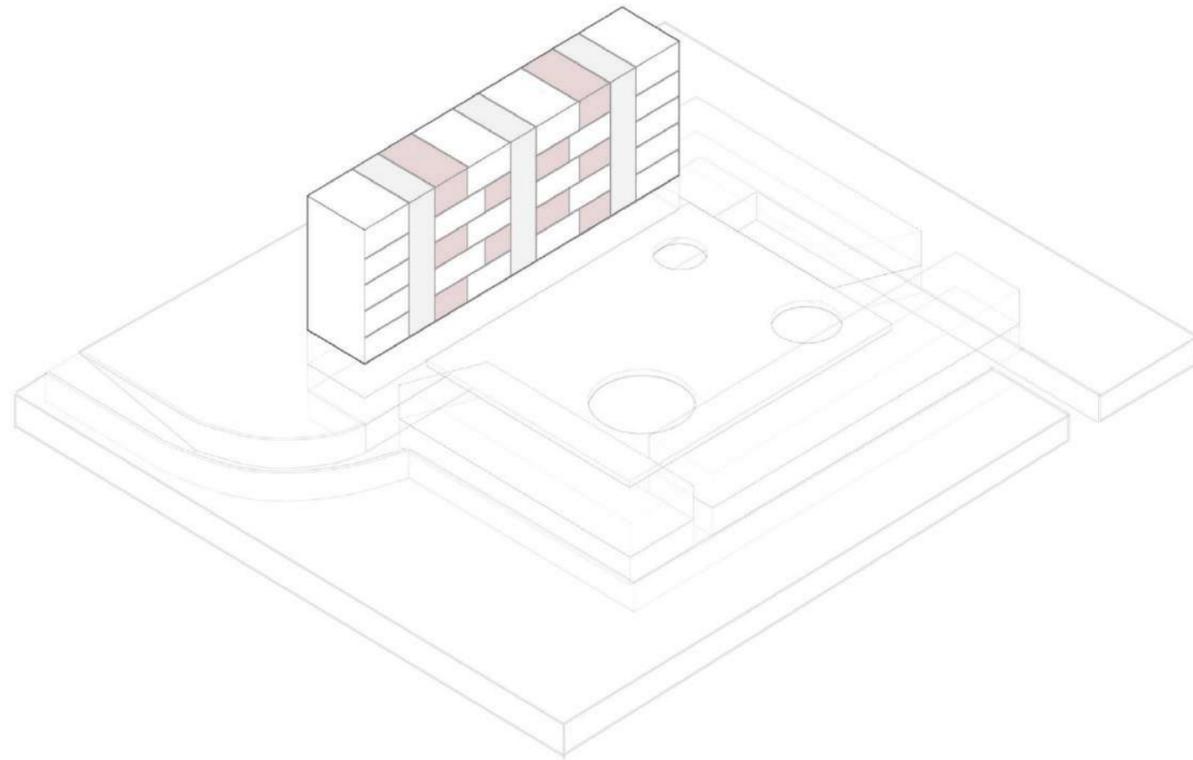
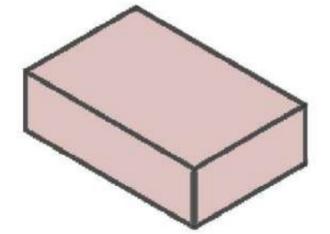
1 2 3 4 5 6



0-1 anno



N. Alloggi: 10

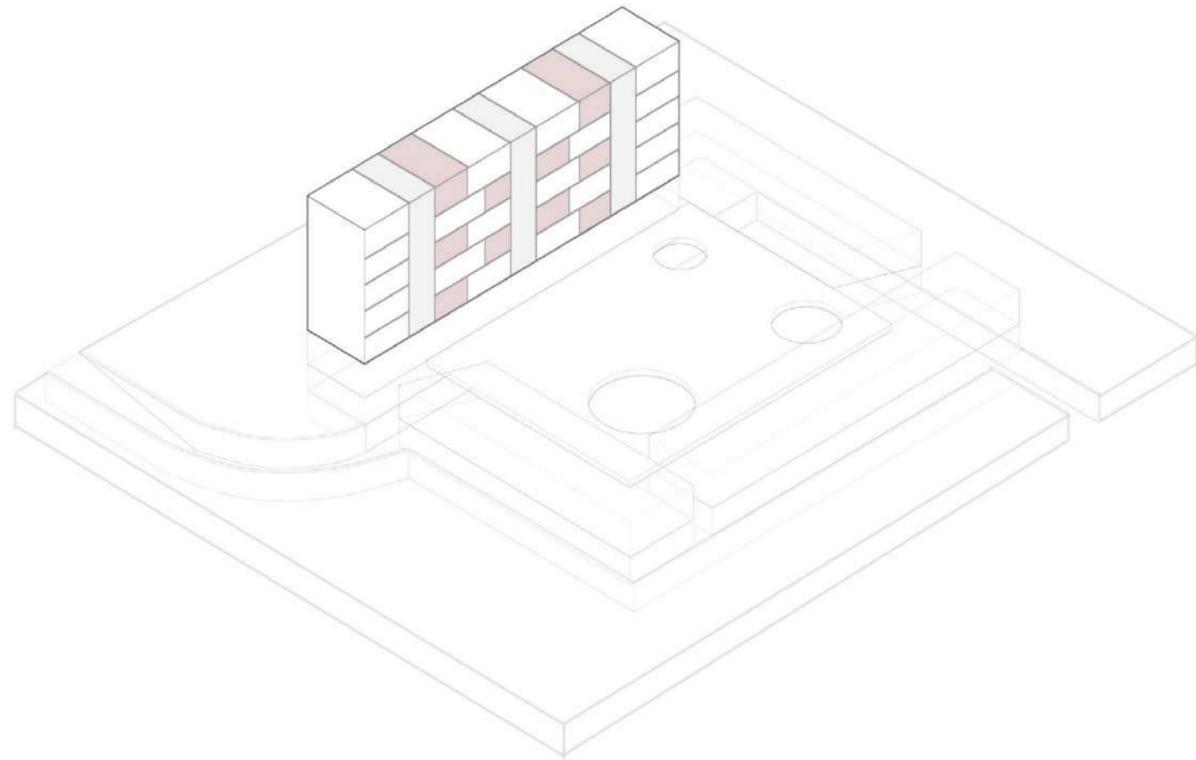
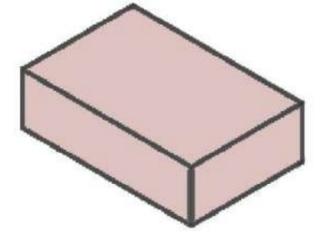


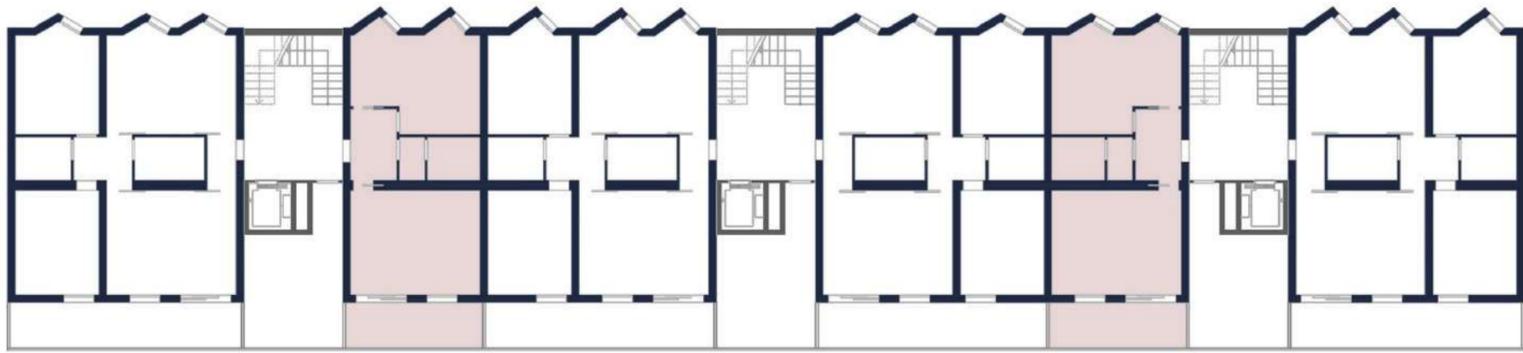


ALLOGGIO A

 Superficie: **50 m²**
 **1 2 3 4 5 6**

 0-1 anno
  N. Alloggi: 10

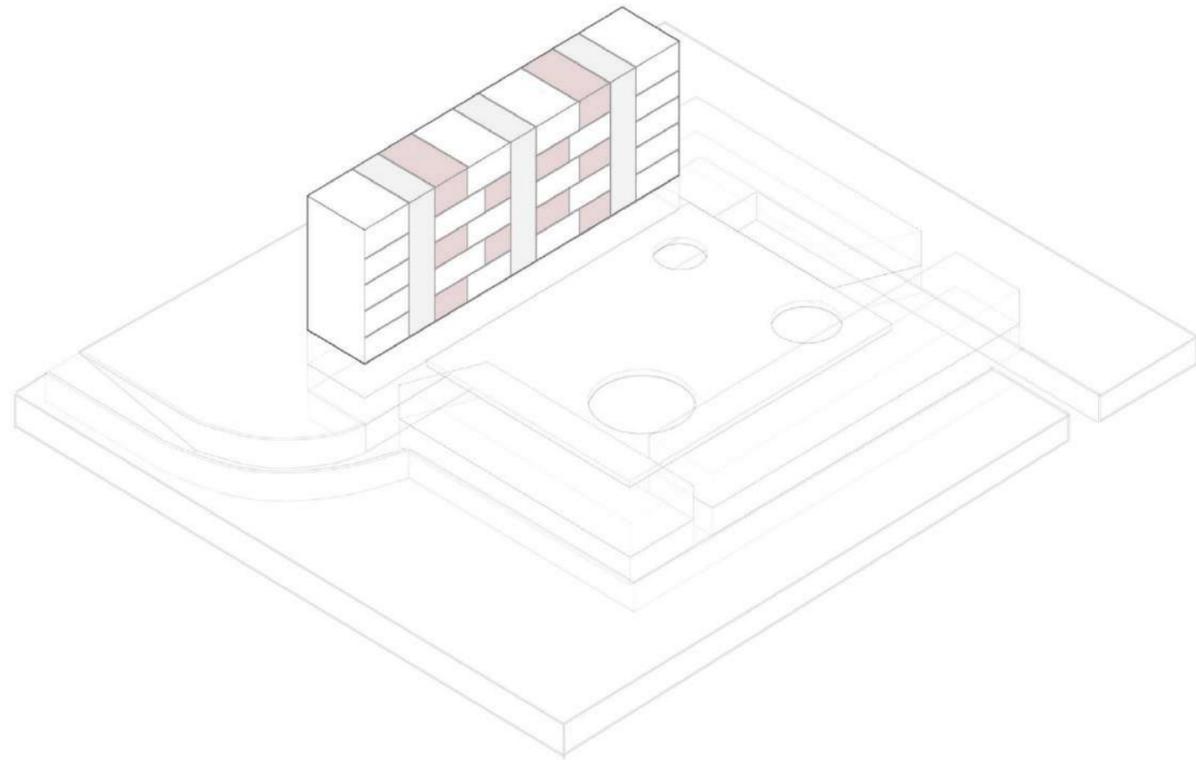
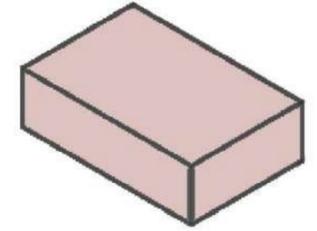




ALLOGGIO A

 Superficie: **50 m²**
 **1 2 3 4 5 6**

 0-1 anno
  N. Alloggi: 10

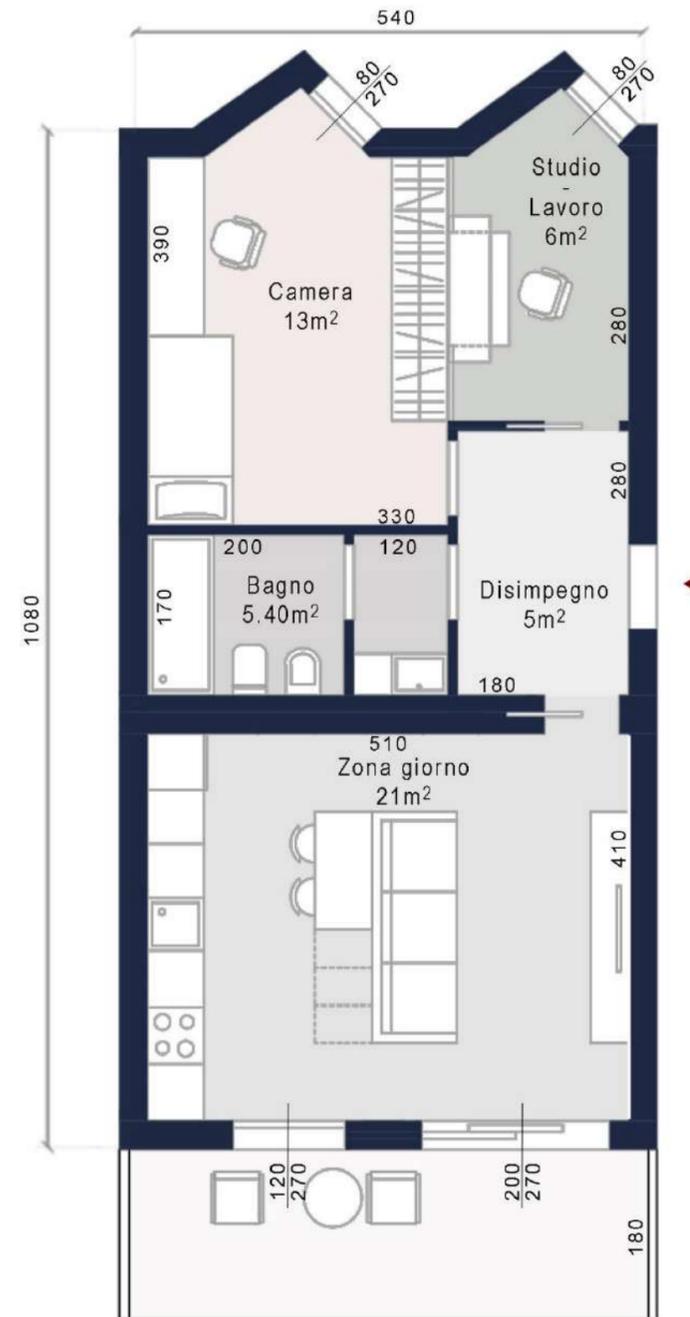
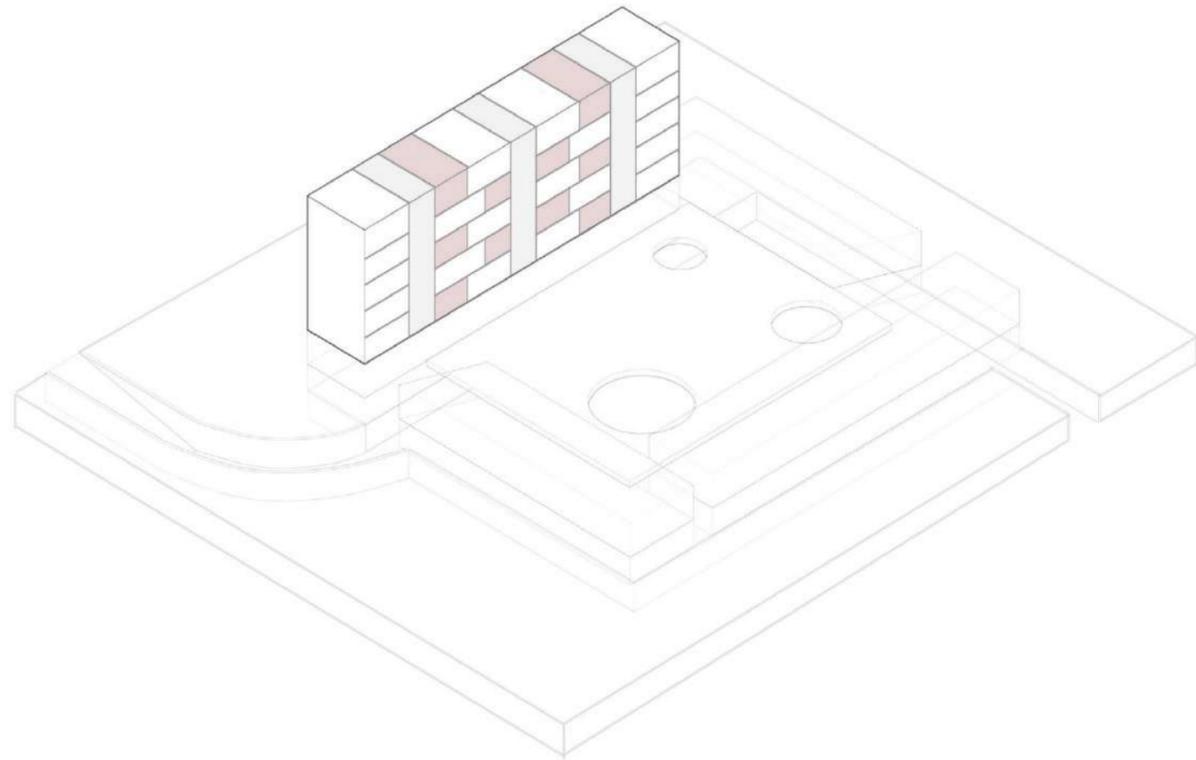
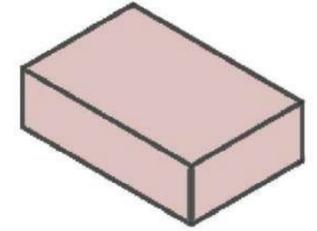




ALLOGGIO A

 Superficie: **50 m²**
 **1 2 3 4 5 6**

 0-1 anno
  N. Alloggi: 10

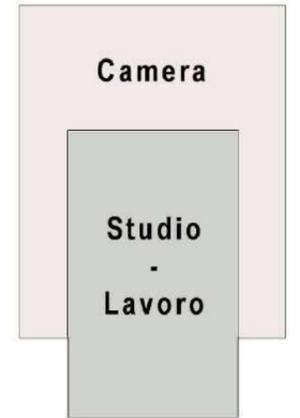
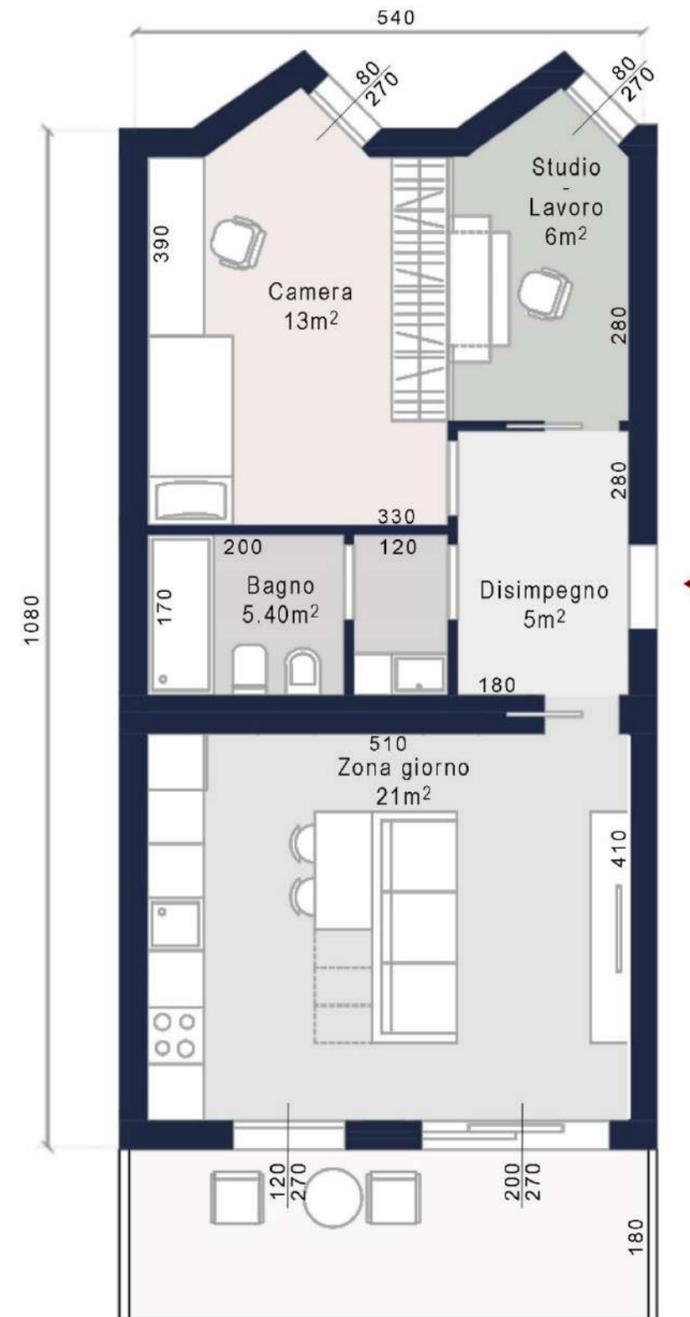
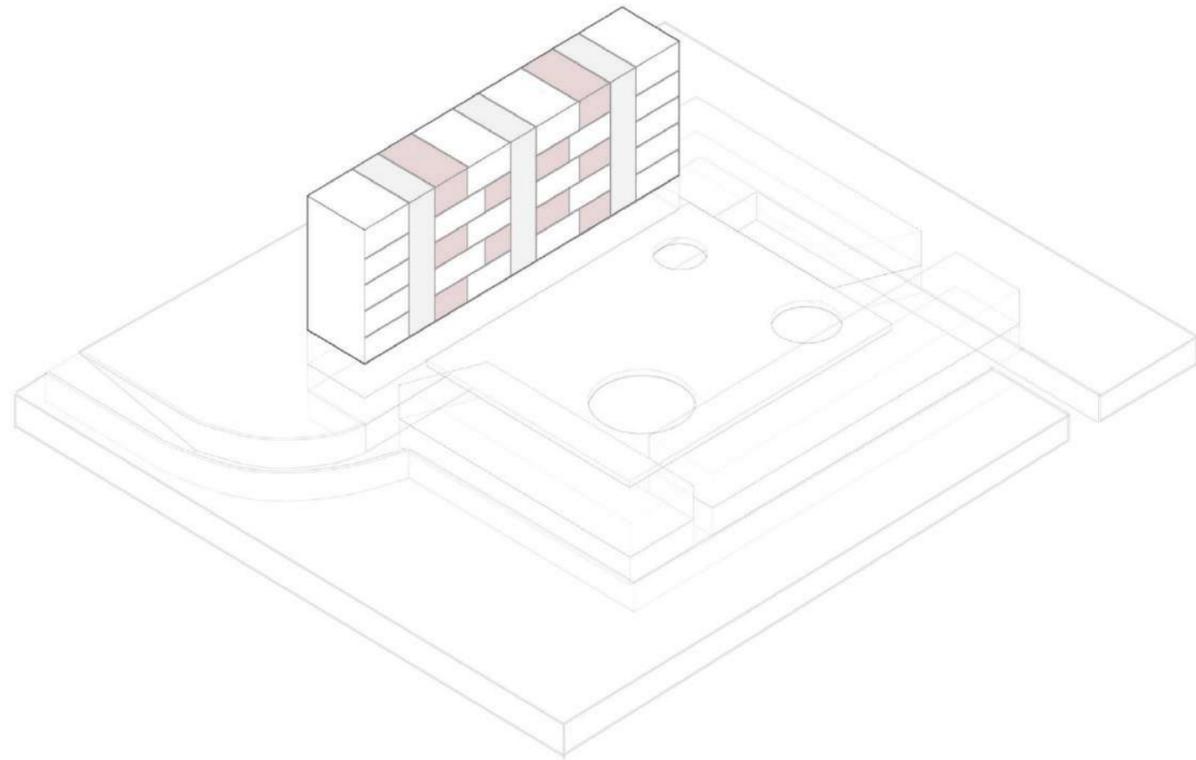
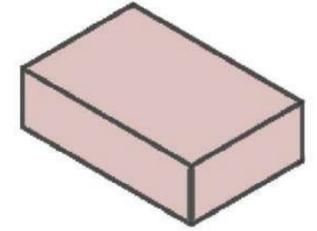




ALLOGGIO A

 Superficie: **50 m²**
 **1 2 3 4 5 6**

 0-1 anno
  N. Alloggi: 10

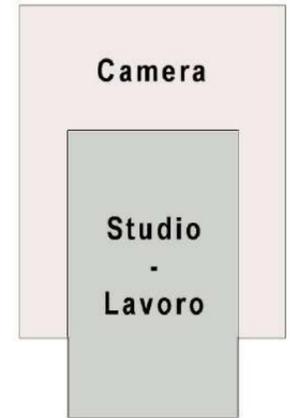
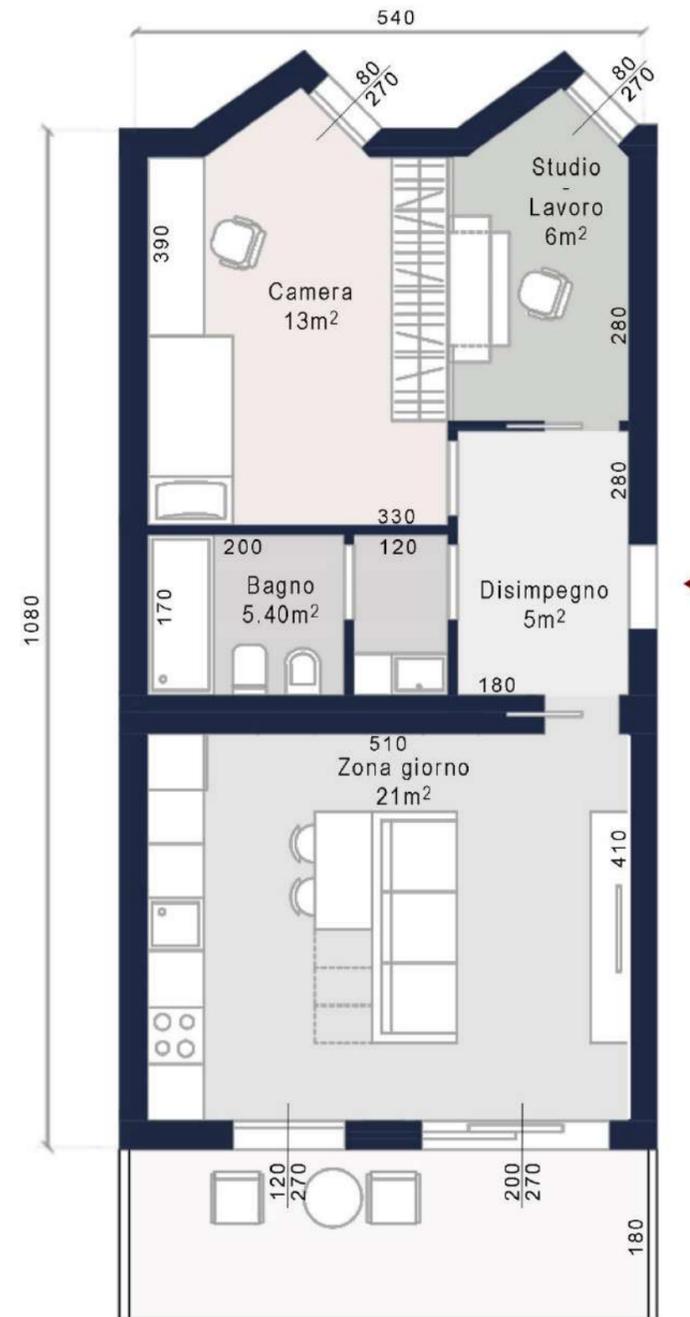
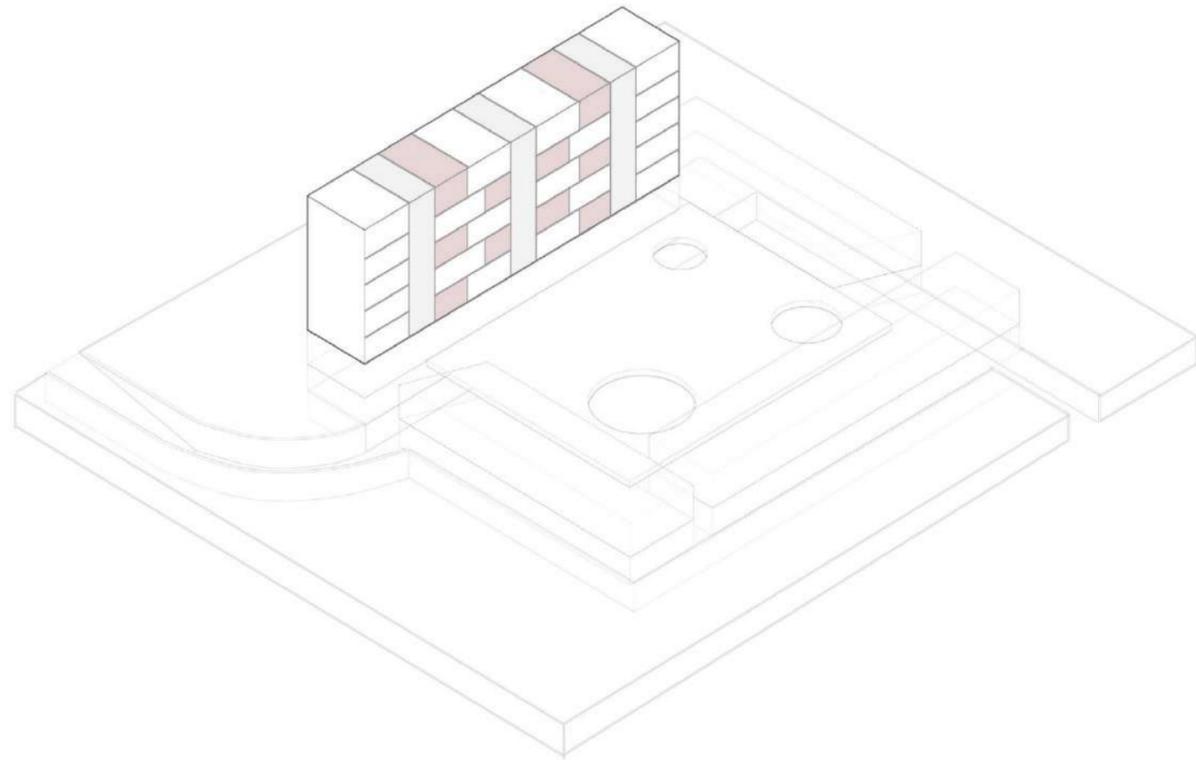
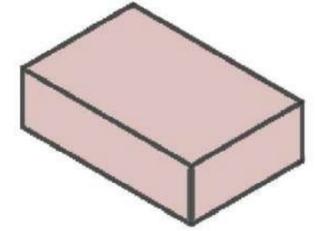


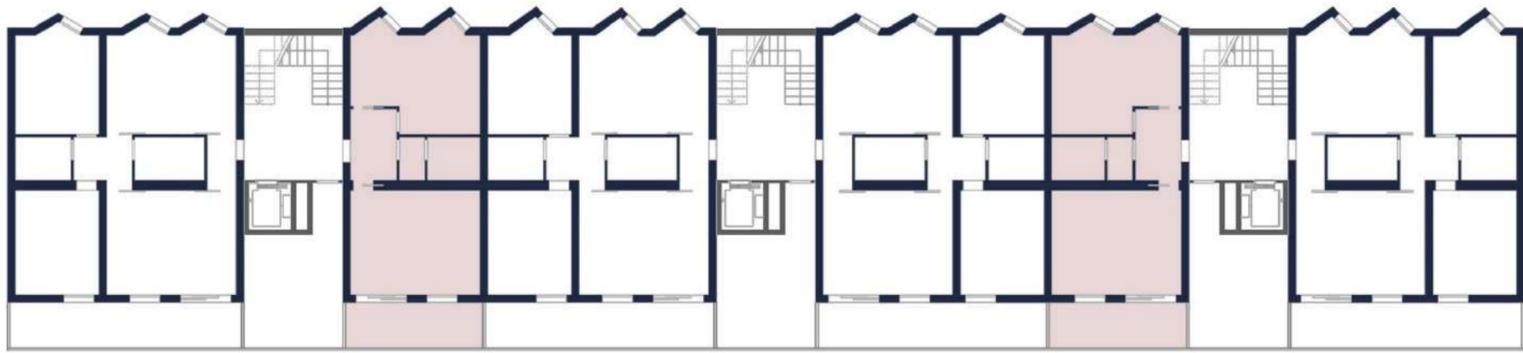


ALLOGGIO A

 Superficie: **50 m²**
 **1 2 3 4 5 6**

 0-1 anno
  N. Alloggi: 10





ALLOGGIO A



Superficie: 50 m²



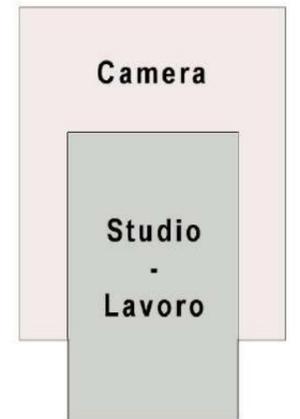
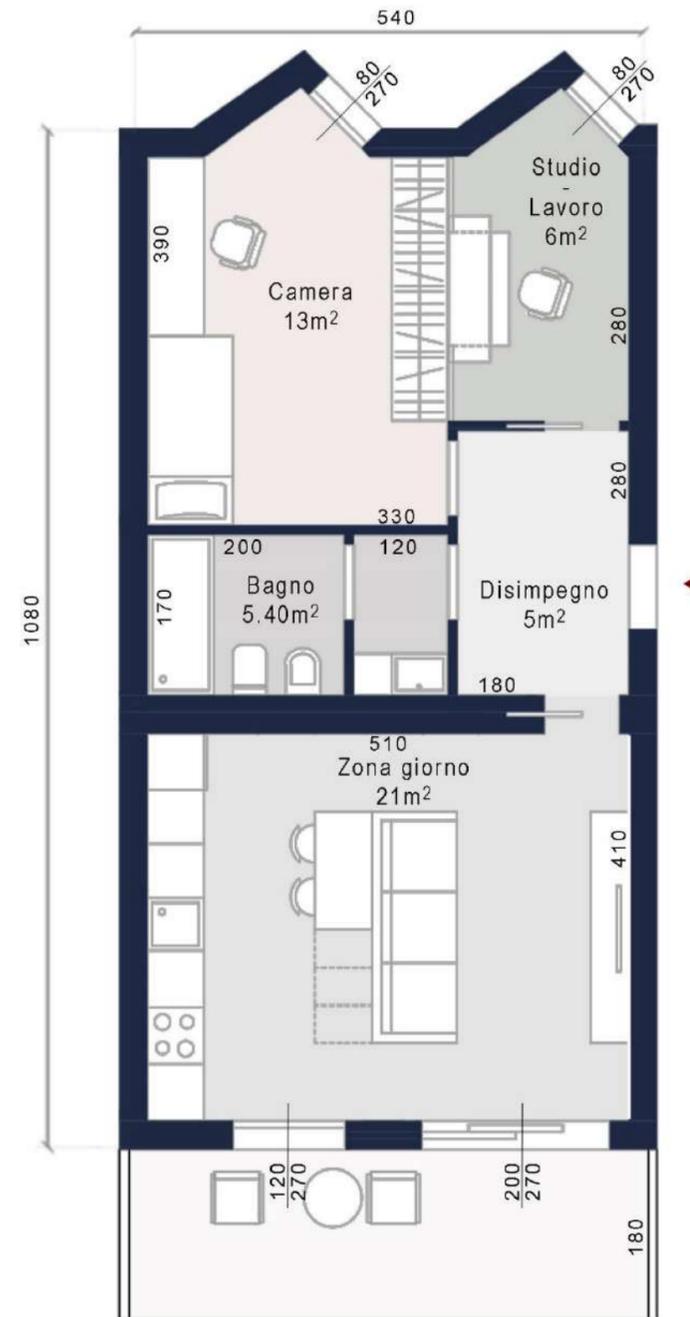
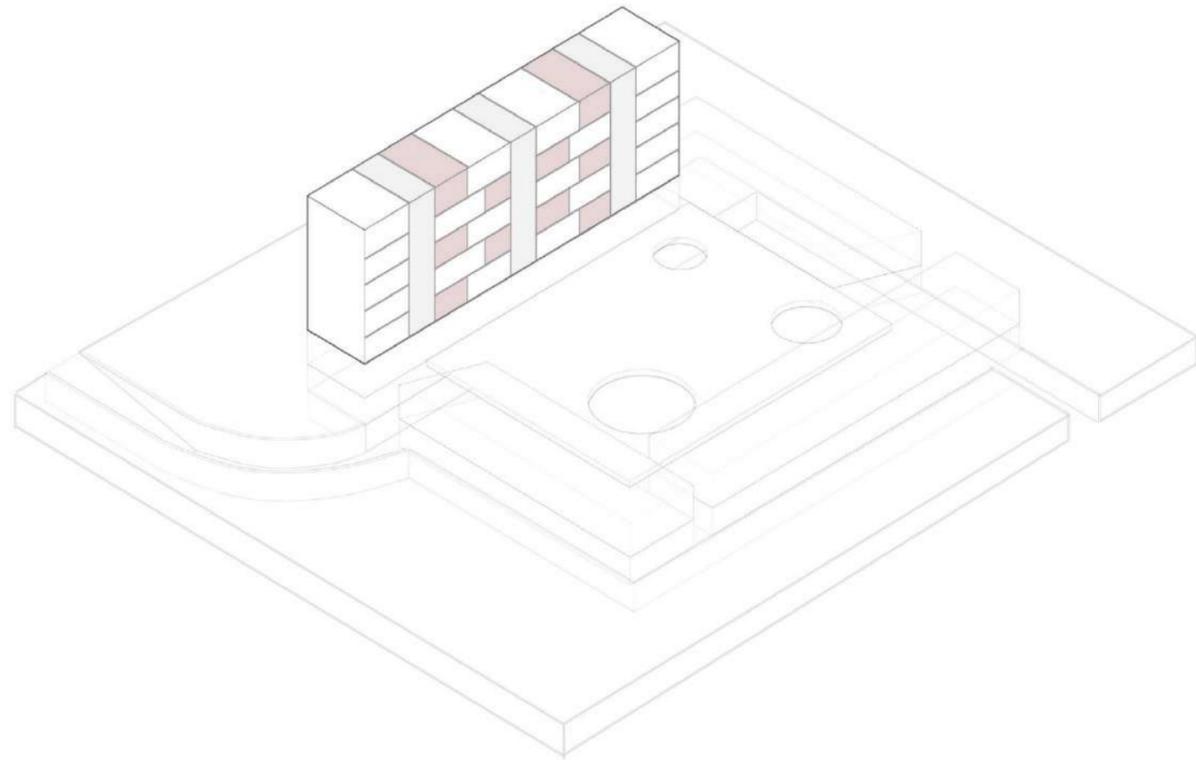
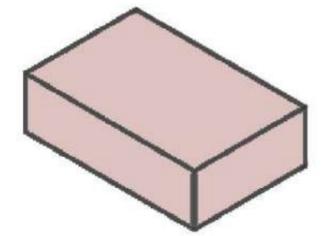
1 2 3 4 5 6

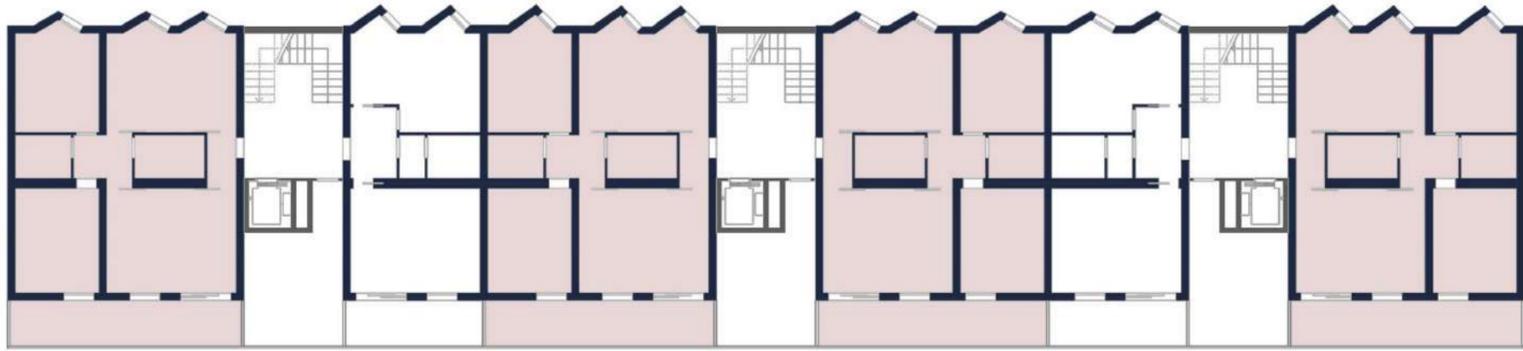


0-1 anno



N. Alloggi: 10

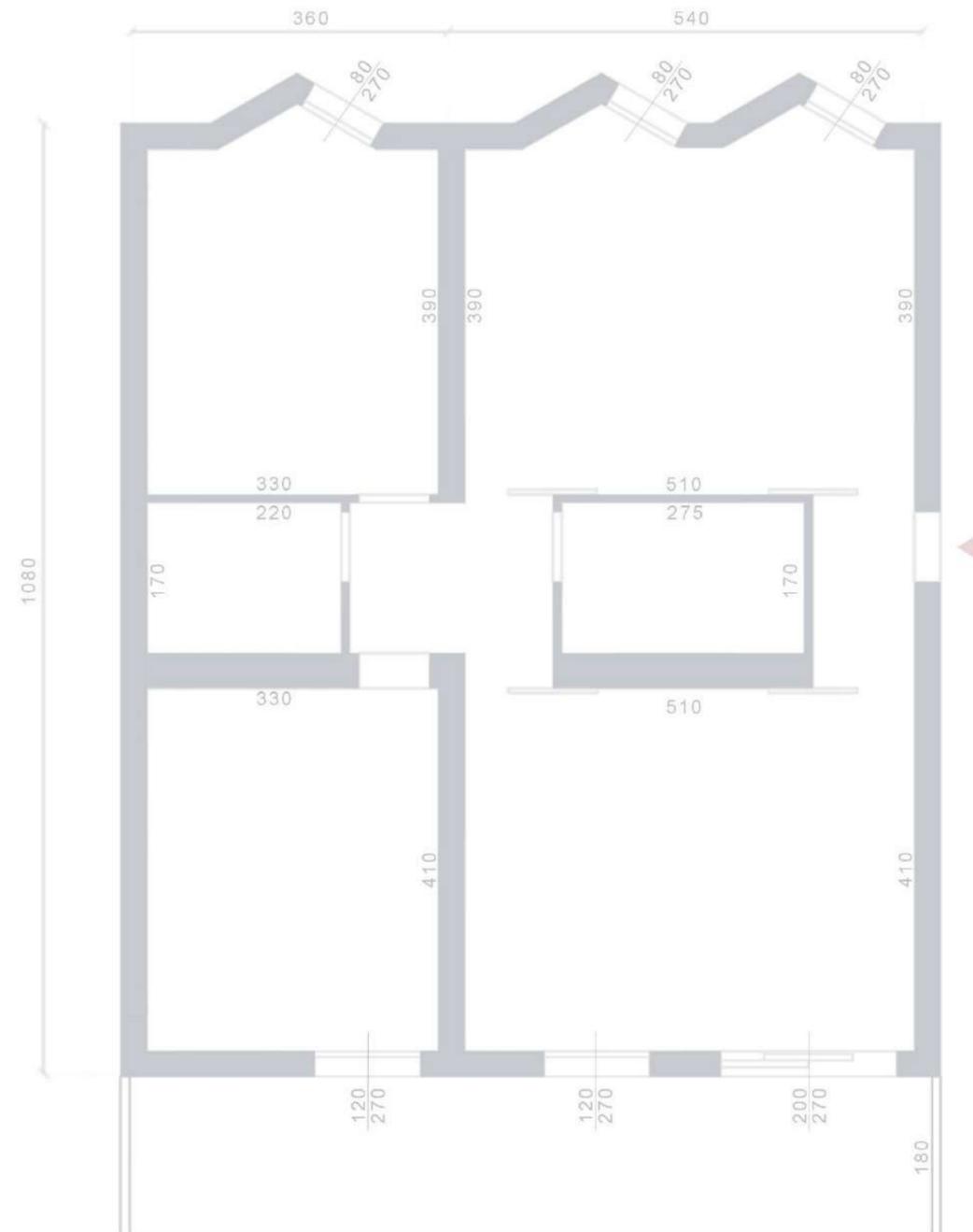
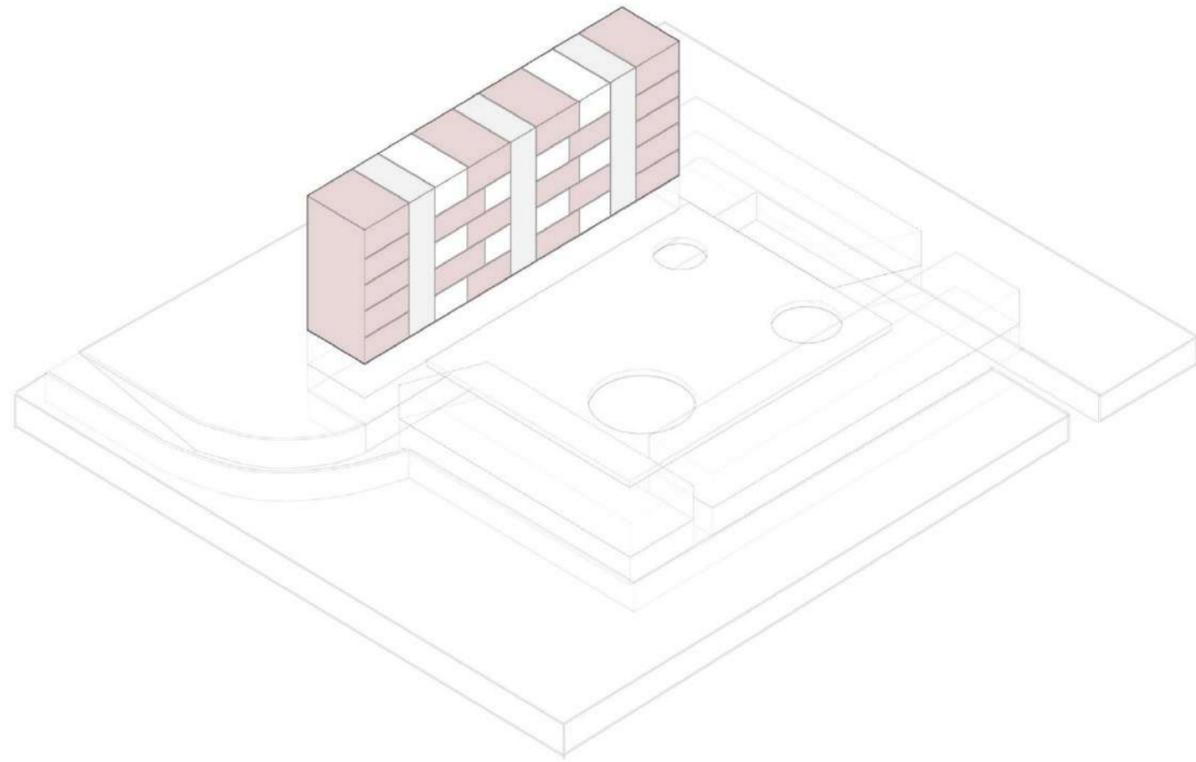
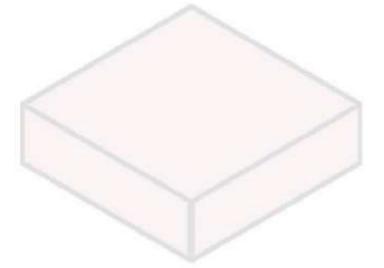


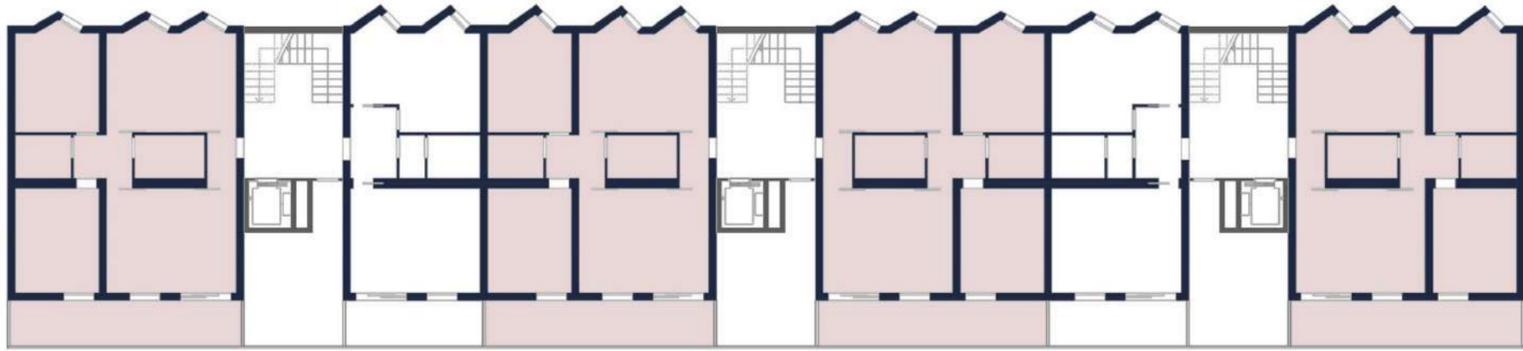


ALLOGGIO B

 Superficie: 80 m²
 1 2 3 4 5 6

 1-5 anni
  N. Alloggi: 20





ALLOGGIO B



Superficie: 80 m²



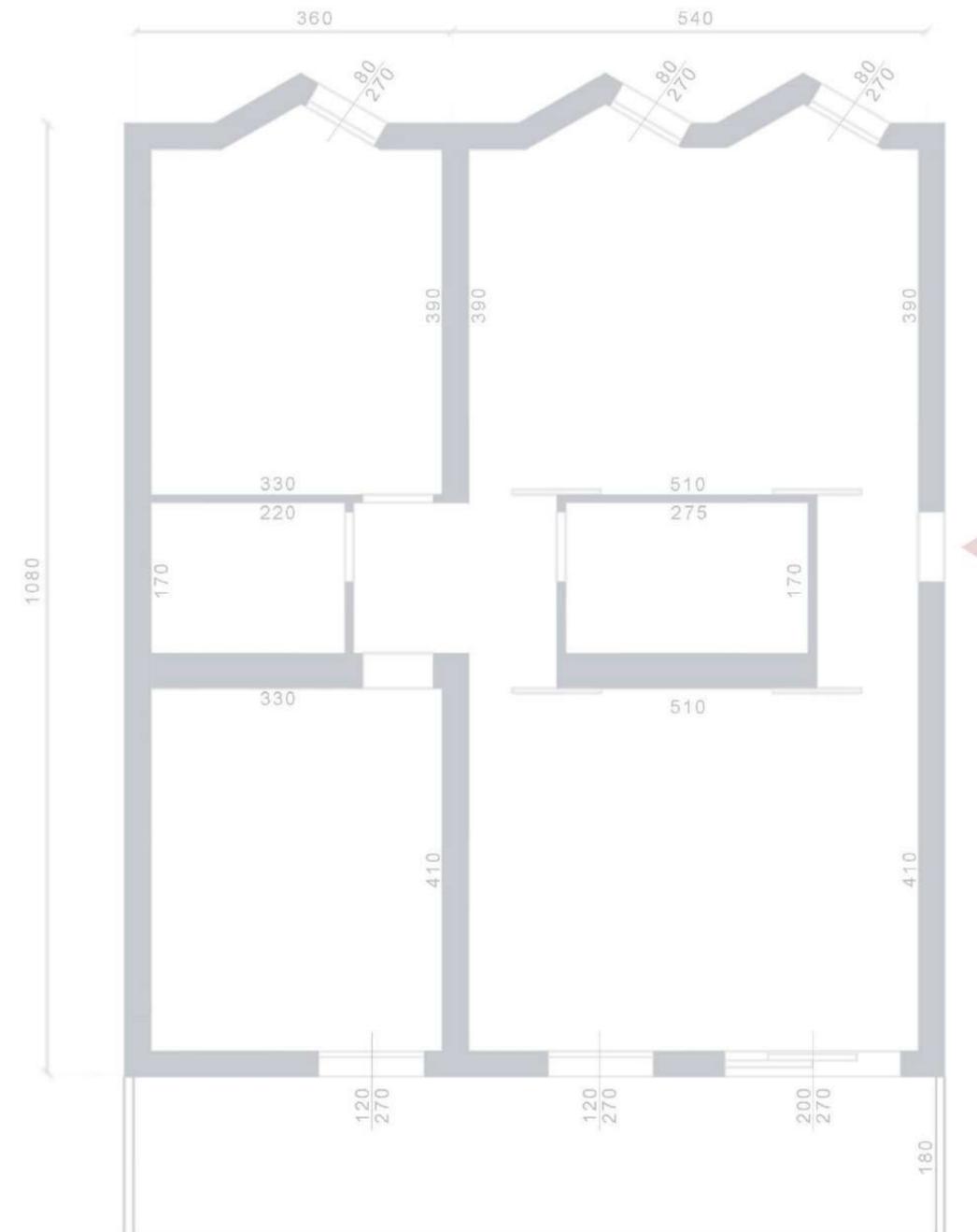
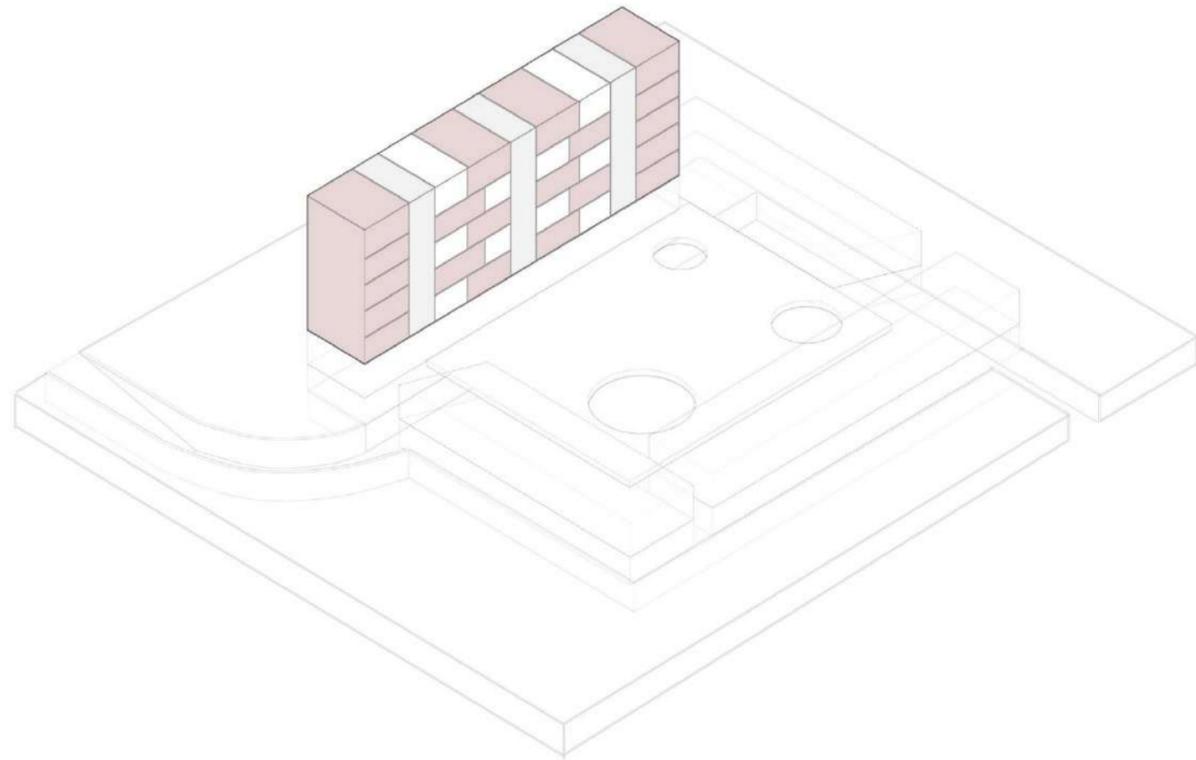
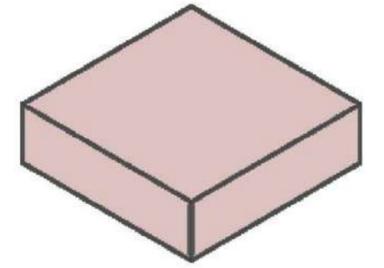
1 2 3 **4** 5 6



1-5 anni



N. Alloggi: 20





ALLOGGIO B



Superficie: 80 m²



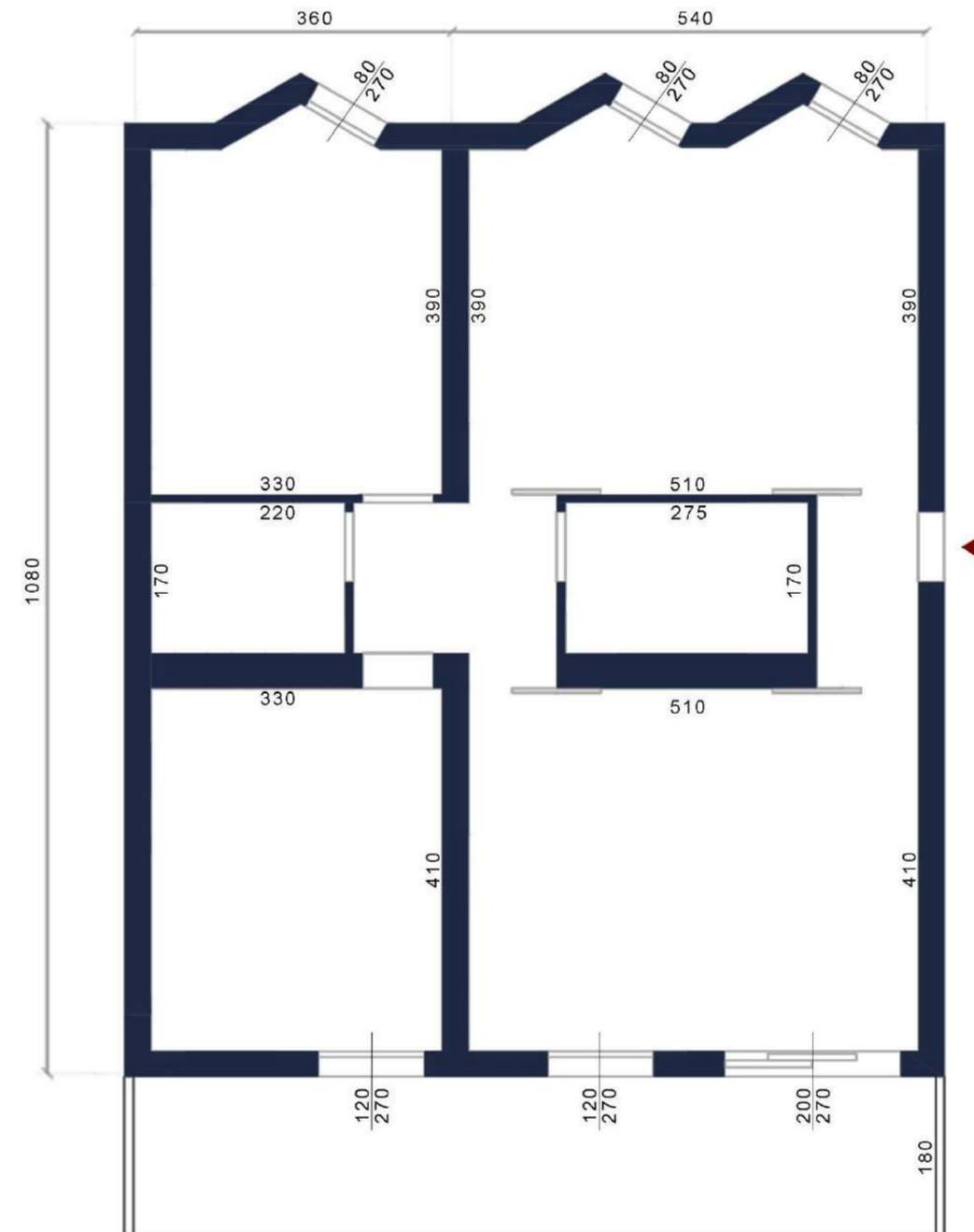
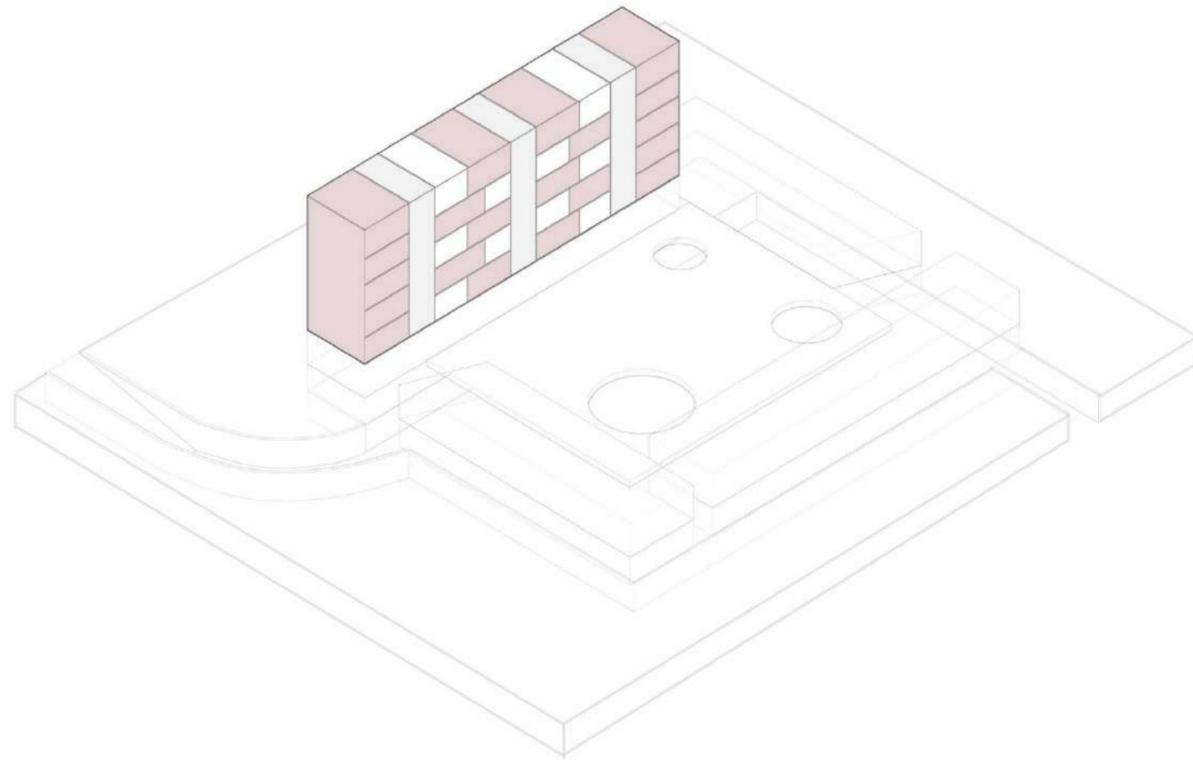
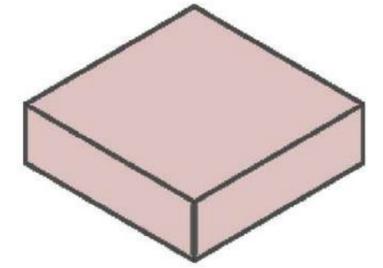
1 2 3 **4** 5 6



1-5 anni



N. Alloggi: 20





ALLOGGIO B



Superficie: 80 m²



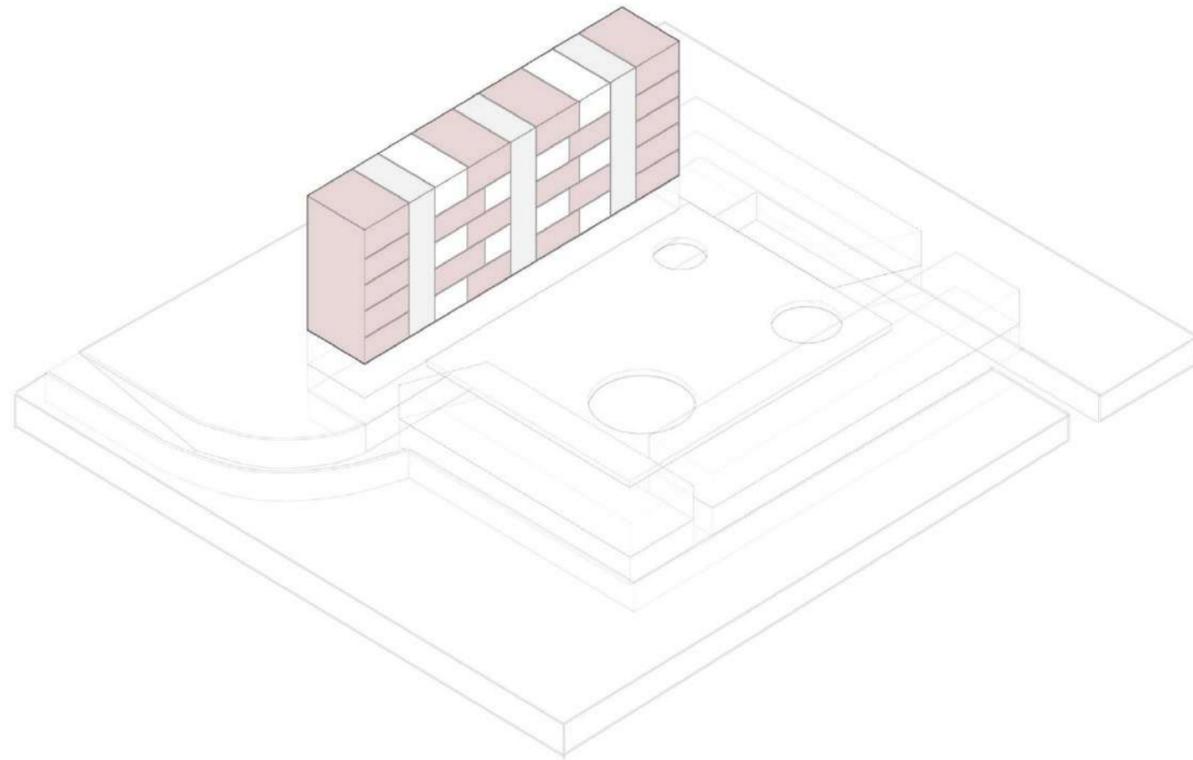
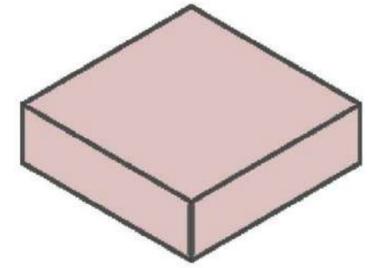
1 2 3 4 5 6

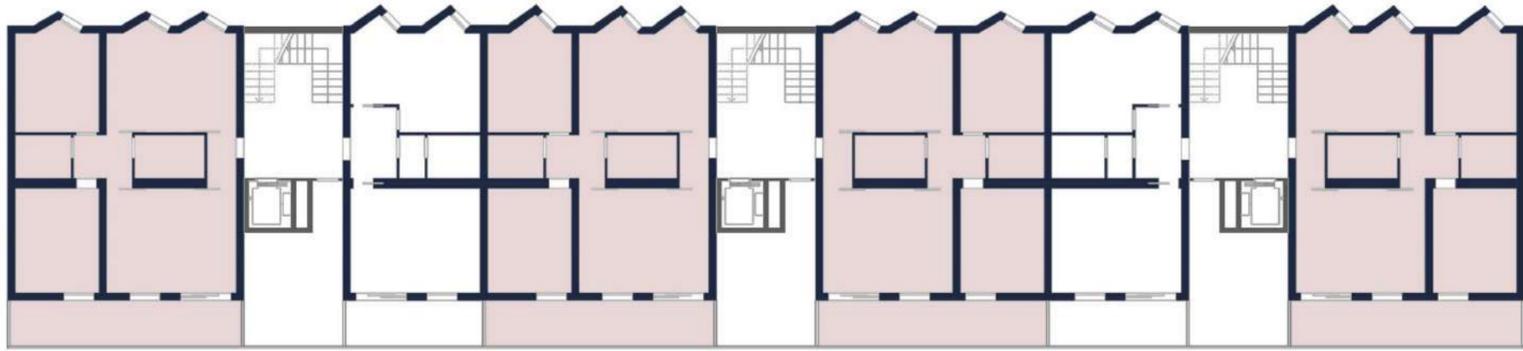


1-5 anni



N. Alloggi: 20

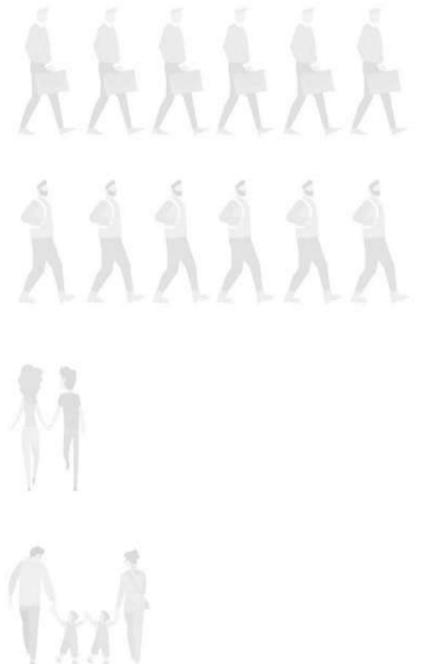
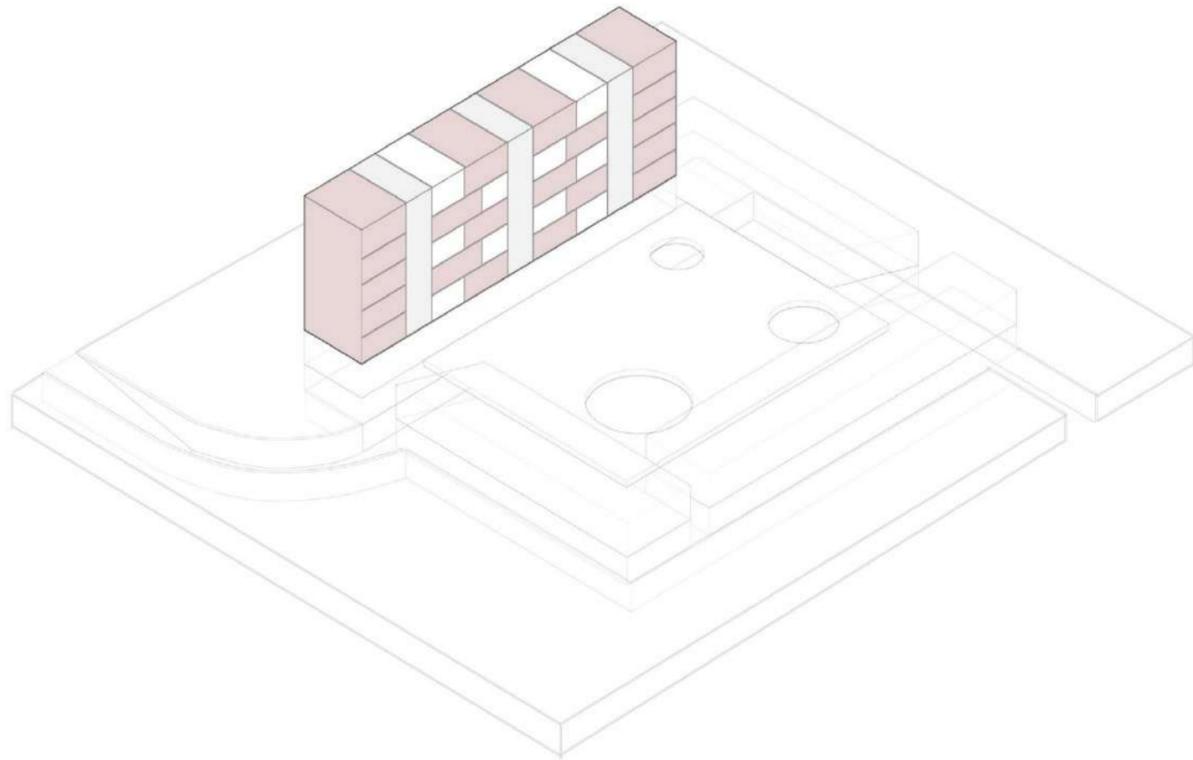
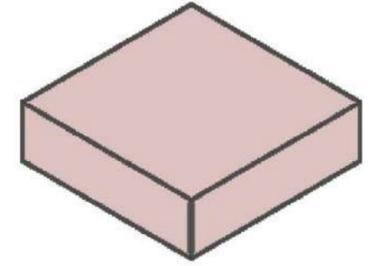




ALLOGGIO B

Superficie: **80 m²**
1 2 3 4 5 6

1-5 anni
N. Alloggi: 20





ALLOGGIO B



Superficie: 80 m²



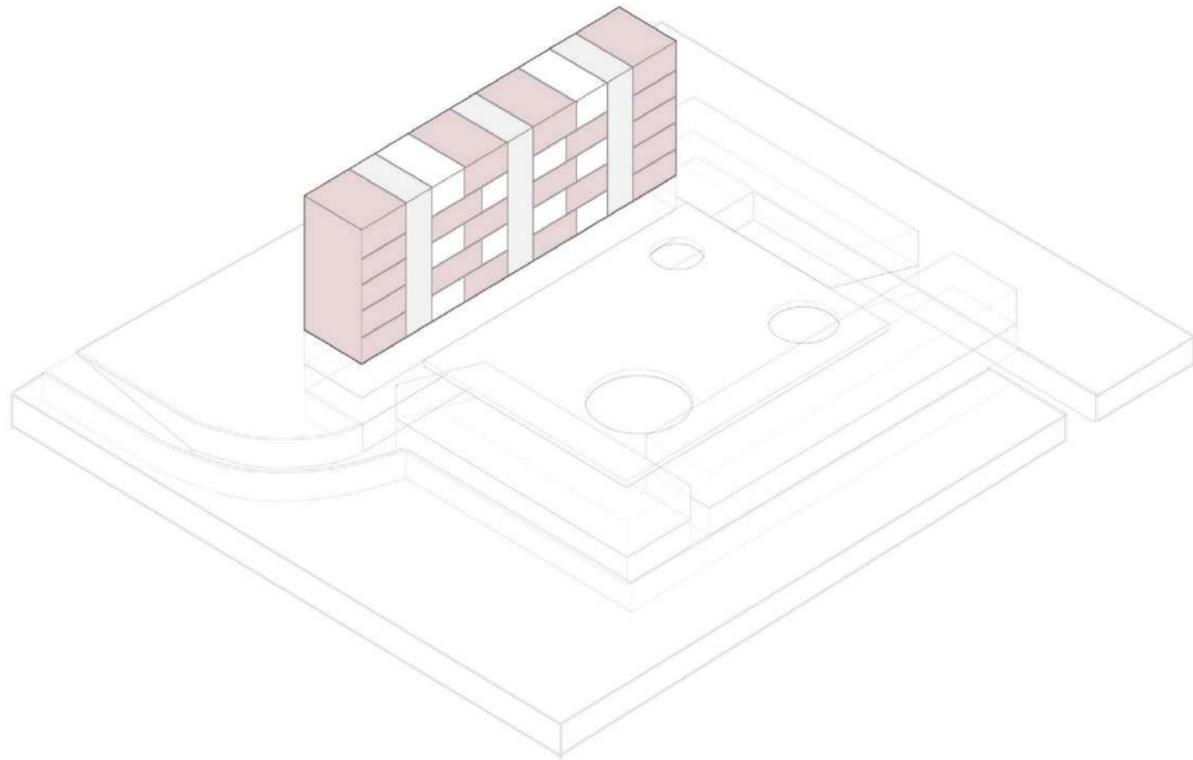
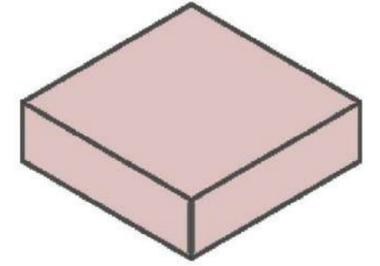
1 2 3 4 5 6

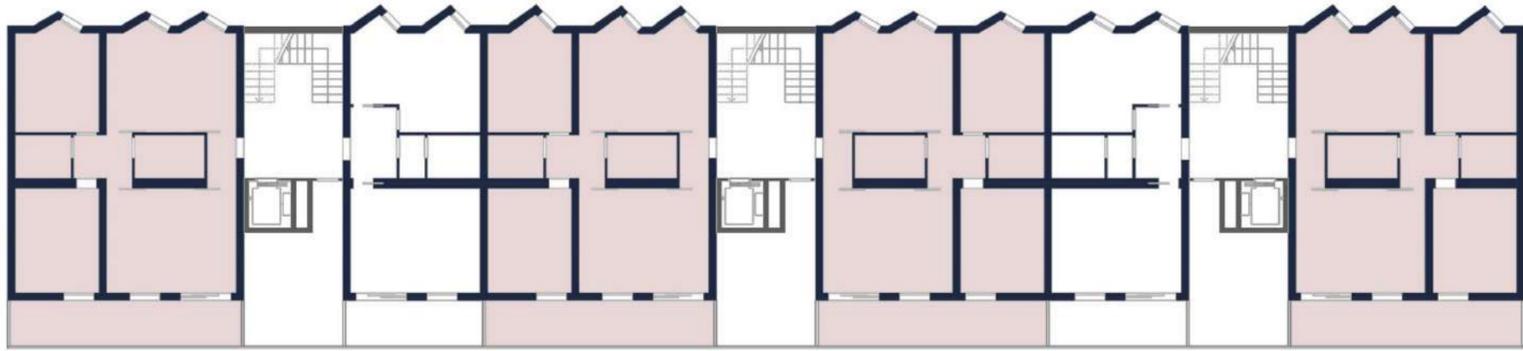


1-5 anni



N. Alloggi: 20





ALLOGGIO B



Superficie: 80 m²



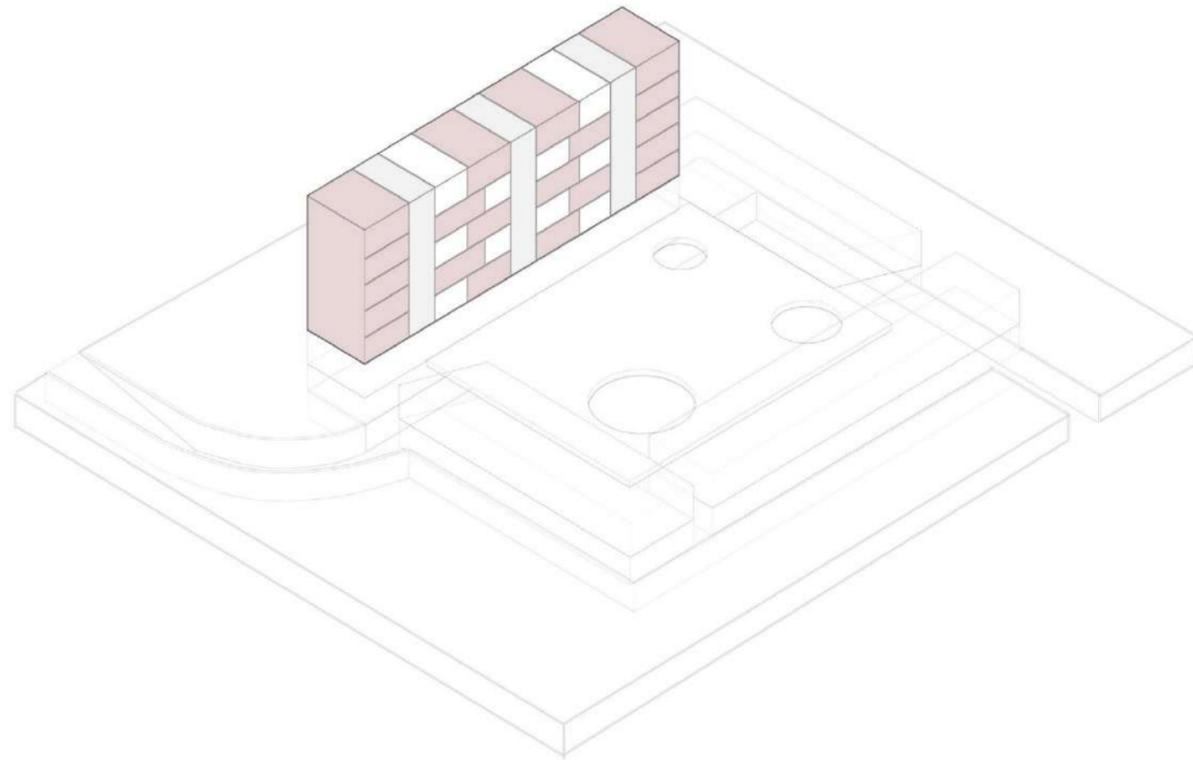
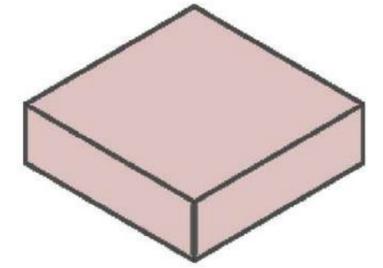
1 2 3 4 5 6

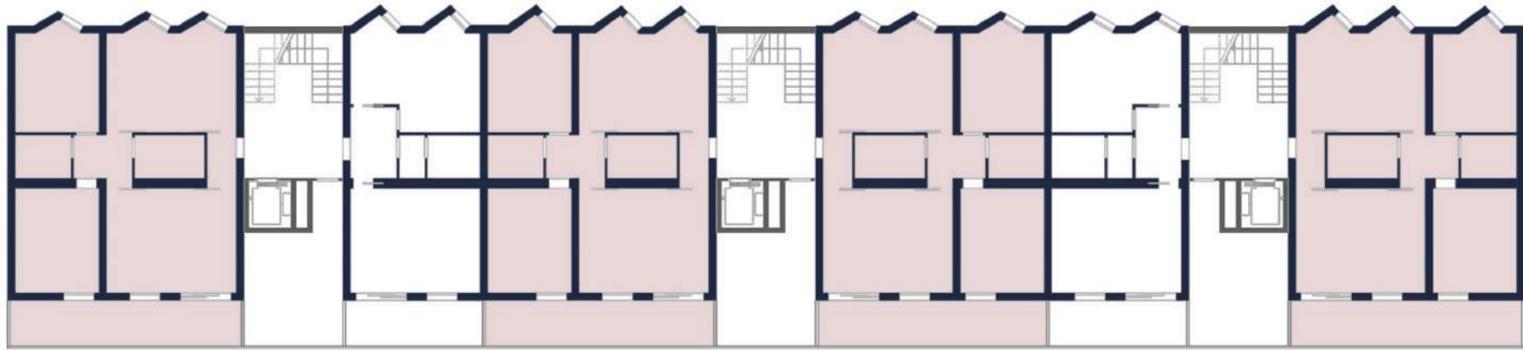


1-5 anni



N. Alloggi: 20





ALLOGGIO B



Superficie: 80 m²



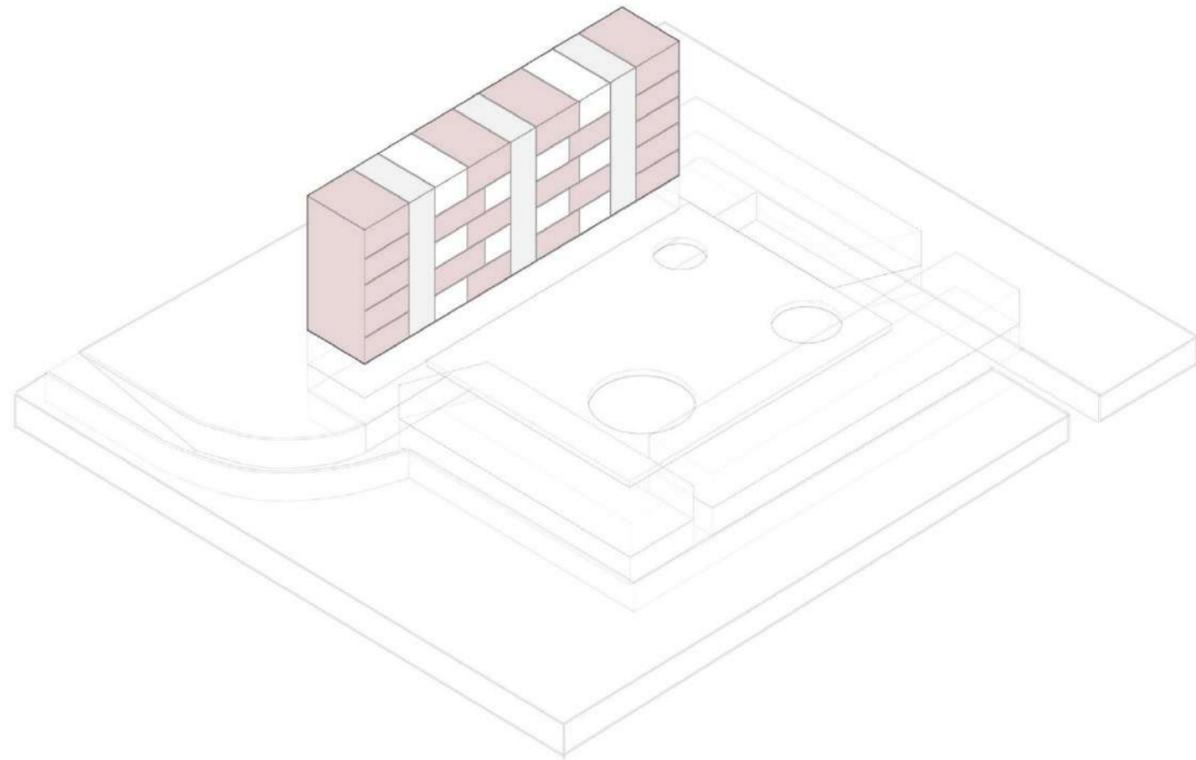
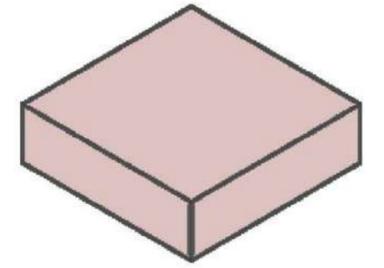
1 2 3 4 5 6

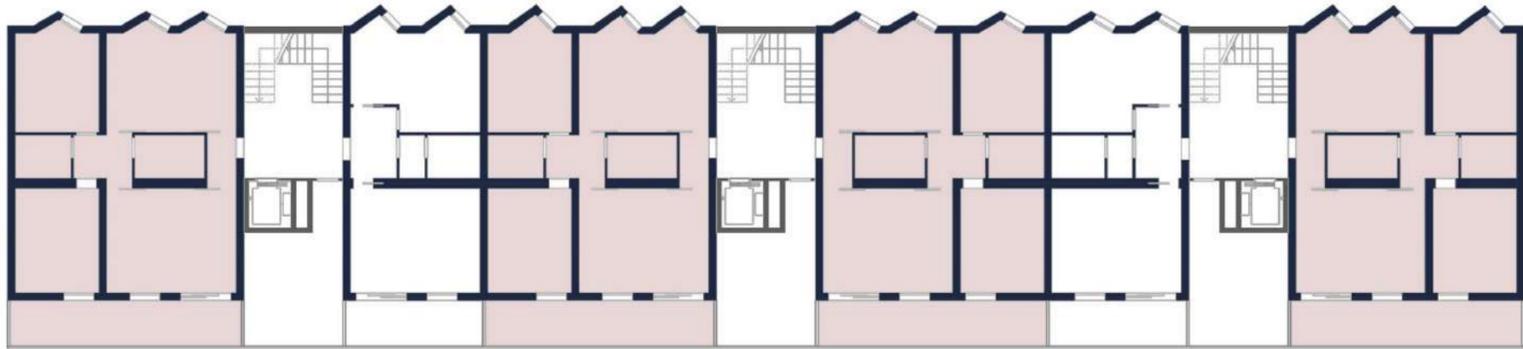


1-5 anni



N. Alloggi: 20

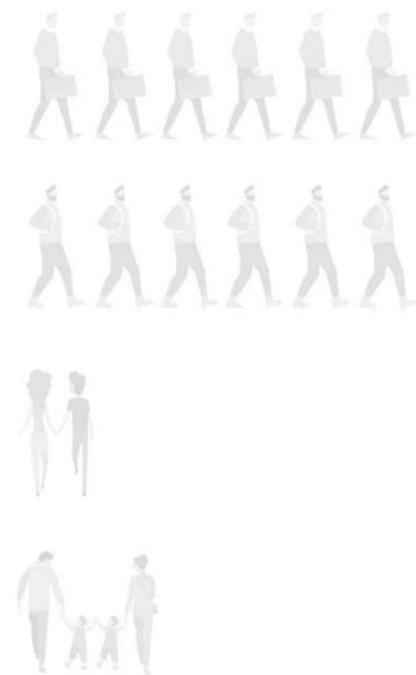
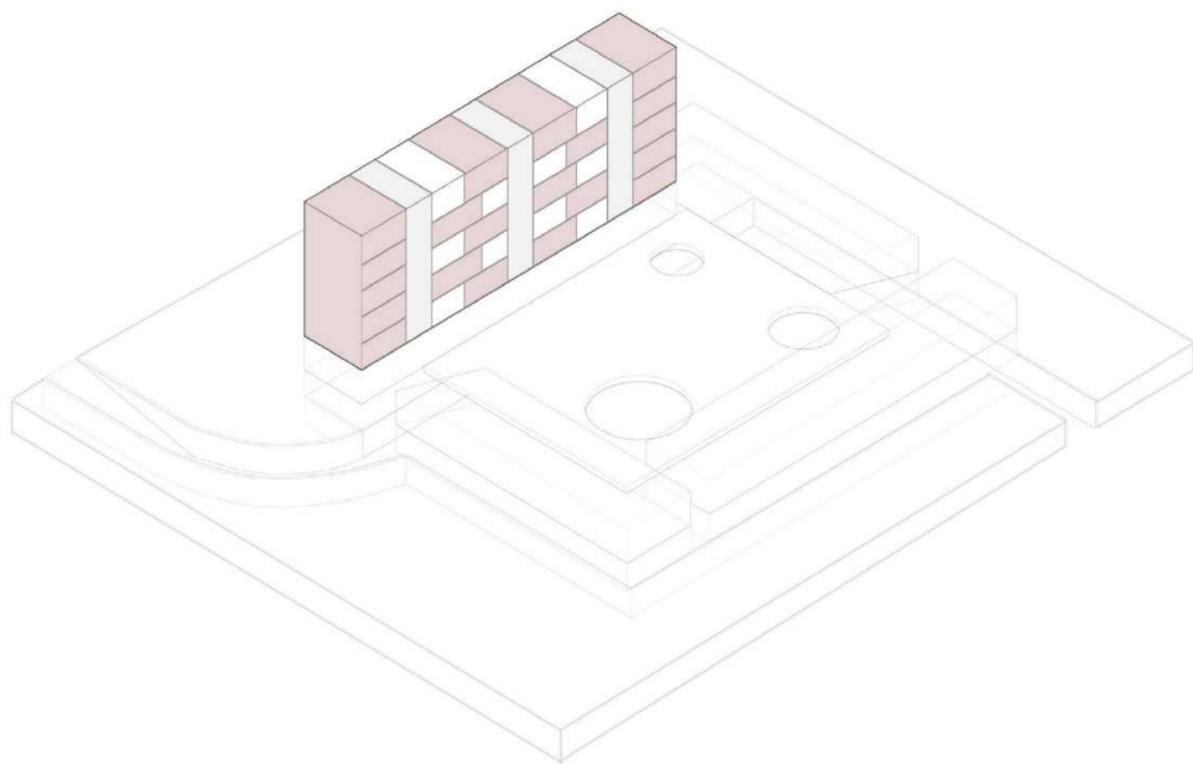
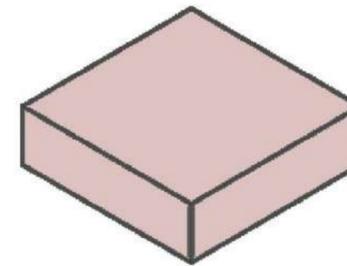




ALLOGGIO B

Superficie: **80 m²**
1 2 3 4 5 6

1-5 anni
N. Alloggi: 20

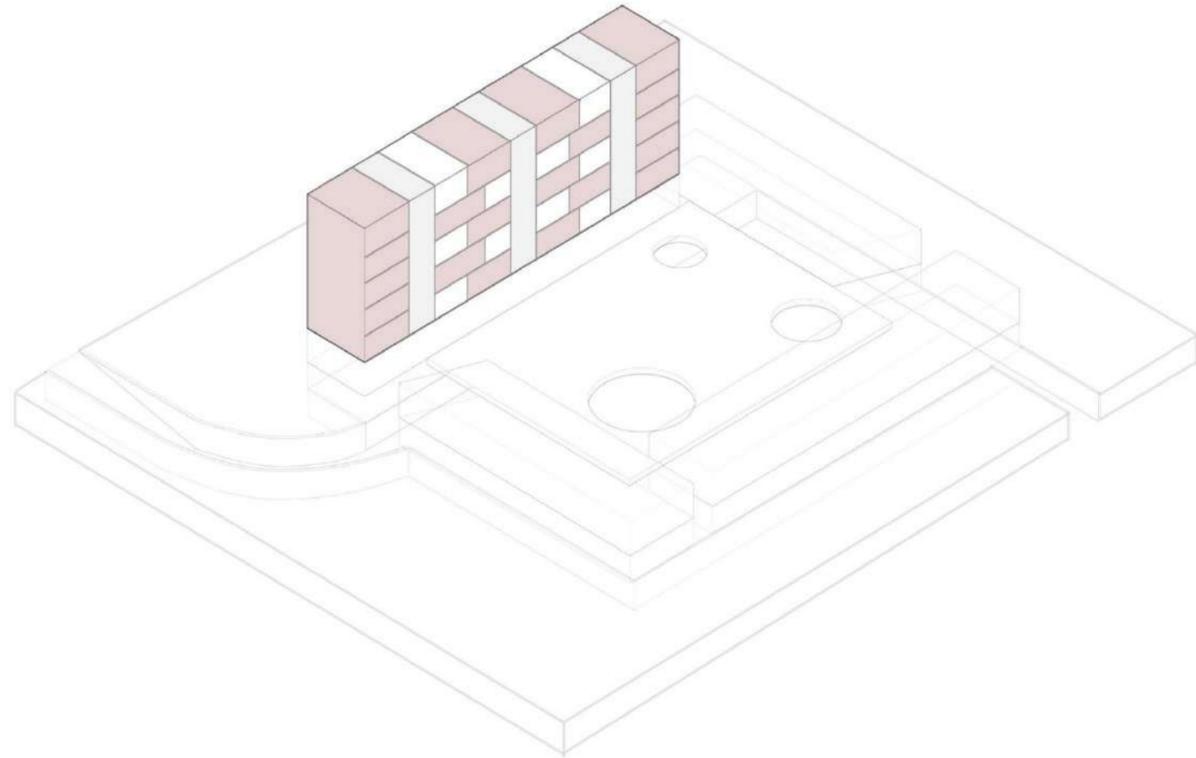
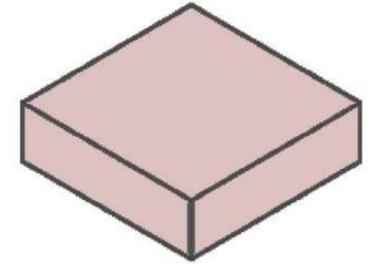




ALLOGGIO B

Superficie: **80 m²**
 1 2 3 **4** 5 6

1-5 anni
 N. Alloggi: 20





ALLOGGIO B



Superficie: 80 m²



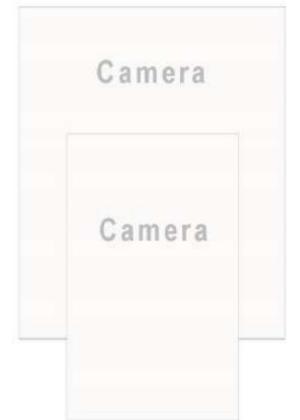
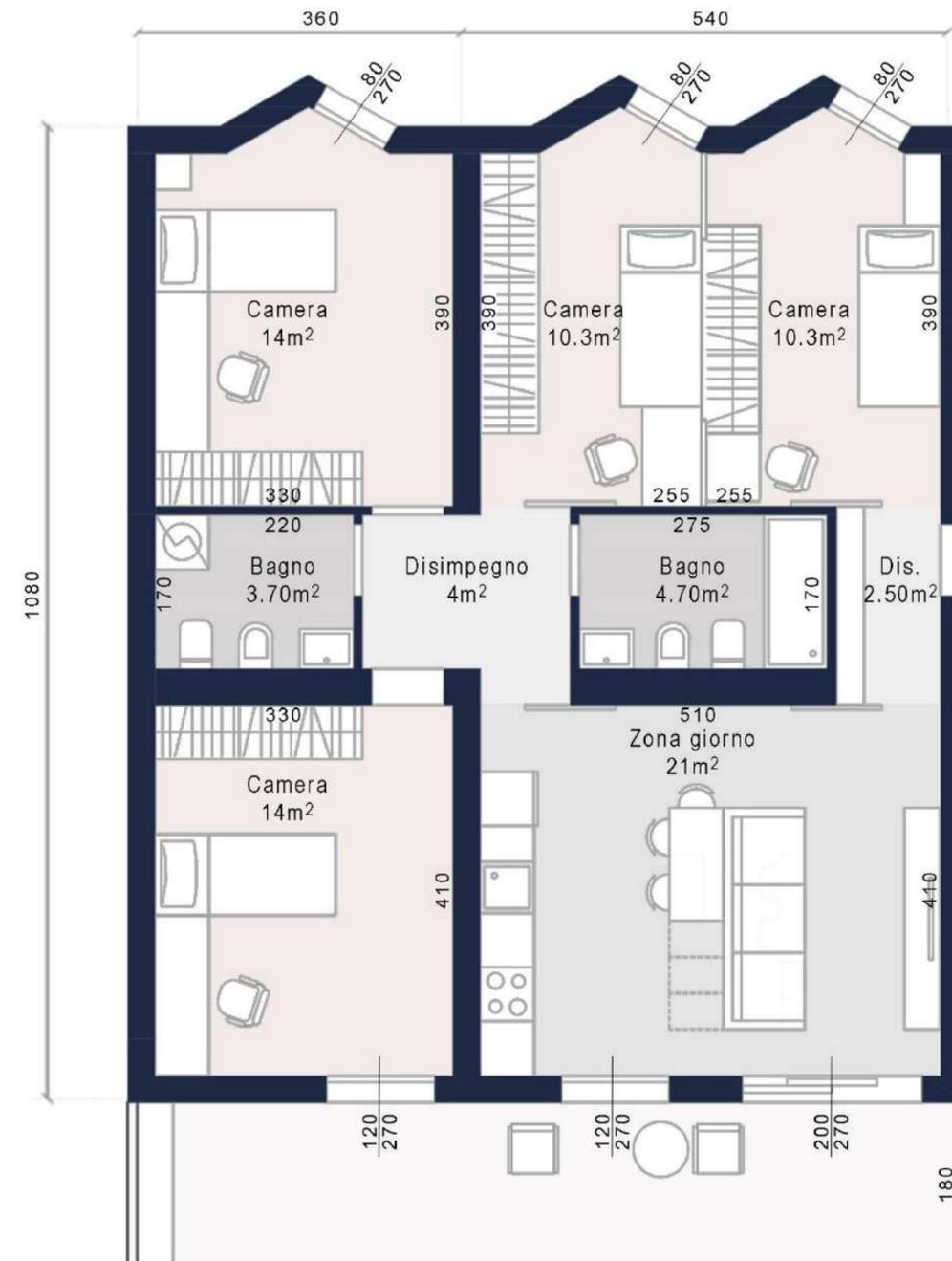
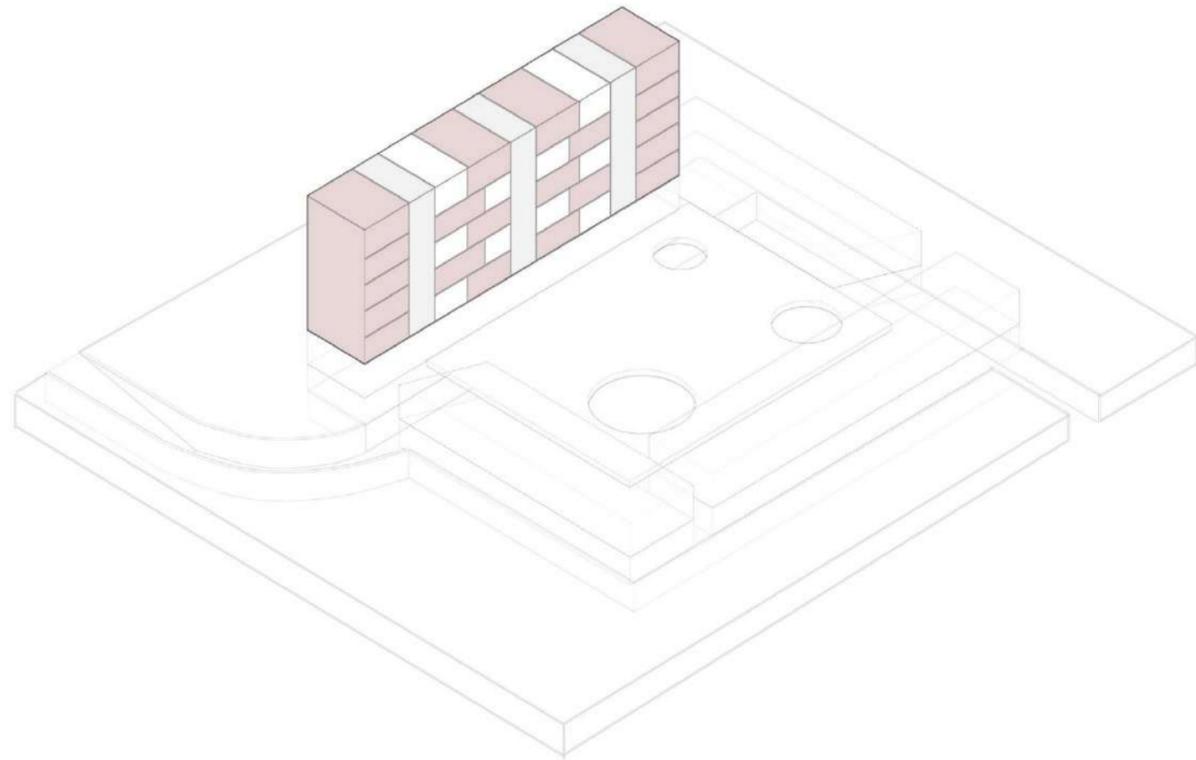
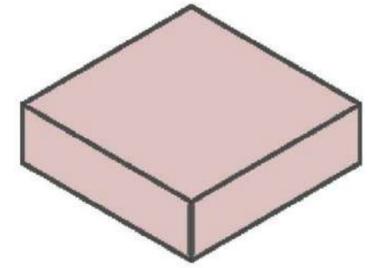
1 2 3 4 5 6

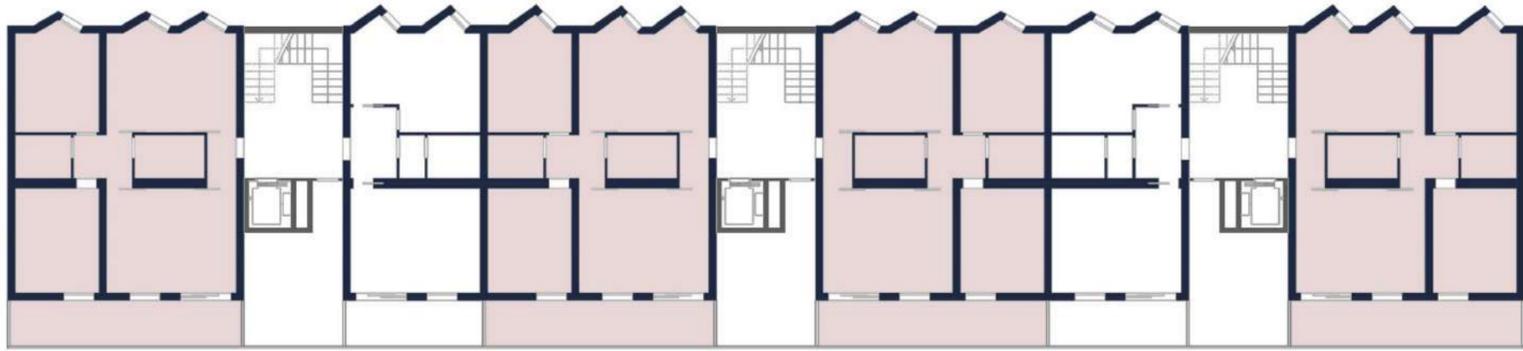


1-5 anni



N. Alloggi: 20





ALLOGGIO B



Superficie: 80 m²



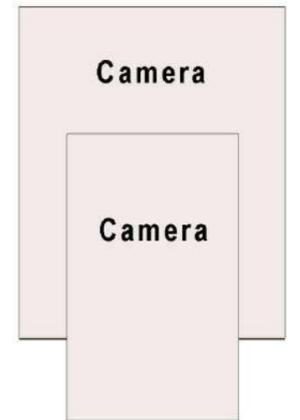
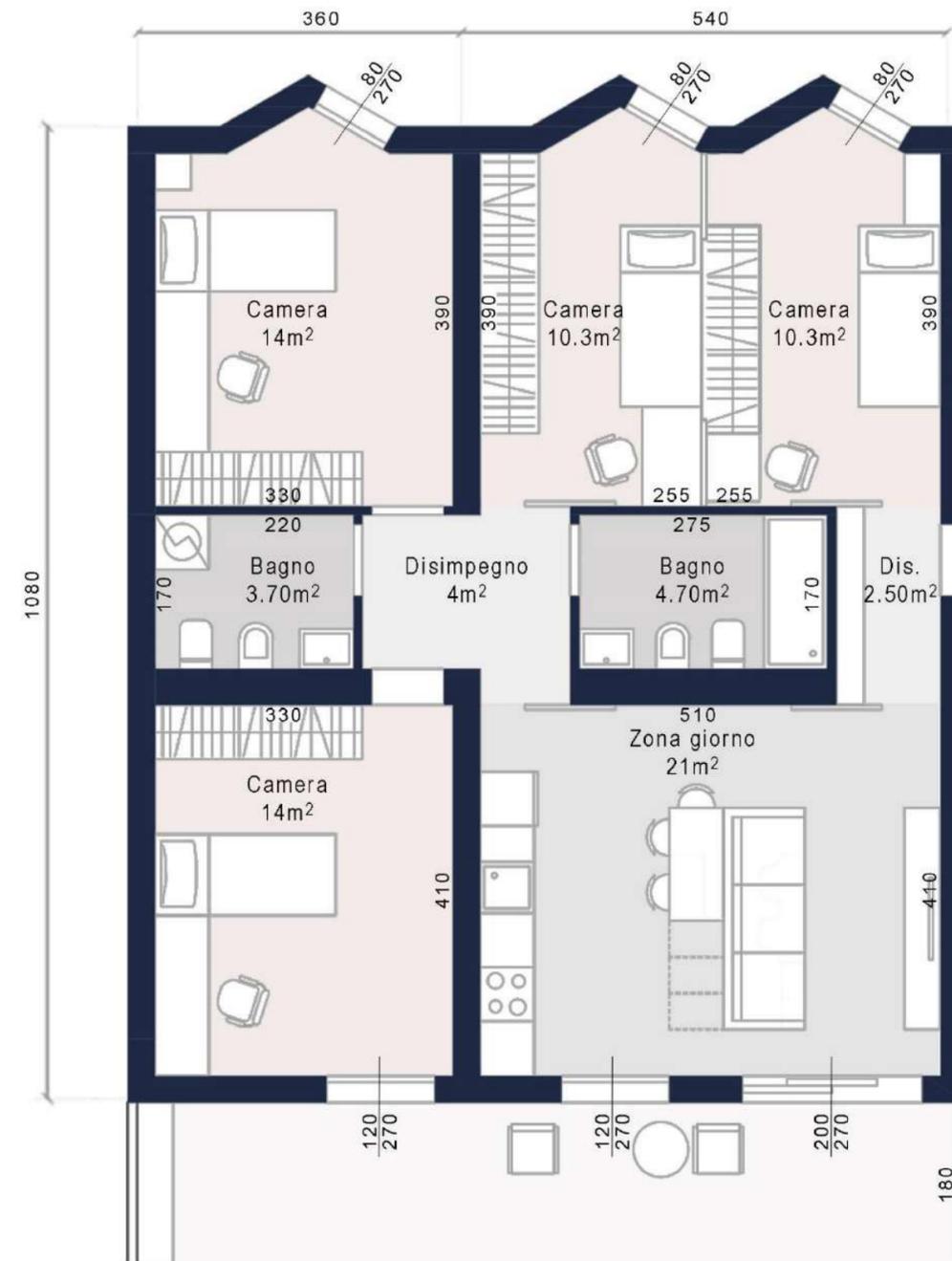
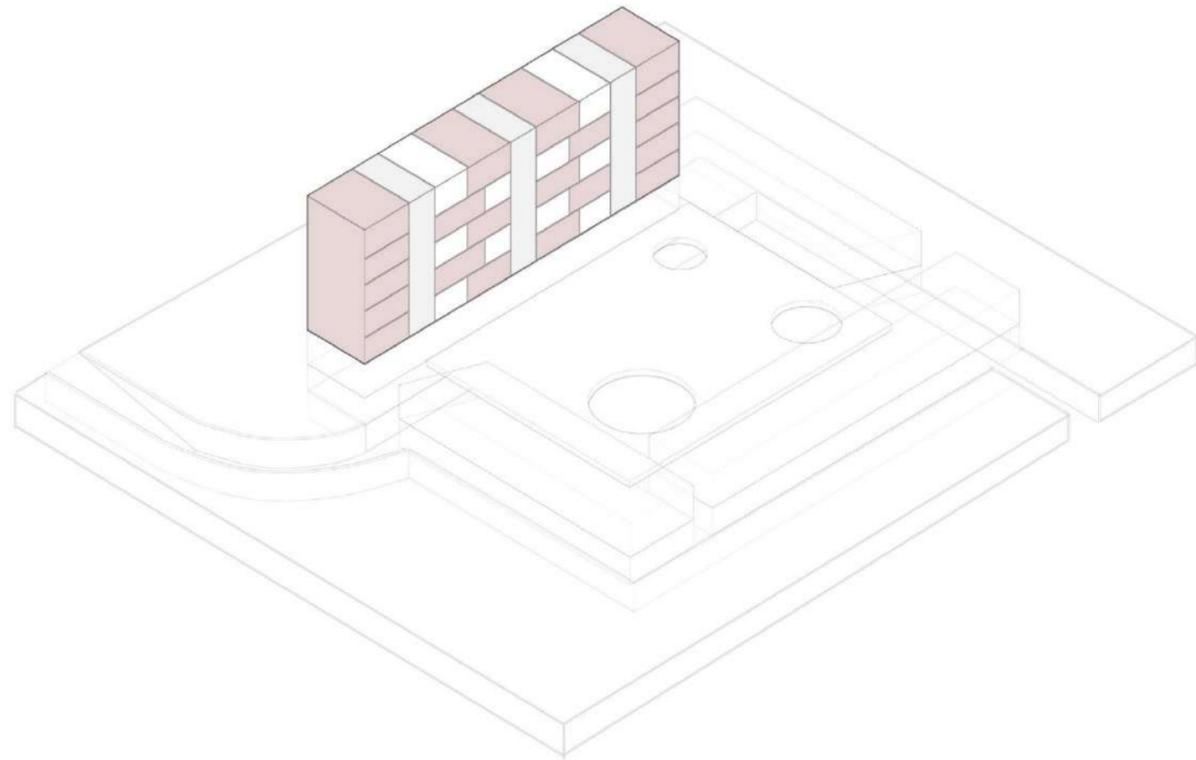
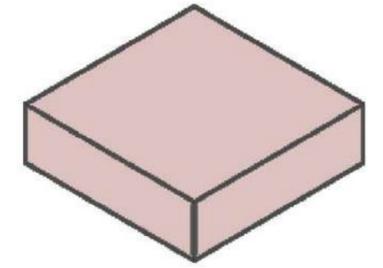
1 2 3 4 5 6



1-5 anni



N. Alloggi: 20





ALLOGGIO B



Superficie: 80 m²



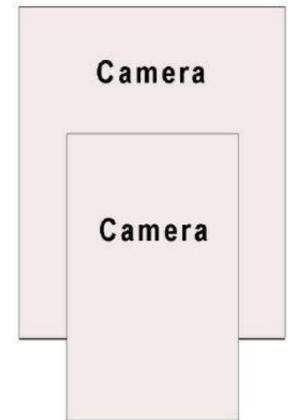
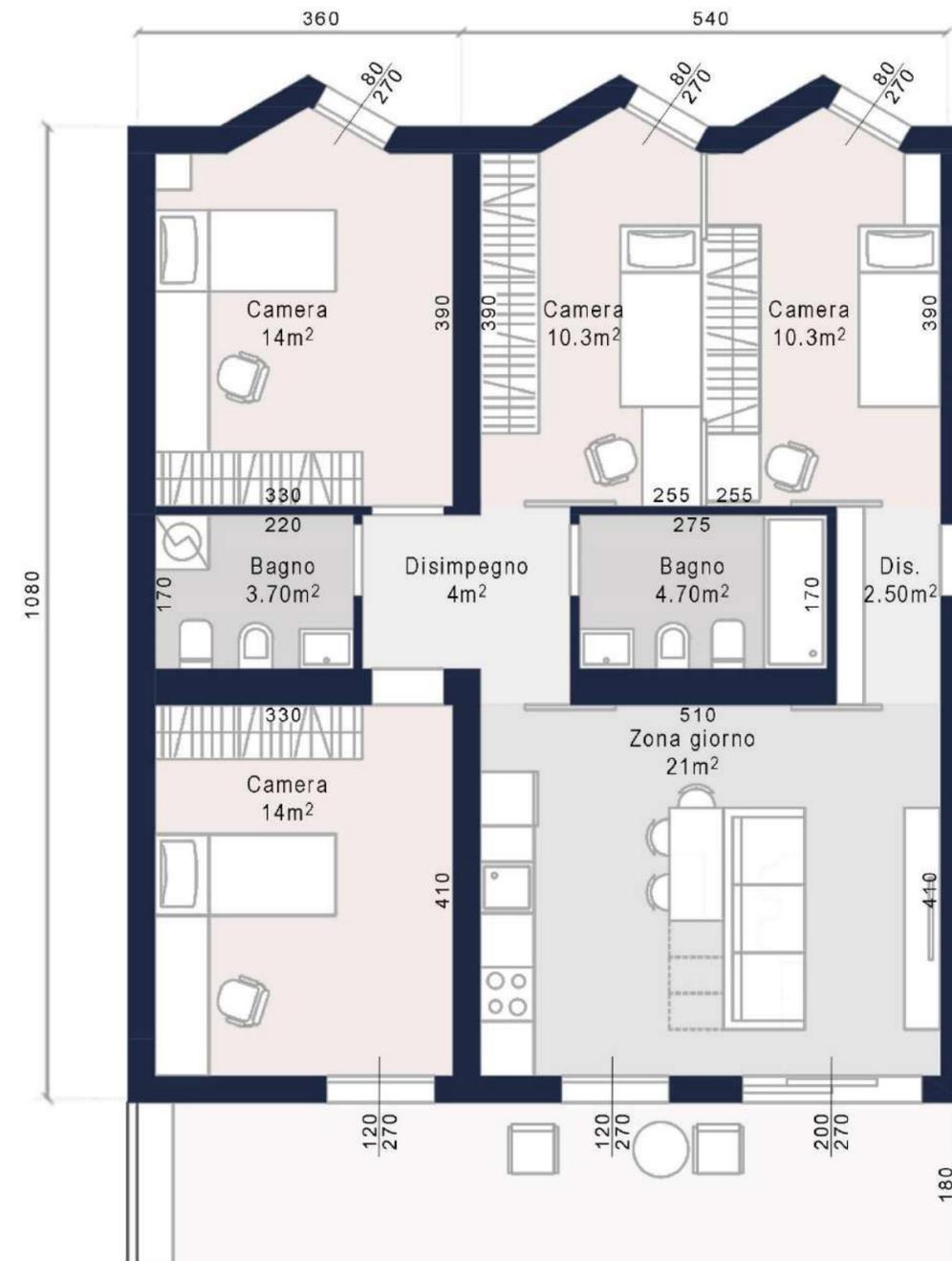
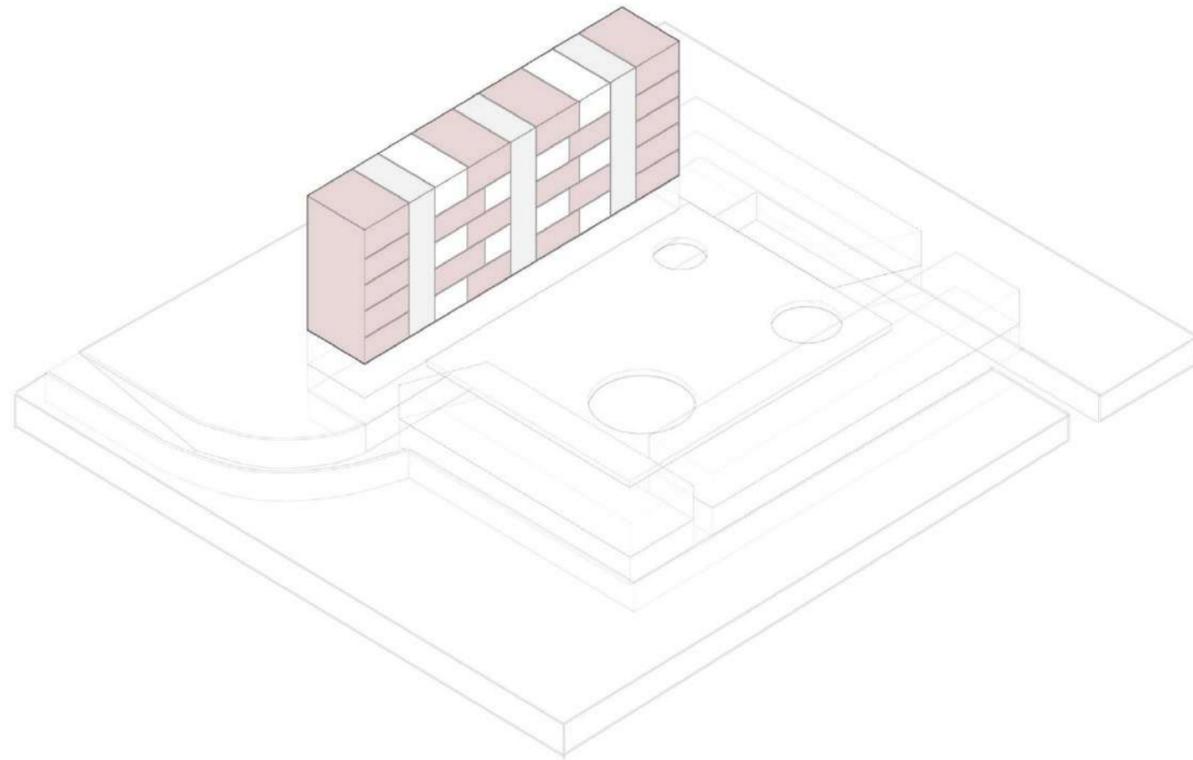
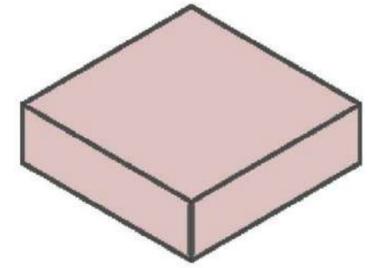
1 2 3 4 5 6

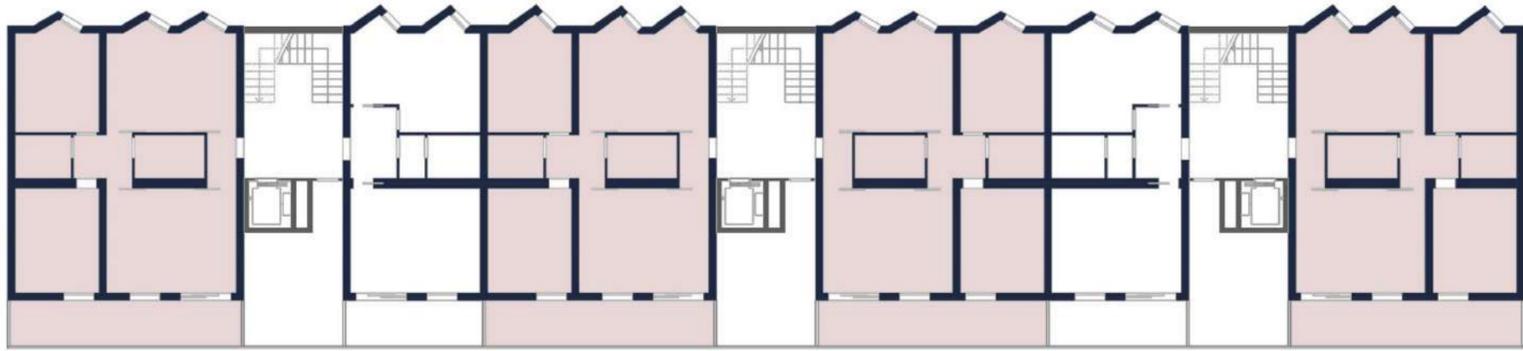


1-5 anni



N. Alloggi: 20





ALLOGGIO B



Superficie: 80 m²



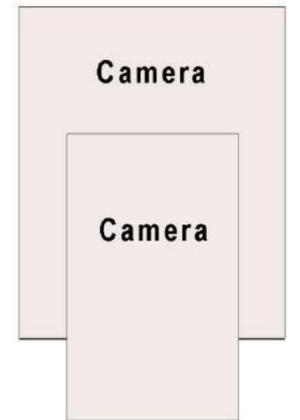
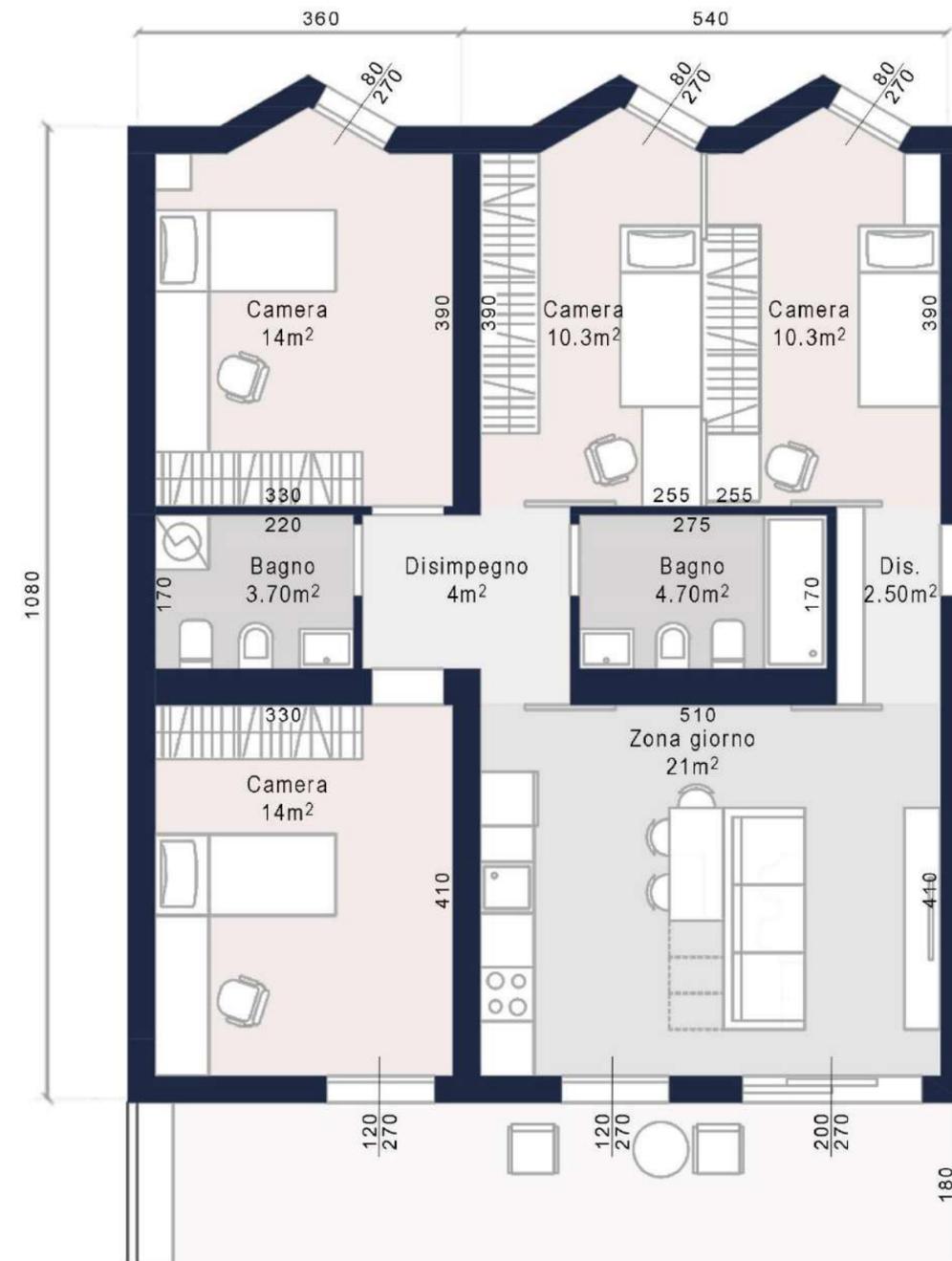
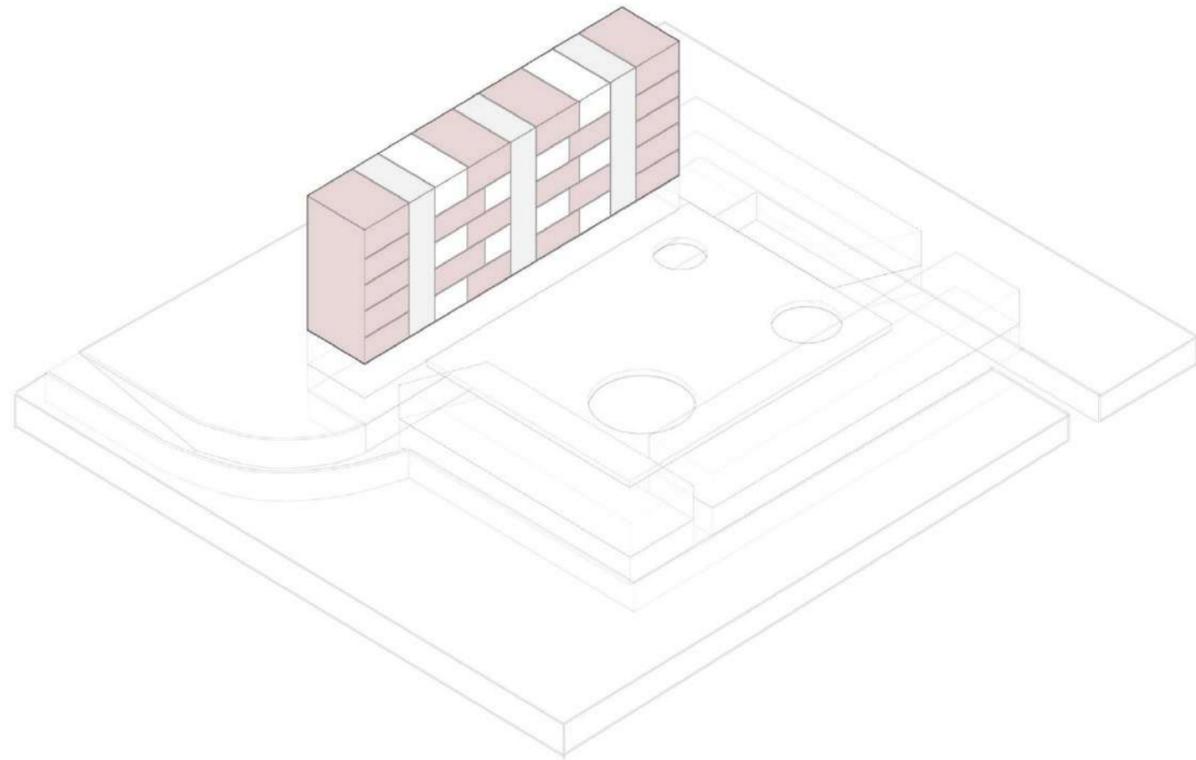
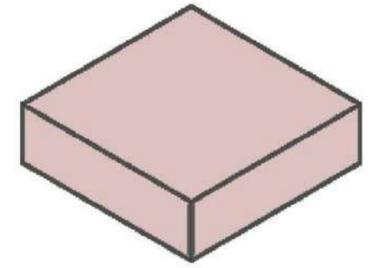
1 2 3 4 5 6

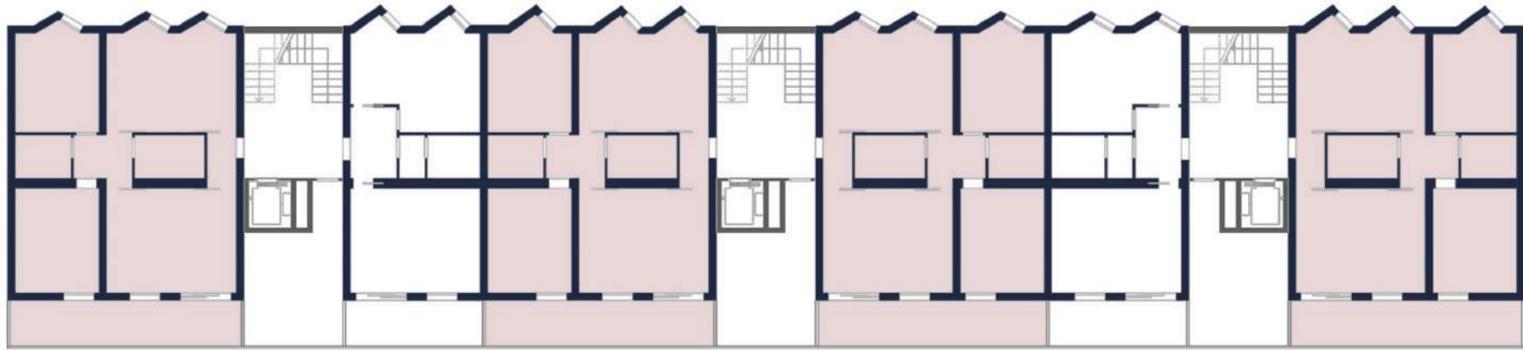


1-5 anni



N. Alloggi: 20





ALLOGGIO B



Superficie: 80 m²



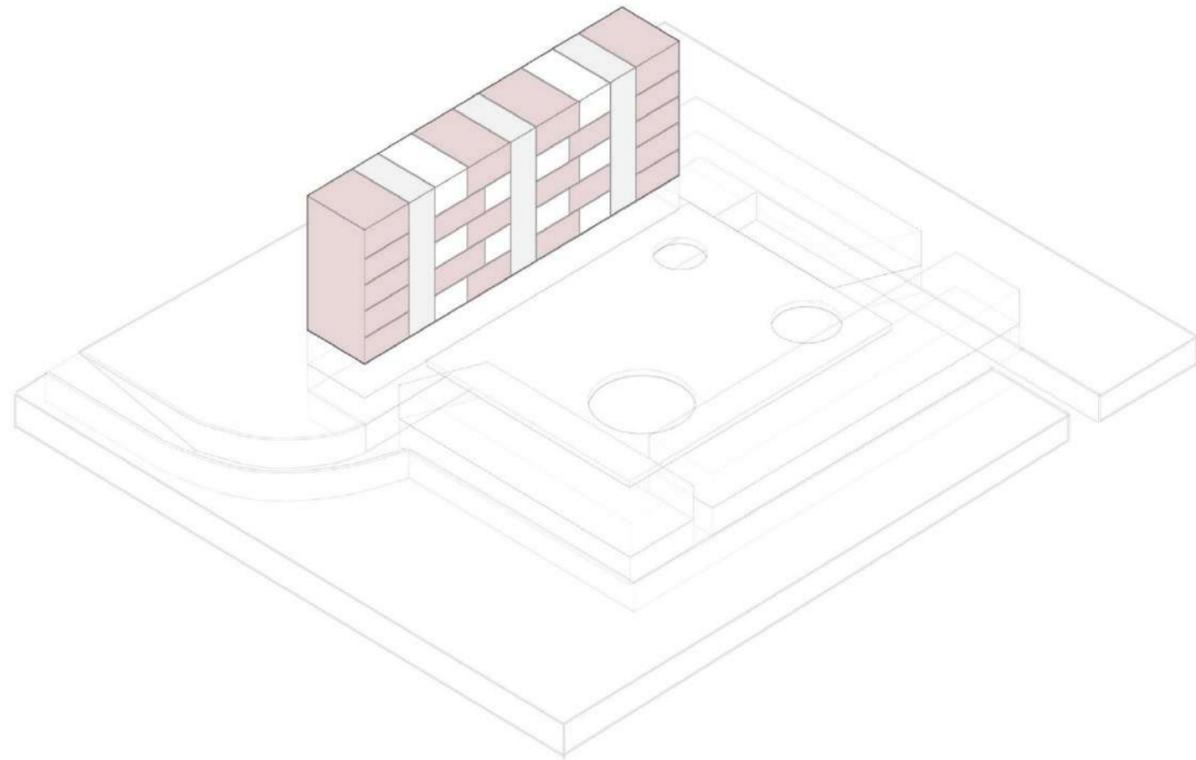
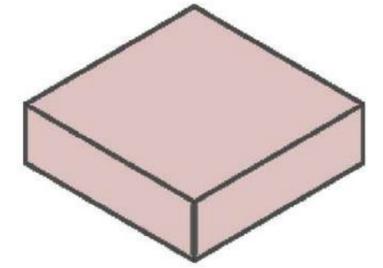
1 2 3 4 5 6

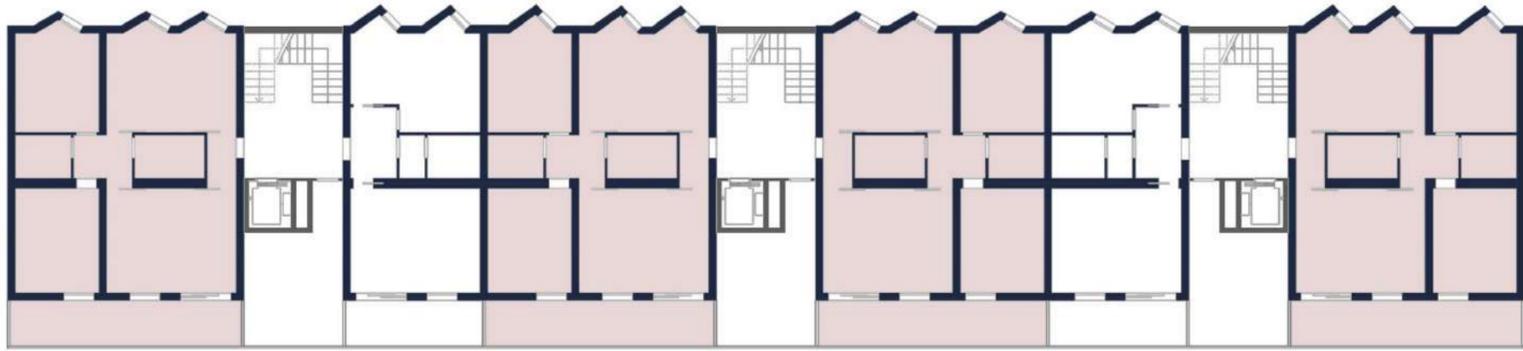


1-5 anni



N. Alloggi: 20





ALLOGGIO B



Superficie: 80 m²



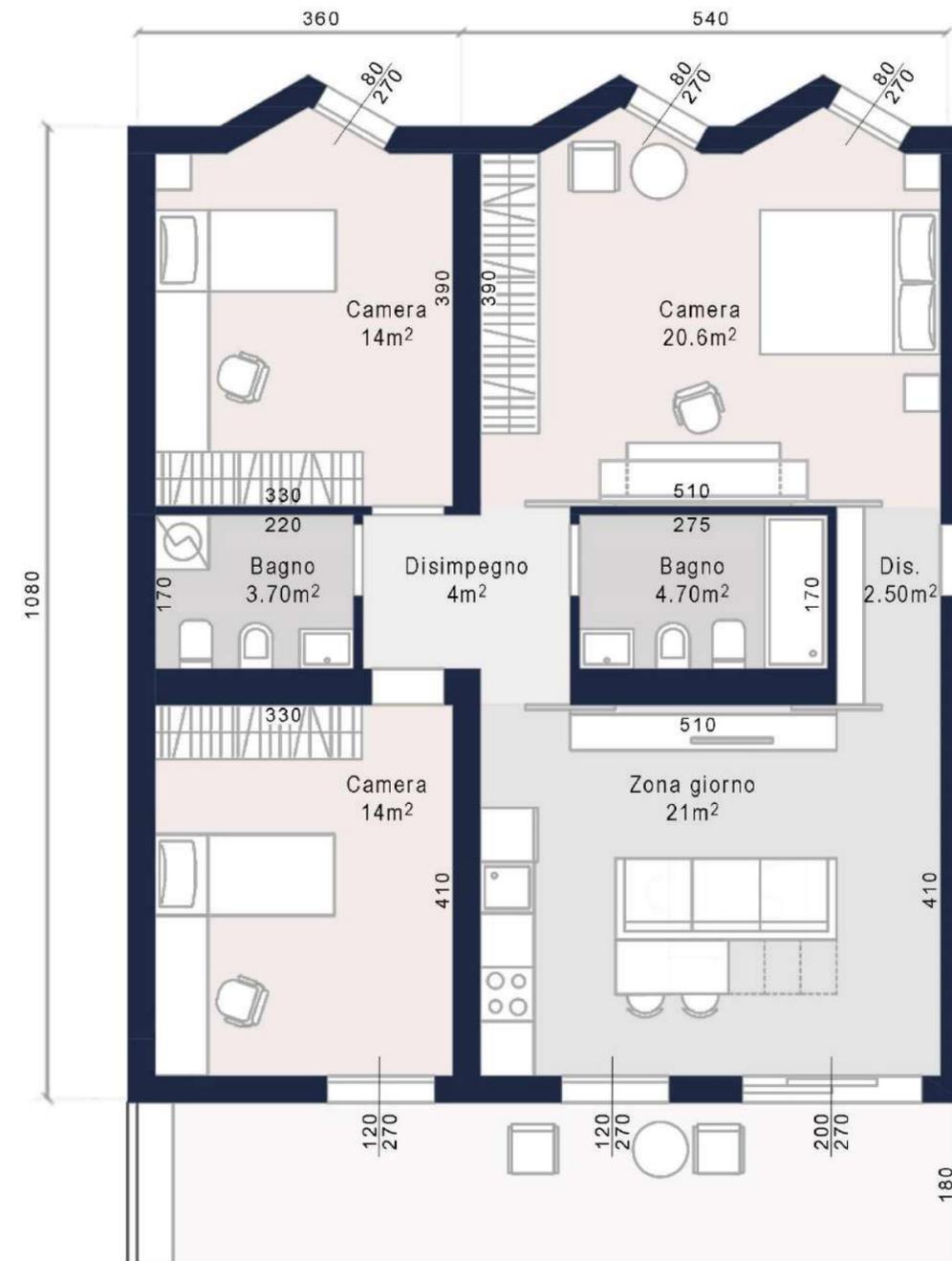
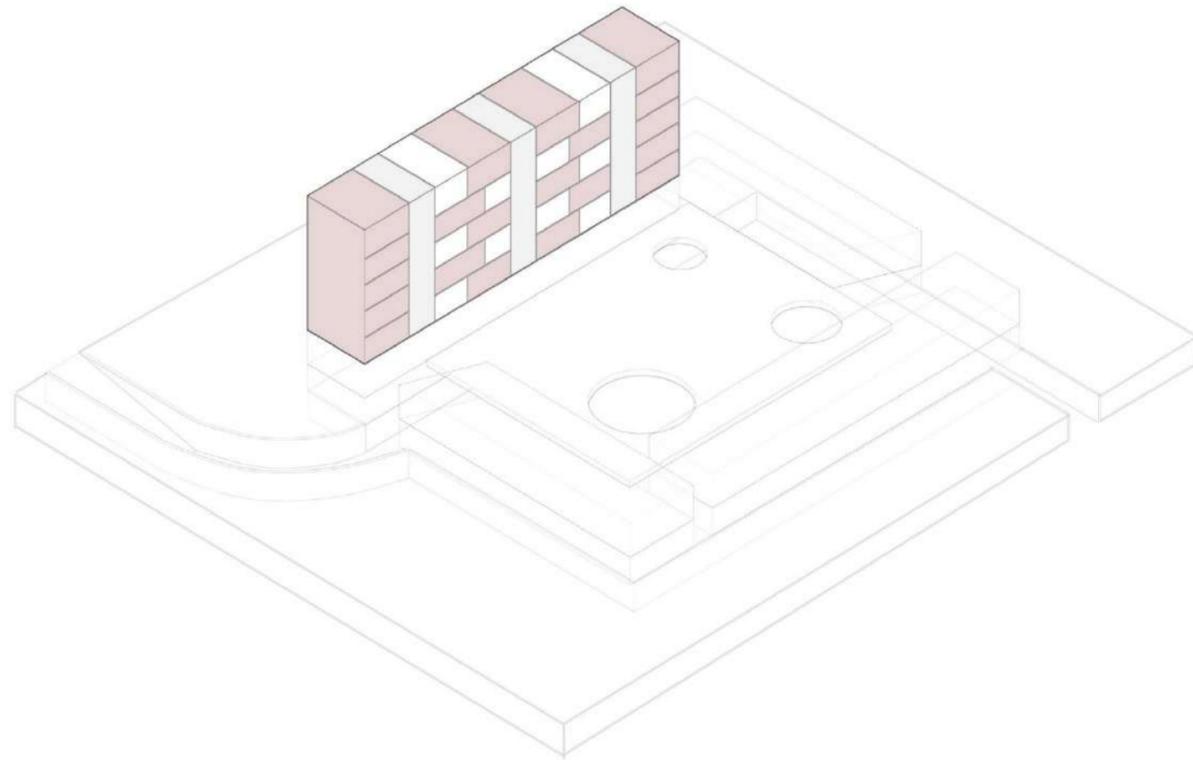
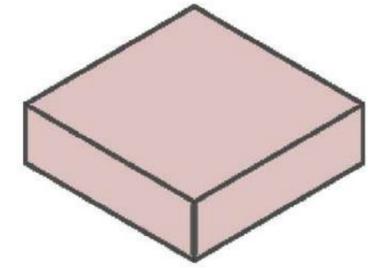
1 2 3 4 5 6

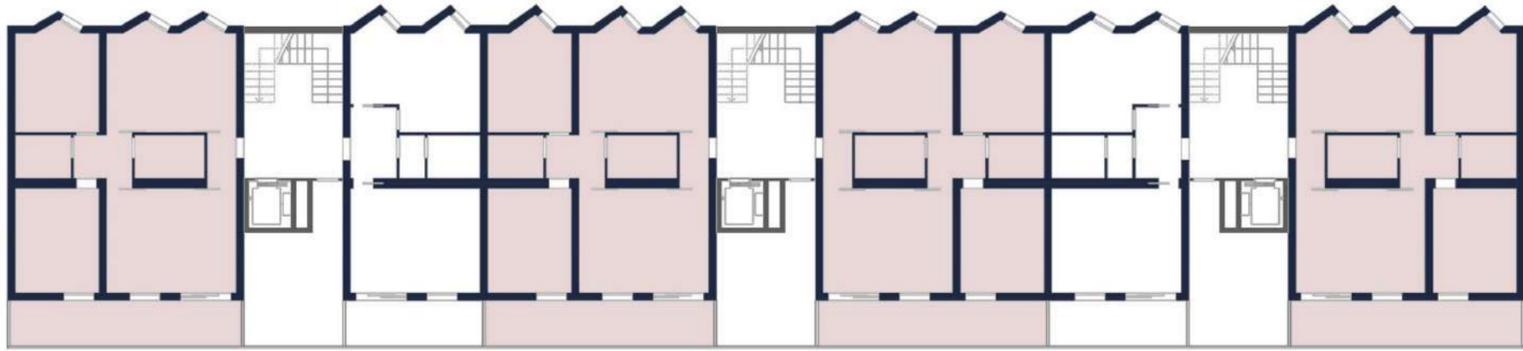


1-5 anni



N. Alloggi: 20





ALLOGGIO B



Superficie: 80 m²



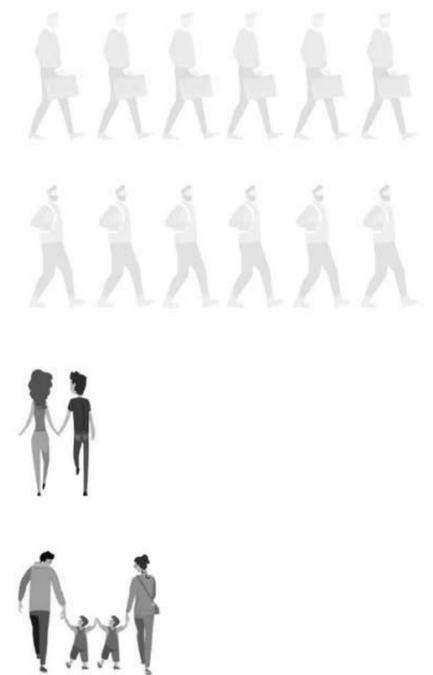
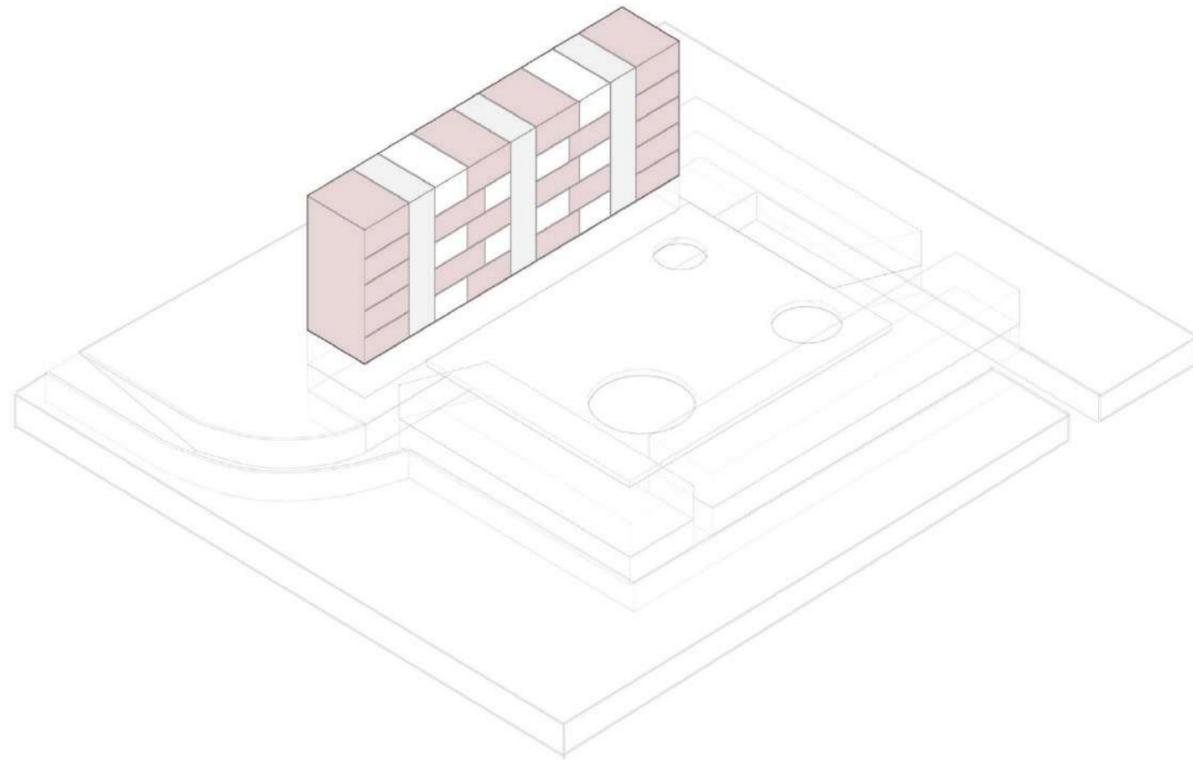
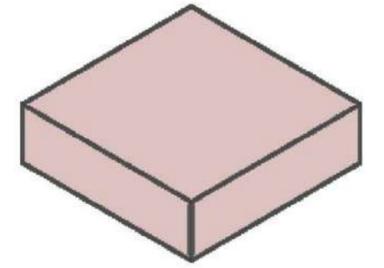
1 2 3 4 5 6



1-5 anni



N. Alloggi: 20





ALLOGGIO B



Superficie: 80 m²



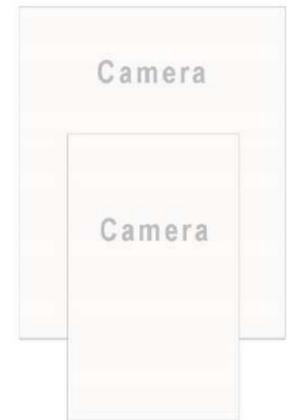
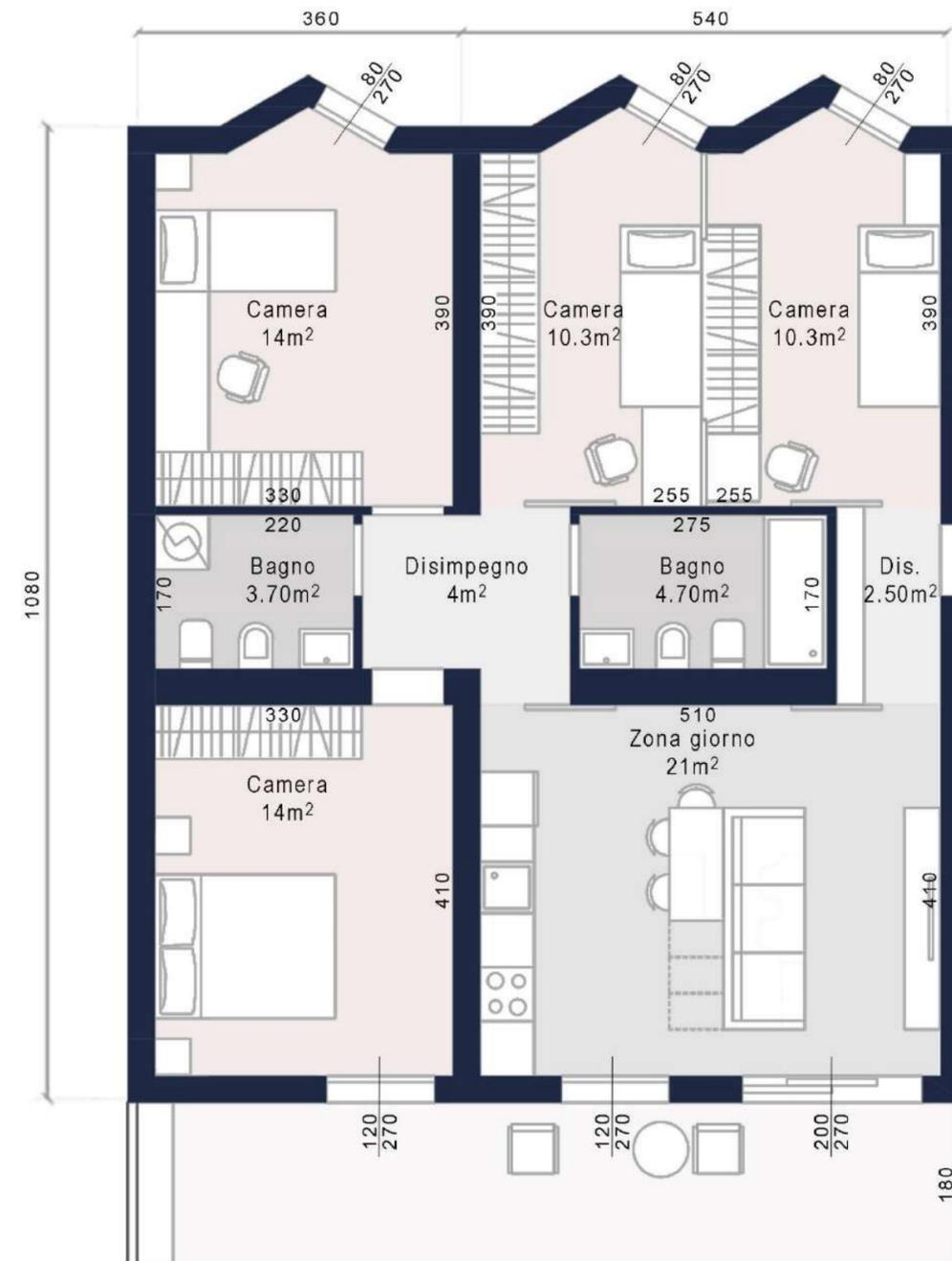
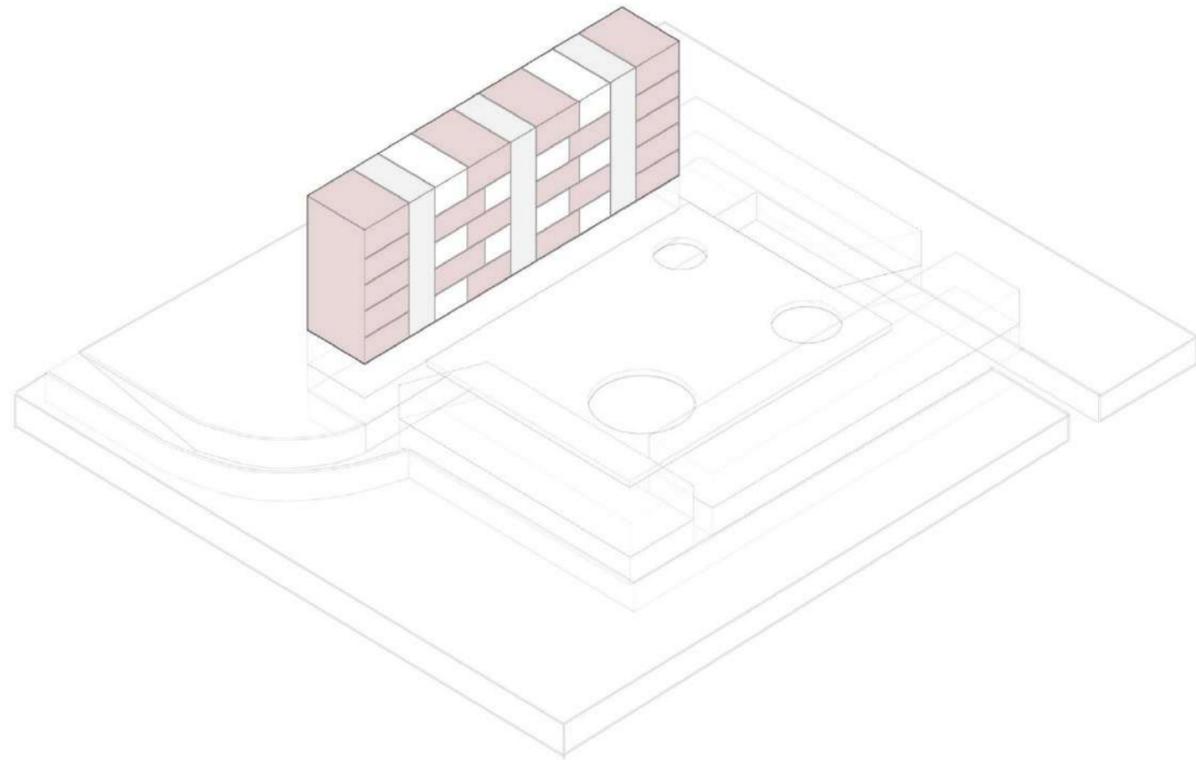
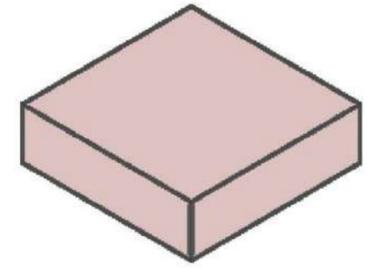
1 2 3 4 5 6

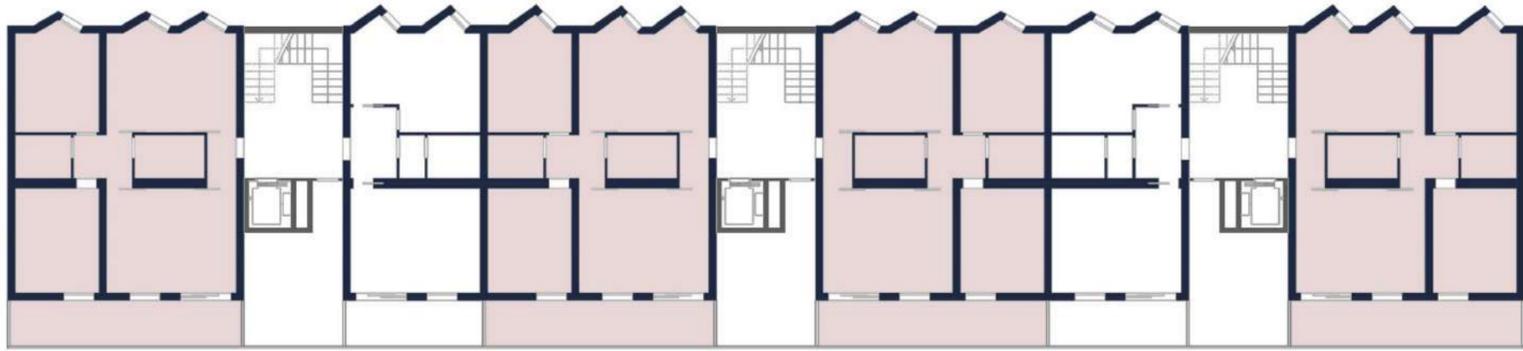


1-5 anni



N. Alloggi: 20





ALLOGGIO B



Superficie: 80 m²



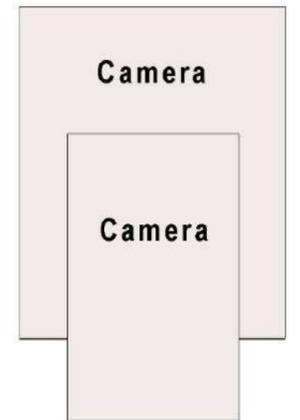
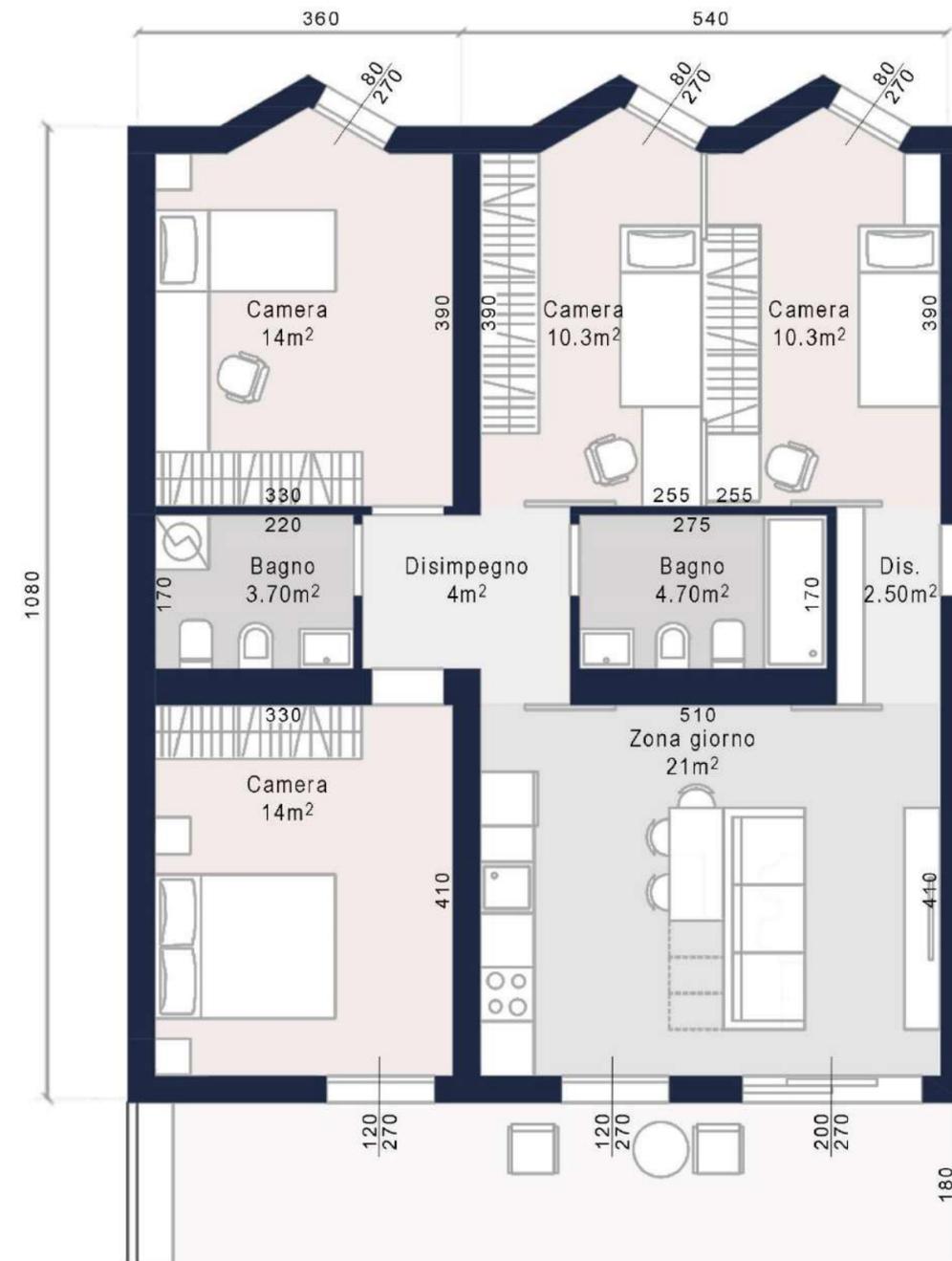
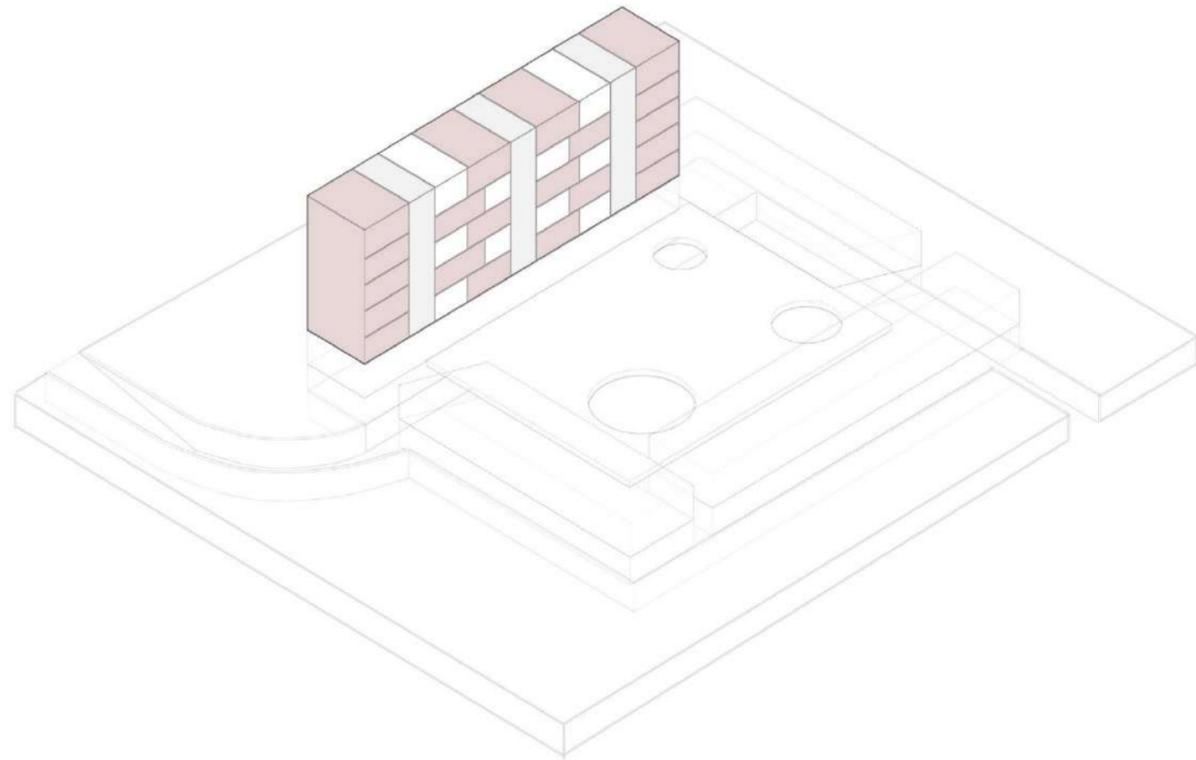
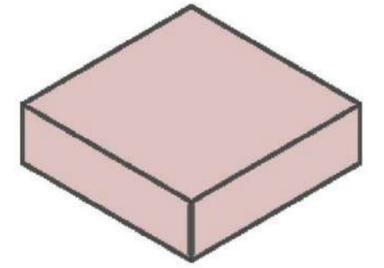
1 2 3 4 5 6



1-5 anni



N. Alloggi: 20





ALLOGGIO B



Superficie: 80 m²



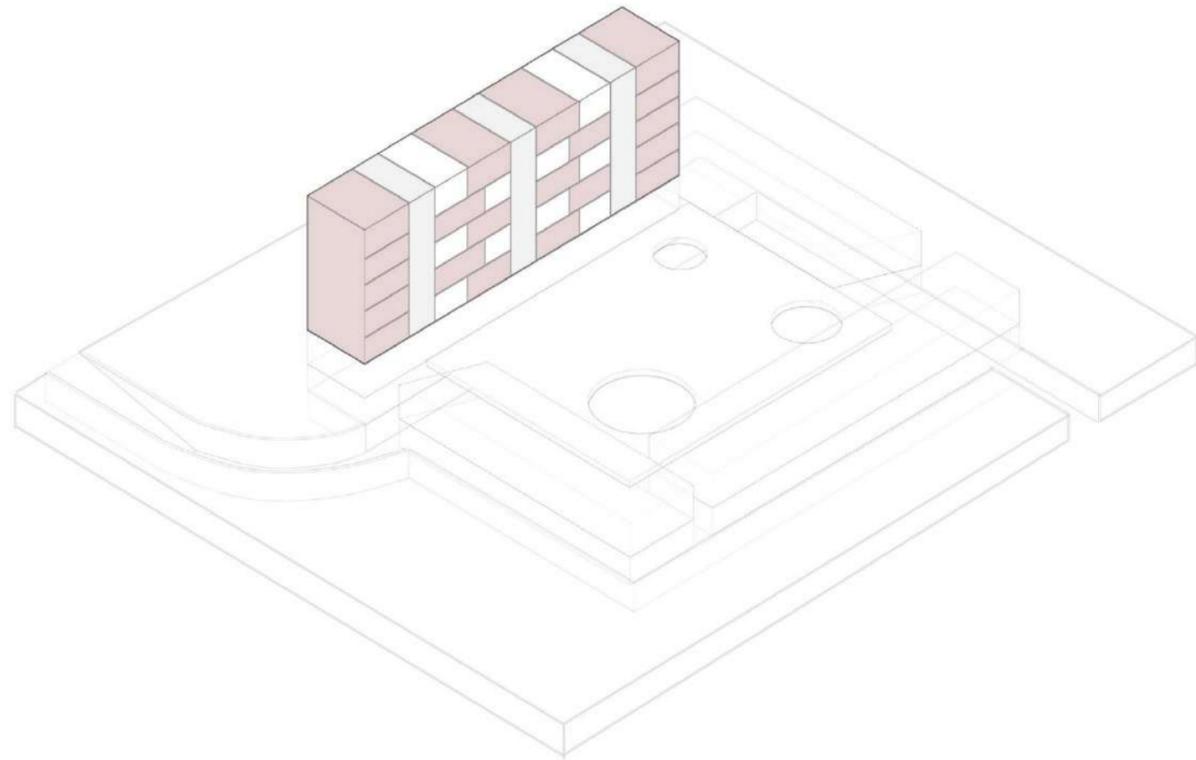
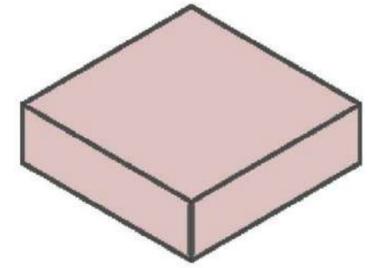
1 2 3 4 5 6

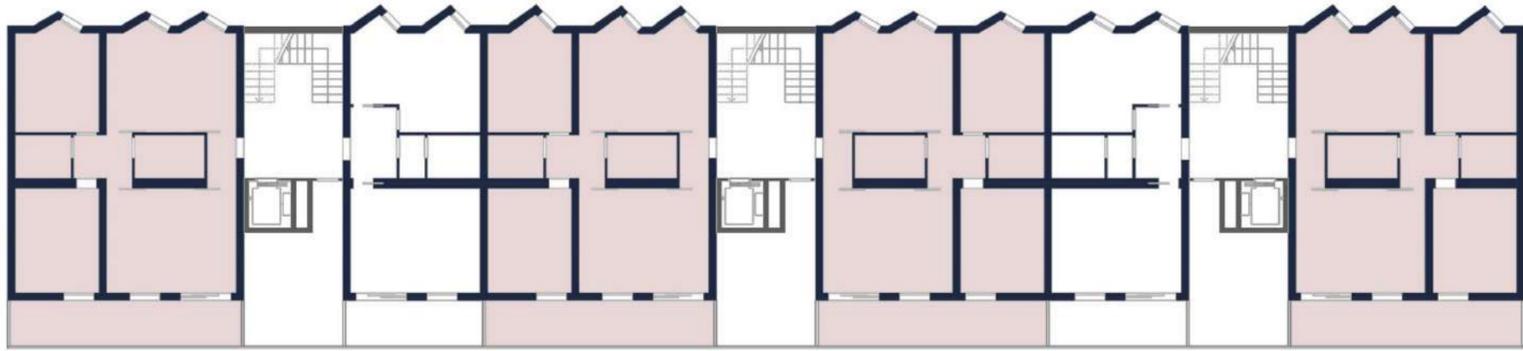


1-5 anni



N. Alloggi: 20

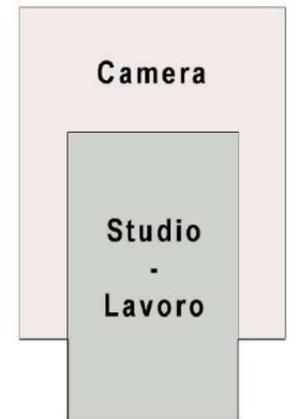
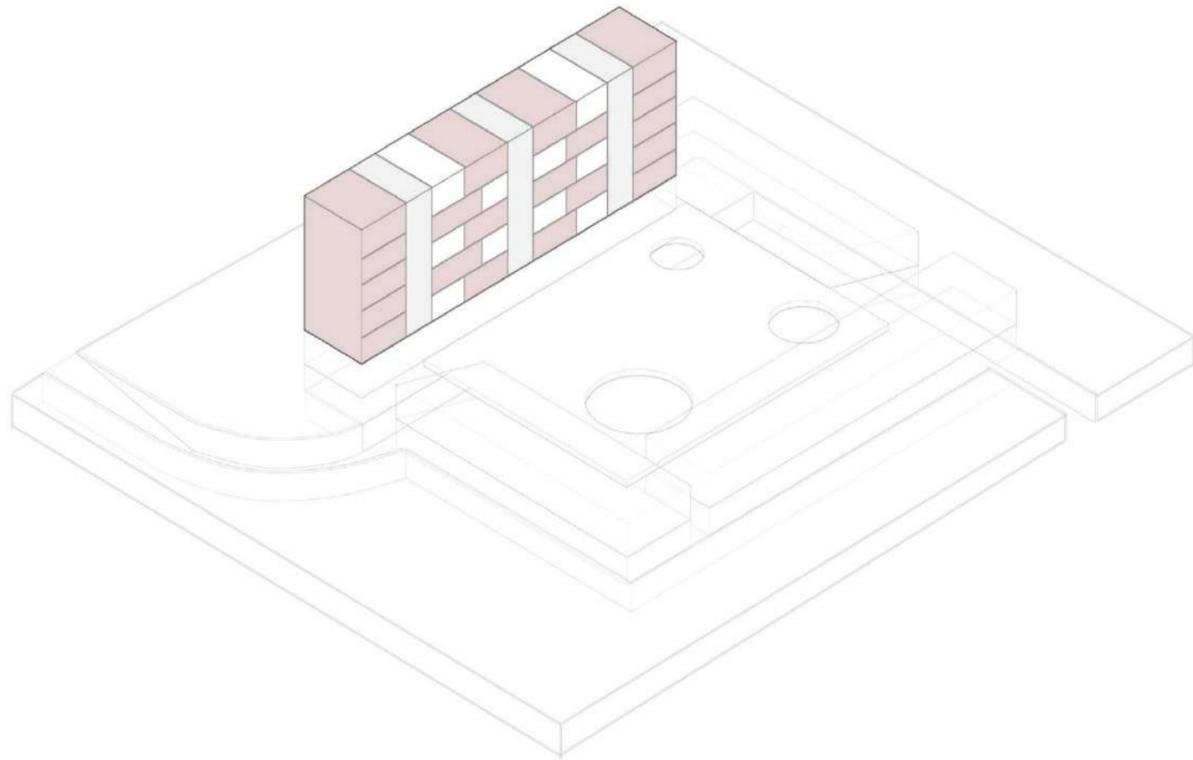
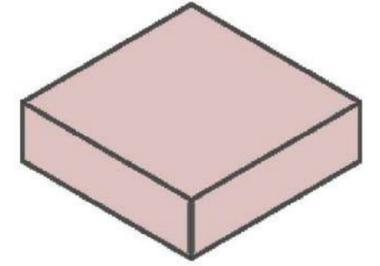


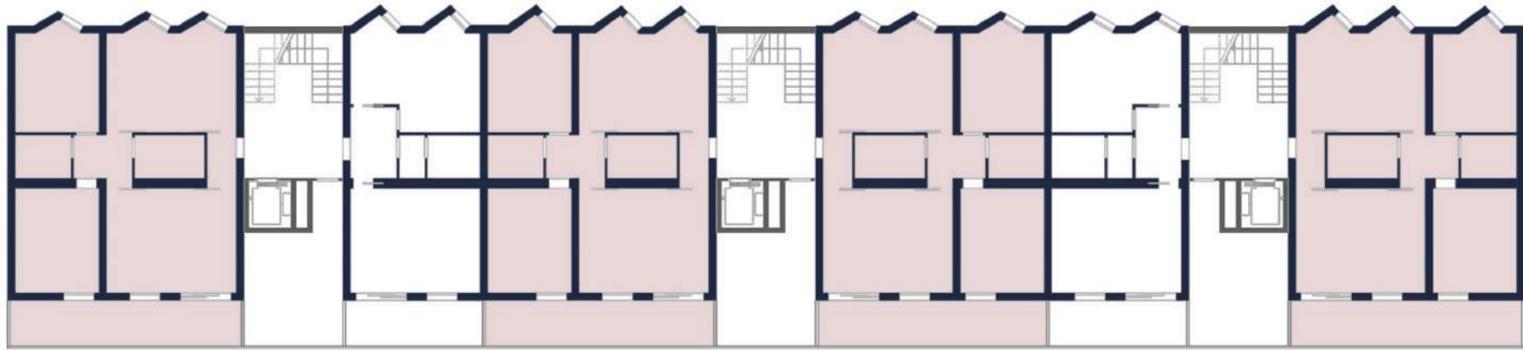


ALLOGGIO B

Superficie: **80 m²**
1 2 3 4 5 6

1-5 anni
N. Alloggi: 20

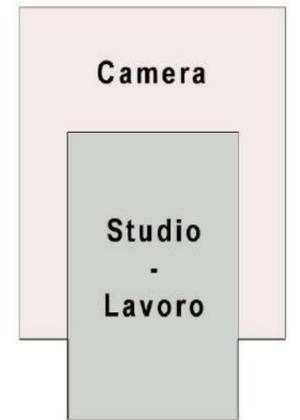
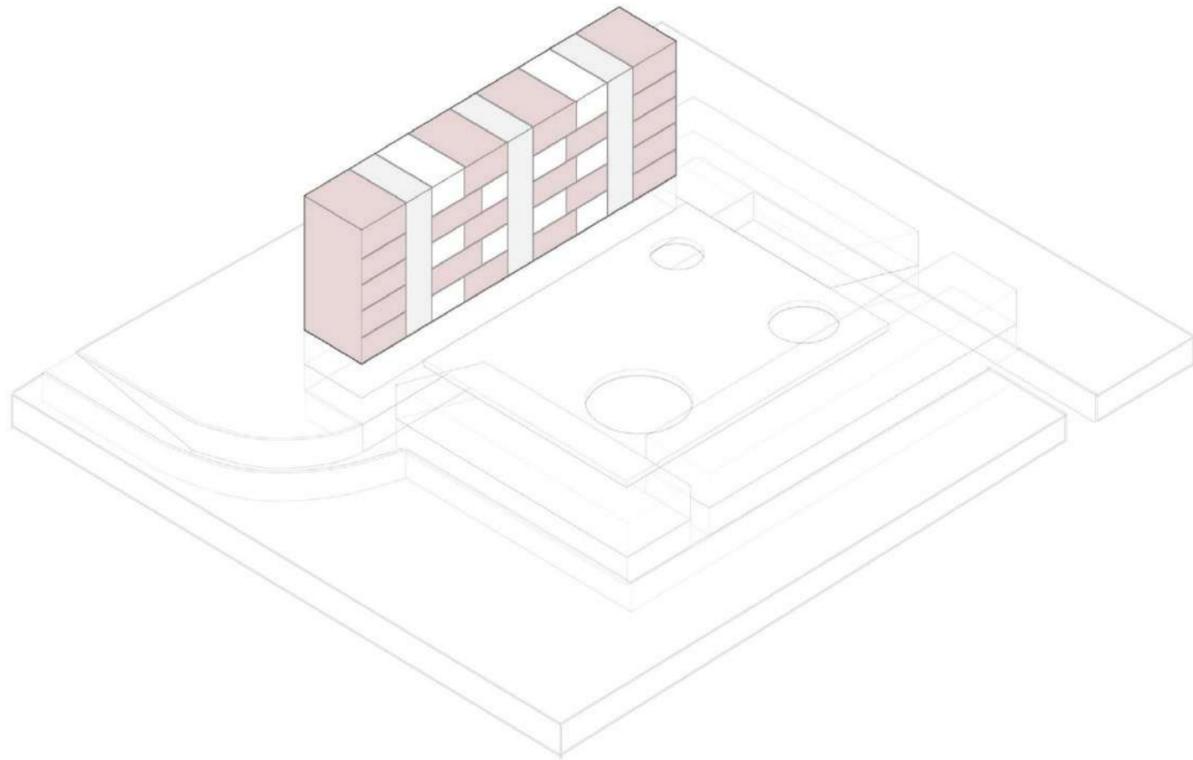
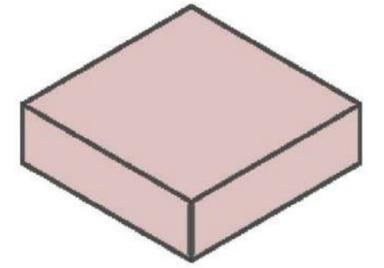


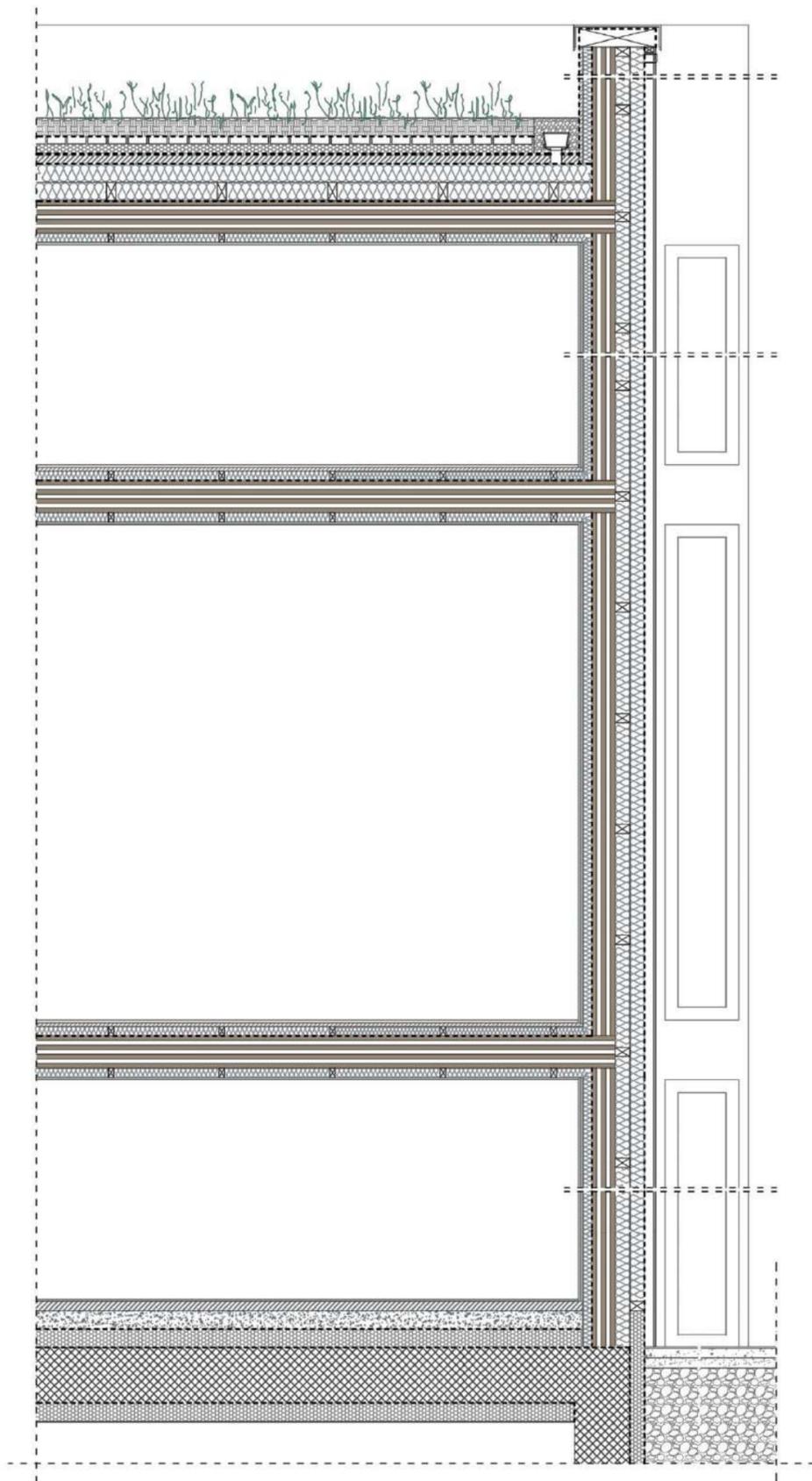


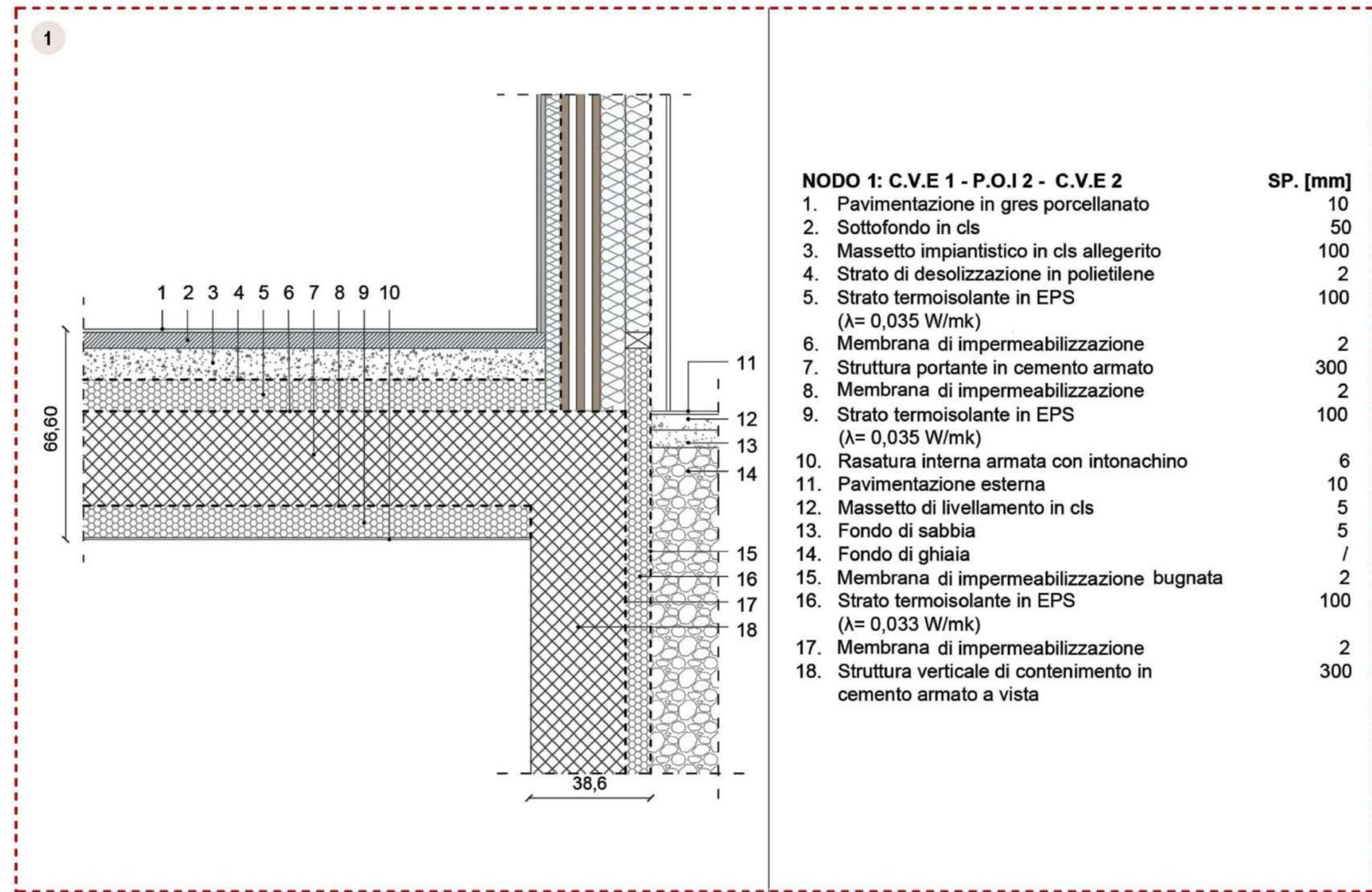
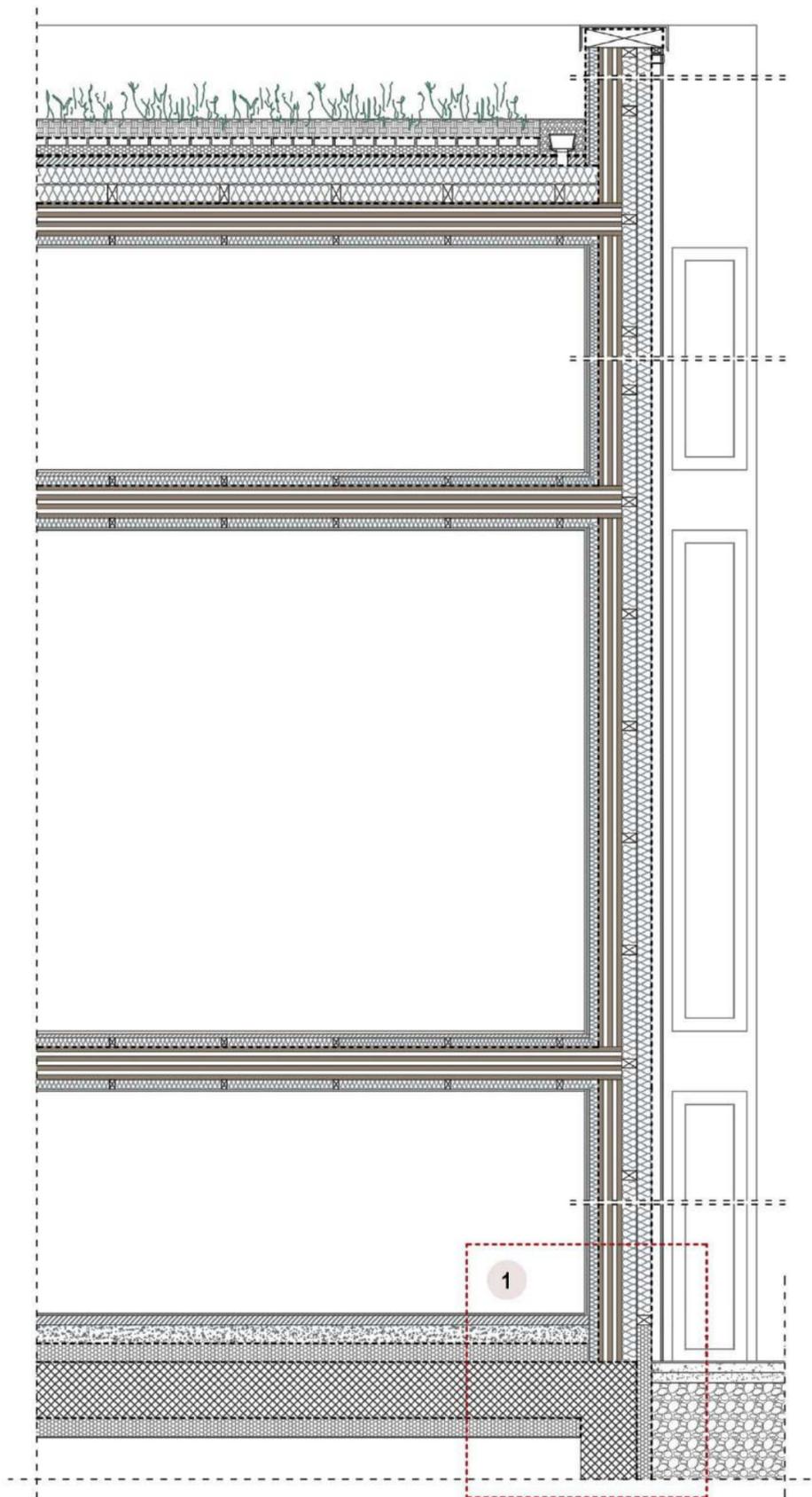
ALLOGGIO B

Superficie: 80 m² 1 2 3 4 5 6

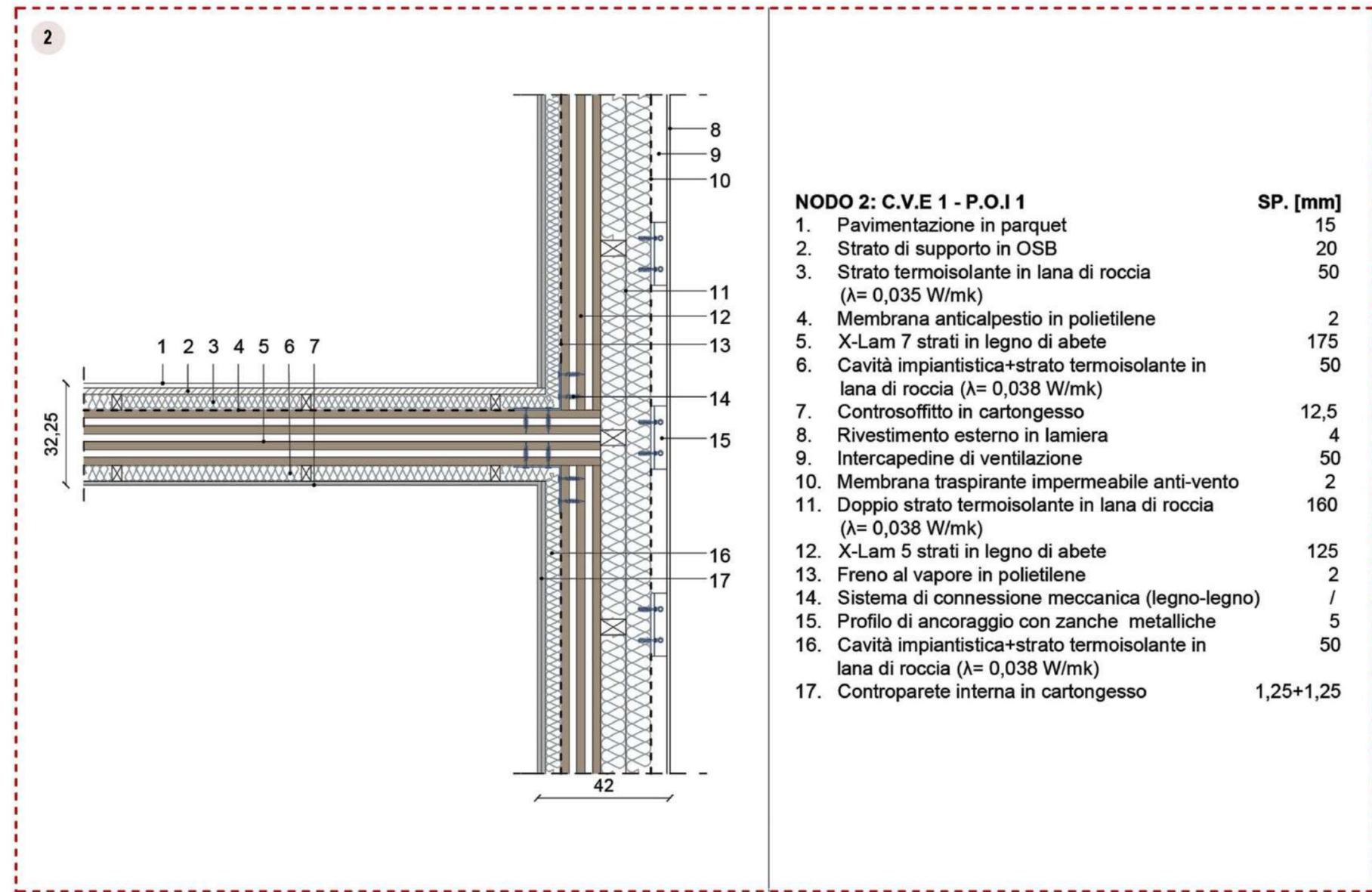
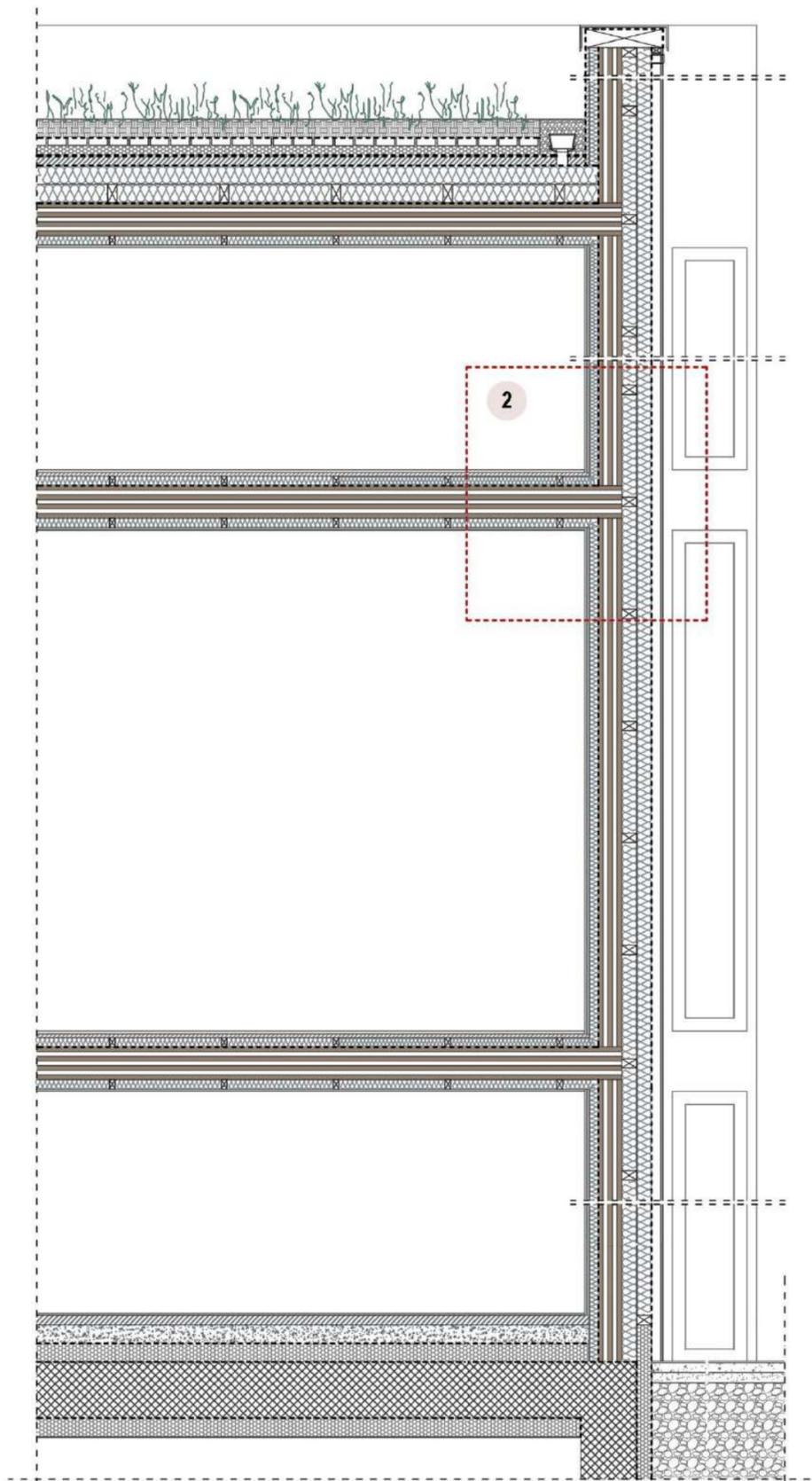
1-5 anni N. Alloggi: 20



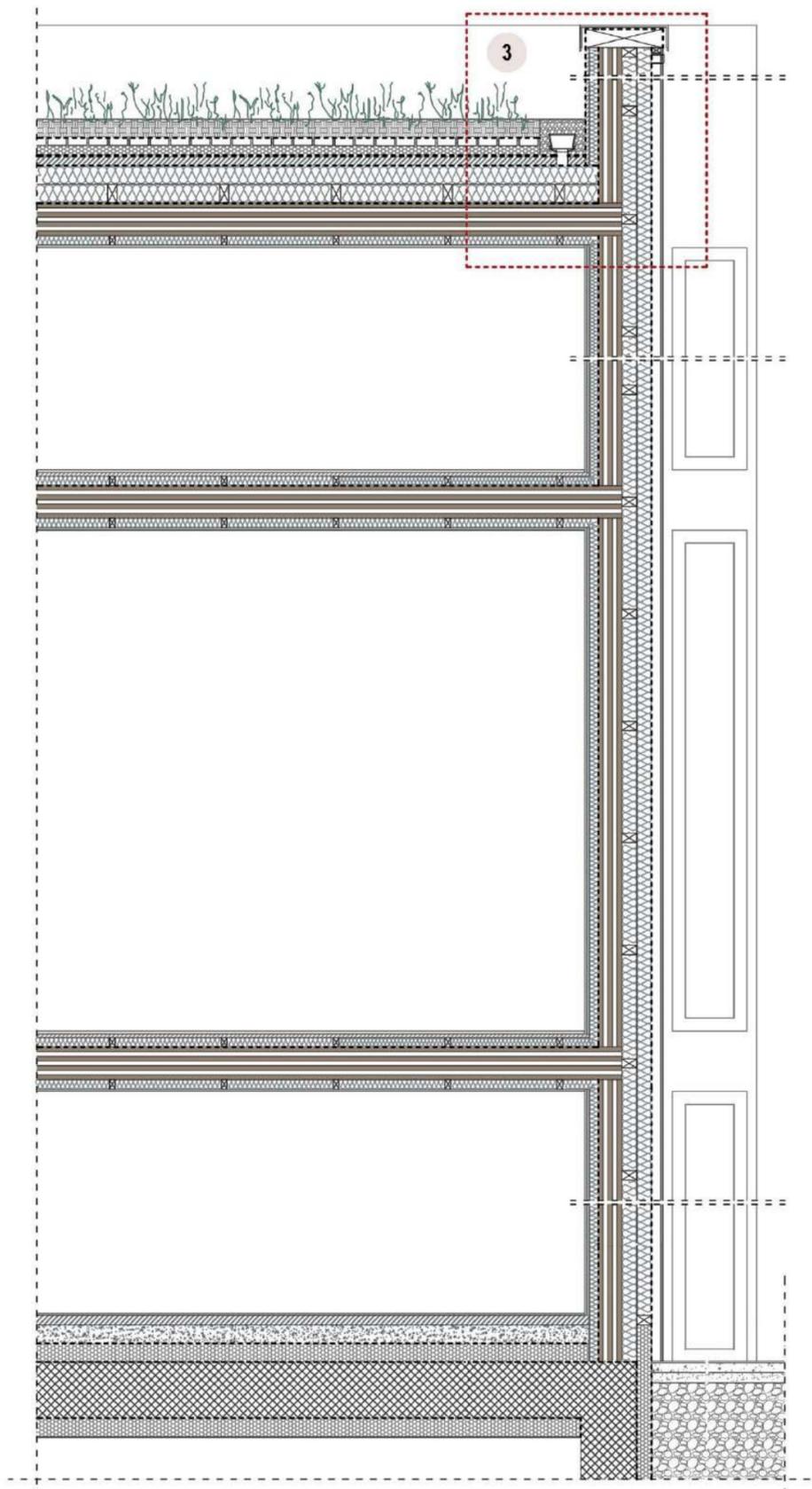




CHIUSURA VERTICALE ESTERNA 1-PARTIZIONE ORIZZONTALE INTERNA 2-CHIUSURA VERTICALE ESTERNA 2



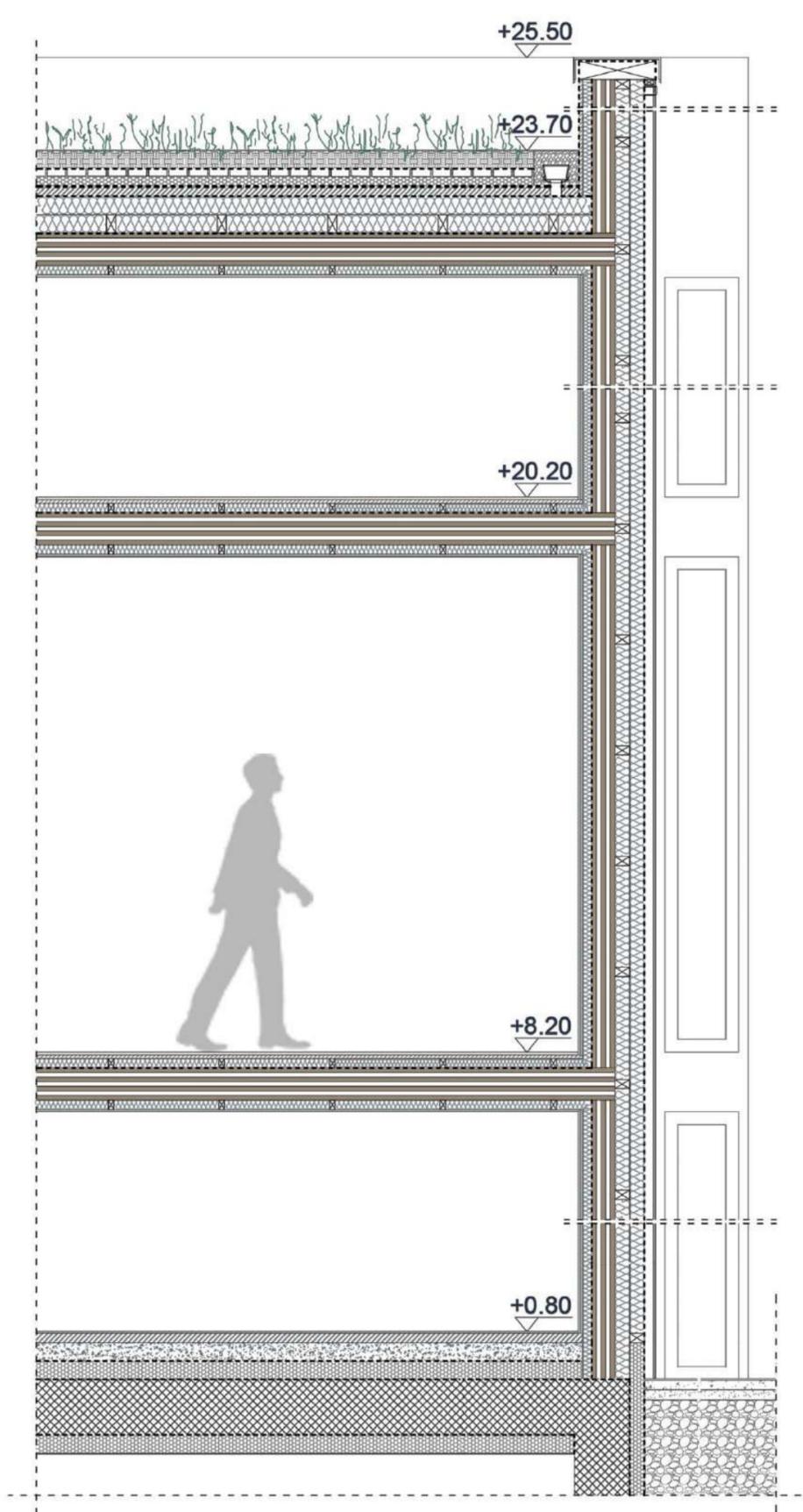
CHIUSURA VERTICALE ESTERNA 1 - PARTIZIONE ORIZZONTALE INTERNA 1

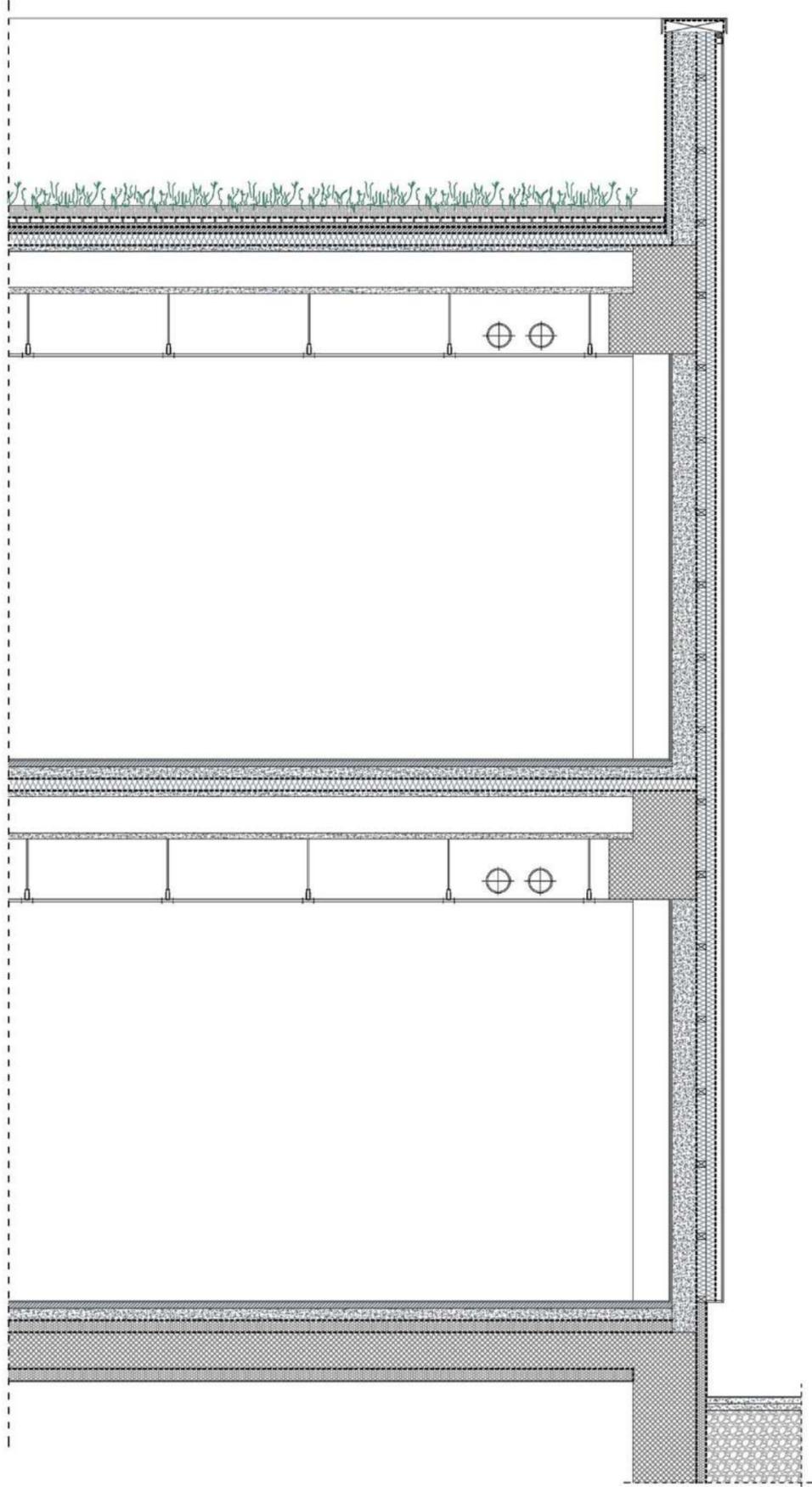


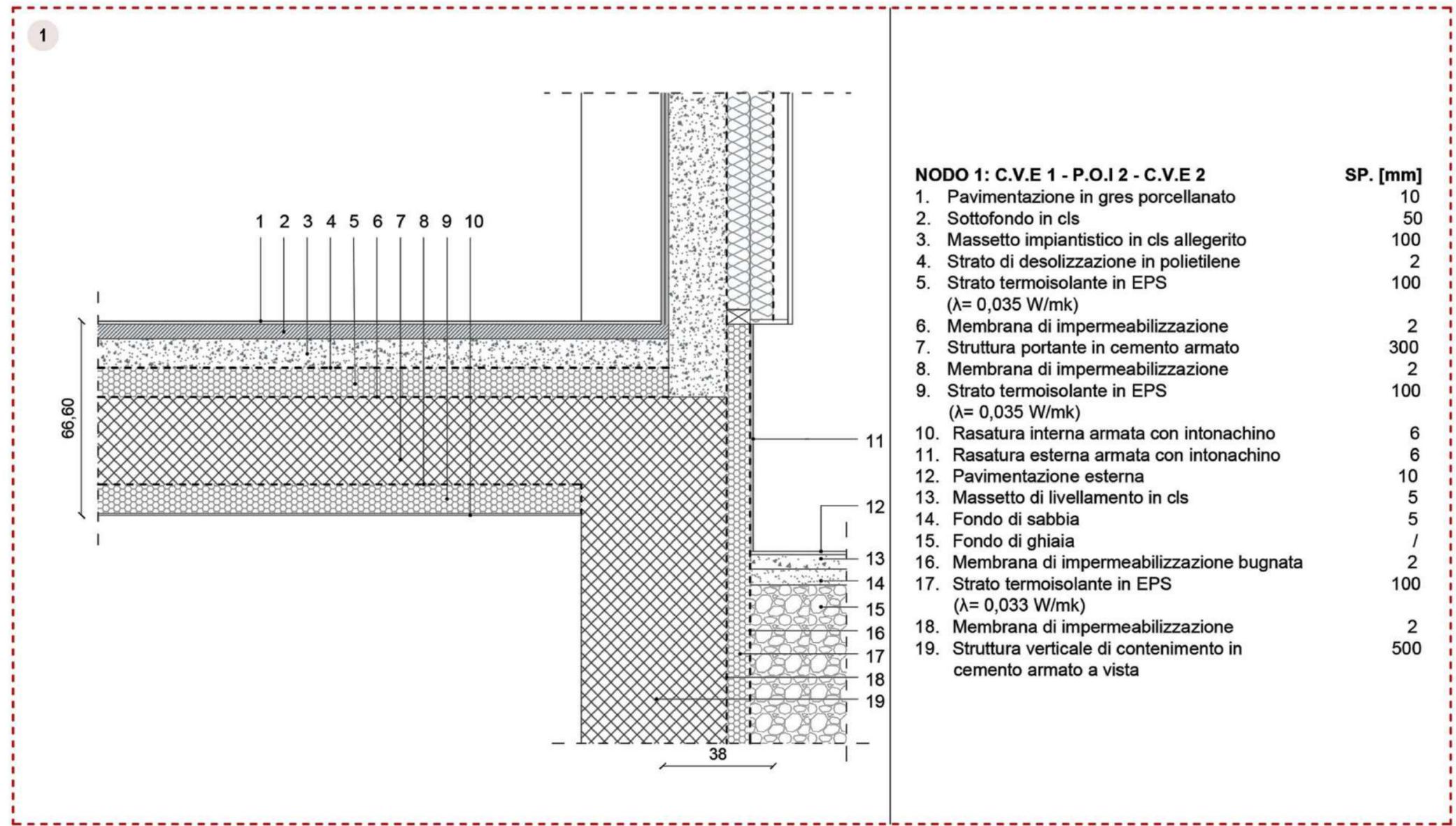
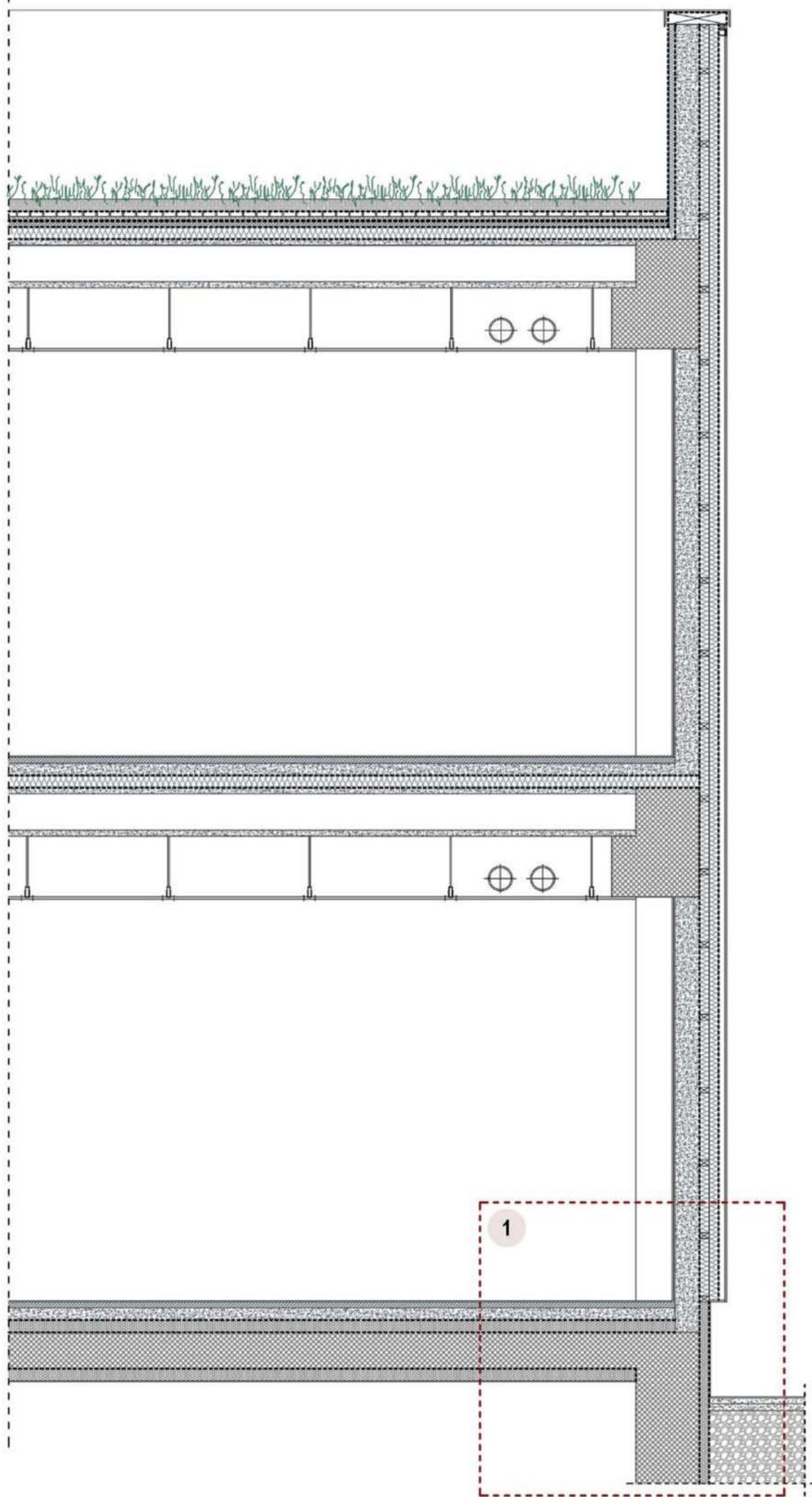
3

NODO 3: C.V.E 1 - C.O.I		SP. [mm]
1.	Strato di vegetazione	/
2.	Strato di colturale	100
3.	Strato filtrante geotessile	2
4.	Strato di drenaggio e accumulo idrico performanti in materiale plastico	100
5.	Membrana di protezione meccanica	4+4
6.	Massetto di pendenza in cls	50
7.	Membrana di impermeabilizzazione	2
8.	Doppio strato termoisolante in EPS ($\lambda= 0,035$ W/mk)	200
9.	Membrana di impermeabilizzazione	2
10.	X-Lam 7 strati in legno di abete	280
11.	Cavità impiantistica+strato termoisolante in lana di roccia ($\lambda= 0,038$ W/mk)	50
12.	Controsoffitto in cartongesso	12,5
13.	Pannello OSB	20
14.	Scossalina in metallo	1
15.	Listello di chiusura in legno	350x100
16.	Membrana impermeabile sfiammata	4
17.	Rivestimento esterno in lamiera	4
18.	Intercapedine di ventilazione	50
19.	Membrana traspirante impermeabile anti-vento	2
20.	Doppio strato termoisolante in lana di roccia ($\lambda= 0,038$ W/mk)	160
21.	Strato termoisolante in lana di roccia ($\lambda= 0,038$ W/mk)	50
22.	X-Lam 5 strati in legno di abete	125
23.	Strato di ghiaia drenante	/
24.	Canalina scolo acqua piovana	/
25.	Profilo di ancoraggio con zanche di metallo	5
26.	Sistema di connessione meccanica (legno-legno)	/
27.	Freno al vapore in polietilene	2
28.	Cavità impiantistica+strato termoisolante in lana di roccia ($\lambda= 0,038$ W/mk)	50
29.	Controparete interna in cartongesso	1,25+1,25

CHIUSURA VERTICALE ESTERNA 1 - CHIUSURA ORIZZONTALE ESTERNA



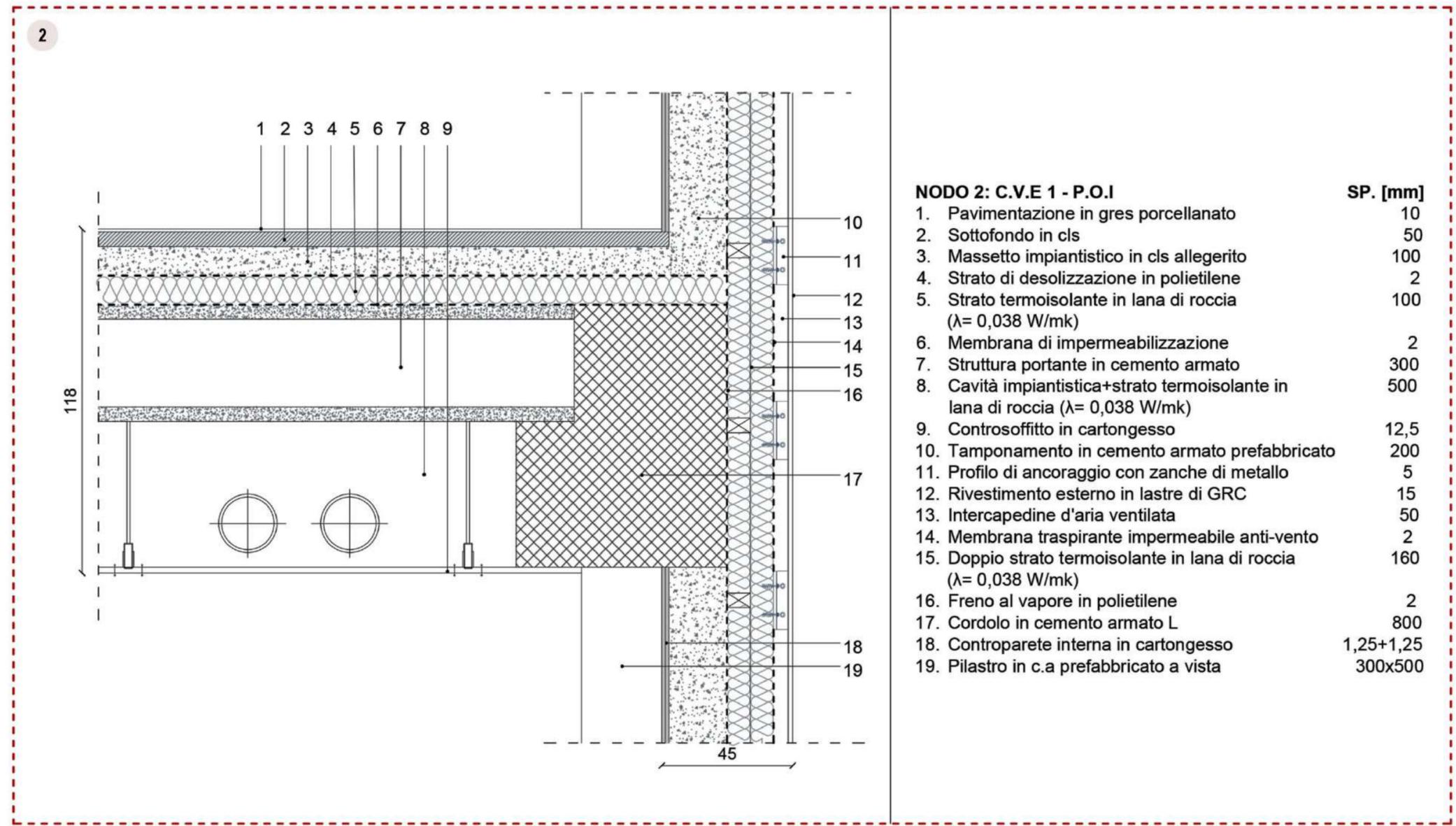
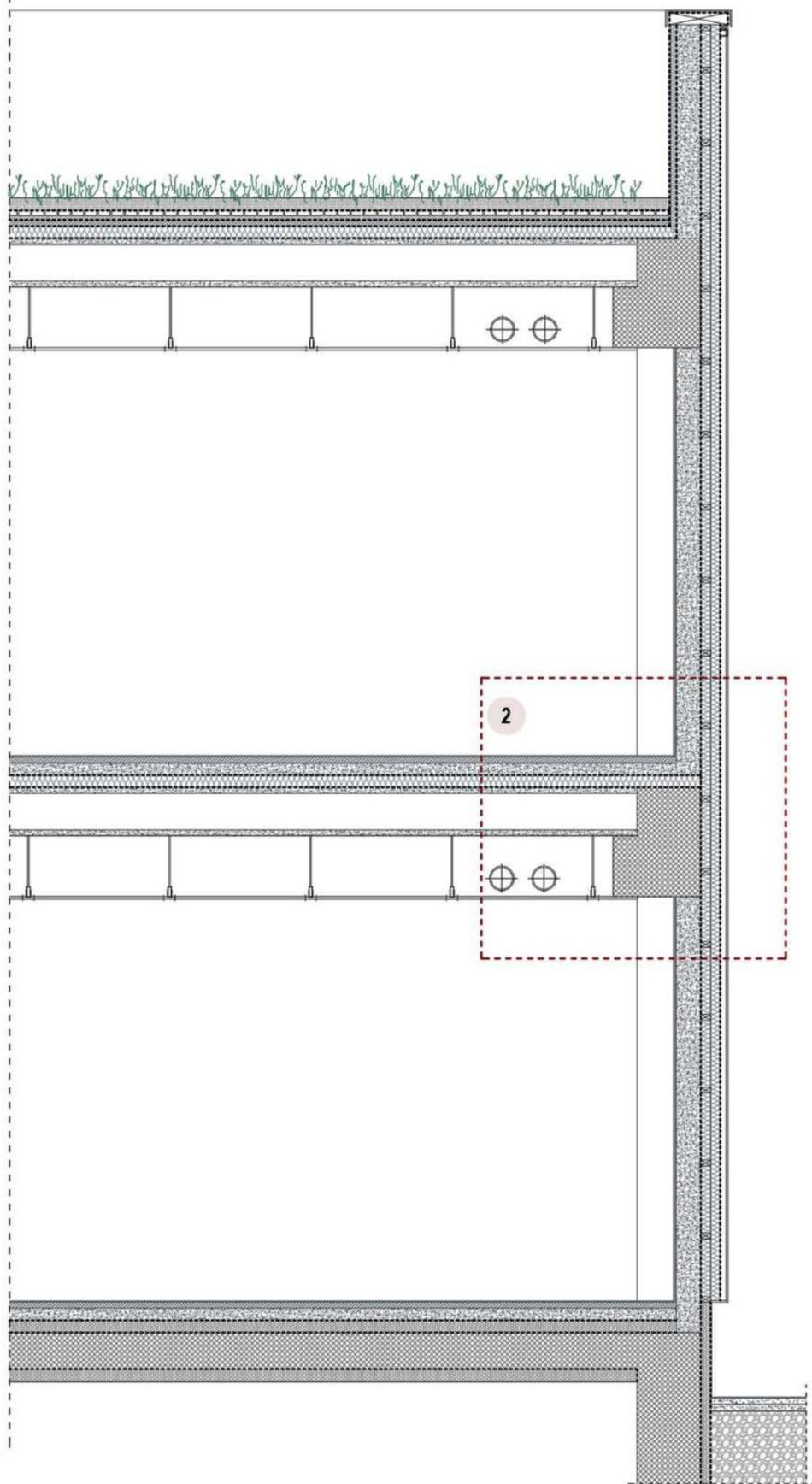




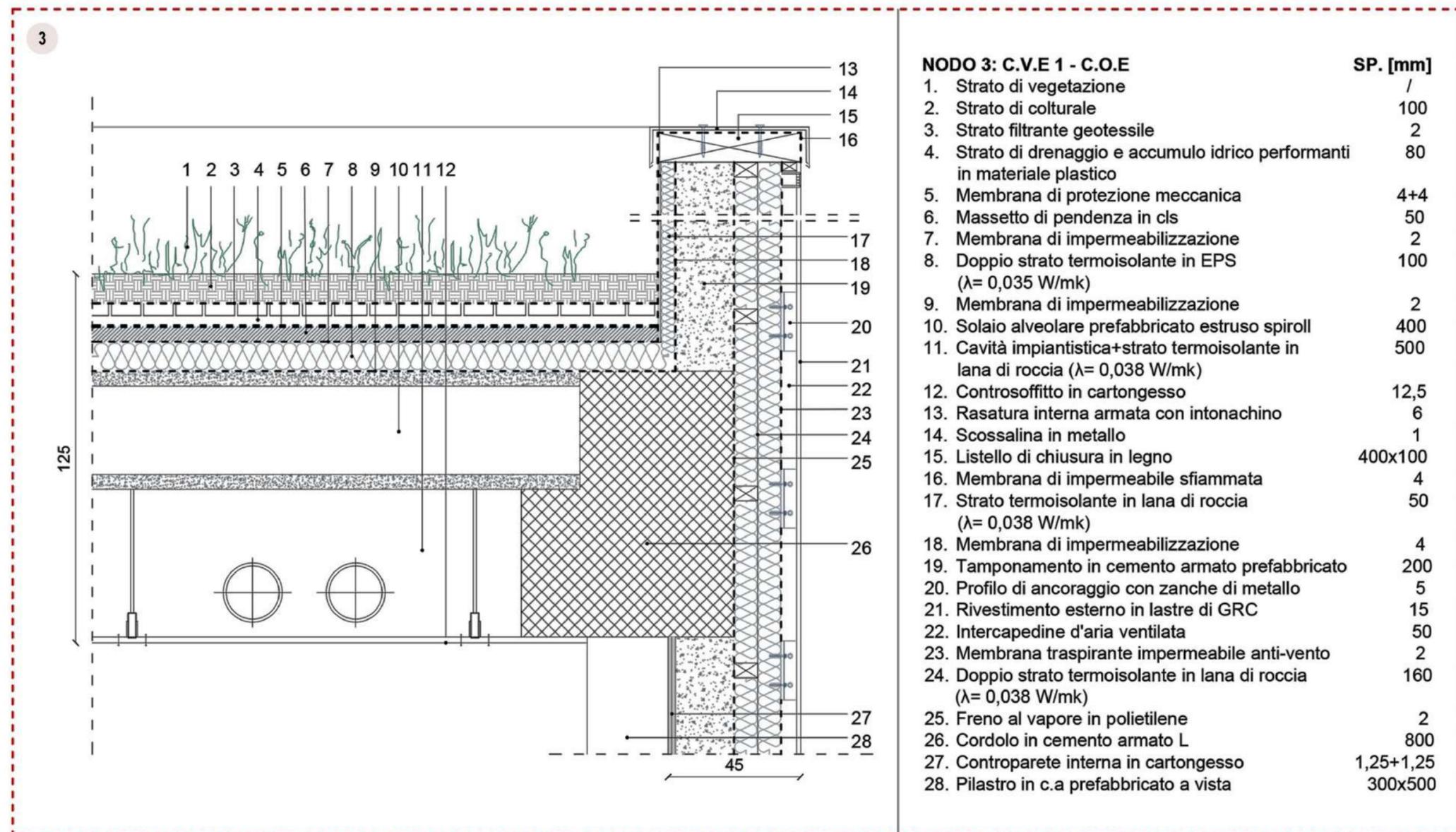
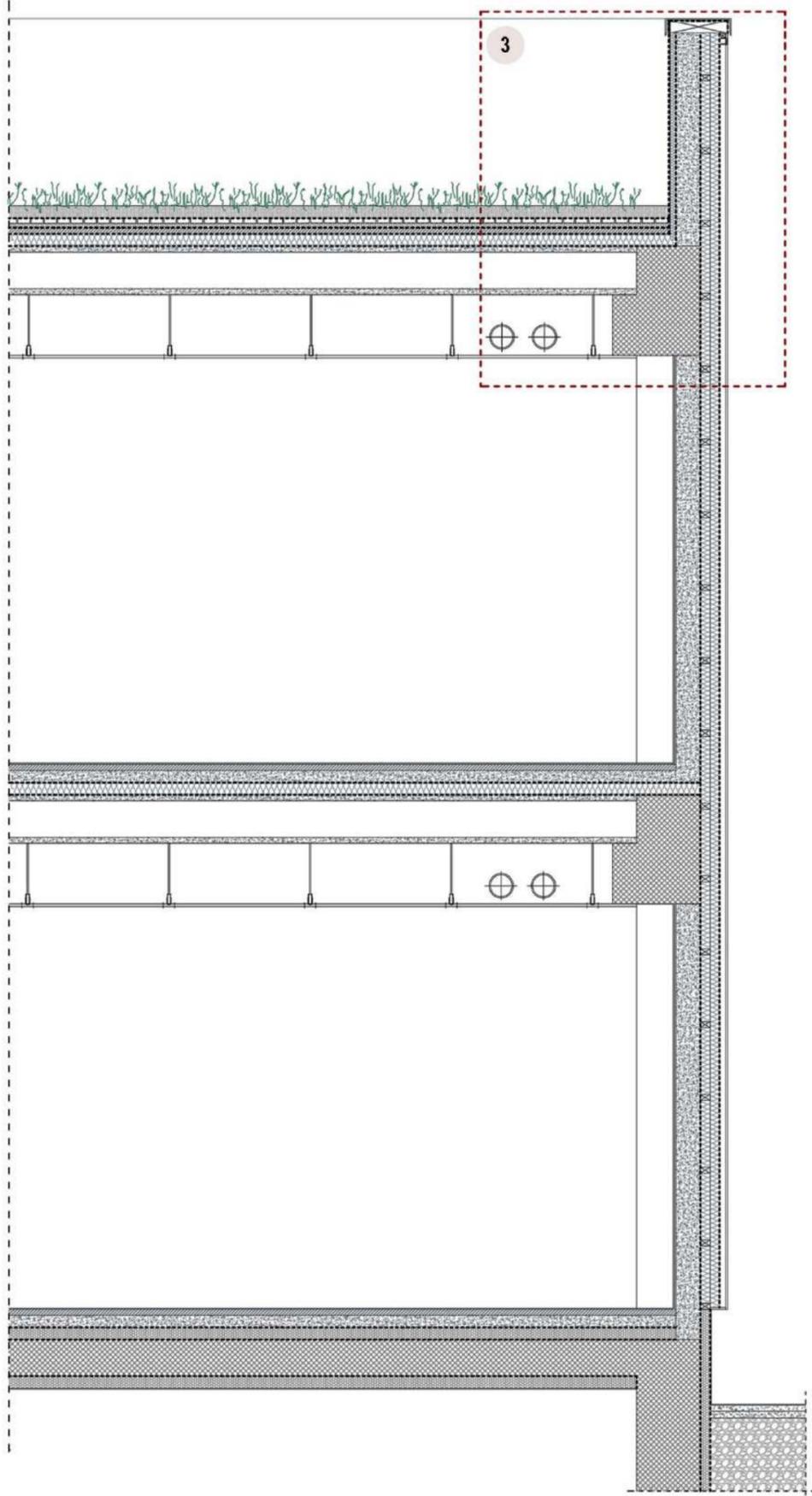
NODO 1: C.V.E 1 - P.O.I 2 - C.V.E 2

	SP. [mm]
1. Pavimentazione in gres porcellanato	10
2. Sottofondo in cls	50
3. Massetto impiantistico in cls alleggerito	100
4. Strato di desolizzazione in polietilene	2
5. Strato termoisolante in EPS ($\lambda = 0,035 \text{ W/mk}$)	100
6. Membrana di impermeabilizzazione	2
7. Struttura portante in cemento armato	300
8. Membrana di impermeabilizzazione	2
9. Strato termoisolante in EPS ($\lambda = 0,035 \text{ W/mk}$)	100
10. Rasatura interna armata con intonachino	6
11. Rasatura esterna armata con intonachino	6
12. Pavimentazione esterna	10
13. Massetto di livellamento in cls	5
14. Fondo di sabbia	5
15. Fondo di ghiaia	/
16. Membrana di impermeabilizzazione bugnata	2
17. Strato termoisolante in EPS ($\lambda = 0,033 \text{ W/mk}$)	100
18. Membrana di impermeabilizzazione	2
19. Struttura verticale di contenimento in cemento armato a vista	500

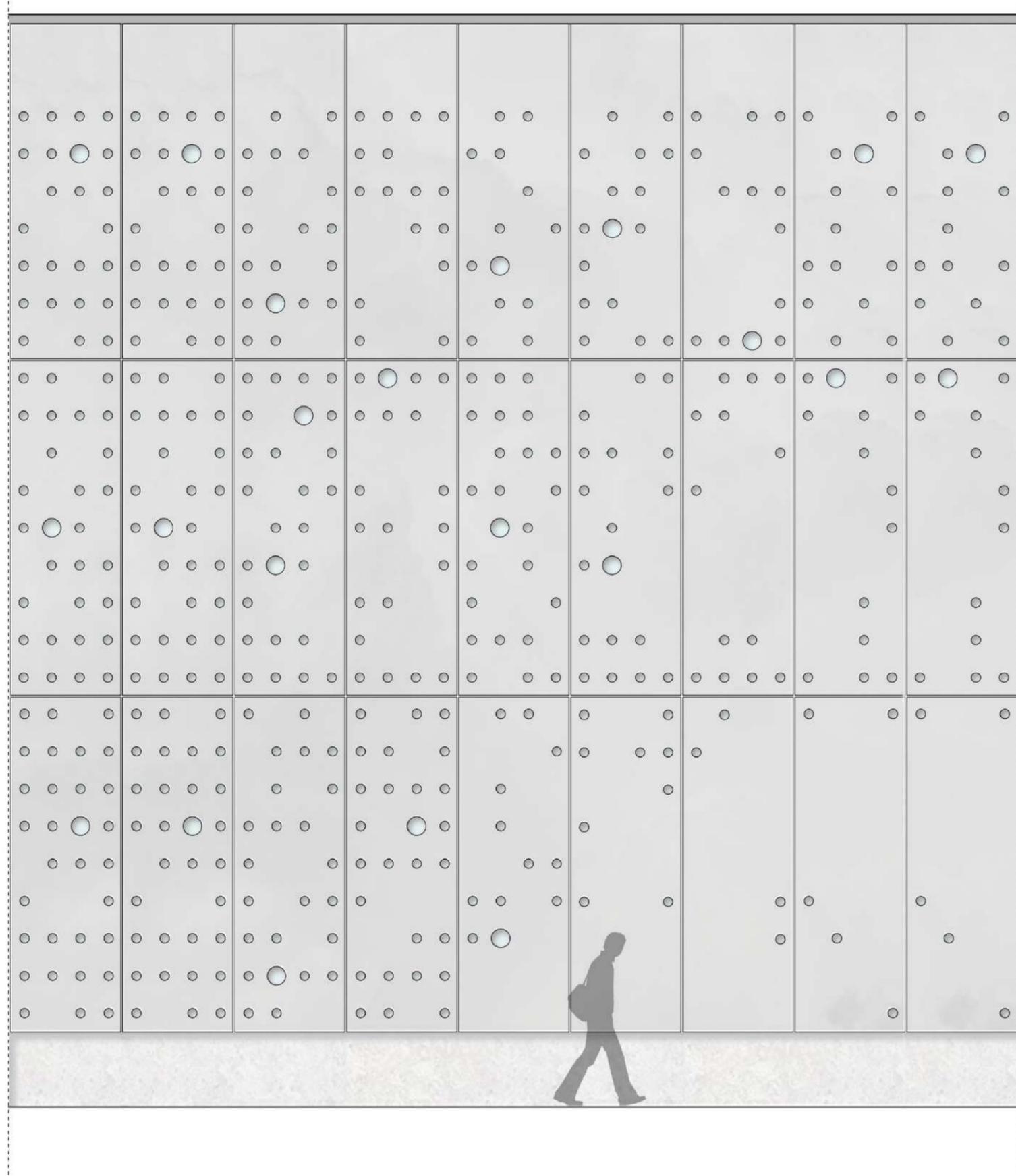
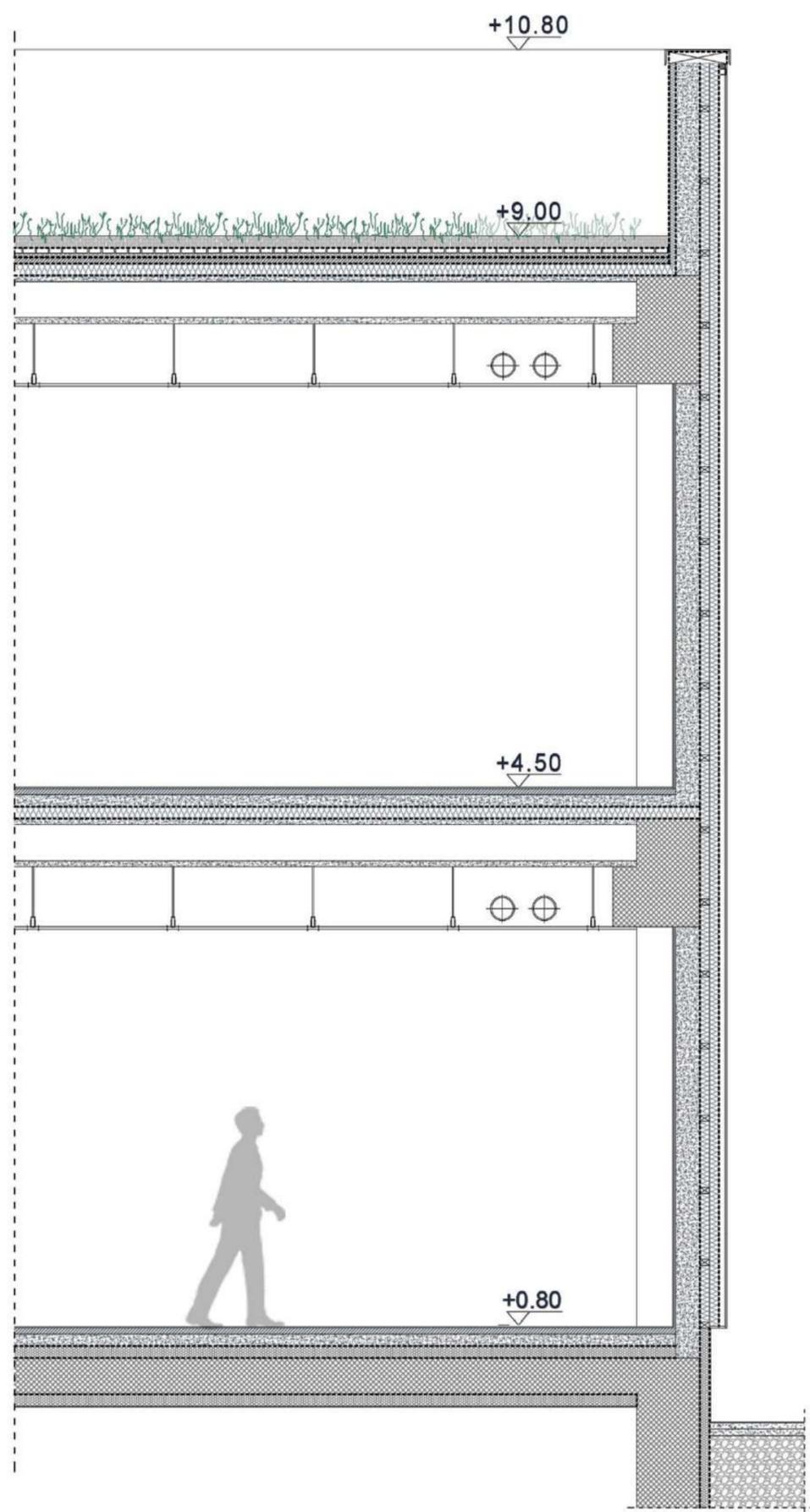
CHIUSURA VERTICALE ESTERNA 1 - PARTIZIONE ORIZZONTALE INTERNA 2 - CHIUSURA VERTICALE ESTERNA 2

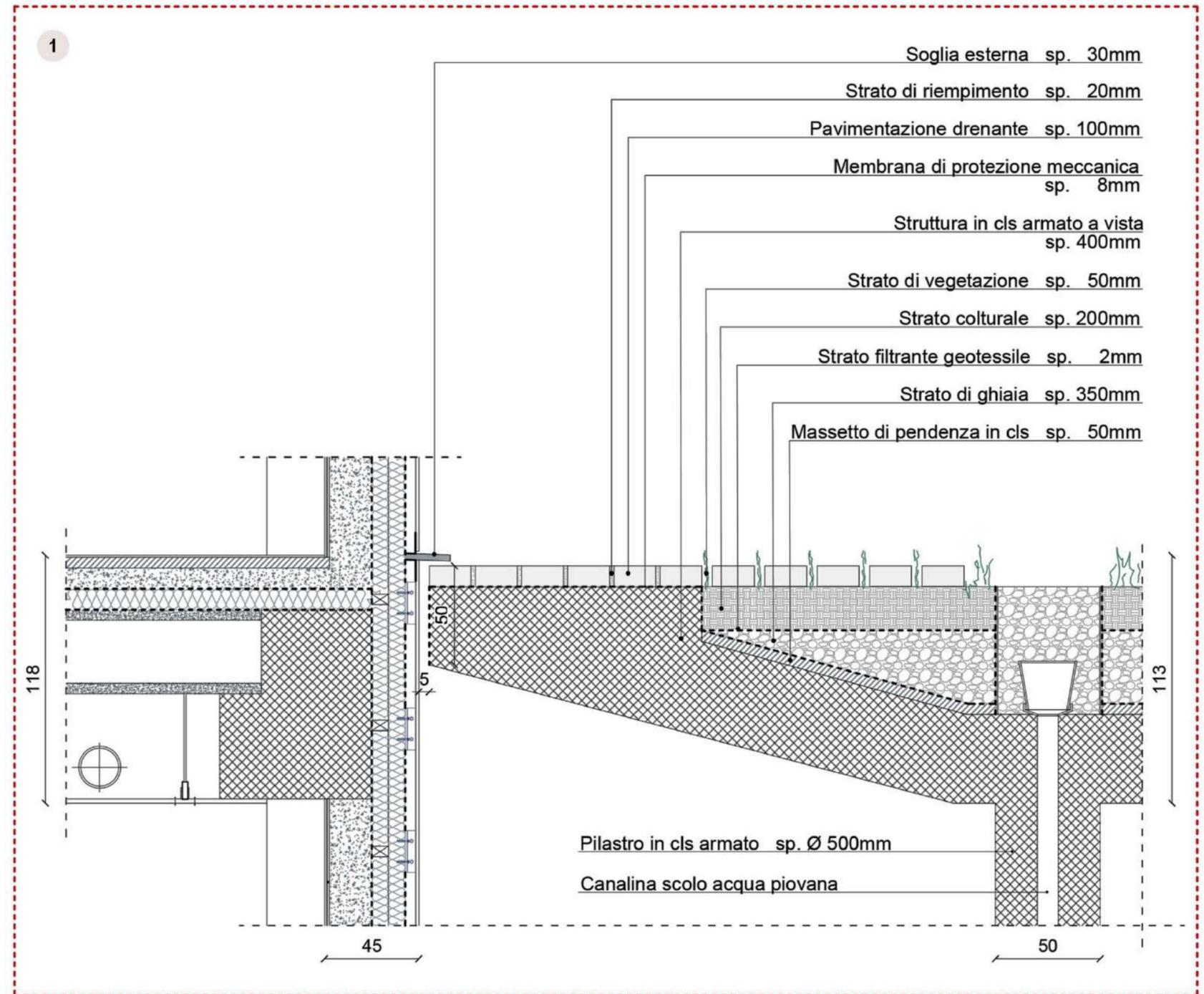
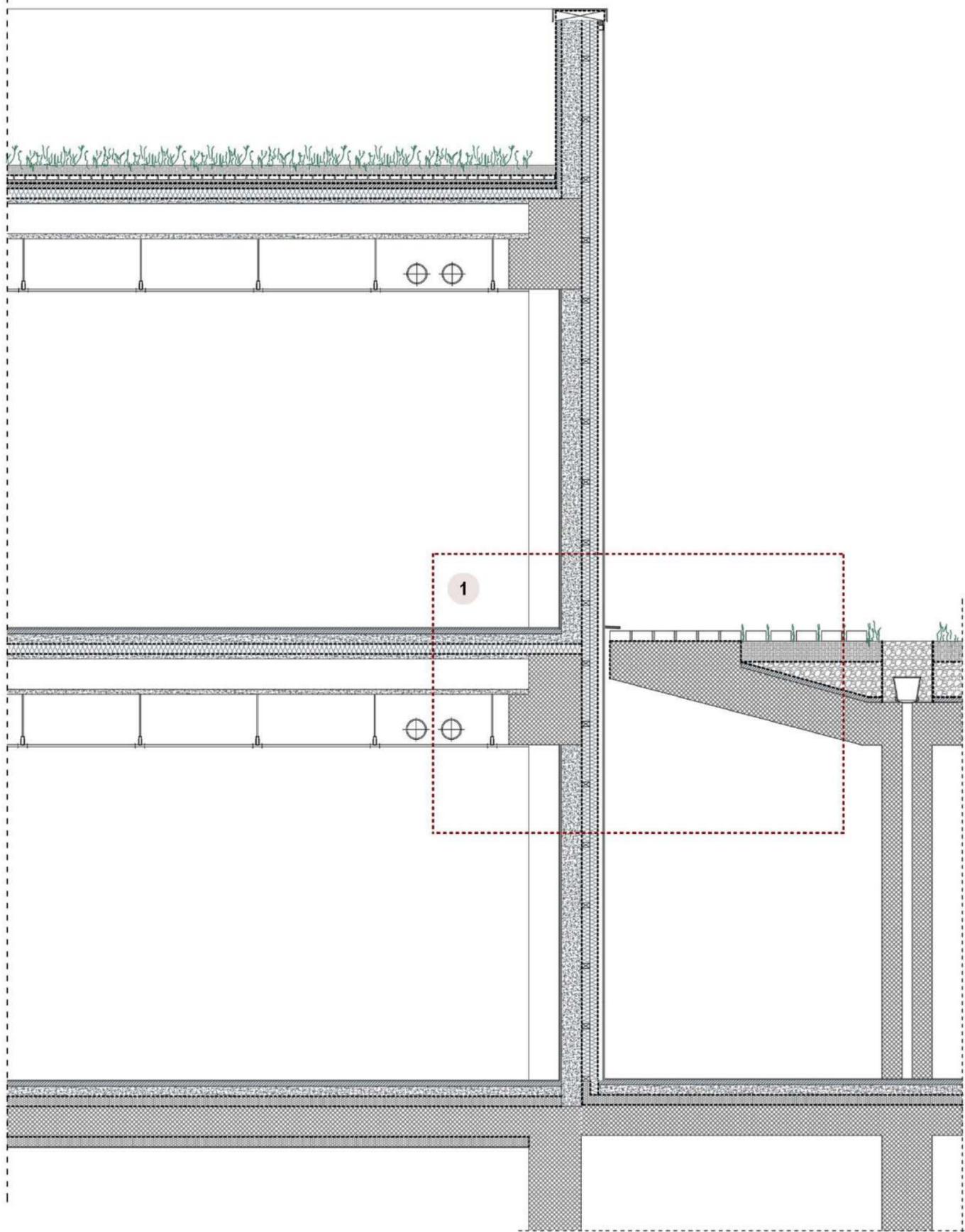


CHIUSURA VERTICALE ESTERNA 1 - PARTIZIONE ORIZZONTALE INTERNA

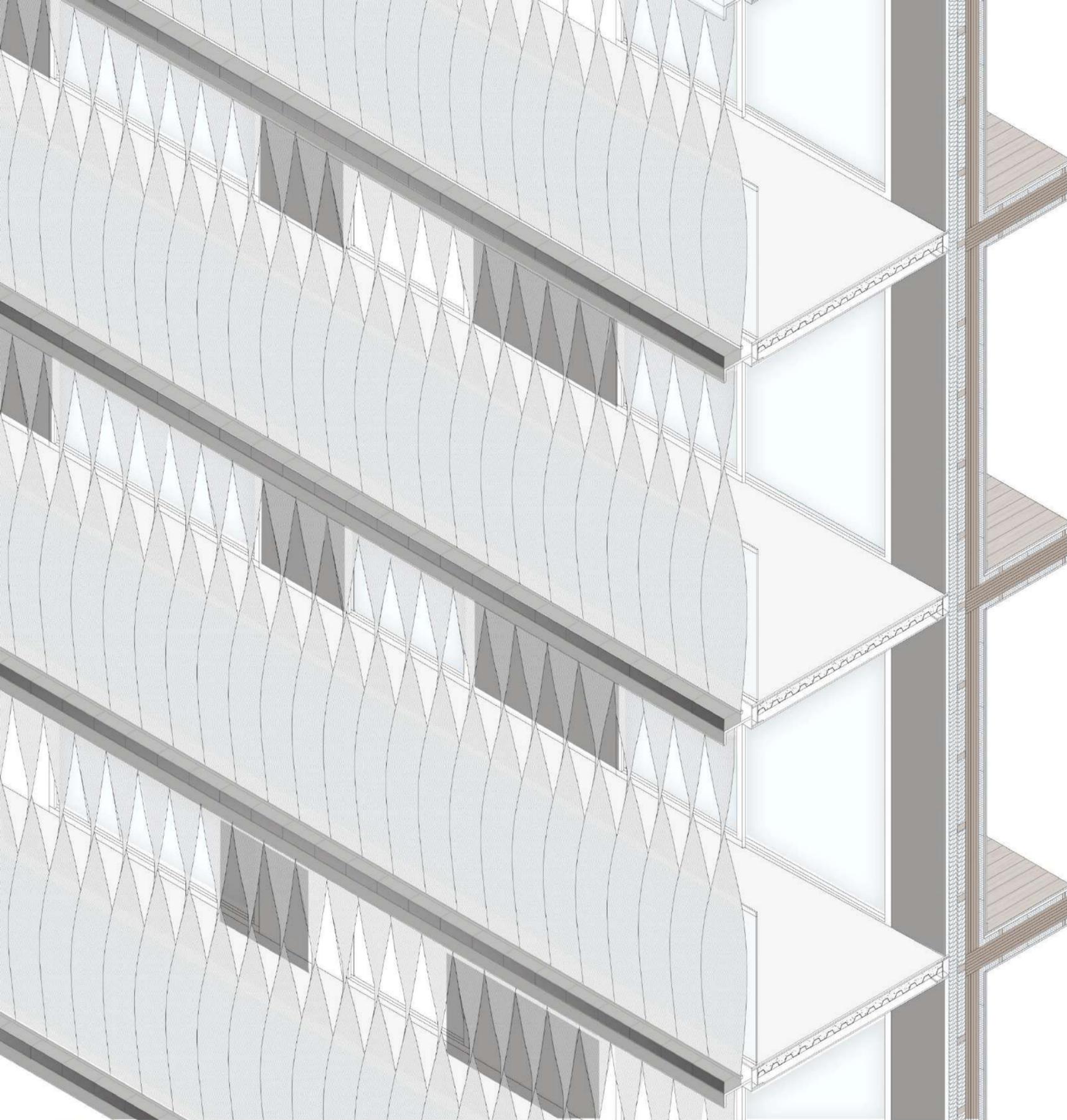


CHIUSURA VERTICALE ESTERNA 1 - CHIUSURA ORIZZONTALE ESTERNA





CHIUSURA VERTICALE ESTERNA 1 - PARTIZIONE ORIZZONTALE ESTERNA



CONFIGURAZIONI IN FUNZIONE DELLA RADIAZIONE SOLARE INCIDENTE SU UN PIANO VERTICALE

radiazione solare
incidente
 $x < 200 \text{ w/m}^2$

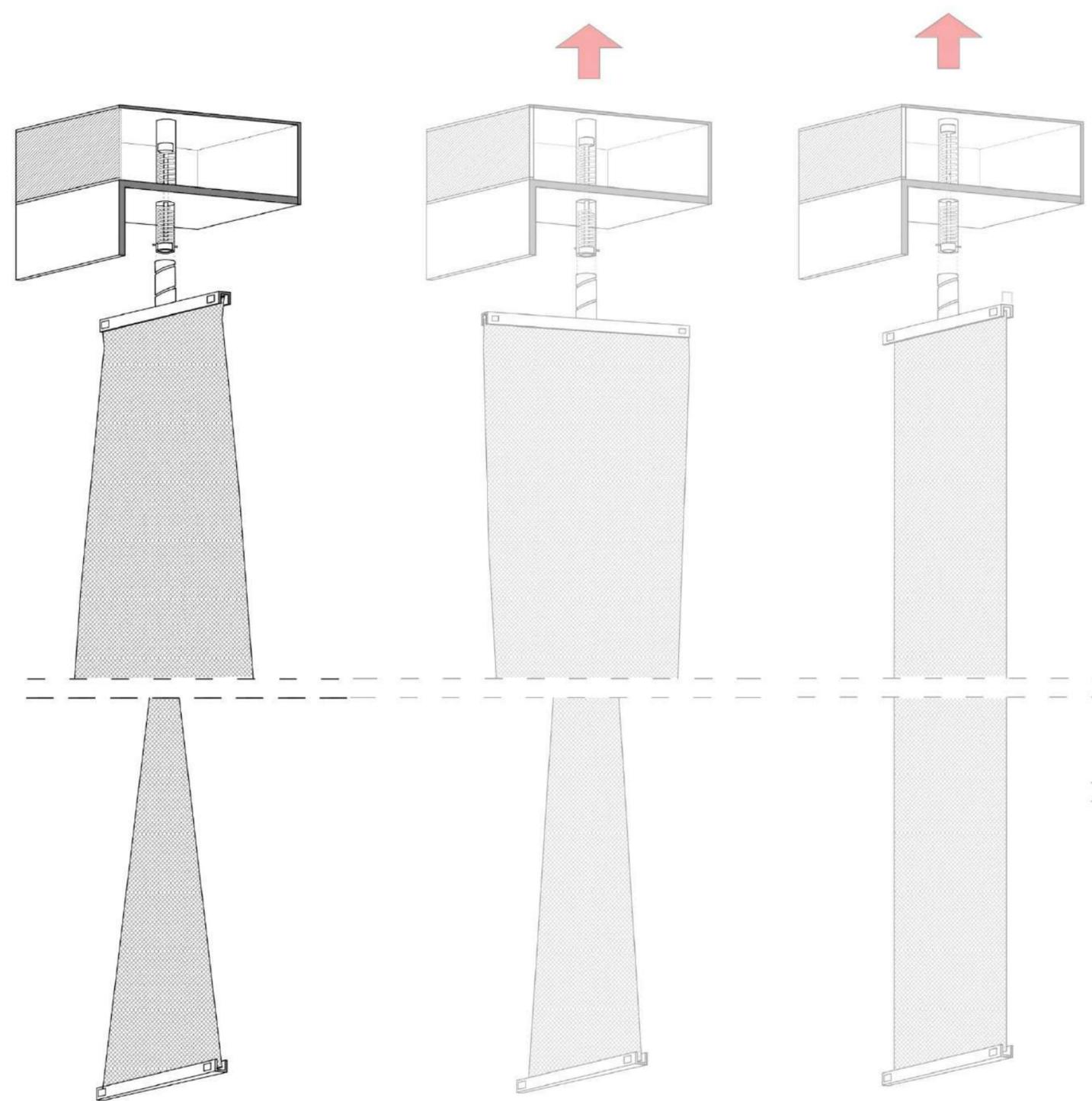
torsione = 0°

radiazione solare
incidente
 $200 \text{ w/m}^2 < x < 300 \text{ w/m}^2$

torsione = 90°

radiazione solare
incidente
 $x > 300 \text{ w/m}^2$

torsione = 180°





CONFIGURAZIONI IN FUNZIONE DELLA RADIAZIONE SOLARE INCIDENTE SU UN PIANO VERTICALE

radiazione solare
incidente
 $x < 200 \text{ w/m}^2$

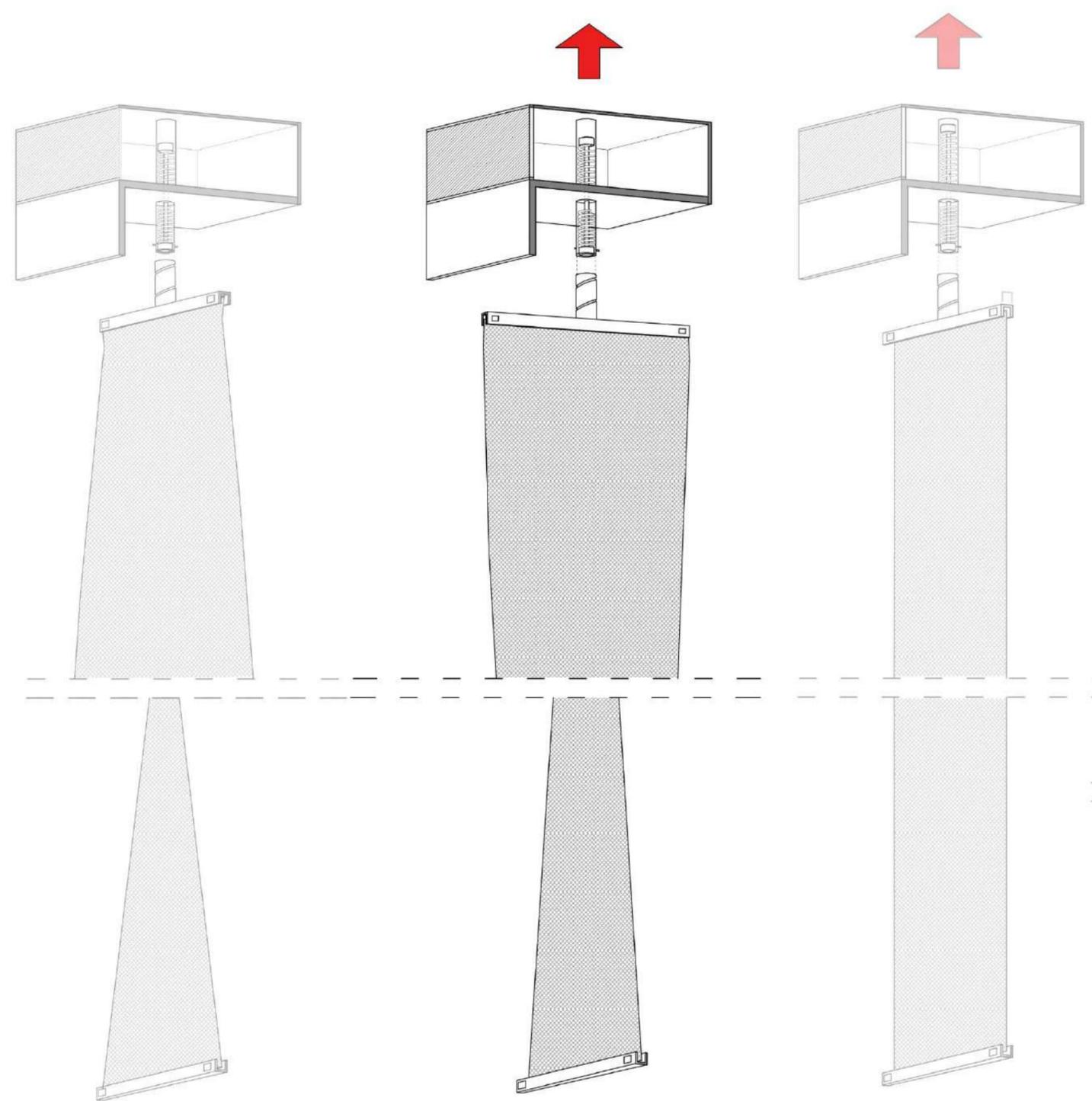
torsione = 0°

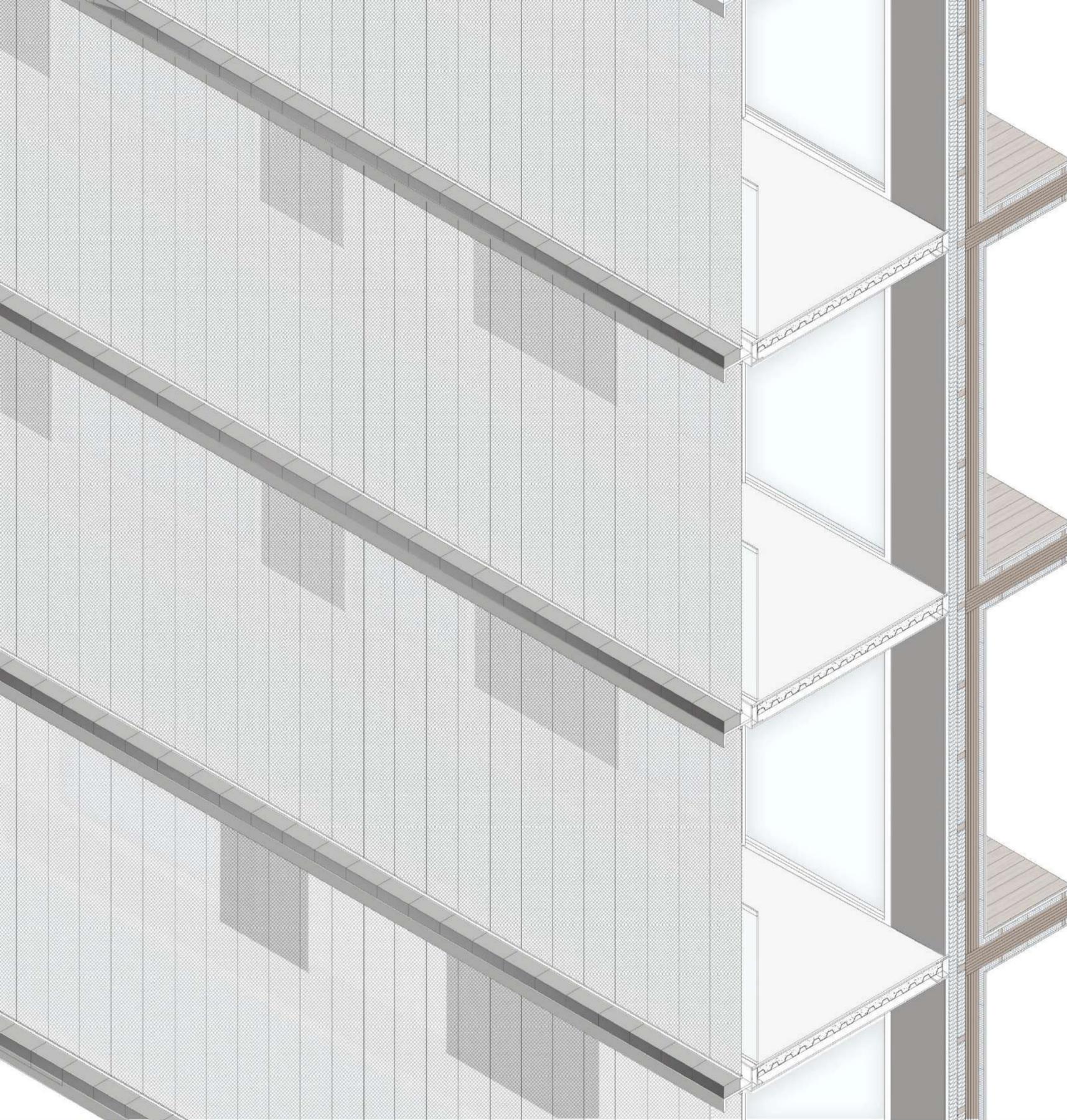
radiazione solare
incidente
 $200 \text{ w/m}^2 < x < 300 \text{ w/m}^2$

torsione = 90°

radiazione solare
incidente
 $x > 300 \text{ w/m}^2$

torsione = 180°





CONFIGURAZIONI IN FUNZIONE DELLA RADIAZIONE SOLARE INCIDENTE SU UN PIANO VERTICALE

radiazione solare
incidente
 $x < 200 \text{ w/m}^2$

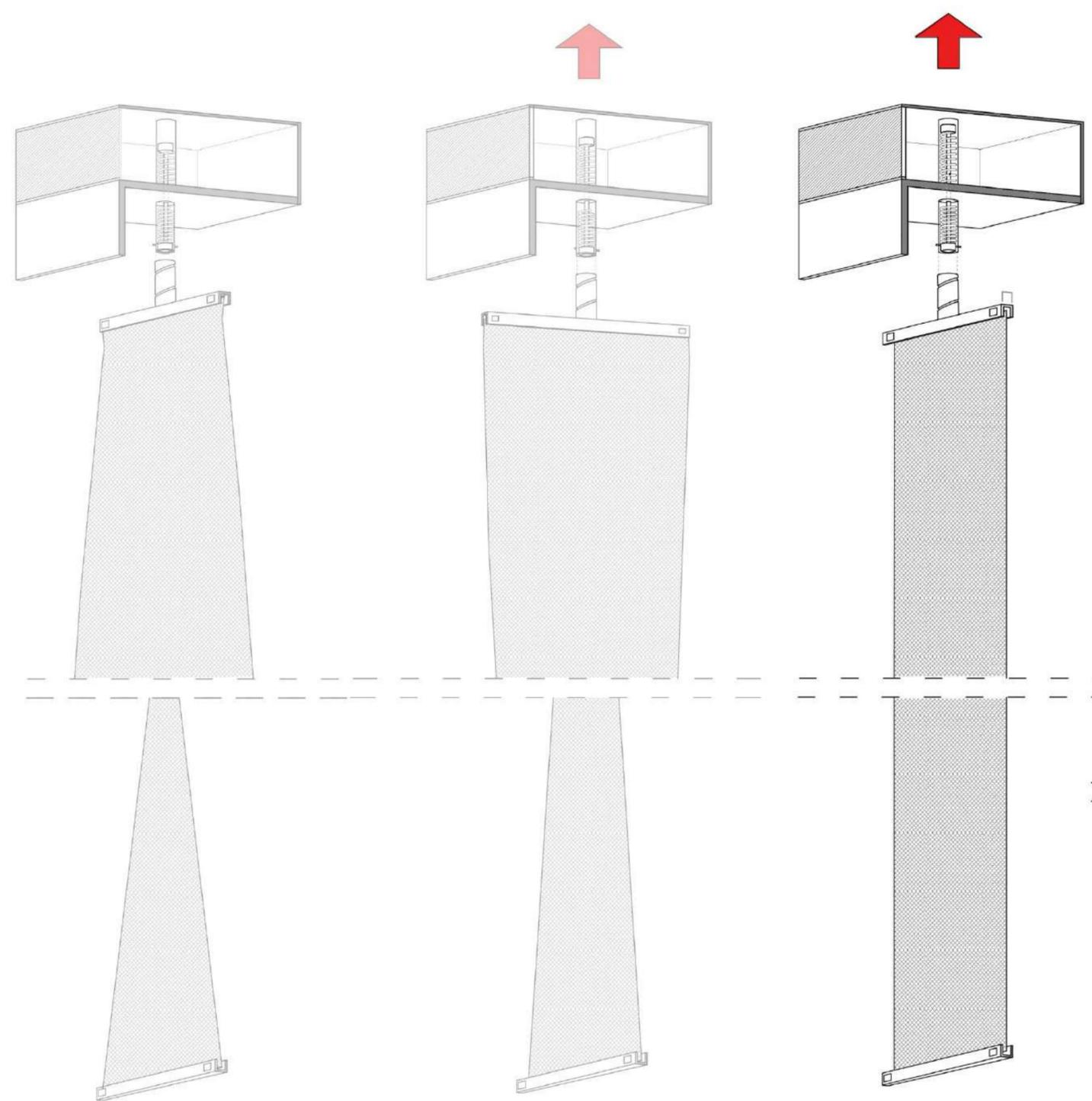
torsione = 0°

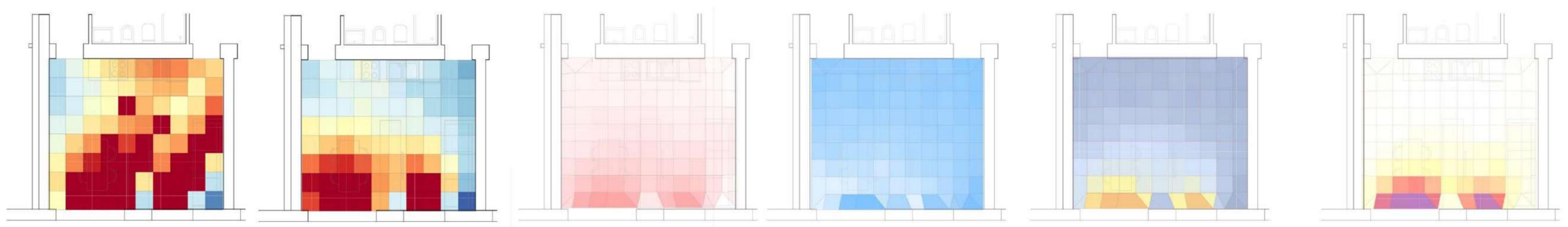
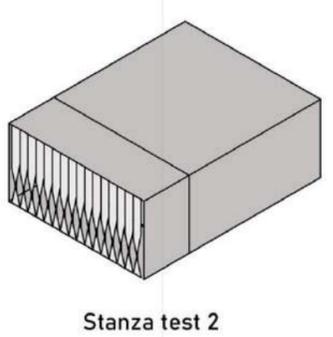
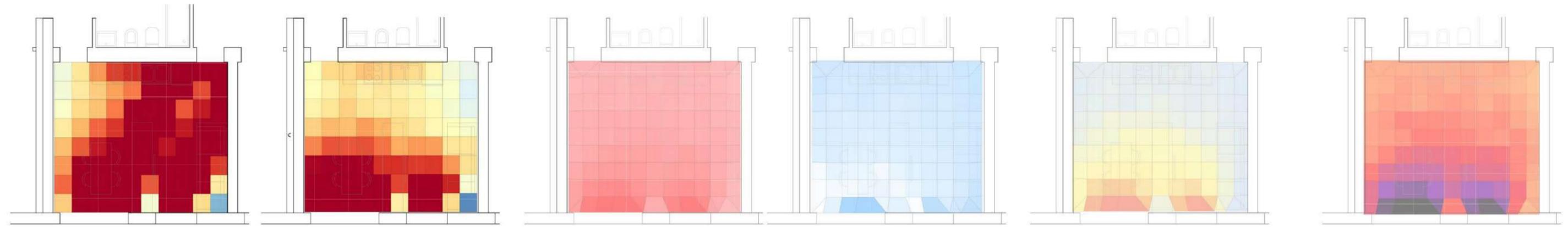
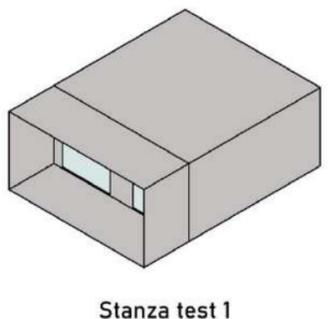
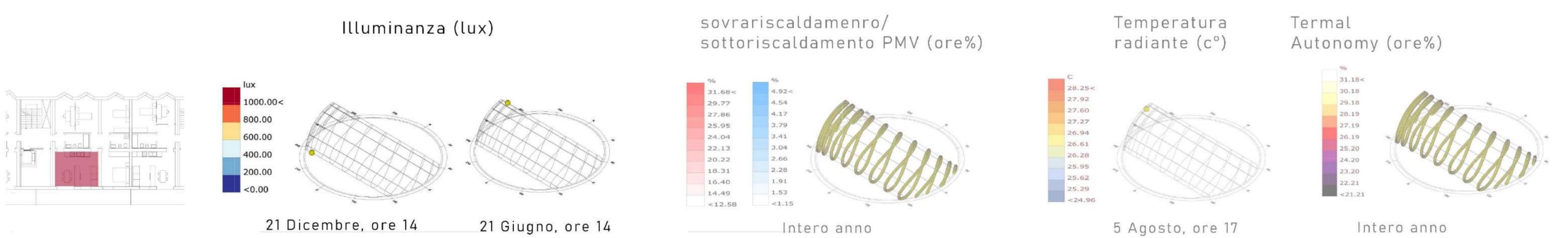
radiazione solare
incidente
 $200 \text{ w/m}^2 < x < 300 \text{ w/m}^2$

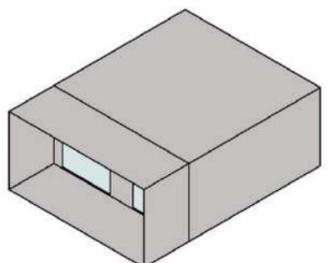
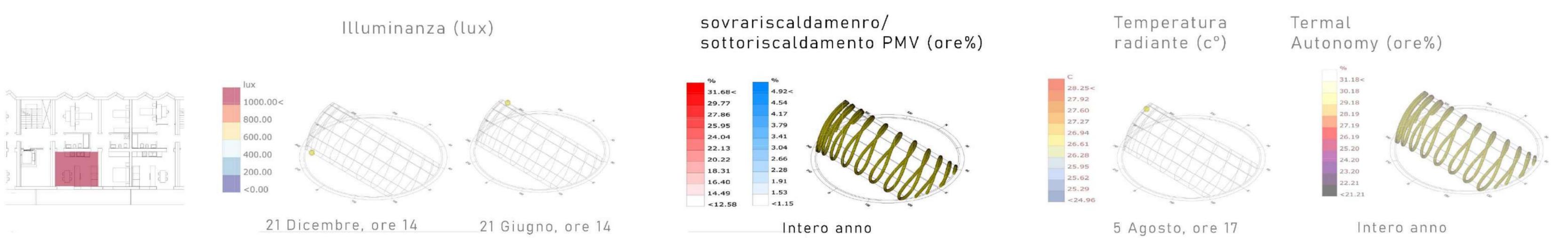
torsione = 90°

radiazione solare
incidente
 $x > 300 \text{ w/m}^2$

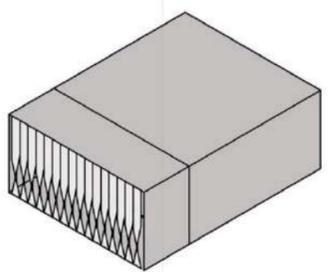
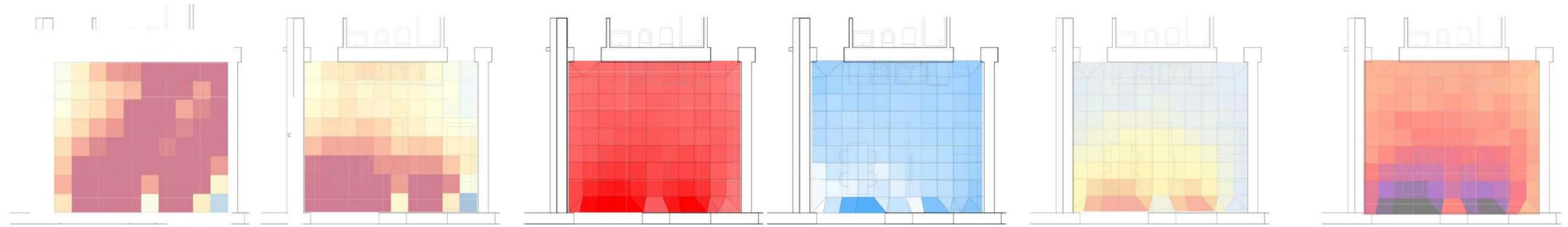
torsione = 180°



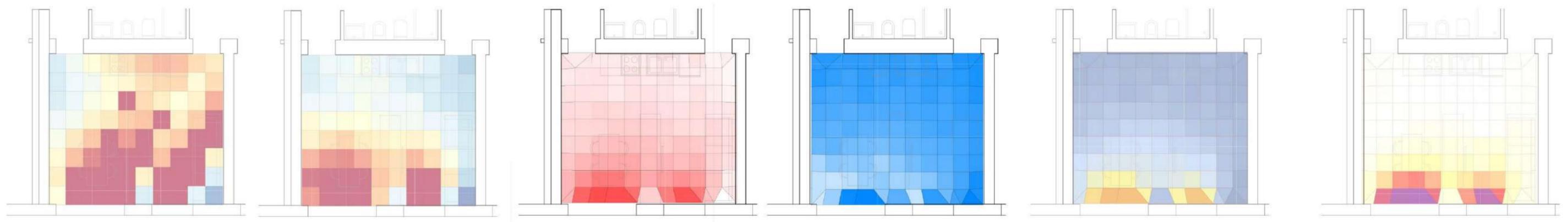


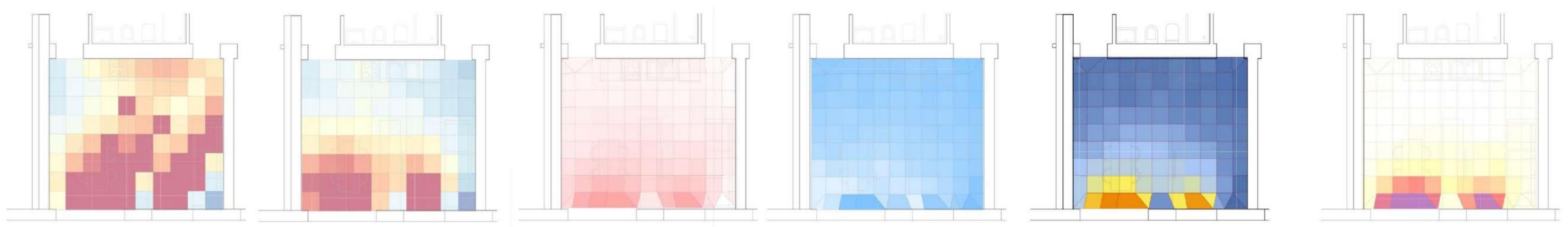
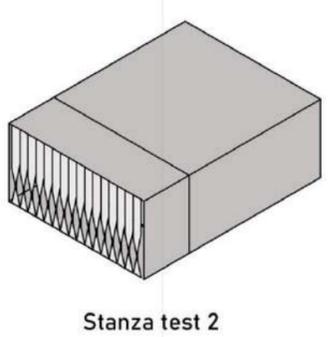
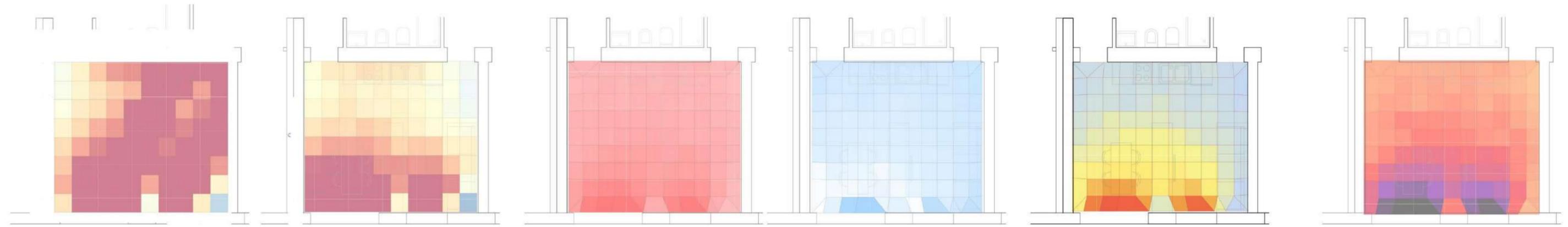
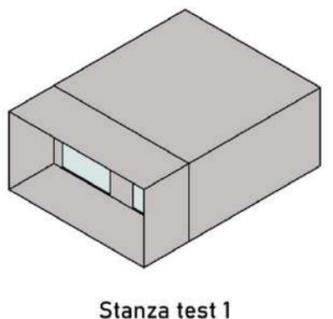
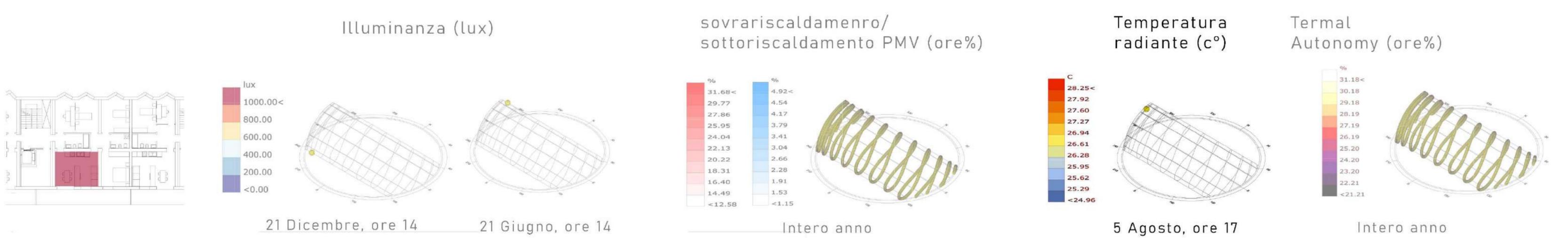


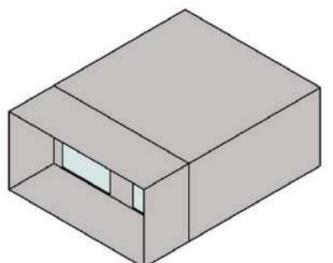
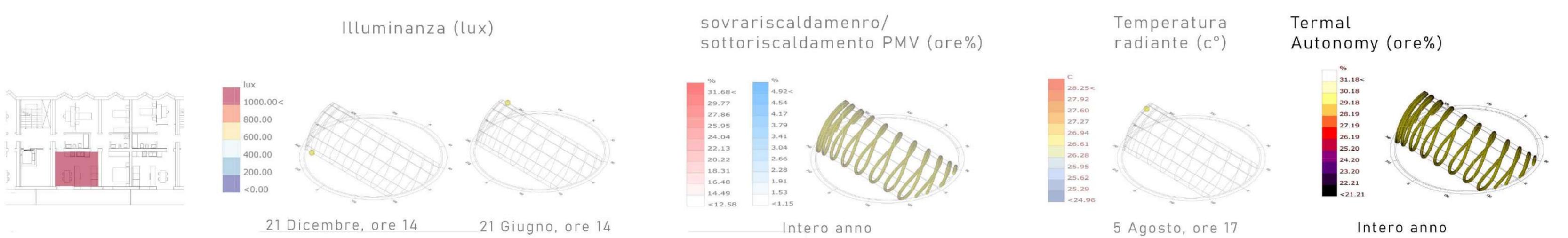
Stanza test 1



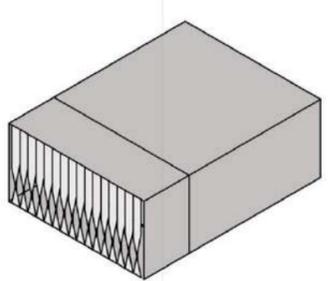
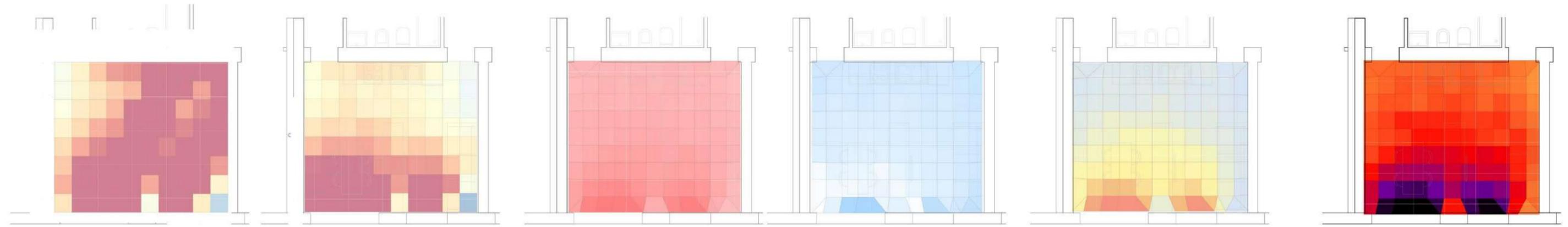
Stanza test 2



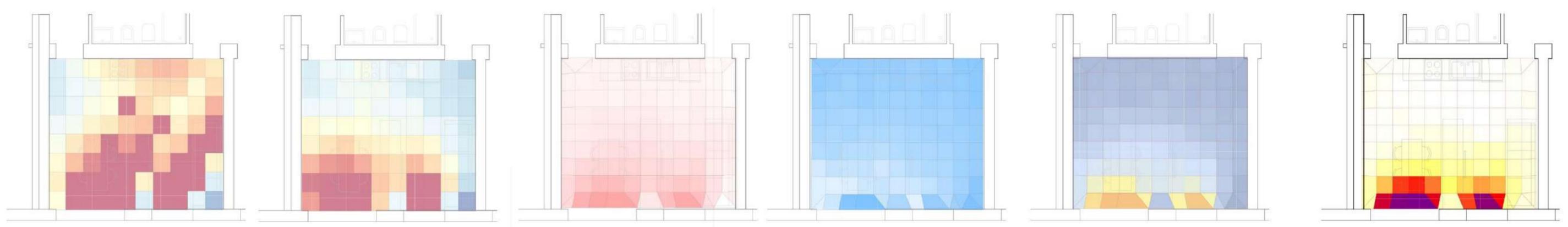




Stanza test 1



Stanza test 2



DATI GEOMETRICI

$S_{u,H} = S_{u,C} = 3275,27 \text{ m}^2$
 $S_{disp} = 4832,45 \text{ m}^2$

FABBISOGNO DI ENERGIA TERMICA UTILE

$EPH,nd = 5,32 \text{ kWh/m}^2$

$EPC,nd = 20,57 \text{ kWh/m}^2$

$EPW,nd = 4,73 \text{ kWh/m}^2$

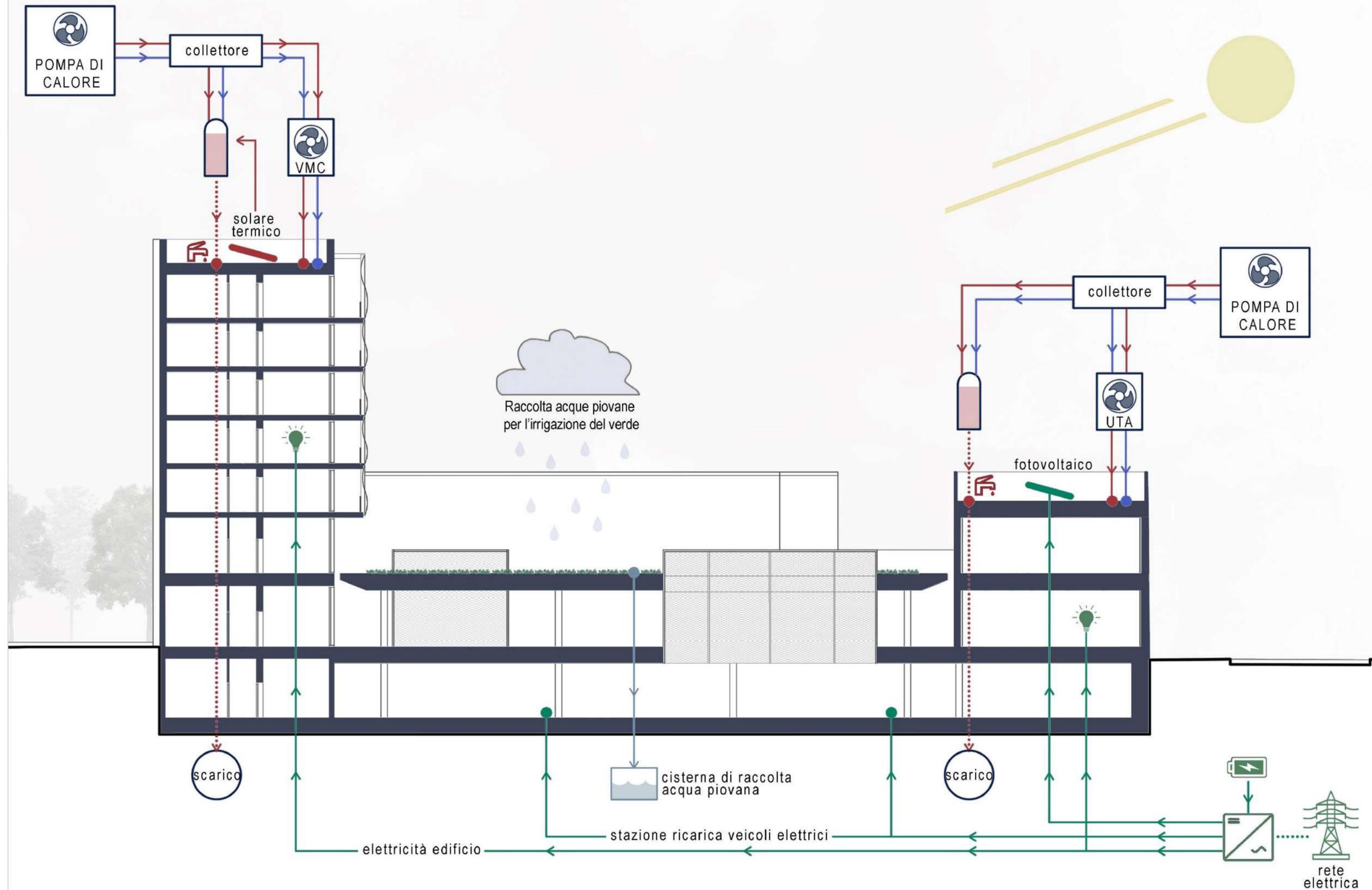
FABBISOGNO DI ENERGIA PRIMARIA

$EPH,ren = 6,02 \text{ kWh/m}^2$
 $QR,H = 100\%$

$EPC,ren = 1,31 \text{ kWh/m}^2$
 $QR,C = 20\%$

$EPW,ren = 5,17 \text{ kWh/m}^2$
 $QR,W = 96\%$

$QR,gl = 70\%$



DATI GEOMETRICI


 $Su,H=Su,C= 3275,27 \text{ m}^2$
 $Sdisp = 4832,45 \text{ m}^2$

FABBISOGNO DI ENERGIA TERMICA UTILE


 $EPH,nd = 5,32 \text{ kWh/m}^2$


 $EPC,nd = 20,57 \text{ kWh/m}^2$


 $EPW,nd = 4,73 \text{ kWh/m}^2$

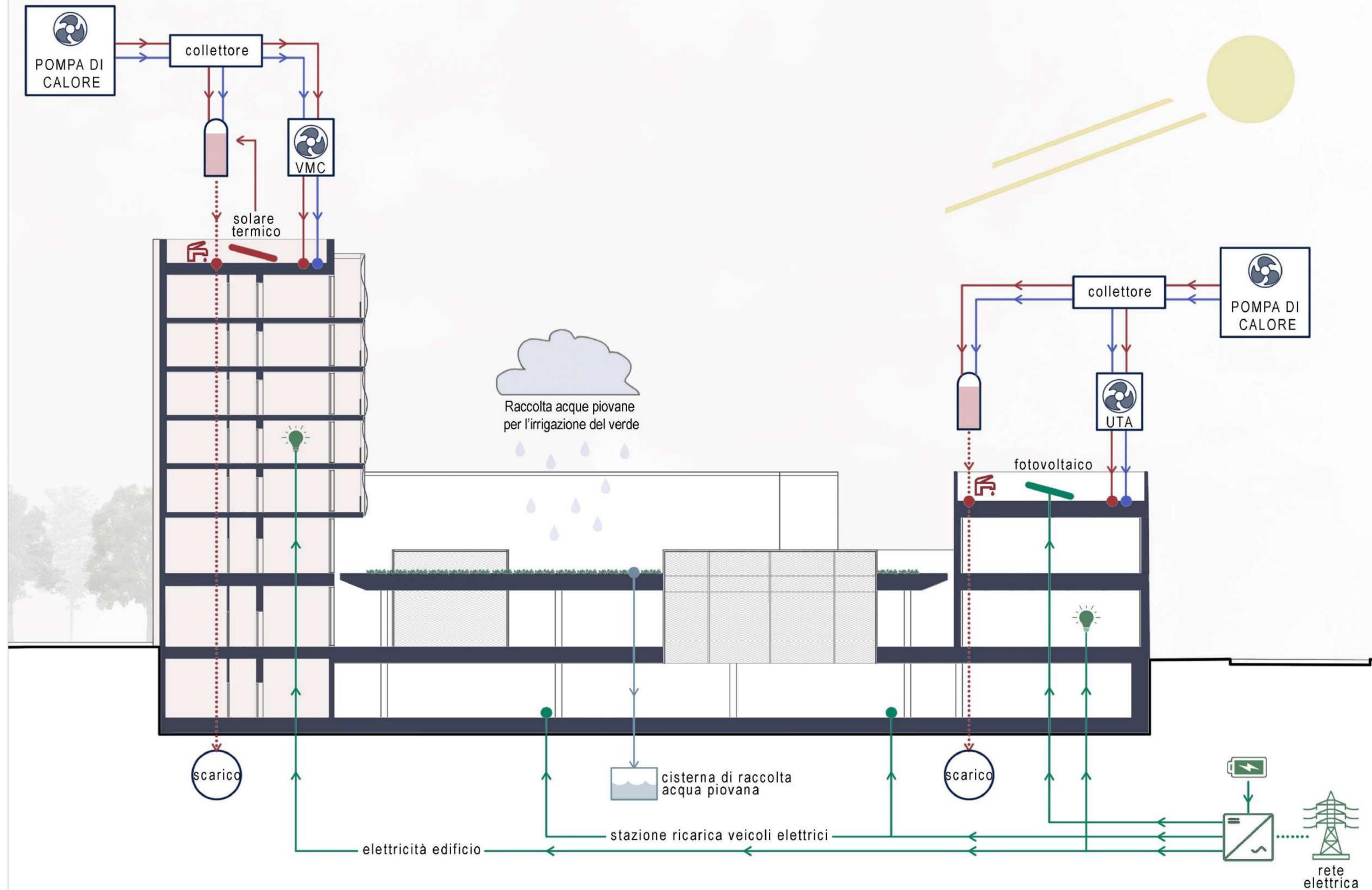
FABBISOGNO DI ENERGIA PRIMARIA


 $EPH,ren = 6,02 \text{ kWh/m}^2$
 $QR,H = 100\%$


 $EPC,ren = 1,31 \text{ kWh/m}^2$
 $QR,C = 20\%$


 $EPW,ren = 5,17 \text{ kWh/m}^2$
 $QR,W = 96\%$

$QR,gl = 70\%$



DATI GEOMETRICI

 $Su, H=Su, C= 3275,27 \text{ m}^2$
 $S_{disp} = 4832,45 \text{ m}^2$

FABBISOGNO DI ENERGIA TERMICA UTILE

 $EPH,nd = 5,32 \text{ kWh/m}^2$

 $EPC,nd = 20,57 \text{ kWh/m}^2$

 $EPW,nd = 4,73 \text{ kWh/m}^2$

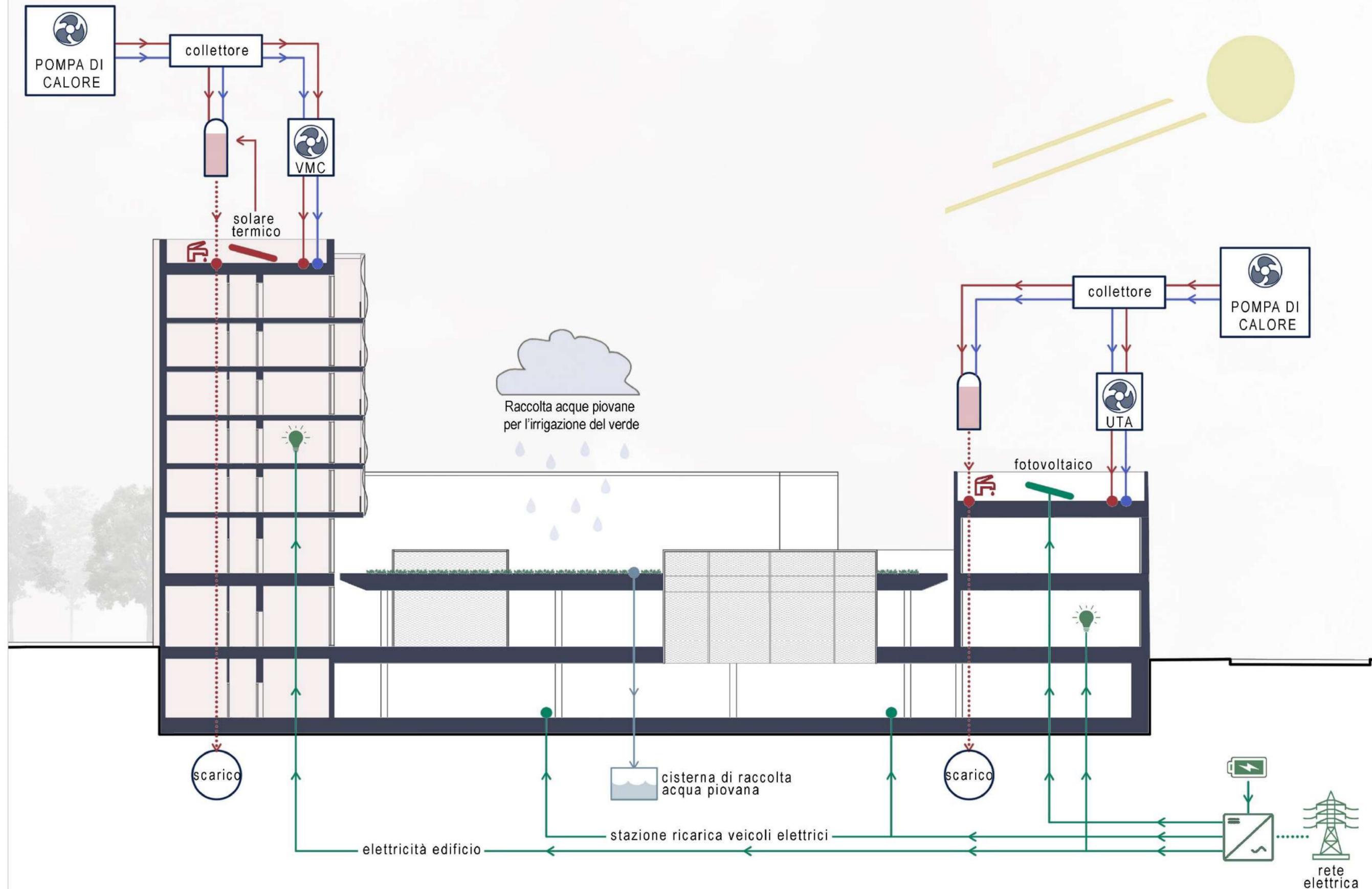
FABBISOGNO DI ENERGIA PRIMARIA

 $EPH,ren = 6,02 \text{ kWh/m}^2$
 $QR,H = 100\%$

 $EPC,ren = 1,31 \text{ kWh/m}^2$
 $QR,C = 20\%$

 $EPW,ren = 5,17 \text{ kWh/m}^2$
 $QR,W = 96\%$

$QR,gl = 70\%$



DATI GEOMETRICI


 $S_{u,H} = S_{u,C} = 3275,27 \text{ m}^2$
 $S_{disp} = 4832,45 \text{ m}^2$

FABBISOGNO DI ENERGIA TERMICA UTILE


 $EPH,nd = 5,32 \text{ kWh/m}^2$


 $EPC,nd = 20,57 \text{ kWh/m}^2$


 $EPW,nd = 4,73 \text{ kWh/m}^2$

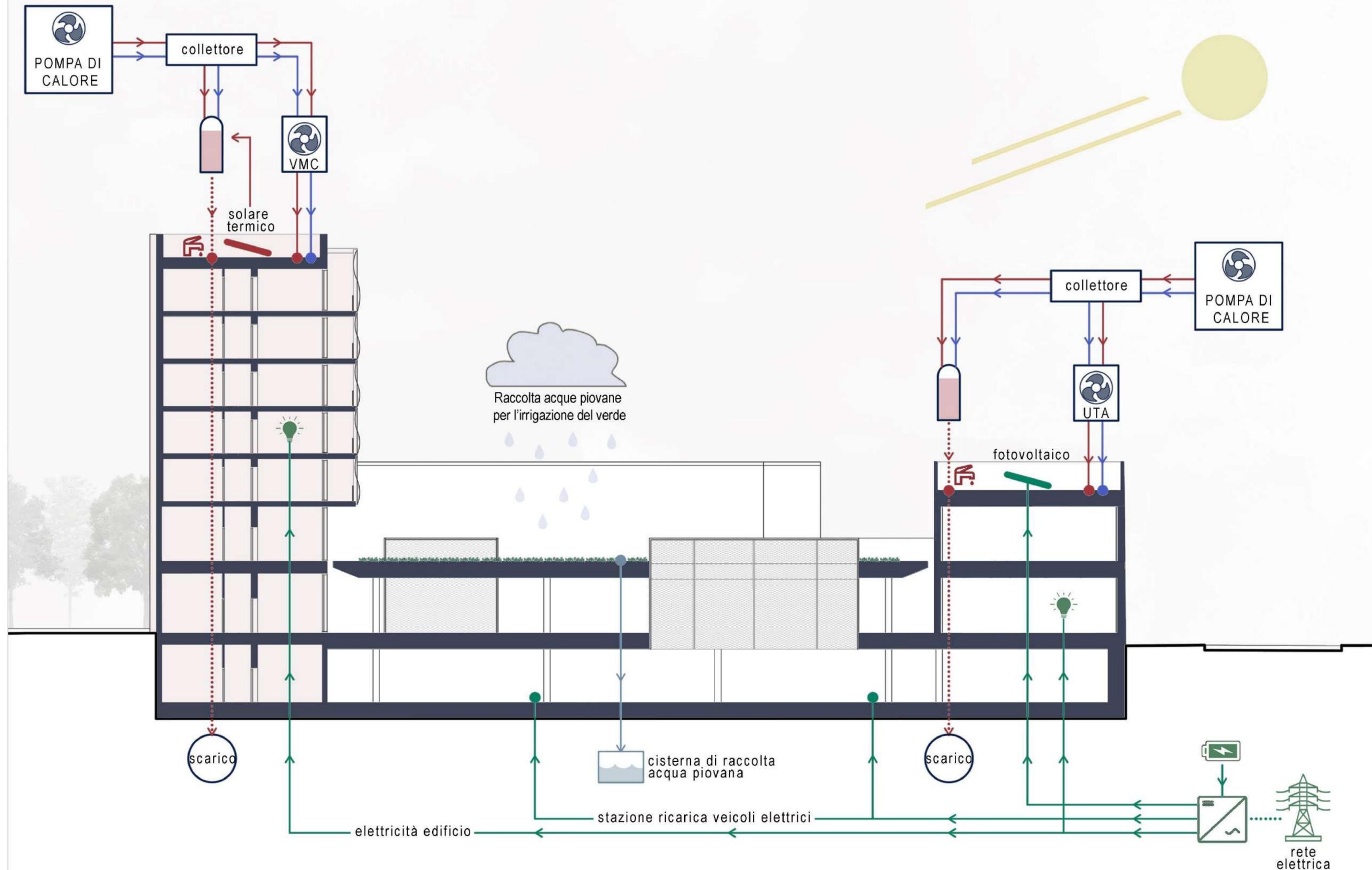
FABBISOGNO DI ENERGIA PRIMARIA


 $EPH,ren = 6,02 \text{ kWh/m}^2$
 $QR,H = 100\%$


 $EPC,ren = 1,31 \text{ kWh/m}^2$
 $QR,C = 20\%$


 $EPW,ren = 5,17 \text{ kWh/m}^2$
 $QR,W = 96\%$

$QR,gl = 70\%$



DATI GEOMETRICI

 $S_{u,H} = S_{u,C} = 3275,27 \text{ m}^2$
 $S_{disp} = 4832,45 \text{ m}^2$

FABBISOGNO DI ENERGIA TERMICA UTILE

 $EPH,nd = 5,32 \text{ kWh/m}^2$

 $EPC,nd = 20,57 \text{ kWh/m}^2$

 $EPW,nd = 4,73 \text{ kWh/m}^2$

FABBISOGNO DI ENERGIA PRIMARIA

 $EPH,ren = 6,02 \text{ kWh/m}^2$
 $QR,H = 100\%$

 $EPC,ren = 1,31 \text{ kWh/m}^2$
 $QR,C = 20\%$

 $EPW,ren = 5,17 \text{ kWh/m}^2$
 $QR,W = 96\%$

$QR,gl = 70\%$

